

# HUELLA DE CARBONO

Estudio comparativo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el proyecto piloto de implantación de un Sistema de Recogida, Devolución y Retorno de Envases frente al Sistema de Gestión Integral actual.

## PROYECTO PILOTO ALMONACID DEL MARQUESADO (RETORNA)

Marzo 2012

Realizado por:

Realizado para:

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO</b> .....	<b>3</b>
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. ALCANCE Y LÍMITES OPERACIONALES</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2. METODOLOGIA DE CÁLCULO</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA NO METODOLÓGICA</b> .....	<b>6</b>
<b>2.4. FACTORES DE EMISIÓN UTILIZADOS</b> .....	<b>7</b>
<b>3. INVENTARIO DE EMISIONES Y RESULTADOS</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1. Escenario 1: Proyecto piloto de implantación del Sistema de Retorno de envases ligeros (SDDR) en Almonacid del Marquesado</b> .....	<b>7</b>
3.1.1. Mapa de procesos Escenario 1.....	7
3.1.2. Datos de actividad:.....	8
3.1.3. Resultados .....	11
<b>3.2. Escenario 2: Sistema Integral de recogida (SIG) implantado en Almonacid del Marquesado, recogida de envases ligeros.</b> .....	<b>12</b>
3.2.1. Mapa de procesos Escenario 2: .....	12
3.2.2. Datos de actividad:.....	12
3.2.3. Resultados .....	16
<b>4. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>17</b>
<b>4.1. Escenario 1:</b> .....	<b>17</b>
<b>4.2. Escenario 2:</b> .....	<b>18</b>
<b>4.3. Comparación de los dos escenarios</b> .....	<b>18</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>20</b>

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

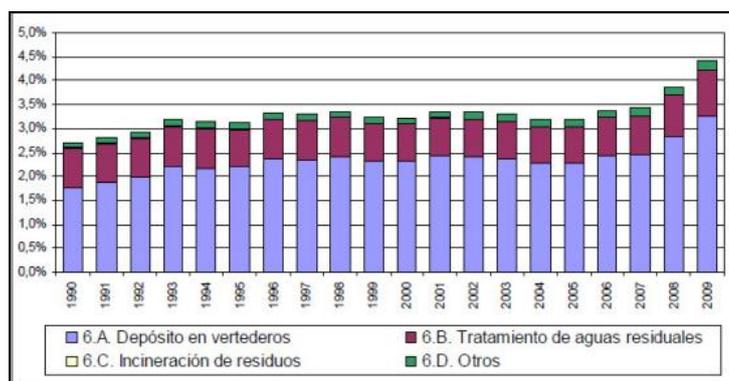
El presente documento recoge el estudio comparativo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivados de la recogida de envases mediante el Sistema Integrado de Recogida de Residuos municipal y el sistema RETORNA planteado, Sistema de Devolución y Retorno de Envases.

Se trata de una prueba piloto de recogida manual de envases en el municipio de Almonacid del Marquesado, Cuenca, Castilla La Mancha organizada por la Fundación Global Nature, la cual pretende demostrar las ventajas del Sistema de Retorno de envases, como son la reducción de volumen de residuo, la obtención de materias primas más limpias en origen, el ahorro en limpieza viaria, entre otras.

Asimismo, Inclam CO<sub>2</sub>, mediante este estudio comparativo, quiere demostrar el ahorro de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI en lo sucesivo), que tienen origen en el sistema de recogida selectiva actual (tradicional) implantado en el municipio, con las emisiones de gases efecto invernadero que se originaron al realizar la prueba piloto mediante el Sistema de Retorno de Envases (Sistema Depósito, Devolución y Retorno del envase, SDDR).

Actualmente existe una apuesta mundial para luchar contra el cambio climático, siendo la línea de trabajo que debemos seguir la de conseguir una disminución de GEI. La visión tanto internacional como nacional es apostar por una sociedad baja en carbono, para lo que se ha de analizar los sectores más incidentes y con potencial de actuación para desarrollar políticas y medidas de reducción.

El sector Residuos, contribuye actualmente con el 5% a las emisiones totales de GEI a nivel Nacional, siendo una de sus principales fuentes de emisión los procesos de descomposición de la materia orgánica de los vertederos (Fuente Informe Inventario GEI 1990-2009 - Sector residuos. Según datos de la Oficina de Cambio Climático Española, el potencial de reducción en este sector es ingente, eliminando por completo la deposición a vertedero de sustancias biodegradables y aplicando correctamente la jerarquía de residuos podríamos obtener en el sector un saldo negativo en cuanto a emisiones de GEI.



Porcentaje de emisiones CO<sub>2</sub>-eq (Gg) por categoría respecto al total del inventario GEI Nacional 2009.

Atendiendo a estos datos, es obvia la importancia de aplicar medidas de reducción de GEI en el sector y el punto de partida es medir y conocer dichas emisiones e implantar sistemas que permitan su reducción.

## 2. METODOLOGÍA

La huella de carbono realizada se ha adaptado en función de las características de las actividades desarrolladas, tanto las respectivas al proyecto piloto dedicado a la recogida manual de envases mediante el sistema SDDR y las características correspondientes al Sistema tradicional de recogida de residuos de Almonacid del Marquesado.

Entre las diferentes metodologías que existen en la actualidad para calcular la huella de carbono, la utilizada en este estudio es la norma **Publicly Available Specification 2050:2008 (PAS 2050:2008)** elaborada por el British Standard Institute (BSI), siendo una norma completa, reconocida a nivel internacional y sistemática, en la cual se establecen instrucciones metodológicas y se describen tres niveles de cálculo de emisiones a tener en cuenta en función del alcance que se estipule en el estudio.

Para este estudio comparativo se han definido dos escenarios:

- **Escenario 1:** Proyecto piloto mediante el Sistema de Retorno de Envases (Sistema Depósito, Devolución y Retorno del envase, SDDR)
- **Escenario 2:** Sistema actual (SIG) implantado en el municipio de Almonacid del Marquesado

En este caso concreto de se ha adaptado la metodología a la realidad del proyecto piloto alcanzando los tres niveles que en la metodología se establecen, siendo éstos los siguientes:

**NIVEL 1. Emisiones directas.** Dentro de la categoría de emisiones directas se tendrían en cuenta aquellas que se emiten en el momento de realización de la actividad. Estas emisiones son típicamente derivadas del uso de un combustible fósil para el transporte de mercancía o personal. **En este caso y para los dos escenarios, se incluyen las emisiones de la energía asociadas al consumo de combustible para los vehículos de recogida y transporte de los envases recogidos así como el funcionamiento y los viajes realizados por la furgoneta RETORNA.**

**NIVEL 2. Emisiones indirectas.** Las emisiones indirectas son aquellas inducidas por la actividad objeto de análisis pero que no se emiten en el lugar donde se realiza dicha actividad, ya que derivan de fuentes que no son propiedad o que no son controladas directamente. **En el caso particular que nos ocupa, estas emisiones, son las asociadas al consumo final de energía eléctrica por el tratamiento del residuo en la planta de tratamiento de RSU de Cuenca en el caso del Escenario 1 y la energía consumida por la compactadora en el caso del Escenario 2. Así mismo también se tendrán en cuenta las emisiones asociadas al consumo en la planta de recuperación y vertedero.**

**NIVEL 3. Otras emisiones indirectas.** En la última escala tendríamos otro rango de emisiones indirectas, también inducidas por la actividad y gestión de los residuos tratados, por lo que no se tiene control directo sobre ellas. **En este caso, no se han identificado otras fuentes de emisiones indirectas ya que en ninguno de los dos escenarios influyen proveedores.**

Los datos de actividad empleados en el inventario son de carácter primario, a excepción de ciertos casos en los que no ha sido viable su obtención y en cuyo caso se han obtenido a través de hipótesis de partida en función de los datos disponibles en cada caso.

De acuerdo con los niveles de emisión especificados con anterioridad, el mapa de emisiones que alcanza la huella de carbono es el siguiente, diferenciando entre las tres categorías comentadas:



Fuente: Guía GHG Protocol

## 2.1. ALCANCE Y LÍMITES OPERACIONALES

El alcance del presente estudio se enmarcaría dentro del protocolo *business to business* (B2B) según la metodología especificada.

Alcance: se ha abarcado desde que el residuo es depositado en el sistema de recogida seleccionado hasta su destino final en la planta de recuperación o vertedero dependiendo del caso de estudio.

Debido a la complejidad y carácter del estudio se ha ampliado el alcance para poder realizar una comparación completa del ciclo de vida del envase en cada caso.

## 2.2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Se necesitan dos tipos de datos para calcular emisiones de GEI: datos de actividad y factores de emisión. Los primeros se refieren a todas las cantidades de materiales y energía involucrados en el ciclo de vida del producto o servicio y los segundos aportan el nexo de unión para convertir esas cantidades en emisiones de GEI (p.e. kgCO<sub>2</sub> emitidos/kWh de energía usada).

Los datos de actividad han sido aportados por un lado por la propia Asociación RETORNA de acuerdo a los datos adquiridos mediante la prueba piloto en el municipio de Almonacid, así como por el Ayuntamiento de Almonacid del Marquesado, los gestores de cada residuo (estadísticas nacionales), mientras que los factores de emisión y demás datos de referencia necesarios para el cálculo se han obtenido de las siguientes fuentes:

Los factores de emisión escogidos para realizar los cálculos, provienen principalmente de los datos más actuales publicados por DEFRA y DECC (2010), así como los datos publicados por la Oficina Catalana de Cambio Climático (Abril, 2010) y el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, <http://www.idae.es>).

La unidad utilizada para el cálculo de la huella de carbono ha sido la **tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente**, que incluye las emisiones de CO<sub>2</sub>, así como las emisiones equivalentes de otros gases de efecto invernadero, como el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), los perfluorocarbonos (PFC) y los hidrofluorocarbonos (HFC).

Se ha calculado la huella de carbono para el mes de diciembre de 2011, teniendo en cuenta que es el tiempo que ha durado la proyecto piloto, por lo que los datos comparativos respecto al sistema de gestión tradicional corresponden al mismo periodo, diciembre 2011.

Un aspecto importante a la hora de calcular la huella de carbono es definir la unidad funcional. Ésta refleja el modo en el que el usuario consume el producto o servicio. La unidad funcional proporciona la base de comparación de las huellas de carbono de diversas organizaciones dentro del mismo sector. **En este caso, para ambos escenarios, se ha definido la siguiente unidad funcional:**



Debido al carácter comparativo del estudio, se han determinado las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes generadas para cada uno de los dos escenarios caracterizados asumiendo un volumen de residuos tratado de 0,608 toneladas para cada escenario, lo que corresponde al volumen de residuo obtenido en la proyecto piloto realizada en el municipio de Almonacid del Marquesado. De esta manera obtenemos unas emisiones GEI comparables para la misma cantidad de residuo dependiendo del sistema de recogida y selección de residuos escogido.

### 2.3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA NO METODOLÓGICA

Como marco de referencia para la realización de los trabajos se han utilizado:

- GHG Conversion Factors for Company Reporting, 2010, elaborado por UK DEFRA/DECC.
- Guía para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) elaborada por la Oficina Catalana de Cambio Climático, 2011.

- IDAE, Noviembre 2010. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Factores de Conversión a energía primaria y Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> para carburantes, usos térmicos y electricidad.
- PAS 2050: Specification for assessing the life cycle greenhouse gas (GHG) emissions of goods and services. (BSI Group)

## 2.4. FACTORES DE EMISIÓN UTILIZADOS

FACTORES DE EMISIÓN			
Actividad	FE	Unidades	Fuente
<b>ENERGÍA Y COMBUSTIBLE:</b>			
Baja tensión en punto de consumo	0,3500	tCO <sub>2</sub> /MWh	IDAE, 2010 <sup>1</sup>
Mix energético peninsular	0,1810	tCO <sub>2</sub> /MWh	OCCC, 2011 <sup>2</sup>
Gasoil	2,61	kg CO <sub>2</sub> e/litro	OCCC, 2011
<b>TRANSPORTE POR CARRETERA:</b>			
Camión rígido diesel > 14ton y con recorrido por medio rural	0,71704	kg CO <sub>2</sub> e/km	OCCC, 2011
Camión articulado diesel > 33ton	0,10462	kg CO <sub>2</sub> e/ton*km	DEFRA 2010 <sup>3</sup>
Furgonetas ligeras (hasta 3,5t). Media diesel	0,70577	kg CO <sub>2</sub> e/ton*km	DEFRA 2010

## 3. INVENTARIO DE EMISIONES Y RESULTADOS

Tras el análisis de las fuentes de emisiones de cada uno de los dos escenarios que hemos definido, sistema actual (SIG) implantado en el municipio de Almonacid del Marquesado y proyecto piloto mediante el Sistema de Retorno de Envases (Sistema Depósito, Devolución y Retorno del envase, SDDR), se describen a continuación los resultados obtenidos:

### 3.1. Escenario 1: Proyecto piloto de implantación del Sistema de Retorno de envases ligeros (SDDR) en Almonacid del Marquesado

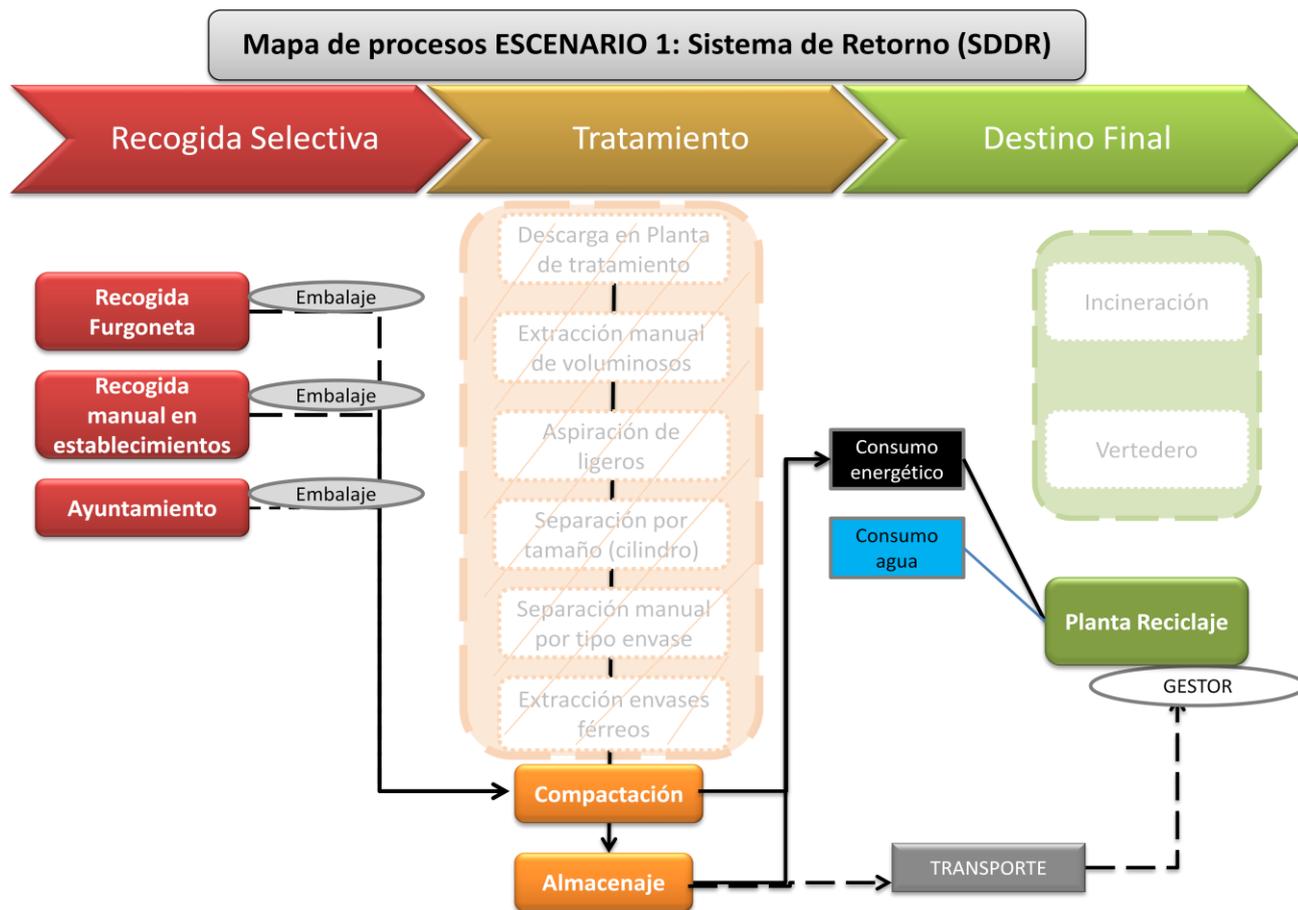
#### 3.1.1. Mapa de procesos Escenario 1

A continuación se presenta el mapa de procesos simplificado el cual se ha tenido en cuenta para la proyecto piloto realizada mediante la implantación del Sistema de Retorno de envases ligeros (SDDR).

<sup>1</sup> Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE): Factores de conversión de consumo o producción de energía primaria (EP) y factor

<sup>2</sup> Oficina Catalana de Cambio Climático: Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) 2011.

<sup>3</sup> Department for Environment, Food and Rural Affairs: Guidelines DECC's GHG Conversion factors for company reporting 2010



Debido a que en algunos casos no se ha podido disponer de toda la información real (datos primarios) de alguna de las etapas del ciclo de vida del envase, se han llevado a cabo una serie de adaptaciones y asunciones (datos secundarios) con el objetivo de llegar a un resultado final lo más cercano a la realidad.

A continuación se especifican las fuentes de emisiones tenidas en cuenta así como las estimaciones y suposiciones realizadas en el presente estudio.

### 3.1.2. Datos de actividad:

#### **Entrada de material:**

Como material, en este estudio, se entiende como envases ligeros y únicamente se han tenido en cuenta las botellas de plástico (PET) y latas de aluminio recogidas por el sistema RETORNA.

En este escenario se han tenido en cuenta los datos recogidos durante el periodo que duró el proyecto piloto realizado en el municipio de Almonacid del Marquesado, desde el 30 de Noviembre hasta el 30 de diciembre.

Para la recogida de residuos se habilitaron 5 puntos de recogida manual, 3 establecimientos del municipio donde se recogían manualmente los envases que la población depositaba en bolsas, un punto de recogida en el propio ayuntamiento del municipio y la furgoneta de recogida RETORNA, la cual estuvo en operación los primeros 3 días.

Los datos de recogida de envases han sido proporcionados tras el proyecto piloto realizado por la Fundación Global Nature – Asociación RETORNA cuyo resumen puede verse a continuación:

Subtotal latas (ALUMINIO)	15.698
Subtotal botellas plástico (PET)	8.866
Subtotal furgoneta RETORNA (sin diferenciar latas de botellas)	4.129
<b>Subtotal</b>	<b>28.693</b>
Estimado procedente de fuera del municipio (aproximado)	-5.000
<b>Total municipio 30 días</b>	<b>23.693</b>

En el estudio, se han tenido en cuenta tanto los envases procedentes del propio municipio de Almonacid del Marquesado así como los 5000 envases aproximados con procedencia externa al municipio.

Para estimar la proporción de cada tipo de envase en la cantidad de envases recogidos por la furgoneta RETORNA, de la cual no se ha hecho diferenciación, se ha tomado como referencia la proporción de cada envase que se ha recogido en total, en el resto de puntos de recogida. Es decir un 64% de latas de aluminio y un 36% de botellas de PET.

Para conocer el peso que significan dichos envases se han tenido en cuenta los datos publicados por Ecoembes<sup>4</sup> y asumiendo que casi el 100% de los envases fueron botellas de 1,5 litros de PET, obtenemos los siguientes datos:

31,3 botella PET	324.152	kg PET
15,5 lata 33cl	284.219	kg Aluminio
<b>TOTAL</b>	<b>608.371</b>	<b>Kg</b>

#### **Datos de transporte:**

Por un lado se ha tenido en cuenta el transporte de la furgoneta RETORNA para su funcionamiento y recogida en el municipio. Para ello se conoce que la furgoneta salió de la Universidad Autónoma de Madrid dirección Almonacid del Marquesado y su vuelta fue del mismo municipio hasta las instalaciones del Recinto Ferial de Madrid, IFEMA. En total se han calculado 148 km.

Tal y como se muestra en el mapa de procesos, una vez recogidos los envases son compactados y llevados directamente a la Planta de Recuperación o Reciclaje, es decir, que no necesitan el paso por

<sup>4</sup> Datos obtenidos de Ecoembes: <http://www.ecoembes.com/es/gestion-de-empresas-adheridas/declaracion-de-envases/Documents/Manual%20de%20Usuario%20V.15.pdf>

una estación de transferencia o selección ni tratamiento, puesto que ya han sido seleccionados y compactados directamente en el lugar de recogida.

Por lo tanto, el transporte que se ha tenido en cuenta en este escenario, es el transporte rodado por el cual los envases recogidos fueron llevados desde el municipio hasta la Planta de Recuperación de envases, que en este caso la empresa gestora es Lirsa Reyfra, Reciclaje y Fragmentación S.L. la cual es una empresa del grupo LYRSA que cuenta con tres plantas fragmentadoras en la provincia de Madrid, y la cual nos atañe en este estudio se encuentra en Mejorada del Campo, por lo que se estiman 200 kilómetros (ida y vuelta).

Este transporte se realizó desde una furgoneta y en un único viaje, del cual conocemos que el consumo de combustible fue de 25 litros de gasoil.

Se asume que el transporte de los envases recogidos desde los puntos de recogida habilitados en el municipio hasta el lugar del almacenaje es nulo ya que el almacén se encuentra en el mismo municipio y su transporte fue manual.

#### **Datos de energía:**

Una de las fuentes de consumo energético en este escenario fue el consumo por la utilización de la prensa (compactadora) tras la recogida de envases en el municipio. Dicha prensa tiene un consumo de 1650 Kwh.

Asimismo, los envases recogidos fueron llevados a la planta de recuperación, Lirsa Reyfra, la cual se estima que tiene un consumo energético asociado a la línea de envases de 154 kwh/tonelada de envase, es decir, 94 kwh teniendo en cuenta los 608,731 kg de envases PET y aluminio recogidos por el Sistema Retorna.

El gasto energético de los establecimientos donde se habilitaron puntos de recogida no puede ser imputado en el estudio ya que dicho consumo es independiente a la recogida de residuos, es decir que el mismo gasto energético se daría aunque no se hubiera realizado el proyecto piloto.

La cantidad de resto de envases que se haya podido originar es inapreciable, por lo que se asume que el 100% de los envases recogidos son recuperados en la planta de recuperación descrita anteriormente.

#### **Datos de combustible:**

En este escenario se ha considerado el consumo de combustible para el funcionamiento de la propia furgoneta para la actividad de recogida y compactación automática de los envases recogidos. La furgoneta estuvo activa durante los 3 primeros días del proyecto piloto, durante los cuales estuvo en funcionamiento 6 horas los dos primeros días y 4 horas el último día. Para su funcionamiento, la furgoneta necesita 1,37 litros/hora, por lo que durante las 16 horas que estuvo en funcionamiento, se consumieron 21,92 litros de gasoil.

### 3.1.3. Resultados

En base a los datos de actividad descritos anteriormente y teniendo en cuenta las asunciones descritas, obtenemos los siguientes datos para este escenario:

DATOS DE TRANSPORTE								
Transporte	Origen	Destino	Km	Nº viajes	Consumo (litros)	Peso (Kg)	Kg CO <sub>2</sub> e	
Furgoneta Retorna	Universidad Autónoma de Madrid	Almonacid del Marquesado	130	1	X	60	5,51	
Furgoneta Retorna	Almonacid del Marquesado	IFEMA Madrid	118	1	X	60	12,49	
Furgoneta	Almacena Almonacid del Marquesado	Planta de recuperación de envases	99,3	2	25	x	65,25	
							<b>Kg CO<sub>2</sub> e</b>	<b>83,25</b>

DATOS DE ENERGIA		
Punto de consumo	Energía consumida	Kg CO <sub>2</sub> e
Consumo Prensa (Compactación)	1650 kwh	0,58
Planta de Recuperación	154 kwh	32,88
		<b>Kg CO<sub>2</sub> e</b>
		<b>33,45</b>

CONSUMO DE COMBUSTIBLE			
Funcionamiento de la furgoneta RETORNA (recuperación envases)	1.37 litros /hora	16 horas en funcionamiento	<b>57,21 Kg CO<sub>2</sub>e</b>

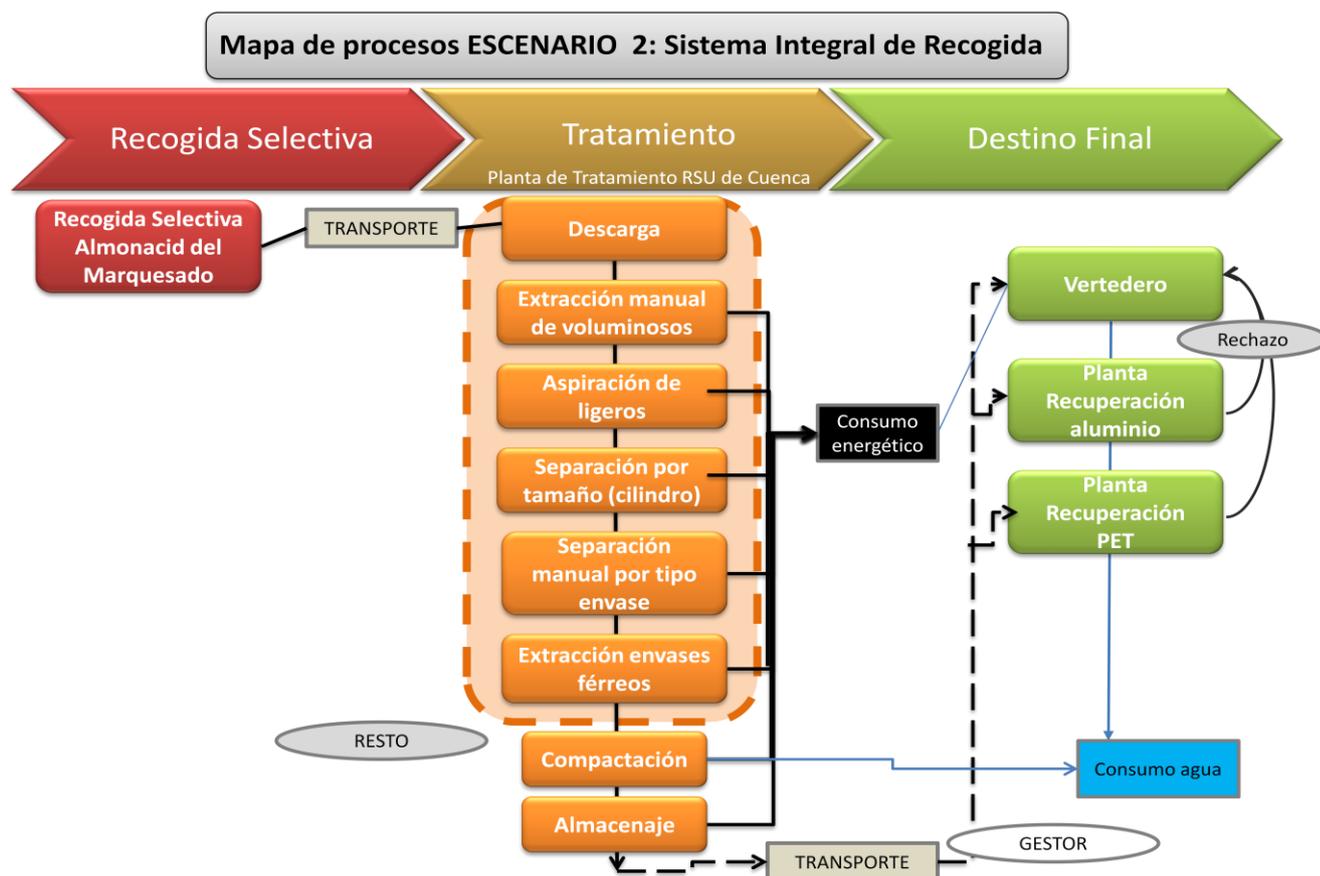
EMISIONES TOTALES		
Emisiones totales	173,91	Kg CO <sub>2</sub> e
<b>Unidad funcional</b>	<b>0,29</b>	<b>Ton CO<sub>2</sub>e</b>

Por lo tanto, obtenemos que **por cada 1000 kilogramos de envases recogidos** en la proyecto piloto de implantación de un Sistema de Recogida y Retorno de envases en el municipio de Almonacid del Marquesado, **se emitieron a la atmósfera 0,29 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente**.

### 3.2. Escenario 2: Sistema Integral de recogida (SIG) implantado en Almonacid del Marquesado, recogida de envases ligeros.

#### 3.2.1. Mapa de procesos Escenario 2:

A continuación se presenta el mapa de procesos simplificado el cual se ha tenido en cuenta para el Sistema Integral de recogida de envases ligeros.



#### 3.2.2. Datos de actividad:

Debido a que en algunos casos no se ha podido disponer de toda la información real (datos primarios) de alguna de las etapas del ciclo de vida del envase, se han llevado a cabo una serie de adaptaciones y asunciones (datos secundarios) con el objetivo de llegar a un resultado final lo más cercano a la realidad.

A continuación se especifican las fuentes de emisiones tenidas en cuenta así como las estimaciones y suposiciones realizadas en el presente estudio del Escenario 2.

#### Entrada de material:

Como material, este estudio se ha basado en la generación de envases ligeros y únicamente se han tenido en cuenta para el análisis final, las botellas de plástico (PET) y latas de aluminio.

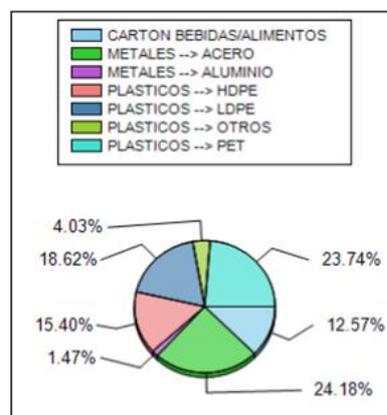
El periodo de referencia adoptado para este estudio ha sido diciembre de 2011 puesto que es el periodo en el que se realizó el proyecto piloto del Escenario 1.

Para el estudio se ha tomado como valor de referencia de generación de residuos la misma cantidad obtenida durante la realización de la proyecto piloto de Sistema de Recogida y retorno de envases en Almonacid del Marquesado. De esta manera, ambos escenarios estimarán sus emisiones de CO<sub>2</sub> en base a 0,608 toneladas de envases ligeros recogidos de modo que la comparativa pueda ser representativa.

Para la obtención de la cantidad equivalente de esos envases ligeros que corresponde a envases de botellas PET y latas de aluminio mediante este sistema de recogida, se han tenido en cuenta los datos sobre la Planta de Tratamiento de Cuenca publicados por el Ecoembes en su Sistema de información al ciudadano, mediante los cuales se obtiene que un 23,74% de botellas PET y un 1,47% de latas de aluminio se recogieron respecto al total de envases ligeros, papel y cartón recogidos en España en 2010.<sup>5</sup>

Aplicando este mismo porcentaje a la cantidad de residuos de 608,731 kg tomada como referencia, y conociendo que el rendimiento de la planta de tratamiento de RSU de Cuenca es de un 58%, estimamos el volumen de envases ligeros que son recuperados y el volumen de resto que se genera de dicha cantidad de envases recogidos en el municipio.

Volumen envases ligeros Almonacid	608,731 kg
Rendimiento Anual de la planta	58%
Total envases a recuperar	352,86 kg
Total RESTO	255,52 kg
kg PET	83,80 kg
kg aluminio	5,19 kg



**Datos de transporte:**

El transporte que se ha tenido en cuenta en este escenario, es el transporte rodado durante el mes de diciembre de 2011 por el cual son transportados los residuos desde el municipio de Almonacid del Marquesado hasta la Planta de tratamiento de RSU de Cuenca para su selección y posterior gestión o recuperación.

Por un lado se ha tenido en cuenta el transporte desde su recogida en los contenedores selectivos de envases en el municipio de Almonacid del Marquesado, el cual cuenta con 5 contenedores para este fin, a la Planta de tratamiento de RSU de Cuenca, la cual se encuentra en el polígono del parcelario catastral de Cuenca nº 27, parcelas 53 y 54.

<sup>5</sup> Fuente: Ecoembes <https://sistemas.ecoembes.com/Ecoembes.SGR.InformeACiudadanos.WebUI/IndiceInformes.aspx>

Por otro lado, se ha tenido en cuenta el transporte desde la Planta de tratamiento de RSU de Cuenca desde donde estos envases son llevados bien a la planta de Reciclaje/Recuperación o bien al vertedero regulado.

En este caso, la propia Planta de Tratamiento de RSU de Cuenca, dispone en su mismo emplazamiento de:

- Planta de selección de Residuos sólidos urbanos
- Planta de compostaje de materia orgánica
- Vertedero controlado de rechazos/inertes



De esta manera, sabemos que el transporte de los envases no recuperables será mínimo ya que el vertedero se encuentra en la misma Planta.

Con relación a los envases que son recuperados o reciclados, observados que existen dos gestores autorizados a los cuales ha sido adjudicada la gestión de cada tipo de envase seleccionado en la planta de Cuenca. Por un lado el gestor autorizado para la recuperación y reciclaje de aluminio durante el periodo de estudio, fue Recuperaciones Pérez S.L, la cual se encuentra en Aranjuez (Madrid) y por otro lado el gestor de envases de PET para ese mismo periodo fue Técnicas en Residuos y reciclajes Urbanos SAU (en su planta de Toledo).

Por lo tanto, para el cálculo de los kilómetros recorridos por los camiones de recogida, se han estimado el número de kilómetros recorridos durante el periodo de estudio, diciembre de 2011, tomando como referencia la distancia del municipio de Almonacid del Marquesado a la planta de RSU de Cuenca, resultando 89,4 km.

La recogida de residuos municipales y posterior transporte a la planta de tratamiento es gestionada por Urbaser S.A., la misma empresa que lleva la explotación de la Planta. Aunque se conoce que dicha recogida es mancomunada, es decir que el mismo camión de recogida recorre varios municipios de la mancomunidad a la que Almonacid del Marquesado pertenece, debida a la falta de información acerca de dicho recorrido y el % de residuo que aporta cada uno de los municipios, únicamente se ha tenido en cuenta la distancia del mismo municipio de Almonacid del Marquesado a la planta de Tratamiento de RSU de Cuenca, es decir 89,4 km cada viaje teniendo en cuenta que el camión realiza un viaje con los residuos y un viaje de vuelta vacío a las instalaciones de Urbaser en Cuenca.

Tal y como se establece en el convenio firmado entre el Ayuntamiento con Ecoembes, se establecen las siguientes tipologías de municipios:

Tipología urbana	municipios con población igual o superior a los 50.000 habitantes
Tipología semiurbana	municipios con población entre 5.000 y 50.000 habitantes
Tipología rural	municipios con población igual o inferior a 5.000 habitantes

Almonacid del Marquesado se encuentra dentro de la tipología rural, lo que establece que el intervalo de recogida establecido sea quincenal, por lo que solo se contabilizará un viaje durante el periodo de estudio.

Para el cálculo de los kilómetros desde la planta de tratamiento de RSU de Cuenca hasta la deposición final del envase, es decir vertedero o planta de recuperación hemos tenido en cuenta las siguientes premisas:

- Ya que el vertedero se encuentra en la misma planta se han asumido, de un modo conservador, 0,2 km y se ha tenido en cuenta ida y vuelta del camión que transporta el resto de residuos que no son recuperables.
- Así mismo desde la planta de tratamiento de RSU de Cuenca hasta la planta de recuperación de aluminio se han calculado 153 km (por viaje) y se ha tenido en cuenta la vuelta del camión vacío.
- La distancia de la planta de tratamiento de RSU de Cuenca hasta el recuperador de PET, se han calculado 175 km (por viaje) y se ha tenido en cuenta la vuelta del camión vacío.

#### **Datos de energía:**

Las principales fuentes de emisión identificadas y relacionadas con el consumo energético son las plantas tanto de tratamiento del residuo como las plantas de reciclaje o recuperación de los mismos.

Los datos de energía se han calculado considerando que las instalaciones funcionan con un rendimiento real, es decir, que se imputa el consumo eléctrico del peso tomado como unidad de referencia (0.608 toneladas) pero suponiendo que las plantas siempre tendrán una entrada de peso mayor, ya que la puesta en marcha de estas instalaciones no se daría solo para una cantidad de envases tan pequeña.

Así tenemos que para la Planta de Tratamiento de RSU de Cuenca, a la cual se llevaron 352,86 kg de envases, y puesto que no disponemos de datos primarios para su consumo energético, se ha estimado que tiene un consumo proporcional para la línea de envases ligeros de 45,08 kwh.

Así mismo, los envases seleccionados para su recuperación fueron llevados a la cada planta específica de recuperación en función de material, es decir, los residuos de aluminio en diciembre de 2011 fueron gestionados por Recuperaciones Pérez S.L., la cual se estima que tiene un consumo energético de 11000 kw hora y los residuos de envases PET fueron gestionados por la empresa Técnicas de Residuos y Reciclajes Urbanos SAU, para la cual se ha estimado un gasto energético de 10,85 kwh.

Dado en que en este escenario hay una fracción de envases que no es recuperable, es decir un resto de 255,52 kg, se debe tener en cuenta la energía consumida por la disposición de dicho resto en el vertedero controlado que se encuentra en la misma planta de tratamiento de RSU de Cuenca.

### 3.2.3.

### 3.2.4. Resultados

En base a los datos de actividad descritos anteriormente y teniendo en cuenta las asunciones descritas, obtenemos los siguientes datos para este escenario:

DATOS DE TRANSPORTE						
Transporte	Origen	Destino	Km	Nº viajes	Peso (Kg)	Kg CO <sub>2</sub> e
Camión de Recogida Selectiva (Urbaser)	Almonacid del Marquesado	Planta de tratamiento de RSU de Cuenca	89,4	1	304,186	5,69
Camión de Recogida Selectiva (Urbaser)	Planta de tratamiento de RSU de Cuenca	Instalaciones Urbaser Cuenca	6,7	1	0	1,4
Camión	Planta de tratamiento de RSU de Cuenca	Planta de recuperación PET	175	2	83,80	250,96
Camión	Planta de tratamiento de RSU de Cuenca	Planta de recuperación de aluminio	153	2	5,19	219,41
Camión	Planta de tratamiento de RSU de Cuenca	Vertedero controlado Cuenca	0,2	4	255,52	0,14
					<b>Kg CO<sub>2</sub> e</b>	<b>477,61</b>

DATOS DE ENERGIA		
Punto de consumo	Energía consumida	Kg CO <sub>2</sub> e
Planta de tratamiento de RSU de Cuenca	45,08 kwh	15,78
Planta de Recuperación PET	11 kwh	3,85
Planta de Recuperación ALUMINIO	10,84	3,797
Vertedero Controlado Cuenca	0,99	0,347
<b>Kg CO<sub>2</sub> e</b>		<b>23,77</b>

EMISIONES TOTALES		
Emisiones totales	501,39	Kg CO <sub>2</sub> e
<b>Unidad funcional</b>	<b>0,84</b>	<b>Ton CO<sub>2</sub>e</b>

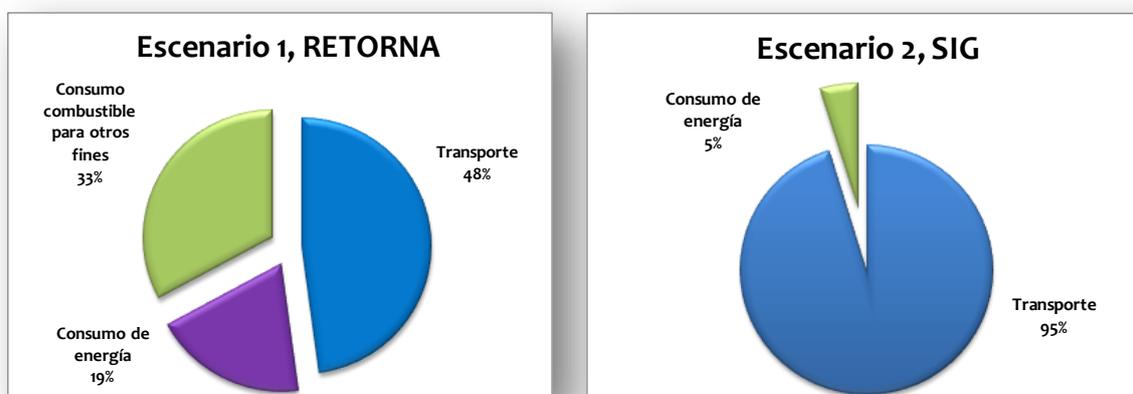
Por lo tanto, obtenemos que **por cada 1000 kilogramos de envases recogidos** mediante el Sistema Integral de Recogida implantado actualmente en el municipio de Almonacid del Marquesado, **se emitirían a la atmósfera 0,84 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.**

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Previo al análisis de los resultados se quiere destacar que el presente estudio ha querido estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes de los dos escenarios y para poder presentar los resultados de una manera comparable, se ha tenido en cuenta el mismo volumen de residuo para cada uno de los dos escenarios, de esta manera las emisiones finales para cada escenario son las equivalentes a 0,608 toneladas de envases ligeros generados en Almonacid del Marquesado durante diciembre de 2011.

Asimismo y como se ha descrito anteriormente, se ha determinado una unidad funcional de 1000 kg de envases (PET y aluminio).

A continuación se detallan los porcentajes de emisiones para cada uno de los dos escenarios.



##### 4.1. Escenario 1:

Como se puede ver en la gráfica el mayor porcentaje de emisiones corresponde al transporte de los envases a la planta de recuperación, representando un 48% del total de las emisiones.

Un porcentaje importante es el del combustible utilizado para el funcionamiento de la furgoneta RETORNA, con un 33% de las emisiones finales, la cual estuvo los tres primeros días recogiendo y compactando los envases que entraron. Por otro lado, hay que tener en cuenta que si se implantara este sistema de manera real, no se contabilizaría esta fuente de emisiones ya que no se haría uso de la furgoneta si no que se instalarían máquinas de recogida automática.

El consumo energético en este escenario corresponde únicamente a la planta de recuperación de envases a la que se llevaron tanto los envases de PET como los de aluminio. Esta fuente de emisiones corresponde un 19%, pero hay que tener en cuenta que el consumo energético para esta planta podría ser más eficiente y por tanto atribuir una emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes menores al tratamiento de estos envases.

## 4.2. Escenario 2:

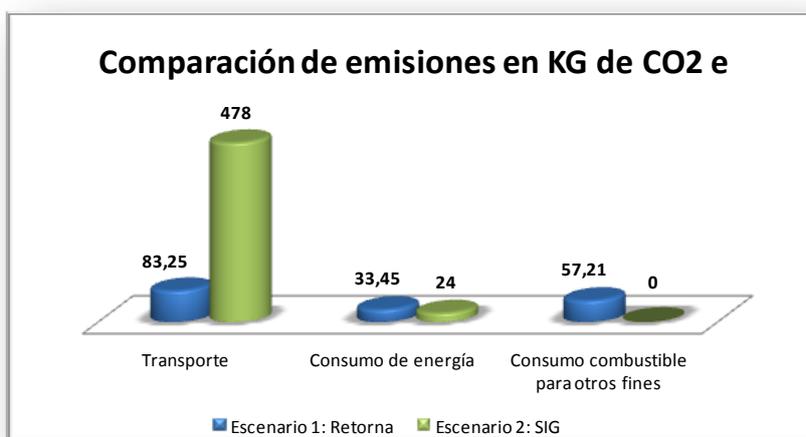
Como se puede observar en la grafica correspondiente al Escenario 2, las dos fuentes de emisiones atribuibles y contabilizadas para el sistema de recogida actual implantado en el municipio de Almonacid del Marquesado son el transporte y el consumo energético. Como se puede apreciar, la principal fuente de emisiones es el transporte ya que suponen un 95% de las emisiones finales. Esto es debido a las diferentes etapas por las que el envase debe pasar, es decir por la planta de tratamiento y selección, planta de recuperación y vertedero. Cada una de estas etapas lleva un transporte asociado el cual es una gran fuente de emisiones de CO<sub>2</sub>equivalente.

Por otro lado, el consumo energético en este caso supone únicamente un 5% de las emisiones totales finales. Es un porcentaje muy pequeño en comparación con el total de emisiones pero se debe tener en cuenta que no se conocía el consumo energético específico para cada planta de tratamiento.

## 4.3. Comparación de los dos escenarios

Tras el análisis de las fuentes de emisiones de cada uno de los escenarios podemos apreciar los siguientes resultados:

TABLA COMPARATIVA DE EMISIONES		
Categoría emisiones	ESCENARIO 1 RETORNA	ESCENARIO 2 SIG
Transporte	83,25	477,61
Consumo de energía	33,45	23,77
Consumo combustibles para otros fines	57,21	X
TOTAL	173,91	501,39
<b>Tonelada de CO<sub>2</sub> e por tonelada de envases PET y aluminio</b>	0,29	0,84



Según los resultados obtenidos, las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes por cada 1000 kg de envases recogidos y tratados son del orden de 3 veces mayores en el caso del Escenario 2, es decir la recogida

selectiva de envases mediante el sistema tradicional implantado en el municipio de Almonacid del Marquesado.

Por cada 1000 kg de envases en dicho escenario se emiten 0,84 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente frente 0,29 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes que se emitieron mediante el proyecto piloto de RETORNA.

Si segregamos las fuentes de emisiones para cada uno de los escenarios, se puede observar que la mayor diferencia de emisiones se encuentra en el transporte. Esto es debido principalmente a que para el transporte de residuos en el Escenario 1 (RETORNA) únicamente se necesitó 1 viaje y además este transporte fue directamente a la planta de recuperación de envases que en este escenario fue la misma para los dos tipos de envases ligeros (PET y aluminio). Por el contrario, en el caso del Escenario 2 (SIG), es necesaria una logística más compleja ya que los residuos deben ser llevados a la planta de tratamiento y de ahí, dependiendo de cada tipo de envase, deben ser llevados a sus respectivas plantas de recuperación y finalmente al vertedero, generando con todo este transporte una mayor contaminación atmosférica.

En la categoría energética, los resultados indican que el sistema de recogida que presenta mayor consumo energético es el sistema de Retorna, pero se debe tener en cuenta que el rendimiento real de la planta en el sistema de recogida tradicional tiene una mayor eficiencia, puesto que en este caso se está contabilizando el gasto energético de la planta de tratamiento de RSU de Cuenca la cual a pesar de recibir un cierto volumen de residuos de Almonacid del Marquesado, la planta está a pleno rendimiento y por tanto tiene un consumo mas eficiente que en el sistema de RETORNA.

Es decir, que para el volumen de residuos del cual se ha hecho la estimación de emisiones, en el sistema de RETORNA, la planta de recuperación no se encuentra a pleno rendimiento y por tanto parece menos eficiente, pero si tenemos esto en cuenta, es obvio que el consumo energético será siempre mayor en el sistema de recogida del Escenario 2 (SIG) puesto que en el ciclo de vida del envase hay una etapa, selección del envase en planta de tratamiento de RSU de Cuenca, por la que el residuo pasa antes de llegar a la planta de Recuperación, añadiendo así una fase intermedia con su correspondiente consumo energético.

## 5. CONCLUSIONES

Tras el presente estudio y tras el análisis de los resultados obtenidos podemos decir que a pesar de la falta y de la calidad de los datos de partida, según las hipótesis que hemos podido realizar, el Sistema de Recogida, Devolución y Retorno que se implantó como proyecto piloto en el municipio de Almonacid del Marquesado supuso, por cada 1000 kg de envases , una emisión de **0,29 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente frente a 0,84 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes** que se emitieron mediante el sistema integral de recogida de residuos implantado actualmente en el municipio.

Por tanto el Sistema de Recogida, Devolución y Retorno piloto de envases implantado durante diciembre de 2011 en el municipio de Almonacid del Marquesado supuso un 65,48 % menos emisiones que el sistema de recogida selectiva implantado actualmente en el municipio.

A pesar de que se puede apreciar que el consumo energético es similar en los dos escenarios, es necesario destacar que si el sistema RETORNA estuviera implantado de forma habitual en Almonacid del Marquesado y no como prueba piloto, los volúmenes de entrada se optimizarían para las máquinas utilizadas (uniendo varios pueblos por ejemplo) de manera que la eficiencia energética aumentaría en gran medida.

Teniendo en cuenta que se trata de una estimación y que el estudio comparativo se ha basado en los datos obtenidos tras una proyecto piloto en un municipio específico, se puede afirmar que el Sistema de Recogida, Devolución y Retorno planteado por la Asociación Retorna supone menos emisiones que el sistema de recogida de envases tradicional, y que por tanto es un sistema beneficioso para la lucha contra el cambio climático.