



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos.
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Gestión sostenible de los Residuos Municipales (RM) mediante herramientas de análisis multicriterio

Trabajo realizado por:

Guillermo Blanco Pérez

Dirigido:

Amaya Lobo García de Cortázar

Daniel Jato Espino

Titulación:

**Máster Universitario en Ingeniería de
Caminos, Canales y Puertos**

Santander, Febrero de 2017

TRABAJO FINAL DE MASTER

TÍTULO:

GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES (RM) MEDIANTE HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS MULTICRITERIO

AUTOR: Guillermo Blanco Pérez

DIRECTORES: Amaya Lobo García de Cortázar
Daniel Jato Espino

CONVOCATORIA: Febrero de 2017

PALABRAS CLAVE:

Gestión de Residuos Municipales; Sostenibilidad; Análisis multicriterio; AHP; TOPSIS.

RESUMEN:

El presente documento tiene como objetivo la mejora de la gestión de los Residuos Municipales (RM) en el Área de Gestión de Mirabel de la provincia de Cáceres (Extremadura). La gestión correcta de los residuos es una tarea imprescindible hoy en día y una herramienta que permite proteger la salud humana y el medio ambiente de forma sostenible.

Para plantear soluciones a la mejora de la gestión de RM, se ha comenzado por un análisis detallado de la situación actual, describiéndose los sistemas de recogida, transporte y tratamiento de los residuos, y comprobando los objetivos cumplidos, interpolados de planes autonómicos y estatales. En base a dicho diagnóstico, se han propuesto diferentes alternativas de gestión, modificando los sistemas existentes de recogida, tratamiento y destino final de los RM. Para ello, se ha aplicado una metodología de análisis multicriterio de forma que se consideren conjuntamente una serie de criterios de sostenibilidad; esto es, criterios económicos, ambientales y sociales que caracterizan la gestión de RM. La metodología mencionada consiste en la combinación de los métodos de análisis multicriterio AHP (*Analytic Hierarchy Process*) y TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*), que evalúan el conjunto de estrategias de gestión de RM resultante en base a los criterios de sostenibilidad seleccionados. El primero de ellos interviene en la ponderación de los criterios, mientras que la aplicación del segundo da lugar al ranking de las alternativas de acuerdo a su valoración en relación a los criterios ponderados. Mediante el análisis multicriterio realizado se han valorado diferentes escenarios, otorgando mayor importancia a cada criterio de sostenibilidad en cada uno, además de considerar la ponderación estimada por los ciudadanos de la zona mediante encuestas.

Las propuestas planteadas que modifican el sistema de gestión actual comprenden la realización de campañas de sensibilización acerca de las buenas prácticas en la reutilización y el reciclaje, la mejora de las plantas de tratamiento existentes, la implantación de un nuevo sistema de recogida selectiva de la materia orgánica, la construcción de una pequeña planta de compostaje

y la construcción de una incineradora que dé servicio a toda Extremadura. La combinación de este conjunto de propuestas da lugar al análisis final de siete alternativas, además de la correspondiente a la situación actual.

De los resultados del análisis de las alternativas planteadas destaca la deficiencia del sistema actual, principalmente desde el punto de vista ambiental y social. Así, se observa la necesidad de reducir el vertido de residuos hacia vertedero y mejorar las instalaciones capaces de recuperar mayor cantidad de materiales, cuyos rendimientos están siendo penalizados por una separación en origen insuficiente. De esta forma, se concluye que la mejor alternativa conlleva una mejora en la eficiencia de los contenedores, mediante la realización de campañas de sensibilización a los ciudadanos, combinada con la mejora de las instalaciones de tratamiento existente. Además, se plantea la posibilidad de implantar la recogida selectiva de la materia orgánica en determinados municipios, lo que mejoraría la gestión actual si se combina con las soluciones anteriores. Por último, cabe destacar que aunque las alternativas propuestas mejoran considerablemente el sistema de gestión actual, existe margen de progreso para lograr una solución que responda aún mejor a los tres criterios de sostenibilidad.

BIBLIOGRAFÍA

(INE), I. N. d. E., 2016. *Demografía y Población*, s.l.: s.n.

Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, J. d. E., 2009. *Plan Integral de Residuos de Extremadura (PIREX) 2009-2015*. s.l.:s.n.

Database of Waste Management Technologies - Cost of Waste Treatment Technologies, s.f. *Waste Control*. [En línea]
Available at: <http://www.epem.gr/waste-c-control/database/default.htm>

Dirección General de Medio Ambiente, J. d. E., 2015. *Versión Inicial del Plan Integral de Residuos de Extremadura (PIREX) 2016-2022*. s.l.:s.n.

ECOVIDRIO, 2016. *Ecovidrio*. [En línea]
Available at: <http://www.ecovidrio.es>

Gallardo Izquierdo, A., 2012. *Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONOMA)*. s.l., s.n.

Gallardo Izquierdo, A., 2014. *Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONOMA)*. s.l., s.n.

Hogg, D., 2001. *Costs for Municipal Waste Management*. Comisión Europea., s.l.: s.n.

Hwang, C. & Yoon, K., 1981. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. New York: Springer-Verlag., s.l.: s.n.

INE, I. N. d. E., 2016. *Demografía y Población* (<http://www.ine.es/>). [En línea]
[Último acceso: 2016].

Junta de Extremadura, C. d. A. D. R. M. A. y. E., 2015. *extremambiente.gobex*. [En línea]
Available at:
http://extremambiente.gobex.es/index.php?option=com_content&view=article&id=2238&Itemid=578

Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. (1997) BOE» núm. 99, de 25 de abril de 1997, pp. 13270-13277.

Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (2011) BOE, 30 de Junio de 2011, núm.181.

Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, 2013. *Gestión de biorresiduos de competencia municipal. Guía para la implantación de la recogida separada y tratamiento de la fracción orgánica*, s.l.: s.n.

Ministerio de Agricultura, A. y. M. A., 2015. *Plan Estatal Marco de gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022*. s.l.:s.n.

Ministerio de fomento, 2016. *Instituto Geográfico Nacional (IGN)*. [En línea]
Available at: http://www.ign.es/espmmap/mapas_clima_bach/pdf/Clima_Mapas_05texto.pdf

Ministerio de Medio Ambiente, 2001. *Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero*. s.l.:s.n.

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2008. *Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE*. s.l.:s.n.

Saaty, T., 1980. *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation*, s.l.: M cGraw-Hill.

Smith, A. & otros, y., 2001. *Waste Management Options and Climate Change. Final report to the European Commission, DG Environment.*, s.l.: s.n.

Tellus Institute with Sound Resource Management, 2010. *More Jobs, Less Pollution: Growing the Recycling Economy in the U.S.*, s.l.: s.n.

TITLE:

SUSTAINABLE MANAGEMENT OF MUNICIPAL SOLID WASTE (MSW) USING MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS TOOLS

AUTHOR: Guillermo Blanco Pérez

SUPERVISORS: Amaya Lobo García de Cortázar
Daniel Jato Espino

SUMMONS: February of 2017

KEYWORDS:

Municipal Solid Waste Management; Sustainability; Multi-criteria decision analysis; AHP; TOPSIS.

ABSTRACT

The purpose of this study is to improve the management of Municipal Solid Waste (MSW) in the Management Area of Mirabel, located in the province of Cáceres (Extremadura). The proper management of waste is an essential activity nowadays and a means to allow protecting human health and the environment in a sustainable way.

Firstly, the current situation is characterized in detail, including the description of the collection, transport and treatment systems of MSW. In addition, the objectives of minimization, energy recovery, recycling and waste disposal have been analyzed. Based on the current diagnosis, different alternatives have been proposed, modify the existing systems for the collection, treatment and final disposal of MSW. To evaluate them, a multi-criteria decision analysis methodology that considers different sustainability criteria altogether; i.e. the economic, environmental and social aspects that characterize MSW management. Such methodology combines the AHP (*Analytic Hierarchy Process*) and TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) methods. The first one is used in the weighting of the selected criteria, whilst the second acts in the evaluation of the set of proposed alternatives according to their performance across the three sustainability criteria. Furthermore, this methodology allows to analyze different scenarios corresponding to situations in which the preponderance of the criteria under consideration is different.

The proposed alternatives modify the current management system through the following practices: awareness campaigns on good practices in reuse and recycling, improvement of existing treatment plants, implementation of a new separate collection system for organic waste, construction of a small composting plant and construction of a waste incinerator in Extremadura. The combination of this set of alternatives have resulted in seven proposals that have been assessed using the aforementioned methodology.

The results of analyzing the alternatives reveal that the current waste management system is deficient from the point of view of sustainability. Consequently, the best alternative is concluded to be that combining an increase in the efficiency of the containers through awareness campaigns to the citizens with the improvement of the existing treatment facilities. In addition, the possibility of implementing the separate collection of organic waste in certain municipalities is proposed as well. Finally, despite the alternatives considered outperform the current waste management system, there is still room for improvement in the achievement of a better harmonization of the three pillars of sustainable development.

BIBLIOGRAPHY

(INE), I. N. d. E., 2016. *Demografía y Población*, s.l.: s.n.

Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, J. d. E., 2009. *Plan Integral de Residuos de Extremadura (PIREX) 2009-2015*. s.l.:s.n.

Database of Waste Management Technologies - Cost of Waste Treatment Technologies, s.f. *Waste Control*. [En línea]

Available at: <http://www.epem.gr/waste-c-control/database/default.htm>

Dirección General de Medio Ambiente, J. d. E., 2015. *Versión Inicial del Plan Integral de Residuos de Extremadura (PIREX) 2016-2022*. s.l.:s.n.

ECOVIDRIO, 2016. *Ecovidrio*. [En línea]

Available at: <http://www.ecovidrio.es>

Gallardo Izquierdo, A., 2012. *Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONOMA)*. s.l., s.n.

Gallardo Izquierdo, A., 2014. *Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONOMA)*. s.l., s.n.

Hogg, D., 2001. *Costs for Municipal Waste Management*. Comisión Europea., s.l.: s.n.

Hwang, C. & Yoon, K., 1981. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. New York: Springer-Verlag., s.l.: s.n.

INE, I. N. d. E., 2016. *Demografía y Población* (<http://www.ine.es/>). [En línea]
[Último acceso: 2016].

Junta de Extremadura, C. d. A. D. R. M. A. y. E., 2015. *extremambiente.gobex*. [En línea]

Available at:

http://extremambiente.gobex.es/index.php?option=com_content&view=article&id=2238&Itemid=578

Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. (1997) BOE» núm. 99, de 25 de abril de 1997, pp. 13270-13277.

Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (2011) BOE, 30 de Junio de 2011, núm.181.

Ministerio de Agricultura y Media Ambiente, 2013. *Gestión de biorresiduos de competencia municipal. Guía para la implantación de la recogida separada y tratamiento de la fracción orgánica*, s.l.: s.n.

Ministerio de Agricultura, A. y. M. A., 2015. *Plan Estatal Marco de gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022*. s.l.:s.n.

Ministerio de fomento, 2016. *Instituto Geográfico Nacional (IGN)*. [En línea]
Available at: http://www.ign.es/espmap/mapas_clima_bach/pdf/Clima_Mapas_05texto.pdf

Ministerio de Medio Ambiente, 2001. *Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero*. s.l.:s.n.

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2008. *Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE*. s.l.:s.n.

Saaty, T., 1980. *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation*, s.l.: McGraw-Hill.

Smith, A. & otros, y., 2001. *Waste Management Options and Climate Change. Final report to the European Commission, DG Environment*, s.l.: s.n.

Tellus Institute with Sound Resource Management, 2010. *More Jobs, Less Pollution: Growing the Recycling Economy in the U.S.*, s.l.: s.n.

ÍNDICE: Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	OBJETO DEL DOCUMENTO	3
1.2.	CONCEPTOS PREVIOS	3
1.3.	OBJETIVOS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS	5
2.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	7
2.1.	SITUACIÓN Y ÁREAS DE GESTIÓN EN EXTREMADURA	9
2.1.1.	Gestión en Extremadura	9
2.1.2.	Áreas de gestión en Extremadura e infraestructuras	10
2.1.3.	Área de Gestión de Mirabel	12
2.2.	PLAN INTEGRAL DE RESIDUOS DE EXTREMADURA	15
2.2.1.	Situación actual del PIREX	15
2.2.2.	Objetivos y medidas del PIREX 2016-2022	15
2.2.3.	Objetivos de reciclado (PEMAR 2016-2022)	17
2.3.	GENERACIÓN	18
2.3.1.	Cantidad. Envases ligeros	19
2.3.2.	Cantidad. Fracción resto	19
2.3.3.	Cantidad. Vidrio y papel-cartón	20
2.4.	CARACTERIZACIÓN	20
2.4.1.	Caracterización de envases ligeros	21
2.4.2.	Caracterización de la fracción resto	21
2.4.3.	Caracterización del contenedor vidrio y papel-cartón	23
2.4.4.	Eficiencia y pureza	23
2.5.	SISTEMA DE RECOGIDA Y TRANSPORTE	24
2.5.1.	Recogida de la fracción resto	25
2.5.2.	Recogida de los envases ligeros	27
2.5.3.	Recorridos	27
2.6.	TRATAMIENTOS	28
2.6.1.	Planta de TMB (Triaje y Bioestabilización)	29
2.6.2.	Planta de clasificación de envases ligeros	33
2.6.3.	Vertedero	35
2.7.	CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS	39
2.8.	CONCLUSIONES DERIVADAS DEL DIAGNÓSTICO	41
3.	PLANTEAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS	43
3.1.	CONCEPTOS PREVIOS	45

3.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....	45
3.2.1.	Alternativa 1 (situación actual)	47
3.2.2.	Alternativa 2	48
3.2.3.	Alternativa 3	48
3.2.4.	Alternativa 4	49
3.2.5.	Alternativa 5	51
3.2.6.	Alternativa 6	52
3.2.7.	Alternativa 7	52
4.	METODOLOGÍA EN EL ANÁLISIS MULTICRITERIO.....	53
4.1.	MÉTODOS EMPLEADOS EN EL ANÁLISIS	55
4.1.1.	Proceso analítico jerarquico (método AHP, Analytic Hierarchy Process)	55
4.1.2.	Proceso de agregación basado en similitudes (DBW)	56
4.1.3.	Método TOPSIS (<i>Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i>)	57
4.2.	DESCRIPCIÓN DE LOS CRITERIOS CONSIDERADOS	58
4.2.1.	Criterio económico (E).....	58
4.2.2.	Criterio ambiental (A).....	63
4.2.3.	Criterio social (S)	65
4.3.	PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS Y SUBCRITERIOS	68
4.3.1.	Importancia de criterios y subcriterios	68
5.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	71
5.1.	IMPORTANCIA DE LOS CRITERIOS	73
5.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS POR CRITERIOS	74
5.3.	MATRIZ DE DECISIÓN	78
5.3.1.	Resultados parciales.....	79
5.4.	RESULTADOS POR ESCENARIOS	79
5.4.1.	Escenario 1: Equiponderado	80
5.4.2.	Escenario 2: Importancia económica	81
5.4.3.	Escenario 3: Importancia ambiental	82
5.4.4.	Escenario 4: Importancia social.....	83
5.4.5.	Escenario 5: Basado en encuestas	84
5.5.	RESUMEN DE LOS RESULTADOS.....	85
6.	CONCLUSIONES	87
	REFERENCIAS.....	91
	ANEJO 1: Municipios dependientes del Área de Gestión de Mirabel	95
	ANEJO 2: Material recuperado en el Área de Gestión de Mirabel.....	103

ANEJO 3: Cantidades de residuos a tratar	111
ANEJO 4: Caracterización de residuos.....	115
ANEJO 5: Metodología en el cálculo de los recorridos de recogida urbanos	121
ANEJO 6: Longitud de los recorridos durante la recogida y transporte.....	131
ANEJO 7: Cantidades recogidas y tratamientos	143
ANEJO 8: Coste económico de las alternativas	153
ANEJO 9: Efectos ambientales de las alternativas	157
ANEJO 10: Resultado de las encuestas.....	161

ÍNDICE: Tablas

Tabla 1. Áreas de gestión en Extremadura. Datos: Junta de Extremadura (2009)	10
Tabla 2. Residuos y cantidades máximas admitidas en los Puntos Limpios de Extremadura.....	12
Tabla 3. Zonas incluidas en el Área de Gestión de Mirabel. (Fuente: INE 2016)	13
Tabla 4. Objetivos y medidas según el PIREX 2016-2022.....	17
Tabla 5. Objetivos vigentes de reciclado y valorización	18
Tabla 6. Objetivos a alcanzar en 2020.....	18
Tabla 7. Evolución de residuos domésticos generados en Extremadura.....	18
Tabla 8. Evolución de la entrada de EE.LL a la planta de Mirabel.....	19
Tabla 9. Residuos sólidos urbanos que llegan a la planta de Mirabel. Año 2015	20
Tabla 10. Residuos de vidrio y papel-cartón generados en el área de gestión de Mirabel.	20
Tabla 11. Fracción orgánica biodegradable en el contenedor resto.....	22
Tabla 12. Composición de los contenedores en el Área de Gestión de Mirabel	24
Tabla 13. Pureza y Eficiencia de los contenedores en el Área de Gestión de Mirabel.	24
Tabla 14. Distancia recorrida durante la recogida en cada municipio del Valle del Ambroz.....	28
Tabla 15. Material recuperado de la línea de TMB, procedentes del contenedor todo-uno y voluminosos.	32
Tabla 16. Material recuperado del contenedor de envases ligeros.....	35
Tabla 17. Información sobre el vertedero de rechazos de Mirabel	36
Tabla 18. Hipótesis de cálculo para la determinación de la cantidad de lixiviados.	37
Tabla 19. Cumplimientos de objetivos de reutilización	39
Tabla 20. Cumplimientos de objetivos de reciclado	39
Tabla 21. Residuos valorizados energéticamente en Mirabel (2015).....	40
Tabla 22. Cumplimientos de objetivos de eliminación	40
Tabla 23. Residuos biodegradables vertidos en vertedero.....	41
Tabla 24. Cumplimientos de objetivos de eliminación de residuos biodegradables.....	41
Tabla 25. Alternativas propuestas para analizar	46
Tabla 26. Composición en los contenedores de la situación actual	47
Tabla 27. Eficiencia y Pureza de los contenedores de la situación actual	47

Tabla 28. Rendimiento de recuperación de materiales en los tratamientos de la situación actual en Mirabel	47
Tabla 29. Composición de los contenedores en la alternativa 2	48
Tabla 30. Pureza y eficiencia de los contenedores en la alternativa 2	48
Tabla 31. Rendimiento de recuperación de materiales en la alternativa 3	49
Tabla 32. Composición de los contenedores en la alternativa 4 (Tipo de recogida: 4 fracciones)	50
Tabla 33. Pureza y eficiencia de los contenedores en la alternativa 4 (Tipo de recogida: 4 fracciones)	50
Tabla 34. Municipios que consideran la recogida selectiva de materia orgánica en la alternativa 4.....	50
Tabla 35. Composición de los contenedores en la alternativa 4 (Tipo de recogida: 5 fracciones)	51
Tabla 36. Pureza y eficiencia de los contenedores de la alternativa 4 (Tipo de recogida: 5 fracciones).....	51
Tabla 37. Escala de comparación por pares	55
Tabla 38. Índice de consistencia aleatorio	56
Tabla 39. Criterios y subcriterios considerados	58
Tabla 40. Subcriterios económicos	59
Tabla 41. Coste por habitante de las campañas de sensibilización.	59
Tabla 42. Coste por unidad de contenedores	60
Tabla 43. Coste de inversión en nuevas plantas de tratamiento de residuos	60
Tabla 44. Información sobre el vertedero de rechazos de Mirabel	60
Tabla 45. Coste de recogida y transporte urbano de los residuos por fracción	61
Tabla 46. Coste del transporte interurbano de residuos, según recorrido.....	61
Tabla 47. Coste durante los tratamientos de los residuos.....	62
Tabla 48. Nuevos coste de tratamiento (e inversión) en las alternativas que consideran mejoras en las plantas de tratamiento	62
Tabla 49. Costes amortizados por la recuperación de materiales durante los tratamientos.....	62
Tabla 50. Subcriterios ambientales	63
Tabla 51. Emisiones atmosféricas durante el transporte	64
Tabla 52. Emisiones atmosféricas durante los tratamientos	64

Tabla 53. Información empleada en el cálculo de los lixiviados anuales.....	65
Tabla 54. Subcriterios sociales	65
Tabla 55. Generación de empleo según tratamiento de residuos.....	66
Tabla 56. Puntuación de cada objetivo cumplido	66
Tabla 57. Escala aplicada según la valoración de los encuestados la aceptación de las alternativas.....	67
Tabla 58. Cambios que afectan a la adaptabilidad de los ciudadanos según alternativa.....	68
Tabla 59. Escenarios considerados en el análisis de las alternativas.....	69
Tabla 60. Ponderación de los criterios según escenario	73
Tabla 61. Ponderación de los subcriterios	73
Tabla 62. Valoración de los subcriterios de cada alternativa.....	74
Tabla 63. Cumplimiento de objetivos según alternativas.....	77
Tabla 64. Valoración del sistema de recogida y tipo de tratamiento según los encuestados....	77
Tabla 65. Matriz de decisión [D].....	78
Tabla 66. Resumen del ranking de las alternativas según escenario.....	85
Tabla 67. Resumen de las veces que una alternativa es la primera, segunda o tercera mejor..	85

ÍNDICE: Ilustraciones

Ilustración 1. Jerarquía en la gestión de residuos según la Directiva Marco de Residuos (Fuente: Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE)	5
Ilustración 2. Contenedores dedicados a las 4 fracciones existentes en Extremadura	9
Ilustración 3. Infraestructuras de tratamiento de RU por Áreas de Gestión en Extremadura (Fuente: Junta de Extremadura)	11
Ilustración 4. Situación e infraestructuras de Área de gestión de Mirabel.... ¡Error! Marcador no definido.	
Ilustración 5. Camión satélite recolector de residuos municipales descargando sobre nodriza	14
Ilustración 6. Sistema Nodriza-Satélite en el Área de Gestión de Mirabel por comarcas	14
Ilustración 7. Ecoparque de Mirabel	14
Ilustración 8. Contenedor amarillo, envases ligeros	19
Ilustración 9. Contenedores dedicados a la fracción resto en Extremadura	20
Ilustración 10. Sistemas de transporte hasta el Ecoparque de Mirabel	25
Ilustración 11. Estación de Transferencia de Coria	26
Ilustración 12. Localización de la E.T de Coria.....	26
Ilustración 13. Camión nodriza.....	27
Ilustración 14. Camión de transferencia de la E.T de Coria	27
Ilustración 15. Foto aérea del Ecoparque de Mirabel y rutas que siguen los residuos	29
Ilustración 16. Precipitación media anual en España. (Fuente: IGN, 2016)	37
Ilustración 17. Situación de la incineradora en Extremadura, junto al Ecoparque de Mérida. ..	52

ÍNDICE: Gráficas

Gráfica 1. Evolución del ratio (Kg/hab·día) en Extremadura.....	19
Gráfica 2. Evolución de proporciones de material recogido en el contenedor amarillo	21
Gráfica 3. Valor medio de la caracterización del contenedor amarillo en el Área de Gestión de Mirabel.	21
Gráfica 4. Evolución de proporciones de material recogido en el contenedor amarillo	22
Gráfica 5. Valor medio de la caracterización del contenedor amarillo en el Área de Gestión de Mirabel.	22
Gráfica 6. Composición media de la fracción papel. (Fuente: PEMAR 2016-2022)	23
Gráfica 7. Composición media de la fracción de envases de vidrio. (Fuente: PEMAR 2016-2022)	23
Gráfica 8. Material recuperado del contenedor todo-uno y voluminosos	32
Gráfica 9. Material recuperado del contenedor de envases ligeros.....	35
Gráfica 10. Valores parciales de Ri de las alternativas.....	79
Gráfica 11. Resultados (Escenario: Equiponderado).....	80
Gráfica 12. Resultados (Escenario: Importancia económica).....	81
Gráfica 13. Resultados (Escenario: Importancia ambiental).....	82
Gráfica 14. Resultados (Escenario: Importancia social)	83
Gráfica 15. Resultados (Escenario: Basado en encuestas)	84

ÍNDICE: Diagramas

Diagrama 1. Flujo de residuos procedentes del contenedor de fracción resto. Línea de triaje y bioestabilización.....	31
Diagrama 2. Flujo de los residuos procedentes del contenedor de envases ligeros. Línea de clasificación de envases ligeros.....	34
Diagrama 3. Residuos recuperados y depositados en vertedero respecto al generado.	38

1. INTRODUCCIÓN

Las políticas ambientales son unas de las herramientas cada vez más empleadas en el conjunto de las sociedades desarrolladas del mundo. Esto es, entre otras causas, debido a la magnitud que ha alcanzado la generación de Residuos Municipales (RM), cuyo final en muchos casos está siendo en los vertederos. Pues bien, es posible un desenlace positivo de las políticas ambientales, que puede alcanzarse mediante una gestión adecuada de los residuos.

Es en este término donde radica la importancia de alcanzar el conjunto de políticas y objetivos en materia de residuos. Su propósito no es otro que proteger el medio ambiente y la salud humana, destacando la importancia de utilizar unas técnicas adecuadas de gestión, recuperación y reciclado de los residuos para reducir la presión sobre los recursos naturales.

En vista de todo esto, los sistemas actuales de gestión, tal y como están planteados, hay un gran margen de mejora en consecución de los principios directores de la política de residuos de la Unión Europea, donde incluyen el principio de prevención; la responsabilidad del productor; quien contamina, paga; el principio de precaución; y, el principio de proximidad, aplicados en la denominada *Jerarquía de gestión de residuos*.

1.1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto la propuesta de mejoras para la optimización del aprovechamiento de los Residuos Municipales (RM) en una zona del Norte de Extremadura, concretamente el Área de Gestión de Mirabel, según la denominación por parte de la Junta de Extremadura en su Plan Integrado de Residuos de Extremadura (PIREX), que engloba un conjunto de municipios correspondiente a diferentes comarcas de la región.

Para ello se proponen diferentes alternativas de mejora, basadas en el diagnóstico de la situación actual y la introducción de distintos sistemas de recogida e instalaciones de selección, reciclaje y valorización de los RM.

Para la comparación y priorización de las alternativas definidas considerando su sostenibilidad se realiza un análisis multicriterio que integra dimensiones económicas, ambientales y sociales. El método de análisis y los resultados obtenidos servirán de ayuda en la toma de decisiones sobre la gestión de los RM de Extremadura.

1.2. CONCEPTOS PREVIOS

A continuación se presentan un conjunto de definiciones a cerca de conceptos empleados en el documento, de forma que ayude a la comprensión del mismo:

- **Ecoparques:** Designación empleada por la Junta de Extremadura para describir las plantas de tratamiento mecánico-biológico de residuos sólidos urbanos con vertedero de rechazos asociado existentes en la región.
- **Residuo doméstico** (Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, 2011): se define como “los generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias. Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria. Tendrán la consideración de

residuos domésticos los residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados”.

- **Residuos biodegradables:** Según el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (Ministerio de Medio Ambiente, 2001) se define como, “todos los residuos que, en condiciones de vertido, pueden descomponerse de forma aerobia o anaerobia, tales como residuos de alimentos y de jardín, el papel y el cartón”.
- **Recogida selectiva:** Consiste en el sistema de recogida basado en una separación previa de las fracciones de residuos por parte de los agentes generadores. Normalmente, esto se realiza mediante la disposición en la vía pública de contenedores donde depositar separadamente papel y cartón, envases ligeros, vidrio y resto-incluyendo materia orgánica- en el caso de *recogida mediante 4 contenedores*. Existe también la posibilidad de colocar un quinto contenedor que recoja selectivamente la materia orgánica, *recogida mediante 5 contenedores*.

Según la legislación vigente (Ley 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y Suelos Contaminados) se establece una distinción entre compost y material bioestabilizado (no exigida en la Directiva Marco):

- Si la materia orgánica se recoge selectivamente, su tratamiento mecánico-biológico produce **compost** (computa en el porcentaje de reciclado).
- Si la materia orgánica no se recoge selectivamente, su tratamiento mecánico-biológico produce **material bioestabilizado** (no computa como reciclaje).
- **Compost:** Enmienda orgánica obtenida a partir del tratamiento biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente.

La correcta toma de decisiones en la gestión de residuos exige el conocimiento de los impactos presentes y futuros de la generación de residuos y de la recogida selectiva. Realizar estimaciones que no tengan en cuenta las características de la generación de residuos dará lugar a estimaciones incorrectas en la gestión de los mismos y un encarecimiento económico de las infraestructuras destinadas a tal fin.

El presente estudio se ha llevado a cabo siguiendo la estructura del mismo documento, esto es, en primer lugar se ha realizado un análisis de la situación actual y en base a los datos existentes se han propuesto un conjunto de alternativas. A estas alternativas se le ha aplicado una metodología de análisis multicriterio con el que se compara la conveniencia de seleccionar una u otra alternativa según distintos criterios (económicos, ambientales y sociales).

Para llegar al diagnóstico de la situación actual la ruta seguida ha sido el estudio de los residuos en el siguiente orden:

- **Generación:** Conocimiento de los municipios que engloban el área de estudio, determinando las cantidades de residuo recogido.

- **Composición:** Análisis de la composición de los residuos generados, definiendo además la eficiencia y pureza. De esta forma se podrá dimensionar los sistemas de recogida y de tratamiento de forma eficiente.
- **Gestión** (Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, 2011): se define gestión como “la recogida, el transporte y tratamiento de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente”.

1.3. OBJETIVOS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS

Antes de comenzar con la descripción y diagnóstico de la situación actual es importante conocer los principios que han orientado a la comunidad autónoma de Extremadura para llegar hasta esta situación, además de hacerse necesario al plantear las nuevas soluciones y objetivos que se proponen. Para ello cabe destacar **la jerarquía en la gestión de residuos (Ilustración 1)** que ordena las siguientes opciones según el impacto causado, de forma creciente según este criterio.

Este principio básico establece las prioridades en las opciones de gestión ordenadas en cinco niveles según la Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2008): prevención, preparación para la reutilización, reciclado, otras formas de valorización, por ejemplo, la valorización energética, y la eliminación, siempre que el modo de gestión de residuos de nivel superior frente a los niveles inferiores sea técnica y ambientalmente posible.



Ilustración 1. Jerarquía en la gestión de residuos según la Directiva Marco de Residuos (Fuente: Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE)

1ª. Prevención: medidas adoptadas antes de que una sustancia, material o producto se haya convertido en residuo, para reducir la cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos; los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana resultado de la generación de residuos, o el contenido de sustancia nocivas en materiales y productos.

2ª. Preparación para la reutilización: la operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que se puedan reutilizar sin ninguna otra transformación previa.

3º. Reciclado: toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.

4º. Valorización: cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función, en la instalación o en la economía en general.

5º. Eliminación: cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o energía.

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A continuación se expone un análisis acerca de la situación actual de la gestión de residuos en Extremadura y, concretamente, en el área objeto del documento. De esta forma, se podrán plantear y seleccionar las diferentes alternativas que optimicen la gestión de residuos.

2.1. SITUACIÓN Y ÁREAS DE GESTIÓN EN EXTREMADURA

2.1.1. Gestión en Extremadura

Antes de comenzar, es necesario conocer la situación y responsables de la gestión de los residuos en Extremadura para poder comprender el análisis que sucede a estas líneas.

En Extremadura los residuos domésticos y comerciales son recogidos por las Entidades Locales, generalmente en contenedores instalados en áreas de aportación para 4 fracciones principales (**Ilustración 2**):

- **Fracción resto:** Depositada por los ciudadanos en el contenedor verde o marrón.
- **Fracción papel-cartón:** Recogida en el contenedor azul.
- **Fracción de envases ligeros (de plásticos, latas y briks):** Recogida en el contenedor amarillo.
- **Fracción de envases de vidrio:** Depositada en el iglú verde.



Ilustración 2. Contenedores dedicados a las 4 fracciones existentes en Extremadura

Las entidades que gestionan los SIG (Sistemas Integrados de Gestión) autorizados en el ámbito territorial de Extremadura para la recogida y tratamiento de los residuos de envases de origen doméstico son ECOVIDRIO, ECOEMBES, SIGRE y SIGFITO.

- ECOVIDRIO tiene la responsabilidad de la recogida de residuos de envases de vidrio (iglú verde).
- ECOEMBES se responsabiliza de la recogida de envases de papel y cartón (contenedor azul) y envases de plástico, latas y briks (contenedor amarillo).
- SIGRE Medicamentos y Medioambiente, S.L se encarga de la recogida de envases de medicamentos y restos de medicamentos de origen doméstico (punto SIGRE de las oficinas de farmacia).
- SIGFIO Agroenvases, S.L se encarga de la recogida y tratamiento de los productos fitosanitarios.

Pero además existe una empresa gestora encargada de la explotación de los ecoparques y sus instalaciones de transferencia de residuos asociada. Esta es **GESPESA (Gestión y Explotación de Servicios Públicos Extremeños, S.A.U.)**, Sociedad del Grupo Público Gpex (Sociedad de Gestión Pública de Extremadura, S.A.U.).

Para alcanzar el diagnóstico de la situación actual se ha decidido abordar el análisis de las corrientes que son objeto de gestión por parte de la empresa pública GESPESA, de manera que en el presente documento el análisis realizado que sigue se basa en los datos sobre residuos llegados a dichas instalaciones. De esta forma, quedan fuera del análisis los contenedores de la fracción papel-cartón (contenedor azul) y la fracción de envases de vidrio (iglú verde). Así, son

objeto de este estudio los residuos incluidos en los contenedores verde-marrón (fracción resto) y amarillo (fracción de envases ligeros).

En torno a los ecoparques existentes se han creado las correspondientes siete áreas de gestión de residuos municipales en las que se ha dividido el territorio de la Comunidad Autónoma de Extremadura, conocidas por el nombre de la localidad donde se ubica la planta de tratamiento. En estas áreas de gestión se dispone de estaciones de transferencia y camiones nodriza al objeto de canalizar la recogida y efectuar el transporte de los residuos municipales a unos costes razonables.

El material de rechazo obtenido del tratamiento de los residuos municipales es depositado en vertederos de cola situados dentro de las instalaciones de cada uno de los ecoparques. Esto se describe en detalle a continuación.

2.1.2. Áreas de gestión en Extremadura e infraestructuras

Para conseguir una mayor racionalidad del sistema de tratamiento de los residuos urbanos o municipales, el Plan Director de Gestión Integrada de Residuos de la Comunidad Autónoma dividió el territorio en siete zonas o áreas de gestión, que se indican en la **Tabla 1** e **Ilustración 3**. En la **Tabla 1** se muestran datos referidos a 2009; como se verá más adelante, el área de gestión de estudio actualmente comprende un mayor número de habitantes.

Tabla 1. Áreas de gestión en Extremadura. Datos: Junta de Extremadura (2009)

ÁREA DE GESTIÓN	MUNICIPIOS	HABITANTES
MIRABEL	93	151.528
NAVALMORAL DE LA MATA	73	97.448
CÁCERES	26	130.636
BADAJOS	39	267.859
MÉRIDA	62	215.305
VILLANUEVA DE LA SERENA	69	192.533
TALARRUBIAS	22	34.469

En la **Ilustración 3**, además de indicarse las diferentes áreas de gestión, se observa el conjunto de instalaciones que permiten la gestión de los residuos de estas áreas. De manera que las infraestructuras que permiten la gestión de los residuos en la comunidad son las siguientes:

- **Ecoparques:** Plantas de reciclaje, compostaje y valorización de residuos urbanos. En los ecoparques se realiza la selección y clasificación de los envases ligeros depositados en los contenedores amarillos, así como el tratamiento de la fracción mezcla de residuos municipales que tiene por objeto la transformación de la materia orgánica en compost y la recuperación de los materiales aprovechables. El rechazo o material no valorizable es depositado en un vertedero para residuos no peligrosos. Los ecoparques que conforman la red de centros de tratamiento y eliminación de residuos domésticos con los que cuenta el PIREX son los siguientes: Badajoz, Mérida, Mirabel, Navalmoral de la Mata, Talarrubias, Villanueva de la Serena y Cáceres.

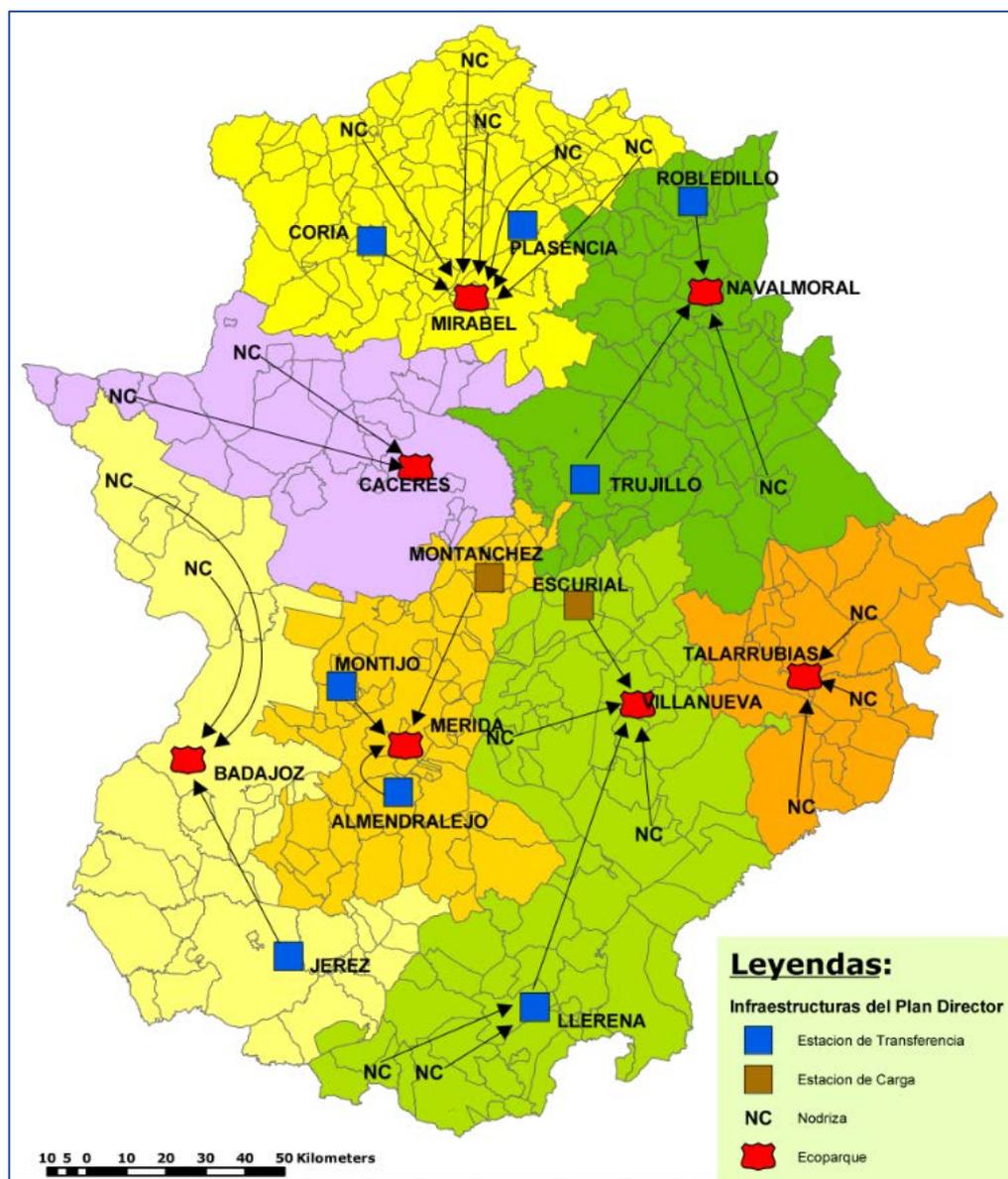


Ilustración 3. Infraestructuras de tratamiento de RU por Áreas de Gestión en Extremadura (Fuente: Junta de Extremadura)

- **Vertederos para residuos no peligrosos:** Son las instalaciones complementarias a cada uno de los eco-parques existentes en Extremadura, de modo que allí se deposita el conjunto de rechazos o material no valorizable. El vertedero de rechazos del Eco-parque de Badajoz es el más grande de la región y es el único en el que se realiza el aprovechamiento del biogás para la producción de electricidad que se vende a la red eléctrica.
- **Estaciones de Transferencia (ET):** Es un paso intermedio que se hace necesario para poblaciones alejadas de los eco-parques, con el fin de minimizar los recorridos de los vehículos de recogida y facilitar el trabajo a los mismos. Las ET que conforman las instalaciones puestas a disposición del PIREX son las siguientes: Jerez de los Caballeros, Almendralejo, Montijo, Coria, Plasencia (actualmente no ha entrado en funcionamiento), Trujillo, Robledillo de la Vera y Llerena.

- **Nodrizas-Satélites (NC):** Este sistema de transferencia consiste, básicamente, en el uso de camiones recolectores-compactadores de gran capacidad (nodrizas) sobre el que los camiones de recogida (satélites) efectúan el vertido de su carga. Para ello, es preciso que todos los camiones satélite que dan servicio a los distintos núcleos estén equipados con un mecanismo de elevación de la caja donde se almacenan los residuos y así poder verter en la tolva del camión nodriza. Lo principal para este sistema es una buena sincronización entre el camión nodriza y los camiones satélites de las distintas poblaciones. Este sistema está especialmente indicado para aquellos casos en que los núcleos de población no son muy grandes y se encuentran diseminados. En la Comunidad de Extremadura existen 17 sistemas nodrizas/satélites, gestionados por la empresa pública GESPEA y distribuidos en las siguientes zonas: Valle del Jerte, Hurdes (2), Guadalupe, Santiago de Alcántara, Mancomunidad de Tentudía (2), Cabeza del Buey, Talarrubias, Zalamea de la Serena, Valle de Ambroz, Sierra de Gata (2), Alcántara, Guareña, Alburquerque, Herrera del Duque y Valencia de Alcántara.
- **Puntos Limpios:** Área destinada a la recepción de aquellos residuos de origen doméstico, previamente seleccionados por los ciudadanos, que no deben ser depositados en los contenedores que se encuentran situados en las calles. Así, estos residuos pueden recibir el tratamiento más adecuado y evitar las posibles repercusiones dañinas para el Medio Ambiente. Los residuos admitidos, que son los reflejados en la **Tabla 2**, son los mismos para todos los puntos limpios. Los puntos limpios de la Comunidad Autónoma de Extremadura se sitúan en: Badajoz, Mérida, Villanueva de la Serena y Plasencia.

Tabla 2. Residuos y cantidades máximas admitidas en los Puntos Limpios de Extremadura.

RESIDUO	CANTIDAD	UNIDAD	OBSERVACIONES
Muebles	100	Kg.	
Colchones y textiles	50	Kg.	
Escombros	50	Kg.	
Restos de podas y jardinería	50	Kg.	
Electrodomésticos			De uso no industrial o comercial
Pilas botón	0.2	Kg.	
Pilas no botón	2	Kg.	
Baterías	2	Unidades	
Aerosoles	3	Kg.	
Aceite automoción	10	Litros	
Aceite cocina	10	Litros	
Radiografía	1	Kg.	
Vidrio	10	Kg.	
Papel-cartón	30	Kg.	
Tubos fluorescentes	10	Unidades	
Pinturas y disolventes	5	Kg.	

2.1.3. Área de Gestión de Mirabel

Una vez definido el panorama general acerca de la gestión de los residuos urbanos en Extremadura, se realiza la descripción concreta del área de estudio del presente documento,

que trata de mejorar la gestión de los residuos urbanos en el **Área de Gestión de Mirabel**. Este área se encuentra situada al Norte de Extremadura, en la provincia de Cáceres (**Ilustración 4**).

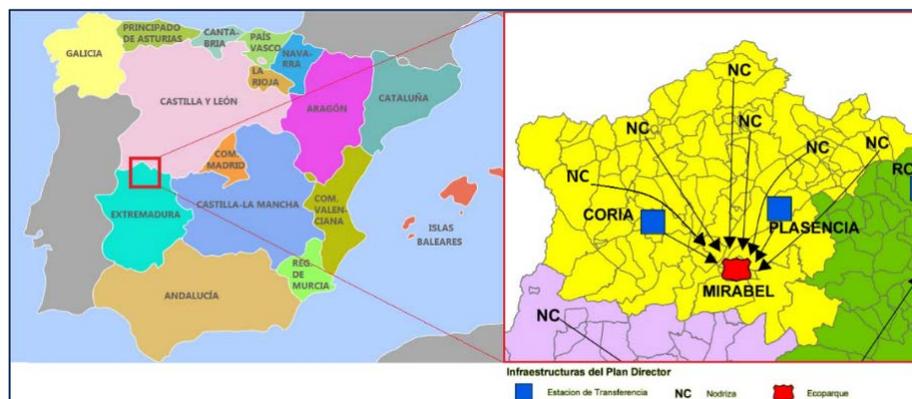


Ilustración 4. Situación e infraestructuras de Área de gestión de Mirabel

La provincia de Cáceres está dividida en dieciséis comarcas, englobando un conjunto de municipios cada una. El Área de gestión de Mirabel incluye las zonas indicadas en la **Tabla 3**, con sus respectivos municipios:

Tabla 3. Zonas incluidas en el Área de Gestión de Mirabel. (Fuente: INE 2016)

POBLACIÓN/ZONA	HABITANTES
Plasencia (Municipio)	40.755
Malpartida de Plasencia (Municipio)	4.714
Montehermoso (Municipio)	5.844
Agrupación Valle del Alagón	8.660
Agrupación de Riberos del Tajo	4.686
Nodriza del Valle del Jerte	11.181
Nodriza del Valle de Ambroz	7.967
Nodriza de Sierra de Gata (Gata)	8.136
Nodriza de Sierra de Gata (Cilleros)	5.971
Nodriza de las Hurdes - 1	6.338
Nodriza de las Hurdes - 2	9.115
Estación de Transferencia de Coria	31.788
TOTAL	145.155

En el **ANEJO 1: Municipios dependientes del Área de Gestión de Mirabel**, se presenta la lista con los municipios correspondientes a cada zona. Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2016), el número de habitantes que acogía este área de gestión ascendía a 145.155, correspondiente a un total de 95 municipios.

El área de gestión analizada está constituida mayoritariamente por poblaciones que se sitúan entre los 500 y 5.000 habitantes principalmente. En este sentido, únicamente destaca la ciudad de Plasencia con un total de 40.755 habitantes (INE, 2016).

Este conjunto de poblaciones corresponden a núcleos rurales del norte de la provincia de Cáceres, caracterizados por una gran dispersión geográfica. Esta característica justifica el empleo de los sistemas Nodriza-Satélite, en total 6 como se indica en la **Ilustración 6**, además de la Estación de Transferencia localizada en Coria.



Ilustración 5. Camión satélite recolector de residuos municipales descargando sobre nodriza

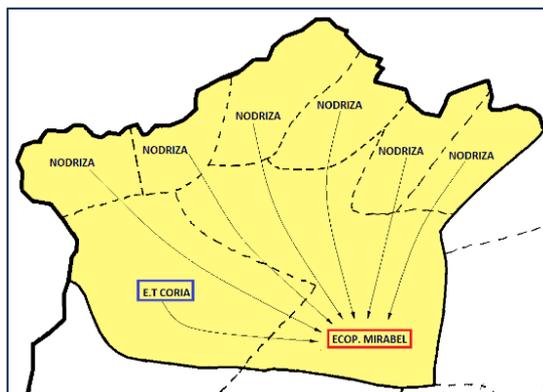


Ilustración 6. Sistema Nodriza-Satélite en el Área de Gestión de Mirabel por comarcas

Respecto al resto de infraestructuras que constituyen el Área de gestión de Mirabel destaca el **Ecoparque de Mirabel**. El **Ecoparque de Mirabel (Ilustración 7)** está constituido por las instalaciones de clasificación, la planta de TMB (instalaciones de triaje y bioestabilización) y el vertedero de residuos no peligrosos asociado. Actualmente se encuentra en situación de explotación por parte de la empresa FCC S.A. La Información básica sobre el Ecoparque de Mirabel se recoge a continuación:

- Ubicación: FINCA EL PERIQUITO. CTRA. DE SERRADILLA, S/N – C.P. 10540 MIRABEL
- Correspondencia: FINCA EL PERIQUITO. CTRA. DE SERRADILLA, S/N – C.P. 10540 MIRABEL
- Teléfono / Fax: 927 45 02 91 – 620 93 91 12 / 927 45 02 51



Ilustración 7. Ecoparque de Mirabel

El funcionamiento del ecoparque comienza con la entrada de los camiones cargados de residuos domésticos procedentes de los diferentes municipios, ya sea desde la Estación de Transferencia de Coria, directamente de los municipios o tras haber vertido los residuos en los camiones

Nodriz. Dichos camiones son pesados antes de verter su carga en la báscula situada en la entrada de las instalaciones y, para su identificación, cada conductor dispone de una tarjeta que debe pasar por un lector magnético y en la que se encuentra la siguiente información:

- Número de matrícula del vehículo.
- Tipo de residuo a verter.
- Municipio al que pertenece dicho residuo.
- Si se trata de recogida municipal o si se trata de una empresa privada (recogiendo en este caso el nombre de la empresa en cuestión).

Una vez pesado el camión, vierte su carga en la nave de recepción. Se diferencian tres tipos de flujos en este ecoparque. De esta manera se diferencian, igualmente, tres naves de recepción. Esto es:

- Flujo de residuo domésticos procedentes del contenedor "resto".
- Flujo de envases ligeros procedentes del contenedor "amarillo".
- Flujo de residuos correspondientes a los "voluminosos".

Este último flujo de residuos voluminosos llega hasta el ecoparque, gestionado igualmente por los ayuntamientos. Se destaca la existencia en Plasencia de un Punto Limpio, cuyos residuos depositados en él acabarán en el Ecoparque de Mirabel.

2.2. PLAN INTEGRADO DE RESIDUOS DE EXTREMADURA

El Plan que marca las líneas a seguir en cuanto a gestión de residuos de Extremadura es el **Plan Integrado de Residuos de Extremadura (PIREX)**.

2.2.1. Situación actual del PIREX

En Extremadura se aprobó el Plan Integral de Residuos de Extremadura (PIREX) 2009-2015 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2009), cuya vigencia finalizó en 2015.

Actualmente, resulta necesario disponer del Plan Integral de Residuos de Extremadura (PIREX) 2016-2022 (Dirección General de Medio Ambiente, 2015), que marcará la estrategia a seguir en la región en los próximos años en materia de residuos, cumpliendo de este modo con las obligaciones comunitarias y nacionales en materia de planificación.

Los siguientes apartados muestran una síntesis de las principales ideas del **PIREX 2016-2022**, aprobado recientemente. En el Diario Oficial de Extremadura de 18 de enero de 2017 se ha publicado, a propuesta de la Consejera de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio, el Acuerdo del Consejo de Gobierno de 28 de diciembre de 2016 por el que se aprueba el Plan Integrado de Residuos de Extremadura (PIREX) 2016-2022.

2.2.2. Objetivos y medidas del PIREX 2016-2022

En este estudio se deben tener presentes los principios, la estrategia de actuación y objetivos del Plan, así como el modelo del sistema de gestión elegido para los distintos flujos de residuos generados.

Los principales **objetivos y medidas** del PIREX 2016-2022, extraídas de la versión inicial proporcionada por el Gobierno de Extremadura, son los siguientes:

- A) **Objetivos para facilitar la reutilización:** *“En esta línea la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, establece que se debe lograr en 2020 una reducción del 10% de los residuos generados en 2010”*. Se consideran objetivos de minimización.
- B) **Objetivos que faciliten la preparación para la reutilización y el reciclado:** *“Dado que antes de 2020, la cantidad de residuos domésticos y comerciales destinados a la preparación para la reutilización y el reciclado para las fracciones de papel, metales, vidrio, plástico, biorresiduos u otras fracciones reciclables deberá alcanzar, en conjunto, como mínimo el 50% en peso, es imprescindible promover cambios en la gestión de estos residuos para su consecución”*.
- C) **Objetivos que faciliten la valorización:** *“En el PEMAR (Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos) se indica que la valorización energética podría alcanzar en 2020 hasta el 15% de los residuos municipales generados, mediante: la preparación de combustibles, el uso de residuos en instalaciones de incineración o de coincineración de residuos”*.
- D) **Objetivos que faciliten la eliminación:** *“Tal como establece el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, a más tardar el 16 de julio de 2016, la cantidad total (en peso) de residuos urbanos biodegradables destinados a vertedero no superará el 35 por 100 de la cantidad total de residuos urbanos biodegradables generados en 1995. En el caso de Extremadura, no se deberán verter más de 74.761 toneladas de residuos urbanos biodegradables en 2016. El PEMAR contempla entre sus objetivos para 2020 limitar el vertido total de los residuos generados al 35%”*.

La **Tabla 4** resume los objetivos mencionados con las principales medidas, extraídas del PIREX 2016-2022.

Tabla 4. Objetivos y medidas según el PIREX 2016-2022

	OBJETIVOS	MEDIDAS
MINIMIZACIÓN	Antes de 2020, los residuos generados sean como máximo el 90% de los residuos generados en 2010	Campañas de sensibilización.
		Utilización de los elementos aptos para la reutilización en los puntos limpios.
		Fomento del autocompostaje.
		Medidas que canalicen los alimentos en buen estado a través de bancos de alimentos, comedores sociales, etc.
PREPARACIÓN PARA LA REUTILIZACIÓN Y RECICLADO	Antes de 2020, alcanzar el 50% en peso de los residuos domésticos y comerciales para la preparación de la reutilización y reciclaje. Siendo de ese 50% de los residuos municipales, un 2% corresponderá a la preparación para la reutilización.	Separación progresiva de la recogida separada de biorresiduos de hogares y grandes productores.
		Conseguir un compost de calidad.
		Incrementar el impuesto sobre la eliminación en vertedero (actualmente 55€/t) hasta tasas de la UE de 90-120 €/t.
		Beneficiar a entidades que separan en origen más (sistema de discriminación por peso de residuos entregados por habitantes).
		Beneficiar a ciudadanos que empleen asiduamente Puntos Limpios (diferenciado las tasas de residuos).
		Campañas de información a los ciudadanos.
		Introducir la recogida de residuos domésticos en cinco contenedores principales, al sumarse el correspondiente a la materia orgánica.
		Puesta en marcha de puntos limpios municipales.
VALORIZACIÓN	Antes de 2020, alcanzar la valorización del 15% de los residuos municipales generados.	Preparación de combustibles.
		Uso de residuos en instalaciones de incineración o co-incineración.
		Combustibles derivados de residuos CDR.
		Aprovechamiento de biogás de los vertederos para generar electricidad.
		Compost a partir de residuos biodegradables recogido separadamente (baja calidad) para el empleo en el propio ecomarque.
ELIMINACIÓN	El 16 de julio de 2016 no se ha debido de superar la cantidad de 74.761 tn residuos urbanos biodegradables destinados a vertedero. Para 2020 limitar el vertido total de los residuos generados al 35 %	

2.2.3. Objetivos de reciclado (PEMAR 2016-2022)

Además de los objetivos especificados anteriormente, el PIREX marca la dirección a seguir para el logro de los objetivos marcados en el PEMAR. En este caso se centra en los objetivos relativos a la recuperación de materiales, reciclado de envases ligeros.

Obviando la recuperación de vidrio y papel-cartón, que no depende de la gestión objeto de estudio, los objetivos de recuperación comunitarios de envases y residuos de envases vigente, se muestran en la **Tabla 5** (Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases., 1997). Las distintas alternativas que se planteen deben contemplar dichos porcentajes.

Tabla 5. Objetivos vigentes de reciclado y valorización

Objetivos de reciclado y valorización	%
% de reciclado (total)	55-80
% valorización (total)	Mín 60
Material	% reciclado
Papel	60
Vidrio	60
Metales	50
Plástico	22,5
Madera	15

Además, se indican los objetivos de reciclado a alcanzar en 2020 (Tabla 6), aplicables a la totalidad de los envases. Estos objetivos serán revisables conforme a la futura normativa que pueda establecerse a nivel comunitario.

Tabla 6. Objetivos a alcanzar en 2020

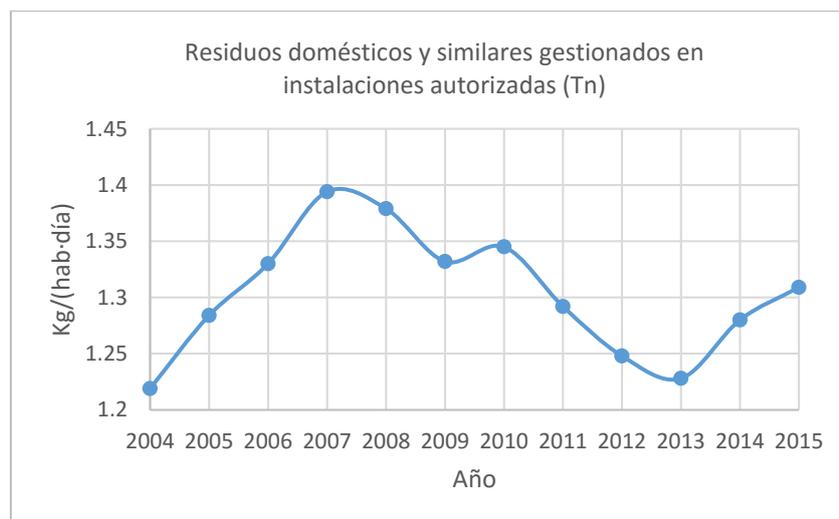
2020	Porcentaje de reciclado (%)
Total	70
Por material	
Papel	85
Vidrio	75
Metales	70:70 (Aluminio:Acero)
Plástico	40
Madera	60

2.3. GENERACIÓN

La generación anual de residuos municipales se situó en 2015 en Extremadura en torno a los 478 kilogramos por habitante, habiendo crecido su producción en 2014 por primera vez desde que se inició el descenso en 2008 (Tabla 7 y Gráfica 1) debido a la crisis económica. Los datos que se muestran a continuación vienen reflejados en la web de la Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio de la Junta de Extremadura (Junta de Extremadura, 2015).

Tabla 7. Evolución de residuos domésticos generados en Extremadura

Año	Residuos domésticos y similares gestionados en instalaciones autorizadas (Tn)	Población (INE)	Ratio (kg/hab·día)
2004	478.318	1.075.286	1,219
2005	507.796	1.083.879	1,284
2006	527.401	1.086.373	1,33
2007	554.509	1.089.990	1,394
2008	552.441	1.097.744	1,379
2009	535.849	1.102.410	1,332
2010	543.464	1.107.220	1,345
2011	523.275	1.109.367	1,292
2012	504.592	1.108.130	1,248
2013	493.845	1.104.004	1,228
2014	513.572	1.099.632	1,28
2015	522.616	1.092.997	1,309



Gráfica 1. Evolución del ratio (Kg/hab-día) en Extremadura

A continuación se analizan las cantidades que llegan al Ecoparque de Mirabel, a partir de los datos proporcionados por la empresa gestora GESPESA. Esto es, residuos del contenedor amarillo (envases ligeros) y contenedor verde-marrón (resto).

2.3.1. Cantidades. Envases ligeros

En cuanto a los datos de envases ligeros, recogidos en el contenedor amarillo (**Ilustración 8**), se conocen como datos más recientes las cantidades de entrada del pasado año 2015, que ascienden a un total de 1.712.980 kg. Esta cantidad corresponde aproximadamente al 15% de los envases ligeros que alcanzan el conjunto de plantas de la región.

Las cantidades de residuos de envases ligeros que alcanzan el Ecoparque de Mirabel proceden de las diferentes zonas expuestas en el apartado **2.1.3** y se recogen en el **ANEJO 3: Cantidades de residuos a tratar.**



Ilustración 8. Contenedor amarillo, envases ligeros

En cuanto a la evolución de las cantidades tratadas en el Ecoparque de Mirabel desde el año 2009 hasta el 2015 (**Tabla 8**), únicamente existe un descenso de la producción de residuos que coincide con los años de depresión económica debido a la crisis.

Tabla 8. Evolución de la entrada de EE.LL a la planta de Mirabel

Cantidad de envases ligeros (kg) según el año					
2009	2010	2011	2012	2013	2015
1.806.960	1.630.940	1.663.260	1.553.500	1.603.100	1.712.980

2.3.2. Cantidades. Fracción resto

Por otro lado, es necesario conocer las cantidades de residuos doméstico “todo uno”, es decir la fracción resto, que se genera en el conjunto de municipios gestionados por el Ecoparque de Mirabel.

A continuación se resumen las cantidades de residuos procedentes del contenedor verde-marrón (fracción resto) recogidos a lo largo de 2015 (Tabla 9), además de otros residuos como son los voluminosos y los procedentes de diferentes particulares y pequeñas empresas. Estos residuos son igualmente gestionados en la planta de Mirabel por los mismos tratamientos que los recogidos directamente de los contenedores mezcla de residuos.



Ilustración 9. Contenedores dedicados a la fracción resto en Extremadura

Tabla 9. Residuos sólidos urbanos que llegan a la planta de Mirabel. Año 2015

Tipo de residuo	Cantidad (Tn)
Mezcla residuo municipal	46.493,69
Voluminosos	3.116,66
Residuos de particulares	1.325
TOTAL	50.935,07

Todos estos datos, junto con su procedencia, se detallan en el **ANEJO 3: Cantidades de residuos a tratar**.

2.3.3. Cantidades. Vidrio y papel-cartón

En el caso de los residuos depositados en el contenedor de vidrio y papel-cartón, se ha considerado el valor de kg/habitante·año proporcionado en el Plan Integrado de Residuos de Extremadura (PIREX).

A partir de estos ratios, se obtiene la cantidad de residuos generados en el área de gestión de Mirabel, sabiendo que la población en este área asciende a 145.155 habitantes (INE, 2016).

Tabla 10. Residuos de vidrio y papel-cartón generados en el área de gestión de Mirabel.

TIPO DE RESIDUO	RATIO EXTREMADURA (kg/hab·año)	Generado en el Área de Gestión de Mirabel (tn)
Papel-Cartón	10,9	1582,2
Vidrio	7,2	1045,1

2.4. CARACTERIZACIÓN

Además de las cantidades, es preciso conocer los diferentes materiales incluidos en los contenedores y su proporción respecto al total de los residuos generados. Este aspecto es imprescindible para diagnosticar en detalle la gestión de residuos en una zona determinada.

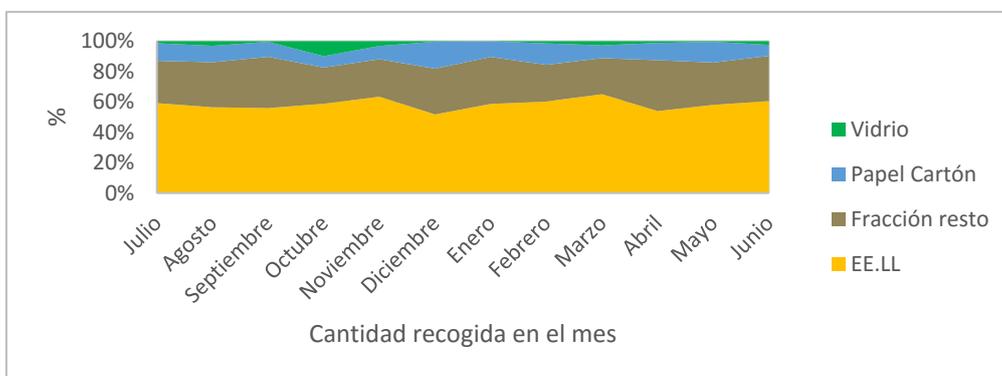
En cuanto a los residuos generados en la zona de Mirabel, se conocen datos de 2016. Estos han sido facilitados por la propia empresa gestora GESPEA, y se refieren a la caracterización (porcentual) de los residuos que se depositan en las playas de descarga, diferenciándose las playas de descarga de envases ligeros y de residuos mezcla.

Por otro lado, como ya se ha comentado, la caracterización del contenedor de vidrio y papel-cartón no está gestionada en el área de estudio. Sin embargo, se incluyen aquí valores relativos a caracterización y generación que facilitan la comprensión en la gestión de residuos del área. Así, en cuanto a la caracterización del contenedor de vidrio y papel-cartón, se emplean datos del Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos, PEMAR 2016-2022 (Ministerio de Agricultura, 2015).

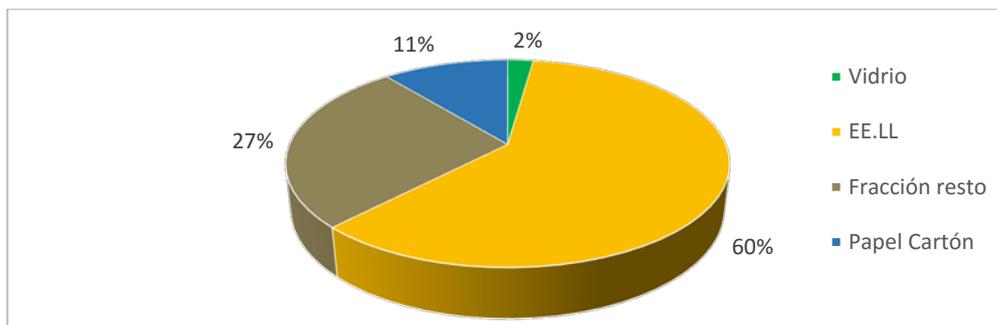
2.4.1. Caracterización de envases ligeros

La caracterización de los residuos depositados en el contenedor amarillo se ha obtenido a partir de los datos que se incluyen en el **ANEJO 4: Caracterización de residuos**.

En este anejo se recoge el porcentaje de material solicitado, no solicitado y papel-cartón que se introduce en los contenedores amarillos a lo largo de un año, concretamente desde Julio de 2014 hasta Junio de 2015. A continuación se muestra la evolución de los materiales a lo largo de un año (**Gráfica 2**) y la media resultante (**Gráfica 3**).



Gráfica 2. Evolución de proporciones de material recogido en el contenedor amarillo



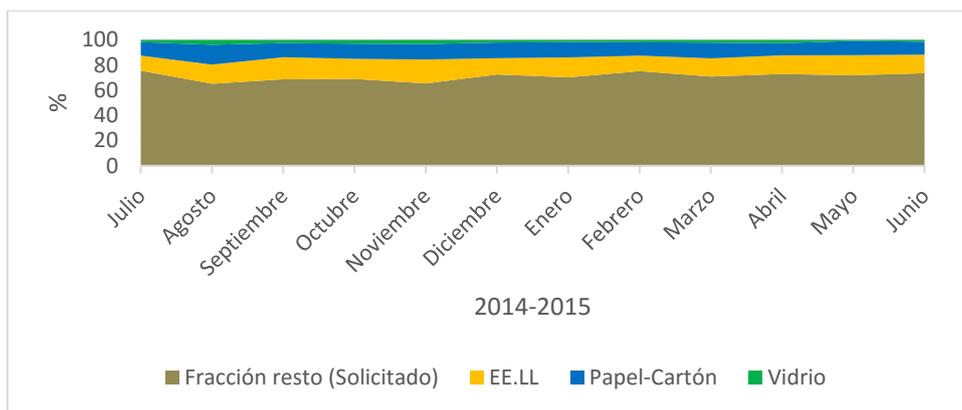
Gráfica 3. Valor medio de la caracterización del contenedor amarillo en el Área de Gestión de Mirabel.

2.4.2. Caracterización de la fracción resto

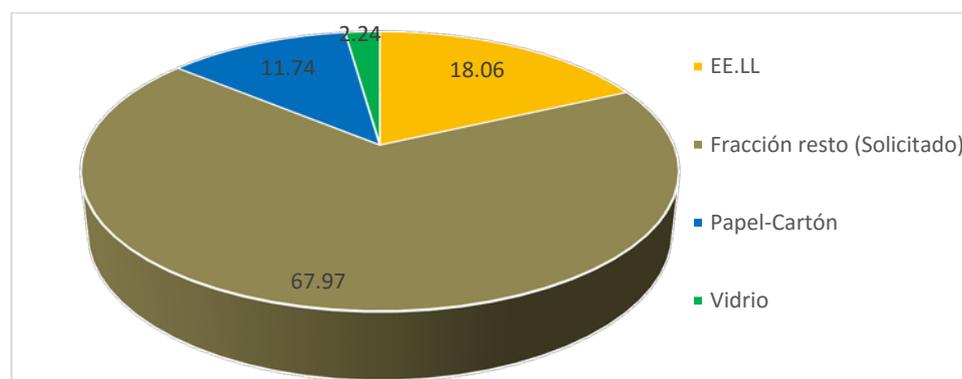
Igualmente, se procede a caracterizar los residuos procedentes del contenedor todo-uno (fracción resto) que llegan a la planta de Mirabel. En primer lugar se analiza la variación existente a lo largo de un año (**Gráfica 4**) de las proporciones que constituyen el contenedor "resto".

En la **Gráfica 4** se ha realizado el valor medio de las proporciones que constituyen el contenedor "resto" a lo largo de un año.

Estos datos vienen reflejados de forma exhaustiva en el **ANEJO 4: Caracterización de residuos**.



Gráfica 4. Evolución de proporciones de material recogido en el contenedor amarillo



Gráfica 5. Valor medio de la caracterización del contenedor amarillo en el Área de Gestión de Mirabel.

Composición media de la fracción resto de los residuos urbanos

Cabe destacar, con objeto de estudiar la implantación de una recogida selectiva de la materia orgánica y diferentes tratamientos a los actuales, los resultados obtenidos en la caracterización de la fracción resto de los residuos municipales del Área de Mirabel.

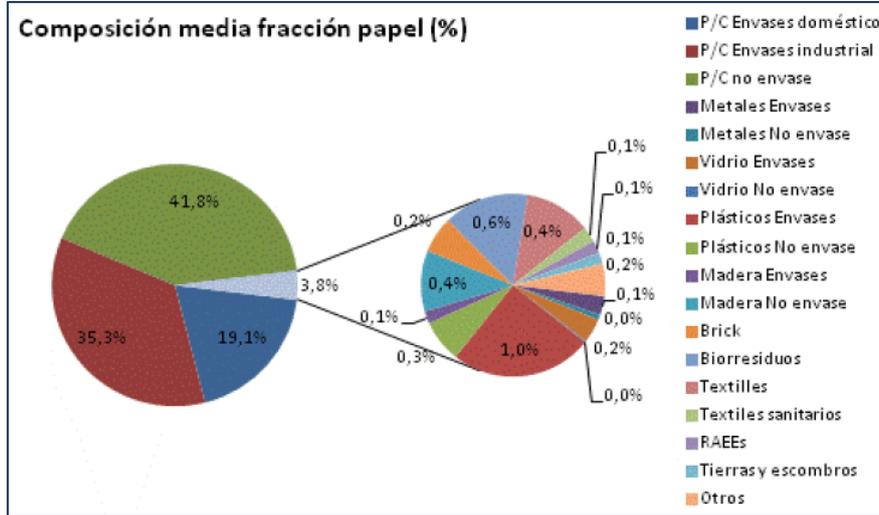
En efecto, el apartado de "Otros" tiene un porcentaje importante, y está compuesto principalmente por material de difícil catalogación, principalmente por su pequeña granulometría, lo que hace pensar que probablemente sea materia orgánica en su mayor parte. Es por ello, y teniendo en cuenta que la fracción orgánica biodegradable en Extremadura supone el 41 % de los RM, que se considera en las siguientes líneas que las fracciones de *materia orgánica, restos de jardín y podas* y *otros* constituyen la fracción orgánica biodegradable, sabiendo que del 17,7% de "Otros" únicamente el 2% no constituye materia orgánica y por lo tanto el 15,7% restante sí. La fracción orgánica biodegradable total en el contenedor resto es de **42,1%** (Tabla 11).

Tabla 11. Fracción orgánica biodegradable en el contenedor resto

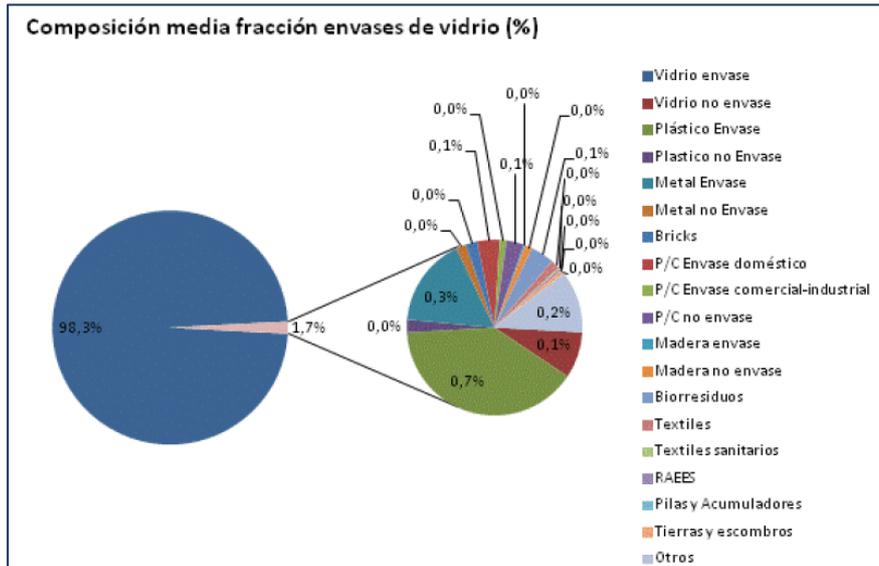
FRACCIÓN ORGÁNICA BIODEGRADABLE		%
Materia orgánica		20,2
Resto de jardín y podas		6,2
Otros	Materia orgánica	15,7
	Impurezas	2,0
TOTAL		42,1

2.4.3. Caracterización del contenedor vidrio y papel-cartón

En cuanto a la caracterización de la composición media de la fracción papel-cartón (**Gráfica 6**) y fracción Vidrio (**Gráfica 7**), se han empleado datos incluidos en el Plan Estatal Marco de Gestión de residuos (PEMAR) 2016-2022 (Ministerio de Agricultura, 2015).



Gráfica 6. Composición media de la fracción papel. (Fuente: PEMAR 2016-2022)



Gráfica 7. Composición media de la fracción de envases de vidrio. (Fuente: PEMAR 2016-2022)

2.4.4. Eficiencia y pureza

Una vez conocida la generación de residuos en cada contenedor, así como la composición de estos, se procede a analizar dos conceptos que resultan imprescindibles para diagnosticar y proponer variaciones en la gestión de los residuos:

- **Pureza:** Se define pureza de un contenedor destinado a una fracción determinada como la relación existente entre la cantidad de residuo de esa fracción determinada y el total de residuos del contenedor.

- **Eficiencia:** Se define como la eficiencia del contenedor destinado a una fracción determinada a la relación entre la cantidad de residuo correspondiente a esa fracción determinada con la producción total de ese residuo.

Con todo lo anterior, se exponen la composición en cada contenedor (**Tabla 12**), además de la eficiencia y pureza de los mismos (**Tabla 13**).

Tabla 12. Composición de los contenedores en el Área de Gestión de Mirabel

	Composición en los contenedores									
	GENERACIÓN		Papel-Cartón		Vidrio		EE.LL		Resto	
	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%
PyC	7690,303	13,9	1522,076	96,2	2,090	0,2	187,413	10,9	5978,723	11,7
VIDRIO	2208,875	4,0	3,164	0,2	1027,333	98,4	38,167	2,2	1140,211	2,2
PLÁSTICOS (EE.LL)	6589,622	11,9	15,822	1,0	7,316	0,7	760,629	44,4	5805,855	11,4
BRICKS (EE.LL)	1049,793	1,9	3,164	0,2	0,000	0,0	146,947	8,6	899,681	1,8
METALES (EE.LL)	2516,598	4,6	1,582	0,1	3,135	0,3	119,160	7,0	2392,720	4,7
MADERA (EE.LL)	103,621	0,2	1,582	0,1	0,000	0,0	1,456	0,1	100,583	0,2
MADERA	677,089	1,2	6,329	0,4	0,000	0,0	14,937	0,9	655,823	1,3
M.O	21526,052	38,9	9,493	0,6	1,045	0,1	70,863	4,1	21444,651	42,1
RESTO	11870,144	21,5	4,747	0,3	1,045	0,1	364,942	21,3	11499,410	22,6
Otros	1043,596	1,9	14,240	0,9	2,090	0,2	8,565	0,5	1018,701	2,0
	55275,693	100	1582,200	100	1044,055	100	1713,080	100	50936,359	100

Tabla 13. Pureza y Eficiencia de los contenedores en el Área de Gestión de Mirabel.

	Papel-Cartón	Vidrio	EE.LL	Resto
Pureza (%)	96,2	98,4	60,0	68,0
Eficiencia (%)	19,8	46,5	10,0	98,6

2.5. SISTEMA DE RECOGIDA Y TRANSPORTE

Como ya se ha comentado en el subapartado **2.1.2**, donde se describe el sistema de gestión en cuanto a recogida y transporte en Extremadura, la gran cantidad de municipios dispersos en el norte extremeño hace imprescindible el empleo de diferentes sistemas de recogida, como el Nodriza-Satélite y la Estación de Transferencia (**Ilustración 10**).

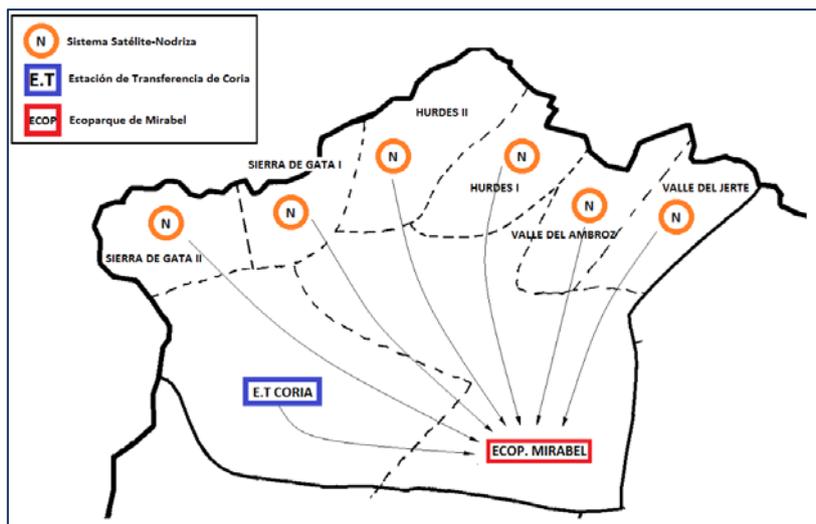


Ilustración 10. Sistemas de transporte hasta el Ecoarque de Mirabel

2.5.1. Recogida de la fracción resto

En la **Ilustración 10** se observa el recorrido que siguen los residuos mezcla (fracción resto) tras ser recogidos en los diferentes municipios. De esta forma, el residuo depositado en el contenedor verde-marrón puede alcanzar la planta de tratamiento de Mirabel por tres tipos de trayectos diferentes:

- Residuos que van directos desde los municipios o después de haber realizado la recogida en la agrupación de municipios hasta el Ecoarque de Mirabel.
- Satélite-nodriza: Sistema de recogida basado en camiones satélites que se encargan de la recogida de los residuos en los diferentes municipios y descargan en camiones de mayor capacidad, llamados nodrizas, que llegan finalmente al Ecoarque de Mirabel.
- Sistema que se apoya en la Estación de Transferencia (E.T) de Coria, donde llegan los residuos. Desde allí, un camión de mayor capacidad llevará los residuos hasta el Ecoarque de Mirabel.

La recogida urbana de los residuos de los contenedores al camión de recogida es competencia municipal de cada ayuntamiento y se realiza mediante camiones satélite en seis zonas del norte (Sierra de Gata I, Sierra de Gata II, Hurdes I, Hurdes II, Valle del Ambroz y Valle del Jerte). Estos camiones transfieren los residuos a otro camión denominado nodriza. Los puntos de “transferencia” de residuos desde los camiones satélites a los camiones nodrizas no son fijos y dependen de la época del año; en cualquier caso, suele ser un punto céntrico a las poblaciones que sirven. Los camiones nodrizas tienen mayor capacidad de carga, ahorrando así viajes hasta el Ecoarque de Mirabel, y son gestionados por GESPEA.

Otro camino que siguen los residuos es el que los lleva desde la *Estación de Transferencia de Coria (E.T)* (**Ilustración 11**) hasta el ecoarque, situados a una distancia entre sí de unos 43 km. En este caso, los camiones competencia de los ayuntamientos llevan los residuos hasta la E.T de Coria, esta sí gestionada por GESPEA y explotada actualmente por FCC S.A, donde un camión de mayor capacidad recoge los residuos mediante las instalaciones existentes en dicha estación. La localización de la E.T es la siguiente: Ctra C-526, dirección Portaje, cerca del entronque con ctra. EX109 (**Ilustración 12**).



Ilustración 11. Estación de Transferencia de Coria

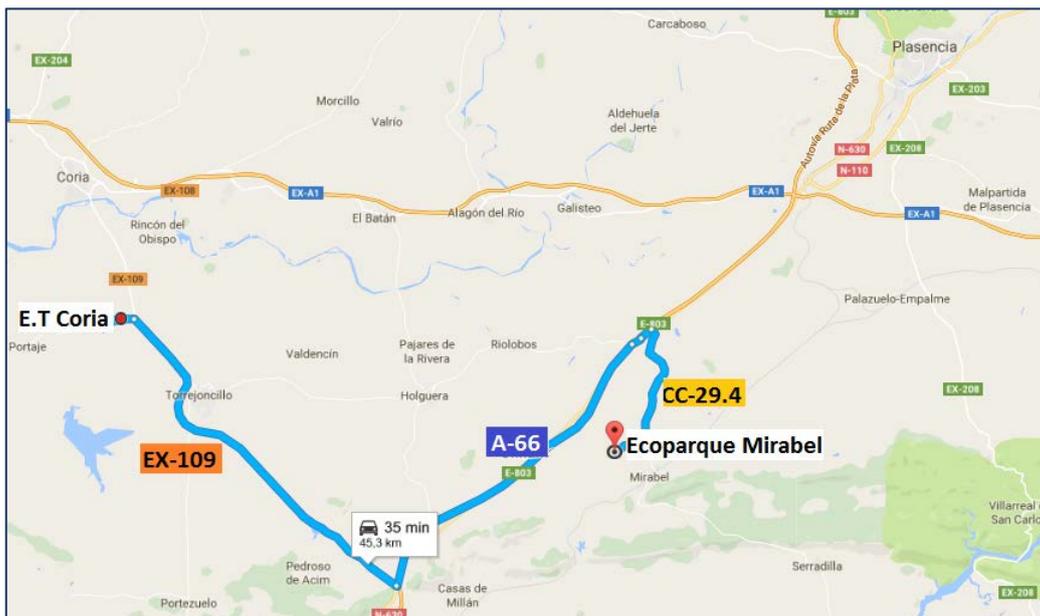


Ilustración 12. Localización de la E.T. de Coria

El resto de residuos que no se incluyen en las zonas pertenecientes a los sistemas nodriza y la E.T. de Coria son directamente transportados desde los municipios al Ecoparque de Mirabel.

En cualquier caso, de los tres tipos de recorridos comentados, los residuos llegarán hasta el Ecoparque de Mirabel por el camino más corto.

Camiones de recogida

En cuanto a los camiones empleados, existen diferentes tipologías. Los camiones que recogen los residuos en el contenedor, de menor carga, pudiendo ser estos de carga lateral o trasera. Y los camiones de mayor carga, o nodriza (**Ilustración 13**), y procedentes de la E.T. de Coria (**Ilustración 14**).

Los camiones nodrizas en condiciones normales deben llevar 10 Tn como máximo, por cuestiones de pesos máximos autorizados, aunque en alguna ocasión se excede ese peso debido a que la densidad de los residuos no es siempre constante (durante el verano aumenta la densidad debido a la presencia de gran cantidad de fruta).



Ilustración 13. Camión nodriza

Lo mismo sucede con el camión de transferencia de Coria, que en condiciones normales transporta 18-20 Tn aproximadamente, y puntualmente puede llevar hasta 24 Tn.



Ilustración 14. Camión de transferencia de la E.T de Coria

2.5.2. Recogida de los envases ligeros

Por otro lado, los camiones que recogen los contenedores de envases ligeros no usan ningún tipo de transferencia, es decir, van directos desde la recogida hasta el Eco Parque de Mirabel.

2.5.3. Recorridos

La longitud de los recorridos utilizada en la realización del análisis de costes y emisiones (criterio económico y ambiental) se describe con detalle en el **ANEJO 5: Metodología en el cálculo de los recorridos de recogida urbanos**. En este anejo vienen especificadas las diferentes rutas que pueden seguir los residuos hasta llegar a la planta de Mirabel. Diferenciándose entre la recogida de la fracción resto y la recogida de los envases ligeros.

La recogida de la fracción resto, como se ha comentado anteriormente, se realiza de tres formas diferentes: de forma directa, mediante transferencia en un camión nodriza y mediante transferencia en la Estación de Transferencia de Coria. Por su parte, la recogida de los envases ligeros no tiene ningún tipo de transferencia.

Se han agrupado los municipios según la mancomunidad o agrupación a la que pertenezca y el tipo de ruta que siguen, de manera que se considera la distancia que recorre el camión de recogida entre municipios de la misma mancomunidad, el recorrido urbano entre contenedores del mismo municipio y su traslado (con o sin transferencia) hasta el Eco Parque de Mirabel.

Cálculo de las distancias en los recorridos urbanos

Los recorridos urbanos en la recogida de residuos suponen dentro del análisis realizado un incremento en cuanto a los costes y emisiones. Se disponen de los recorridos realizados por los camiones en la recogida de residuos en una de las mancomunidades objeto del estudio, la Mancomunidad del Valle del Ambroz (**Tabla 14**).

La metodología seguida para el cálculo del resto de recorridos (km) realizados por los camiones de recogida en el conjunto de municipios que constituyen el área de Mirabel consiste en realizar una relación lineal entre habitantes y distancia recorrida por los camiones. A partir de las variables (distancias y habitantes) de los municipios del Valle del Ambroz y tras un ajuste lineal de estas dos variables, se ha considerado extrapolar al resto de municipios del área de estudio.

Tabla 14. Distancia recorrida durante la recogida en cada municipio del Valle del Ambroz

MUNICIPIOS VALLE DEL AMBROZ	HABITANTES	DISTANCIAS EN LA RECOGIDA URBANA	
		Facción resto (Km)	Envases ligeros (Km)
<i>Hervás</i>	4.194	46,56	8,46
<i>Casas del Monte</i>	828	19,174	2,23
<i>Aldeanueva del camino</i>	791	15,008	2,588
<i>Baños de Montemayor</i>	774	14,54	3,51
<i>La Garganta</i>	446	5,83	0,78
<i>Gargantilla</i>	409	1,6	1,35
<i>Segura de Toro</i>	189	1,19	1,05
<i>Abadía</i>	336	1,09	0,75

En el **ANEJO 5: Metodología en el cálculo de los recorridos de recogida urbanos** se describe el procedimiento y los datos empleados para el cálculo del conjunto de distancias recorridas por los camiones en la totalidad de municipios del Área de Gestión de Mirabel.

La decisión en la extrapolación de los datos de la Mancomunidad del Valle del Ambroz al resto de municipios se ha tomado tras el análisis del resto mancomunidades que constituyen el Área de Gestión de Mirabel.

Todas estas mancomunidades del norte de Extremadura presentan similitudes. Desde el punto de vista demográfico, estos municipios están constituidas por poblaciones de entre 200 y 1.000 habitantes. Por otro lado, la economía corresponde principalmente al sector servicios, la existencia de pequeñas y medianas empresas, además de extensas zonas dedicadas a la agricultura y ganadería.

2.6. TRATAMIENTOS

El conjunto de residuos que son recogidos en el Área de Gestión de Mirabel llegan hasta el Ecoparque de Mirabel (**Ilustración 15**), que cuenta con las siguientes instalaciones:

- Línea de fracción resto: *Planta de TMB (triaje y bioestabilización)*.
- Línea de envases ligeros: *Planta de clasificación de envases*.
- Rechazo: *Vertedero*.

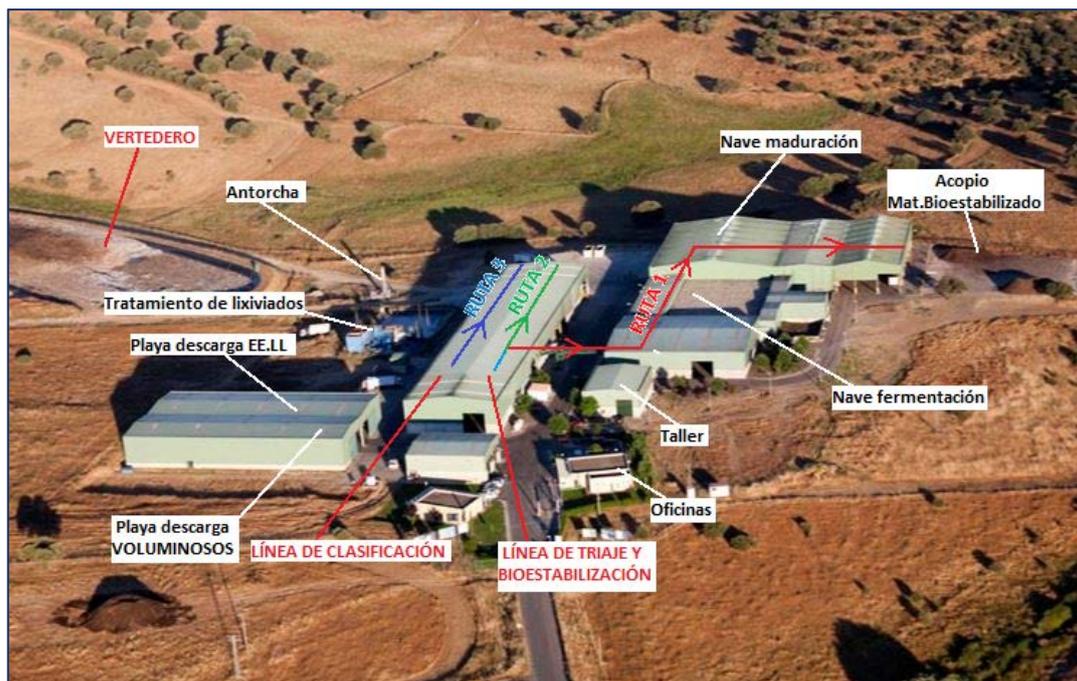


Ilustración 15. Foto aérea del Ecoparque de Mirabel y rutas que siguen los residuos

2.6.1. Planta de TMB (Triaje y Bioestabilización)

Los camiones que llegan cargados a la planta de residuos municipales tipo mezcla, procedentes de los contenedores de fracción resto, son pesados e identificados. Una vez pesado el camión, vierte su carga en la nave de recepción, desde la que se alimenta la cinta transportadora que es el punto de inicio del proceso de reciclaje y valorización de los residuos domésticos que llegan a las instalaciones.

Según avanzan en la cinta transportadora, los residuos llegan a un primer triaje o triaje primario. El objetivo de esta etapa es eliminar aquellos residuos más voluminosos o pesados (mesas, sillas, lavadoras, carteles publicitarios, etc.) que puedan dañar la maquinaria posterior, siendo retirados por el operario que se encuentra en este punto del proceso. Una vez separados estos materiales, los residuos domésticos restantes continúan su viaje por la cinta transportadora hasta llegar al trómel o criba rotativa, que tiene dos funciones principales: la primera es romper las bolsas conforme avanzan por el trómel mediante cuchillas, y la segunda es cribar el material mediante unos orificios cuadrados de 80 mm de diámetro por los que pasa la materia orgánica, mientras que el resto de los materiales inorgánicos continúan avanzando por el trómel.

En este punto del proceso se lleva a cabo la primera separación del material, siguiendo dos rutas distintas: RUTA 1 y RUTA 2.

RUTA 1: La primera es la ruta de la materia orgánica, que es recogida una vez pasa por los orificios del trómel (80mm) en otra cinta transportadora que la lleva directamente a la nave de fermentación, previo paso del material bajo un electroimán, que separa el material férrico.

Una vez en la nave de fermentación, la materia orgánica puede ser fermentada al aire libre durante aproximadamente dos meses, volteándose o aireándose al menos una vez a la semana, o en túneles de fermentación, reduciéndose su tiempo de fermentación en este caso a 15 días. Esta reducción se logra gracias al control total de los parámetros que afectan a la fermentación

de la materia orgánica mediante la informatización de los túneles. Cuando la materia orgánica ha fermentado, pasa a la nave de maduración, donde permanecerá aproximadamente dos meses siguiendo el proceso de volteado para asegurar la aireación. Pasado ese tiempo, el material ya está listo para su posterior limpieza.

Para limpiar la materia orgánica bioestabilizada de los impropios e impurezas, se utiliza la maquinaria de afino que dispone de un trómel con una malla de 15 mm de diámetro y una mesa densimétrica, además de un ciclón para separar pequeñas fracciones de plásticos, papel-cartón, etc. Después de esta separación ya está listo el material (material bioestabilizado) para su venta y uso en agricultura.

RUTA 2: La segunda ruta parte de nuevo del trómel, donde siguen girando los residuos que no han pasado por los orificios del mismo. Estos materiales pasan a una cinta transportadora que los lleva a la zona de triaje secundario donde los operarios separan manualmente los materiales que se recuperan. Estos son:

- P.E.T (tereftalato de polietileno)
- *P.E.A.D. (polietileno de alta densidad)*
- *P.E.B.D. (polietileno de baja densidad)*
- *P.P. (polipropileno)*
- *Tetra-brick*
- *Papel-cartón*

El resto de los materiales que no se han seleccionado continúan avanzando por la cinta transportadora, donde mediante electroimanes se separa el material férnico y aluminio respectivamente. Hay que indicar que en este punto de la línea se dispone también de separadores de Foucault, capaces de separar el aluminio. Sin embargo, no se emplean debido al flujo elevado que marcha por la línea (aproximadamente 30 Tn/h).

Los materiales recuperados en el triaje secundario y en la cinta son prensados y atados en balas, a la espera de que los recuperadores o empresas que lo utilizan como materia prima los adquieran y los retiren. El material que queda en la cinta transportadora una vez separado el férnico se denomina rechazo y se dirige a una prensa donde se embala, para llevarlo al vertedero del ecoparque.

El flujo que siguen los residuos sólidos urbanos en el ecoparque viene reflejado en el **Diagrama 1**.

*Se incluye el material recuperado en los 841.560 Kg de material férrico separado en la ruta 2

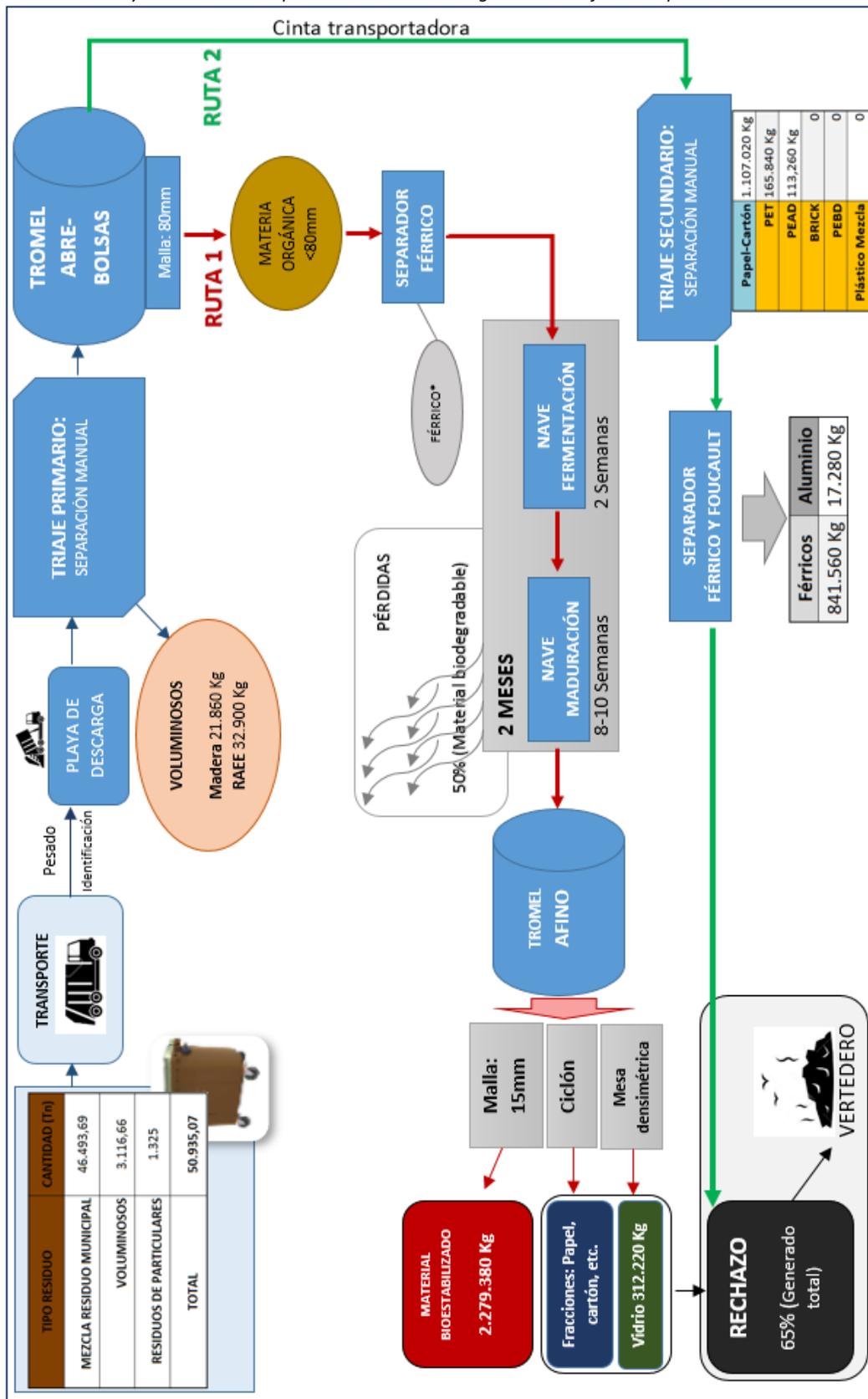
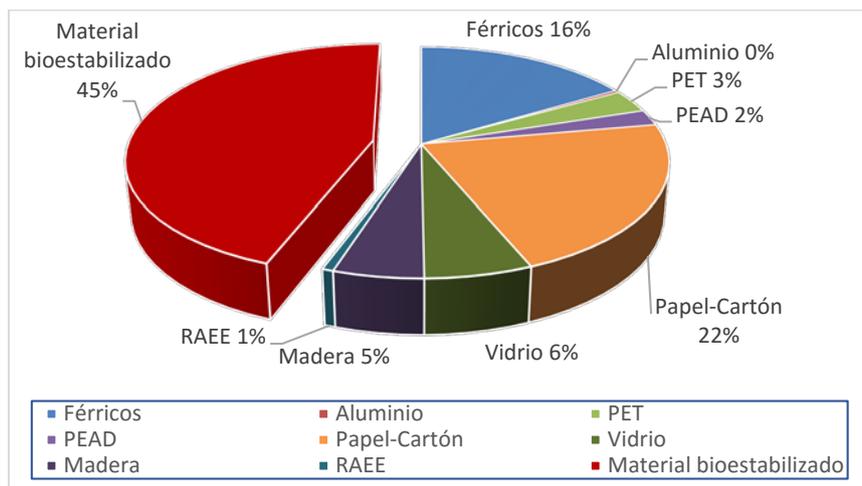


Diagrama 1. Flujo de residuos procedentes del contenedor de fracción resto. Línea de triaje y bioestabilización.

En la **Tabla 15** se indican las cantidades recuperadas durante la línea de tratamiento mecánico biológico en 2015.

Tabla 15. Material recuperado de la línea de TMB, procedentes del contenedor todo-uno y voluminosos.

Material recuperado	Cantidad (kg)
Férricos	841.560
Aluminio	17.280
PET	165.840
PEAD	113.260
BRICK	-
Papel-Cartón	1.107.020
PEBD	-
Plástico Mezcla	-
Vidrio	312.220
Madera	261.860
RAEE	32.900
TOTAL MATERIALES	2.851.940
MATERIAL BIOESTABILIZADO	2.279.380



Gráfica 8. Material recuperado del contenedor todo-uno y voluminosos.

En esta clasificación de materiales recuperados se han considerado los procedentes de la línea de voluminosos que también llegan a la planta.

LÍNEA DE VOLUMINOSOS: Los residuos que debido a sus características de tamaño o material no encajan en ninguno de los contenedores existentes en la zona se gestionan como voluminosos. Para ello existen diferentes procedimientos, uno es la propia gestión de los ayuntamientos, que se encargan de recoger dichos residuos depositados en la orilla de los contenedores, mediante aviso previo de los ciudadanos o no. Otro procedimiento es el depósito por parte de los ciudadanos en los puntos limpios (subapartado 2.1.2), en cuyo caso el punto limpio que dispone Mirabel es el de Plasencia.

Los materiales que son considerados dentro de los voluminosos son: muebles, colchones y textiles, escombros, restos de podas y jardinería, electrodomésticos, pilas botón, pilas no botón, baterías, aerosoles, aceite automoción, aceite cocina, radiografía, vidrio, papel-cartón, tubos fluorescentes, pinturas y disolventes

Este residuo llega a las instalaciones de Mirabel y se ha considerado dentro del material recuperado tras la línea de triaje y bioestabilización.

2.6.2. Planta de clasificación de envases ligeros

Los camiones cargados de residuos domésticos, en este caso procedentes del contenedor amarillo, son pesados antes de verter su carga en una báscula e identificados (matrícula, municipio de pertenencia de los residuos y tipo de recogida, municipal o privada). Estos llegan a la playa de descarga de envases ligeros, donde son recogidos por una pala cargadora que abastece la línea de clasificación de envases ligeros, comenzando así la RUTA 3.

RUTA 3: La tercera ruta es la seguida por los residuos procedentes del contenedor de envases. Estos residuos avanzan por una cinta transportadora hasta un triaje primario en donde se eliminan los residuos más voluminosos o pesados que pudieran dañar la maquinaria que sigue. A continuación, mediante una cinta transversal reversible los residuos son desviados de su destino original (un trómel) hasta un abre-bolsas. Para asegurar la eficiencia en las etapas de selección y clasificación de la planta de tratamiento de envases, los residuos deben estar fuera de las bolsas que los contienen. Una vez que los residuos salen de las bolsas que los contienen continúan hasta el triaje secundario, donde de forma manual son recuperados los siguientes materiales: P.E.T, P.E.A.D, P.E.B.D, plástico mezcla y tetrabrik. Estos materiales se embalan y se elaboran las balas de diferentes materiales para enviarlas a las distintas empresas de reciclaje. La cantidad presente de papel-cartón es muy pequeña, motivo por el que no se recupera.

Por otro lado, el material que no ha sido seleccionado mediante el triaje secundario continúa por la cinta transportadora hasta un separador férrico que recupera el material férrico. En el tratamiento de envases no se recupera aluminio (existiendo el separador de Foucault), esto es debido a que el flujo va con muchas impurezas y no cumple las especificaciones marcadas por ECOEMBES. Por último, el material que no ha sido seleccionado durante la ruta descrita es considerado el rechazo. El rechazo se embala y se llevará hasta vertedero.

Hay que destacar la existencia de un trómel a la salida del triaje primario, que actualmente no está en funcionamiento. En un primer momento la planta recibía una mayor cantidad de RM mezcla y es cuando este trómel funcionaba; sin embargo, la producción de residuos se estabilizó y actualmente con la línea de triaje y bioestabilización es suficiente.

El recorrido descrito anteriormente, denominado RUTA 3, se indica gráficamente en el **Diagrama 2**.

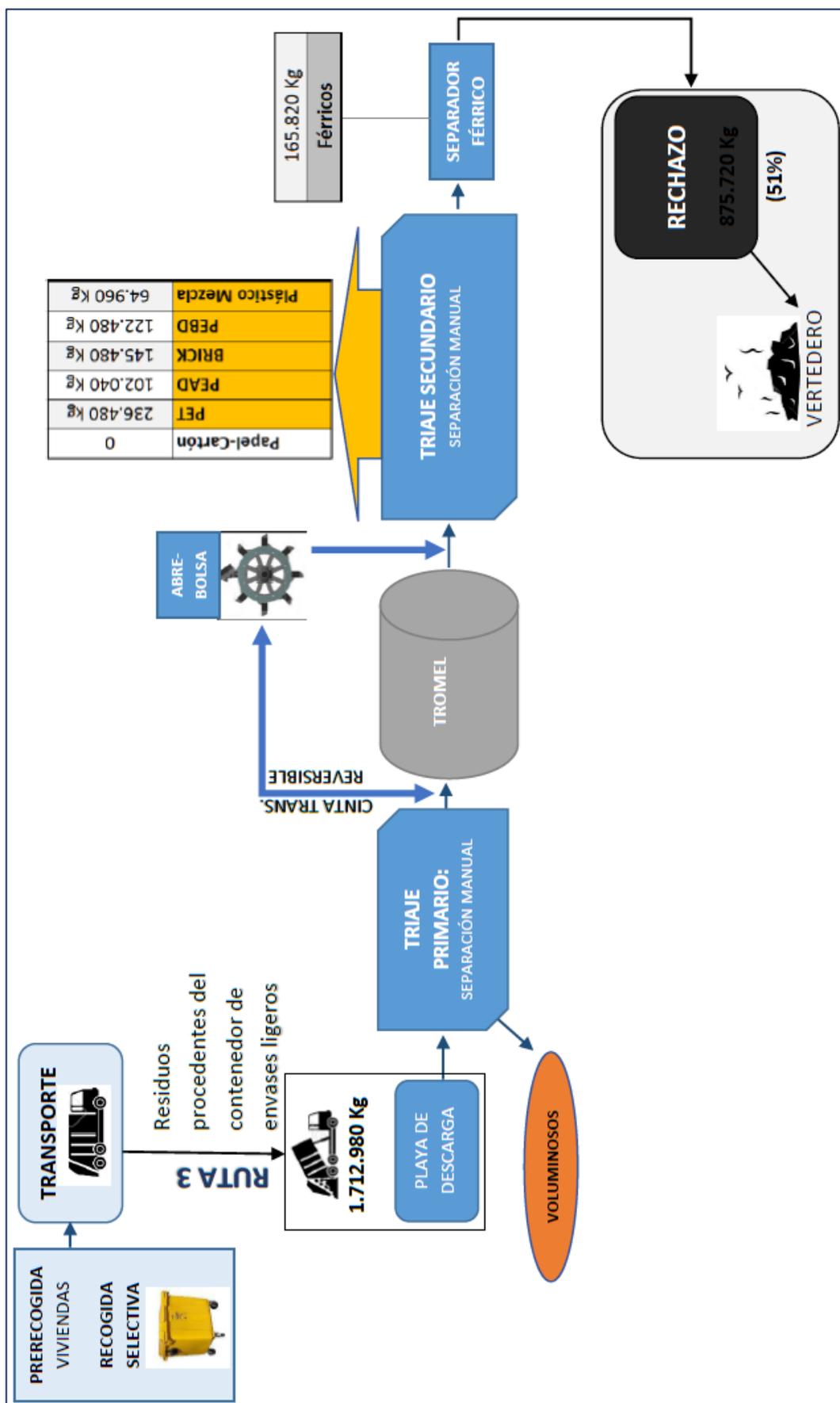
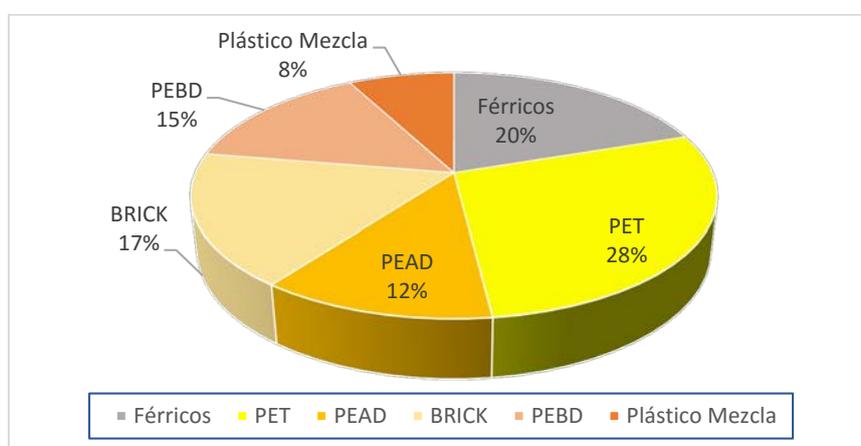


Diagrama 2. Flujo de los residuos procedentes del contenedor de envases ligeros. Línea de clasificación de envases ligeros.

En la **Tabla 16** se recogen las cantidades recuperadas en 2015, procedentes de la línea descrita anteriormente.

Tabla 16. Material recuperado del contenedor de envases ligeros.

Material recuperado	Cantidad (kg)
Férricos	165.820
Aluminio	0
PET	236.480
PEAD	102.040
BRICK	145.480
Papel-Cartón	0
PEBD	122.480
Plástico Mezcla	64.960
TOTAL	837.260



Gráfica 9. Material recuperado del contenedor de envases ligeros.

2.6.3. Vertedero

Finalmente, el material que durante las líneas de clasificación de envases ligeros y TMB no ha sido seleccionado será el que alcance el vertedero. Es decir, el material que constituye los rechazos de la planta de Mirabel. Este material rechazo se compactará y cubrirá antes de ser enviado a vertedero, de manera que se generen las balas que finalmente son enviadas a vertedero. Así, mediante un manipulador telescópico se van acopiando en el vertedero. Se destaca que la eliminación de los rechazos del tratamiento en vertedero, hasta septiembre de 2015, se realizaba mediante compactación. A partir de esa fecha se realiza mediante prensado del rechazo y embalado y enfardado del mismo.

El vertedero está organizado de tal forma que existe una zona dedicada a las balas de rechazo del RM mezcla y otra a las balas de rechazo de los voluminosos.

Para evitar olores y riesgos derivados de la concentración de gases generados debido a la fermentación de basuras existen unos pozos de captación de biogás. Este biogás es dirigido hacia una antorcha de manera que se quema, sin aprovechamiento económico del gas.

Por último, hay que señalar que los lixiviados generados en el vertedero y el resto de la planta son enviados a una planta de tratamiento junto al vertedero. Esta emplea como combustible cáscara de almendra.

Cuando el vertedero llegue al fin de su vida útil, se sellará con láminas de polietileno y geotextil, dejándolo integrado en su entorno, tal como exige la legislación vigente.

En cuanto a las cantidades que son depositadas en el vertedero de Mirabel, no hay datos exactos. Recientemente se han instalado unas básculas que pesan el material destinado a vertedero; sin embargo, aún no hay datos. La estimación que se considera en el PIREX es del 65 % en peso respecto a lo que entra al ecoparque. Esto se indica en el **Diagrama 3**.

Dimensiones y capacidad

El Ecoparque de Mirabel está funcionando desde el año 2002, y la generación de rechazo ha oscilado entre las 30.000 y 38.000 toneladas al año. La construcción de vertederos para el rechazo se realiza a medida que surge la necesidad, y se construyen celdas de una capacidad tal que den servicio para dos años aproximadamente. El vertedero actualmente en servicio tiene una superficie aproximada de 15.000 m², y la superficie de vertedero sellado hasta la fecha es de 65.000 m² aproximadamente.

Tabla 17. Información sobre el vertedero de rechazos de Mirabel

Funcionamiento del vertedero	14 años
Generación de rechazo en la planta	34.000 Tn/año
Superficie	
Vertedero libre	15.000 m ²
Vertedero sellado	65.000 m ²

Es necesario señalar que las dimensiones de vertedero libre obligan a considerar una nueva ampliación de este en el conjunto de alternativas que se plantearán más adelante.

Generación de lixiviados

Otro de los aspectos de gran importancia del vertedero de rechazos es la cantidad de lixiviados que pueden percolar a través de los residuos, con el riesgo de contaminación para las aguas que esto podría suponer. Para ello se ha tenido en cuenta que la precipitación media anual en Mirabel está en la franja de 600-800 mm/año. Se ha tomado 700 mm anuales según datos de Instituto Geográfico Nacional (Ministerio de fomento, 2016), como se indica en la **Ilustración 16**, considerándose como hipótesis un porcentaje de lixiviados del 20%, que es una proporción habitual para vertederos en explotación con cobertura intermedia gestionados correctamente.

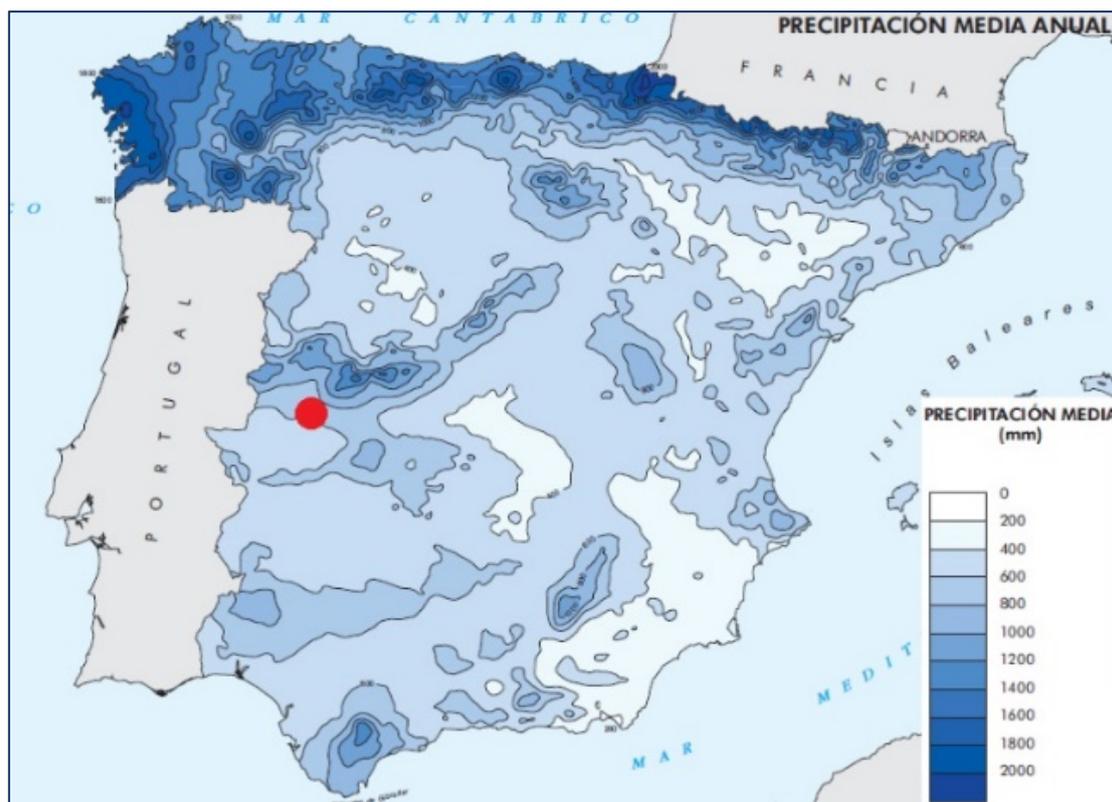


Ilustración 16. Precipitación media anual en España. (Fuente: IGN, 2016)

Por otro lado, la densidad de los residuos en el vertedero de rechazos es de aproximadamente $0,8 \text{ tn/m}^3$. La profundidad del vertedero no es uniforme, puesto que la parte inferior se amolda al terreno, de tal manera que en algunas zonas la profundidad puede ser de 2-3 metros y en otras, donde se construye el pozo de captación de lixiviados, la profundidad puede ser en ocasiones de 15-20 metros. Se ha considerado una altura media de 10 m.

Tabla 18. Hipótesis de cálculo para la determinación de la cantidad de lixiviados.

Superficie de vertedero sellado	65.000 m ²
Precipitación media en Mirabel	700 mm/año
Porcentaje de lixiviados	20%
Profundidad de vertedero	10 m

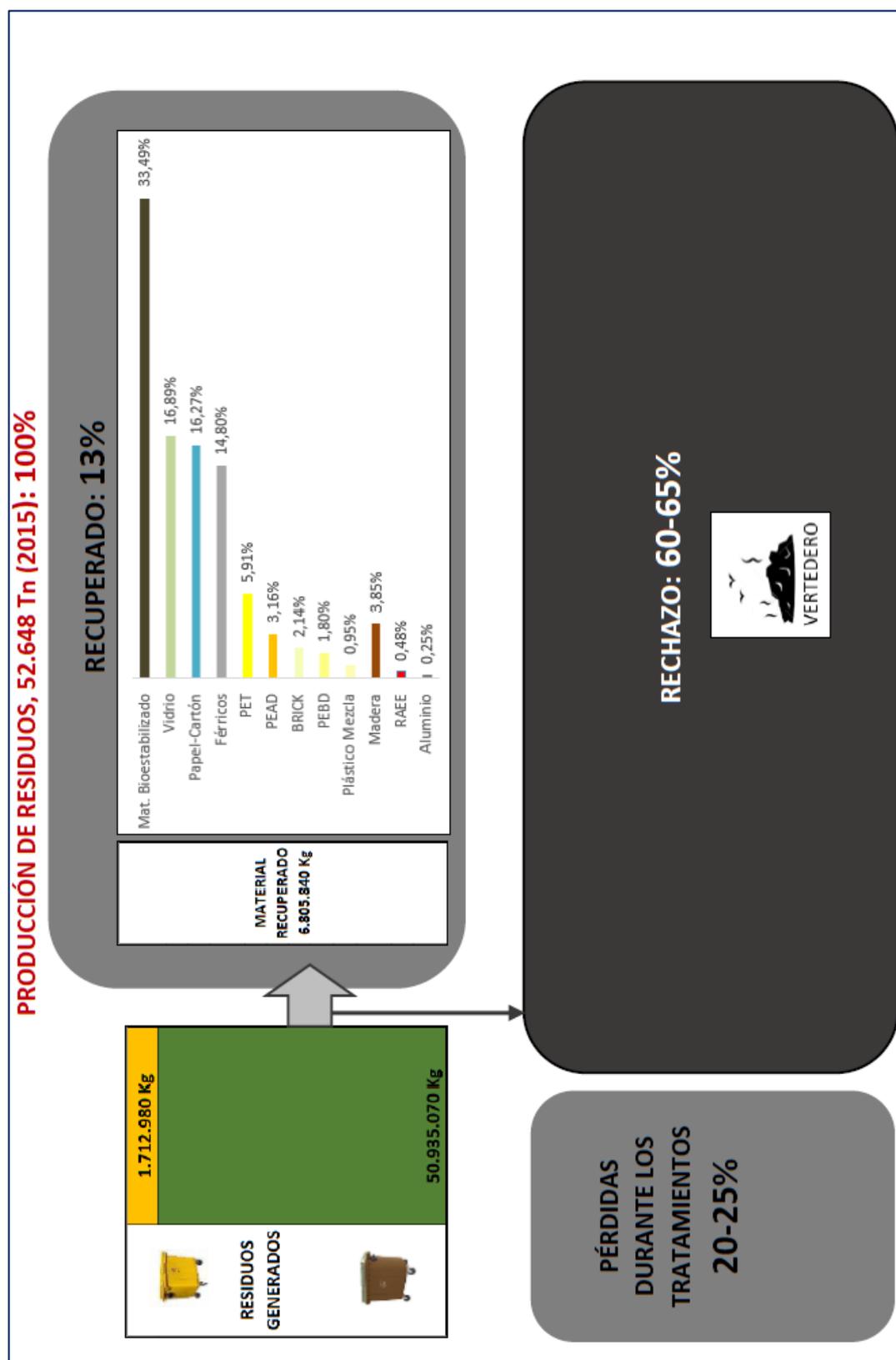


Diagrama 3. Residuos recuperados y depositados en vertedero respecto al generado.

2.7. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

Finalmente, antes de terminar con el diagnóstico de la situación actual se analizan los objetivos propuestos por el PIREX (2016-2020) y PEMAR (2016-2020), descritos anteriormente en los subapartados 2.2.2 y 2.2.3.

Hay que subrayar que todos los objetivos han sido particularizados al área de estudio. Es decir, se contemplan los residuos municipales generados en el Área de Gestión de Mirabel (EE.LL y fracción resto).

De esta forma, se realiza la comparativa entre los objetivos fijados por el Plan Integrado de Residuos de Extremadura (PIREX) 2016-2022 y el Plan Estatal Marco de gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022 y lo realmente alcanzado en la gestión del área de Mirabel. Para ello, se ha diferenciado entre cuatro tipologías de objetivos: minimización, reciclado, valorización y eliminación.

A) Objetivos para facilitar la minimización

Antes de 2020, los residuos generados serán como máximo el 90% de los residuos generados en 2010. Si esto se aplica a los residuos que alcanzan la planta de tratamiento de Mirabel (fracción resto y EE.LL), resultan los valores mostrados en la **Tabla 19**.

Tabla 19. Cumplimientos de objetivos de reutilización

RM generado: 2010 (Tn)	Objetivo generación MÁXIMO: 2020 (90%) (Tn)	RM generado: 2015 (Tn)	Relación generado/objetivo	Cumplido
58.233	52.410	52.649	1,005	No

B) Objetivos que faciliten la recuperación y el reciclado

Los objetivos de reciclado de envases, establecidos en el subapartado 2.2.3, se indican en la **Tabla 20**.

Tabla 20. Cumplimientos de objetivos de reciclado

Material	MATERIAL GENERADO (Tn)	MATERIAL RECUPERADO (Tn)	ALCANZADO (%)	OBJETIVO (%)	CUMPLIDO (%)
METALES	2.516,598	1.024,660	41	50	81
PLÁSTICOS	6.589,622	805,060	12	22,5	54
MADERA*	781,755	261,860	33	15	100
PAPEL**	8.740,096	1.252,500	14	-	-

*Madera (envases, no envases y voluminosos)

** Sólo se tiene en cuenta el material recuperado en Mirabel. No se considera el papel recuperado en el contenedor azul, gestionado por ECOEMBES. Es por ello que el objetivo está incumplido.

Para calcular el porcentaje de material recuperado en el área de estudio, es necesario conocer la generación de cada uno de los materiales. Se conoce la generación de residuos municipales

que alcanzan el contenedor resto y de envases ligeros, pero además es necesario considerar los residuos que llegan al contenedor iglú (vidrio) y azul (papel-cartón). Todo ello se muestra en el **ANEJO 2: Material recuperado en el Área de Gestión de Mirabel**.

Para la determinación de las cantidades generadas en los contenedores de envases de vidrio y papel-cartón, se han empleado ratios de generación (kg/hab·año) y composición a nivel nacional, establecidos en el Plan Estatal Marco de gestión de Residuos 2016-2022 (Ministerio de Agricultura, 2015). Conocida la generación y composición en los contenedores de envases ligeros y fracción resto, se ha contabilizado la cantidad de envases generados según el material (metales, plásticos, madera y papel). Este dato se ha comparado con los envases recuperados en la planta de Mirabel y se ha obtenido el porcentaje de reciclado alcanzado.

C) Objetivos que faciliten la valorización energética

Antes de 2020, alcanzar la valorización del 15% de los residuos municipales generados. En el caso de Mirabel, no existe ningún tipo de instalación que proporcione la valorización energética de los residuos, como se muestra en los resultados de la **Tabla 21**.

Tabla 21. Residuos valorizados energéticamente en Mirabel (2015)

RM generado MIRABEL: 2015 (Tn)	Objetivo valorización (15%*): 2020 (Tn)	Valorizado: 2015 (%)	Cumplido (%)
52.648	7.862	0	0

*Respecto al objetivo máximo de generación en 2020 (52.410 Tn)

D) Objetivos que faciliten la eliminación

Según el PEMAR, se contempla para 2020 limitar el vertido total de los residuos generados al 35 % (**Tabla 22**).

Tabla 22. Cumplimientos de objetivos de eliminación

RM generado: 2015 (Tn)	*Vertido de los residuos generados: 2015 (Tn)	Vertido de los residuos generados: 2015 (%)	Objetivo: 2020 (%)	Cumplido
52.648	34.000	65	35	No

*Las cifras de residuos depositados en el vertedero de rechazos son estimadas, se han calculado restando, al total de las entradas, el material recuperado y las pérdidas del ciclo (fundamentalmente vapor de agua) producidas en la elaboración de material bioestabilizado.

Otro objetivo de eliminación, tal como establece el Real Decreto 1481/2001 de 27 de diciembre, es que a más tardar el 16 de julio de 2016, la cantidad total (en peso) de residuos urbanos biodegradables destinados a vertedero no superará el 35 por 100 de la cantidad total de residuos urbanos biodegradables generados en 1995. Este objetivo ya ha sido incumplido. En el caso de Extremadura, no se debió haber vertido más de 74.761 toneladas de residuos urbanos biodegradables en 2016. Este objetivo se sigue planteando y se analiza a continuación.

Mirabel constituye un área que gestiona en torno al 10 % de los residuos de Extremadura, respecto al resto de ecoparques. Si extrapolamos este porcentaje, no se deberán verter más de 7.476 toneladas de residuos urbanos biodegradables en el vertedero de Mirabel, para que de esta forma todas las zonas se comprometan (en función de su generación) con la reducción de vertido de biorresiduos. La **Tabla 23** y la **Tabla 24** muestran los datos relativos al cumplimiento de dicho objetivo.

Tabla 23. Residuos biodegradables vertidos en vertedero

Vertido de residuo BIODEGRADABLE en vertedero : 2015 (Tn)							
Generación de Papel y Cartón		Generación de M.O y residuos de jardín.		Material que no alcanza el vertedero			RESIDUO BIODEGRADABLE A VERTEDERO
Contenedor resto	Contenedor EE.LL	Contenedor Resto	Contenedor EE.LL	Material Bioestrab.	PyC a reciclar	Pérdidas durante el proceso (50%)	
5.979	187	21.445	71	2.279	1.107	13.841	10.454

Tabla 24. Cumplimientos de objetivos de eliminación de residuos biodegradables

Vertido de residuo BIODEGRADABLE en vertedero: 2015 (Tn)	OBJETIVO MAX. DE VERTIDO: (Extremadura) (Tn)	OBJETIVO MAX. DE VERTIDO: (Mirabel*) (Tn)	Relación Vertido/Máx. permitido	Cumplido
10.454	74.761	7476	1,4	No

*Corresponde al 10 % del vertido de Extremadura, por gestionar esa proporción de residuos

2.8. CONCLUSIONES DERIVADAS DEL DIAGNÓSTICO

Todo lo anterior muestra que en la actualidad no se cumplen los objetivos propuestos para 2020. Aunque queda tiempo de mejora, lo cierto es que se necesitarán nuevos tratamientos y medidas para poder alcanzar los objetivos. Se analizan en primer lugar los objetivos próximos a ser alcanzados y a continuación aquellos incompletos, proponiéndose la línea de acción para lograr los mismos.

En primer lugar, se ve cómo el *objetivo para facilitar la minimización* no se cumple. Aunque se encuentra muy próximo, está casi al completo a falta de alcanzar la fecha de 2020. Sin embargo, hay que destacar que la tendencia desde 2014 ha cambiado y existe un ligero aumento de los residuos año tras año. Es por ello que este objetivo debe ser atendido y considerado en las propuestas de reducción de residuos futuras.

En cuanto a materiales recuperados, la madera cumple con los *objetivos de recuperación de materiales y reciclado*. Sin embargo, este objetivo se refiere a reciclado de envases (PEMAR 2016-2022) y, en el caso que nos ocupa se han contabilizado madera de envases, no envases y voluminosos. Por ello, no refleja con exactitud el objetivo fijado en el Plan estatal.

Por otro lado, se describen los objetivos que no se han logrado alcanzar y que merecen especial atención.

Destacan los *objetivos de recuperación de materiales y reciclado* de envases de plástico y metales marcados por el PEMAR, que aún no se han alcanzado. Esta conclusión, junto con la deducción propuesta en el subapartado **2.4.1** en cuanto a la recogida selectiva de envases

ligeros, donde el porcentaje de impropios (material no solicitado) actualmente es muy elevado, alcanzando en 2015 el 42%, pone de manifiesto la confusión existente en los ciudadanos sobre los residuos a depositar en el mismo.

En lo que respecta a los *objetivos que faciliten la valorización energética*, es evidente su incumplimiento. Y esto es debido a la inexistencia de instalaciones que permitan esta gestión de los residuos en el Eco Parque de Mirabel. Este es un aspecto importante, y no sólo por los beneficios que se podrían obtener de una valorización eficiente, sino también en la reducción de los residuos depositados en vertedero, otra de las tareas a superar en este análisis de objetivos.

En el PEMAR se indica que la valorización energética podría alcanzar en 2020 hasta el 15% de los residuos municipales generados mediante la preparación de combustibles y el uso de residuos en instalaciones de incineración o de co-incineración. Es por ello que más adelante se ha decidido evaluar la conveniencia de instalar en Extremadura una planta de valorización energética de los residuos municipales destinados a vertedero. En todo caso, la valorización energética debe limitarse a los rechazos procedentes de instalaciones de tratamiento y a materiales no reciclables.

Por último, como consecuencia de la falta de recuperación de materiales y valorización de los residuos, la cantidad de rechazo depositado en el vertedero se sitúa por encima de los objetivos marcados en eliminación. Se analizará una recogida separada más eficiente que, junto a una mejora en los tratamientos, será clave para alcanzar los objetivos ecológicos establecidos en la normativa europea y nacional en cuanto a recuperación de materiales, además de reducir los rechazos a vertedero.

Además, mediante la fermentación de los biorresiduos recogidos de manera separada se puede obtener un compost de calidad, que puede utilizarse como enmienda orgánica en los suelos agrícolas de la región, generalmente deficitarios en materia orgánica, mejorando así la fertilidad y el rendimiento de las explotaciones agrarias y evitando un vertido excesivo de los mismos a vertedero.

De todo lo anterior se deriva el conjunto de alternativas que se proponen a continuación.

3. PLANTEAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS

Tras la descripción de la situación actual del Área de Gestión de Mirabel (capítulo 2) y tras haber analizado los objetivos marcados por los Planes autonómicos y nacionales, se procede a presentar las diferentes propuestas, cuyo objeto es la búsqueda de las alternativas que mejoren la gestión conjunta de los residuos en el área de estudio.

3.1. CONCEPTOS PREVIOS

Previamente a la descripción de las alternativas propuestas, es preciso definir un conjunto de conceptos que recogen los tratamientos empleados en las mismas:

- a) Incineración:** proceso de tratamiento térmico destinado a la reducción en volumen de los residuos mediante la aplicación de energía calorífica en hornos apropiados con aprovechamiento de la energía producida.
- b) Compostaje:** proceso biológico aerobio (con presencia de oxígeno) que, bajo condiciones de ventilación, humedad y temperatura controladas, transforma los residuos orgánicos degradables en un material estable e higienizado llamado compost, que se puede utilizar como enmienda orgánica.
- c) Bioestabilización** (Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, 2011): proceso a partir del cual se obtiene el material bioestabilizado. Sometido igualmente al proceso de compostaje, pero con la diferencia de que los residuos biodegradables para la obtención de la enmienda orgánica son recogidos mezclados en origen.
- d) Tratamiento mecánico-biológico (TMB):** combinación de procesos físicos y biológicos para el tratamiento de los residuos o fracciones de residuos con contenido significativo de materia orgánica procedente de la fracción resto. Los objetivos del tratamiento mecánico-biológico en las instalaciones de tratamiento de residuos municipales son: extraer de los residuos de entrada los materiales impropios voluminosos, separar y recuperar los materiales valorizables, preparar los residuos para tratamiento biológico posterior y, finalmente, estabilizar la materia orgánica y acondicionar los flujos de salida. El rechazo se depositará en un vertedero o se incinerará.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Las alternativas propuestas tratarán de mejorar el impacto económico, ambiental y social de la separación en origen de los residuos, así como del tratamiento de los mismos. Se han planteado las siguientes líneas de actuación de mejora en cuanto a las alternativas: realización de campañas de sensibilización y mejoras en las instalaciones que engloban la gestión de los residuos, ya sea en origen con nuevos contenedores o en tratamiento mediante la mejora de las instalaciones existentes y/o la hipotética construcción de nuevas instalaciones.

Es necesario señalar que la primera alternativa consiste en la situación actual de gestión en el área de Mirabel, es decir, el análisis de lo documentado en el capítulo 2. De esta forma, se puede realizar un análisis comparativo que sirva en la toma de decisiones para la solución más óptima.

A continuación se exponen las diferentes alternativas analizadas en el presente documento:

- **Alternativa 1 (Situación actual):** se refiere a la situación descrita en el capítulo 2. Un sistema de recogida basado en cuatro contenedores (amarillo, azul, iglú verde y marrón-verde) con el apoyo de seis sistemas Nodrizas-Satélite, una estación de transferencia (ET) y una planta de tratamiento (Ecoparque de Mirabel) formada por: una planta de clasificación de envases ligeros, una planta de TMB y un vertedero de rechazos.
- **Alternativa 2:** potenciar la separación en origen mediante la realización de campañas de sensibilización y educación acerca de buenas prácticas en el reciclaje y reutilización. La situación actual de contenedores e instalaciones se mantiene igual que en la actualidad.
- **Alternativa 3:** realización de campañas de sensibilización y educación acerca del reciclado y reutilización, acompañado de mejoras en las instalaciones existentes, tanto de la planta de clasificación de EE.LL como de la planta de TMB. El sistema de contenedores, recogida y transporte se mantiene como en la situación actual.
- **Alternativa 4:** introducción de un 5º contenedor (materia orgánica) en las poblaciones con mayor número de habitantes (7 municipios), potenciado igualmente con campañas de sensibilización y educación acerca del reciclaje. Optimización de la introducción del contenedor que recoge separadamente la M.O. con la instalación de una planta de compostaje en Mirabel. El resto de instalaciones actuales se mantienen.
- **Alternativa 5:** instalación de una planta Incineradora capaz de dar servicio a toda Extremadura. Se prevé su construcción en el Ecoparque de Mérida.
- **Alternativa 6:** combinación de la alternativa 3 y la alternativa 4.
- **Alternativa 7:** combinación de la alternativa 3 y la alternativa 5.

A continuación, la **Tabla 25** resume las principales características de las diferentes alternativas planteadas, indicándose si existen campañas de sensibilización hacia los ciudadanos, el sistema de recogida y tratamiento en las instalaciones de cada una de ellas, así como sus consecuencias en la propia gestión de los residuos.

Tabla 25. Alternativas propuestas para analizar

ALTER.	CAMAPAÑA	RECOGIDA	TRATAMIENTOS			
			EE.LL	Resto	M.O	Rechazo
(ACTUAL) 1	No	4 cont.	Clasificación	TMB	No	Vertedero
2	Sensibilización	4 cont.	Clasificación	TMB	No	Vertedero
3	Sensibilización	4 cont.	Mejora de la Planta Clasif. de envases	Mejora de la Planta TMB	No	Vertedero
4	Sensibilización	5 cont. M.O (7 municipios)	Clasificación	TMB	Planta de Compostaje	Vertedero
5	No	4 cont.	Clasificación	TMB	No	Incineradora
6	Sensibilización	5 cont. M.O (7 municipios)	Mejora de la Planta Clasif. de envases	Mejora de la Planta TMB	Planta de Compostaje	Vertedero
7	Sensibilización	4 cont.	Mejora de la Planta Clasif. de envases	Mejora de la Planta TMB	No	Incineradora

Los resultados obtenidos en cada una de las alternativas se recogen en los Anejos correspondientes: **ANEJO 7: Cantidades recogidas y tratamientos**, **ANEJO 8: Coste económico de las alternativas** y **ANEJO 9: Efectos ambientales de las alternativas**.

En los siguientes subapartados se cuantifican y analizan en detalle las características de cada una de las alternativas propuestas.

3.2.1. Alternativa 1 (situación actual)

La primera alternativa supone el análisis de la situación actual descrita en el capítulo 2. A modo de resumen, se presenta la generación y composición en los contenedores (**Tabla 26**), así como la eficiencia y pureza de los mismos (**Tabla 27**).

Tabla 26. Composición en los contenedores de la situación actual

	Composición en los contenedores									
	GENERACIÓN		Papel-Cartón		Vidrio		EE.LL		Resto	
	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%
PyC	7690,303	13,9	1522,076	96,2	2,090	0,2	187,413	10,9	5978,723	11,7
VIDRIO	2208,875	4,0	3,164	0,2	1027,333	98,4	38,167	2,2	1140,211	2,2
PLÁSTICOS (EE.LL)	6589,622	11,9	15,822	1,0	7,316	0,7	760,629	44,4	5805,855	11,4
BRICKS (EE.LL)	1049,793	1,9	3,164	0,2	0,000	0,0	146,947	8,6	899,681	1,8
METALES (EE.LL)	2516,598	4,6	1,582	0,1	3,135	0,3	119,160	7,0	2392,720	4,7
MADERA (EE.LL)	103,621	0,2	1,582	0,1	0,000	0,0	1,456	0,1	100,583	0,2
MADERA	677,089	1,2	6,329	0,4	0,000	0,0	14,937	0,9	655,823	1,3
M.O	21526,052	38,9	9,493	0,6	1,045	0,1	70,863	4,1	21444,651	42,1
RESTO	11870,144	21,5	4,747	0,3	1,045	0,1	364,942	21,3	11499,410	22,6
Otros	1043,596	1,9	14,240	0,9	2,090	0,2	8,565	0,5	1018,701	2,0
TOTAL	55275,693	100,0	1582,200	100,0	1044,055	100,0	1713,080	100,0	50936,359	100,0

Tabla 27. Eficiencia y Pureza de los contenedores de la situación actual

	PyC	Vidrio	EE.LL	Resto
Pureza (%)	96,2	98,4	60,0	-
Eficiencia (%)	19,8	46,5	10,0	-

La **Tabla 28** indica además el rendimiento de recuperación en las plantas de clasificación de envases y TMB.

Tabla 28. Rendimiento de recuperación de materiales en los tratamientos de la situación actual en Mirabel

MATERIAL	RENDIMIENTO (%)	
	TMB	Envases
Férricos	29,0	86,0
Aluminio	12,9	0,0
PET	17,3	75,5
PEAD	21,5	61,3
BRICK	0,0	85,7
Papel-Cartón	18,5	0,0
PEBD	0,0	37,8
Plástico Mezcla	0,0	44,0
Vidrio	27,4	0,0
Madera	34,6	0,0
Material bioestabilizado	10,6	0,0

3.2.2. Alternativa 2

Con la el apoyo de las campañas de sensibilización y educación acerca de buenas prácticas en el reciclaje y reutilización, se mejora la separación en origen. Esto afectará a la eficiencia y pureza de los contenedores, y también supondrá una ligera reducción de los residuos generados y un aumento en los materiales recuperados.

Se mantienen las plantas de tratamiento actuales y con ello los rendimientos de recuperación. Así, la variación que observamos en la **Tabla 29** se produce en la composición de los contenedores. El aumento en la eficiencias se ha realizado proporcional al aumento de la eficiencia del contenedor de vidrio, que ha pasado de una eficiencia del 46.5% hasta el 70% (**Tabla 30**). Esta última eficiencia correspondiente a datos a nivel nacional (ECOVIDRIO, 2016).

Tabla 29. Composición de los contenedores en la alternativa 2

	Composición en los contenedores									
	GENERACIÓN		Papel-Cartón		Vidrio		EE.LL		Resto	
	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%
PyC	7690,303	13,9	2290,838	97,4	2,090	0,1	187,413	8,4	5209,962	10,6
VIDRIO	2208,875	4,0	3,164	0,1	1546,213	98,9	38,167	1,7	621,331	1,3
PLÁSTICOS (EE.LL)	6589,622	11,9	15,822	0,7	7,316	0,5	1144,803	51,3	5421,681	11,0
BRICKS (EE.LL)	1049,793	1,9	3,164	0,1	0	0,0	221,167	9,9	825,462	1,7
METALES (EE.LL)	2516,598	4,6	1,582	0,1	3,135	0,2	179,345	8,0	2332,536	4,7
MADERA (EE.LL)	103,621	0,2	1,582	0,1	0	0,0	2,191	0,1	99,848	0,2
MADERA	677,089	1,2	6,329	0,3	0	0,0	14,937	0,7	655,823	1,3
M.O	21526,052	38,9	9,493	0,4	1,045	0,1	70,863	3,2	21444,651	43,6
RESTO	11870,144	21,5	4,747	0,2	1,045	0,1	364,942	16,3	11499,410	23,4
Otros	1043,596	1,9	14,240	0,6	2,090	0,1	8,565	0,4	1018,701	2,1
TOTAL	55275,693	100	2350,961	100	1562,934	100	2232,393	100	49129,404	100

Tabla 30. Pureza y eficiencia de los contenedores en la alternativa 2

	PyC	Vidrio	EE.LL	Resto
% Pureza	97,44	98,93	69,32	-
Eficiencia	29,8	70	15,1	-

3.2.3. Alternativa 3

Con la propuesta 3, se introduce la mejora en las plantas existentes, de manera que se mejoren los rendimientos de recuperación (**Tabla 31**). En el caso de la planta de TMB, se han aumentado todos los rendimientos al doble, sin superar en ningún caso el máximo rendimiento de otras plantas en España (Gallardo Izquierdo, 2014). En el caso de Brick, PEDB y Plástico mezcla, que son residuos no recuperados en la situación actual, con la propuesta 3 se considera una recuperación del 15%.

En cuanto a la planta de clasificación de envases, el aumento ha sido del 20%, no superando en ningún caso el 90% de recuperación de envases, que es el máximo porcentaje de recuperación de envases en plantas de Asturias (Gallardo Izquierdo, 2012). Además, se ha considerado la

recuperación del aluminio, en la misma proporción respecto a los férricos, que se recuperaba en la planta de TMB.

Esta alternativa se sigue apoyando en las mejoras en origen con las campañas de sensibilización, por lo que la generación y composición (**Tabla 29**) en los contenedores se mantiene igual que la **Alternativa 2**.

Tabla 31. Rendimiento de recuperación de materiales en la alternativa 3

MATERIAL	RENDIMIENTO (%)	
	TMB	EE.LL
Férricos	58,0	90,0
Aluminio	25,9	46,0
PET	34,6	90,0
PEAD	43,0	74,0
BRICK	15,0	90,0
Papel-Cartón	25,5	20,0
PEBD	15,0	45,0
Plástico Mezcla	15,0	53,0
Vidrio	27,4	0,0
Madera	34,6	0,0
Material bioestabilizado	21,3	0,0

3.2.4. Alternativa 4

La cuarta propuesta consiste en la implantación de un quinto contenedor para la recogida selectiva de materia orgánica. Este contenedor se implantará en los 7 municipios de mayor población (**Tabla 34**) gestionados en el Área de Mirabel. Será necesario la realización de una campaña de sensibilización especializada dedicada a este 5º contenedor, apoyada durante los 10 años de estudio por campañas semejantes a las mencionadas en las alternativas 2 y 3.

A continuación se muestra la composición de los contenedores con recogida selectiva de 4 fracciones (**Tabla 32**) y los que incluyen 5 fracciones (**Tabla 35**). Las instalaciones existentes no sufren modificación alguna, sin embargo se plantea la construcción de una planta de compostaje en el mismo Ecoparque de Mirabel, de manera que se trate la materia orgánica recogida selectivamente. El rendimiento de recuperación de compost se considera del 40% y las pérdidas durante el proceso del 50%.

En la **Tabla 33** y la **Tabla 36** observamos como la eficiencia y pureza, en el caso de los municipios que mantienen la recogida de 4 fracciones, se ha mejorado ligeramente debido a la entrada del 5º contenedor en los 7 municipios de mayor población.

Tabla 32. Composición de los contenedores en la alternativa 4 (Tipo de recogida: 4 fracciones)

	Sistema de recogida: 4 fracciones. Composición en los contenedores									
	GENERACIÓN		Papel-Cartón		Vidrio		EE.LL		Resto	
	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%
PyC	4217,649	14,7	1456,178	97,4	1,334	0,1	104,200	8,4	2655,937	10,6
VIDRIO	1326,436	4,6	2,011	0,1	986,461	98,9	21,221	1,7	316,743	1,3
PLÁSTICOS (EE.LL)	3415,094	11,9	10,057	0,7	4,667	0,5	636,502	51,3	2763,868	11,0
BRICKS (EE.LL)	545,783	1,9	2,011	0,1	0,000	0,0	122,967	9,9	420,805	1,7
METALES (EE.LL)	1291,802	4,5	1,006	0,1	2,000	0,2	99,714	8,0	1189,081	4,7
MADERA (EE.LL)	53,124	0,2	1,006	0,1	0,000	0,0	1,218	0,1	50,900	0,2
MADERA	346,654	1,2	4,023	0,3	0,000	0,0	8,305	0,7	334,326	1,3
M.O	10978,166	38,1	6,034	0,4	0,667	0,1	39,399	3,2	10932,066	43,6
RESTO	6068,765	21,1	3,017	0,2	0,667	0,1	202,905	16,3	5862,176	23,4
Otros	534,461	1,9	9,052	0,6	1,334	0,1	4,762	0,4	519,314	2,1
TOTAL	28777,935	100	1494,396	100	997,130	100	1241,194	100	25045,215	100

Tabla 33. Pureza y eficiencia de los contenedores en la alternativa 4 (Tipo de recogida: 4 fracciones)

%	PyC	Vidrio	EE.LL	Resto
Pureza	97,4	98,9	69,3	-
Eficiencia	34,5	74,4	16,2	-

La **Tabla 34** recoge los municipios en los que se ha estudiado la implantación de la recogida selectiva de la materia orgánica. En total da servicio a 78.548 habitantes, lo que supone algo más de la mitad de los ciudadanos del Área de Gestión de Mirabel estudiada en este documento.

Tabla 34. Municipios que consideran la recogida selectiva de materia orgánica en la alternativa 4

MUNICIPIOS	Habitantes
Plasencia	40.755
Coria	12.930
Moraleja	6.963
Montehermoso	5.844
Malpartida de Plasencia	4.714
Hervás	4.194
Torrejoncillo	3.184
	78.584

Tabla 35. Composición de los contenedores en la alternativa 4 (Tipo de recogida: 5 fracciones)

	Sistema de recogida: 5 fracciones. Composición en los contenedores											
	GENERACIÓN		Papel-Cardón		Vidrio		EE.LL		Resto		MO	
	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%
PyC	3686,535	13,9	1105,961	98,1	0,757	0,1	83,213	8,4	2426,248	10,6	70,357	2,0
VIDRIO	1058,879	4,0	1,153	0,1	741,215	98,9	16,946	1,7	264,386	1,3	35,179	1,0
PLÁSTICOS (EE.LL)	3158,897	11,9	5,765	0,5	2,648	0,5	545,754	51,3	2464,016	11,0	140,714	4,0
BRICKS (EE.LL)	503,244	1,9	1,153	0,1	0,000	0,0	105,435	9,9	396,656	1,7	0,000	0,0
METALES (EE.LL)	1206,393	4,6	0,576	0,1	1,135	0,2	85,498	8,0	1119,184	4,7	0,000	0,0
MADERA (EE.LL)	49,673	0,2	0,576	0,1	0,000	0,0	1,045	0,1	48,052	0,2	0,000	0,0
MADERA	324,579	1,2	2,306	0,2	0,000	0,0	6,632	0,7	315,641	1,3	0,000	0,0
M.O	10319,041	38,9	3,459	0,3	0,378	0,1	31,464	3,2	7188,028	43,6	3095,712	88,0
RESTO	5690,244	21,5	1,729	0,2	0,378	0,1	162,037	16,3	5420,564	23,4	105,536	3,0
Otros	500,273	1,9	5,188	0,5	0,757	0,1	3,803	0,4	420,169	2,1	70,357	2,0
	26497,759	100	1127,866	100	747,268	100	1041,826	100	20062,943	100	3517,855	100

Tabla 36. Pureza y eficiencia de los contenedores de la alternativa 4 (Tipo de recogida: 5 fracciones)

%	PyC	Vidrio	EE.LL	Resto	M.O
Pureza	98,1	98,9	69,3	-	88,0
Eficiencia	30,0	70,0	15,0	-	30

3.2.5. Alternativa 5

En la alternativa 5 se propone la construcción de una incineradora que trate a parte los rechazos del conjunto de plantas de tratamientos de Extremadura. Se ha considerado que existe un 50% de residuos, dentro de los rechazos, que pueden ser valorizados mediante la incineración.

Por otro lado, para la ubicación de la incineradora (**Ilustración 17**) se ha tenido en cuenta una posición céntrica dentro de la comunidad y que además se situó dentro de alguno de los ecoparques ya existentes. Las opciones que cumplían con estas características eran el Ecoparque de Cáceres y el de Mérida. Finalmente se ha optado por considerar la ubicación en el Ecoparque de Mérida (Badajoz), debido a que la producción de residuos y plantas de tratamientos de residuos en Extremadura es mayor en la provincia de Badajoz que en Cáceres.

En esta alternativa también se ha tenido en cuenta el transporte de los rechazos destinados a incinerar desde Mirabel hasta Mérida, con una distancia entre estas plantas de 135 km.

En cuanto a la producción y caracterización de los residuos, esta se mantiene igual que en la **Alternativa 1 (situación actual)**. De igual forma, se mantienen las instalaciones existentes, de manera que la implantación de la incineradora repercutirá en los objetivos de valorización energética y en la reducción en la eliminación de residuos depositados en vertedero.

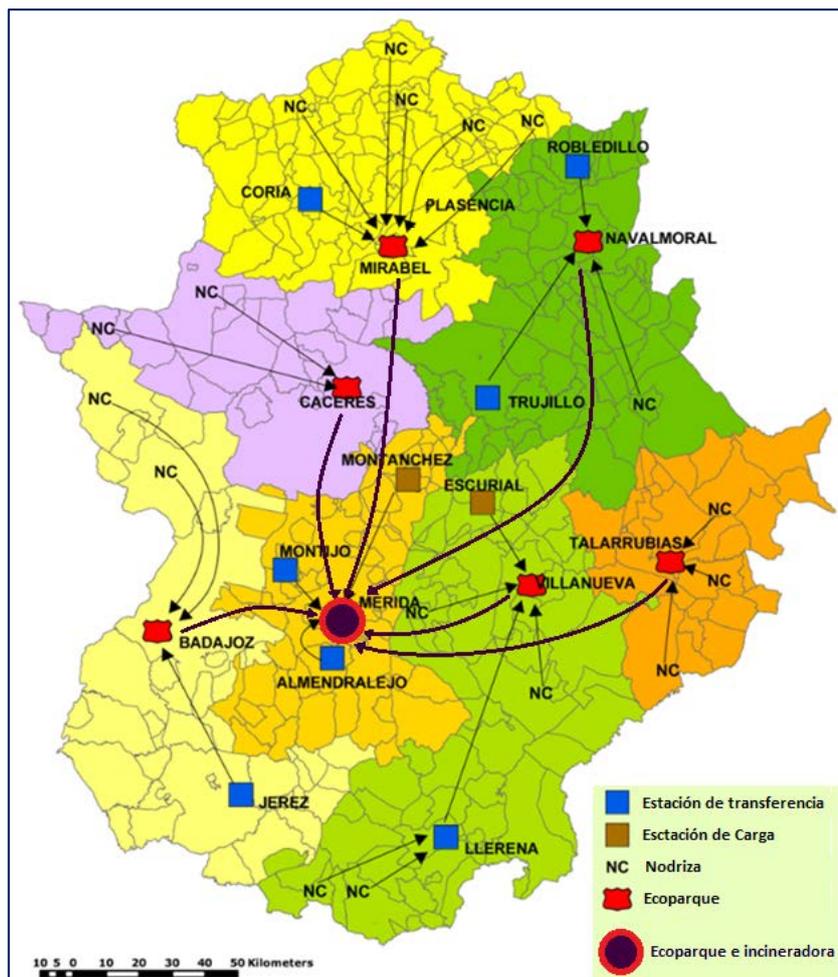


Ilustración 17. Situación de la incineradora en Extremadura, junto al Ecomparque de Mérida.

3.2.6. Alternativa 6

La alternativa presente consiste en combinar las propuestas 3 y 4. Es decir, estudia la implantación del quinto contenedor de materia orgánica en los 7 mayores municipios de la zona estudiada, junto a la realización de campañas de sensibilización acerca del reciclado y el buen uso del nuevo contenedor de materia orgánica.

Esto produce una modificación en la composición de contenedores (tanto de los municipios con sistema de recogida de 4 contenedores, como de 5 contenedores), tal y como viene recogido en la **Alternativa 4**.

Igualmente, se ha considerado una mejora en los rendimientos de recuperación de las dos plantas existentes, de TMB y de clasificación de envases, con las mismas mejoras que en la **Alternativa 3** y con los costes asociados a estas mejoras en la misma proporción.

3.2.7. Alternativa 7

La última alternativa combina las propuestas comentadas en las alternativas 3 y 5. De esta forma, se ha considerado la mejora en la planta de TMB y de clasificación de envases, junto a la realización de campañas de sensibilización. Estas modificaciones se describen en la **Alternativa 3**. Además, al igual que en la **Alternativa 5**, se estudia la implantación de una incineradora en el Ecomparque de Mérida que dé servicio al resto de ecomparques de toda Extremadura.

4. METODOLOGÍA EN EL ANÁLISIS MULTICRITERIO

El método empleado en el presente documento, que facilita la toma de decisión de las posibles alternativas a la gestión de los residuos municipales (RM) del norte de Extremadura, está basado en un **análisis multicriterio**. De esta forma, se analizan las propuestas tratadas en el apartado anterior de acuerdo a diferentes factores de naturaleza económica, ambiental y social.

Para ello se procede mediante una combinación de los métodos de análisis multicriterio AHP (*Analytic Hierarchy Process*) y TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*), con el objetivo de evaluar el conjunto de estrategias de gestión de RM resultante en base a los criterios de sostenibilidad seleccionados. El primero de ellos interviene en la ponderación de los criterios, mientras que la aplicación del segundo da lugar al ranking de las alternativas de acuerdo a su valoración en relación a los criterios ponderados. A continuación se describen los diferentes métodos, criterios y subcriterios empleados.

4.1. MÉTODOS EMPLEADOS EN EL ANÁLISIS

4.1.1. Proceso analítico jerárquico (método AHP, Analytic Hierarchy Process)

El método AHP, creado por Saaty (Saaty, 1980), es uno de los más empleados para tratar problemas de toma de decisiones. Esta técnica se utiliza para obtener la importancia relativa entre varios criterios y consiste en realizar comparaciones por pares entre sus elementos constitutivos de acuerdo a una escala de valores, que en el presente trabajo se ha adaptado a los niveles mostrados en la **Tabla 37**.

Tabla 37. Escala de comparación por pares

Término lingüístico (i respecto a j)	Valor numérico	
	a_{ij}	a_{ji}
Absolutamente menos importante	1/5	5
Menos importante	1/3	3
Igualmente importante	1	1
Más importante	3	1/3
Absolutamente más importante	5	1/5

Aplicando esta escala en la comparación de una serie de criterios se obtiene una matriz recíproca [C] de dimensiones $n \times n$ formada por elementos que verifican la expresión $a_{ij} * a_{ji} = 1$. La consistencia de las comparaciones efectuadas se mide a partir del máximo autovalor de la matriz ($\lambda_{m\acute{a}x}$). Esta matriz [C] es totalmente consistente cuando $\lambda_{m\acute{a}x} = n$, volviéndose más inconsistente a medida que el autovalor crece de acuerdo a la siguiente expresión:

$$C. R. = \frac{C. I.}{R. I.} < 0.1 \tag{I}$$

Donde C.R es el ratio de consistencia, C.I es el índice de consistencia y R.I es el índice de consistencia aleatoria. El índice de consistencia se calcula de acuerdo a la Ec. (II).

$$C. I. = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1} \tag{II}$$

Por su parte, el índice de consistencia aleatoria, que representa la media de todos los índices de consistencia de una comparación por pares generada de forma aleatoria, se obtiene de la **Tabla 38** y, como puede verse, depende únicamente del tamaño de la matriz.

Tabla 38. Índice de consistencia aleatorio

Tamaño de la matriz (n)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,25	1,49

4.1.2. Proceso de Agregación basado en Similaridades (DBW)

Una vez definido la matriz de comparación [C], es el momento de aplicar el método de Agregación basado en Similaridades.

Primeramente, se convierten los resultados de la matriz de comparación a logaritmos neperianos. Esto se hace para poder calcular la “distancia” entre las opiniones de cada par de encuestados, de forma que se agreguen de acuerdo a lo similares que sean entre ellas. Es decir, si una persona ha proporcionado valoraciones que son muy parecidas a las de otros muchos de los encuestados, la opinión de esa persona tendrá un peso grande.

A continuación, se calcula la “distancia” entre las opiniones de cada par de encuestados utilizando la distancia Euclídea según la Ec.(III):

$$s_{e_k e_l} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{j1j2,ek} - x_{j1j2,el})^2} \quad (III)$$

Donde $s_{e_k e_l}$ es la “distancia” entre las opiniones de cada par de encuestados, $x_{j1j2,ek}$ y $x_{j1j2,el}$ son los valores pasados a logaritmos neperianos de los encuestados.

Después de calcular las distancias, los resultados se colocan en una matriz simétrica de $p \times p$ [P], siendo p el número de encuestados. Así, se calculan los pesos de cada encuestado como se expresa en la Ec.(IV):

$$w_{e_k} = \frac{1 / \sum_{k=1}^p s_{e_k e_l}}{\sum_{k=1}^p \left(\frac{1}{\sum_{k=1}^p s_{e_k e_l}} \right)} \quad (IV)$$

Posteriormente, se obtienen los valores de la matriz [C] según los pesos de cada encuestado aplicando la Ec.(V).

$$a_{ij}^* = c_i^{w_{e_k}} \quad (V)$$

Finalmente, los pesos finales de los criterios y subcriterios se hallan mediante normalización y ponderación. En otras palabras, la obtención del vector de pesos a partir de una matriz de comparación consistente $[C] = \langle C1, C2, \dots, C_m \rangle$ se realiza mediante una ponderación normalizada de los elementos de la matriz, en base a las Ecs.(VI) y (VII).

$$c_i^* = \left(\prod_{j=1}^m a_{ij}^* \right)^{1/m} \quad (VI)$$

$$w_i = \frac{c_i^*}{\sum_{i=1}^m c_i^*} \quad (VII)$$

4.1.3. Método TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*)

El método TOPSIS, originalmente desarrollado por Hwang & Yoon (Hwang & Yoon, 1981), está basado en el principio de que la mejor alternativa a un problema multi-criterio dado no sólo está caracterizada por tener la menor distancia a la solución ideal positiva (PIS), sino también por tener la mayor distancia a la solución ideal negativa (NIS). Gestionar la dualidad de estos dos conceptos no es una tarea sencilla, ya que la alternativa más cercana a la solución ideal positiva no tiene por qué coincidir con la alternativa con la mayor distancia a la solución ideal negativa. Precisamente para hacer frente a este dilema se desarrolló el método TOPSIS, cuyo funcionamiento puede describirse de forma algorítmica de acuerdo a los siguientes pasos:

- **Definición de la matriz de toma de decisiones [D].** Esta matriz contiene la puntuación r_{ij} de para cada una de las alternativas $A_i < i = 1, 2, \dots, m >$ respecto a cada uno de los criterios considerados $C_j < j = 1, 2, \dots, n >$.

$$D = \begin{array}{c|cccc} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \hline A_1 & r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ A_2 & r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{array}$$

- **Normalización de la matriz de toma de decisiones.** Los valores normalizados n_{ij} se calculan aplicando la Ec. (VIII):

$$n_{ij} = \frac{r_{ij} - \min(r_{ij})}{\max(r_{ij}) - \min(r_{ij})} \tag{VIII}$$

- **Construcción de la matriz normalizada de decisión ponderada.** El valor ponderado normalizado v_{ij} se calcula de acuerdo a la Ec. (IX):

$$v_{ij} = w_j * n_{ij} \tag{IX}$$

donde w_j es el peso del criterio j , de forma que $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

- **Determinación de la solución ideal positiva (PIS) y negativa (NIS).**

$$A^+ = [(máx_i v_{ij} \forall j \in J), (mín_i v_{ij} \forall j \in J')] \tag{X}$$

$$A^- = [(mín_i v_{ij} \forall j \in J), (máx_i v_{ij} \forall j \in J')] \tag{XI}$$

donde J se asocia con los criterios de beneficio y J' con los de coste.

- **Calculo de la distancia de cada alternativa a A^+ y A^- .** La medida de la distancia se determina utilizando la distancia Euclídea n -dimensional según las Ecs. (XII) y (XIII).

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (\text{XII})$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (\text{XIII})$$

- **Cálculo de la cercanía relativa de cada alternativa a la solución ideal.** La cercanía relativa de una alternativa A_i con respecto a la solución ideal se define mediante la Ec. (XIV).

$$R_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}, i = 1, 2, \dots, m \quad (\text{XIV})$$

Siendo $0 \leq R_i \leq 1$. Así, cuanto más se acerque la solución de una propuesta a la unidad, mejor será el sistema de gestión planteado.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS CRITERIOS CONSIDERADOS

El conjunto de criterios considerados incluyen aspectos económicos, ambientales y sociales, englobando cada uno de ellos un conjunto de subcriterios que se definen a continuación. En la cuantificación de cada una de las alternativas propuestas (capítulo 3) se puede observar la variedad de unidades que definen cada subcriterio.

Tabla 39. Criterios y subcriterios considerados

CRITERIO	SC#	SUBCRITERIO	UNIDADES
ECONÓMICO (E)	E.1	Coste de inversión	€/año
	E.2	Coste de recogida y transporte urbano	€/año
	E.3	Coste de transporte interurbano	€/año
	E.4	Coste de tratamiento	€/año
	E.5	Recuperación en tratamiento	€/año
AMBIENTAL (A)	A.1	Emisiones atmosféricas durante transporte	kg CO ₂ eq./año
	A.2	Emisiones atmosféricas durante tratamiento	kg CO ₂ eq./año
	A.3	Contaminación de aguas	L/año
SOCIAL (S)	S.1	Generación de empleo	Nº empleados
	S.2	Cumplimiento de objetivos	Puntuación
	S.3	Grado de aceptación social	Puntuación
	S.4	Adaptabilidad	Puntuación

4.2.1. Criterio económico (E)

El primero de los criterios a definir se refiere a los aspectos económicos que conlleva la gestión de los residuos.

Así, se han planteado un conjunto de subcriterios que describan lo mejor posible las características económicas implicadas en la gestión de los residuos municipales. Estos factores atienden a los costes de inversión, recogida, transporte, tratamiento y recuperación en

tratamiento. Todos ellos se expresan en las mismas unidades (€ anuales) y, por tanto, pueden agregarse como un subcriterio único de coste.

Tabla 40. Subcriterios económicos

CRITERIO	SC#i	SUBCRITERIO	UNIDADES
ECONÓMICO (E)	E.1	Coste de inversión	€/año
	E.2	Coste de recogida y transporte urbano	€/año
	E.3	Coste de transporte interurbano	€/año
	E.4	Coste de tratamiento	€/año
	E.5	Recuperación en tratamiento	€/año

Coste de inversión (E.1)

El coste de inversión engloba los gastos en las campañas de sensibilización e información a los ciudadanos, los costes necesarios para la construcción y mantenimiento de las nuevas infraestructuras propuestas y nuevos contenedores, así como los costes para la mejora en las plantas de tratamiento de residuos existentes.

El coste asociado a las diferentes actuaciones de participación y comunicación propuestas dependerá de los instrumentos utilizados y del número de ciudadanos a los que queramos informar. Para ello, se han considerado los costes asociados a la aplicación de instrumentos de comunicación indicados en la "Guía para la implantación de la recogida separada y gestión de biorresiduos de competencia municipal" (Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, 2013), y reflejado en la **Tabla 41**.

Estos datos se han comparado con la partida presupuestaria que viene reflejada en el PIREX 2009-2015 anterior. Concretamente, viene indicado en el punto 10 de dicho Plan (*Inversiones y Financiación del Plan*), estando referido al conjunto de Extremadura.

Tabla 41. Coste por habitante de las campañas de sensibilización.

Campañas de sensibilización	COSTE (€/hab)
Campañas de refuerzo al sistema de recogida actual (4 contenedores)	2
Campaña de implantación de la recogida Selectiva de la M.O (5º contenedor)	3

En cuanto al coste de los nuevos contenedores de recogida selectiva de materia orgánica (**Tabla 41**), se han considerado precios de diferentes webs dedicadas a la venta de estos productos: *centraldeenvases.es*, *distoc.es*, *todocontenedores.com*. Finalmente, se ha decidido el empleo del contenedor de 240 litros, utilizado en una gran cantidad de municipios españoles y considerando, según se indica en la 'Guía para la implantación de la recogida separada y gestión de biorresiduos de competencia municipal', que un contenedor de FORS de 240 litros podría dar cobertura a una población de unos 80 habitantes.

Tabla 42. Coste por unidad de contenedores

Contenedor de materia orgánica	COSTE (ud.)
2 ruedas, 240 L	100
4 ruedas, 800 L	189
4 ruedas, 1100 L	225
Carga lateral, 2400 l	1390
Carga lateral, 3200 l	1635

Otro de los costes considerados ha sido las inversiones necesarias en las plantas de tratamiento existentes (Tabla 43). Para ello, se ha considerado un aumento del coste de tratamiento en las plantas proporcional al incremento en el rendimiento de las mismas, asignándose dos tercios de este incremento a la inversión de las plantas y un tercio al nuevo coste en los tratamientos.

Por último, hay que destacar las inversiones relativas a las nuevas infraestructuras (Tabla 43). Para el coste de la nueva incineradora y ampliación del vertedero se han empleado datos del informe elaborado por la Comisión Europea "Costs for Municipal Waste Management in the EU" (Hogg, 2001), mientras que para el coste de la nueva planta de compostaje se ha considerado la "Guía para la implantación de la recogida separada y gestión de biorresiduos de competencia municipal" (Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, 2013).

Tabla 43. Coste de inversión en nuevas plantas de tratamiento de residuos

Infraestructura	Coste TOTAL (€)	Capacidad (ton/año)
Planta de compostaje	12.000.000	15.000
	10.500.000	10.000
	9.300.000	7.000
	5.400.000	5.000
	3.500.000	2.000
Incineradora	21.000.000	80.000
	39.000.000	140.000
	88.000.000	180.000
Vertedero	3.220.000	50 tn/día
	4.525.000	100 ton/día
	9.050.000	400 ton/día
	15.385.000	500 ton/día

Según la cantidad de residuo anual depositado en el vertedero, se han calculado los años que tardará en llenarse la superficie libre, atendiendo a los datos reflejados en la Tabla 44.

Tabla 44. Información sobre el vertedero de rechazos de Mirabel

Superficies en vertedero	
Superficie Vertedero libre (m ²)	15.000
Superficie Vertedero sellado (m ²)	65.000
Densidad de residuos (Tn/m³)	0,8
Altura de vertedero (m)	10

Coste de recogida y transporte urbano (E.2)

El segundo subcriterio económico (E.2) hace referencia a los costes que incluyen la recogida de los residuos y el transporte necesario para ello dentro de los municipios, de manera que deberá tenerse en cuenta el tipo de fracción y el sistema de recogida considerado. Se recoge a continuación, en la **Tabla 45**, el coste de recogida y transporte por cantidad de residuos (€/ton).

Tabla 45. Coste de recogida y transporte urbano de los residuos por fracción

Fracción	Sistema de recogida	COSTE (€/tn)
Resto	4 contenedores	54
	5 contenedores	65
	Puerta a Puerta	74
Inertes	4 contenedores	129
	5 contenedores	155
	Puerta a Puerta	200
Materia Orgánica	4 contenedores	43
	5 contenedores	54
	Puerta a Puerta	70

Coste de transporte interurbano (E.3)

En cuanto a los costes de transporte interurbano (**Tabla 46**), es necesario diferenciar los transportes que llevan los residuos de forma directa desde la recogida y aquellos en los que ha habido transferencia de residuos (sistemas Satélites-Nodriza o Estación de Transferencia). Así, se muestran en la **Tabla 46** los costes de transporte fuera de los municipios.

Tabla 46. Coste del transporte interurbano de residuos, según recorrido.

Trasporte interurbano de residuos	COSTE (€/tn·km)
Directo (Desde la recogida)	0,36
Desde la ET/Nodriza al Eco parque	0,21
Hasta la incineradora	0,21
Coste de transferencia en E.T (€/tn)	6

Coste de tratamiento (E.4)

El cuarto subcriterio económico considera los costes asumidos en los diferentes tratamientos de los residuos (**Tabla 47**). De esta forma, el coste varía en función del tratamiento realizado. Se recuerda que los tratamientos afectan únicamente a las fracciones que llegan al Eco parque de Mirabel, es decir, resto y envases ligeros. Además de la materia orgánica considerada en alguna alternativa, con la implantación de una planta de compostaje. Así, los tratamientos contemplados en las propuestas son los recogidos en la **Tabla 47**.

Tabla 47. Coste durante los tratamientos de los residuos

Tratamiento	COSTE (€/tn)
Compostaje (M.O)	40
Bioestabilización (Resto)	32
Reciclaje (Envases ligeros)	221
Incineración	64
Vertedero	56
TM	60

En el caso de alternativas que incluyen una mejora de las plantas de tratamiento de residuos (TMB y clasificación de envases) y suponen una mejora en la recuperación de materiales, se incluye un aumento en los costes de tratamiento de forma proporcional a esta mejora. Así, el aumento en la planta de clasificación de envases ha sido del 20%, mientras que la planta de TMB aumenta el doble su eficiencia de recuperación. De igual forma, aumenta el coste de tratamiento (Tabla 48), cuyo valor corresponderá no solo al propio tratamiento, sino también a la inversión necesaria en la mejora de las plantas.

Tabla 48. Nuevos coste de tratamiento (e inversión) en las alternativas que consideran mejoras en las plantas de tratamiento

Tratamiento	Coef. Aumento	COSTE (€/tn)
Reciclaje (Env. Ligeros)	1,2	265,2
TM	2,0	120

Este incremento del coste repercutirá en el coste de tratamiento, pero también tiene en cuenta la inversión realizada para las mejoras mencionadas. Así, un tercio del incremento corresponde al coste de tratamiento y dos tercios a la inversión de la planta.

Recuperación en tratamiento (E.5)

Por último, es necesario considerar un subcriterio que tenga en cuenta los costes amortizados con la recuperación procedente de los residuos (Tabla 49). Por ello se considera la recuperación económica obtenida con la venta de los diferentes materiales en función del tipo de tratamiento realizado. Observándose que procesos como la bioestabilización o el depósito en vertedero no generan ningún beneficio.

Tabla 49. Costes amortizados por la recuperación de materiales durante los tratamientos

Tratamiento	COSTE recuperado(€/tn)
Compostaje (M.O)	5
Bioestabilización	0
Biometanización	14
Reciclaje (Env. Ligeros)	200
Incineración	12
Vertedero	0
TM	0

Para los costes de recogida, transporte, tratamiento y recuperación en el tratamiento se ha empleado el informe elaborado por la Comisión Europea: "Costs for Municipal Waste Management in the EU" (Hogg, 2001).

4.2.2. Criterio ambiental (A)

El segundo criterio considerado corresponde a las afecciones ambientales que supone la gestión de residuos. Los efectos ambientales negativos son precisamente uno de los impactos que se pretende paliar. Por ello, aquí se recogen tres subcriterios que contemplan la contaminación ambiental durante el transporte y el tratamiento y la afección a las aguas (Tabla 50).

Para la evaluación de estos subcriterios (emisiones atmosféricas y contaminación de las aguas), se realizaron encuestas a varios ciudadanos afectados (ANEJO 10: Resultado de las encuestas), donde se comparaba un criterio respecto al otro, de forma que se estableciese la importancia subjetiva de cada subcriterio (mucho menor, menor, similar, mayor o mucho mayor). De esta forma y aplicando las metodologías AHP y DBW descritas en los subapartados 4.1.1 y 4.1.2, a partir de las comparaciones proporcionadas por el conjunto de encuestados, se obtiene la ponderación de cada subcriterio, considerándose conjuntamente las emisiones atmosféricas durante tratamiento y transporte (ambas en las mismas unidades: kg CO₂ eq./año) y, por otro lado, la contaminación de las aguas.

Tabla 50. Subcriterios ambientales

CRITERIO	SC#i	SUBCRITERIO	UNIDADES
AMBIENTAL (A)	A.1	Emisiones atmosféricas durante transporte	kg CO ₂ eq./año
	A.2	Emisiones atmosféricas durante tratamiento	kg CO ₂ eq./año
	A.3	Contaminación de aguas	L/año

Aunque la contribución nacional del sector de los residuos al cambio climático es pequeña: “en 2012 se cifró en un 3,8% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel nacional, estimándose en un 4% en Extremadura”, como viene indicado en la versión inicial de PIREX 2016-2022, debe ser también un reto la reducción de las actividades emisoras de gases efecto invernadero, el fomento de las actividades que secuestran carbono y la disminución de las emisiones asociadas al tratamiento y transporte de residuos. Para ello, los dos primeros subcriterios ambientales (A.1 y A.2) se expresan en Kg de CO₂ equivalente. Con esto nos referimos a la unidad de medición usada para indicar el potencial de calentamiento global de cada uno de los gases de efecto invernadero, en comparación con el dióxido de carbono. Los gases de efecto invernadero distintos del dióxido de carbono son convertidos a su valor de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq), multiplicando la masa del gas en cuestión por su potencial de calentamiento global.

Esto datos vienen referidos respecto al ciclo natural de contaminación. De esta forma, aparecen valores negativos, indicando un ahorro de contaminación atmosférica respecto a su generación, al cerrarse el ciclo. Es decir, si los residuos son reciclados, se produce un ahorro respecto al ciclo natural de contaminación. Por ejemplo, los envases de plástico reciclados suponen un ahorro de contaminación atmosférica respecto su generación, ya que se cierra el ciclo. Estos datos fueron obtenidos a partir del informe “Waste Management Options and Climate Change” (Smith & otros, 2001).

Emisiones atmosféricas durante transporte (A.1)

El subcriterio de emisiones atmosféricas durante el transporte (A.1) dependerá de la cantidad, origen y destino de los residuos, tal y como se muestra en la **Tabla 51**.

Tabla 51. Emisiones atmosféricas durante el transporte

Transporte	Emisiones (kg CO ₂ eq./tn-km)
Desde recogida	0,105
Desde ET/Transporte en Nodriza	0,08
Hasta la incineradora	0,08

Emisiones atmosféricas durante tratamiento (A.2)

La **Tabla 52** incluye los datos utilizados para valorar las emisiones de CO₂ equivalente durante los procesos en las instalaciones de gestión de residuos.

Tabla 52. Emisiones atmosféricas durante los tratamientos

Tratamiento	Residuo	Total (kg CO ₂ eq./tn)
Reciclaje	PyC	-600
	HDPE	-491
	PET	-1761
	Envasesferricos	-1487
	Envasesaluminio	-9074
Compostaje	M.O	-37
TMB	M.O	-224
	PyC	-559
	Envasesplásticos	27
	Envasesmetálicos	-3006
	Otrosresiduos	-143
	M.O	-224
	PyC	-691
Incineración	Envasesplásticos	310
	Envasesmetálicos	-1346
	Otrosresiduos	-241
Vertedero	M.O	730
	PyC	223
	Envasesplásticos	8
	Envasesmetálicos	8
	Otrosresiduos	237

Contaminación de aguas (A.3)

En lo referente a los subcriterios ambientales, se ha considerado la contaminación de las aguas. Esto se debe a la contaminación procedente de los vertederos con la generación de lixiviados.

Para poder simplificar la comparativa entre las diferentes alternativas, se ha considerado únicamente el lixiviado generado por los residuos vertidos en un año, según la alternativa. De esta manera, el valor dependerá del rechazo enviado a vertedero en cada propuesta. Este lixiviado se ha calculado a partir de los datos de la **Tabla 53**.

Tabla 53. Información empleada en el cálculo de los lixiviados anuales

Generación de Lixiviado en vertedero	
Porcentaje de lixiviados (%)	20
Profundidad vertedero (m)	10
Densidad de residuos (tn/ m ³)	0,8
Precipitación media en Mirabel (mm/año)	700

4.2.3. Criterio social (S)

Por último, cabe señalar la importancia del criterio social a la hora de sacar conclusiones. Es por ello que se han considerado cuatro subcriterios sociales (Tabla 54). Se ha medido la generación de empleo mediante el número de puestos de trabajos creados, pero además, el cumplimiento de los objetivos descritos en el apartado 2.7, la aceptación social y la adaptabilidad al cambio, estos últimos valorados mediante escalas de puntuación.

En el caso de los pesos considerados en cada uno de los subcriterios sociales, al igual que ocurría en los subcriterios ambientales, se han realizado encuestas. En estas, se han enfrentado los cuatro criterios en pares y, de esta forma, el encuestado ha seleccionado la importancia de uno respecto al otro (mucho menor, menor, similar, mayor o mucho mayor). Aplicando los métodos AHP y DBW se obtienen los pesos de cada subcriterio a emplear en el análisis de cada propuesta. Estas encuestas vienen reflejadas en el ANEJO 10: Resultado de las encuestas.

Tabla 54. Subcriterios sociales

CRITERIO	SC#i	SUBCRITERIO	UNIDADES
SOCIAL (S)	S.1	Generación de empleo	Nº empleados
	S.2	Cumplimiento de objetivos	Puntuación
	S.3	Grado de aceptación social	Puntuación
	S.4	Adaptabilidad	Puntuación

Generación de empleo (S.1)

Cabe mencionar que el cumplimiento de los objetivos y medidas que reseña el Plan Integral de Residuos de Extremadura (PIREX), además de suponer una mejora sustancial en la gestión de los residuos, incidirá sobre el empleo y en el crecimiento económico. Según indica el propio PIREX 2016-2022: “un informe elaborado en 2010 por el Observatorio de la Sostenibilidad de España (OSE), el sector de los residuos es el mayor generador de empleo verde en España, representando el 27% del total del empleo verde de nuestro país”.

Así, como viene reflejado en la Tabla 55, la generación de empleo se puede determinar según el tipo de tratamiento y cantidad de residuos procesados (Tellus Institute with Sound Resource Management, 2010). De esta fuente hay que excluir el trabajo generado por las campañas de sensibilización y la mejora de las plantas, cuyos valores han sido supuestos teniendo en cuenta la mejora en los rendimientos de recuperación de materiales.

Tabla 55. Generación de empleo según tratamiento de residuos

Tratamiento	Trabajo generado (trab./1000tn)
Recogida selectiva	1,67
Recogida mezcla	0,56
Compostaje	0,5
TMB	0,5
Incineración	0,1
Reciclaje	2
Vertedero	0,1
Campaña de sensibilización	0,1
Mejora Planta TMB	0,125
Mejora Planta Clasif. EE.LL	0,1

Cumplimiento de objetivos (S.2)

En párrafos anteriores, durante la descripción del diagnóstico actual, se han mencionado los objetivos que recoge la versión inicial del PIREX 2016-2022 y los objetivos de reciclado del PEMAR (apartado 2.7). De esta manera, los objetivos considerados para la puntuación de este subcriterio han sido:

- Objetivos de minoración de residuos: que los residuos generados en 2020 sean menores o igual al 90% de los generados en 2010.
- Objetivos de reciclaje de envases: alcanzar antes de 2020 la recuperación de envases en un porcentaje determinado respecto al material generado. En este caso se han considerado envases de metal y plástico, con un porcentaje mínimo de recuperación de 50% y 22,5%, respectivamente. Despreciándose el papel-cartón por no entrar dentro de la gestión del Eco Parque de Mirabel.
- Objetivos de valorización: antes de 2020, alcanzar la valorización energética del 15% de los RM generados.
- Objetivos de eliminación: para 2020, limitar el vertido total de residuos generados al 35%. Además de limitar el vertido de residuo biodegradable en 7.476 toneladas en el vertedero de Mirabel (se ha considerado un 10% del objetivo máximo fijado para toda Extremadura).

La puntuación de este subcriterio se considera si el objetivo en la propuesta estudiada se cumple, puntuándose cada objetivo de acuerdo a la **Tabla 56**.

Tabla 56. Puntuación de cada objetivo cumplido

OBJETIVO	PUNTUACIÓN
Minimización	25%
Valorización Energética	25%
Reciclado de envases	
Metales	12,5%
Plásticos	12,5%
Eliminación	
Total residuos	12,5%
Residuos biodegradables	15,5%

Grado de aceptación social (S.3)

Otro aspecto de gran importancia a la hora de realizar cambios en la gestión de los residuos es el grado de aceptación social, referido a la etapa tanto de recogida como de tratamiento de los mismos.

Para ello se realizaron un conjunto de encuestas a diferentes ciudadanos de los municipios afectados por los cambios. Los encuestados tuvieron que seleccionar si su grado de aceptación respecto a los sistemas de recogida y tratamiento de residuos asociados a cada propuesta según las siguientes opciones: Muy bajo, bajo, medio, alto o Muy alto. Estos resultados se recogen en el **ANEJO 10: Resultado de las encuestas**. El tratamiento de los mismos ha sido semejante al empleado para la ponderación de los criterios ambientales y sociales, que se basó en la aplicación de la metodología descrita en el subapartado **4.1.2** (método DBW).

Para puntuar el grado de aceptación de los diferentes sistemas de recogida y tratamiento, se ha considerado una escala de valoración del 1 al 5 como se indica en la **Tabla 57**. Una vez obtenida la ponderación de cada tipo de recogida y tipo de tratamiento, se han considerado la población afectada en el primer caso y las toneladas tratadas en el segundo.

Tabla 57. Escala aplicada según la valoración de los encuestados la aceptación de las alternativas

Posible valoración del encuestado	Muy bajo	Bajo	Similar	Alto	Muy alto
Puntuación	1	2	3	4	5

Adaptabilidad (S.4)

Finalmente, se ha medido el grado de adaptabilidad que supondrían las alternativas propuestas para los ciudadanos. Para ello, se han considerado los cambios que suponen cada una de ellas, de manera que, del conjunto de alternativas, las afecciones que sufrirán los ciudadanos de la zona norte de Extremadura estudiada serán:

- Las campañas de sensibilización.
- La implantación del 5º contenedor de materia orgánica.

De esta forma, se han enfrentado las diferentes alternativas por pares y, en función del cambio mencionado anteriormente, se ha establecido la siguiente valoración:

- La existencia de campañas de sensibilización respecto a la situación actual supone un cambio *ligeramente mayor*.
- La implantación del 5º contenedor de materia orgánica respecto a la situación actual supone un cambio *mucho mayor*.
- La implantación del 5º contenedor respecto a las alternativas que contemplan campañas de sensibilización supone un cambio *mayor*.

Tras enfrentar las alternativas por pares, se ha aplicado la escala del método AHP (subapartado **4.1.1**) para, de esta forma, obtener los pesos de cada alternativa.

La **Tabla 58** recoge las diferentes alternativas analizadas y muestra los cambios que se han planteado y afectan a la adaptabilidad del ciudadano, según la alternativa. Por ejemplo, aunque la alternativa 3 plantea la realización de campañas de sensibilización y una mejora de los rendimientos en las plantas existentes, este último cambio no se considera a la hora de valorar la adaptabilidad, ya que no afectará directamente a los ciudadanos.

Tabla 58. Cambios que afectan a la adaptabilidad de los ciudadanos según alternativa

Alternativa	Cambios que afectan a la adaptabilidad del ciudadano
(ACTUAL) 1	No
2	Campañas de sensibilización
3	Campaña de sensibilización
4	Implantación del 5º contenedor de materia orgánica
5	No
6	Implantación del 5º contenedor de materia orgánica
7	Campaña de sensibilización

4.3. PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS Y SUBCRITERIOS

4.3.1. Importancia de criterios y subcriterios

A la hora de analizar cada una de las alternativas propuestas, se han considerado diferentes escenarios con el objetivo de alcanzar la solución desde distintos puntos de vista. Esto supone considerar diferentes importancias relativas a los criterios que sustentan el análisis multicriterio (económico, ambiental y social).

Pero además, es necesario considerar unos pesos en cada uno de los subcriterios expresados en diferentes unidades o cuya valoración puede ser subjetiva. Por ello, los subcriterios ambientales y sociales también se han ponderado, al igual que los tres criterios principales.

En lo que respecta a los tres criterios principales, se han planteado los siguientes escenarios a la hora de la toma de decisiones (**Tabla 59**):

- *Equiponderado*: cada uno de los tres criterios principales (económico, ambiental y social) se pondera con el mismo peso, de tal manera que a cada uno se le otorga una importancia de un tercio dentro del resultado final.
- *Importancia económica*: en este escenario, el criterio económico tendrá más relieve. El peso del criterio económico será del 60%, mientras que el resto de criterios (ambiental y social) tendrá un peso del 20% cada uno.
- *Importancia ambiental*: escenario con preponderancia del criterio ambiental respecto al resto. Esto es, un peso del 60% para el criterio ambiental y un 20% tanto al criterio económico como al social.
- *Importancia social*: escenario con preponderancia del criterio social respecto al resto. Esto es, un peso del 60% para el criterio social y un 20% tanto al criterio económico como al ambiental.
- *Basado en encuestas*: en este escenario, la ponderación de cada criterio se determina a partir de encuestas, obteniéndose así un reflejo del criterio predominante para las

poblaciones afectadas. El conjunto de encuestas y sus resultados se exponen en el **ANEJO 10: Resultado de las encuestas**. En estas se han enfrentado los diferentes criterios entre sí y el encuestado ha seleccionado el que considera de mayor importancia en cada comparación por pares.

Tabla 59. Escenarios considerados en el análisis de las alternativas

ESCENARIO	PONDERACIÓN		
	ECONÓMICO	AMBIENTAL	SOCIAL
Equiponderado	0,33	0,33	0,33
Importancia económica	0,6	0,2	0,2
Importancia ambiental	0,2	0,6	0,2
Importancia social	0,2	0,2	0,6
Basado en encuestas*	0,251	0,423	0,326

*Resultados expuestos en el apartado 5.1

Para la determinación de los pesos de los tres criterios (económico, ambiental y social), así como de los subcriterios ambientales (emisiones atmosféricas y contaminación de aguas) y subcriterios sociales (empleos cada 100 toneladas tratadas, cumplimiento de objetivos, aceptación social y adaptabilidad al cambio) se ha empleado la combinación de los métodos de análisis multicriterio AHP (*Analytic Hierarchy Process*) y DBW o Sistema de Agregación basado en Similitudes (*Distance-Based Aggregation*).

Por último, se ha empleado el método TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) para determinar el ranking de las alternativas de acuerdo a su valoración en relación a los criterios ponderados.

5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Antes de la aplicación final del método TOPSIS (subapartado 4.1.3), se han alcanzado un conjunto de resultados intermedios necesarios para la aplicación del método citado.

Estos resultados comprenden en primer lugar los resultados globales producto de la aplicación de los diferentes subcriterios a cada alternativa, pero también la ponderación de los criterios que definen el escenario 5 (basado en encuestas) y subcriterios ambientales y sociales.

Tras la consecución de estos resultados intermedios se aplicará el método TOPSIS. En este apartado se recogen los rankings de las alternativas de acuerdo a los escenarios planteados y se comentan dichos resultados.

5.1. IMPORTANCIA DE LOS CRITERIOS

Antes de comenzar con el análisis de las diferentes alternativas en base a los resultados definidos por los criterios y subcriterios ya definidos, es necesario realizar la ponderación de los mismos, tal y como se describió en el apartado 4.1. A continuación se exponen los resultados de las encuestas.

En el caso de la ponderación de los tres criterios principales se han propuesto cuatro escenarios: equilibrado, importancia económica, importancia social, importancia ambiental y basado en encuestas. Los pesos asociados a estos escenarios, incluyendo este último basado en el procesamiento de las encuestas mediante los métodos AHP y DBW (subapartados 4.1.1 y 4.1.2), se muestran en la **Tabla 60**.

Tabla 60. Ponderación de los criterios según escenario

ESCENARIO	ECONÓMICO	AMBIENTAL	SOCIAL
Equiponderado	0,33	0,33	0,33
Importancia económica	0,6	0,2	0,2
Importancia ambiental	0,2	0,6	0,2
Importancia social	0,2	0,2	0,6
Basado en encuestas	0,251	0,423	0,326

Los resultados obtenidos a partir de las opiniones proporcionadas por los 12 encuestados, habitantes de la zona de Mirabel objeto del estudio, demostraron que los ciudadanos tienden a dar una mayor importancia a las cuestiones ambientales por encima de los aspectos sociales, siendo el criterio económico el de menor peso. Este resultado llama la atención debido a que, en muchas ocasiones, la toma de decisiones atiende a cuestiones relativas a los costes.

Por otro lado, a excepción de los subcriterios económicos, en los cuales se ha considerado una equiponderancia al tratarse todos ellos de cuestiones valoradas en costes anuales, la importancia de resto de subcriterios (ambientales y sociales) se ha analizado mediante encuestas también. De esta forma, los pesos que se han obtenido a partir de dichas encuestas son los indicados en la **Tabla 61**.

Tabla 61. Ponderación de los subcriterios

ECONÓMICO	AMBIENTAL		SOCIAL			
Conjunto de subcriterios económicos	Emisiones atmosféricas	Contaminación de las aguas	Generación de empleo	Cumplimiento de objetivos	Aceptación social	Adaptabilidad
1	0,355	0,645	0,412	0,240	0,173	0,174

Los subcriterios económicos se han englobado en un único criterio que recoge el coste anual total de la alternativa. En el caso de los subcriterios ambientales, las emisiones atmosféricas se han englobado en un solo subcriterio que se ha enfrentado a la contaminación de las aguas en las encuestas a los ciudadanos. A este respecto, se observa una mayor preocupación por la contaminación de las aguas que en el caso de las emisiones atmosféricas. Las emisiones atmosféricas tienen un impacto grande durante todas las fases de gestión, desde la recogida, transporte y tratamientos. La contaminación de aguas, en cambio, sólo afecta a los residuos de rechazo que acaban en vertedero. El resultado que se obtiene de las encuestas puede deberse a la falta de información por parte de los encuestados o a la idea por parte de los encuestados de mayor peligrosidad si la contaminación se debe a las aguas.

Por otra parte, desde el punto de vista social, se puede ver cómo la generación de empleo es el subcriterio que destaca respecto al resto, en línea con la controvertida situación económica de los últimos años en España. Mientras que los subcriterios que afectan de forma más directa al conjunto de ciudadanos (aceptación social y adaptabilidad) son penalizados en favor del empleo y el cumplimiento de objetivos en materia de gestión de residuos.

5.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS POR CRITERIOS

En la **Tabla 62** se exponen los resultados globales obtenidos tras calcular los impactos económicos, ambientales y sociales asociados a los diferentes subcriterios incluidos en cada alternativa. En lo sucesivo, se analizarán estos valores conjuntamente por criterios.

Tabla 62. Valoración de los subcriterios de cada alternativa

SUBCRITERIO	#	ALTERNATIVAS						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Coste. Inversión (€/año)	E.1	452.500	510.562	2.541.519	1.083.960	9.122.000	2.955.560	11.211.019
Coste de recogida y transporte urbano (€/año)	E.2	2.971.468	2.940.967	2.940.967	3.475.863	2.971.468	3.475.863	2.940.967
Coste de transporte interurbano (€/año)	E.3	5.100.331	5.221.745	5.221.745	4.917.816	5.610.043	4.917.816	5.639.419
Coste. Tratamiento (€/año)	E.4	6.134.579	6.067.954	6.792.901	5.805.022	6.278.414	6.473.265	6.910.763
Recuperación. Tratamiento (€/año)	E.5	-678.888	-682.395	-1.262.344	-684.311	-894.639	-1.253.157	-1.439.137
COSTE ANUAL (€)		13.979.990	14.058.833	16.234.788	14.598.349	23.087.286	16.569.346	25.263.031
Emisiones atm. Transporte (kg CO2 eq./año)	A.1	9.263.357	9.278.161	9.278.161	8.571.383	9.457.533	8.571.383	9.437.275
Emisiones atm. Tratamiento (kg CO2 eq./año)	A.2	5.402.805	4.952.029	-387.818	4.247.575	-2.611.454	-722.918	-3.577.106
Contaminación aguas (L/año)	A.3	629.274	606.438	515.647	585.446	314.637	501.835	257.823
Generación: Empleo (empleados/1000t)	S.1	66	72	79	76	67	82	81
Cumplimiento de objetivos (%)	S.2	0%	25%	50%	25%	50%	62,5%	100%
Aceptación social (1-5)	S.3	3,287	3,287	3,287	3,475	3,232	3,475	3,232
Adaptabilidad (%)	S.4	3,6%	8,7%	8,7%	33,3%	3,6%	33,3%	8,7%

Criterio económico (E)

En lo que respecta a los subcriterios económicos, se observa como el coste anual total mayor hace referencia a las alternativas que plantean la construcción de una incineradora para toda Extremadura (A5 y A7), seguidas de las alternativas que consideran una mejora en las plantas existentes (A7, A6 y A3) y las alternativas que estudian la implantación del 5º contenedor de materia orgánica. Por otro lado, la alternativa que menor coste anual supone es la correspondiente a la situación actual (A1), como es lógico. Esta alternativa, a pesar de ser la actual, incluye un coste de inversión referido a la ampliación del vertedero de rechazos existentes, debido a la consideración en todas las alternativas de un periodo de estudio de 10 años que obligaría a dicha ampliación. De lo anterior se deduce que las diferencias de coste total entre unas alternativas y otras depende fundamentalmente del coste en la inversión inicial.

En lo referente al coste de transporte, los resultados demuestran cómo el fomento del reciclaje y las buenas prácticas por parte de los ciudadanos (A2) reducen los costes de recogida y transporte urbano respecto a la situación inicial (A1). De igual forma, se encarece este subcriterio en los casos que se introduce el 5º contenedor de recogida selectiva de la materia orgánica (A4 y A6).

Otro aspecto a tener en cuenta en la gestión de los residuos es el coste que suponen los tratamientos. En este sentido, cabe destacar cómo la aplicación de campañas de sensibilización hacia los ciudadanos repercute en la composición de los contenedores y reduce los costes de tratamiento (A2). No obstante, el mayor descenso de este coste se observa cuando se plantea la separación de la fracción de materia orgánica (A4 y A6); es decir, a mayor separación en origen, los costes durante tratamiento serán menores. Por el contrario, las propuestas que suponen un mayor coste en sus tratamientos son las que consideran la incineración (A5), pero, fundamentalmente, aquellas que mejoran los rendimientos de recuperación de las plantas existentes (A3, A6 y A7).

Por último, dentro del criterio económico, se contempla la recuperación económica que supone la venta de los materiales recuperados en los residuos. Así, la situación actual (A1) es la que resulta en una menor amortización de costes, mientras que aquellas alternativas que plantean la mejora de las plantas de tratamiento alcanzan una recuperación de materiales que se refleja igualmente en una recuperación económica mayor (A3, A6 y A7). También cabe mencionar cómo la construcción de una planta de compostaje no supone una amortización importante a través de la venta del compost, debido a que el precio de venta de este material es bajo (5€/tn). Esto provoca que la recuperación económica asociada a la alternativa 6 (introducción del 5º contenedor de materia orgánica y mejora en las plantas existentes) sea algo menor que la de la alternativa 3 (mejora de las plantas existentes), gracias a la amortización de los envases ligeros. Estos envases se recuperan en mayor medida en el caso de no existir una recogida de 5 fracciones (5º contenedor de materia orgánica); esto es, cuando la fracción resto que llega a la planta de TMB con mayores impurezas. Sin embargo, si se atiende al coste de tratamiento, estas impurezas también suponen que A6 tenga un mayor coste respecto a A3.

Criterio ambiental (A)

Si se analizan conjuntamente las emisiones atmosféricas (durante el transporte y tratamiento), se demuestra que las mayores inversiones desde el punto de vista económico se traducen

directamente en una reducción de las emisiones atmosféricas de CO₂ equivalente. Así, las alternativas que consideran la incineración (A5 y A7) registran las menores emisiones. La mejora de las plantas existentes (A3, A6 y A7) también implica una reducción considerable de emisiones atmosféricas, debido a la recuperación de materiales que se consigue.

El subcriterio ambiental restante considera la contaminación de las aguas a través de los lixiviados producidos en el vertedero de rechazos, de modo que esta contaminación está directamente relacionada con la cantidad de rechazo generado en cada alternativa. Las alternativas que generan menor cantidad de residuos a depositar en vertedero son aquellas en las que existe incineración (A5 y A7). Por contra, la situación actual (A1) supone la peor alternativa en este aspecto.

Criterio social (S)

Finalmente, se analizan los 4 subcriterios sociales considerados. El primero tiene que ver con la generación de empleo, un aspecto de gran relevancia en tiempos de crisis económica. Así, las mejoras en las plantas existentes junto a la implantación de la recogida selectiva de la materia orgánica (A6) suponen la mayor generación de empleo.

El subcriterio social de cumplimiento de objetivos se analiza de acuerdo la **Tabla 63**. Los resultados muestran la falta de cumplimientos de objetivos por parte de la situación actual (A1). Las campañas de sensibilización (A2) ayudan a reducir los residuos generados, cumpliendo con los objetivos de minoración. Por su parte, los objetivos de reciclado de envases se alcanzan mejorando las instalaciones existentes (A3), mientras que los cambios asociados a la planta de compostaje (A4) y la recogida de la materia orgánica no resultan por sí solos en el cumplimiento total de ninguno de los objetivos marcados. Sin embargo, la combinación de planta de compostaje, mejoras en las plantas existentes e inclusión de campañas de sensibilización (A6), a los resultados mencionados se le añade la reducción en el depósito en vertedero de residuos biodegradables. Por otro lado, la alternativa que considera la incineración de residuos (A5) afecta directamente a los objetivos de valorización energética y reducción en la eliminación de residuos. Finalmente, destacar que con la última alternativa (A7) que combina diferentes propuestas se consigue el cumplimiento de la totalidad de los objetivos marcados.

Tabla 63. Cumplimiento de objetivos según alternativas

*Madera (voluminosos, envases y no envases)		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
OBJETIVO	Actual	Campañas Sensib.	Sensib. + Mejoras planta	Sensib. + 5ºCont.	Incinerar	Sensib. + Mejoras planta + 5ºcont.	Sensib. + Mejoras planta + Incineradora	
Minimización	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	
Valorización Energética	No	No	No	No	Si	No	Si	
Reciclado de envases								
Metales	81	84	100	84	81	100	100	
Plásticos	54	68	100	69	54	100	100	
Madera*	100	100	100	100	100	100	100	
Papel-Cartón	-	-	-	-	-	-	-	
Eliminación								
Total residuos	No	No	No	No	Si	No	Si	
Residuos biodegradables	No	No	No	No	Si	Si	Si	
CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS	0%	25%	50%	25%	50%	62,5%	100%	

El siguiente subcriterio social hace referencia a la aceptación social por parte de los ciudadanos encuestados de los cambios planteados (valoración de 1 a 5, siendo 5 la valoración social más alta), teniendo en cuenta tanto el tipo de recogida como el tipo de tratamiento. Los resultados de las encuestas en cuanto al tipo de recogida (Tabla 64) se decantan ligeramente por la implementación del 5º contenedor de materia orgánica, mientras que los tipos de tratamiento (Tabla 64) de menor aceptación son aquellos que incluyen el vertido de rechazos y la incineración de residuos. Teniendo en cuenta estos resultados, las alternativas mejor valoradas son las que consideran el 5º contenedor (A6 y A4), seguidas de las que mejoran las plantas de tratamiento (A3). Por el contrario, las peor valoradas son aquellas propuestas que contemplan la incineración de residuos (A5 y A7).

Tabla 64. Valoración del sistema de recogida y tipo de tratamiento según los encuestados.

Sistema de recogida (Valoración: 1-5)		Tipo de tratamiento de residuos (Valoración: 1-5)				
4 contenedores	5 contenedores	Compostaje	Incineración	Reciclaje	TMB	Vertedero
3,659	3,779	4,155	2,476	4,293	3,364	1,093

El último subcriterio social sobre el grado de adaptabilidad que implica cada alternativa está relacionado directamente con la alteración que les supondría a los habitantes de la zona de estudio las nuevas alternativas. Los resultados obtenidos a este respecto se agrupan en 3 casos (Tabla 62): los mayores cambios se dan en las alternativas que cambian el tipo de recogida a 5 fracciones (A4 y A6), seguidas de las alternativas que plantean campañas de sensibilización (A2, A3 y A7) y de las propuestas A1 y A5, que son las que provocan una menor afección en los habitantes. Desde un punto de vista teórico, estas dos últimas alternativas deberían tener un

valor nulo de afección, ya que no suponen ningún tipo de alteración a los habitantes respecto a la situación actual. Sin embargo, la aplicación del método AHP, que considera una importancia relativa entre los 3 casos mencionados, asigna el valor que se recoge en la **Tabla 62** a las alternativas 1 y 5.

5.3. MATRIZ DE DECISIÓN

Tras realizar un primer análisis de los resultados derivados directamente de los criterios considerados, se procede al análisis de estos datos mediante la combinación de la metodología multicriterio expuesta en el apartado **4.1**. Para ello, inicialmente se constituye la matriz de decisión [D] (**Tabla 65**), donde se puede ver cómo los subcriterios económicos se han englobado en un solo subcriterio (€/año), así como los subcriterios ambientales que consideraban las emisiones atmosféricas durante transporte y tratamiento (kg CO₂eq./año).

Tabla 65. Matriz de decisión [D]

Alternativa	Económico	Ambiental		Social			
	Coste (€/año)	Emisiones atm. (KgCO ₂ eq./año)	Contaminación agua (L/año)	Empleo (Trabajos/1000t)	Objetivos (%)	Aceptación (1-5)	Adaptabilidad (%)
A1	13.979.990	14.666.162	629.274	66	0	3,287	3,6
A2	14.058.833	14.230.189	606.438	72	25	3,287	8,7
A3	16.234.788	8.890.343	515.647	79	50	3,287	8,7
A4	14.598.349	12.818.958	585.446	76	25	3,475	33,3
A5	23.087.286	6.846.079	314.637	67	50	3,232	3,6
A6	16.569.346	7.848.464	501.835	82	62,5	3,475	33,3
A7	25.263.031	5.860.169	257.823	81	100	3,232	8,7
Pesos	1	0,355	0,645	0,412	0,240	0,173	0,174

Una vez formada la matriz de decisión, a priori, se pueden deducir las ventajas de una u otra alternativa. En el caso del aspecto económico, se observa que la alternativa 7 constituye la de mayor coste junto a la alternativa 5. Por tanto, ambas son las alternativas más desventajosas respecto al resto, desde el punto de vista económico.

Este hándicap en las alternativas de mayor coste coincide, por otro lado, con unas emisiones atmosféricas de CO₂ equivalente y una generación de lixiviados menores. Esto implica que las alternativas 5 y 7 son las de mayor coste económico, pero a la vez, las más deseables ambientalmente.

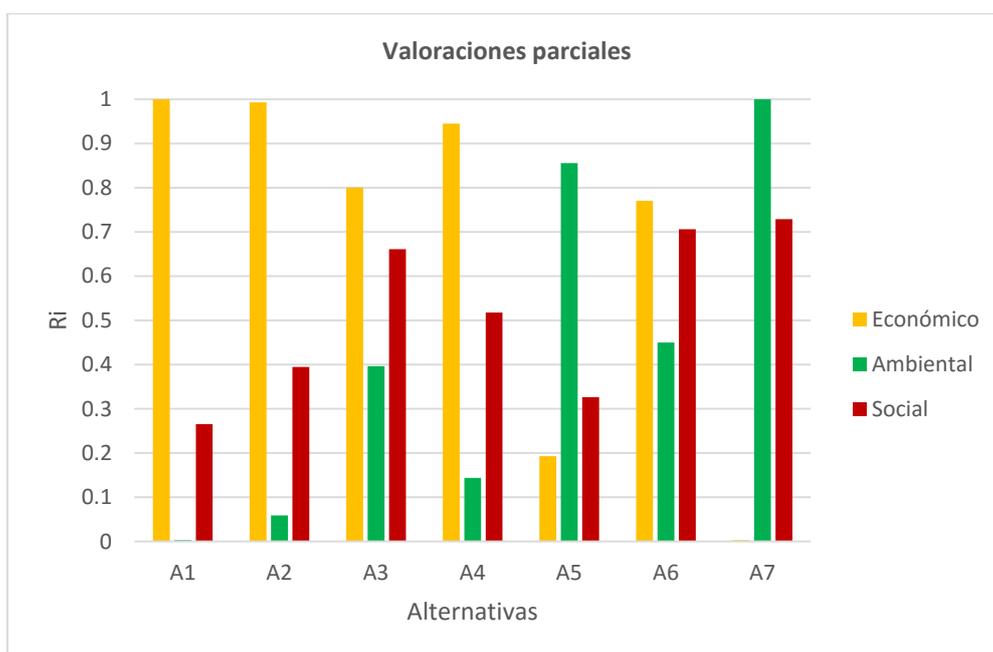
En cuanto a los factores sociales, los resultados de los subcriterios no dan lugar a relaciones tan directas, excepto en el caso del grado de cumplimiento de los objetivos de cada alternativa, que sí incrementa de forma proporcional a la inversión económica. De esta forma, las alternativas de menor coste (A1, A2 y A4) son las que menos porcentaje de objetivos cumplen.

Por todo lo anterior, se hace necesario el empleo de herramientas multicriterio capaces de considerar la dualidad de algunos subcriterios (y variedad de unidades en cada subcriterio) con su respectiva valoración (ya sea positiva o negativa). Los resultados de aplicar el método TOPSIS

se muestran a continuación, agrupados según los distintos escenarios de ponderación considerados en la **Tabla 60**.

5.3.1. Resultados parciales

Antes de considerar los escenarios planteados, se recogen los resultados parciales de cada criterio, de forma que se pueda distinguir más claramente el criterio favorable en cada alternativa que ayude a la toma de decisión (**Gráfica 10**). Para ello se ha aplicado el método TOPSIS a la matriz de decisión [D] considerando únicamente el criterio a valorar, es decir, se ha asignado el peso total al criterio analizado y peso nulo al resto.



Gráfica 10. Valores parciales de Ri de las alternativas

5.4. RESULTADOS POR ESCENARIOS

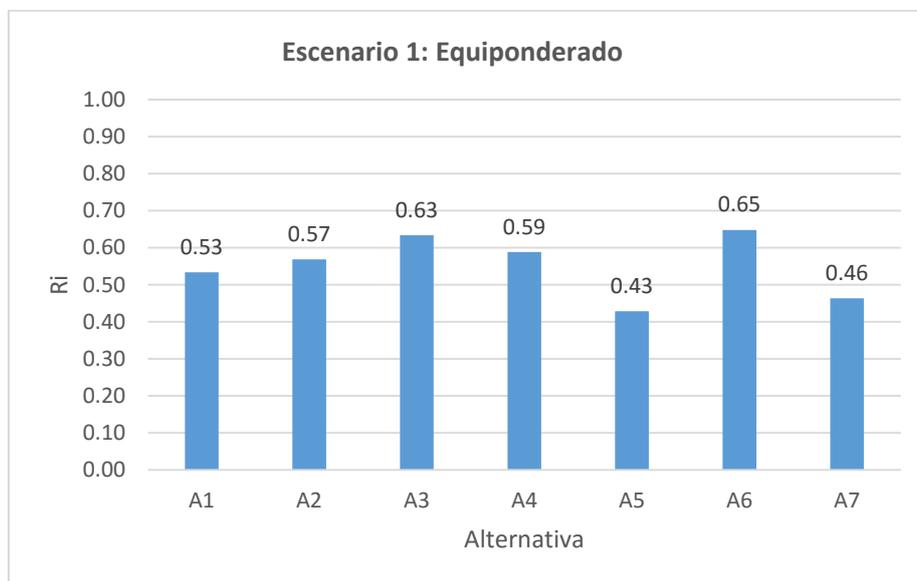
Empleando la matriz de decisión [D] y aplicando el método TOPSIS, se obtiene la cercanía relativa de cada alternativa a la solución ideal y, así, un ranking de preferencia sobre las alternativas, tal y como se describe en el apartado **4.1.3**.

Por tanto, a partir de la matriz de decisión [D] y de las ponderaciones presentadas en la **Tabla 60** y **Tabla 61**, se aplican las Ecs.(VIII) (normalización de la matriz [D]), (IX) (ponderación de la matriz normalizada), (X) y (XI) (solución ideal positiva y negativa), (XII) y (XIII) (distancia de cada alternativa positiva y negativa) y (XIV) (cercanía relativa de cada alternativa a la solución ideal).

Este proceso se realiza para cada uno de los escenarios planteados: Equiponderado, importancia económica, importancia ambiental, importancia social y basado en encuestas (**Tabla 60**).

5.4.1. Escenario 1: Equiponderado

Considerando una importancia equilibrada (Tabla 60) para los tres criterios, se obtiene los siguientes valores de R_i (cercanía de cada alternativa a la solución ideal) (Gráfica 11). Se recuerda que, cuanto más se acerque la solución (R_i) de una propuesta a la unidad, mejor será el sistema de gestión planteado.



Gráfica 11. Resultados (Escenario: Equiponderado)

En este caso de criterios equiponderados, de los resultados anteriores, destaca la alternativa 6 seguida de la alternativa 3. Estas dos alternativas tienen en común la realización de campañas de sensibilización y la inversión en las plantas de TMB y clasificación de envases para conseguir una mejora de los rendimientos de recuperación. En el caso de la alternativa 6 (mejor valorada), se ha considerado, además de las propuestas mencionadas, un sistema de recogida que considera la materia orgánica de forma selectiva además de una pequeña planta de compostaje que trate dichos residuos.

La alternativa 6 y 3 no suponen la mejor solución desde los puntos de vista económico y ambiental. Sin embargo, en ningún caso constituyen unos costes muy alejados de la situación actual. Y sin ser la mejor alternativa ambiental, se observa la importante reducción de las emisiones atmosféricas y lixiviados generados en vertedero, respecto a la situación actual. Esta posición intermedia desde el punto de vista económico y ambiental, junto a los buenos resultados sociales, hace que las alternativas 6 y 3 sean las mejor valoradas en este escenario.

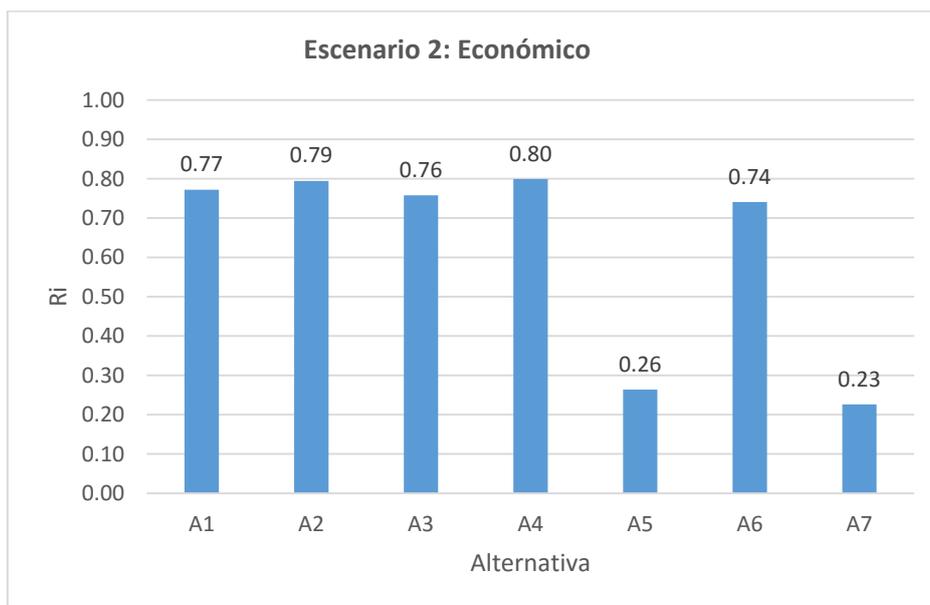
La valoración social que se alcanza con la alternativa 6 la posicionan como la mejor opción a este respecto. Esto ocurre en buena parte gracias al subcriterio de generación de empleo, debido a la implantación de la recogida selectiva de materia orgánica y la mejora en las plantas, pero también se postula como la alternativa con mayor aceptación social y adaptabilidad. Por último, en esta propuesta se cumplen objetivos de minimización de residuos, reciclado de envases y eliminación de residuos biodegradables.

Por otro lado, las alternativas que ocupan el último puesto en el ranking de R_i son A5 y A7. Estas alternativas plantean la construcción de una planta incineradora para toda Extremadura, lo que

provoca unos costes de inversión en las instalaciones necesarias muy elevados, que penalizan dichas alternativas. Además, la construcción de la incineradora contemplada en las A5 y A7 conlleva los valores más bajos de aceptación social.

5.4.2. Escenario 2: Importancia económica

En el segundo escenario se plantea otorgar un mayor peso al criterio económico (**Tabla 60**) respecto al ambiental y al social. La **Gráfica 12** ilustra los resultados de los valores R_i de cada alternativa, mostrándose además un ranking de las mismas.



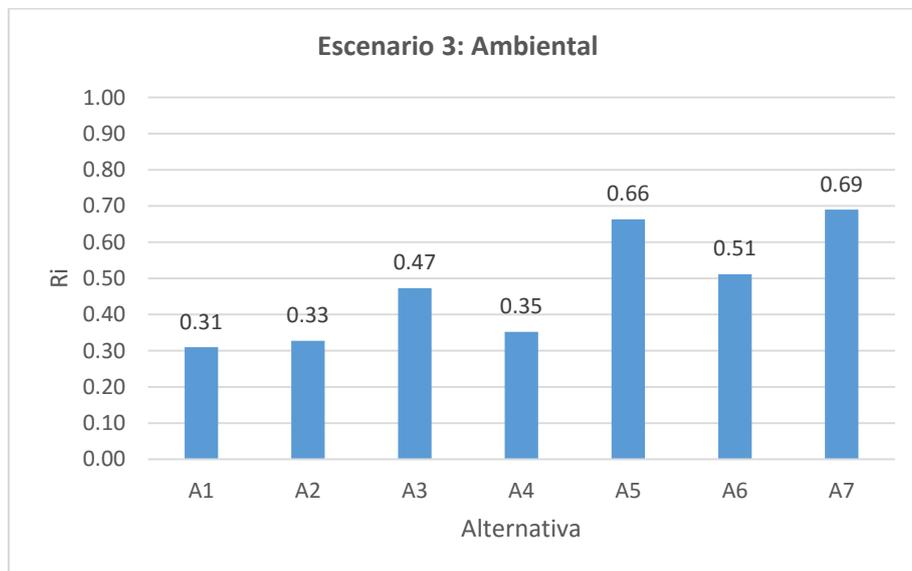
Gráfica 12. Resultados (Escenario: Importancia económica)

En este escenario se observa que las alternativas que destacan lo hacen de forma negativa (A5 y A7), mientras que el resto de propuestas se encuentran muy próximas unas a otras. Así, la alternativa mejor valorada es la A4, pero seguida muy de cerca de las alternativas A2, A1, A3 y A6. Este conjunto de alternativas suponen un coste económico anual que va desde unos 14 M€ hasta los 16,5 M€.

Hay que destacar que, aun siendo la alternativa A1 (situación actual) la de menor coste (algo menos de 14M€), no supone un ahorro importante en comparación con el resto. Además, la situación actual constituye la peor alternativa desde una un punto de vista tanto ambiental como social. Por contra, las alternativas A5 y A7 se encuentran en las últimas posiciones del ranking de R_i . El coste necesario para llevar a cabo estas propuestas alcanza los 23 M€ y 25M€, respectivamente. Esto supone aumentar el coste anual un 80% respecto a la situación actual.

5.4.3. Escenario 3: Importancia ambiental

Si se considera que el criterio ambiental el factor más relevante (Tabla 60), los resultados obtenidos tras el análisis TOPSIS son los representados en la Gráfica 13.



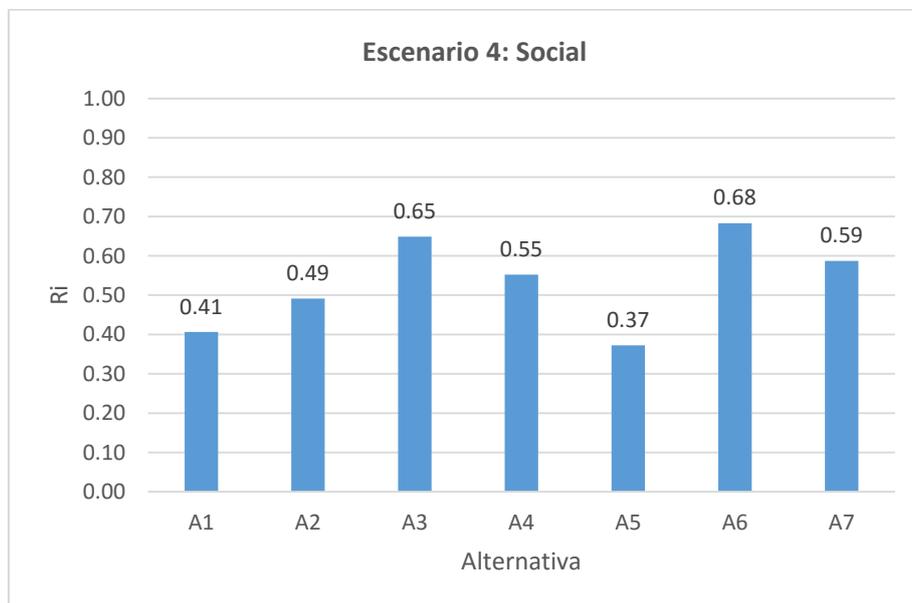
Gráfica 13. Resultados (Escenario: Importancia ambiental)

En este escenario de preponderancia ambiental, las alternativas mejor valoradas son la A7 y A5, en contraste con lo que ocurría con el escenario de importancia económica. La alternativa A7, que considera la incineración de parte de los residuos de rechazo además de una mejora de las instalaciones existentes actualmente, supone la alternativa que reduce en mayor medida las emisiones atmosféricas de CO₂ equivalente (5,8M KgCO₂eq. al año) y la generación de lixiviados (250.000 Litros al año). La incineración de residuos reduce la cantidad de residuos que se depositarán en vertedero, con la reducción que esto supone en la generación de lixiviados (más de la mitad respecto a la situación actual) y en las emisiones de CO₂ equivalente. Aunque el transporte de los residuos hasta la incineradora supone un incremento de las emisiones durante el transporte, durante el tratamiento, la incineración produce un efecto mucho menos perjudicial para la atmósfera que el depósito de los residuos en vertedero.

A estos resultados ambientales positivos hay que añadirle el cumplimiento total de los objetivos y una de las mayores generaciones de empleo, debido principalmente a la mejora de las plantas de TMB y clasificación de envases. Como hándicap de la alternativa A7, cabe destacar su baja aceptación social. Como contrapartida, la peor opción es el sistema de gestión actual (A1), debido a que es la alternativa que conlleva el mayor depósito de residuos en vertedero de entre todas las planteadas.

5.4.4. Escenario 4: Importancia social

El cuarto escenario plantea un mayor peso al criterio social (**Tabla 60**) respecto al económico y al ambiental. La **Gráfica 14** ilustra los resultados de los valores R_i alcanzados por cada alternativa en este escenario.



Gráfica 14. Resultados (Escenario: Importancia social)

De acuerdo a los resultados, las alternativas A6 y A3 se postulan como las mejores en términos sociales. Estas dos alternativas contemplan la realización de campañas de sensibilización y mejoras en el rendimiento de las plantas existentes. Además, la alternativa A6 (mejor valorada) considera un cambio en el tipo de recogida respecto a la situación actual (introducción del 5º contenedor de materia orgánica) y el tratamiento en una nueva planta de compostaje.

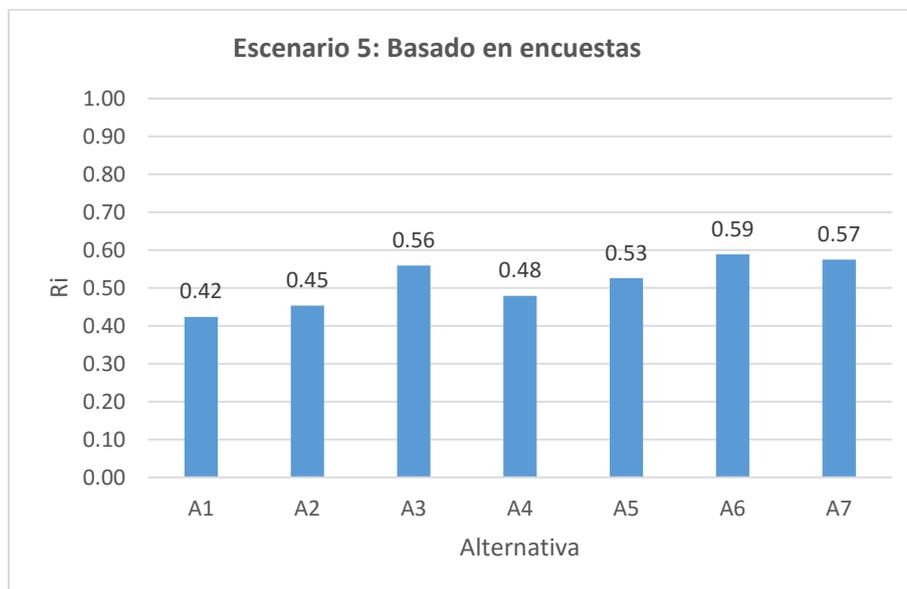
Uno de los aspectos determinantes en el ranking de alternativas es la generación de empleo, cuya preponderancia dentro del criterio social es la mayor (**Tabla 61**). Siendo precisamente la alternativa A6, la que mayor empleos lleva asociada. La aceptación social es igualmente la más alta, debido a los resultados favorables obtenidos en las encuestas en relación a la implantación del 5º contenedor de materia orgánica y el tratamiento de compostaje. En lo que se refiere al cumplimiento de objetivos, la A6 alcanza el 62.5% de los objetivos planteados. El único inconveniente social que tiene esta alternativa (A6) es la adaptabilidad, que es de las más altas (negativo) debido a la necesidad por parte de los ciudadanos de adaptarse a la separación en origen de la materia orgánica.

La alternativa A3 le sigue de cerca, esta propuesta es similar a la A6 pero no supone un cambio en el tipo de recogida (mantiene las 4 fracciones de recogida de residuos). Esto reduce los empleos generados y objetivos conseguidos, aunque la adaptabilidad sea algo mayor.

La alternativa peor valorada desde un punto de vista social es la A5 (construcción de una incineradora en Mérida), incluso por debajo de la situación actual (A1). Este resultado confirma la baja aceptación social que supone la construcción de una incineradora sin apoyo complementario de otra medida de gestión de los residuos.

5.4.5. Escenario 5: Basado en encuestas

El último escenario planteado es el resultado de considerar la importancia subjetiva de cada criterio desde el punto de vista de los encuestados (**Tabla 60**). En este escenario, el criterio ambiental fue el más valorado, seguido del social y del económico (**Tabla 15**).



Gráfica 15. Resultados (Escenario: Basado en encuestas)

Si bien el criterio ambiental es el más relevante en el último escenario planteado, los resultados obtenidos priorizan las alternativas de acuerdo a sus impactos sociales. Es por ello que las alternativas que destacan son A6, A7 y A3. En primer lugar aparece la A6, que se basa en la mejora de las plantas existentes y la introducción del 5º contenedor de materia orgánica, complementado con campañas de sensibilización hacia los ciudadanos. De esta forma, se consiguen los mejores resultados en generación de nuevos empleos y aceptación social. Por su parte, la A7 destaca por la generación de empleos y el cumplimiento de la totalidad de objetivos. Por último, como alternativa destacada, la A3 supone buenos datos de generación de empleo, objetivos y aceptación social.

Todas las alternativas mencionadas anteriormente contemplan la mejora de las instalaciones existentes, incrementando con ello los rendimientos de recuperación de materiales en la planta de TMB y clasificación de envases ligeros. Esto es recibido por parte de los ciudadanos con muy buena aprobación, pero además, la mejora de los rendimientos de estas plantas se consigue en parte mediante nuevos empleos, que es un factor de gran importancia en este escenario.

5.5. RESUMEN DE LOS RESULTADOS

En este apartado se recoge un resumen de los resultados obtenidos para los 5 escenarios, de forma que se organicen los mismos y se facilite la toma de decisión final. La **Tabla 66** muestra el resumen de escenarios estudiados y la posición de cada alternativa en función de ese escenario. Por su parte, en la **Tabla 67** se especifica el número de veces que cada alternativa es la primera, segunda o tercera mejor opción, considerando los 5 escenarios.

Tabla 66. Resumen del ranking de las alternativas según escenario

		Ranking						
		1	2	3	4	5	6	7
Escenario	Equiponderado	A6	A3	A4	A2	A1	A7	A5
	Económico	A4	A2	A1	A3	A6	A5	A7
	Ambiental	A7	A5	A6	A3	A4	A2	A1
	Social	A6	A3	A7	A4	A2	A1	A5
	Encuestas	A6	A7	A3	A5	A4	A2	A1

Tabla 67. Resumen de las veces que una alternativa es la primera, segunda o tercera mejor.

	Nº1	Nº2	Nº3	TOTAL
A1	0	0	1	1
A2	0	1	0	1
A3	0	2	1	3
A4	1	0	1	2
A5	0	1	0	1
A6	3	0	1	4
A7	1	1	1	3

De lo anterior se puede destacar que la alternativa A6 repite hasta en 3 ocasiones como mejor solución en diferentes escenarios de ponderación. Por su parte, las alternativas A7 y A4 son la mejor opción en una ocasión cada una. Por último, cabe destacar que la alternativa A3 es la segunda mejor opción en dos ocasiones. Así, desde un punto de vista global, se puede deducir que la alternativa A6 es la mejor opción a adoptar como sistema de gestión de residuos.

6. CONCLUSIONES

El presente estudio plantea diferentes alternativas a la gestión actual de los residuos municipales en el Área de Gestión de Mirabel, apoyándose para ello en la utilización de herramientas multicriterio que consideren en el mismo análisis la respuesta de cada propuesta a criterios de sostenibilidad económicos, ambientales y sociales. Con ese fin, se emplea una combinación de los métodos de análisis multicriterio AHP (*Analytic Hierarchy Process*) y TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) en base a los criterios de sostenibilidad mencionados.

En primer lugar, hay que destacar la variabilidad de resultados que se producen según el escenario planteado, observándose la confrontación existente entre muchos de los subcriterios considerados y la dificultad en alcanzar una solución única que satisfaga todos los escenarios. Sin embargo, esta metodología aplicada en el Área de Gestión de Mirabel parte de un diagnóstico detallado de la situación actual y evalúa la misma y los posibles cambios en la gestión de los residuos, siendo una herramienta de gran utilidad a la hora de mostrar las peculiaridades de cada sistema de gestión, incluyendo la gran ventaja de la evaluación final del conjunto de las siete alternativas planteadas en diferentes escenarios. Tras el análisis del conjunto de alternativas, se deduce que la situación actual se encuentra alejada de una gestión óptima de los residuos, justificándose moderadamente este modelo actual únicamente por cuestiones económicas. Sin embargo, se puede observar la deficiencia desde el punto de vista ambiental y social.

Con la preponderancia del criterio económico se ve cómo actuaciones sencillas como la realización de campañas de sensibilización que mejoren la recogida en origen serían de gran beneficio. Si se considera elevar los costes de inversión, las soluciones podrían ser dos: la implantación del 5º contenedor de materia orgánica, que repercutirá en la separación de los residuos en origen, y por otro lado, la mejora de las plantas existentes, mejorando los rendimientos de recuperación de materiales. Cuando se da un mayor peso al criterio ambiental, los resultados son contrarios al escenario anterior. Predominan las alternativas que contemplan la construcción de una incineradora en Extremadura, alcanzándose unas mejoras ambientales importantes respecto a la situación actual, reduciéndose las emisiones atmosféricas y los residuos que van a parar a vertedero. La desventaja de esta solución se debe al alto coste económico que supone esta instalación. Desde el punto de vista social, los resultados llevan a una modernización de las plantas existentes, e incluso a su combinación con la introducción del contenedor de recogida selectiva de materia orgánica de manera, siendo una solución en la línea con el escenario económico. Finalmente, se han analizado dos escenarios: uno equilibrado y otro basado en la preferencia de los criterios por parte de los habitantes de la zona. En estos dos escenarios predominan las alternativas que mejoran la recuperación de materiales en las plantas existentes y la combinación con la implantación del 5º contenedor de recogida selectiva de materia orgánica.

En cualquier caso, hay que señalar que aunque muchas de las alternativas planteadas constituyen una mejora de la situación actual de gestión, existe aún una diferencia considerable con la situación teórica ideal ($R_i = 1$).

En base a estas consideraciones, se concluye que una solución conveniente pasa por potenciar la separación en origen y eficiencia de los contenedores, de manera que se alcance una mayor recuperación de materiales en los residuos municipales. Esto se alcanzaría aumentando las

campañas de sensibilización y educación acerca de buenas prácticas en el reciclaje y reutilización. Pero además, se hace necesario una inversión en la mejora de las instalaciones existentes o la introducción de nuevos tratamientos que mejoren la recuperación de materiales, repercutiendo en los beneficios económicos derivados y la reducción de los vertidos. Como último cambio respecto a la situación actual, complementario a los anteriormente indicados, se debe tener en cuenta la posibilidad de modificar el tipo de recogida de residuos, pasando de un sistema de recogida de 4 contenedores a otro con 5 fracciones (introduciendo el contenedor de materia orgánica en determinados municipios del Área de Gestión de Mirabel).

Como conclusión final, se señala que la mejor solución descrita en las líneas anteriores tiene en cuenta y en proporciones razonables los tres criterios que permiten un desarrollo sostenible de la gestión de los residuos; es decir, los pilares económico, ambiental y social.

Por último, la metodología desarrollada en este documento puede ser empleada en otras regiones, debido a la amplitud de campos en los que se pueden aplicar los criterios y subcriterios empleados. Por tanto, los resultados de este estudio constituyen una gran contribución a las empresas u organismos encargados de la gestión de los residuos domésticos. Como principal línea de investigación futura, esta amplitud de aplicación de los criterios hace pensar en la posibilidad de automatizar el análisis descrito en este documento mediante un software.

REFERENCIAS

- (INE), I. N. d. E., 2016. *Demografía y Población*, s.l.: s.n.
- Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, J. d. E., 2009. *Plan Integral de Residuos de Extremadura (PIREX) 2009-2015*. s.l.:s.n.
- Database of Waste Management Technologies - Cost of Waste Treatment Technologies, s.f. *Waste Control*. [En línea]
Available at: <http://www.epem.gr/waste-c-control/database/default.htm>
- Dirección General de Medio Ambiente, J. d. E., 2015. *Versión Inicial del Plan Integral de Residuos de Extremadura (PIREX) 2016-2022*. s.l.:s.n.
- ECOVIDRIO, 2016. *Ecovidrio*. [En línea]
Available at: <http://www.ecovidrio.es>
- Gallardo Izquierdo, A., 2012. *Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONOMA)*. s.l., s.n.
- Gallardo Izquierdo, A., 2014. *Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONOMA)*. s.l., s.n.
- Hogg, D., 2001. *Costs for Municipal Waste Management*. Comisión Europea., s.l.: s.n.
- Hwang, C. & Yoon, K., 1981. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. New York: Springer-Verlag., s.l.: s.n.
- INE, I. N. d. E., 2016. *Demografía y Población* (<http://www.ine.es/>). [En línea]
[Último acceso: 2016].
- Junta de Extremadura, C. d. A. D. R. M. A. y. E., 2015. *extremambiente.gobex*. [En línea] Available at:
http://extremambiente.gobex.es/index.php?option=com_content&view=article&id=2238&Itemid=578
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases*. (1997) BOE» núm. 99, de 25 de abril de 1997,pp. 13270-13277.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados* (2011) BOE, 30 de Junio de 2011, núm.181.
- Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, 2013. *Gestión de biorresiduos de competencia municipal. Guía para la implantación de la recogida separada y tratamiento de la fracción orgánica*, s.l.: s.n.
- Ministerio de Agricultura, A. y. M. A., 2015. *Plan Estatal Marco de gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022*. s.l.:s.n.
- Ministerio de fomento, 2016. *Instituto Geográfico Nacional (IGN)*. [En línea] Available at:
http://www.ign.es/espmap/mapas_clima_bach/pdf/Clima_Mapas_05texto.pdf
- Ministerio de Medio Ambiente, 2001. *Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero*. s.l.:s.n.
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2008. *Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE*. s.l.:s.n.
- Saaty, T., 1980. *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation*, s.l.: M cGraw-Hill.

Smith, A. & otros, y., 2001. *Waste Management Options and Climate Change. Final report to the European Commission, DG Environment.*, s.l.: s.n.

Tellus Institute with Sound Resource Management, 2010. *More Jobs, Less Pollution: Growing the Recycling Economy in the U.S.*, s.l.: s.n.

ANEJO 1: Municipios dependientes del Área de Gestión de Mirabel

El conjunto de municipios a los que da servicio el Ecomunicipio de Mirabel se detalla a continuación. Diferenciándose el sistema de recogida en lo que respecta a la recogida de residuo municipal mezcla (fracción resto) y la recogida de envases ligeros, e incluyendo los habitantes que abarca el Área de Gestión de Mirabel. (Fuente: INE, 2016).

MUNICIPIOS INCLUIDOS EN LA RECOGIDA DE LA FRACCIÓN RESTO

Así se diferencia:

- Vertidos que van directos desde los municipios o después de haber realizado la recogida en la agrupación de municipios hasta el Ecomunicipio de Mirabel.
- Satélite-Nodriza: Sistema de recogida basado en camiones satélites que se encargan de la recogida de los residuos en los diferentes municipios y descargan en camiones de mayor capacidad, nodrizas, que llegan al Ecomunicipio de Mirabel.
- Sistema que se apoya en la Estación de Transferencia (E.T) de Coria, donde van a parar los residuos, desde allí un camión de mayor capacidad llevará los residuos hasta el Ecomunicipio de Mirabel.

SISTEMA DE RECOGIDA	POBLACIÓN/ZONA	HABITANTES
DIRECTOS HASTA MIRABEL	<i>Plasencia (Municipio)</i>	40.755
	<i>Malpartida de Plasencia (Municipio)</i>	4.714
	<i>Montehermoso (Municipio)</i>	5.844
	<i>Agrupación Valle del Alagón</i>	8.660
	<i>Agrupación de Riberos del Tajo</i>	4.686
SATÉLITE-NODRIZA	<i>Nodriza del Valle del Jerte</i>	11.181
	<i>Nodriza del Valle de Ambroz</i>	7.967
	<i>Nodriza de Sierra de Gata (Gata)</i>	8.136
	<i>Nodriza de Sierra de Gata (Cilleros)</i>	5.971
	<i>Nodriza de las Hurdes - 1</i>	6.338
	<i>Nodriza de las Hurdes - 2</i>	9.115
E.T	<i>Estación de Transferencia de Coria</i>	31.788
	TOTAL	145.155

Directos hasta Mirabel

Municipios	HABITANTES
<i>Plasencia (Municipio)</i>	40.755
<i>Malpartida de Plasencia (Municipio)</i>	4.714
<i>Montehermoso (Municipio)</i>	5.844

Agrupación Valle del Alagón	HABITANTES
Aceituna.	623
Alagón del Río	923
Aldehuela del Jerte.	367
Calzadilla.	501
Carcaboso.	1.136
Galisteo	992
Guijo de Coria.	216
Guijo de Galisteo.	1.576
Huelaga	220
Morcillo.	407
Pozuelo de Zarzón.	483
Valdeobispo.	701
Villa del Campo.	515
TOTAL.	8.660

Agrupación de Riberos del Tajo	HABITANTES
Cañaverál.	1.081
Casas de Millán.	653
Mirabel.	687
Serradilla.	1.637
Torrejón el Rubio.	628
TOTAL.	4.686

Sistema Satélite-Nodriza

Nodriza del Valle del Jerte	HABITANTES
Barrado.	434
Cabezuela del Valle.	2.267
Cabrero.	356
Casas del Castañar.	604
El Torno.	956
Jerte.	1.282
Navaconcejo.	2.030
Piornal.	1.555
Rebollar.	219
Tornavacas.	1.144
Valdastilla.	334
TOTAL.	11.181

Nodriza del Valle de Ambroz	HABITANTES
Abadía.	336
Aldeanueva del Camino.	791
Baños de Montemayor.	774
Casas del Monte.	828
La Garganta.	446
Gargantilla.	409
Hervás.	4.194
Segura de Toro.	189
TOTAL.	7.967

Nodriza de Sierra de Gata (Gata)	HABITANTES
Acebo.	569
Cadalso.	468
Descargamaría.	147
Gata.	1.593
Hernan Pérez.	485
Hoyos.	934
Perales del Puerto.	970
Robledillo de Gata.	99
Santibañez El Alto.	349
Torre de Don Miguel	503
Torrecilla de los Ángeles.	653
Villamiel.	518
Villanueva de la Sierra.	460
Villasbuenas de Gata.	388
TOTAL.	8.136

Nodriza de Sierra de Gata (Cilleros)	HABITANTES
Cilleros.	1.757
Eljas.	941
San Martín de Trevejo.	851
Valverde del Fresno.	2.422
TOTAL.	5.971

Nodriza de las Hurdes - 1	HABITANTES
Caminomorisco.	1.268
Casar de Palomero.	1.245
Casares de las Hurdes.	449
Ladrillar.	222
Nuñomoral.	1.392
Pinofranqueado.	1.762
TOTAL.	6.338

Nodriza de las Hurdes - 2	HABITANTES
Cerezo.	186
La Pesga.	1.130
Marchagaz.	220
Mohedas de Granadilla.	849
Palomero.	378
Santa Cruz de Paniagua-El Bronco	326
Ahigal	1.421
Guijo de Granadilla.	581
Santibañez El Bajo.	738
Cabezabellosa.	381
Jarilla.	146
La Granja.	357
Oliva de Plasencia.	336
Villar de Plasencia.	223
Zarza de Granadilla.	1.843
TOTAL.	9.115

Transferencia en la E.T. Coria

<i>Estación de Transferencia de Coria</i>	HABITANTES
Coria.	12.930
Agrupación Moraleja.	7.826
Agrupación Rivera de Fresnedosa.	11.032
TOTAL	31.788

Agrupación Moraleja.	
Moraleja	6.963
Vegaviana	863
TOTAL	7.826

Agrupación Rivera de Fresnedosa.	
Acehuche.	822
Cachorrilla.	93
Casas de Don Gómez.	301
Casillas de Coria.	416
Ceclavin.	1.943
Holguera.	692
Pedroso de Acim.	104
Pescueza.	165
Portaje.	397
Portezuelo.	246
Riolobos	1.310
Torrejoncillo.	3.184
Zarza la Mayor.	1.359
TOTAL	11.032

MUNICIPIOS INCLUIDOS EN LA RECOGIDA DE ENVASES LIGEROS

En el caso de la recogida selectiva de los residuos de envases ligeros (contenedor amarillo), además de los municipios contemplados en la recogida mezcla se incluye la Mancomunidad Sierra de San Pedro (14.649 habitantes), que sumados al resto habitantes en los municipios anteriores, hace que la recogida selectiva de envases ligeros atienda a 159.804 habitantes.

Mancomunidad Sierra de San Pedro	HABITANTES
Cedillo	490
Herrera de Alcántara	270
Santiago de Alcantara	583
Carbajo	217
Membrío	695
Valencia de Alcántara	5699
San Vicente de Alcántara	5689
Salorino	630
Herreruela	376
TOTAL.	14.649
TOTAL HABITANTES (RECOGIDA DE EELL)	159.804

ANEJO 2: Material recuperado en el Área de Gestión de Mirabel

Para poder conocer el porcentaje de material recuperado en el área de estudio, es necesario conocer la generación de cada uno de los materiales. Únicamente se dispone de datos dependientes de la gestión de la Planta de Mirabel, es decir, fracción resto y envases ligeros.

Es necesario conocer la cantidad de residuos depositados en el contenedor azul (Papel-Cartón) e iglú verde (Vidrio). Estas cantidades se han determinado mediante dos procedimientos:

- Primer procedimiento: Reparto proporcional en el Área de Gestión de Mirabel.
- Segundo procedimiento: A partir del ratio Kg/hab·día.

PRIMER PROCEDIMIENTO: REPARTO PROPORCIONAL EN EL ÁREA DE GESTIÓN DE MIRABEL

Siendo la evolución de toneladas anuales de residuos domésticos y similares tratadas por área de gestión las siguientes.

AÑO	Mérida (Tn)	Talarrubias (Tn)	Badajoz (Tn)	Villanueva de la Serena (Tn)	Mirabel (Tn)	Navalmoral de la Mata (Tn)	Cáceres (Tn)	No comarcalizable (Tn)	TOTAL (Tn)
2014	107.475	12.491	108.269	83.805	51.725	40.963	56.125	52.718	513.572
2015	108.366	12.235	109.248	85.337	51.295	41.490	57.965	56.692	522.616
%	20,80%	2,35%	20,97%	16,38%	9,85%	7,96%	11,13%	10,88%	100,00%

Se observa que la cantidad de residuos domésticos y similares que alcanza la gestión del Eco Parque de Mirabel es en torno a 51.000 toneladas, correspondientes al **9,85%** del total de residuos generados en la comunidad en 2015. Esta cantidad de residuos gestionados, como se describe en el apartado **2.3**, corresponde a mezcla de residuo municipal, envases ligeros, particulares y voluminosos.

En cambio, los residuos domésticos y similares que no alcanzan los ecoparques, cuya recogida y tratamiento corresponden a otros gestores, son el papel y cartón, vidrio, aceite vegetal, medicamentos, ropa y RAEE. La cantidad de residuos destinados a la recogida selectiva de Papel-Cartón y Vidrio alcanzan las **40.151 y 8.003 toneladas**, respectivamente.

Residuo	Mérida (Tn)	Talarrubias (Tn)	Badajoz (Tn)	Villanueva (Tn)	Mirabel (Tn)	Navalmoral (Tn)	Cáceres (Tn)	No comarcalizable (Tn)	TOTALES (Tn)	
Mezcla residuo municipal	87.582,6	11.374,1	94.545,8	78.132,3	45.137,7	37.623,9	51.168,6		405.565,31	77,60%
Envases ligeros	2.989,32	349,22	1.918,94	1.385,12	1.712,98	890,16	1.552,01	-	10.797,75	2,07%
Residuos de pequeñas empresas	11.471,58	148,20	4.754,34	3.989,36	1.324,72	2.009,84	1.992,94	-	25.690,98	4,92%
Voluminosos	6.321,08	363,54	8.028,06	1.830,54	3.116,66	965,66	3.245,34	-	23.870,88	4,57%
Pilas	-	-	-	-	-	-	-	59,32	59,32	0,01%
Papel y cartón	-	-	-	-	-	-	-	40.151,00	40.151,00	7,68%
Vidrio	-	-	-	-	-	-	-	8.002,92	8.002,92	1,53%
Aceite vegetal	-	-	-	-	-	-	-	1.664,81	1.664,81	0,32%
Medicamento	-	-	-	-	-	-	-	98,046	98,046	0,02%
Ropa	-	-	-	-	-	-	-	789,59	789,59	0,15%
RAEE	-	-	-	-	-	-	-	5.925,86	5.925,86	1,13%
TOTALES	108.366	12.235	109.248	85.337	51.295	41.490	57.965	56.692	522.616	100%

A partir de estos datos y a falta de datos exactos a cerca de estos residuos generados concretamente en el área de estudio (Mirabel), se ha considerado que la cantidad de residuos en los contenedores azul (papel y cartón) e iglú verde (vidrio) generados en el Área de Mirabel corresponde al 9,85 % del total generado. Es decir, se realiza un reparto proporcional a los datos conocidos, la proporción de residuos tratados en Mirabel respecto al resto de Extremadura.

TIPO DE RESIDUO	TOTAL Extremadura (Tn)	Área de Gestión de Mirabel (Tn)	
Papel y Cartón	40.151,00	3.954,87	9,85%
Vidrio	8.002,92	788,29	9,85%

SEGUNDO PROCEDIMIENTO: A PARTIR DEL RATIO (kg/hab-año)

Por otro lado, se conoce la aportación por habitante a la recogida selectiva de residuos domésticos en Extremadura fue para el caso de papel-cartón de 10,9 kg/hab-año (Ecoembes 2015) y 7,2 kg/hab-año para el vidrio (Ecovidrio, 2015).

	Papel y Cartón (kg/hab-año)	Vidrio (kg/hab-año)
Extremadura	10,9	7,2
España	15,1	15,5

A partir de estos ratios obtenemos de nuevo la cantidad de residuos generados en el Área de Gestión de Mirabel. La población en esta área es de 145.155 habitantes (INE, 2016)

TIPO DE RESIDUO	RATIO (kg/hab-año)	Generado en el Área de Gestión de Mirabel (Tn)
Papel y Cartón	10,9	1.582,2
Vidrio	7,2	1.045,1

Finalmente se ha optado por el empleo de los datos obtenidos mediante el segundo procedimiento. Es decir la **generación de residuos papel-cartón y vidrio son de 1582,2 y 1045,1 toneladas**, respectivamente.

Con todo lo anterior se calcula la generación de residuos municipales en el Área de Gestión de Mirabel. Conociendo la composición de cada contenedor podemos determinar finalmente los residuos generados por material en cada uno de los contenedores existentes en el Área de Mirabel.

En el caso de la composición del contenedor azul (papel-cartón) e iglú verde (vidrio), se han tomado datos de composición a nivel nacional, disponibles en el PEMAR (2016-2022). Siendo estas dos fracciones en Extremadura las que más próximas se encuentran con la composición a nivel nacional.

Así, se exponen el conjunto de caracterizaciones de los cuatro contenedores existentes en el Área de Gestión de Mirabel.

De esta forma, sabiendo el material generado y el material recuperado, se fija el porcentaje de recuperación de materiales y se comparan con los objetivos de reciclaje establecidos.

CONTENEDOR FRACCIÓN "RESTO"

PROCEDENCIA	GENERACIÓN (Tn)		
Fracción resto	46.493,690		
Voluminosos	3.116,660		
Particulares	1.325		
	50.935,070		
COMPOSICIÓN		%	Tn
ENVAESES LIGEROS			
EE.LL	Plásticos PET	1,882	958,436
	Plásticos PEAD Natural	0,146	74,313
	Plásticos PEAD Color	0,889	452,856
	Plásticos PVC	0,031	15,744
	Plásticos Film (excepto bolsas de un solo uso)	5,981	3046,204
	Plásticos Film bolsas de un solo uso	0,000	0,000
	Plásticos Resto de Plásticos	2,470	1258,302
	Metales Acero	4,495	2289,610
	Metales Aluminio	0,202	103,110
	Cartón para bebidas	1,766	899,681
Madera	0,197	100,583	
RESTO			
Fracción resto	Materia orgánica	20,173	10274,878
	Resto de jardín y podas	6,222	3169,401
	Celulosas	7,325	3730,981
	Textiles	6,961	3545,835
	Madera no envase	1,288	655,823
	Madera Envase Comercial Industrial	0,000	0,000
	Vidrio (envases)	2,239	1140,211
	Plásticos no envases	2,990	1522,911
	Film bolsas de basura	2,567	1307,486
	Plástico Envase Comercial Industrial	0,298	151,583
	Film Comercial/Industrial	0,569	289,749
	Resto de obras menores	0,604	307,745
	Acero no envases	1,106	563,534
	Acero Envase Comercial Industrial	0,096	49,025
	Aluminio no envases	0,060	30,561
	Aluminio Envase Comercial Industrial	0,000	0,000
	Otros (orgánico)	15,707	8000,371
Otros	2,000	1018,701	
PAPEL Y CARTÓN			
Papel-Cartón	Papel Impreso	11,738	5978,723
	Envase Doméstico con Pto. Verde		
	Envase Doméstico sin Pto. Verde		
	Envase Comercial con Pto. Verde		
	Envase Comercial sin Pto. Verde		

CONTENEDOR DE ENVASES LIGEROS

PROCEDENCIA	GENERACIÓN (Tn)		
EE.LL	1.712,98		
COMPOSICIÓN		%	Tn
ENVAES LIGEROS			
EE.LL	Plásticos PET	18,29	313,267
	Plásticos PEAD Natural	2,90	49,630
	Plásticos PEAD Color	6,82	116,741
	Plásticos PVC	0,03	0,499
	Plásticos Film (excepto bolsas de un solo uso)	6,91	118,406
	Plásticos Film bolsas de un solo uso	5,51	94,347
	Plásticos Resto de Plásticos	3,95	67,736
	Metales Acero	6,33	108,419
	Metales Aluminio	0,63	10,740
	Cartón para bebidas	8,58	146,947
Madera	0,09	1,456	
RESTO			
Fracción resto	Materia orgánica	2,93	50,275
	Resto de jardín y podas	1,20	20,587
	Celulosas	1,61	27,615
	Textiles	1,96	33,591
	Madera no envase	0,87	14,937
	Madera Envase Comercial Industrial	0,00	0
	Vidrio (envases)	2,23	38,166
	Plásticos no envases	4,64	79,444
	Film bolsas de basura	2,11	36,183
	Plástico Envase Comercial Industrial	1,33	22,748
	Film Comercial/Industrial	4,40	75,376
	Resto de obras menores	0,27	4,596
	Acero no envases	0,79	13,609
	Acero Envase Comercial Industrial	0,03	0,585
	Aluminio no envases	0,06	1,093
	Aluminio Envase Comercial Industrial	0,00	0
	Otros Aceros	4,09	70,097
Otros	0,50	8,564	
PAPEL Y CARTÓN			
Papel-Cartón	Papel Impreso	10,94	187,413
	Envase Doméstico con Pto. Verde		
	Envase Doméstico sin Pto. Verde		
	Envase Comercial con Pto. Verde		
	Envase Comercial sin Pto. Verde		

CONTENEDOR DE VIDRIO

PROCEDENCIA	GENERACIÓN (Tn)		
Vidrio	1045,100		
	COMPOSICIÓN	%	Tn
	Vidrio envases	98,30	1027,330
	NO SOLICITADO		
	Vidrio no envases	0,10	1,050
	Plástico envase	0,70	7,320
	Plástico no envase	0,00	0,000
	Metal envase	0,30	3,140
	Metal no envase	0,00	0,000
	Bricks	0,00	0,000
	P/C doméstico	0,10	1,050
	P/C industrial	0,00	0,000
	P/C no envase	0,10	1,050
	Madera envase	0,00	0,000
	Madera no envase	0,00	0,000
	Biorresiduo	0,10	1,050
	Textiles	0,00	0,000
	Textiles sanitarios	0,00	0,000
	RAEEs	0,00	0,000
	Pilas y acumuladores	0,00	0,000
	Tierras y escombros	0,00	0,000
	Otros	0,20	2,090

CONTENEDOR DE PAPEL-CARTÓN

PROCEDENCIA	GENERACIÓN (Tn)		
PyC	1582,200		
	COMPOSICIÓN	%	Tn
	Papel-Cartón envases domésticos	19,10	302,200
	Papel-Cartón envases industrial	35,30	558,520
	Papel-Cartón no envases	41,80	661,360
	NO SOLICITADO		
	Metales envases	0,10	1,580
	Metales no envases	0,00	0,000
	Vidrio envases	0,20	3,160
	Vidrio no envases	0,00	0,000
	Plásticos envases	1,00	15,820
	Plásticos no envases	0,30	4,750
	Madera envases	0,10	1,580
	Madera no envases	0,40	6,330
	Brick	0,20	3,160
	Biorresiduo	0,60	9,490
	Textiles	0,40	6,330
	Textiles sanitarios	0,10	1,580
	RAEEs	0,10	1,580
	Tierras y escombros	0,10	1,580
	Otros	0,20	3,160

ANEJO 3: Cantidades de residuos a tratar

ENTRADA DE ENVASES LIGEROS EN LA PLANTA DE MIRABEL

Se recogen las cantidades de envases ligeros (EE.LL) que llegaron a la planta durante 2015, indicándose la procedencia de estos. Siendo descargados en la playa de descarga de la planta de selección de envases ligeros.

PROCEDENCIA EE.LL	CANTIDAD (Tn)
VALLE DEL JERTE	144,460
SIERRA DE GATA	136,140
MANC. VALLE DEL ALAGÓN	102,040
MIRABEL	5,360
MALPARTIDA DE PLASENCIA	104,340
CORIA LATERAL	134,360
MORALEJA LATERAL	76,880
PLASENCIA (lateral)	308,440
PLASENCIA (trasera)	210,620
RIBERA FRESNEDOSA	82,200
MANC. HURDES	51,960
VALLE DE AMBROZ	90,940
TRASIERRA TIERRAS DE GRANADILLA	91,440
MANC. RIBEROS DEL TAJO	41,840
MANCOMUNIDAD SIERRA DE SAN PEDRO	38,520
MONTEHERMOSO	93,440
TOTAL	1.712,980,00

ENTRADA DE RESIDUO MEZCLA MUNICIPAL, VOLUMINOSOS Y DE PARTICULARES

Igualmente se recogen las cantidades de residuos procedentes del contenedor verde-marrón, fracción resto, recogidos a lo largo de 2015. Además de otros residuos como son los voluminosos y los procedentes de diferentes particulares y pequeñas empresas. También gestionados en la planta de Mirabel por los mismo tratamientos que los recogidos directamente de los contenedores de fracción resto. Estos residuos se descargan en la playa de descarga de la planta TMB.

R.S.U procedente del contenedor todo-uno (resto)	
PPROCEDENCIA	CANTIDADES (Tn)
Agrup. Valle del Jerte	3.693,280
Agrup. Valle del Ambroz	3.516,420
Agrup. de las Hurdes.I	1.989,340
Agrup. Riberos del Tajo.	1.867,860
Agrup. Sierra de Gata.	4.995,820
Plasencia	11.819,320
Agrup. Valle del Alagón	2.706,480
Montehermoso.	1.483,940
Malpartida de Plasencia	1.498,360
Agrup. de las Hurdes.II	2.427,240
Coria	3.975,120
Agrup. Moraleja	2.619,170
Agrup. Rivera de Fresnedosa.	3.901,340
TOTAL	46.493,690

Voluminosos que llegan al Ecoparque de Mirabel	
PROCEDENCIA	CANTIDADES (Tn)
Ayuntamiento de Coria	54,260
Agrup. Valle del Jerte	90,520
Agrup. Valle del Ambroz	97,480
Agrup. de las Hurdes I	96,860
Agrup. Riberos del Tajo	19,360
Agrup. Sierra de Gata	91,180
Ayuntamiento de Plasencia	2.406,180
Agrup. Valle del Alagon	70,740
Ayto. de Montehermoso	46,120
Ayto. de Malpartida de Plasencia	4,200
Agrup. Ribera de Fresnedosa	0,000
Agrup. de las Hurdes II	30,140
Planta de Transferencia de Coria (Voluminosos)	109,620
TOTAL	3.116,660

Residuos procedentes de particulares	
PROCEDENCIA	CANTIDADES (Tn)
Particulares sin Contrato	22
ASOCIACION RETO A LA ESPERANZA	43
SOVENA ESPAÑA, S.A.	186
Muebles Vilu	2
CONSERVAS EL CIDACOS, S.A.	108
GRUPO ALBA INTERNAC., S.L.L.	16
MANIP. Y RECUPER. MAREPA, S.A.	571
CONSERVAS FERRER, S.A.	14
HIERROS DÍAZ, S.A.	5
Recuperacines Vivas.-	4
TRANS. GRUAS MALPARTIDA, S.L.	46
Calvarro,S.L	0
CESPA GESTIÓN DE RESIDUOS, S.A.	137
MUEBLES GIMÉNEZ PLASENCIA, S.L.	5
CONTENE. Y TRANSP. TREY, S.L.	4
Maximo Callejo, S.L	1
Construcciones Pascual	1
Duran Cocinas Complementos	1
TRAGSA	0
VELASCO Y SOLANO, S.L.	2
SEBASTIÁN REYES VALIENTE	8
VALGREN	20
AÑURI, S.A.	2
U.T.E. COMARCA DE GATA	11
U.T.E. CACERES NORTE	9
VALORIZACIONES ORGANICAS AGRICOLAS	23
PESOMA SPORTS	0
GESECO RESIDUOS, S.L	22
ARAPLASA DE RESIDUOS, S.A.	5
SISTEMAS DE AUTOMATISMO Y CONTROL, S.A.	19
UTE AMBIENTAL AMBROZ-CAMPO ARAÑUELO	17
COBRA INSTALACIONES Y SERVICIOS	11
GAS VAPOR, S.L	5
INDRAGUA INGENIERIA	2
PRONOEX 2003	1
TOTAL	1.325

ANEJO 4: Caracterización de residuos

Playa de descarga del contenedor envases ligeros. 2014

	2014					
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Plásticos PET	19,75	20,98	16,14	20,21	16,47	14,57
Plásticos PEAD Natural	3,01	3,80	2,98	3,47	3,03	2,51
Plásticos PEAD Color	8,60	5,74	6,53	6,17	7,65	4,55
Plásticos PVC	0,02	0,00	0,00	0,04	0,25	0,00
Plásticos Film (excepto bolsas de un solo uso)	3,32	4,86	6,13	6,63	7,94	9,64
Plásticos Film bolsas de un solo uso	2,64	3,72	5,07	6,18	7,05	6,56
Plásticos Resto de Plásticos	3,61	3,45	3,55	4,49	6,67	2,67
Metales Acero	8,59	5,81	6,57	5,05	6,04	5,03
Metales Aluminio	0,67	0,81	0,61	0,36	0,79	0,61
Cartón para bebidas	8,96	7,33	8,41	6,19	7,02	5,48
Madera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,15
Materia orgánica	1,43	1,71	6,01	1,46	2,44	2,64
Resto de jardín y podas	2,30	0,26	0,00	0,57	0,64	0,61
Celulosas	2,98	2,53	5,93	1,02	1,12	0,46
Textiles	3,24	4,08	3,33	2,67	2,45	3,39
Madera no envase	1,01	1,06	1,68	0,70	1,53	0,34
Madera Envase Comercial Industrial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vidrio (envases)	1,36	3,10	0,40	9,87	3,17	0,34
Plásticos no envases	3,88	5,81	6,15	3,04	4,72	5,44
Film bolsas de basura	1,08	1,21	1,72	2,73	2,31	2,59
Plástico Envase Comercial Industrial	2,65	2,52	1,50	0,96	1,21	2,41
Film Comercial/Industrial	2,15	4,17	3,07	5,82	1,40	6,62
Resto de obras menores	1,10	1,32	0,00	0,30	0,00	0,00
Acero no envases	2,40	1,05	0,55	0,74	0,53	0,48
Acero Envase Comercial Industrial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00
Aluminio no envases	0,23	0,05	0,00	0,04	0,00	0,43
Aluminio Envase Comercial Industrial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros	3,40	3,89	3,76	3,82	5,97	4,69
Papel Impreso	11,63	10,75	9,91	7,46	8,68	17,80
Envase Doméstico con Pto. Verde						
Envase Doméstico sin Pto. Verde						
Envase Comercial con Pto. Verde						
Envase Comercial sin Pto. Verde						
Vidrio	1,36	3,10	0,40	9,87	3,17	0,34
EE.LL	59,17	56,50	55,99	58,80	63,44	51,77
Fracción resto	27,85	29,66	33,70	23,87	24,73	30,10
Papel Cartón	11,63	10,75	9,91	7,46	8,68	17,80

Playa de descarga del contenedor envases ligeros. 2015

	2015						MEDIA
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Plásticos PET	18,13	18,44	21,00	16,66	18,99	18,11	18,29
Plásticos PEAD Natural	3,42	2,69	2,51	2,82	2,14	2,39	2,90
Plásticos PEAD Color	7,68	7,03	7,30	6,65	7,72	6,16	6,82
Plásticos PVC	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,03
Plásticos Film (excepto bolsas de un solo uso)	6,93	8,04	8,07	6,61	6,94	7,84	6,91
Plásticos Film bolsas de un solo uso	4,95	6,89	6,72	5,68	5,76	4,87	5,51
Plásticos Resto de Plásticos	3,64	3,97	4,07	2,85	4,10	4,38	3,95
Metales Acero	6,49	6,15	6,12	6,11	5,89	8,10	6,33
Metales Aluminio	0,53	0,61	0,74	0,84	0,26	0,69	0,63
Cartón para bebidas	6,93	6,46	8,54	5,64	6,23	7,75	8,58
Madera	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,26	0,09
Materia orgánica	2,08	2,55	2,73	3,63	2,65	5,89	2,93
Resto de jardín y podas	1,37	0,30	0,00	4,65	1,06	2,66	1,20
Celulosas	3,53	0,76	1,92	1,66	0,03	3,41	1,61
Textiles	2,31	2,16	2,36	3,10	1,84	4,60	1,96
Madera no envase	1,00	0,00	1,08	1,27	0,17	0,62	0,87
Madera Envase Comercial Industrial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vidrio (envases)	0,18	1,45	2,81	1,23	0,40	2,43	2,23
Plásticos no envases	6,66	3,54	3,31	3,56	5,87	3,67	4,64
Film bolsas de basura	2,05	2,05	2,51	2,43	2,49	2,18	2,11
Plástico Envase Comercial Industrial	2,93	0,00	0,27	0,61	0,88	0,00	1,33
Film Comercial/Industrial	4,01	6,82	3,43	6,07	7,53	1,71	4,40
Resto de obras menores	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,09	0,27
Acero no envases	0,92	0,57	0,36	0,49	0,79	0,65	0,79
Acero Envase Comercial Industrial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Aluminio no envases	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
Aluminio Envase Comercial Industrial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros	3,95	5,38	5,75	5,66	4,55	4,29	4,59
Papel Impreso							
Envase Doméstico con Pto. Verde							
Envase Doméstico sin Pto. Verde	10,29	14,15	8,40	11,25	13,70	7,27	10,94
Envase Comercial con Pto. Verde							
Envase Comercial sin Pto. Verde							
Vidrio	0,18	1,45	2,81	1,23	0,40	2,43	2,23
EE.LL	58,70	60,28	65,07	53,96	58,05	60,55	60,03
Fracción resto	30,83	24,13	23,72	33,54	27,86	29,77	26,81
Papel Cartón	10,29	14,15	8,40	11,25	13,70	7,27	10,94

Playa de descarga del contenedor de fracción resto. 2014

	2014					
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Plásticos PET	1,63	2,49	2,15	1,95	2,33	2,33
Plásticos PEAD Natural	0,15	0,42	0,12	0,29	0,19	0,05
Plásticos PEAD Color	0,93	1,09	1,03	1,21	1,16	0,32
Plásticos PVC	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,02
Plásticos Film (excepto bolsas de un solo uso)	2,87	4,64	6,68	6,11	6,42	5,07
Plásticos Film bolsas de un solo uso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plásticos Resto de Plásticos	1,61	2,37	2,70	2,75	3,94	1,67
Metales Acero	3,10	1,92	1,89	1,33	1,60	1,08
Metales Aluminio	0,18	0,31	0,35	0,27	0,30	0,08
Cartón para bebidas	1,43	1,94	1,88	2,02	2,81	2,07
Madera	0,00	0,00	0,71	0,05	0,23	0,27
Materia orgánica	17,60	14,40	12,67	15,46	13,58	14,57
Resto de jardín y podas	4,58	6,18	6,68	6,79	6,80	11,48
Celulosas	13,61	7,79	7,93	7,30	7,56	8,40
Textiles	4,27	8,92	9,65	12,60	9,55	10,51
Madera no envase	1,47	1,71	1,43	0,98	1,24	1,08
Madera Envase Comercial Industrial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vidrio (envases)	1,71	3,90	2,41	2,94	3,16	2,11
Plásticos no envases	2,52	4,02	2,59	4,00	3,56	2,46
Film bolsas de basura	1,55	1,88	2,68	2,58	2,52	3,15
Plástico Envase Comercial Industrial	0,00	0,00	0,82	0,12	0,43	0,04
Film Comercial/Industrial	0,00	1,29	0,40	0,41	0,25	0,69
Resto de obras menores	1,46	1,96	1,29	0,31	0,74	0,00
Acero no envases	1,65	1,81	0,26	1,15	1,50	1,02
Acero Envase Comercial Industrial	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
Aluminio no envases	0,09	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00
Aluminio Envase Comercial Industrial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros	26,60	15,35	22,41	17,33	17,22	18,95
Papel Impreso						
Envase Doméstico con Pto. Verde						
Envase Doméstico sin Pto. Verde	10,81	15,68	11,31	12,03	12,38	12,41
Envase Comercial con Pto. Verde						
Envase Comercial sin Pto. Verde						
EE.LL	11,87	15,16	17,50	16,01	18,99	12,92
Fracción resto (Solicitado)	75,62	65,27	68,78	69,02	65,48	72,56
Papel-Cartón	10,80	15,68	11,31	12,03	12,38	12,41
Vidrio	1,71	3,90	2,41	2,94	3,16	2,11

Playa de descarga del contenedor de fracción resto. 2015

	2015						MEDIA
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Plásticos PET	2,10	1,42	1,35	1,81	1,63	1,43	1,88
Plásticos PEAD Natural	0,07	0,10	0,09	0,18	0,07	0,05	0,15
Plásticos PEAD Color	1,02	0,85	0,61	0,78	0,93	0,76	0,89
Plásticos PVC	0,03	0,03	0,22	0,01	0,01	0,01	0,03
Plásticos Film (excepto bolsas de un solo uso)	6,71	6,00	6,10	5,94	7,36	7,88	5,98
Plásticos Film bolsas de un solo uso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plásticos Resto de Plásticos	2,79	1,73	3,17	2,28	2,89	1,77	2,47
Metales Acero	1,35	0,67	0,90	1,58	1,32	1,22	4,50
Metales Aluminio	0,09	0,08	0,08	0,29	0,27	0,16	0,20
Cartón para bebidas	1,30	1,35	1,86	1,81	1,45	1,31	1,77
Madera	0,44	0,14	0,14	0,22	0,04	0,15	0,20
Materia orgánica	18,09	30,12	25,88	31,00	17,86	30,88	20,17
Resto de jardín y podas	8,88	6,13	0,65	2,74	11,21	2,57	6,22
Celulosas	8,70	6,20	8,49	8,56	10,26	11,12	7,33
Textiles	8,59	5,76	7,60	4,79	9,27	10,05	6,96
Madera no envase	1,25	0,74	1,52	0,69	0,96	2,41	1,29
Madera Envase Comercial Industrial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vidrio (envases)	1,73	1,81	2,22	2,58	0,84	1,47	2,24
Plásticos no envases	1,79	2,57	3,69	1,85	5,36	1,50	2,99
Film bolsas de basura	2,08	2,51	2,97	2,76	1,88	4,26	2,57
Plástico Envase Comercial Industrial	0,00	0,98	0,00	0,06	0,76	0,38	0,30
Film Comercial/Industrial	0,84	1,53	0,21	0,27	0,97	0,00	0,57
Resto de obras menores	0,00	0,28	1,10	0,13	0,00	0,00	0,60
Acero no envases	0,83	0,56	0,91	1,18	0,71	1,71	1,11
Acero Envase Comercial Industrial	0,53	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,10
Aluminio no envases	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,00	0,06
Aluminio Envase Comercial Industrial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros	18,71	17,86	17,84	18,75	12,76	8,75	17,71
Papel Impreso							
Envase Doméstico con Pto. Verde							
Envase Doméstico sin Pto. Verde	12,14	10,63	12,42	9,63	11,23	10,21	11,74
Envase Comercial con Pto. Verde							
Envase Comercial sin Pto. Verde							
EE.LL	15,89	12,36	14,49	14,88	15,96	14,72	18,06
Fracción resto (Solicitado)	70,26	75,22	70,89	72,92	71,99	73,61	67,97
Papel-Cartón	12,135	10,625	12,42	9,63	11,225	10,21	11,74
Vidrio	1,73	1,81	2,22	2,58	0,84	1,47	2,24

ANEJO 5: Metodología en el cálculo de los recorridos de recogida urbanos

El cálculo de las distancias recorridas por los camiones durante las recogidas urbanas en cada municipio basa en las rutas de recogida disponibles. En este caso, la ruta disponible ha sido la recogida de los contenedores fracción resto y envases ligeros de los municipios del Valle del Ambroz.

En esta mancomunidad existen contenedores para la recogida de los residuos urbanos mezcla (fracción resto) tanto soterrados como aéreos, sin embargo, para el cálculo de las distancias se han considerado como un único tipo de recogida.

Así, se muestran las rutas y contenedores existentes en cada uno de los municipios del Valle del Ambroz, indicándose las distancias entre contenedores.

HERVÁS 1	SOTERRADOS	R.S.U	ENVASE	PAPEL	IGLÚ	RECORRIDO SOTERRADOS (m)	RECORRIDO EE.LL (m)
Fidalgo					1		
c/ de Baros 2	1		1	1		270	270
c/trasera de Diego (Fuente chiquita)	2		2		1	550	550
Glorieta del Sinagoga	1					550	
c/Gabriel y Galán 62			1		1		650
c/Gabriel y Galán 1	1		2		1	300	130
c/La poza 1 (Cine)	2		2		2	190	190
c/El Charco (peatonal)	3		3		2	190	190
Travesía España (El Arbol)	3		3		2	230	230
c/Jesus Sánchez Rodríguez (Mercadillo)	2		1		1	250	250
c/San Antón	1		1	2		600	600
Paseo extremadura 10	1		1	2		140	140
Avda de Piñuelas 4 (Guardia Civil)	1		2		1	450	450
c/Libertad 1 (Villarosa)	2		2		1	220	220
Paseo la Estación 25 (Electra)	2		2		2	270	270
Plaza Convento 3	2					650	
c/Juan de la plaza 1	1					100	
c/Juan de la plaza hospedería			1	1			200
c/La vía	1		1	2		700	550
c/La vía 9 (Puente blanco)	1		1	2		270	270
c/Cervantes	1		1	2		170	170
paraje las esquinas 9	2			2		250	
Avda reina violante	1		1		1	210	210
Avda Francisco Sanz López 72 (Bomberos)	2		1	1		420	420
c/La Mata 8 (Colegio)	2		3		1	500	500
c/La Mata 1 (Seguridad Social)	1		2		1	550	550
Avda de la Reconquista 19 (Farmacia)	1		2		1	300	300
c/Juan Ramón Jimenez (Los Aros)	1		1	2		550	550
c/La Mata (Los Aros)	1					150	
Avda España	2					1000	
SUMA	41		38	17	20	10030	8460

HERVÁS 2	SOTERRADOS	R.S.U	ENVASE	PAPEL	IGLÚ	RECORRIDO Contenedor 'Resto' (m)
club europa		4				
salugral		4		1		950
metal hervas		1				2200
depuradora		3				750
Hnos Izquierdo (Cepsa)		1				1200
fidalgo		1				1200
aluminios lopez		1				200
fidalgo		4				250
distribuciones martin		1				230
calleja de tierra		1				220
fidalgo		2				230
el pote		2				300
c/Subida al calvido		2		1		450
c/Subida al calvido		1				500
c/cuesta		2				200
c/sinagoga		3				290
paraje la estación		4				550
paseo la estación (aceitunero)		4				230
cementerio		4				1300
ermita del Santo Cristo		4				1800
taller hervas		1				1400
carretera aldeanueva		1				1000
carretera aldeanueva		1				400
puente vallecas		4				450
camping pinajarro		6	1	2		500
aldea vetonia		4		1		280
piscina		1				1500
crtra aldeanueva (chalets)		1				0
talleres gallardo		1				2000
taller fidel (peralejo)		1				300
crta aldeanueva (Barquera)		1				0
crta aldeanueva(Chalets Roma)		1				1300
asador roma		1				750
mercadillo		4				4600
hotel sinagoga		2		2		500
El Arbol		1				8500
FP		2				0
SUMA		82	1	7	0	36530

CASAS DEL MONTE	SOTERRADOS	R.S.U	EE.LL	PAPEL	IGLÚ	RECORRIDO SOTERRADOS (m)	RECORRIDO 'Resto' (m)	RECORRIDO EE.LL (m)
carretera de Segura (casa Rural)		1	1				0	0
ctra de segura 45	1					0		
ctra de Sgura 4 (Muebles Martil)	1		1		1	110		400
Avda de Ambroz 1 (panakes)	1		1		2	200		200
CC 153 nº 25 (Parada bus)	1		1		1	100		100
CC 153 nº 44			1		1	100		200
CC153 nº53 (Cooperativa)	1					210		
CC153 nº 59	1		2		1	400		350
c/Ondón 77	1			1		500		
c/Gabriel y Galán 3		2	1			210	650	350
c/Horno 14		1				400	400	
c/caballero 30		1				210	210	
c/caballero 54		1				67	67	
c/caballero 23 (Pilón)		2	1	2		170	170	180
Albergue		2	1	1		450	450	450
Comaro		10				3700	3700	
Iluminado		1				2900	2900	
Piscina	1					900		
	8	21	10	4	6	10627	8547	2230

ALDEANUEVA DEL CAMINO	SOTERRADOS	R.S.U	EE.LL	PAPEL	IGLÚ	RECORRIDO SOTERRADOS (m)	RECORRIDO 'Resto' (m)	RECORRIDO EE.LL (m)
C/Severiano Masides (Las vacas)	1			1		0		
c/Higueral 46 (Forillo)	1		2		1	650		0
Plaza del Mercado	2		1		1	54		54
c/Las Olivas 154	1					154		
c/Rodeo (Centro Salud)	1		1		1	500		654
Autos Ambroz		1					0	
gasolinera repsol		1					1000	
El Roma		4			1		0	
Autosevicio Cepsa		4			1		850	
Montesol		1					400	
Poligono Viejo		1			1		500	
camino laguna		1					1700	
camino vegas (camino piscina)		1					290	
calle las vegas (Piscina)		2		1			1400	500
c/arriba 27 (Iglesia)		2					270	
c/Severiano Massides 24 (Ayuntamiento)	1					270		
travesía Alcazar 5		2					140	
N-630 nº84 (Bebidas)		1					650	
c/Las Olivas 108		2	1	1			600	500
c/Las Olivas 40		1	1	1			180	180
cc138 (Las tres mentiras)		1		2			700	700
cc138 12		1					0	
Residencia la maside		2					350	
Poligono nuevo		2					1400	
Cementerio		1					1300	
Pimientón el angel		2					950	
Talleres melón		1					0	
Sebas		3	2		1		700	
SUMA	7	37	8	6	7	1628	13380	2588

BAÑOS DE MONTEMAYOR	SOTERRADOS	R.S.U	EE.LL	PAPEL	IGLÚ	RECORRIDO SOTERRADOS (m)	RECORRIDO 'Resto' (m)	RECORRIDO EE.LL (m)
C/Castillejo 16(Crtra La Garganta)	1		1	1		0		0
Avda las Termas	1		1	2		400		400
N-630 nº 42 (Piscina)	1		2		1	800		800
Avda Extremadura	1					500		
Avda Extremadura 245			1		1			650
c/Eras 4 (Colegio)	1		2		1	300		300
c/General Franco 37 (Albergue)	1		1	2		400		400
c/Mayor (detrás del Ayuntamiento)	1		2		1	160		160
c/Don Rumualdo (Los Naranjos)	1		2		1	300		300
c/General Mola 15 (Residencia)	2	2	1		1	500	0	500
El Solitario		5					1700	
La Glorieta		1	1	1			400	
Crtra de la Garganta		3					1600	
Renault		1					750	
Balneario norte		3					180	
Avda Extremadura (Salida Baños)		3	1		1		700	
c/Viñas (Pista piscina)		1					600	
Barón de Ley		2					800	
Rutaplat		1					4100	
Las cañadas		10	2				350	
SUMA	10	32	17	6	7	3360	11180	3510

LA GARGANTA	SOTERRADO	R.S.U	EE.LL	PAPEL	IGLÚ	RECORRIDO SOTERRADOS (m)	RECORRIDO 'Resto' (m)	RECORRIDO EE.LL (m)
c/Barrancos 58	1		1	2		0		0
c/Barrancos (Cruze iglesia)					1			
plaza ayuntamiento	1		2		2	60		60
c/Somera 33	1		2	2		260		260
c/trascorales	1		1	1		260		260
c/trascorales (Bajada)	1					100		
c/trascorales 20	1		1	2		100		200
c/trascorales (Iglesia)	1					350		
crystalero		1				500	0	
camping el balcón de extremadura		2				2100	2100	
SUMA	7	3	7	7	3	3730	2100	780

GARGANTILLA	SOTERRADO	R.S.U	EE.LL	PAPEL	IGLÚ	RECORRIDO SOTERRADOS (m)	RECORRIDO 'Resto' (m)	RECORRIDO EE.LL (m)
Avda extremadura (Trasformador)	1		1		1	0		0
Plaza España (Ayuntamiento)	2		2		2	350		350
c/puente Abajo (Polideportivo)	1		2		1	300		300
travesía tristorre (iglesia)		2	1	2			0	450
c/hervas		1					170	
plaza Jose Antonio		2	1	1			190	250
c/Queipo		2					190	
Piscina		3					400	
SUMA	4	10	7	3	4	650	950	1350

SEGURA DE TORO	SOTERRADOS	R.S.U	ENVASE	PAPEL	RECORRIDO SOTERRADOS (m)	RECORRIDO 'Resto' (m)	RECORRIDO EE.LL (m)
carretera (Piscina natural)		1	1		1	0	0
paseo don Luis canalejo		2	1		1	400	400
c/pizarro		2		1		70	
camino cementerio 14		1	1	1		220	150
Avda Don Valentin Gil 14		1	1	2		500	500
SUMA		7	4	4	2	1190	1050

ABADÍA	SOTERRADOS	R.S.U	EE.LL	PAPEL	IGLÚ	RECORRIDO SOTERRADOS (m)	RECORRIDO 'Resto' (m)	RECORRIDO EE.LL (m)
Travesía Juan Carlos I nº1	1		1		1	0		0
Plaza constitución	1		2	1		180		180
c/Pizarro	1		2	1		170		170
c/Gabriel y Galán 37	1					240		
CC 168			1	1				400
Travesía carretera					1			
c/Mayor 7				2				
Piscina		5					0	
Palacio		1					500	
SUMA	4	6	6	5	2	590	500	750

Habiendo analizado las rutas de los camiones de recogida en cada municipio del Valle del Ambroz, se establece la relación entre el número de habitantes y las distancias recorridas en la recogida.

Se ha optado por una relación lineal entre las dos variantes a tener en cuenta, habitantes y distancia recorrida en la recogida. De manera que se ha determinado una ecuación que podamos emplear en el resto de municipios para poder determinar las distancias de recogida en territorio urbano.

Así, conociendo los habitantes de cada municipio que constituye el área de Mirabel se ha determinado de forma aproximada el recorrido (Km) realizado por los camiones de recogida.

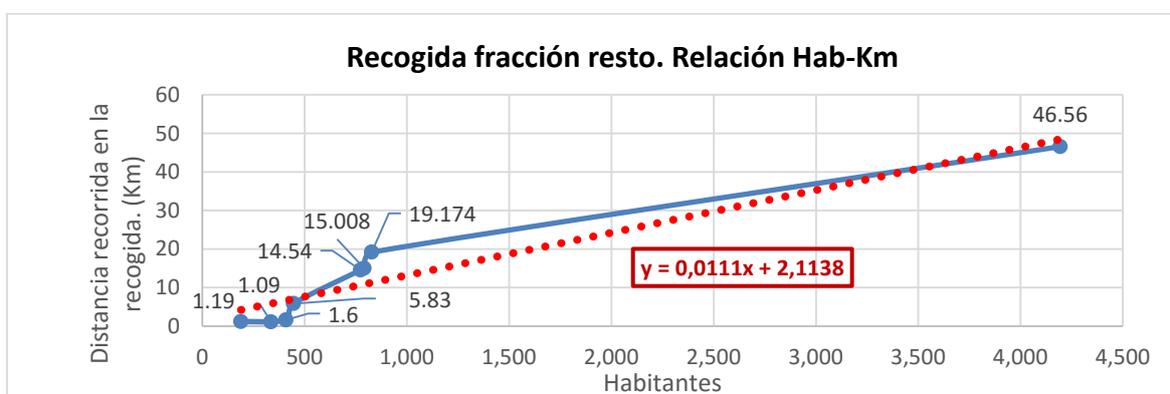
Las ecuaciones a emplear son las siguientes:

- Recogida de contenedor fracción resto: $y = 0,0111x + 2,1138$
- Recogida del contenedor de envases ligeros: $y = 0,0019x + 0,7094$

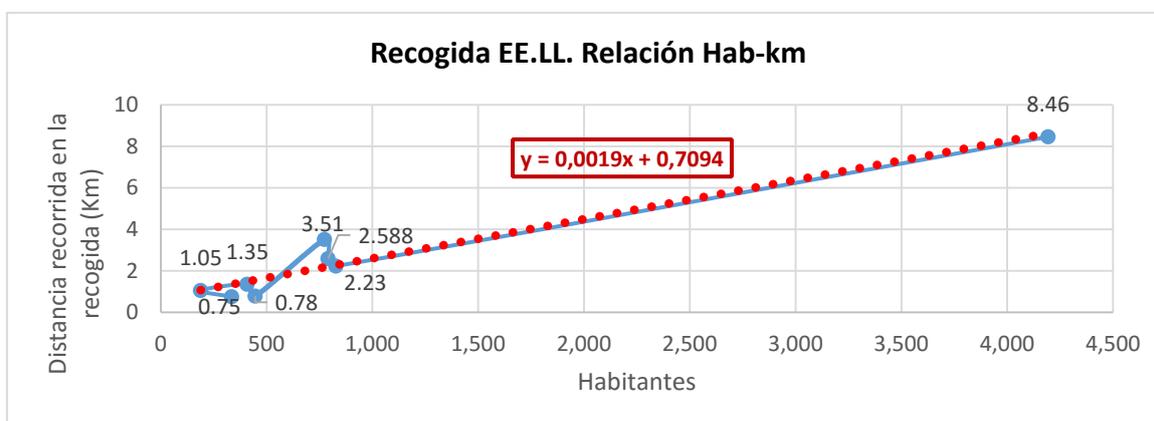
Siendo:

- x : número de habitantes del municipio i (Hab.)
- y : distancia recorrida en la recogida y en el municipio i (km)

RECORRIDO URBANO. FRACCIÓN RESTO			
MUNICIPIO	HABITANTES	RECORRIDO (m)	RECORRIDO (Km)
Hervás	4.194	46560	46,56
Casas del Monte	828	19174	19,174
Aldeanueva del camino	791	15008	15,008
Baños de Montemayor	774	14540	14,54
La Garganta	446	5830	5,83
Gargantilla	409	1600	1,6
Segura de Toro	189	1190	1,19
Abadía	336	1090	1,09



RECORRIDO URBANO. FRACCIÓN ENVASES LIGEROS			
MUNICIPIO	HABITANTES	RECORRIDO (m)	RECORRIDO (Km)
Hervás	4.194	8460	8,46
Casas del Monte	828	2230	2,23
Aldeanueva del camino	791	2588	2,588
Baños de Montemayor	774	3510	3,51
La Garganta	446	780	0,78
Gargantilla	409	1350	1,35
Segura de Toro	189	1050	1,05
Abadía	336	750	0,75



ANEJO 6: Longitud de los recorridos durante la recogida y transporte

Se recogen a continuación la totalidad de kilómetros realizados por los camiones de recogida y transporte de residuos, así se consideran desde los recorridos urbanos, en la recogida de los contenedores en cada municipio y las distancias entre diferentes localidades de una misma mancomunidad o agrupación de pueblos.

Igualmente se indica el tipo de transferencia que se realiza de los residuos y las distancias hasta el Ecoparque de Mirabel.

N	Transferencia en Nodriza
D	Directo hasta Mirabel
E.T	Transferencia en E.T Coria

Se diferencia la recogida del contenedor de fracción resto y el contenedor de envases ligeros.

RECOGIDA Y TRANSPORTE DE LA FRACCIÓN RESTO

Siendo la cantidad de residuos recogida por cada ayuntamiento y agrupación de municipios la siguiente.

R.S.U procedente del contenedor fracción resto				
	PROCEDECENCIA	CANTIDADES (Tn)	VOLUMINOSOS (Tn)	PARTICULARES (Tn)
N	Agrup. Valle del Jerte	3.693,28	90,52	
N	Agrup. Valle del Ambroz	3.516,42	97,48	
N	Agrup. de las Hurdes.I	1.989,34	96,86	
N	Agrup. Sierra de Gata.	4.995,82	91,18	
N	Agrup. de las Hurdes.II	2.427,24	30,14	
D	Agrup. Riberos del Tajo.	1.867,86	19,36	
D	Plasencia	11.819,32	2406,18	
D	Agrup. Valle del Alagón	2.706,48	70,74	
D	Montehermoso.	1.483,94	46,12	
D	Malpartida de Plasencia	1.498,36	4,2	
E.T	Coria	3.975,12	54,26	
E.T	Agrup. Moraleja	2.619,17	0	
E.T	Agrup. Rivera de Fresnedosa.	3.901,34	0	
	Voluminosos de la E.T Coria	-	109,62	
	TOTAL Tm. Urbanas del Área	46.493,69	3.116,66	1.325
	TOTAL		50.935,07	

Recogida mediante transferencia en Nodrizas

<i>Nodrizas Valle del Jerte</i>	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
TORNAVACAS	1.144	14,8	0	
JERTE	1.282	16,3	9,2	
CABEZUELA DEL VALLE	2.267	27,3	6,1	
NAVACONCEJO	2.030	24,6	8,2	
VALDASTILLAS	334	5,8	11,4	
REBOLLAR	219	4,5	2,3	
EL TORNO	956	12,7	5,3	
CASAS DEL CASTAÑAR	604	8,8	12,6	
CABRERO	356	6,1	3,6	
BARRADO	434	6,9	8,9	
PIORNAL	1.555	19,4	9,8	60,7
TOTAL	11.181	147,4	77,4	60,7

<i>Nodrizas Valle del Ambroz</i>	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Gargantilla	423	6,8	0	
Segura de Toro	202	4,4	6	
Casas del Monte	821	11,2	2,8	
Abadía	324	5,7	12,8	
Aldeanueva del camino	796	10,9	4,2	
La Garganta	464	7,3	16	
Baños de Montemayor	782	10,8	6,6	
Hervás	4.180	48,5	7,2	63,6
SUMA	7.992	105,6	55,6	63,6

<i>Nodrizas de Sierra de Gata (Gata)</i>	HABITANTES	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Robledillo de Gata.	518	7,9	0	
Descargamaría.	970	12,9	3,1	
Torrejilla de los Ángeles.	934	12,5	25,4	
Villanueva de la Sierra.	569	8,4	5,7	
Hernan Pérez.	388	6,4	6	
Cadalso.	349	6,0	15,9	
Torre de Don Miguel	1.593	19,8	3,8	
Gata.	503	7,7	5,4	
Santibañez El Alto.	468	7,3	14,2	
Villasbuenas de Gata.	485	7,5	13	
Acebo.	460	7,2	10,7	
Hoyos.	653	9,4	4,7	
Villamiel.	99	3,2	12,9	
Perales del Puerto.	147	3,7	21	77,8
TOTAL.	8.136	119,9	141,8	77,8

<i>Nodrizas de Sierra de Gata (Cilleros)</i>	HABITANTES	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Valverde del Fresno.	2.422	29,0	0	
Eljas.	941	12,6	4,6	
San Martín de Trevejo.	851	11,6	5,4	
Cilleros.	1.757	21,6	19,4	81,1
TOTAL.	5.971	74,7	29,4	81,1

<i>Nodriza de las Hurdes - 1</i>	HABITANTES	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
LADRILLAR	222	4,6	0	
CASARES DE LAS HURDES	449	7,1	20,5	
NUÑOMORAL	1.392	17,6	8,3	
CAMINOMORISCO	1.268	16,2	21,8	
PINOFRANQUEADO	1.762	21,7	4,9	
CASAR DE PALOMERO	1.245	15,9	8,4	69,6
TOTAL	6.338	83,0	63,9	69,6

<i>Nodriza de las Hurdes - 2</i>	HABITANTES	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
La Pesga.	1.130	14,7	0	
Mohedas de Granadilla.	849	11,5	12,1	
Cerezo.	186	4,2	6,3	
Marchagaz.	220	4,6	9,7	
Palomero.	378	6,3	3	
Santa Cruz de Paniagua-El Bronco	326	5,7	5,8	
Santibañez El Bajo.	738	10,3	14,5	
Ahigal	1.421	17,9	3,7	
Guijo de Granadilla.	581	8,6	2,3	
Zarza de Granadilla.	1.843	22,6	12,7	
La Granja.	357	6,1	5,5	
Jarilla.	146	3,7	10	
Villar de Plasencia.	223	4,6	9,2	
Cabezabellosa.	381	6,3	7,8	
Oliva de Plasencia.	336	5,8	14,5	36,2
TOTAL.	9.115	132,9	117,1	36,2

Recogida y transporte directo hasta Mirabel

MUNICIPIOS	HABITANTES	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
<i>Plasencia (Municipio)</i>	40.755	454,5	-	30,5
<i>Malpartida de Plasencia (Municipio)</i>	4.714	54,4	-	26,8
<i>Montehermoso (Municipio)</i>	5.844	67,0	-	47,7
TOTAL.	51.313	575,9	0,0	105,0

Agrupación Valle del Alagón	HABITANTES	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Aceituna.	623	9,0	0	
Pozuelo de Zarzón.	483	7,5	11,5	
Villa del Campo.	515	7,8	1,7	
Guijo de Galisteo.	1.576	19,6	10,1	
Guijo de Coria.	216	4,5	5,5	
Calzadilla.	501	7,7	8	
Huelaga	220	4,6	14,2	
Morcillo.	407	6,6	26,8	
Valdeobispo.	701	9,9	22	
Carcaboso.	1.136	14,7	5,1	
Aldehuela del Jerte.	367	6,2	5,3	
Alagón del Río	923	12,4	9,6	
Galisteo	992	13,1	5,6	28,2
TOTAL.	8.660	123,6	125,4	28,2

Agrupación de Riberos del Tajo	HABITANTES	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Torrejón el Rubio.	628	9,1	0	
Serradilla.	1.637	20,3	21,9	
Casas de Millán.	653	9,4	18,8	
Cañaverál.	1.081	14,1	8,9	
Mirabel.	687	9,7	30	4,1
TOTAL.	4.686	62,6	79,6	4,1

Recogida y tranferencia en la E.T de Coria

MUNICIPIOS	Habitantes	Urbano	Distancia (Km)		
			Hasta el municipio	Hasta E.T. Coria	Desde E.T hasta Mirabel
<i>Coria.</i>	12.930		0	8	43,5

MANC. RIVERA DE FRESNEDOSA	Habitantes	Urbano	Distancia (Km)		
			Hasta el municipio	Hasta E.T. Coria	Desde E.T hasta Mirabel
CASAS DE DON GÓMEZ	301		0		
CASILLAS DE CORIA	416		7,4		
PORTAJE	397		21,4		
PESCUEZA	165		7,8		
CACHORRILLA	93		2,2		
ZARZA LA MAYOR	1.359		26,4		
CECLAVÍN	1.943		11,7		
ACEHÚCHE	822		13,4		
PORTEZUELO	246		14,3		
PEDROSO DE ACIM	104		18,4		
HOLGUERA	692		17,4		
RIOLOBOS	1.310		5,2		
TORREJONCILLO	3.184		17	5,7	43,5
TOTAL	11.032	0,0	162,6	5,7	43,5

Agrupación de Moraleja	Habitantes	Urbano	Distancia (Km)		
			Hasta el municipio	Hasta E.T. Coria	Desde E.T hasta Mirabel
Moraleja	6.963		0		
Vegaviana	863		8	32,4	43,5
TOTAL.	7.826	0,0	8,0	32,4	43,5

RECOGIDA Y TRANSPORTE DE LOS ENVASES LIGEROS

Siendo la cantidad de residuos recogida por cada ayuntamiento y agrupación de municipios la siguiente. Todos los residuos del contenedor envases ligeros, una vez recogidos por los camiones son trasladados directamente hasta el Ecoparque de Mirbael.

EE.LL procedentes del contenedor amarillo		
	PROCEDENCIA EE.LL	CANTIDAD (tn)
D	VALLE DEL JERTE	144,46
D	SIERRA DE GATA	136,14
D	MANC. VALLE DEL ALAGÓN	102,04
D	MIRABEL	5,36
D	MALPARTIDA DE PLASENCIA	104,34
D	CORIA LATERAL	134,36
D	MORALEJA LATERAL	76,88
D	PLASENCIA (lateral)	308,44
D	PLASENCIA (trasera)	210,62
D	RIBERA FRESNEDOSA	82,20
D	MANC. HURDES	51,96
D	VALLE DE AMBROZ	90,94
D	TRASIERRA TIERRAS DE GRANADILLA	91,44
D	MANC. RIBEROS DEL TAJO	41,84
D	MANCOMUNIDAD SIERRA DE SAN PEDRO	38,52
D	MONTEHERMOSO	93,44
TOTAL		1.712,98

Nodriza Valle del Jerte	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
TORNAVACAS	1.144	2,9	0	
JERTE	1.282	3,1	9,2	
CABEZUELA DEL VALLE	2.267	5,0	6,1	
NAVACONCEJO	2.030	4,6	8,2	
VALDASTILLAS	334	1,3	11,4	
REBOLLAR	219	1,1	2,3	
EL TORNO	956	2,5	5,3	
CASAS DEL CASTAÑAR	604	1,9	12,6	
CABRERO	356	1,4	3,6	
BARRADO	434	1,5	8,9	
PIORNAL	1.555	3,7	9,8	60,7
TOTAL	11.181	29,0	77,4	60,7

Nodriza de Sierra de Gata (Gata)	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Robledillo de Gata.	518	1,7	0	
Descargamaría.	970	2,6	3,1	
Torrecilla de los Ángeles.	934	2,5	25,4	
Villanueva de la Sierra.	569	1,8	5,7	
Hernan Pérez.	388	1,4	6	
Cadalso.	349	1,4	15,9	
Torre de Don Miguel	1.593	3,7	3,8	
Gata.	503	1,7	5,4	
Santibañez El Alto.	468	1,6	14,2	
Villasbuenas de Gata.	485	1,6	13	
Acebo.	460	1,6	10,7	
Hoyos.	653	2,0	4,7	
Villamiel.	99	0,9	12,9	
Perales del Puerto.	147	1,0	21	77,8
TOTAL	8.136	25,4	141,8	77,8

Nodriza de Sierra de Gata (Cilleros)	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Valverde del Fresno.	2.422	5,3	0	
Eljas.	941	2,5	4,6	
San Martín de Trevejo.	851	2,3	5,4	
Cilleros.	1.757	4,0	19,4	81,1
TOTAL	5.971	14,2	29,4	81,1

Agrupación Valle del Alagón	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Aceituna.	623	1,9	0	
Pozuelo de Zarzón.	483	1,6	11,5	
Villa del Campo.	515	1,7	1,7	
Guijo de Galisteo.	1.576	3,7	10,1	
Guijo de Coria.	216	1,1	5,5	
Calzadilla.	501	1,7	8	
Huelaga	220	1,1	14,2	
Morcillo.	407	1,5	26,8	
Valdeobispo.	701	2,0	22	
Carcaboso.	1.136	2,9	5,1	
Aldehuela del Jerte.	367	1,4	5,3	
Alagón del Río	923	2,5	9,6	
Galisteo	992	2,6	5,6	28,2
TOTAL	8.660	25,7	125,4	28,2

MUNICIPIOS	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Mirabel.	687	2,0		4,1
Malpartida de Plasencia	4.714	9,7		26,8
Coria.	12.930	25,3		50,3
TOTA	18.331	37	0	81

Agrupación de Moraleja	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Moraleja	6.963	13,9	0	
Vegaviana	863	2,3	8	75,1
TOTAL	7.826	16,3	8,0	75,1

Plasencia	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Plasencia (Municipio)	40.755	78,1	-	30,5

Manc. Rivera de Fresnedosa	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
CASAS DE DON GÓMEZ	301	1,3	0	
CASILLAS DE CORIA	416	1,5	7,4	
PORTAJE	397	1,5	21,4	
PESCUEZA	165	1,0	7,8	
CACHORRILLA	93	0,9	2,2	
ZARZA LA MAYOR	1.359	3,3	26,4	
CECLAVÍN	1.943	4,4	11,7	
ACEHÚCHE	822	2,3	13,4	
PORTEZUELO	246	1,2	14,3	
PEDROSO DE ACIM	104	0,9	18,4	
HOLGUERA	692	2,0	17,4	
RIOLOBOS	1.310	3,2	5,2	
TORREJONCILLO	3.184	6,8	17	38,7
TOTAL	11.032	30,2	162,6	38,7

Nodriza de las Hurdes - 1	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
LADRILLAR	222	1,1	0	
CASARES DE LAS HURDES	449	1,6	20,5	
NUÑOMORAL	1.392	3,4	8,3	
CAMINOMORISCO	1.268	3,1	21,8	
PINOFRANQUEADO	1.762	4,1	4,9	
CASAR DE PALOMERO	1.245	3,1	8,4	69,6
TOTAL	6.338	16,3	63,9	69,6

Nodriza Valle del Ambroz	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Gargantilla	423	1,5	0	
Segura de Toro	202	1,1	6	
Casas del Monte	821	2,3	2,8	
Abadía	324	1,3	12,8	
Aldeanueva del camino	796	2,2	4,2	
La Garganta	464	1,6	16	
Baños de Montemayor	782	2,2	6,6	
Hervás	4.180	8,7	7,2	63,6
TOTAL	7.992	20,9	55,6	63,6

<i>Trasierra Tierras de Granadilla</i>	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
La Pesga.	1.130	2,9	0	
Mohedas de Granadilla.	849	2,3	12,1	
Cerezo.	186	1,1	6,3	
Marchagaz.	220	1,1	9,7	
Palomero.	378	1,4	3	
Santa Cruz de Paniagua-El Bronco	326	1,3	5,8	
Santibañez El Bajo.	738	2,1	14,5	
Ahigal	1.421	3,4	3,7	
Guijo de Granadilla.	581	1,8	2,3	
Zarza de Granadilla.	1.843	4,2	12,7	
La Granja.	357	1,4	5,5	
Jarilla.	146	1,0	10	
Villar de Plasencia.	223	1,1	9,2	
Cabezabellosa.	381	1,4	7,8	
Oliva de Plasencia.	336	1,3	14,5	36,2
TOTAL.	9.115	28,0	117,1	36,2

<i>Agrupación de Riberos del Tajo</i>	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Torrejón el Rubio.	628	1,9	0	
Serradilla.	1.637	3,8	21,9	
Casas de Millán.	653	2,0	18,8	
Cañaverál.	1.081	2,8	8,9	29,4
TOTAL	3.999	10,4	49,6	29,4

<i>Mancomunidad Sierra de San Pedro</i>	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
Cedillo	490	1,6	0	
Herrera de Alcántara	270	1,2	13,5	
Santiago de Alcántara	583	1,8	33,7	
Carbajo	217	1,1	5,8	
Membrío	695	2,0	16,6	
Valencia de Alcántara	5699	11,5	28,3	
San Vicente de Alcántara	5689	11,5	12,2	
Salorino	630	1,9	21	
Herreruela	376	1,4	10,2	113
TOTAL	14.649	34,2	141,3	113,0

<i>Municipio</i>	Habitantes	Distancia (Km)		
		Urbano	Hasta el municipio	Hasta MIRABEL
<i>Montehermoso (Municipio)</i>	<i>5.844</i>	11,8	-	47,7

ANEJO 7: Cantidades recogidas y tratamientos

ALTERNATIVA 1 (Situación actual)						
PLANTA TMB	50935,07 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	2902,169	841,560	29,0	2060,609
		Aluminio	133,671	17,280	12,9	116,391
		PET	958,436	165,840	17,3	792,596
		PEAD	527,169	113,260	21,5	413,909
		BRICK	899,681	0,000	0,0	899,681
		Papel-Cardn	5978,723	1107,020	18,5	4871,703
		PEBD	4643,439	0,000	0,0	4643,439
		Plástico Mezcla	2948,540	0,000	0,0	2948,540
		Vidrio	1140,211	312,220	27,4	827,991
		Madera	756,406	261,860	34,6	494,546
		RAEE	32,900	32,900	0,0	0,000
		Material bioestabilizado	21444,651	2279,380	10,6	8442,945
		El resto de materiales	8570,363	0,000	0,0	8570,363
			50936,359	5131,320		35082,713
PLANTA EE.II	1712,98 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	192,712	165,820	86,0	26,892
		Aluminio	11,834	0,000	0,0	11,834
		PET	313,267	236,480	75,5	76,787
		PEAD	166,372	102,040	61,3	64,332
		BRICK	169,696	145,480	85,7	24,216
		Papel-Cardn	187,413	0,000	0,0	187,413
		PEBD	324,313	122,480	37,8	201,833
		Plástico Mezcla	147,681	64,960	44,0	82,721
		Resto de materiales	199,792	0,000	0,0	199,792
			1713,080	837,260		875,820

ALTERNATIVA 2						
PLANTA TMB	49129,404 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	2844,578	824,860	29,00	2019,718
		Aluminio	131,078	16,945	12,93	114,133
		PET	895,016	154,866	17,30	740,149
		PEAD	492,286	105,766	21,48	386,520
		BRICK	825,462	0,000	0,00	825,462
		Papel-Cardón	5209,962	964,676	18,52	4245,286
		PEBD	4441,871	0,000	0,00	4441,871
		Plástico Mezcla	2864,236	0,000	0,00	2864,236
		Vidrio	621,331	170,137	27,38	451,194
		Madera	755,670	261,605	34,62	494,065
		RAEE	32,900	32,900	-	0,000
		Material bioestabilizado	21444,651	2279,380	10,63	8442,945
		El resto de materiales	8570,362	0,000	0,00	8570,362
TOTAL		49129,404	4811,135		33595,943	
PLANTA EE.II	2232,393 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	247,472	212,938	86,0	34,533
		Aluminio	17,258	0,000	0,0	17,258
		PET	471,491	355,920	75,5	115,571
		PEAD	250,402	153,578	61,3	96,825
		BRICK	243,915	209,108	85,7	34,807
		Papel-Cardón	187,413	0,000	0,0	187,413
		PEBD	431,770	163,062	37,8	268,708
		Plástico Mezcla	182,145	80,120	44,0	102,025
		Resto de materiales	200,5269169	0,000	0,0	200,527
TOTAL		2232,393	1.174,726		1.057,667	

ALTERNATIVA 3						
PLANTA TMB	49129,404 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	2844,578	1649,855	58,00	1194,723
		Aluminio	131,078	33,949	25,90	97,129
		PET	895,016	309,675	34,60	585,340
		PEAD	492,286	211,683	43,00	280,603
		BRICK	825,462	123,819	15,00	701,643
		Papel-Cartón	5209,962	1328,540	25,50	3881,422
		PEBD	4441,871	666,281	15,00	3775,591
		Plástico Mezcla	2864,236	429,635	15,00	2434,601
		Vidrio	621,331	170,137	27,38	451,194
		Madera	755,670	261,605	34,62	494,065
		RAEE	32,900	32,900	-	0,000
		Material bioestabilizado	21444,651	4567,711	21,30	6154,615
		El resto de materiales	8570,362	0,000	0,00	8570,362
TOTAL		49129,404	9785,792		28621,287	
PLANTA EE.II	2232,393 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	247,472	222,725	90,00	24,747
		Aluminio	17,258	7,939	46,00	9,320
		PET	471,491	424,342	90,00	47,149
		PEAD	250,402	185,298	74,00	65,105
		BRICK	243,915	219,523	90,00	24,391
		Papel-Cartón	187,413	37,483	20,00	149,931
		PEBD	431,770	194,296	45,00	237,473
		Plástico Mezcla	182,145	96,537	53,00	85,608
		Resto de materiales	200,527	0,000	0,00	200,527
TOTAL		2232,393	1388,142		844,251	

ALTERNATIVA 4						
PLANTA TMB	45108,158 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	2809,812	814,779	29,00	1995,033
		Aluminio	129,456	16,735	12,93	112,721
		PET	863,024	149,331	17,30	713,693
		PEAD	474,689	101,985	21,48	372,704
		BRICK	817,461	0,000	0,00	817,461
		Papel-Cartón	5082,185	941,017	18,52	4141,168
		PEBD	4310,095	0,000	0,00	4310,095
		Plástico Mezcla	2790,158	0,000	0,00	2790,158
		Vidrio	581,128	159,128	27,38	422,000
		Madera	748,919	259,268	34,62	489,651
		RAEE	32,900	32,900	-	0,000
		Material bioestabilizado	18120,094	1926,008	10,63	7134,038
		El resto de materiales	8348,236	0,000	0,00	8348,236
TOTAL		45108,158	4401,151		31646,959	
PLANTA EE.II	2232,393 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	252,810	217,532	86,05	35,278
		Aluminio	17,787	0,000	0,00	17,787
		PET	486,916	367,564	75,49	119,352
		PEAD	258,594	158,602	61,33	99,992
		BRICK	251,150	215,311	85,73	35,839
		Papel-Cartón	187,413	0,000	0,00	187,413
		PEBD	442,245	167,018	37,77	275,227
		Plástico Mezcla	185,505	81,598	43,99	103,907
		Resto de materiales	200,599	0,000	0,00	200,599
TOTAL		2283,020	1207,625		1075,395	
PLANTA DE COMPOSTAJE	3517,855 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		M.O	3095,712	1238,285	40	309,57
		PyC	70,357	0,000	0	70,36
		Vidrio	35,179	0,000	0	35,18
		Plásticos	140,714	0,000	0	140,71
		Bricks	0,000	0,000	0	0,00
		Metales	0,000	0,000	0	0,00
		Madera	0,000	0,000	0	0,00
		Otros	175,893	0,000	0	175,89
TOTAL		3517,855	1238,285		731,71	

ALTERNATIVA 5						
PLANTA TMB	50936,359 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	2902,169	841,560	29,00	2060,609
		Aluminio	133,671	17,280	12,93	116,391
		PET	958,436	165,840	17,30	792,596
		PEAD	527,169	113,260	21,48	413,909
		BRICK	899,681	0,000	0,00	899,681
		Papel-Cartón	5978,723	1107,020	18,52	4871,703
		PEBD	4643,439	0,000	0,00	4643,439
		Plástico Mezcla	2948,540	0,000	0,00	2948,540
		Vidrio	1140,211	312,220	27,38	827,991
		Madera	756,406	261,860	34,62	494,546
		RAEE	32,900	32,900	-	0,000
		Material bioestabilizado	21444,651	2279,380	10,63	8442,945
		El resto de materiales	8570,363	0,000	0,00	8570,363
TOTAL		50936,359	40658,602		35082,713	
PLANTA EE.II	1713,080 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	192,712	165,820	86,05	26,892
		Aluminio	11,834	0,000	0,00	11,834
		PET	313,267	236,480	75,49	76,787
		PEAD	166,372	102,040	61,33	64,332
		BRICK	169,696	145,480	85,73	24,216
		Papel-Cartón	187,413	0,000	0,00	187,413
		PEBD	324,313	122,480	37,77	201,833
		Plástico Mezcla	147,681	64,960	43,99	82,721
		Resto de materiales	199,792	0,000	0,00	199,792
TOTAL		1713,080	837,260		875,820	
INCINERADORA (Tn)					17979,267	

ALTERNATIVA 6						
PLANTA TMB	45108,158 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	2809,812	1629,691	58,00	1180,121
		Aluminio	129,456	33,529	25,90	95,927
		PET	863,024	298,606	34,60	564,417
		PEAD	474,689	204,116	43,00	270,573
		BRICK	817,461	122,619	15,00	694,841
		Papel-Cartón	5082,185	1295,957	25,50	3786,228
		PEBD	4310,095	646,514	15,00	3663,581
		Plástico Mezcla	2790,158	418,524	15,00	2371,635
		Vidrio	581,128	159,128	27,38	422,000
		Madera	748,919	259,268	34,62	489,651
		RAEE	32,900	32,900	-	0,000
		Material bioestabilizado	18120,094	3859,580	21,30	5200,467
		El resto de materiales	8348,236	0,000	0,00	8348,236
TOTAL		45108,158	8960,434		27087,677	
PLANTA EE.II	2283,020 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	252,810	227,529	90,00	25,281
		Aluminio	17,787	8,182	46,00	9,605
		PET	486,916	438,224	90,00	48,692
		PEAD	258,594	191,360	74,00	67,235
		BRICK	251,150	226,035	90,00	25,115
		Papel-Cartón	187,413	37,483	20,00	149,931
		PEBD	442,245	199,010	45,00	243,235
		Plástico Mezcla	185,505	98,318	53,00	87,187
Resto de materiales	200,599	0,000	0,00	200,599		
TOTAL		2283,020	1426,141		856,879	
PLANTA DE COMPOSTAJE	3517,855 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		M.O	3095,712	1238,285	40	309,57
		PyC	70,357	0,000	0	70,36
		Vidrio	35,179	0,000	0	35,18
		Plásticos	140,714	0,000	0	140,71
		Bricks	0,000	0,000	0	0,00
		Metales	0,000	0,000	0	0,00
		Madera	0,000	0,000	0	0,00
		Otros	175,893	0,000	0	175,89
TOTAL		3517,855	1238,285		731,71	

ALTERNATIVA 7						
PLANTA TMB	49129,404 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	2844,578	1649,855	58,00	1194,723
		Aluminio	131,078	33,949	25,90	97,129
		PET	895,016	309,675	34,60	585,340
		PEAD	492,286	211,683	43,00	280,603
		BRICK	825,462	123,819	15,00	701,643
		Papel-Cartón	5209,962	1328,540	25,50	3881,422
		PEBD	4441,871	666,281	15,00	3775,591
		Plástico Mezcla	2864,236	429,635	15,00	2434,601
		Vidrio	621,331	170,137	27,38	451,194
		Madera	755,670	261,605	34,62	494,065
		RAEE	32,900	32,900	-	0,000
		Material bioestabilizado	21444,651	4567,711	21,30	6154,615
		El resto de materiales	8570,362	0,000	0,00	8570,362
TOTAL		49129,404	9785,792		28621,287	
PLANTA EE.II	1713,080 Tn	MATERIAL	CANTIDAD (Tn)	RECUPERADO (Tn)	RENDIMIENTO (%)	RECHAZO (Tn)
		Férricos	247,472	222,725	90,00	24,747
		Aluminio	17,258	7,939	46,00	9,320
		PET	471,491	424,342	90,00	47,149
		PEAD	250,402	185,298	74,00	65,105
		BRICK	243,915	219,523	90,00	24,391
		Papel-Cartón	187,413	37,483	20,00	149,931
		PEBD	431,770	194,296	45,00	237,473
		Plástico Mezcla	182,145	96,537	53,00	85,608
		Resto de materiales	200,527	0,000	0,00	200,527
TOTAL		2232,393	1388,142		844,251	
INCINERADORA (Tn)					14732,769	

ANEJO 8: Coste económico de las alternativas

ALTERNATIVA 1				
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Costes	€/año	
Situación actual	Situación actual	Coste de la inversión	452.500	13.979.990
		Coste de recogida y transporte urbano	2.971.468	
		Coste de transporte interurbano	5.100.331	
		Coste de tratamiento	6.134.579	
		Recuperación en tratamiento	-678.888	

ALTERNATIVA 2				
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Costes	€/año	
Campaña de sensibilización + Situación actual	Situación actual	Coste de la inversión	510.562	14.058.833
		Coste de recogida y transporte urbano	2.940.967	
		Coste de transporte interurbano	5.221.745	
		Coste de tratamiento	6.067.954	
		Recuperación en tratamiento	-682.395	

ALTERNATIVA 3				
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Costes	€/año	
Campaña de sensibilización + Situación actual	Mejora de las plantas de TMB y de Clasificación de Envases	Coste de la inversión	2.541.519	16.234.788
		Coste de recogida y transporte urbano	2.940.967	
		Coste de transporte interurbano	5.221.745	
		Coste de tratamiento	6.792.901	
		Recuperación en tratamiento	-1.262.344	

ALTERNATIVA 4				
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Costes	€/año	
Campaña de sensibilización + 5º contenedor (M.O)	Situación actual + Planta de compostaje	Coste de la inversión	1.083.960	14.598.349
		Coste de recogida y transporte urbano	3.475.863	
		Coste de transporte interurbano	4.917.816	
		Coste de tratamiento	5.805.022	
		Recuperación en tratamiento	-684.311	

ALTERNATIVA 5				
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Costes	€/año	
Situación actual	Situación actual + Incineradora	Coste de la inversión	9.122.000	23.087.286
		Coste de recogida y transporte urbano	2.971.468	
		Coste de transporte interurbano	5.610.043	
		Coste de tratamiento	6.278.414	
		Recuperación en tratamiento	-894.639	

ALTERNATIVA 6			
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Costes	€/año
Campaña de sensibilización + 5º contenedor (M.O)	Mejora de las plantas de TMB y Clasificación de Envases + Planta de Compostaje	Coste de la inversión	2.955.560
		Coste de recogida y transporte urbano	3.475.863
		Coste de transporte interurbano	4.917.816
		Coste de tratamiento	6.473.265
		Recuperación en tratamiento	-1.253.157
			16.569.346

ALTERNATIVA 7			
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Costes	€/año
Campaña de sensibilización + Situación actual	Mejora de las plantas de TMB y Clasificación de Envases + Incineradora	Coste de la inversión	11.211.019
		Coste de recogida y transporte urbano	2.940.967
		Coste de transporte interurbano	5.639.419
		Coste de tratamiento	6.910.763
		Recuperación en tratamiento	-1.439.137
			25.263.031

ANEJO 9: Efectos ambientales de las alternativas

ALTERNATIVA 1				
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Efectos ambientales	Valor	
Situación actual	Situación actual	Emisiones atmosféricas durante transporte (kgCO ₂ eq/año)	9.263.357	14.666.162
		Emisiones atmosféricas durante tratamiento (kgCO ₂ eq/año)	5.402.805	
		Contaminación de aguas (l/año)	629.274	

ALTERNATIVA 2				
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Efectos ambientales	Valor	
Campaña de sensibilización + Situación actual	Situación actual	Emisiones atmosféricas durante transporte (kgCO ₂ eq/año)	9.278.161	14.230.189
		Emisiones atmosféricas durante tratamiento (kgCO ₂ eq/año)	4.952.029	
		Contaminación de aguas (l/año)	606.438	

ALTERNATIVA 3				
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Efectos ambientales	Valor	
Campaña de sensibilización + Situación actual	Mejora de las plantas de TMB y de Clasificación de Envases	Emisiones atmosféricas durante transporte (kgCO ₂ eq/año)	9.278.161	8.890.343
		Emisiones atmosféricas durante tratamiento (kgCO ₂ eq/año)	-387.818	
		Contaminación de aguas (l/año)	515.647	

ALTERNATIVA 4				
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Efectos ambientales	Valor	
Campaña de sensibilización + 5º contenedor (M.O)	Situación actual + Planta de Compostaje	Emisiones atmosféricas durante transporte (kgCO ₂ eq/año)	8.571.383	12.818.958
		Emisiones atmosféricas durante tratamiento (kgCO ₂ eq/año)	4.247.575	
		Contaminación de aguas (l/año)	585.446	

ALTERNATIVA 5				
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Efectos ambientales	Valor	
Situación actual	Situación actual + Incineradora	Emisiones atmosféricas durante transporte (kgCO ₂ eq/año)	9.457.533	6.846.079
		Emisiones atmosféricas durante tratamiento (kgCO ₂ eq/año)	-2.611.454	
		Contaminación de aguas (l/año)	314.637	

ALTERNATIVA 6				
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Efectos ambientales	Valor	
Campaña de sensibilización + 5º contenedor (M.O)	Mejora de las plantas de TMB y Clasificación de Envases + Planta de Compostaje	Emisiones atmosféricas durante transporte (kgCO ₂ eq/año)	8.571.383	7.848.464
		Emisiones atmosféricas durante tratamiento (kgCO ₂ eq/año)	-722.918	
		Contaminación de aguas (l/año)	501.835	

ALTERNATIVA 7				
Tipo de recogida	Tipo de tratamiento	Efectos ambientales	Valor	
Campaña de sensibilización + Situación actual	Mejora de las plantas de TMB y Clasificación de Envases + Incineradora	Emisiones atmosféricas durante transporte (kgCO ₂ eq/año)	9.437.275	5.860.169
		Emisiones atmosféricas durante tratamiento (kgCO ₂ eq/año)	-3.577.106	
		Contaminación de aguas (l/año)	257.823	

ANEJO 10: Resultado de las encuestas

GRADO DE ACEPTACIÓN

El objetivo de esta encuesta es evaluar comparativamente el grado de aceptación social con que cuentan diferentes sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos. Dichos sistemas se definen en función del tipo de recogida del residuo que se efectúa (4 contenedores / 5 contenedores) y del posterior tratamiento que se aplica al residuo una vez recolectado (Compostaje / Incineración / Reciclaje / Tratamiento Biológico-Mecánico / Vertedero).

El encuestado no tiene más que declarar sus preferencias en relación a cada alternativa, tanto de recogida como de tratamiento, marcando con una 'X' en las dos tablas el nivel de grado de aceptación que mejor se ajuste a su postura. En las encuestas se incluyó una breve descripción aclaratoria del propósito y funcionamiento de cada uno de los sistemas de recogida y tratamiento. Se indica la valoración considerada en la metodología que calcula la ponderación en la casilla marcada por los encuestados.

Sistema de Recogida	Grado de aceptación del sistema de recogida				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
4 contenedores					
5 contenedores					

E1	Grado de aceptación del sistema de recogida				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
4 contenedores			3		
5 contenedores				4	

E2	Grado de aceptación del sistema de recogida				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
4 contenedores			3		
5 contenedores			3		

E3	Grado de aceptación del sistema de recogida				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
4 contenedores			3		
5 contenedores					5

E4	Grado de aceptación del sistema de recogida				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
4 contenedores		2			
5 contenedores				4	

E5	Grado de aceptación del sistema de recogida				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
4 contenedores					5
5 contenedores				4	

E6	Grado de aceptación del sistema de recogida				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
4 contenedores				4	
5 contenedores				4	

E7	Grado de aceptación del sistema de recogida				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
4 contenedores			3		
5 contenedores			3		

E8	Grado de aceptación del sistema de recogida				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
4 contenedores				4	
5 contenedores					5

E9	Grado de aceptación del sistema de recogida				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
4 contenedores					5
5 contenedores				4	

E10	Grado de aceptación del sistema de recogida				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
4 contenedores					5
5 contenedores			3		

E11	Grado de aceptación del sistema de recogida				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
4 contenedores				4	
5 contenedores		2			

E12	Grado de aceptación del sistema de recogida				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
4 contenedores				4	
5 contenedores					5

Sistema de Tratamiento	Grado de aceptación del Sistema de Tratamiento				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Compostaje					
Incineración					
Reciclaje					
Tratamiento Mecánico-Biológico					
Vertedero					

E1	Grado de aceptación del Sistema de Tratamiento				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Compostaje				4	
Incineración		2			
Reciclaje				4	
TMB					5
Vertedero	1				

E2	Grado de aceptación del Sistema de Tratamiento				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Compostaje				4	
Incineración				4	
Reciclaje				4	
TMB				4	
Vertedero	1				

E3	Grado de aceptación del Sistema de Tratamiento				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Compostaje				4	
Incineración		2			
Reciclaje					5
TMB				4	
Vertedero	1				

E4	Grado de aceptación del Sistema de Tratamiento				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Compostaje				4	
Incineración		2			
Reciclaje				4	
TMB		2			
Vertedero	1				

E5	Grado de aceptación del Sistema de Tratamiento				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Compostaje				4	
Incineración				4	
Reciclaje					5
TMB			3		
Vertedero		2			

E6	Grado de aceptación del Sistema de Tratamiento				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Compostaje				4	
Incineración		2			
Reciclaje					5
TMB				4	
Vertedero	1				

E7	Grado de aceptación del Sistema de Tratamiento				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Compostaje				4	
Incineración		2			
Reciclaje			3		
TMB		2			
Vertedero	1				

E8	Grado de aceptación del Sistema de Tratamiento				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Compostaje				4	
Incineración		2			
Reciclaje					5
TMB			3		
Vertedero	1				

E9	Grado de aceptación del Sistema de Tratamiento				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Compostaje				4	
Incineración					5
Reciclaje					5
TMB			3		
Vertedero		2			

E10	Grado de aceptación del Sistema de Tratamiento				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Compostaje					5
Incineración		2			
Reciclaje				4	
TMB				4	
Vertedero	1				

E11	Grado de aceptación del Sistema de Tratamiento				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Compostaje					5
Incineración		2			
Reciclaje				4	
TMB				4	
Vertedero	1				

E12	Grado de aceptación del Sistema de Tratamiento				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Compostaje					5
Incineración				4	
Reciclaje			3		
TMB			3		
Vertedero	1				

GRADO DE IMPORTANCIA DE CRITERIOS Y SUBCRITERIOS

Para determinar la ponderación de los tres criterios principales, los subcriterios ambientales y sociales, se han enfrentado dichos criterios y subcriterios de dos en dos, de manera que el encuestado ha seleccionado la importancia de uno respecto al otro. Las respuestas obtenidas de cada encuestador se muestran a continuación. Se indica la valoración considerada el método AHP (según la escala de comparación de Saaty) en la casilla marcada por los encuestados.

Criterio 1	vs	Criterio 2	Grado de importancia de Criterio 1 vs Criterio 2				
			Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Económico	vs	Ambiental					
Económico	vs	Social					
Ambiental	vs	Social					

E1		vs	Criterio 2	Grado de importancia de Criterio 1 vs Criterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Económico		vs	Ambiental	1/5				
Económico		vs	Social		1/3			
Ambiental		vs	Social			1		

E2		vs	Criterio 2	Grado de importancia de Criterio 1 vs Criterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Económico		vs	Ambiental	1/5				
Económico		vs	Social			1		
Ambiental		vs	Social					5

E3		vs	Criterio 2	Grado de importancia de Criterio 1 vs Criterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Económico		vs	Ambiental				3	
Económico		vs	Social				3	
Ambiental		vs	Social			1		

E4		vs	Criterio 2	Grado de importancia de Criterio 1 vs Criterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Económico		vs	Ambiental			1		
Económico		vs	Social		1/3			
Ambiental		vs	Social				3	

E5		vs	Criterio 2	Grado de importancia de Criterio 1 vs Criterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Económico		vs	Ambiental				3	
Económico		vs	Social			1		
Ambiental		vs	Social		1/3			

E6	Grado de importancia de Criterio 1 vs Criterio 2				
	Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Económico vs Ambiental	1/5				
Económico vs Social		1/3			
Ambiental vs Social			1		

E7	Grado de importancia de Criterio 1 vs Criterio 2				
	Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Económico vs Ambiental			1		
Económico vs Social		1/3			
Ambiental vs Social	1/5				

E8	Grado de importancia de Criterio 1 vs Criterio 2				
	Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Económico vs Ambiental	1/5				
Económico vs Social				3	
Ambiental vs Social					5

E9	Grado de importancia de Criterio 1 vs Criterio 2				
	Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Económico vs Ambiental				3	
Económico vs Social			1		
Ambiental vs Social		1/3			

E10	Grado de importancia de Criterio 1 vs Criterio 2				
	Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Económico vs Ambiental			1		
Económico vs Social				3	
Ambiental vs Social				3	

E11	Grado de importancia de Criterio 1 vs Criterio 2				
	Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Económico vs Ambiental	1/3				
Económico vs Social			1		
Ambiental vs Social			1		

E12	Grado de importancia de Criterio 1 vs Criterio 2				
	Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Económico vs Ambiental	1/5				
Económico vs Social	1/5				
Ambiental vs Social				3	

Subcriterio 1	vs	Subcriterio 2	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
			Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Emisiones atmosféricas	vs	Contaminación de aguas					

E1	Emisiones atmosféricas	vs	Contaminación de aguas	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
						1		

E2	Emisiones atmosféricas	vs	Contaminación de aguas	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
						1		

E3	Emisiones atmosféricas	vs	Contaminación de aguas	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
					1/3			

E4	Emisiones atmosféricas	vs	Contaminación de aguas	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
								5

E5	Emisiones atmosféricas	vs	Contaminación de aguas	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
					1/3			

E6	Emisiones atmosféricas	vs	Contaminación de aguas	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
						1		

E7	Emisiones atmosféricas	vs	Contaminación de aguas	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
					1/3			

E8	Emisiones atmosféricas	vs	Contaminación de aguas	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
						1		

E9	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
	Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Emisiones atmosféricas vs Contaminación de aguas		1/3			

E10	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
	Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Emisiones atmosféricas vs Contaminación de aguas		1/3			

E11	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
	Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Emisiones atmosféricas vs Contaminación de aguas		1/3			

E12	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
	Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Emisiones atmosféricas vs Contaminación de aguas		1/3			

Subcriterio 1	vs	Subcriterio 2	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
			Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Aceptación social	vs	Generación de empleo					
Aceptación social	vs	Adaptabilidad					
Aceptación social	vs	Cumplimiento de objetivos					
Generación de empleo	vs	Adaptabilidad					
Generación de empleo	vs	Cumplimiento de objetivos					
Adaptabilidad	vs	Cumplimiento de objetivos					

E1	Subcriterio 1	vs	Subcriterio 2	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Aceptación social	vs	Generación de empleo		1/3				
Aceptación social	vs	Adaptabilidad			1			
Aceptación social	vs	Cumplimiento de objetivos				3		
Generación de empleo	vs	Adaptabilidad				3		
Generación de empleo	vs	Cumplimiento de objetivos				3		
Adaptabilidad	vs	Cumplimiento de objetivos				3		

E2	Subcriterio 1	vs	Subcriterio 2	Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
				Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Aceptación social	vs	Generación de empleo			1			
Aceptación social	vs	Adaptabilidad			1			
Aceptación social	vs	Cumplimiento de objetivos		1/3				
Generación de empleo	vs	Adaptabilidad			1			
Generación de empleo	vs	Cumplimiento de objetivos			1			
Adaptabilidad	vs	Cumplimiento de objetivos			1			

E3			Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
			Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Aceptación social	vs	Generación de empleo		1/3			
Aceptación social	vs	Adaptabilidad			1		
Aceptación social	vs	Cumplimiento de objetivos		1/3			
Generación de empleo	vs	Adaptabilidad				3	
Generación de empleo	vs	Cumplimiento de objetivos		1/3			
Adaptabilidad	vs	Cumplimiento de objetivos		1/3			

E4			Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
			Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Aceptación social	vs	Generación de empleo		1/3			
Aceptación social	vs	Adaptabilidad		1/3		3	
Aceptación social	vs	Cumplimiento de objetivos				3	
Generación de empleo	vs	Adaptabilidad				3	
Generación de empleo	vs	Cumplimiento de objetivos				3	
Adaptabilidad	vs	Cumplimiento de objetivos		1/3			

E5			Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
			Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Aceptación social	vs	Generación de empleo	1/5				
Aceptación social	vs	Adaptabilidad			1		
Aceptación social	vs	Cumplimiento de objetivos		1/3			
Generación de empleo	vs	Adaptabilidad					5
Generación de empleo	vs	Cumplimiento de objetivos				3	
Adaptabilidad	vs	Cumplimiento de objetivos		1/3			

E6			Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
			Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Aceptación social	vs	Generación de empleo		1/3			
Aceptación social	vs	Adaptabilidad		1/3			
Aceptación social	vs	Cumplimiento de objetivos			1		
Generación de empleo	vs	Adaptabilidad				3	
Generación de empleo	vs	Cumplimiento de objetivos				3	
Adaptabilidad	vs	Cumplimiento de objetivos			1		

E7			Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
			Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Aceptación social	vs	Generación de empleo		1/3			
Aceptación social	vs	Adaptabilidad			1		
Aceptación social	vs	Cumplimiento de objetivos			1		
Generación de empleo	vs	Adaptabilidad				3	
Generación de empleo	vs	Cumplimiento de objetivos				3	
Adaptabilidad	vs	Cumplimiento de objetivos				3	

E8			Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
			Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Aceptación social	vs	Generación de empleo		1/3			
Aceptación social	vs	Adaptabilidad			1		
Aceptación social	vs	Cumplimiento de objetivos			1		
Generación de empleo	vs	Adaptabilidad				3	
Generación de empleo	vs	Cumplimiento de objetivos		1/3			
Adaptabilidad	vs	Cumplimiento de objetivos			1		

E9			Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
			Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Aceptación social	vs	Generación de empleo		1/3			
Aceptación social	vs	Adaptabilidad		1/3			
Aceptación social	vs	Cumplimiento de objetivos		1/3			
Generación de empleo	vs	Adaptabilidad				3	
Generación de empleo	vs	Cumplimiento de objetivos			1		
Adaptabilidad	vs	Cumplimiento de objetivos		1/3			

E10			Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
			Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Aceptación social	vs	Generación de empleo		1/3			
Aceptación social	vs	Adaptabilidad				3	
Aceptación social	vs	Cumplimiento de objetivos			1		
Generación de empleo	vs	Adaptabilidad				3	
Generación de empleo	vs	Cumplimiento de objetivos				3	
Adaptabilidad	vs	Cumplimiento de objetivos				3	

E11			Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
			Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Aceptación social	vs	Generación de empleo				3	
Aceptación social	vs	Adaptabilidad			1		
Aceptación social	vs	Cumplimiento de objetivos	1/3				
Generación de empleo	vs	Adaptabilidad				3	
Generación de empleo	vs	Cumplimiento de objetivos	1/3				
Adaptabilidad	vs	Cumplimiento de objetivos	1/3				

E12			Grado de importancia de Subcriterio 1 vs Subcriterio 2				
			Mucho menor	Menor	Similar	Mayor	Mucho mayor
Aceptación social	vs	Generación de empleo			1		
Aceptación social	vs	Adaptabilidad				3	
Aceptación social	vs	Cumplimiento de objetivos			1		
Generación de empleo	vs	Adaptabilidad				3	
Generación de empleo	vs	Cumplimiento de objetivos					5
Adaptabilidad	vs	Cumplimiento de objetivos		1/3			