



Applus Norcontrol S.L.U.

Ctra. N.VI, Km 582

15168 Sada (A Coruña)

Tlf. 981 014 500

Fax. 981 014 550

PLAN PILOTO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DE ORIGEN DOMICILIARIO

Informe de resultados

Fecha: julio 2012

Referencia: P-024622

Edición: 1

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

D.G. CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL Y MEDIO NATURAL
Subdirección General de Residuos

Este documento y los anexos en él referenciados tienen paginación independiente con indicación del número total de páginas en cada uno de ellos.

Garantía de Calidad de Servicio:

Applus+, garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro Sistema de Calidad y Sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal.

En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien, al Director de Calidad de Applus+, en la dirección: satisfaccion.cliente@appluscorp.com.

Este documento no deberá reproducirse ni total ni parcialmente sin la aprobación, por escrito, de Applus Norcontrol S.L.U y del cliente.

A CORUÑA – ALBACETE – ALICANTE – ASTURIAS – BARCELONA – BILBAO – CÁDIZ – CASTELLÓN – CIUDAD REAL – CORDOBA – GRANADA – HUELVA – JAÉN – LAS PALMAS – LEÓN – LOGROÑO – LUGO – MADRID – MÁLAGA – MÉRIDA – MURCIA – OURENSE – PALMA – PAMPLONA – SAN SEBASTIÁN – SANTANDER – SEVILLA – TENERIFE – TOLEDO – VALENCIA – VALLADOLID – VIGO – VITORIA – ZARAGOZA

Índice

1. Introducción	3
2. Antecedentes	4
3. Objetivos	5
4. Alcance	6
4.1. Alcance geográfico	6
4.2. Alcance técnico	6
5. Metodología de trabajo	7
5.1. Análisis preoperacional	7
5.2. Coordinación y planificación	9
5.2.1. <i>Coordinación interna</i>	9
5.2.2. <i>Plan de formación interna</i>	10
5.2.3. <i>Coordinación con las instalaciones</i>	11
5.2.4. <i>Procedimiento de muestreo y caracterización</i>	11
6. Ejecución de los trabajos	19
6.1. Desglose y ajuste de intervenciones	19
7. Resultados obtenidos	22
7.1. Envases ligeros (EELL)	23
7.2. Papel y cartón (PC)	26
7.3. Vidrio (V)	28
7.4. Fracción orgánica (FORS)	32
7.5. Fracción resto (FR)	36
7.6. Composición global	38
7.7. Determinación de humedad	41

Anexos

Anexo I. Desglose de trabajos realizados

Anexo II. Estudio estadístico de resultados

Anexo III. Reportaje fotográfico

1. Introducción

El presente documento expone y desarrolla las principales conclusiones y resultados obtenidos del **PLAN PILOTO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DE ORIGEN DOMICILIARIO**, proyecto que Applus Norcontrol, S.L.U. (en adelante, Applus+) ha llevado a cabo para la **Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural** (en adelante, DGCEA) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Este trabajo responde a los requerimientos recogidos en los Pliegos de Prescripciones correspondientes, según expediente SV472009 y oferta de Applus+ de código 5828200490_26_160817, de junio de 2010, habiéndose acordado la adjudicación definitiva en fecha 25 de octubre de 2010.

2. Antecedentes

Vinculado a la aprobación y desarrollo de la legislación marco de residuos, en el año 1999 se llevó a cabo un primer estudio de caracterización y composición de los residuos urbanos en varias comunidades autónomas, con la finalidad de disponer de la información básica que apoyase al cumplimiento de los objetivos previamente definidos.

Derivado de la propia necesidad de actualizar datos y de la revisión de la legislación de referencia, se hizo necesario afrontar la realización de un nuevo inventario que definiese los principales indicadores a tener en cuenta en el escenario actual.

De este modo, durante 2006 y 2007 se llevó a cabo una metodología estadística que permitiese obtener un Plan General de caracterizaciones. Los datos disponibles en ese momento para elaborarlo eran:

- Entradas (cantidades) de flujos de residuos en planta.
- Resultados dispersos de caracterizaciones.
- Poblaciones equivalentes.

Aplicando estos indicadores, se obtuvo un número de muestras a controlar muy elevado, por lo que se decidió configurar un Plan Piloto que intentara mejorar la información de partida, identificando concretamente la variabilidad de las muestras, parámetro necesario para la optimización de la planificación estadística posterior de nuevos muestreos.

El Plan Piloto habría de permitir, en última instancia, actualizar la información disponible, realizar una primera aproximación a la composición de la bolsa de basura, así como poder observar la posible influencia de determinados factores en la determinación de la misma.

3. Objetivos

Los objetivos perseguidos con la realización de este proyecto han sido los siguientes:

- a) Desarrollar un procedimiento de muestreo que optimice la representatividad de los ensayos a realizar sobre los flujos correspondientes.
- b) Establecer rangos de valores esperados, evaluando y validando los resultados obtenidos.
- c) Facilitar la información básica de la realidad de cada Comunidad Autónoma, de cara a establecer sus planes de muestreo particulares.
- d) Establecer la variabilidad sobre los datos obtenidos, de tal manera que permita una mejor planificación estadística de nuevos muestreos, y establecer un plan general de caracterizaciones más ajustado.
- e) Determinar, en una primera aproximación, la composición y características de los residuos urbanos de origen domiciliario en España.

4. Alcance

4.1. Alcance geográfico

El alcance geográfico de los trabajos está circunscrito a todas las Comunidades Autónomas, además de las Ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla.

Para cada caso, en función de una serie de indicadores, se estimó un número determinado de intervenciones según los flujos de residuos gestionados en las instalaciones de referencia para cada territorio.

4.2. Alcance técnico

Como alcance técnico se entiende el conjunto de trabajos desarrollados, en función de lo solicitado en los pliegos técnicos:

- ⊗ Planificación y zonificación de las caracterizaciones de residuos urbanos.
- ⊗ Ejecución de las caracterizaciones de residuos.
 - Entradas procedentes de recogida selectiva de envases ligeros.
 - Entradas procedentes de recogida selectiva de papel-cartón.
 - Entradas procedentes de recogida selectiva de vidrio.
 - Entradas procedentes de recogida selectiva de fracción orgánica biodegradable.
 - Entradas procedentes de recogida de residuos en masa o fracción resto, que a efectos operativos se dividieron en: resto-genérico y resto-inorgánico, en función del sistema de gestión implantado.
- ⊗ Determinaciones de humedad.

5. Metodología de trabajo

5.1. Análisis preoperacional

El número total de caracterizaciones establecido en los pliegos de condiciones era de 360, distribuidas entre los diferentes flujos de residuos señalados. En la oferta presentada por Applus+ se introducían 18 caracterizaciones adicionales, ajustándolas a los flujos considerados, tal y como se aprecia en la siguiente tabla:

Flujo de residuos	Caracterizaciones solicitadas	Caracterizaciones propuestas
Envases ligeros	100	107
Papel-cartón	80	80
Vidrio	20	20
Fracción orgánica	40	40
Fracción resto	120	131
TOTAL	360	378

Tabla 1. Planificación de caracterizaciones por flujo de residuo

El objetivo de esta etapa se centraba en disponer de toda la información necesaria para configurar una planificación ajustada y poder así acometer con garantías el desarrollo de la fase de caracterización.

Para ello, se llevó a cabo una primera fase de **revisión de la documentación disponible**, en la que se estudiaron y evaluaron los datos aportados sobre las instalaciones de tratamiento operativas y las principales características de las mismas.

A continuación se presentaron, como primera aproximación, una serie de **instalaciones potencialmente receptoras** de estas intervenciones. Para definir las, además de lo anterior, se tuvieron en cuenta una serie de variables:

- ⊗ Reparto de mínimos por flujo de residuos establecido en el Pliego.
- ⊗ Consideración de las 17 Comunidades Autónomas y 2 Ciudades Autónomas.
- ⊗ Variaciones estacionales, distribuyendo las muestras entre dos estaciones: primavera-verano y otoño-invierno.
- ⊗ Población y producciones equivalentes.
- ⊗ Número de instalaciones y tipología por Comunidad Autónoma.
- ⊗ Variabilidad histórica de cada flujo de residuos (desviaciones típicas registradas).

La propuesta inicial de reparto se estructuró en función de los tipos de tratamiento existentes en cada territorio y de la población equivalente incorporada, aunque considerando algunos condicionantes:

- ⊗ En territorios con reducido número de instalaciones, el criterio de selección fue básico.
- ⊗ En territorios con un volumen mayor de instalaciones (y con una variabilidad de tratamientos elevada), se establecieron rangos de priorización, atendiendo a los criterios definidos:
 - En primera instancia, aquellas instalaciones con una mayor tasa de recepción de los flujos objetivos.
 - En segundo término, a otros casos menores con características distintivas.

Finalmente, se definió la siguiente **distribución de muestras**, según los distintos territorios y flujos de residuos:

CCAA	PC	Vidrio	EELL	FORS	Resto	Subtotal
Andalucía	10	5		10	10	35
Aragón					10	10
Asturias	10		5		5	20
Cantabria			10		5	15
Castilla La Mancha	10				5	15
Castilla y León	10		5			15
Cataluña	10		15	20	15	60
Comunidad Valenciana		5	10		15	30
Extremadura			3		5	8
Galicia		5	5	10	10	30
Islas Baleares	10		10			20
Islas Canarias			5		5	10
La Rioja			2		5	7
Madrid	5		20		10	35
Melilla y Ceuta			5			5
Navarra	5	5		5	10	25
País Vasco	5		15		10	30
Región de Murcia	5				3	8
TOTAL	80	20	110	45	123	378

Tabla 2. Distribución final de muestras

5.2. Coordinación y planificación

5.2.1. Coordinación interna

Para facilitar una mejor coordinación de los trabajos, Applus+ realizó una sectorización del territorio nacional según su propia estructura organizativa, a través de siete zonas operativas:

- Zona Noroeste: Galicia.
- Zona Norte: Asturias, Cantabria, País Vasco, Navarra, La Rioja.
- Zona Centro: Castilla La Mancha, Castilla y León, Madrid.
- Zona Noreste: Cataluña.
- Zona Este: Aragón, Baleares, Comunidad Valenciana, Región de Murcia.
- Zona Sur: Andalucía, Extremadura, Melilla.
- Zona Canarias



Gráfico 1. Sectorización operativa del territorio

Las diferentes zonas operaron de forma independiente, reportando a un único Coordinador nacional, garantizando, en cualquier caso, el adecuado desarrollo de los trabajos en todos los territorios.



Cada Coordinador zonal fue responsable de la directa comunicación con las instalaciones ubicadas en su territorio, acordando previamente el plan de trabajo, supervisando la calidad de los trabajos de los equipos destacados y reportando, como primer filtro de gestión, los resultados al Coordinador nacional a través de la sistemática operativa que se definirá posteriormente.

Finalmente, los resultados fueron validados por la Coordinación nacional, responsable en último término de su fiabilidad y representatividad, ejerciendo además como interlocutor permanente con la DGCEA.

5.2.2. Plan de formación interna

El objetivo del Plan de formación interna fue el de dotar al personal inspector y a los coordinadores zonales de las pautas y los conocimientos específicos necesarios para la realización de los trabajos con la suficiente garantía técnica, en cumplimiento del plan muestral definido.

De esta forma, una vez definida y acordada finalmente la planificación de los trabajos, se llevó a cabo una **sesión de información y formación general** de dos jornadas de duración, celebrada los días 12 y 13 de enero de 2011, a la que asistió una representación de todas las zonas geográficas anteriormente definidas.

El contenido específico de esta sesión fue el siguiente:

- Explicación de los objetivos y características del proyecto.
- Descripción del plan de muestreo a ejecutar. Desglose previsto.
- Operativa de coordinación y planificación.
- Aspectos de seguridad y prevención de riesgos.
- Metodología de caracterización. Fichas de campo. Diferenciación de materiales.
- Toma de muestras. Envío de muestras a laboratorio. Trazabilidad y custodia.
- Gestión de resultados. Sistema de transmisión, validación e informes.

Además, y como apoyo a la formación, Applus+ elaboró un **manual de formación** con todos los contenidos señalados anteriormente, siendo entregado a todo el personal asignado a los trabajos.

Finalmente, también fue realizado un **ensayo de intercalibración** práctico, al objeto de ajustar y coordinar metodologías de muestreo y diferenciación de materiales.

5.2.3. Coordinación con las instalaciones

En noviembre de 2010, la DGCEA envió una comunicación a cada una de las instalaciones participantes en el proyecto, en la que se les informaba del inicio del mismo, así como de los requisitos a cumplir para la correcta coordinación de los trabajos en materia de prevención de riesgos laborales, solicitándoles su colaboración con Applus+.

Contenido de la comunicación

El Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, a través de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, y en coordinación con las CCAA, va a elaborar durante los próximos meses un "PLAN PILOTO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DE ORIGEN DOMICILIARIO" con los siguientes objetivos:

- Determinar la composición de los flujos de residuos urbanos de origen domiciliario en España.
- Establecer la variabilidad sobre los datos de composición obtenidos, de tal manera que permita establecer un Plan General de Caracterizaciones más ajustado.
- Facilitar una herramienta que aporte información básica representativa de cada Comunidad Autónoma, que permita contribuir a sus correspondientes planes de muestreo.

La planta_____ha sido seleccionada para la realización de la referida caracterización. Le agradecemos de antemano su colaboración, a los efectos de que la empresa adjudicataria para la realización de los trabajos de caracterización, APPLUS NORCONTROL S.L.U., pueda efectuar los referidos trabajos de caracterización, que comenzarán a partir de diciembre de 2.010, aunque previamente existirá una comunicación específica con las instalaciones seleccionadas, de tal manera que se pueda planificar debidamente el programa conjuntamente, en los términos que se indican en anexo que acompaña a este escrito.

A continuación, los coordinadores zonales contactaron con las mismas con el fin de concretar las fechas de los trabajos e intercambiar toda la documentación necesaria, relativa tanto a las generalidades del proceso de tratamiento como de los lugares disponibles para los trabajos de caracterización y los condicionantes y requerimientos vinculados a la seguridad y prevención de riesgos.

5.2.4. Procedimiento de muestreo y caracterización

A continuación se detallan los procesos de toma de muestras de residuos y de caracterización macroscópica a la que fueron sometidos.

■ Toma de muestras

Como fase inicial para la realización de las caracterizaciones macroscópicas, fue necesario realizar una toma de muestra representativa y ajustada que garantizase la fiabilidad de los resultados obtenidos. Para ello, se tomó como referencia fundamental el *Procedimiento interno C6-004002 sobre toma de muestras de residuos*, así como en las recomendaciones y criterios que se desprenden de la norma UNE-EN 14899:2007, asegurando la representatividad de la muestra y contemplando mecanismos específicos de actuación.

Los muestreos fueron realizados mediante la utilización de los medios técnicos y mecánicos en cada caso, con el fin de no interferir en la representatividad final de las muestras seleccionadas ni en la propia dinámica de los trabajos de las instalaciones.

A solicitud del equipo destacado, el material seleccionado in situ era depositado en una ubicación propicia para proceder a su correcta homogeneización y cuarteo, previo al proceso de caracterización.

La toma de muestras se realizó, de forma general, de la siguiente manera:

- ⊗ Después de la recepción del material, tras la identificación y descarga de los residuos, se procedía a la homogeneización del mismo sobre la superficie dispuesta, preparada expresamente a estos efectos. Con ayuda de una pala mecánica o similar, se separaba al azar y se extendía una masa de residuos correspondiente a una cantidad aproximada de 1.000 kg, tratando de afectar a diferentes puntos y alturas de la pila.



- ⊗ A continuación se realizaba un primer cuarteo mecánico del material, tomando la totalidad de los residuos de dos cuartos opuestos y elegidos al azar. Este material se extendía aparte (quedando unos 500 kg) y se realizaba la apertura de las bolsas cerradas, seguido de una segunda homogeneización y un segundo cuarteo, donde se realizaba la apertura de las bolsas que aún continuaban cerradas.



- De este segundo cuarteo, se extraían unos 50 kg de cada cuarto y 25 kg de dos cuartos opuestos elegidos al azar. Se obtenía así una muestra de aproximadamente 250 kg sobre la que se realizaba la caracterización de los materiales.

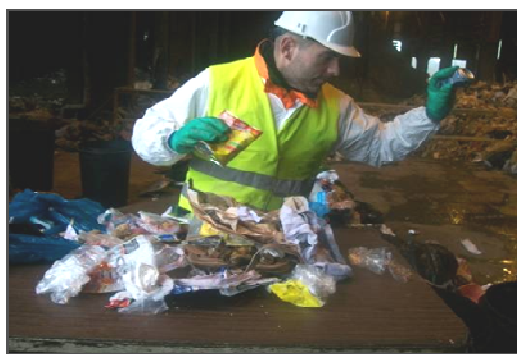
En aquellos casos en que no fue posible presenciar las descargas de los residuos, principalmente debido al horario nocturno de las mismas, el material se encontraba dispuesto a la llegada del equipo de caracterización, evaluando su responsable las condiciones del mismo, así como los datos relativos a procedencia y peculiaridades.

■ Caracterización macroscópica

Para conocer la composición de detalle de los residuos integrados en las fracciones parciales obtenidas en las diversas muestras de material, se realizaron caracterizaciones macroscópicas individuales para cada una de ellas.

Básicamente, el proceso consistió en la identificación de las distintas categorías presentes a través de un procedimiento estandarizado y reconocido, siguiendo las directrices del *Procedimiento interno C6-004003 sobre caracterización de residuos* desarrollado por Applus+.

La separación se efectuaba manualmente sobre una mesa de triaje instalada para tal fin, obteniéndose el peso total de la muestra caracterizada por la suma de pesos de los materiales separados.



La clasificación de los distintos materiales se realizaba de acuerdo con el protocolo establecido en relación con las categorías de interés de las fracciones.

■ Determinación de humedad

En cada una de las caracterizaciones realizadas y para todos los flujos de residuos, a excepción del correspondiente al vidrio, se procedió a tomar una muestra global de unos 7 kg para su determinación de humedad.

Las muestras recogidas fueron debidamente embaladas, etiquetadas y posteriormente enviadas a los siguientes laboratorios para la realización del citado ensayo:

NOMBRE: APPLUS NORCONTROL, S.L.U. LABORATORIO DE A CORUÑA

DIRECCIÓN: Carretera Nacional VI km 582. 15168 Sada (A Coruña)

EXPEDIENTE DE ACREDITACIÓN: Nº 76/LE201

NOMBRE: APPLUS AGROAMBIENTAL, S.A.
DIRECCIÓN: Partida Setsambs, s/n. 25222 Sidamon (Lleida)
EXPEDIENTE DE ACREDITACIÓN: Nº 563/LE1047

NOMBRE: AMBITEC LABORATORIO MEDIO AMBIENTAL, S.A.
DIRECCIÓN: Francisco Sancha, 8 - Bajo 28034 Madrid
EXPEDIENTE DE ACREDITACIÓN: Nº 7189/LE1208

La determinación de humedad para las fracciones de papel-cartón se realizó de acuerdo a la norma *UNE-EN 20287 Papel y cartón. Determinación del contenido de humedad. Método de secado en estufa*.

En el caso de otros flujos de residuos, se determinó la humedad según la norma *UNE-EN 14346 Caracterización de residuos. Cálculo de la materia seca por determinación del residuo seco o contenido en agua*.

Los métodos empleados para la realización de los ensayos se muestran a continuación:

- Determinación por el método gravimétrico, mediante calentamiento a temperatura constante a 105 °C en estufa.
- Valoración de Karl-Fischer; por la que se determina el contenido en agua (método aconsejable para muestras con alto contenido en volátiles).

■ Gestión de resultados

La gestión de resultados consistió en el desarrollo de dos tareas principales: envío de los mismos a la DGCEA y elaboración de informes.

Como norma general, una vez realizados los trabajos de campo, los resultados de cada caracterización (fichas de campo), se remitieron a la DGCEA vía plataforma de intercambio de información.

Fichas de campo

Previamente al inicio de los trabajos de campo, fue diseñada, de común acuerdo con la DGCEA una ficha de campo donde se pudiesen recoger los datos desprendidos de las caracterizaciones practicadas, independientemente del flujo considerado y de las connotaciones en cuanto a su procedencia, entrega y características del residuo.

Para cada una de las intervenciones realizadas se generó una ficha de resultados individual, la cual contenía toda la información relativa a la misma y se firmaría tanto por parte del personal inspector y de los responsables de la instalación.

PLAN PILOTO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS

DATOS GENERALES

Instalación: _____

Procedencia muestra: _____

Comunidad Autónoma: _____ Zona Geográfica: _____

Papel-Cartón
 Vidrio
 Env. Ligeros
 Fracción resto - inorgánico
 Fracción resto - genérico
 FORM

OT (carga tractora)
 CL (carga lateral)
 Igñ
 Otros
 Punto de toma de muestra: Vehículo
 Foso
 Cinta
 Otros

Kg. totales: _____ Matrícula Vehículo: _____ Hora de llegada: _____ Fecha muestreo: _____

ENVASES Y EMBALAJES

COMPONENTE	DOMÉSTICOS (Peso kg.)	INDUSTRIALES (Peso kg.)	COMPONENTE	DOMÉSTICOS (Peso kg.)	INDUSTRIALES (Peso kg.)
PAPEL-CARTÓN			PET		
BRIK			PEAD Natural		
ACERO (ENVASES FÉRRICOS)			PEAD Color		
ALUMINIO			FILM (excepto bolsas de plástico)		
VIDRIO BLANCO			FILM (bolsas de plástico)		
VIDRIO COLOR			PVC		
MADERA			PP		
CERÁMICOS			PS (excepto EPS)		
OTROS			EPS		
			OTROS PLÁSTICOS		

MATERIA ORGÁNICA BIODEGRADABLE

COMPONENTE	Peso kg.	COMPONENTE	Peso kg.
RESTOS DE ALIMENTOS		CELULÓSICOS	
RESTOS DE JARDINERÍA		OTROS MATERIA ORGÁNICA	

OTROS RESIDUOS

COMPONENTE	Peso kg.	COMPONENTE	Peso kg.
PLÁSTICO NO ENVASE (excepto las bolsas de basura)		TEXTILES	
FILM BOLSA DE BASURA		TEXTILES SANITARIOS	
PAPEL/CARTÓN NO ENVASE		CANTIDAD DE PRODUCTO EN ENVASES (SÓLIDO)	
VIDRIO NO ENVASE		CANTIDAD DE PRODUCTO EN ENVASES (LÍQUIDO)	
MADERA NO ENVASE		OTROS (materia inorgánica, metales, cerámicos con marcos, etc)	
METALES FÉRRICOS NO ENVASE		TIERRAS OSCURAS	
METALES NO FÉRRICOS NO ENVASE			

Observaciones: _____

Representante instalación: _____
 Representante entidad: _____
 Representante empresa caracterizadora: _____




 Superf. España +34 902 89 83 33

 PAPER ENROLLING
 FUNCTIONALITY

Gráfico 2. Modelo de ficha de campo

Para la cumplimentación de las fichas de campo por parte de los equipos de caracterización se utilizó la tecnología de los **bolígrafos digitales**, consistente en el uso de una herramienta de captura de datos manuscritos para su conversión a formato digital, posibilitando su transferencia e integración automática en una aplicación de carga de datos administrada por Applus+ y con acceso directo por parte de la DGCEA.

Plataforma de gestión documental

Con el fin de dotar al proyecto de una herramienta de gestión documental, la cual facilitase tanto el volcado múltiple de datos, su validación y explotación primaria, como la comunicación directa con la DGCEA, se puso en marcha una **plataforma** de gestión, con las siguientes características principales:

- Transmisión de los datos de campo a través de la tecnología de captura digital.
- Incorporación inmediata de los datos de campo al registro interno.
- Validación y generación automática de informes.
- Planificación de muestreos.
- Acceso y visualización general o específico por CCAA.
- Base de datos general y archivo de documentación general vinculada al proyecto.
- Entorno compartido y posibilidad de múltiples usuarios al sistema.

A través de esta plataforma, tanto la DGCEA como las Comunidades Autónomas podrían tener acceso a la información y documentación generada en el proyecto de forma actualizada.

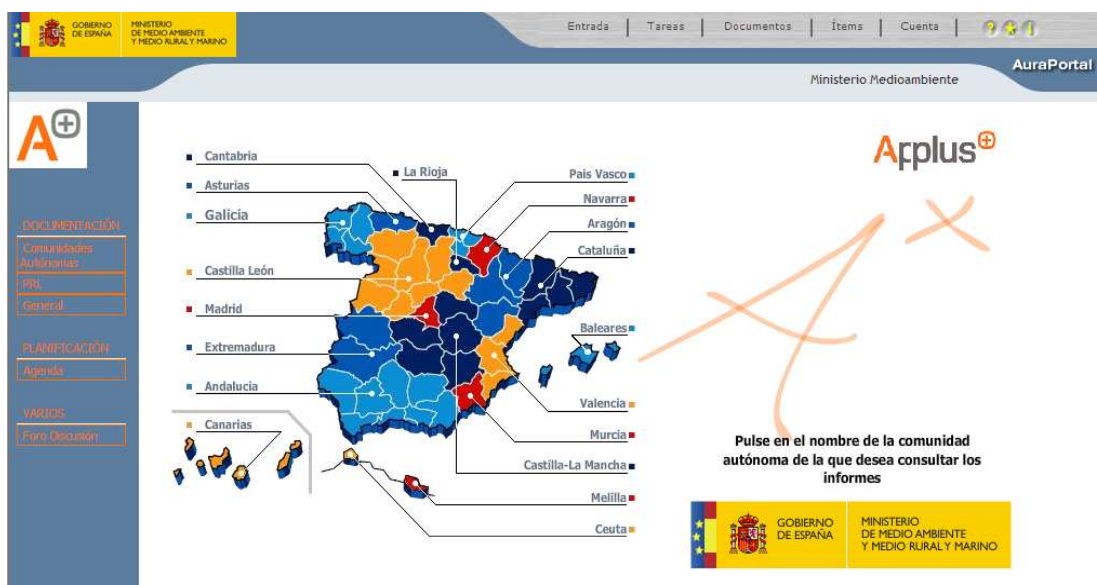


Gráfico 3. Plataforma informática

El acceso a la herramienta se realizaba vía web en la siguiente dirección:

<https://aurapplus.appluscorp.com/AP/login.aspx>

Pantalla de inicio

Aquí se podía encontrar una zona de noticias generales donde se fueron colgando todas las novedades relevantes y relacionadas con el desarrollo del proyecto, así como una zona de seguimiento del mismo, dando paso a un foro de discusión (diseñado con la intención de resolver todas aquellas dudas surgidas, así como para el intercambio de información) y a una serie de enlaces de interés de utilidad.

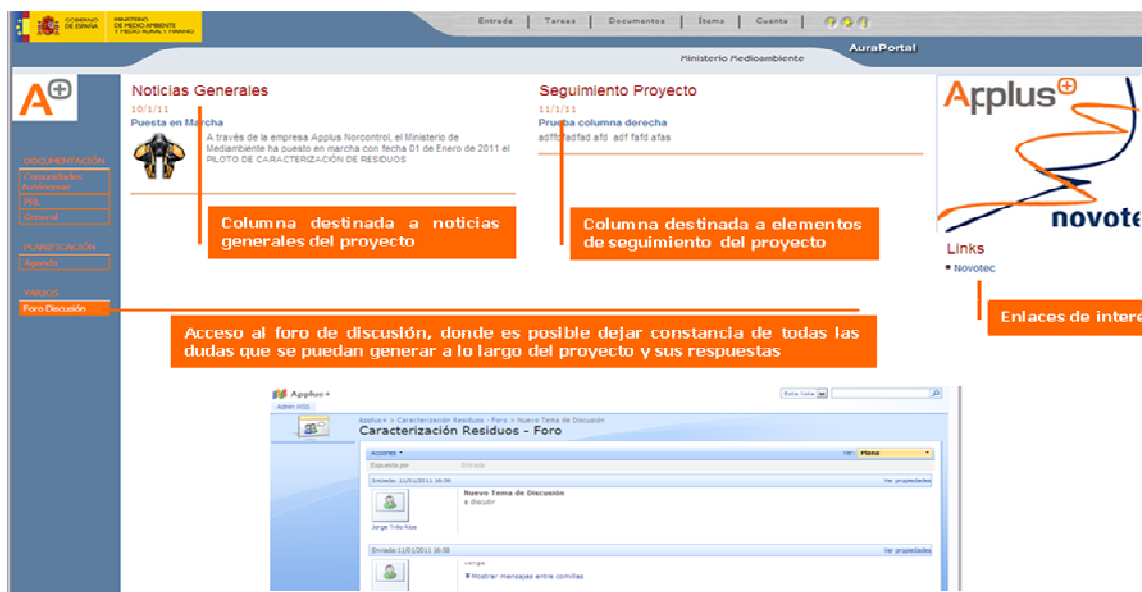


Gráfico 4. Plataforma informática. Pantalla de inicio

Acceso a la documentación

En el periodo de tiempo que se desarrollaron los trabajos se generó una serie de documentación que podía consultarse a través de la plataforma mediante de una serie de enlaces específicos. Se podían encontrar tres niveles de documentación:

- i. Documentación relativa a las Comunidades Autónomas.
- ii. Documentación relativa a Prevención de Riesgos Laborales.
- iii. Documentación general.

A través del enlace de Comunidades Autónomas se podía acceder a la documentación generada para cada una de los territorios integrados en el proyecto, disponiendo de usuarios diferentes que le permitirían visualizar la información general del proyecto y la relativa a su territorio.

Por otro lado, la DGCEA dispuso de otro usuario con acceso a la información completa disponible en la plataforma.

Para cada una de las Comunidades Autónomas se podían visualizar los informes generados como consecuencia de los trabajos de campo de forma general o filtrada según flujo de residuos o sistema de recogida. Los informes eran de tres tipos:

- Informes de caracterización: donde se podía visualizar la ficha de campo para cada una de las intervenciones y muestras realizadas.

- **Informes mensuales:** donde se podían encontrar los resultados de los trabajos realizados, ordenados por mes y específicos para cada flujo de residuos. Cada informe mensual contaba con gráficos en los que poder visualizar y entender los resultados de las caracterizaciones realizadas.
- **Informes semanales:** donde se podían observar los resultados de los trabajos realizados semanalmente, de modo agrupado.

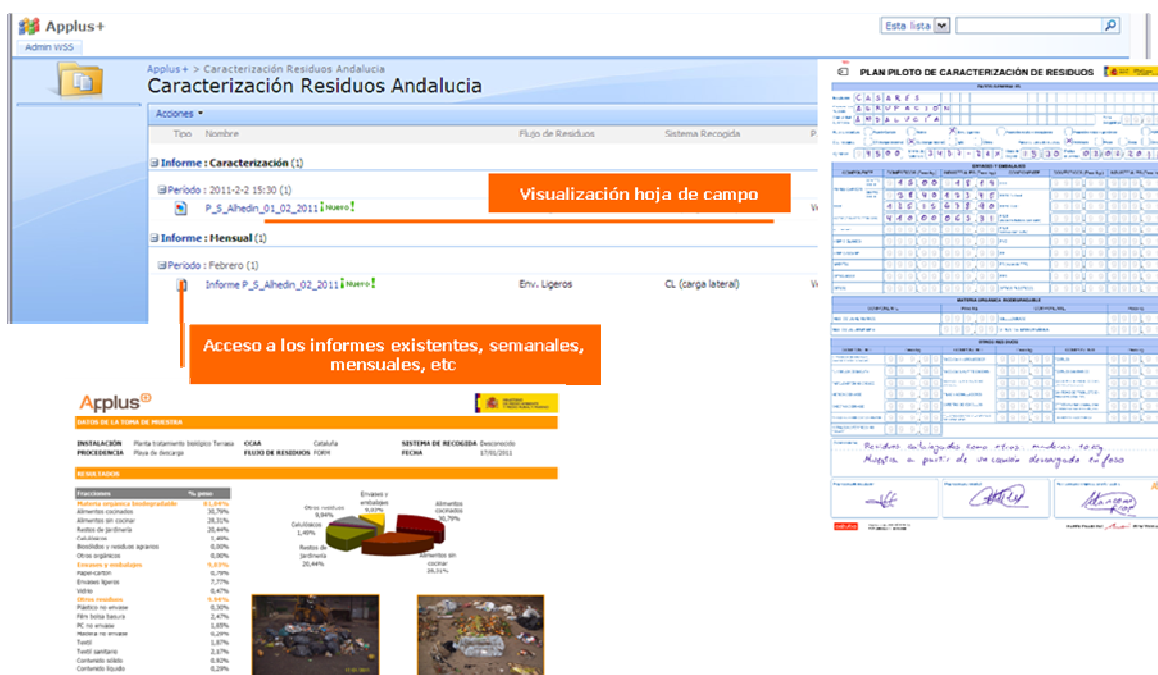


Gráfico 5. Plataforma informática. Datos de las Comunidades Autónomas

A través del enlace [PRL](#) se podría acceder a la documentación relativa a los aspectos de prevención de riesgos y seguridad específicos para cada una de las instalaciones donde se llevaron a cabo las tareas de muestreo y caracterización de residuos por parte de los equipos de trabajo.

Por último, el enlace [general](#) conducía a todos los informes y resultados de forma general, ordenados por fecha de realización de los trabajos.

Planificación

La plataforma permitía seguir la planificación de los trabajos y visualizar toda la información generada en este aspecto mediante el enlace [agenda](#), de modo que, una vez que Applus+ acordaba con las instalaciones el comienzo de las tareas de muestreo y caracterización, esta previsión se informaba para el conocimiento general.

6. Ejecución de los trabajos

Los trabajos de campo comenzaron en diciembre de 2010, habiéndose realizado el grueso de los mismos durante el año 2011. En una etapa final, a comienzos de 2012, se llevaron a cabo una serie de muestras que no se habían podido ejecutar previamente, dando así por finalizadas las intervenciones previstas.

A la hora de planificar los trabajos se tuvo en cuenta la potencial variabilidad de las muestras para cada periodo estacional, por lo que trataron de distribuirse según dos grupos: primavera-verano y otoño-invierno.

Los flujos atendidos, como se había definido en principio, fueron los siguientes:

- Envases ligeros (EELL).
- Papel y cartón (PC).
- Vidrio (V).
- Fracción orgánica recogida selectivamente (FORS).
- Fracción resto-genérico y resto-inorgánico (FR).

6.1. Desglose y ajuste de intervenciones

Atendiendo al alcance comprometido y al período temporal definido, los trabajos de caracterización se repartieron en un total de 101 instalaciones distribuidas entre todos los territorios incluidos en el alcance del proyecto.

Del mismo modo, y a medida que se iban desarrollando los trabajos, se fue obteniendo más información en cuanto a los flujos de residuos generados y su gestión. En algunos casos, además, se detectaron problemas de coordinación o ejecución de los trabajos en determinadas instalaciones por diversas circunstancias.

Esto motivó la incorporación de cambios puntuales con respecto a la planificación inicial, lo cual fue debidamente justificado, incluyéndose los ajustes necesarios para no alterar la representatividad y fiabilidad de los datos a obtener. Las mismas se desglosan a continuación:

Andalucía: estaba previsto caracterizar 10 muestras de fracción orgánica, 10 de la fracción resto-genérico, 10 de papel-cartón y 5 de vidrio. De las primeras, estaba previsto realizar 5 de ellas en las instalaciones de Alcalá el Río; sin embargo, al no ser posible, fueron sustituidas, de acuerdo con la DGCEA, por las siguientes: 1 EELL en Alcalá del Río, 2 EELL en Alcalá de Guadaira, 2 FR en Alcalá de Guadaira.

Así, la distribución de muestras para esta Comunidad Autónoma quedó de la siguiente manera: 5 muestras de fracción orgánica, 12 de la fracción resto-genérico, 3 de envases ligeros, 10 de papel-cartón y 5 de vidrio.

Castilla La Mancha: durante el transcurso de los trabajos de campo, se evidenció que las muestras de vidrio de Castellón tenían como destino el reciclador Camacho Recycling, SLU-Caudete, ubicado en Castilla La Mancha.

Motivado por un error, se tomó en esta instalación una muestra de la provincia de Albacete en vez de la muestra de Castellón planificada. Como consecuencia, aparece una muestra de vidrio en la Comunidad Autónoma de Castilla La Mancha que no estaba contemplada inicialmente y hay una muestra de menos de esta fracción en la Comunidad Valenciana.

Castilla y León: con respecto a la planificación inicial, donde se definieron 5 muestras de envases ligeros a realizar, se caracterizaron 4 muestras de esta fracción, además de una muestra de fracción resto-genérico no prevista.

Cataluña: se realizó una muestra de envase ligeros en la planta de selección de Palautordera el día 15/06/2011 que fue anulada por Applus+ al no considerarla representativa. Esta muestra se repitió, con lo cual no interfirió en el número de muestras realizado en esta Comunidad Autónoma.

Melilla: una vez revisado el listado de muestras previstas, se decidió cambiar, de manera que en vez de 5 muestras de EELL se realizaron 5 muestras de fracción resto-genérico.

A continuación se muestra la **distribución real** de muestras, atendiendo a estos ajustes:

CCAA	EELL	PC	Vidrio	FORS	Resto	Subtotal
Andalucía	3	10	5	5	12	35
Aragón					10	10
Asturias	5	10			5	20
Cantabria	10				5	15
Castilla La Mancha		10	1		5	16
Castilla y León	4	10			1	15
Cataluña	15	10		20	15	60
Comunidad Valenciana	10		4		15	29
Extremadura	3				5	8
Galicia	5		5	10	10	30
Islas Baleares	10	10				20
Islas Canarias	5				5	10
La Rioja	2				5	7
Madrid	20	5			10	35
Melilla y Ceuta					5	5
Navarra		5	5	5	10	25
País Vasco	15	5			10	30
Región de Murcia		5			3	8
TOTAL	107	80	20	40	131	378

Tabla 3. Distribución final de muestras

El listado de todas las intervenciones realizadas se detalla en el capítulo de anexos, donde se especifican, según Comunidad Autónoma, las instalaciones y las fracciones consideradas

Y atendiendo al objeto de conocer la composición y características de cada uno de los flujos de residuos considerados inicialmente, así como, finalmente, realizar una aproximación a la configuración de la globalidad de los residuos urbanos de origen domiciliario a nivel estatal, se consideraron los dos factores que a priori se observaron como influyentes en el estudio de la composición, esto es, los diferentes flujos de residuos de forma individual y la variabilidad vinculada a la estacionalidad.

Comprendiendo un período de muestreo de aproximadamente un año natural, se han diferenciado las situaciones de **invierno** (de diciembre a marzo y de octubre a enero) y **verano** (de abril a septiembre).

A continuación se muestra el número de muestras realizadas para cada flujo de residuo y estación:

ESTACIÓN/FLUJO	EELL	PC	V	FORS	FR	Total
INVIERNO	58	44	16	20	79	217
VERANO	49	36	4	20	52	161
TOTAL	107	80	20	40	131	378

Tabla 4. Distribución de muestras por flujo y estación

7. Resultados obtenidos

Una vez realizados los trabajos de campo se procedió al tratamiento y análisis de los resultados obtenidos, como punto fundamental del proyecto. Para ello, se contó con la colaboración del *Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad de Santiago de Compostela*.

El estudio estadístico íntegro se incluye en el anexo II.

No ha sido objetivo de este estudio realizar, para cada flujo, estudios comparativos entre las distintas Comunidades Autónomas, ya que hubiese sido necesario un estudio más complejo que el que aquí se expone. Por lo tanto, la explotación de los resultados se muestra únicamente a nivel nacional.

Los datos disponibles constituyen una muestra de datos composicionales, los cuales se caracterizan porque los totales en cada unidad de muestreo suman uno (o 100%). Se hace necesario conocer la variabilidad de las estimaciones para poder extrapolar los valores obtenidos a la totalidad de la población y así poder construir intervalos de confianza para las fracciones de residuos, o bien realizar contraste de hipótesis, si lo que se desea es comprobar la incidencia de un determinado factor, como la estacionalidad, en la composición global de los residuos.

Todos los intervalos y contrastes han sido realizados con un nivel de significación del 5%.

Los resultados se presentan organizados por flujos, donde el análisis de los resultados obtenidos se ha basado en la diferenciación de las siguientes agrupaciones de categorías o fracciones de residuos:

- Envases ligeros: suma de las fracciones obtenidas como “envases y embalajes” de acuerdo a la ficha de campo utilizada, excluyendo los resultados de papel y cartón, vidrio blanco y vidrio color, tanto domésticos como industriales. Se divide en:
 - Envases de plástico: PET, PEAD natural, PEAD color, FILM (excepto bolsas camiseta), FILM (bolsas camiseta), PVC, PP, PS (excepto EPS), EPS y otros plásticos.
 - Envases metálicos: de acero y aluminio.
 - Envases tipo brik.
 - Otros envases: madera (envase), cerámicos y otros.
- Materia orgánica biodegradable: suma de las fracciones restos de alimentos, restos de jardinería, celulósicos y otros componentes de naturaleza orgánica.

- Papel y cartón envase (PC envase): se incluyen las categorías de papel-cartón con punto verde y papel-cartón sin punto verde, tanto doméstico como industrial.
- Papel y cartón no envase (PC no envase): se trata de la categoría papel-cartón no envase incluida en el grupo "otros residuos" de la ficha de campo.
- Vidrio envase: suma de las fracciones vidrio blanco y vidrio color.
- Vidrio no envase: se trata de la categoría vidrio no envase incluido en el grupo "otros residuos" de la ficha de campo.

A continuación se presentan las conclusiones obtenidas a partir del estudio estadístico realizado para cada flujo de residuos.

En cualquier caso, los detalles correspondientes a todas y cada una de las fracciones y categorías consideradas y analizadas, se encuentran en una base de datos completa que se integra en la plataforma de gestión referida y que también acompaña al presente informe, así como todo el archivo fotográfico (del cual se ilustra una muestra en el anexo III) u otros datos de interés recopilados en el transcurso del proyecto.

7.1. Envases ligeros (EELL)

En esta ocasión se realizaron un total de 107 caracterizaciones, de las que 58 muestras fueron caracterizadas en el período de invierno y 49 en el de verano.

En un primer análisis general, se estudió la composición del flujo atendiendo a las siguientes cuatro fracciones:

- Envases ligeros.
- Resto de envases y embalajes.
- Materia orgánica biodegradable.
- Otros residuos.

Como resultado de este análisis, se obtuvo que el 72,32% del flujo envases ligeros corresponde a la fracción envases ligeros, un 7,04% se corresponde con la fracción resto de envases y embalajes, un 5,01% estaría constituido por la fracción materia orgánica biodegradable, mientras que un 15,63% lo formaría el grupo denominado "otros residuos".

FLUJO ENVASES LIGEROS (EELL)

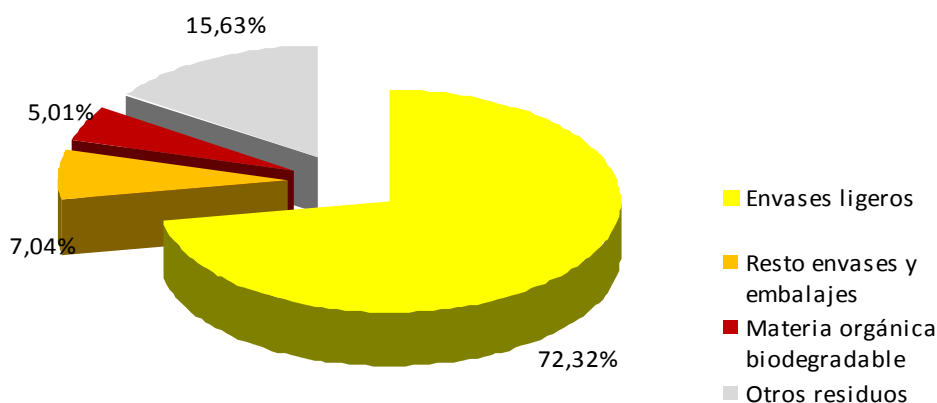


Gráfico 6. Resultados del flujo envases ligeros

Atendiendo al factor de la estacionalidad, se puede decir que no se encuentran diferencias notables en los resultados obtenidos en verano con respecto al período de invierno, si bien se aprecia un ligero incremento en la cantidad de la fracción otros residuos, así como una disminución de las fracciones de materia orgánica y resto de envases y embalajes en la estación verano.

En la siguiente tabla podemos ver los resultados obtenidos para el flujo envases ligeros, distinguiendo entre la media anual y los registros estacionales:

CATEGORÍA	ANUAL	VERANO	INVIERNO
Envases ligeros	72,32%	72,82%	71,87%
Resto envases y embalajes	7,04%	6,16%	7,84%
Materia orgánica biodegradable	5,01%	4,76%	5,23%
Otros residuos	15,63%	16,26%	15,07%
TOTAL	100%	100%	100%

Tabla 5. Resultados obtenidos en el flujo envases ligeros atendiendo a la estacionalidad

Más en detalle, teniendo en cuenta los resultados obtenidos para las fracciones individuales de envases plásticos, envases metálicos, brik y otros envases, las diferencias más significativas se encuentran en la fracción brik al comparar los resultados obtenidos en la estación de verano y de invierno.

En el siguiente gráfico se pueden observar los porcentajes obtenidos para las diferentes fracciones estudiadas en el flujo de envases ligeros en la estación de verano, así como el detalle de la misma dividido en las cuatro categorías más importantes: envases plásticos, envases metálicos, brik y otros envases.

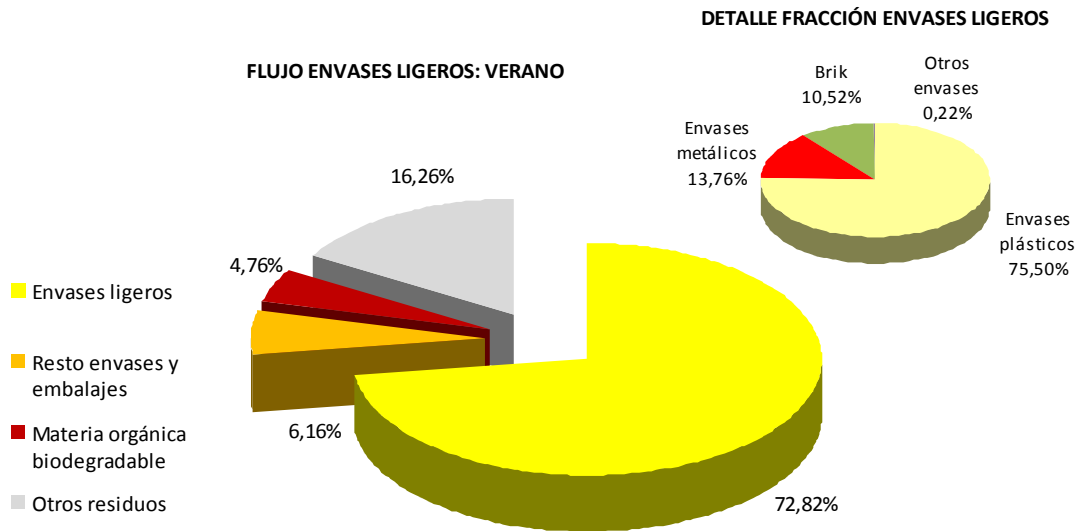


Gráfico 7. Resultados del flujo envases ligeros en verano

A continuación se presenta los resultados gráficamente para las diferentes fracciones estudiadas en el flujo de envases ligeros en el período de invierno, así como el detalle desagregado entre envases plásticos, envases metálicos, brik y otros envases.

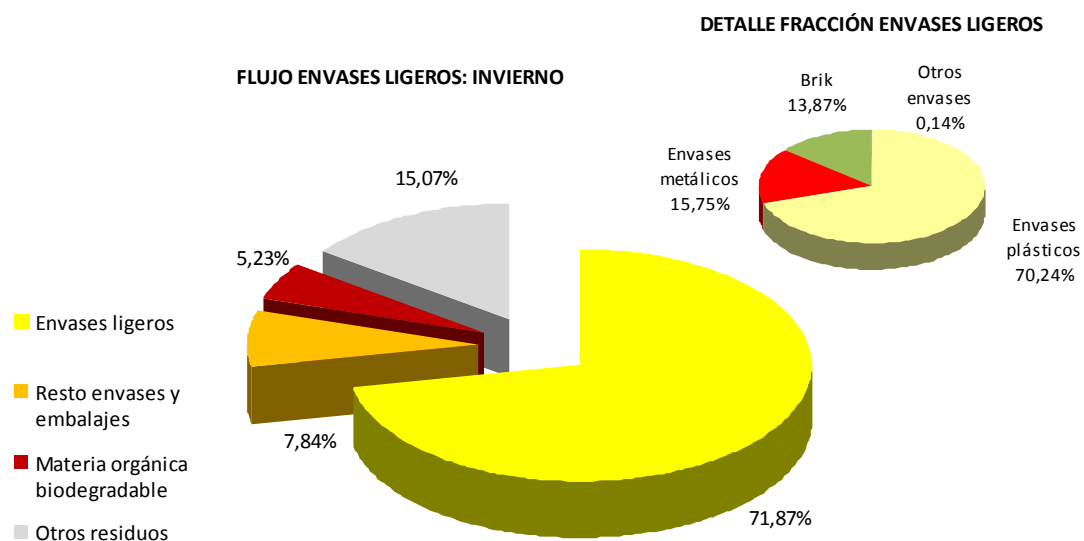


Gráfico 8. Resultados del flujo envases ligeros en invierno

Por último, con el fin de estudiar la contribución de los envases ligeros domésticos con respecto a los envases ligeros industriales en el flujo envases ligeros, se han tratado los datos obtenidos de forma diferenciada. Así, la mayor parte de los envases ligeros se corresponden con los de origen domiciliario, registrándose también, ciertas variaciones estacionales de los envase ligeros de origen industrial con respecto a los envases ligeros de origen doméstico, según se aprecia en la tabla que se adjunta.

CATEGORÍA	ANUAL	VERANO	INVIERNO
EELL domésticos	67,97%	67,24%	68,62%
EELL industriales	4,35%	5,58%	3,25%
TOTAL	72,32%	72,82%	71,87%

Tabla 6. Envases ligeros de origen domiciliario y envases ligeros industriales

7.2. Papel y cartón (PC)

Para el flujo de papel y cartón se han realizado un total de 80 caracterizaciones, de las cuales 44 fueron realizadas en invierno y 36 en verano. Dentro de este flujo se estudiaron las diferencias existentes entre las siguientes fracciones:

- PC envase doméstico (incluye PC con y sin punto verde).
- PC envase comercial (incluye PC con y sin punto verde).
- PC no envase.
- Resto de envases y embalajes.
- Materia orgánica biodegradable.
- Otros residuos (menos PC no envase).

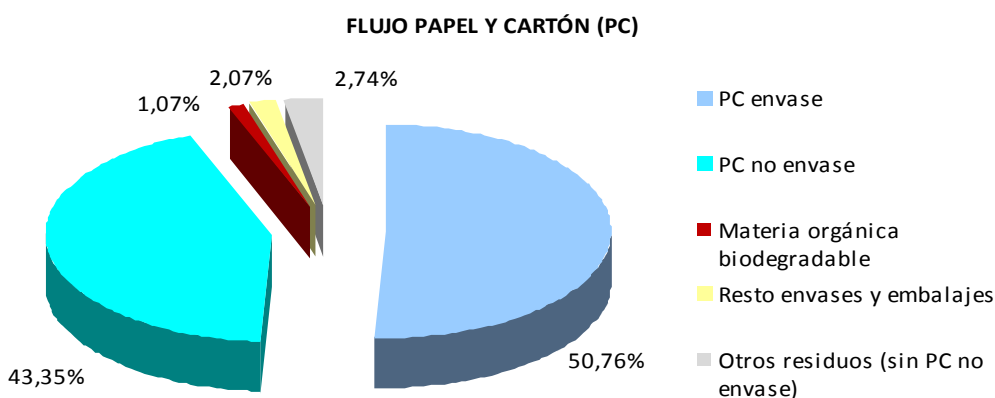


Gráfico 9. Resultados del flujo papel y cartón

Casi el 51% de los materiales caracterizados en este flujo se corresponden con la fracción PC envase, destacando igualmente la elevada proporción de PC no envase contenido dentro de este flujo, como se aprecia en el gráfico anterior.

En general, no existen diferencias significativas a nivel general entre los datos obtenidos en verano y en invierno para este flujo, como se indica en la siguiente tabla:

CATEGORÍA	ANUAL	VERANO	INVIERNO
PC envases	50,76%	51,49%	50,01%
PC no envases	43,35%	42,83%	43,89%
Materia orgánica biodegradable	1,07%	0,89%	1,26%
Resto envases y embalajes	2,07%	1,97%	2,18%
Otros residuos (sin PC no envase)	2,74%	2,83%	2,66%
TOTAL	100%	100%	100%

Tabla 7. Resultados obtenidos en el flujo papel y cartón atendiendo a la estacionalidad

Únicamente parece apreciarse un ligero aumento de la presencia de PC envases en época estival respecto a la media anual, tendencia que no registra la categoría relativa al PC no envase.

Se presentan a continuación los desgloses anteriores de modo gráfico.

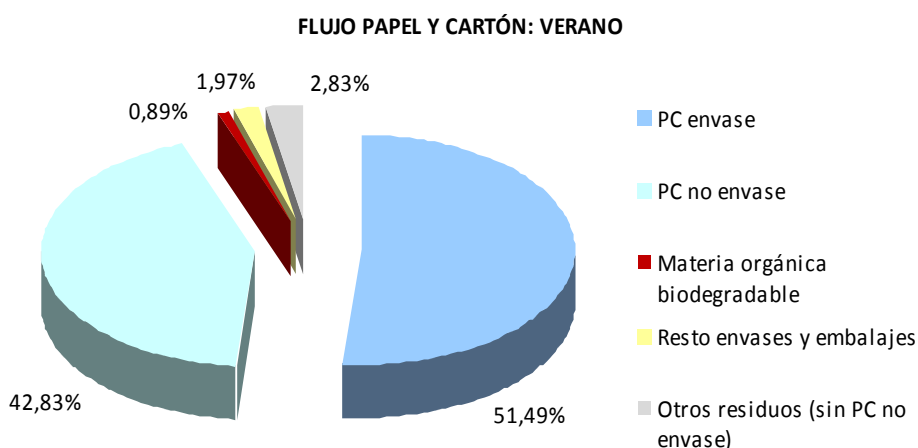


Gráfico 10. Resultados del flujo papel y cartón en verano

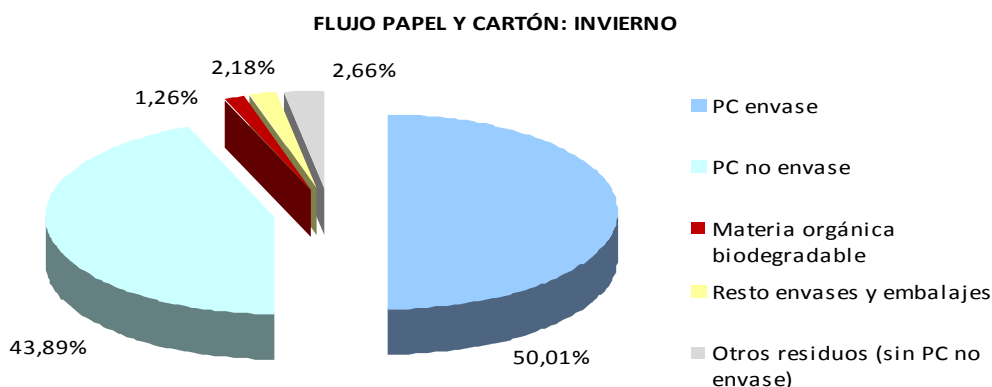


Gráfico 11. Resultados del flujo papel y cartón en invierno

Si se estudia en detalle la fracción PC envase, distinguiendo entre PC envase doméstico y PC envase industrial, se aprecia la variabilidad estacional que registra el primero de ellos, mostrando un mayor flujo en el período de invierno.

Se expresa en la tabla que sigue:

CATEGORÍA	ANUAL	VERANO	INVIERNO
PC doméstico	17,74%	14,39%	21,20%
PC industrial	33,02%	37,10%	28,80%
TOTAL PC ENVASE	50,76%	51,49%	50,00%

Tabla 8. Diferencias entre el PC de origen domiciliario y PC de origen industrial.

7.3. Vidrio (V)

Para realizar la evaluación de la composición del flujo vidrio se llevaron a cabo un total de 20 caracterizaciones, de las cuales 16 correspondieron al período de invierno y únicamente 4 al de verano. Esta situación deriva en que las conclusiones obtenidas en cuanto a la comparativa entre estaciones, deben ser tomadas con cautela, debido a la escasez de muestras en verano.

Se han analizado las siguientes fracciones, como de interés para este flujo:

- Vidrio envase.
- Vidrio no envase.
- Resto de envases y embalajes.
- Materia orgánica biodegradable.
- Otros residuos (a excepción de vidrio no envase).

Como resultado del estudio estadístico, se ha obtenido que el 98% de los residuos contenidos en este flujo corresponde a la fracción vidrio envase, es decir, la práctica totalidad de los materiales presentes.

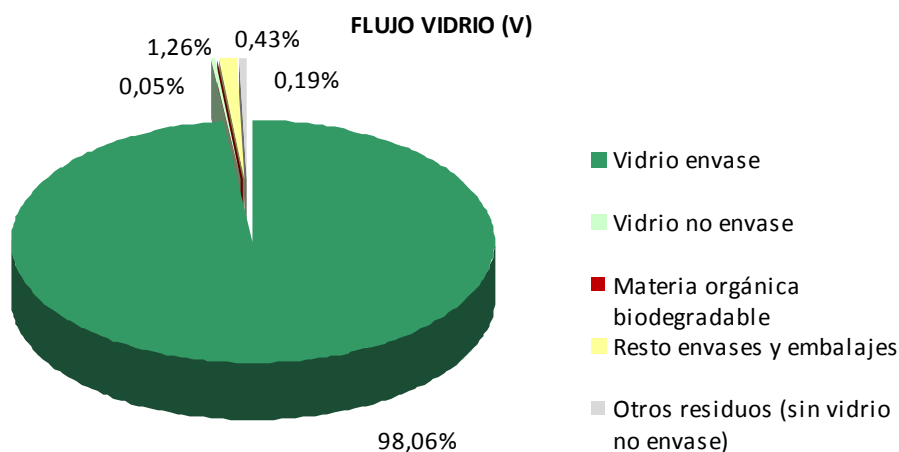


Gráfico 12. Resultados del flujo vidrio

Si se atiende al comportamiento estacional, se encuentran variaciones significativas en las fracciones de vidrio envase, resto de envases y embalajes y otros residuos. En la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos para este flujo.

CATEGORÍA	ANUAL	VERANO	INVIERNO
Vidrio envase	98,06%	99,04%	97,67%
Vidrio no envase	0,19%	0,12%	0,21%
Materia orgánica	0,05%	0,06%	0,05%
Resto envases y embalajes	1,26%	0,59%	1,53%
Otros residuos (sin vidrio no envase)	0,43%	0,19%	0,52%
TOTAL	100%	100%	100%

Tabla 9. Resultados obtenidos en el flujo vidrio

En verano aumentaría la fracción vidrio envase en detrimento de las demás fracciones. En el siguiente gráfico se presentan los resultados para este flujo en verano.

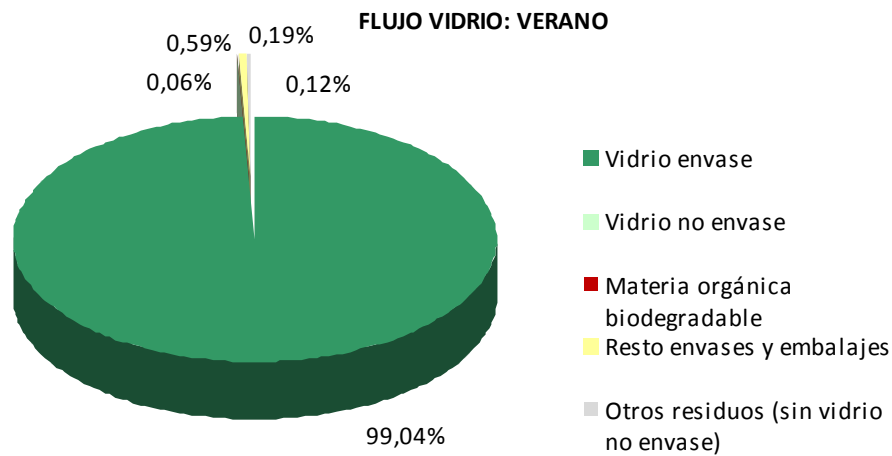


Gráfico 13. Resultados del flujo vidrio en verano

En el invierno se produciría una disminución de la fracción vidrio envase y un aumento de las fracciones vidrio no envase, resto de envases y embalajes y otros residuos.

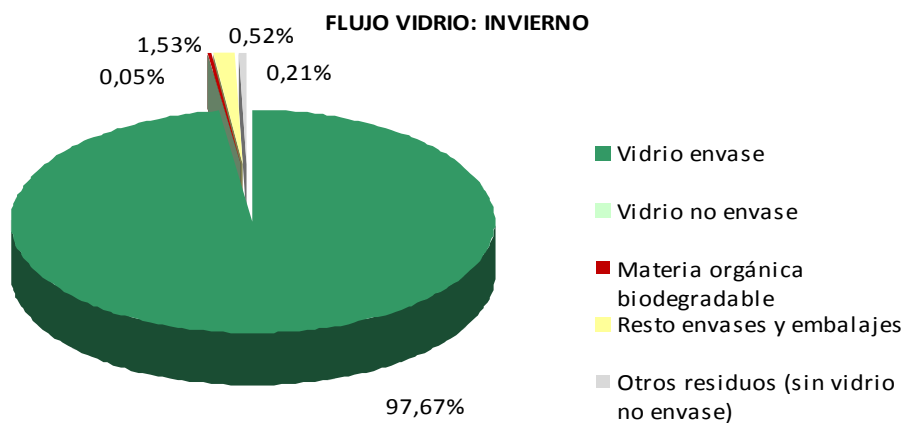


Gráfico 14. Resultados del flujo vidrio en invierno

Se ha realizado un análisis más específico dentro de la fracción vidrio envase, distinguiendo entre vidrio envase blanco y vidrio envase color. Dentro de ésta última se encuentran las fracciones denominadas vidrio topacio, vidrio verde y vidrio resto.

CATEGORÍA	ANUAL	VERANO	INVIERNO
Vidrio envase: blanco	29,82%	29,92%	29,78%
Vidrio envase: color	68,24%	69,12%	67,90%
Vidrio no envase	0,19%	0,12%	0,21%
Materia orgánica	0,05%	0,06%	0,05%
Resto envases y embalajes	1,26%	0,59%	1,53%
Otros residuos (sin vidrio no envase)	0,43%	0,19%	0,52%
TOTAL	100%	100%	100%

Tabla 11: Resultados obtenidos en el flujo vidrio diferenciando vidrio envase blanco y color

En la siguiente tabla se especifica detalladamente el desglose de las categorías de vidrio envase, atendiendo a la coloración.

CATEGORÍA	ANUAL	VERANO	INVIERNO
Vidrio envase: blanco	29,82%	29,92%	29,78%
Vidrio envase: topacio	31,85%	30,65%	32,33%
Vidrio envase: verde	34,22%	35,01%	33,91%
Vidrio envase: resto	2,19%	3,54%	1,66%

Tabla 10. Detalle de los resultados obtenidos de vidrio envase

Dentro del flujo vidrio, el mayor porcentaje corresponde a la categoría de vidrio envase color, y dentro de ésta, el vidrio verde y topacio están distribuidos en porcentajes similares, siendo algo mayor el correspondiente al primero de ellos.

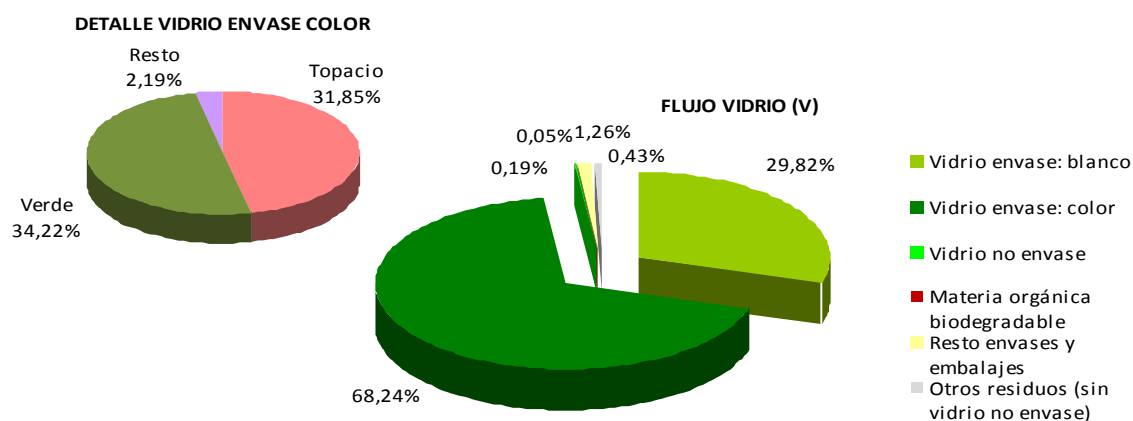


Gráfico 15. Resultados desagregado del flujo vidrio

De acuerdo con el estudio realizado, no hay diferencias significativas en las fracciones desagregadas de vidrio color entre el invierno y el verano. Si bien, puede observarse que durante el verano la cantidad de vidrio envase verde y resto aumentan y disminuye la cantidad de vidrio topacio.

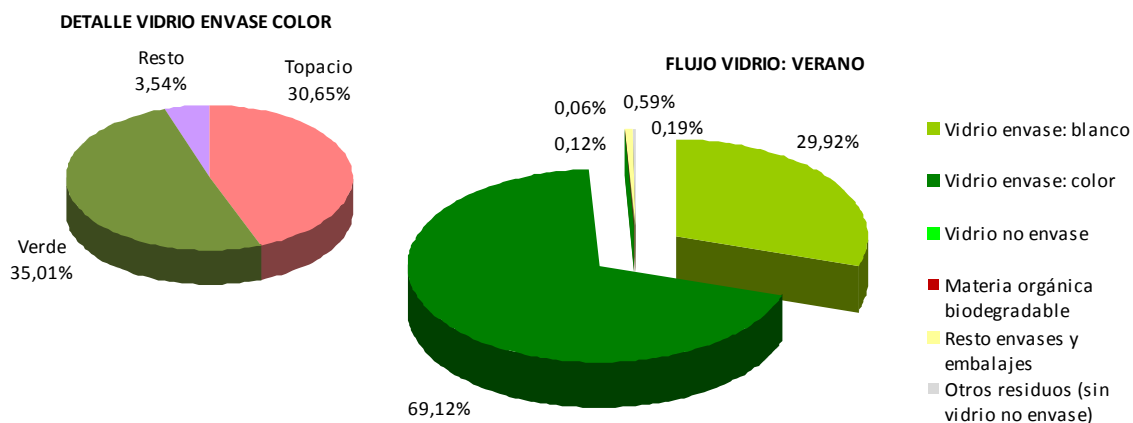


Gráfico 16. Resultados desagregado del flujo vidrio en verano

En las muestras obtenidas en el flujo de residuos de vidrio color en invierno, se observa una disminución de la fracción resto y un aumento de las fracciones topacio y verde.

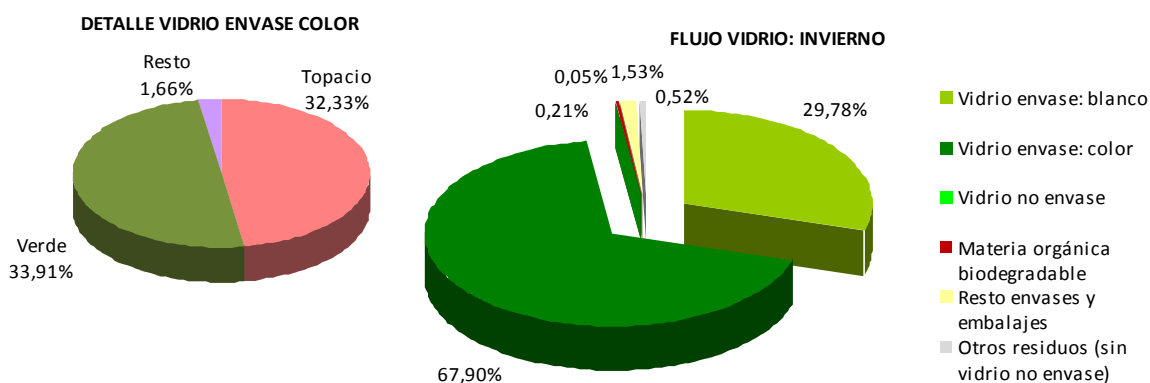


Gráfico 17. Resultados desagregado del flujo vidrio en invierno

7.4. Fracción orgánica (FORS)

Para la determinación de la composición del flujo correspondiente a la fracción orgánica recogida selectivamente, se han tenido en cuenta los resultados de un total de 40 caracterizaciones, habiéndose distribuido en 20 muestras para la estación invierno y otras 20 para la de verano.

Dentro de este flujo se han estudiado con detalle las siguientes fracciones:

- Envases ligeros.
- PC envase y no envase.
- Vidrio envase.
- Materia orgánica biodegradable.
- Otros residuos (menos PC no envase).

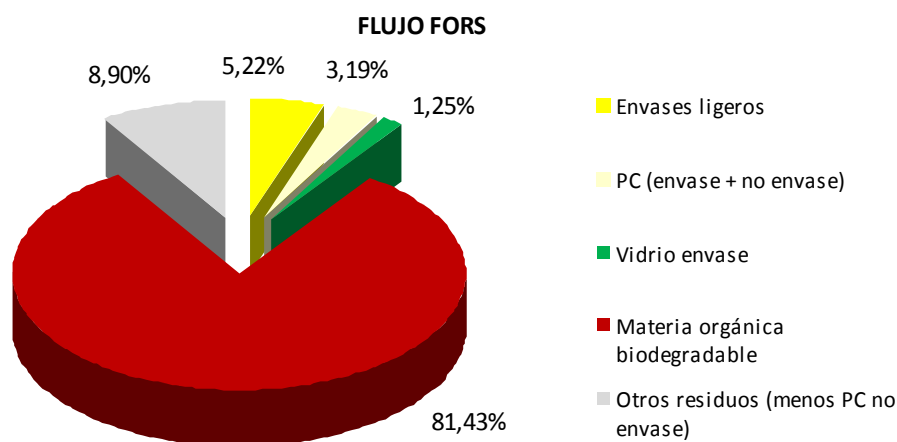


Gráfico 18. Resultados del flujo FORS

El 81% de la composición corresponde a materia orgánica biodegradable, mientras que casi un 9% corresponde a la fracción de otros residuos, un 5% estaría formado por envases ligeros, un 3% sería papel y cartón y un 1% correspondería a la fracción vidrio.

En este flujo no se han encontrado diferencias significativas en las diferentes fracciones entre el invierno y el verano. En la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados obtenidos.

CATEGORÍA	ANUAL	VERANO	INVIERNO
Envases ligeros	5,22%	4,93%	5,50%
PC (envase y no envase)	3,19%	2,99%	3,39%
Vidrio envase	1,25%	1,29%	1,21%
Materia orgánica biodegradable	81,43%	84,88%	78,12%
Otros residuos (menos PC no envase)	8,90%	5,91%	11,77%
TOTAL	100%	100%	100%

Tabla 11. Resultados obtenidos en el flujo FORS

Resultando de interés estudiar la aportación de los diferentes componentes de materia orgánica biodegradable al cómputo total de este flujo, se ha realizado un análisis detallado del mismo, diferenciando entre restos de alimentos, restos de jardinería, materiales celulósicos biodegradables y otros materiales de naturaleza orgánica asimilables.

En la siguiente tabla se pueden ver los resultados desagregados:

CATEGORÍA	ANUAL	VERANO	INVIERNO
Restos de alimentos	64,27%	66,61%	62,03%
Restos de jardinería	13,88%	15,36%	12,46%
Celulósicos	2,92%	2,82%	3,02%
Otros materia orgánica	0,35%	0,09%	0,60%
TOTAL	81,42%	84,88%	78,11%

Tabla 12. Resultados obtenidos en la fracción materia orgánica biodegradable

Como resultado del tratamiento de los datos puede observarse que el 64,27% de la materia orgánica biodegradable corresponde a la categoría restos de alimentos. Por otra parte, un 13,88% lo formarían los restos de jardinería, un 2,92% los celulósicos y un 0,35% lo compondrían otros componentes orgánicos.

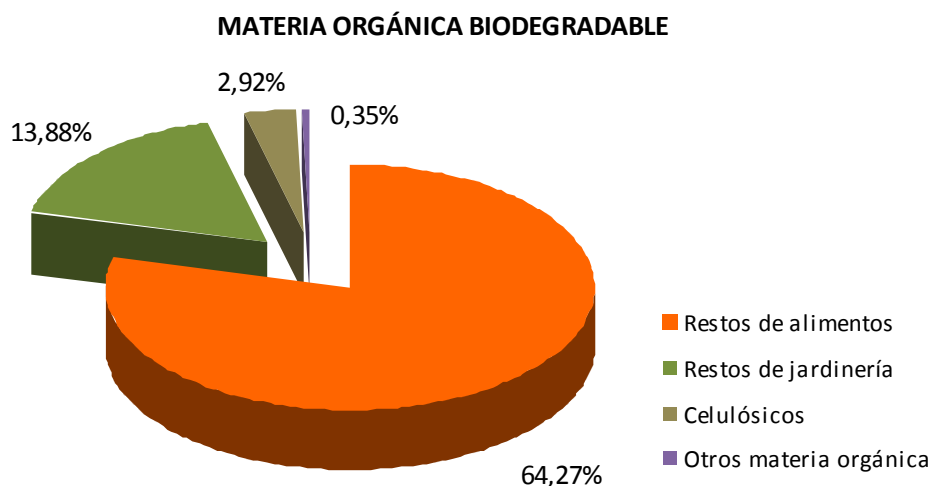


Gráfico 19. Resultados de la fracción materia orgánica biodegradable

Si se comparan los resultados anuales con los obtenidos en la estación de verano, se aprecia que existen un incremento en la cantidad de materia orgánica biodegradable, lo que podría deberse fundamentalmente al aumento de las fracciones de restos de alimentos y restos de jardinería.

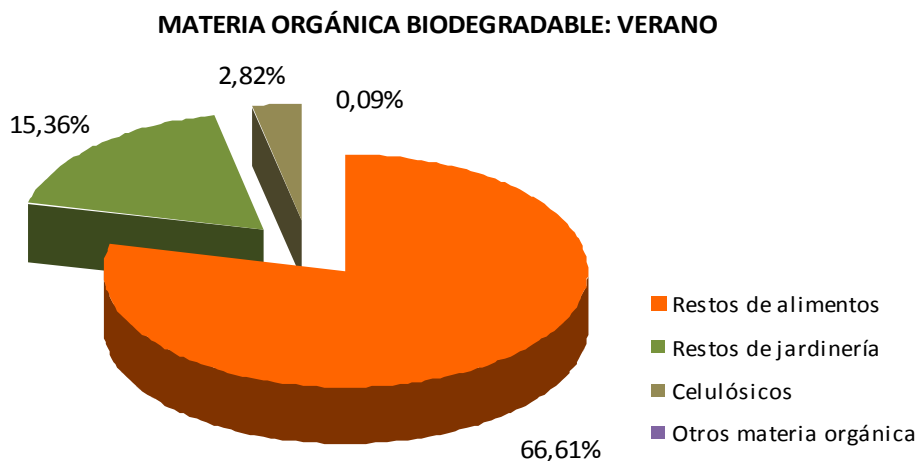


Gráfico 20. Resultados de la fracción materia orgánica biodegradable en verano

En invierno se produce una disminución de la materia orgánica biodegradable, debido a la disminución de las fracciones restos de alimentos y restos de jardinería.

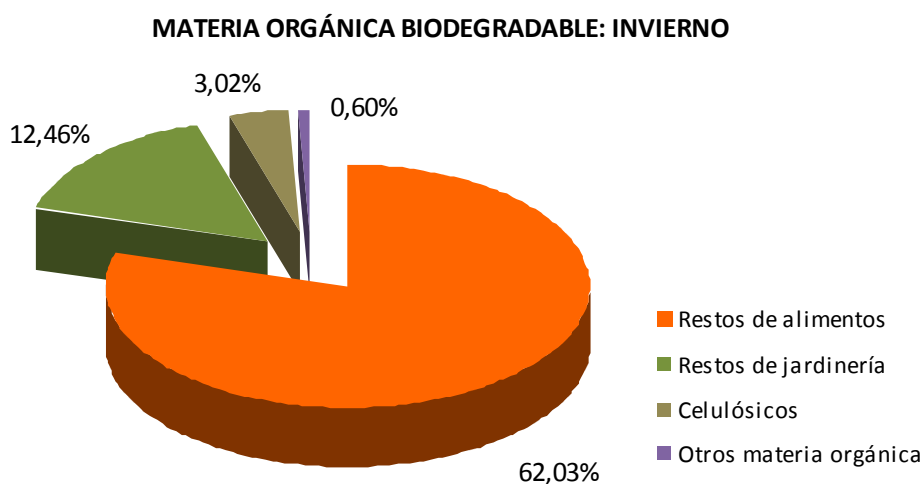


Gráfico 21. Resultados de la fracción materia orgánica biodegradable en invierno

7.5. Fracción resto (FR)

En este flujo se han incluido tanto las caracterizaciones correspondientes al flujo resto-genérico como las del flujo resto-inorgánico, que para su análisis, se tratarán conjuntamente.

Así, se muestran los resultados obtenidos en 131 caracterizaciones totales, de las cuales 79 se realizaron en invierno y 52 en verano.

Se han diferenciado las siguientes fracciones:

- Envases ligeros.
- Papel y cartón (envase y no envase).
- Vidrio envase.
- Materia orgánica biodegradable.
- Otros residuos (menos papel y cartón).

El mayor porcentaje dentro de este flujo corresponde a la fracción de materia orgánica, con cerca del 48% de la totalidad de la composición de la muestra.

La fracción de otros residuos está presente en un porcentaje del 20%, la fracción envases ligeros ocupa el 13% de la composición, mientras que el resto se reparte entre PC envases (con un 8%), el PC no envase (con un 6%) y el vidrio envase (con casi el 5%).

En el siguiente gráfico se muestran los resultados globales obtenidos para este flujo.

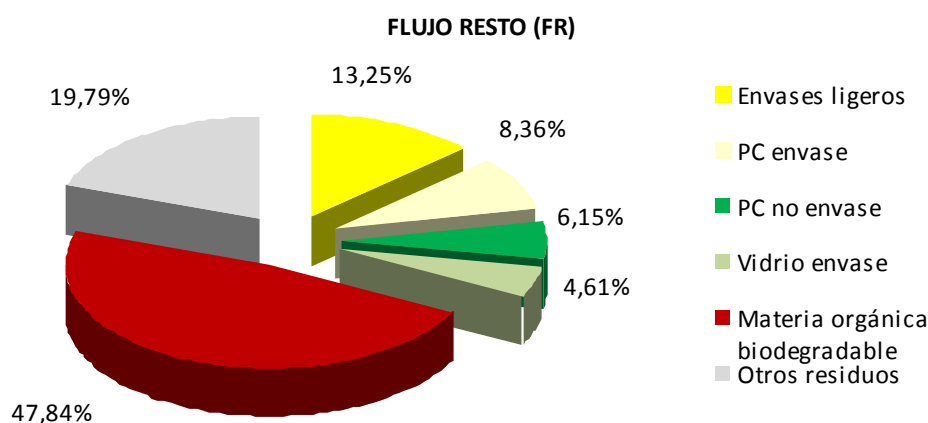


Gráfico 22. Resultados del flujo resto

Teniendo en cuenta la estacionalidad, se aprecian diferencias significativas en las fracciones correspondientes a envases ligeros, materia orgánica y otros residuos.

Así, durante el verano disminuye la fracción de materia orgánica, aumenta la cantidad de envases ligeros y aumenta la cantidad de otros residuos.

En invierno, se observa que ocurre todo lo contrario, produciéndose un aumento de la fracción materia orgánica, llegando a alcanzar casi el 50% de la composición y disminuyendo notablemente las fracciones envases ligeros y otros residuos.

CATEGORÍA	ANUAL	VERANO	INVIERNO
Envases ligeros	13,25%	14,88%	12,54%
PC envase	8,36%	8,52%	8,29%
PC no envase	6,15%	6,76%	5,88%
Vidrio envase	4,61%	4,43%	4,68%
Materia orgánica biodegradable	47,84%	43,04%	49,95%
Otros residuos	19,79%	22,36%	18,66%
TOTAL	100%	100%	100%

Tabla 13. Resultados obtenidos en el flujo resto

Se presentan gráficamente los resultados obtenidos atendiendo a la estacionalidad:

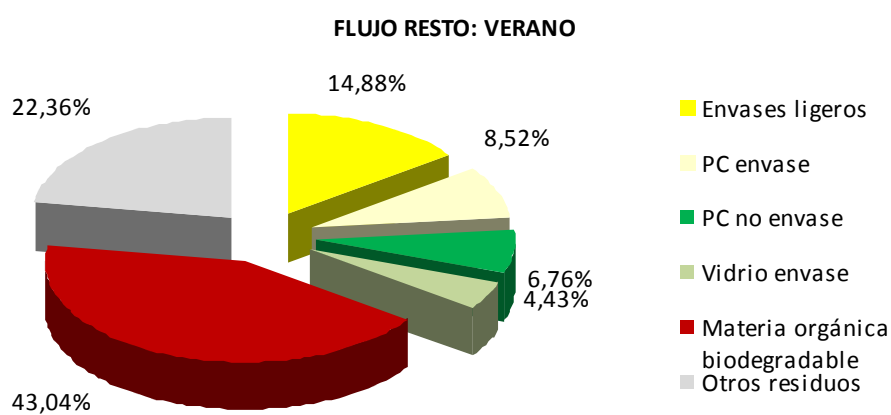


Gráfico 23. Resultados del flujo resto en verano

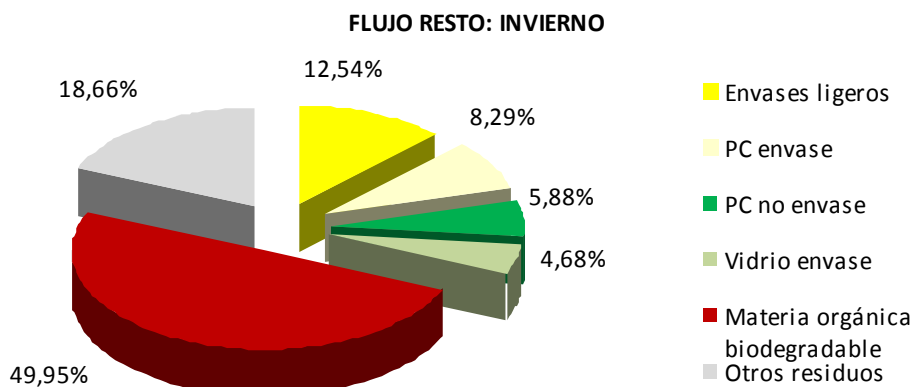


Gráfico 24. Resultados del flujo resto en invierno

7.6. Composición global

En este último capítulo se han realizado las estimaciones oportunas para configurar y definir la composición global de los residuos urbanos de origen domiciliario producidos a nivel estatal, referidos en peso húmedo.

Esta estimación se ha planteado utilizando un procedimiento condicionado a cada uno de los flujos de procedencia, promediando posteriormente estas estimaciones para obtener una estimación global, tomando en consideración la producción total nacional registrada para los flujos analizados.

Esta composición sólo tiene en cuenta a las fracciones recogidas según los flujos considerados en el estudio e independientemente de dónde hubiesen sido depositadas.

Es decir, no discrimina las posibles desviaciones producidas en la aportación, si no que ilustra una globalidad según fracciones.

También hay que advertir que, si bien podría asimilarse a la producción domiciliaria directamente, existirían otros flujos de residuos no considerados en este estudio y que efectivamente podrían producirse en el ámbito doméstico, como los residuos gestionados a través de puntos limpios u otros que contasen con sistemas de recogida complementarios.

Finalmente, indicar que en esta estimación se desconoce la aportación que significaría la producción de residuos comerciales, que en muchas ocasiones son gestionados a través de los canales convencionales y derivarían en una gestión similar a los domiciliarios.

ESTIMACIÓN COMPOSICIÓN GLOBAL NACIONAL

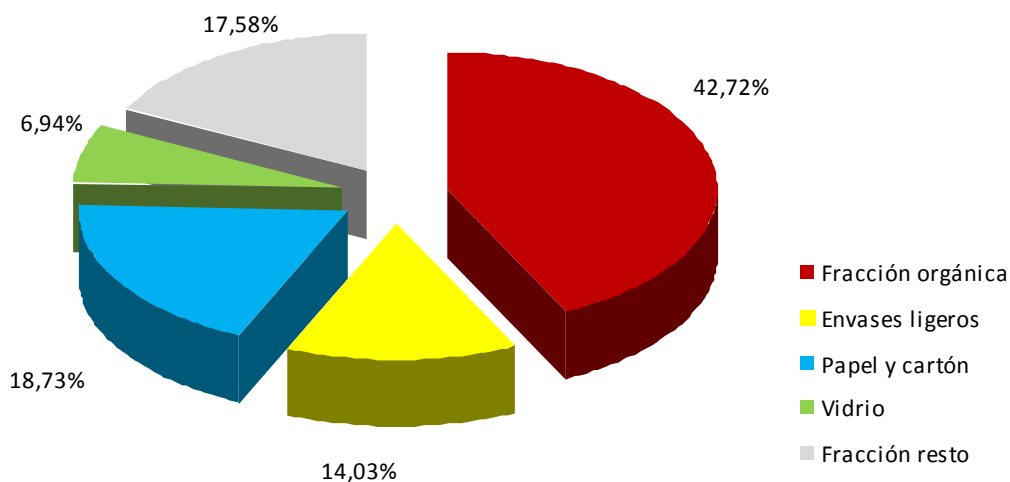


Gráfico 25. Resultados de la estimación global

Atendiendo a su variación estacional, se aporta la siguiente tabla, donde se puede apreciar que las diferencias más significativas se referirían a las fracciones orgánica y resto.

CATEGORÍA	ANUAL	VERANO	INVIERNO
Envases ligeros	14,03%	15,48%	13,37%
Papel y cartón	18,73%	19,41%	18,42%
Vidrio	6,94%	6,84%	6,99%
Fracción orgánica	42,72%	38,64%	44,55%
Fracción resto	17,58%	19,63%	16,67%
TOTAL	100%	100%	100%

Tabla 14. Resultados obtenidos en la estimación global

A continuación se muestran los desgloses estacionales para las fracciones consideradas.

ESTIMACIÓN COMPOSICIÓN GLOBAL NACIONAL: VERANO

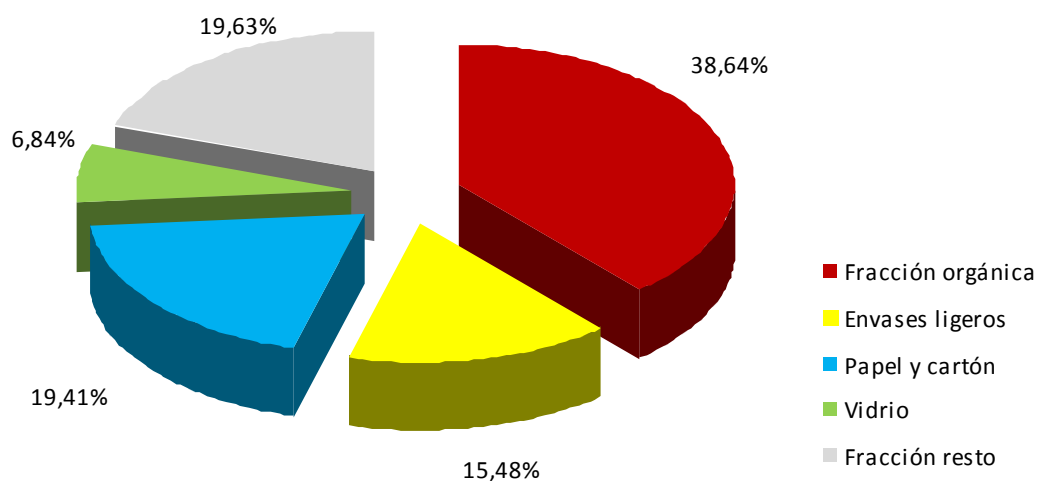


Gráfico 26. Resultados de la estimación global en verano

En relación a la época de invierno, resalta sobre todo la proporción de la fracción orgánica, que supera los valores registrados respecto a la estación de verano.

ESTIMACIÓN COMPOSICIÓN GLOBAL NACIONAL: INVIERNO

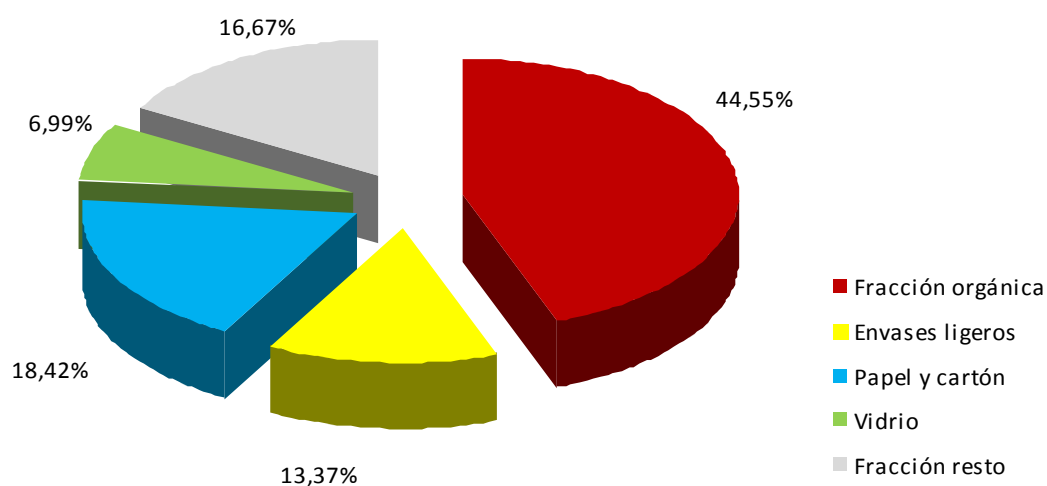


Gráfico 27. Resultados de la estimación global en invierno

7.7. Determinación de humedad

Los resultados obtenidos hasta el momento se han expresado en peso húmedo, es decir, sin descontar el porcentaje inherente que supone el agua en el residuo, la cual podría derivar, fundamentalmente, de la propia naturaleza del residuo o de la aportada externamente.

Para determinar su influencia en los resultados, se ha procedido a su determinación en laboratorio para la totalidad de las muestras caracterizadas, a excepción del flujo de vidrio.

Se han obtenido los siguientes resultados medios para las distintos flujos de interés, independientemente de la composición de los mismos:

FLUJO	HUMEDAD
Envases ligeros	16,70%
Papel y cartón	8,90%
Fracción orgánica	45,76%
Fracción resto	31,28%

Tabla 15. Resultados medios de las determinaciones de humedad

Estos valores habrán de ser tenidos en cuenta en el momento de estimar las composiciones particulares en peso seco.

Anexos

Anexo I.

Desglose de trabajos realizados

LISTADO DE MUESTRAS REALIZADAS				
CCAA	Nombre	Provincia	Flujo	Muestras realizadas
Galicia	Complejo Ambiental Nostrián	A Coruña	FORS	8
			Resto-inorgánico	3
			Vidrio	2
Galicia	Complejo Medioambiental Cerceda (Sogama)	A Coruña	EELL	5
			Resto-genérico	5
Galicia	Complejo Ambiental Lousame (Barbanza)	A Coruña	FORS	2
			Resto-inorgánico	2
Galicia	Recicladados AVI, S.L. - Puxeiros	Pontevedra	Vidrio	1
Galicia	Danigal Vidrio, S.L. - Verín	Ourense	Vidrio	1
Galicia	Generoso Rivas - Cerceda	A Coruña	Vidrio	1
Asturias	Serín (La Zoreda)	Asturias	EELL	5
			Resto-genérico	5
			Papel-cartón	7
Asturias	Despanorsa	Asturias	Papel-cartón	3
Cantabria	Planta Tratamiento Integral RSU Cantabria (Meruelo)	Cantabria	Resto-genérico	5
Cantabria	CRR El Mazo	Cantabria	EELL	4
Cantabria	CRR de Santander (Candina)	Cantabria	EELL	6
La Rioja	Ecoparque de La Rioja	La Rioja	EELL	2
			Resto-genérico	5
Navarra	CT Mancomunidad Comarca Pamplona - Góngora	Navarra	Resto-genérico	4
			Vidrio	3
Navarra	CT Mancomunidad Montejurra - Cárcar	Navarra	FORS	5
			Resto-inorgánico	2
			Papel-cartón	5
Navarra	CT Mancomunidad Ribera - Tudela (Vertedero Culebrete)	Navarra	Resto-genérico	4
Navarra	CT Mancomunidad Ribera Alta, Peralta	Navarra	Vidrio	2
País Vasco	Júndiz (Diputación Foral de Álava)	Álava	EELL	2
País Vasco	Urneta (Mancomunidad de San Marcos)	Guipúzcoa	EELL	3
País Vasco	Legazpi (Mancomunidad de Sasieta)	Guipúzcoa	EELL	2
País Vasco	Urteta (Mancomunidad de Urola Kosta)	Guipúzcoa	Resto-genérico	1
País Vasco	Sasieta (Mancomunidad de Sasieta)	Guipúzcoa	Resto-genérico	3
País Vasco	Amorebieta - Etxano (BZB, Bizkaiko Zabor Berziklategia)	Vizcaya	EELL	8
País Vasco	Zabalgarbi	Vizcaya	Resto-genérico	4
País Vasco	Igorre	Vizcaya	Resto-genérico	1
País Vasco	Jata (Lemoiz)	Vizcaya	Resto-genérico	1
País Vasco	Despanorsa - Amorebieta	Vizcaya	Papel-cartón	2

LISTADO DE MUESTRAS REALIZADAS				
CCAA	Nombre	Provincia	Flujo	Muestras realizadas
País Vasco	Escor Vitoria	Álava	Papel-cartón	3
Madrid	Centro Tratamiento Integral RSU La Paloma	Madrid	Resto-genérico	5
Madrid	Centro Tratamiento Integral RSU Las Dehesas	Madrid	Resto-genérico	3
Madrid	Pinto	Madrid	EELL	7
			Resto-genérico	2
Madrid	Colmenar Viejo	Madrid	EELL	7
Madrid	Nueva Rendija	Madrid	EELL	6
Madrid	Carpa, S.A.	Madrid	Papel-cartón	2
Madrid	Saica Natur Madrid	Madrid	Papel-cartón	3
Castilla La Mancha	Centro de Tratamiento de RU de Albacete	Albacete	Resto-genérico	1
Castilla La Mancha	Centro de Tratamiento de RU de Almagro	Ciudad Real	Resto-genérico	2
Castilla La Mancha	Centro de Tratamiento de RU de Toledo	Toledo	Resto-genérico	2
			Papel-cartón	6
Castilla La Mancha	Defesa Recuperaciones Ciudad Real	Ciudad Real	Papel-cartón	4
Castilla La Mancha	Camacho Recycling, S.L.U. - Caudete	Albacete	Vidrio	1
Castilla y León	CTR de Cortes (Burgos)	Burgos	EELL	3
Castilla y León	CTE de León	León	EELL	1
Castilla y León	CTE de Salamanca	Salamanca	Resto-genérico	1
Castilla y León	MAREPA - FCC (Aldeamayor San Martín)	Valladolid	Papel-cartón	4
Castilla y León	Despanorsa (Villalbilla de Burgos)	Burgos	Papel-cartón	2
Castilla y León	Hermanos González-Villares Reina	Salamanca	Papel-cartón	2
Castilla y León	Despanorsa (Onzonilla)	León	Papel-cartón	2
Cataluña	Ecoparc 2. Montcada i Reixac	Barcelona	Resto-genérico	3
Cataluña	Ecoparc 3. Sant Adrià de Besòs	Barcelona	Resto-genérico	3
Cataluña	Planta de tratamiento biológico de Terrasa	Barcelona	FORS	3
Cataluña	Torrelles de Llobregat	Barcelona	FORS	2
Cataluña	Jorba	Barcelona	FORS	3
Cataluña	Centelles	Barcelona	FORS	4
Cataluña	Botarell	Tarragona	FORS	4
Cataluña	Ecoparc 1	Barcelona	FORS	4
Cataluña	Santa María de Palautordera	Barcelona	EELL	5
Cataluña	Vic	Barcelona	EELL	2
Cataluña	Constantí	Tarragona	EELL	3
Cataluña	Gavà	Barcelona	EELL	5

LISTADO DE MUESTRAS REALIZADAS				
CCAA	Nombre	Provincia	Flujo	Muestras realizadas
Cataluña	TRM - Incineradora de Mataró	Barcelona	Resto-genérico	3
Cataluña	TERSA - Incineradora de Sant Adrià del Besòs	Barcelona	Resto-genérico	3
Cataluña	SIRUSA - Incineradora de Tarragona	Tarragona	Resto-genérico	3
Cataluña	FCC Ámbito, S.A. - Sant Feliu de Llobregat	Barcelona	Papel-cartón	2
Cataluña	Saica Natur Nordeste, S.L. - Badalona	Barcelona	Papel-cartón	2
Cataluña	Saica Natur Nordeste, S.L. - Barcelona-Zona Franca	Barcelona	Papel-cartón	1
Cataluña	Saica Natur Nordeste, S.L. - Girona	Girona	Papel-cartón	1
Cataluña	Saica Natur Nordeste, S.L. - Vilallonga del Camp	Tarragona	Papel-cartón	1
Cataluña	Saica Natur Nordeste, S.L. - Terrasa	Barcelona	Papel-cartón	2
Cataluña	Saica Natur Nordeste, S.L. - San Fost	Barcelona	Papel-cartón	1
Aragón	CTR Zaragoza - Agrupación nº6	Zaragoza	Resto-genérico	10
Islas Baleares	Parque Tecnologías Ambientales - TIRME, S.A.	Mallorca	EELL	8
Islas Baleares	Área Gestión Integral Residuos Es Milà - Mahón	Menorca	EELL	2
			Papel-cartón	5
Islas Baleares	Saica Natur Palma	Mallorca	Papel-cartón	5
Murcia	Ulea	Murcia	Resto-genérico	3
Murcia	Saica Natur Murcia	Murcia	Papel-cartón	1
Murcia	Reciclajes Elda, S.L.	Murcia	Papel-cartón	4
C.Valenciana	Planta de tratamiento de residuos de Piedra Negra - Xixona	Alicante	Resto-genérico	5
C.Valenciana	Planta de clasificación de envases ligeros - Castellón de la Plana	Castellón	EELL	2
C.Valenciana	Planta de compostaje de residuos urbanos - Guadassuar	Valencia	Resto-genérico	5
C.Valenciana	Planta de compostaje de residuos urbanos - Quart Poblet	Valencia	Resto-genérico	5
C.Valenciana	Planta de clasificación de envases ligeros - Alzira	Valencia	EELL	3
C.Valenciana	Planta de clasificación de envases ligeros - Picassent	Valencia	EELL	5
C.Valenciana	Gonzalo Mateo, S.L. - Puerto de Sagunto	Valencia	Vidrio	3

LISTADO DE MUESTRAS REALIZADAS				
CCAA	Nombre	Provincia	Flujo	Muestras realizadas
C.Valenciana	Camacho Recycling, S.L.U. - Caudete (Albacete)	Albacete	Vidrio	1
Andalucía	Montalbán - Complejo Medioambiental	Córdoba	Resto-genérico	2
Andalucía	Córdoba - Complejo Medioambiental	Córdoba	FORS	5
Andalucía	Loma de Manzanares - Alhendín	Granada	Resto-genérico	4
Andalucía	Complejo Medioambiental de la Costa del Sol - Casares	Málaga	Resto-genérico	4
Andalucía	Alcalá del Río	Sevilla	EELL	1
Andalucía	Complejo Medioambiental Montemarta - Cónica (Alcalá de Guadaira)	Sevilla	EELL	2
			Resto-genérico	2
Andalucía	Recuperadora Andaluza de Vidrio, S.A.	Sevilla	Vidrio	3
Andalucía	Hermanos Padilla	Cádiz	Papel-cartón	2
			Vidrio	2
Andalucía	Saica Natur Málaga	Málaga	Papel-cartón	2
Andalucía	Saica Natur Sevilla	Sevilla	Papel-cartón	4
Andalucía	Saica Natur Jerez	Cádiz	Papel-cartón	2
Extremadura	Ecoparque de Mérida	Badajoz	EELL	2
			Resto-genérico	2
Extremadura	Ecoparque de Badajoz	Badajoz	Resto-genérico	3
Extremadura	Ecoparque de Mirabel	Cáceres	EELL	1
Melilla	REMESA (Residuos de Melilla, S.A.)	Melilla	Resto-genérico	5
Islas Canarias	Complejo Medioambiental Zonzamas	Lanzarote	Resto-genérico	3
Islas Canarias	Complejo Medioambiental Zurita	Fuerteventura	EELL	1
Islas Canarias	Complejo Medioambiental Salto del Negro	Gran Canaria	EELL	2
Islas Canarias	Complejo Medioambiental Arico	Tenerife	EELL	2
			Resto-genérico	2
TOTAL				378

Anexo II.

Estudio estadístico de resultados

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

Manuel Febrero Bande¹ y Alberto Rodríguez Casal²
Departamento de Estadística e Investigación Operativa
Universidad de Santiago de Compostela

19 de julio de 2012

¹email: manuel.febrero@usc.es

²email: alberto.rodriguez.casal@usc.es

1. Descripción de los datos

El objetivo de este estudio es realizar una caracterización a nivel nacional de los residuos urbanos de origen domiciliario. Se intenta comprender su composición media o típica, así como detectar qué factores pueden influir en dicha composición. Dentro de esos factores se considerará el flujo y la estacionalidad. Para realizar la caracterización se han realizado 378 visitas a 101 instalaciones de tratamiento de residuos en fechas comprendidas entre el 16 de diciembre de 2010 y el 25 de enero de 2012. Así, el periodo de muestreo se corresponde (aproximadamente) con un año natural cubriendo, por tanto, el periodo de verano (161 visitas durante el periodo abril-septiembre) e invierno (271 visitas).

Como se ha dicho cada uno de los muestreos ha sido realizados teniendo en cuenta el tipo de flujo de residuos y la estación. Los flujos considerados son: Envases Ligeros (EELL), Papel y Cartón (PyC), Vidrio, Materia Orgánica (FORS) y Resto genérico-inorgánico (Resto). En la Tabla 1 aparece el número de visitas realizada, por tipo de flujo y estación.

Estación/Flujo	EELL	FORS	PyC	Resto	Vidrio
Invierno	58	20	44	79	16
Verano	49	20	36	52	4
Total visitas	107	40	80	131	20

Cuadro 1: Número de visitas por flujo y estación

A la vista de la Tabla 1, es claro que las conclusiones de tipo inferencial sobre el flujo vidrio, especialmente en la comparación entre estaciones, deben ser tomadas con mucha cautela, ya que sólo han sido visitadas cuatro instalaciones durante el verano.

Para representar adecuadamente todo el territorio nacional se han visitado instalaciones en cada una de las comunidades autónomas. En la Tabla 2 se muestra de forma detallada la distribución geográfica del número de visitas realizadas por comunidad autónoma. Debemos comentar, sin embargo, que no es el objetivo de este estudio realizar, para cada flujo, estudios comparativos entre las distintas comunidades autónoma. Para realizar dicha comparación sería necesario un estudio mucho más exhaustivo que el actual. Para ver la complejidad que llevaría asociada este análisis, mencionar que la comparación de las 17 comunidades autónomas en cada uno de los 5 flujos considerados obligaría a considerar $17 \times 5 = 85$ categorías, algo totalmente inviable con una muestra de tamaño 378. Las caracterizaciones se harán, por tanto, solamente a nivel nacional.

2. Estimación por tipo flujo. Técnicas estadísticas utilizadas

En cada visita a una instalación se analizó la composición de una muestra de aproximadamente 250 kilos (valor mediano de los kilos de cada muestra 250.7). Cada muestra fue caracterizada de acuerdo a su composición. Como resultado de este análisis de laboratorio se dispone de información del porcentaje o fracción de la muestra que está en cada una de las categorías consideradas (por ejemplo, porcentaje de

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

Comunidad Autónoma	Total visitas
Andalucía	35
Aragón	10
Asturias	20
Cantabria	15
Castilla - La Mancha	16
Castilla y León	15
Cataluña	60
Comunidad Valenciana	29
Extremadura	8
Galicia	30
Islas Baleares	20
Islas Canarias	10
La Rioja	7
Madrid	35
Melilla	5
Navarra	25
País Vasco	30
Región de Murcia	8

Cuadro 2: Instalaciones visitadas por CCAA

papel y cartón con punto verde o porcentaje de vidrio). Los datos disponibles constituyen, por tanto, una muestra de datos composicionales (ver, por ejemplo, Pawlowsky-Glahn y Buccianti, 2011). Estos datos se caracterizan porque los totales en cada unidad de muestreo suman uno (o 100% si trabajamos con porcentajes). Las técnicas estadísticas empleadas deberían tener en cuenta esta naturaleza composicional de los datos muestrales, tanto para realizar inferencia como para la presentación de resúmenes gráficos. En particular, se debe trabajar con la restricción de que las distintas fracciones no son variables independientes. Dado que los porcentajes en cada unidad suman siempre una cantidad fija, es claro que las distintas fracciones no pueden ser tratadas como si fuesen independientes. Si un porcentaje es alto, los otros serán bajos y viceversa. Considerar esta dependencia es fundamental si deseamos analizar conjuntamente varias fracciones. Una técnica que permite controlar la variabilidad conjunta en el muestreo de las distintas fracciones es el Bootstrap, (ver Efron y Tibshirani, 1993). Conocer la variabilidad de las estimaciones es necesario para poder extrapolar los valores obtenidos en el muestreo al total poblacional y así poder construir intervalos y regiones de confianza para las fracciones de residuos, o bien realizar contrastes de hipótesis, si lo que se quiere es comprobar la incidencia (o no) de un determinado factor (como la estacionalidad) en la composición de la bolsa de basura.

La estimación de una fracción p_F dentro de cada flujo, F , se realizará en dos etapas:

1. En la primera se estimará la fracción autonómica, p_a : Si denotamos por T_i las producciones totales (en el flujo de interés) de la instalación i -ésima, y por p_i la fracción de interés en dicha instalación, tendríamos que

$$p_a = \frac{\sum_i p_i T_i}{T_a},$$

donde T_a es la producción total autonómica. El sumatorio cubriría todas las instalaciones de la

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

autonomía a . Por supuesto, las cantidades p_i no son conocidas y se deben estimar mediante muestreo. Además es posible que no todas las instalaciones de la comunidad autónoma estén en el muestreo. Por tanto, se propone estimar p_a mediante

$$\hat{p}_a = \frac{\sum_{i \in \mathcal{M}_a} \hat{p}_i T_i}{\hat{T}_a},$$

donde \mathcal{M}_a denota el conjunto de las instalaciones de la autonomía a que están en el muestreo, \hat{T}_a es la producción total de las instalaciones que están en el muestreo y \hat{p}_i es la media aritmética simple de las fracciones muestrales obtenidas en las distintas observaciones realizadas durante el estudio, esto es,

$$\hat{p}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} \hat{p}_{ij},$$

donde $\hat{p}_{i,j}$ es la fracción encontrada en el muestreo j -ésimo realizado en la instalación i , y n_i es el total de veces que se ha muestreado dicha instalación, para el flujo considerado.

- Si p_a fuese conocido tendríamos que la fracción nacional, p_F , vendría dada por

$$p_F = \frac{\sum_a p_a T_a}{T_N},$$

donde T_N sería la producción nacional para ese flujo. Para estimar p_F proponemos utilizar el mismo procedimiento que a nivel autonómico, reemplazando en la fórmula anterior las cantidades desconocidas por sus estimaciones, es decir,

$$\hat{p}_F = \frac{\sum_{a \in \mathcal{A}} \hat{p}_a T_a}{\hat{T}_N}$$

donde \mathcal{A} son las autonomías que están en el muestreo, y \hat{T}_N es la producción total de las autonomías que están en el muestreo.

Por supuesto, la calidad de las estimaciones realizadas en los pasos 1 y 2 dependerá de la representatividad de las instalaciones de la autonomía (paso 1) y de las autonomías muestreadas en el total nacional (paso 2). El método de estimación propuesto sería fiable siempre que no existan sesgos sistemáticos en el muestreo y permite corregir la sobrerrepresentación que algunas muestras podrían tener en el valor final cuando éstas se corresponden con instalaciones que tienen un peso marginal en el total nacional.

Se disponen de los datos de las producciones totales de las instalaciones, T_i , de los flujos EELL, FORS y Resto, pero no para los flujos Vidrio y PyC. Por tanto, para estos dos últimos flujos se ha supuesto que todas las instalaciones tenían el mismo peso en cuanto a su producción. La producción total autonómica, T_a , necesaria para el segundo paso del procedimiento anterior, sí estaba disponible para todos los flujos, y por tanto fue posible ponderar las comunidades autónomas por su *importancia* en la composición final de la bolsa de basura nacional.

A partir de las estimaciones de las fracciones de interés se construirán intervalos y regiones de confianza (intervalos para fracciones individuales, regiones para varias fracciones simultáneas) para las fracciones poblacionales. Como se mencionó anteriormente el bootstrap permitirá controlar la variabilidad conjunta de las estimaciones sin estar sujeto a las restricciones paramétricas usuales (habitualmente normalidad, de dudoso cumplimiento para estimar fracciones poblacionales pequeñas). Se comprobará si existe influencia

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

estacional en las caracterizaciones analizadas. Todos los intervalos y contrastes se realizarán con un nivel de significación del 5%.

Los resultados se presentarán organizados por flujos, en el siguiente orden: EELL (Sección 3), PyC (Sección 4), Vidrio (Sección 5), Resto (Sección 6) y FORS (Sección 7). La organización de los resultados dentro de cada flujo será siempre igual. Primero se presentará dos tablas, con intervalos de confianza para distintas fracciones. En la primera de ellas se proporcionará el intervalo global, sin distinguir estacionalidad, así como los intervalos correspondientes al invierno y al verano. En la segunda tabla se contrasta si las diferencias en las fracciones de verano e invierno son significativas o no. Las diferencias significativas aparecerán marcadas en rojo. Finalmente, se presentarán gráficos ternarios para varias ternas de categorías, que se hayan juzgado de interés para el flujo analizado. Estos gráficos se explicaran en detalle en el primero de los flujos (ver Sección 3), y de forma más breve en el resto, ya que su interpretación sería similar.

Finalmente, en la Sección 8, se presentarán las tablas resumen con los resultados para la bolsa de basura nacional, sin condicionar por flujo. Es decir, en esta sección se agregarán los resultados de los distintos flujos obtenidos anteriormente, para construir un resumen global de la composición de una hipotética bolsa de basura global de la que no se sabe *a priori* el flujo de procedencia.

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

3. Envases Ligeros

Para los envases ligeros se han estimado las proporciones de: envases de plástico, envases metálicos, brik, otros envases, resto de envases y embalajes, papel y cartón (tanto envase como no envase), materia orgánica, otros residuos, envases ligeros (conjunta, domésticos e industriales). Las estimaciones puntuales de dichas proporciones tanto anual como estacional, junto con sus intervalos de confianza al 95 %, aparecen en la Tabla 3. En este flujo, el 52 % es Envase Plástico, algo más del 10 % Envase Metálico, un poco menos del 10 % Brik, un 7 % envases de Papel y Cartón y Vidrio y un 20 % Materia Orgánica y Otros residuos.

	Anual	2.5 %	97.5 %	Verano	2.5 %	97.5 %	Invierno	2.5 %	97.5 %
Envases Plástico	52.61	47.18	56.80	54.98	45.41	61.88	50.49	44.84	53.33
Envases Metálicos	10.70	9.51	11.44	10.02	8.72	11.15	11.32	9.50	12.42
Brik	8.88	7.65	9.45	7.66	6.32	8.70	9.97	8.69	10.58
Otros Envases	0.13	0.07	0.20	0.16	0.06	0.31	0.10	0.04	0.16
Resto Envases y Embalajes	7.04	5.27	6.98	6.16	4.18	6.60	7.84	5.60	8.25
PyC Envase	4.28	3.53	6.63	3.88	2.60	6.46	4.64	3.67	8.52
PyC No Envase	3.72	3.12	5.92	4.03	2.78	8.30	3.43	2.86	4.51
Vidrio Envase	2.76	1.88	4.14	2.28	1.73	2.93	3.19	1.77	5.60
Vidrio No Envase	0.05	0.02	0.10	0.05	0.01	0.10	0.06	0.01	0.14
Materia Orgánica	5.01	3.63	6.54	4.76	2.69	7.48	5.23	3.75	7.00
Otros Residuos	15.63	14.50	18.47	16.26	14.10	21.10	15.07	13.70	17.84
EELL	72.32	66.61	75.48	72.82	63.07	78.17	71.87	64.83	74.54
EELL Domésticos	67.97	62.39	70.24	67.24	59.34	71.53	68.62	61.51	70.88
EELL Industriales	4.35	2.87	6.46	5.58	2.81	8.77	3.25	2.49	4.25

Cuadro 3: Caracterización del flujo EELL

Diferencias estacionales	2.5 %	97.5 %
Envases Plástico	-13.68	4.94
Envases Metálico	-0.65	3.16
Brik	0.67	3.71
Otros Envases	-0.23	0.06
Resto Envases y Embalajes	-1.15	5.80
PyC Envase	-1.73	4.58
PyC No Envase	-4.75	0.98
Vidrio Envase	-0.82	3.40
Vidrio No Envase	-0.07	0.11
Materia Orgánica	-2.60	3.35
Otros Residuos	-6.19	2.25
EELL	-9.83	8.19
EELL Domésticos	-6.68	9.03
EELL Industriales	-5.49	0.60

Cuadro 4: Caracterización del flujo EELL: Diferencias estacionales

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

Las diferencias estacionales aparecen reflejadas en la Tabla 4. Nuevamente el intervalo (en este caso para la diferencia de proporciones: Invierno-Verano) está construido al 95 % de confianza. Si dicho intervalo no contiene al cero quiere decir que las diferencias estacionales pueden considerarse significativas, en cuyo caso aparecerá la categoría marcada en rojo. En este flujo, existen diferencias significativas entre el verano y el invierno (más en invierno) en la proporción de Brik.

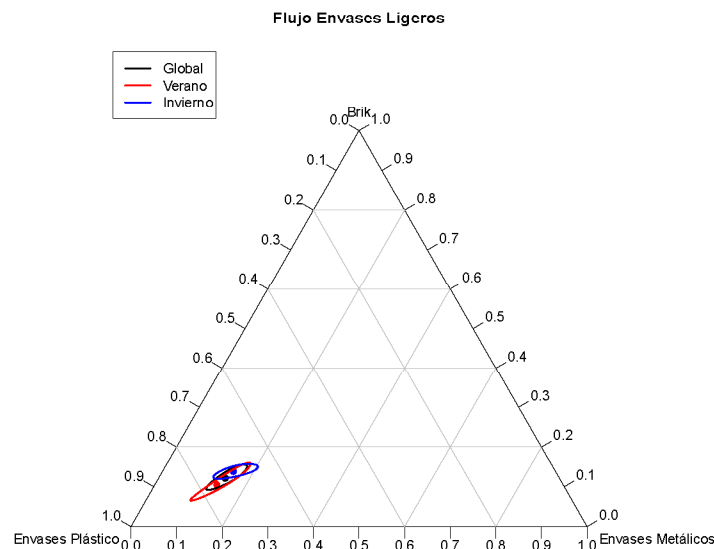


Figura 1: Gráfico ternario para las categorías brik, envases plásticos y envases metálicos en el Flujo EELL

En las Figuras 1 y 2 se muestran tres gráficos ternarios. Como su nombre indica, en cada uno de los gráficos ternarios se representan las proporciones correspondientes a una terna de categorías. En el primero de ellos (ver Figura 1) la terna considerada es Brik (vértice superior del triángulo), envases plásticos (vértice inferior izquierdo) y envases metálicos (vértice inferior derecho). En la representación se ignora cualquier otra categoría, por lo que los datos están reescalados para que los porcentajes sumen el 100 % (en la Tabla 3 se ve que las categorías consideradas sólo suman un 72.19 %). En el gráfico se representan las estimaciones del porcentaje medio, tanto global (color negro) como estacional (verano-rojo, invierno-azul), como puntos dentro del triángulo. Mayor proximidad a alguno de los vértices representa mayor proporción de esa categoría. Las escalas están indicadas en los ejes. Para poder visualizar la variabilidad inherente al proceso de estimación, junto con las estimaciones puntuales se representan las elipses de confianza para los promedios estimados, también tanto para el año completo como para cada una de las estaciones. Los colores son los mismos que para las estimaciones puntuales. En la Figura 1 se ve que, para el flujo EELL, los residuos presentan una alta concentración de envases plásticos y que las tres elipses de confianza son similares (global, verano e invierno) existiendo más incertidumbre en la estimación de

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

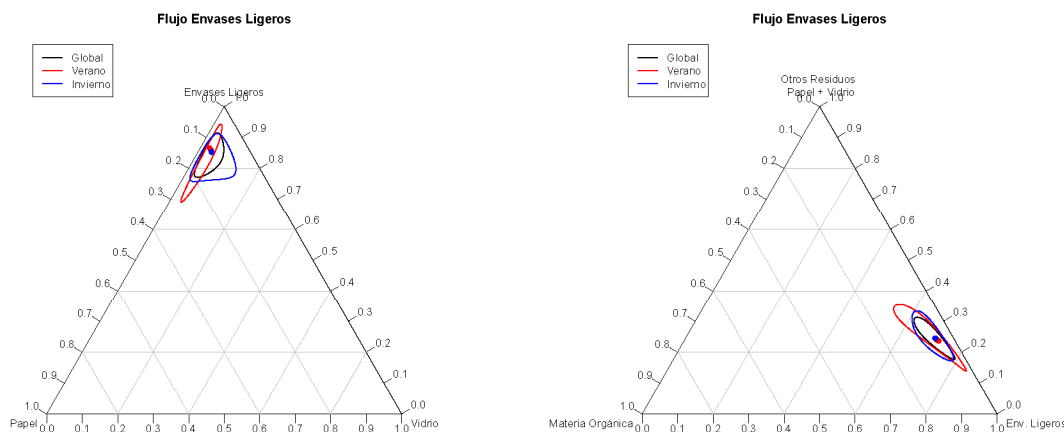


Figura 2: Gráfico ternario para las categorías EELL, PyC y Vidrio (izquierda) y las categorías brik, envases plásticos y envases metálicos (derecha) en el flujo EELL

la proporción brik-envases ligeros, que en la de envases metálicos. Esto se puede ver en las elipses de confianza, aproximadamente paralelas al vértice definido por envases metálicos. Existe mayor variabilidad muestral en el verano que en el invierno ya que la elipse de confianza es mayor.

En la Figura 2 (izquierda) se representa conjuntamente las proporciones de EELL, PyC y Vidrio (recordemos que reescaladas para que sumen un 100%) en el flujo EELL. Como es lógico los residuos de dicho flujo presentan una alta concentración de EELL, y las estimaciones puntuales tanto global como estacional son similares. Sin embargo las elipses de confianza estacionales son marcadamente distintas. En el caso del verano, la incertidumbre en la estimación está en la proporción EELL-PyC, pero no en el vidrio (elipse paralela al vértice Vidrio), mientras que la elipse correspondiente al invierno también se desplaza hacia el vidrio. Así que, existe variabilidad muestral en los tres ejes EELL-PyC-Vidrio. Finalmente en la Figura 2 (derecha) se representa conjuntamente las proporciones de Otros Residuos (junto con papel y vidrio), materia orgánica y EELL en el flujo EELL. Las tres estimaciones son prácticamente coincidentes, existiendo mayor incertidumbre en la estimación de la proporción Otros Residuos-EELL. Esta variabilidad es mayor en el verano que en el invierno.

4. Papel y Cartón

Para el flujo Papel y Cartón, se han estimado las fracciones de: Papel y Cartón (tanto envase como no envase), materia orgánica, Papel y Cartón doméstico y comercial, resto de envases y embalajes, otros residuos (sin PyC no envase). Las estimaciones puntuales de dichas fracciones, tanto anual como estacional, junto con sus intervalos de confianza al 95 %, aparecen en la Tabla 5. Aproximadamente el 50 % de la bolsa de basura del flujo PyC es papel y cartón envase, y el 43 % papel y cartón no envase. El porcentaje de materia orgánica es sólo del 1 %.

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

	Anual	2.5 %	97.5 %	Verano	2.5 %	97.5 %	Invierno	2.5 %	97.5 %
PyC Envase	50.76	46.13	56.11	51.49	43.64	60.16	50.01	46.08	55.18
PyC no Envase	43.35	38.58	47.82	42.83	34.54	50.72	43.89	39.36	47.44
Materia Orgánica	1.07	0.54	1.62	0.89	0.35	1.68	1.26	0.42	2.19
PyC Doméstico	17.74	14.59	22.31	14.39	12.27	16.97	21.20	15.63	27.99
PyC Industrial	33.02	27.89	38.92	37.10	28.82	46.11	28.80	23.79	34.50
Resto Envases	2.07	1.67	2.44	1.97	1.51	2.44	2.18	1.56	2.73
Otros (sin PyC no envase)	2.74	1.66	4.28	2.82	1.33	5.35	2.66	1.41	4.05

Cuadro 5: Caracterización del flujo PyC

Las diferencias estacionales aparecen reflejadas en la Tabla 6. Nuevamente el intervalo (en este caso para la diferencia de proporciones: Invierno-Verano) está construido al 95 % de confianza. Si dicho intervalo no contiene al cero quiere decir que las diferencias estacionales pueden considerarse significativas, en cuyo caso aparecerá la categoría marcada en rojo. En este flujo es significativa la diferencia estacional en la fracción de papel y cartón doméstico que como es positiva indica mayor flujo en Invierno.

Diferencia Estacional	2.5 %	97.5 %
PyC Envase	-10.96	8.59
PyC no Envase	-8.51	10.45
Materia Orgánica	-0.88	1.46
PyC Doméstico	0.31	14.17
PyC Industrial	-17.98	1.82
Resto Envases y Embalajes	-0.62	0.90
Otros Residuos (sin PC no envase)	-2.77	2.04

Cuadro 6: Caracterización del flujo PyC: Diferencias estacionales

En la Figura 3 se ve que, si consideramos la terna (No Envase, PyC Doméstico y PyC Industrial), que las tres elipses de confianza (global, verano e invierno) son bastante distintas. De hecho la estimación puntual del invierno no está contenida en la estimación puntual del verano, debido al incremento de residuos de procedencia doméstica en el invierno y a la relativamente pequeña incertidumbre existente en la estimación de la fracción doméstica en el verano.

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

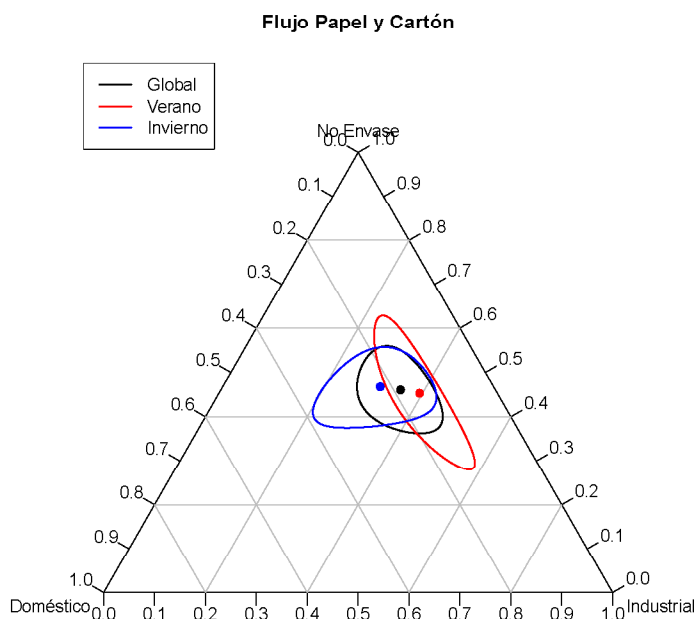


Figura 3: Gráfico ternario para las categorías no envase, doméstico e industrial en el Flujo PyC

5. Vidrio

Para el flujo Vidrio, se han estimado las fracciones de: Vidrio envase, vidrio no envase, materia orgánica, resto de envases y embalajes, otros residuos (sin vidrio no envase), vidrio blanco, vidrio color que se desagrega además en vidrio topacio, vidrio verde y resto de vidrio. Las estimaciones puntuales de dichas fracciones, tanto anual como estacional, junto con sus intervalos de confianza al 95 %, aparecen en la Tabla 7. Casi un 70 % de este flujo es vidrio color mientras que aproximadamente un 30 % es vidrio blanco. La mayor parte son envases (98.06 %)

Las diferencias estacionales aparecen reflejadas en la Tabla 8. Nuevamente el intervalo (para la diferencia de proporciones: Invierno-Verano) está construido al 95 % de confianza. Si dicho intervalo no contiene al cero quiere decir que las diferencias estacionales pueden considerarse significativas, en cuyo caso aparecerá la categoría marcada en rojo. En este flujo es significativa la diferencia estacional en las fracciones vidrio envase, resto de envases y embalajes y otros residuos (sin vidrio no envase). Aunque no está reflejado en la tabla por corresponder a categorías marginales, cabe destacar diferencias significativas estacionales en el apartado de Brik (+), EELL (+) y Papel y Cartón Envase (+) aunque con diferencias de a lo sumo un 0.8 %.

En la Figura 4 (izquierda) se representan conjuntamente las fracciones de vidrio no envase, vidrio blanco

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

	Anual	2.5 %	97.5 %	Verano	2.5 %	97.5 %	Invierno	2.5 %	97.5 %
Vidrio Envase	98.06	97.21	98.76	99.04	98.88	99.24	97.67	96.65	98.62
Vidrio no Envase	0.19	0.09	0.30	0.12	0.00	0.25	0.21	0.08	0.34
Materia Orgánica	0.05	0.03	0.09	0.06	0.01	0.11	0.05	0.02	0.10
Resto envases	1.26	0.73	1.96	0.59	0.46	0.73	1.53	0.85	2.38
Otros (sin Vidrio no envase)	0.43	0.21	0.65	0.19	0.02	0.37	0.52	0.25	0.79
Vidrio Blanco	29.82	24.89	34.55	29.92	24.13	32.90	29.78	23.36	35.80
Vidrio Color	68.24	63.65	72.95	69.12	66.02	75.01	67.90	62.08	74.31
Vidrio Topacio	31.85	25.29	38.67	30.65	24.12	36.93	32.33	24.12	40.38
Vidrio Verde	34.22	29.11	40.89	35.01	28.52	50.43	33.91	28.00	42.47
Vidrio Resto	2.19	1.25	3.10	3.54	0.79	4.44	1.66	0.91	2.55

Cuadro 7: Caracterización del flujo Vidrio

Diferencia Estacional	2.5 %	97.5 %
Vidrio Envase	-2.41	-0.42
Vidrio no Envase	-0.10	0.29
Materia Orgánica	-0.07	0.06
Resto envases y embalajes	0.20	1.79
Otros Residuos (sin Vidrio no envase)	0.02	0.67
Vidrio Blanco	-7.61	8.16
Vidrio Color	-9.27	6.41
Vidrio Topacio	-8.64	12.91
Vidrio Verde	-16.95	9.94
Vidrio Resto	-3.22	0.79

Cuadro 8: Caracterización del flujo Vidrio: Diferencias estacionales

y vidrio color para el flujo vidrio. Se ve que la fracción de vidrio no envase es baja, aunque en verano existe una gran incertidumbre en la estimación. Recordemos que en verano, para este flujo, en el muestreo sólo se han hecho cuatro visitas. Algo similar ocurre para el otro gráfico ternario, donde se representan las fracciones de vidrio resto, vidrio topacio y vidrio verde. Nuevamente la estimación del verano es muy variable, la fracción de vidrio resto es pequeña, mayor en verano cuya estimación puntual está en el borde de la elipse correspondiente al invierno.

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

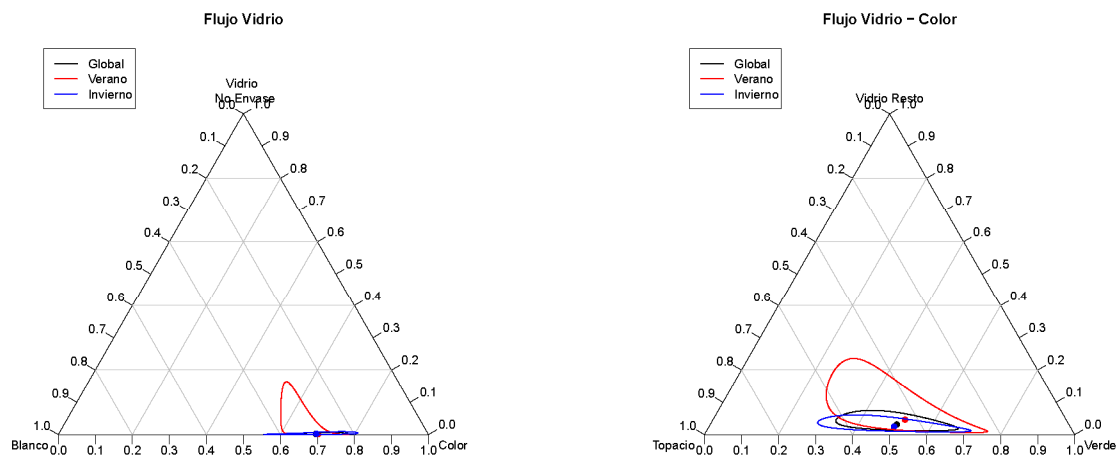


Figura 4: Gráfico ternario para las categorías vidrio no envase, vidrio blanco y vidrio color (izquierda) y las categorías vidrio resto, vidrio topacio y vidrio verde (derecha) para el flujo vidrio

6. Resto-genérico y Resto-inorgánico

Para el flujo Resto se han estimado las proporciones de: EELL, PyC (envase, no envase y envase y no envase agregados), Vidrio Envase, materia orgánica. Las estimaciones puntuales de dichas fracciones, tanto anual como estacional, junto con sus intervalos de confianza al 95 %, aparecen en la Tabla 9. Aproximadamente la mitad de este flujo es materia orgánica, pero hay porcentajes no despreciables de papel y cartón (casi un 15 %), otros residuos (19%) o envases ligeros (aproximadamente un 13%).

	Anual	2.5 %	97.5 %	Verano	2.5 %	97.5 %	Invierno	2.5 %	97.5 %
EELL	13.25	12.21	14.44	14.88	13.20	16.70	12.54	11.14	13.80
PyC Envase	8.36	7.30	9.28	8.52	7.06	10.36	8.29	6.93	9.35
PyC no Envase	6.15	5.47	6.98	6.76	5.86	7.80	5.88	4.99	7.04
PyC (envase + no envase)	14.51	13.36	15.63	15.28	13.46	17.26	14.17	12.59	15.57
Vidrio Envase	4.61	3.97	5.21	4.43	3.73	5.24	4.68	3.94	5.62
Materia Orgánica	47.84	45.24	50.51	43.04	40.10	45.99	49.95	46.23	53.50
Otros Residuos	19.79	17.94	21.58	22.36	20.33	24.45	18.66	16.43	21.19

Cuadro 9: Caracterización del flujo Resto

Las diferencias estacionales aparecen reflejadas en la Tabla 10. Recordemos que el intervalo (para la diferencia de proporciones: Invierno-Verano) está construido al 95 % de confianza. Si dicho intervalo no contiene al cero quiere decir que las diferencias estacionales pueden considerarse significativas, en cuyo caso aparecerá la categoría marcada en rojo. En este flujo es significativa la diferencia estacional en EELL, materia orgánica y otros residuos.

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

Diferencia Estacional	2.5 %	97.5 %
EELL	-4.67	-0.27
PyC Envase	-2.48	1.59
PyC no Envase	-2.16	0.58
PyC (envase + no envase)	-3.60	1.09
Vidrio Envase	-0.84	1.40
Materia Orgánica	2.24	11.71
Otros Residuos	-6.80	-0.33

Cuadro 10: Caracterización del flujo Resto: Diferencias estacionales

En la Figura 5 (izquierda) se representan conjuntamente las proporciones de EELL, PyC y Vidrio para el flujo Resto. La elipse correspondiente al verano está desplazada hacia el vértice superior (EELL), en concordancia con lo encontrado en la Tabla 10. En la Figura 5 de la derecha aparece el gráfico ternario para las proporciones de Otros residuos, envases y materia orgánica. Existe poca incertidumbre en la estimación de la proporción de envases existiendo mayor variabilidad en la proporción Otros residuos/materia orgánica. La proporción es mayor en verano, saliéndose la estimación puntual fuera de la elipse de confianza del invierno.

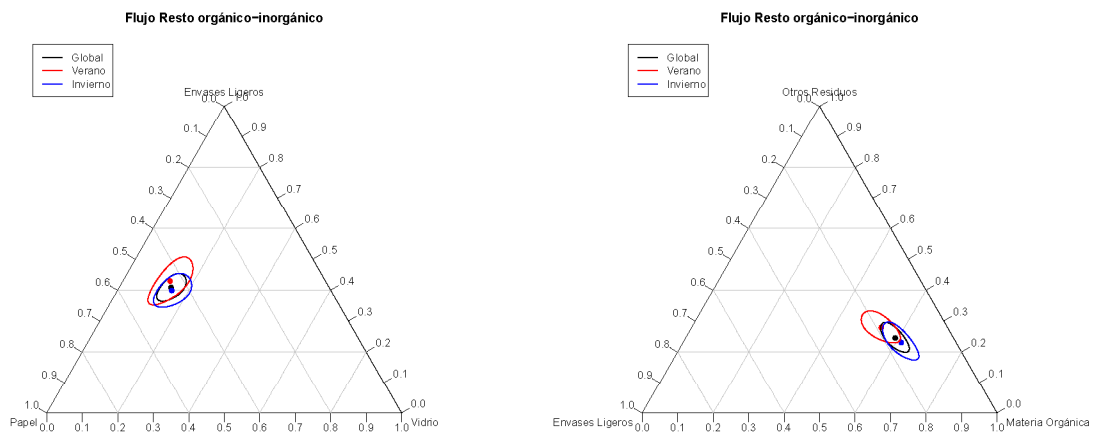


Figura 5: Gráfico ternario para las categorías EELL, PyC y Vidrio (izquierda) y las categorías Otros residuos, envases y materia orgánica (derecha) para el flujo Resto

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

7. FORS

Para el flujo FORS se han estimado las proporciones de: EELL, PyC envase, Vidrio envase, materia orgánica, otros residuos (menos PyC no envase), restos de alimentos, restos de jardinería, restos celulósicos, PyC (envases y no envases, conjuntamente), otros residuos y otros residuos de materia orgánica. Las estimaciones puntuales de dichas proporciones, tanto anual como estacional, junto con sus intervalos de confianza al 95%, aparecen en la Tabla 11. Aproximadamente el 80% de este flujo es materia orgánica, sin embargo hay cantidades no despreciable de otros residuos (casi un 10%) o envases ligeros (aproximadamente un 6%)

	Anual	2.5 %	97.5 %	Verano	2.5 %	97.5 %	Invierno	2.5 %	97.5 %
EELL	5.22	3.89	7.11	4.93	3.46	8.11	5.50	3.66	7.55
PyC Envase	1.49	1.00	2.28	1.41	0.82	2.73	1.56	0.92	2.40
Vidrio Envase	1.25	0.86	1.94	1.29	0.75	2.40	1.21	0.67	2.20
Materia Orgánica	81.43	75.51	85.85	84.88	75.97	88.74	78.12	70.63	84.35
Otros (menos PyC no envase)	8.90	5.58	14.27	5.91	4.67	8.51	11.77	5.49	20.11
Restos de Alimentos	64.27	54.51	72.16	66.61	44.99	78.27	62.03	55.58	66.20
Restos de Jardinería	13.88	7.53	22.65	15.36	4.70	34.26	12.46	6.14	18.83
Restos celulósicos	2.92	2.49	3.40	2.82	2.02	3.41	3.02	2.49	3.75
Otros materia Orgánica	0.35	0.08	0.75	0.09	0.00	0.26	0.60	0.11	1.15
PyC (envases+no envases)	3.19	2.16	4.75	2.99	1.92	5.34	3.39	1.91	5.50

Cuadro 11: Caracterización del flujo FORS

Las diferencias estacionales aparecen reflejadas en la Tabla 10. Recordemos que el intervalo (para la diferencia de proporciones: Invierno-Verano) está construido al 95% de confianza. Si dicho intervalo no contiene al cero quiere decir que las diferencias estacionales pueden considerarse significativas, en cuyo caso aparecerá la categoría marcada en rojo. En este flujo es casi significativa la diferencia estacional en la categoría Otros residuos de materia orgánica.

	2.5 %	97.5 %
EELL	-3.08	3.24
PyC Envase	-1.34	1.20
Vidrio Envase	-1.29	0.97
Materia Orgánica	-15.19	4.55
Otros residuos (menos PC no envase)	-1.26	14.39
Restos de alimentos	-18.17	17.15
Restos de jardinería	-22.33	10.52
Restos celulósicos	-0.62	1.28
Otros materia orgánica	-0.02	1.05
PyC (envases+no envases)	-2.35	2.72

Cuadro 12: Caracterización del flujo FORS: Diferencias estacionales

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

En la Figura 6 (izquierda) se representan conjuntamente las proporciones de Otros residuos, envases y materia orgánica para el flujo FORS. La concentración en materia orgánica es muy alta tanto globalmente como en cada una de las estaciones. Sin embargo, existe bastante variabilidad en el muestreo. La proporción materia orgánica/otros residuos es muy variable en invierno, mientras materia orgánica/envases es alta en verano. De hecho la estimación puntual de invierno no está en la elipse de confianza de verano (debido a alta concentración, comparativamente, de otros residuos). En la Figura 5 de la derecha aparece el gráfico ternario para las proporciones de Otros residuos orgánicos, restos de alimentación y restos de jardinería. Existe poca incertidumbre en la estimación de la proporción otros residuos orgánicos (variabilidad algo mayor en invierno que en verano). Sin embargo la variabilidad muestral es grande en la proporción restos de alimentación/restos de jardinería, especialmente en verano.

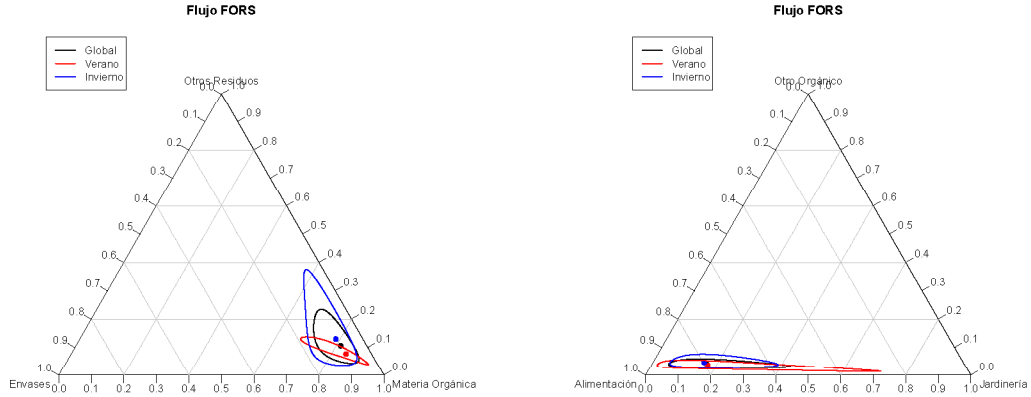


Figura 6: Gráfico ternario para las categorías Otros residuos, envases y materia orgánica (izquierda) y las categorías Otros residuos orgánicos, restos de alimentación y restos de jardinería (derecha) para el flujo FORS

8. Estimación del global nacional. Resultados y técnicas estadísticas empleadas.

La estimación de una fracción p_N en la bolsa de basura a nivel nacional, sin condicionar por el tipo de flujo de procedencia, se realizará también en dos etapas. En la primera de ellas se estimará, utilizando el procedimiento descrito en la Sección 2, la fracción p_F condicionada a cada uno de los flujos de procedencia. Es decir, se calculará \hat{p}_{EELL} , \hat{p}_{PyC} , \hat{p}_{Vidrio} , \hat{p}_{FORS} y \hat{p}_{Resto} . En la segunda etapa, se promediará estas estimaciones condicionales, para obtener una estimación global. El promedio estará ponderado por la producción total nacional de cada flujo: W_{EELL} , W_{PyC} , W_{Vidrio} , W_{FORS} y W_{Resto} . Así se obtendrá el estimador de p_N mediante la fórmula

$$\hat{p}_N = \frac{W_{EELL}\hat{p}_{EELL} + W_{PyC}\hat{p}_{PyC} + W_{Vidrio}\hat{p}_{Vidrio} + W_{FORS}\hat{p}_{FORS} + W_{Resto}\hat{p}_{Resto}}{W_{EELL} + W_{PyC} + W_{Vidrio} + W_{FORS} + W_{Resto}}. \tag{1}$$

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

La variabilidad del estimador (1) se estimará, al igual que se hizo en las fracciones condicionadas por flujo de procedencia, mediante remuestreo bootstrap (ver Efron y Tibshirani, 1993). Las Tablas 13 y 14 presentan los resúmenes de los resultados obtenidos. En la Tabla 13 se presentan las estimaciones puntuales y los intervalos de confianza (con un nivel de confianza del 95%) para diversas fracciones. En la estimación se ha considerado el posible efecto estacional, por tanto en la Tabla 13 aparecen resultados tanto para todo el año, como para el periodo de invierno y verano. En la Figura 7 aparecen representadas gráficamente las estimaciones puntuales para el total anual. Finalmente, en la Tabla 14, se contrasta (con un nivel de significación del 5%) si las diferencias estacionales son significativas o no. Aparecerán marcadas en rojo aquellas diferencias que sí son significativas, como ocurre para la fracción de materia orgánica, envases ligeros y la fracción resto.

	Global	2.5 %	97.5 %	Verano	2.5 %	97.5 %	Invierno	2.5 %	97.5 %
Materia Orgánica	42.72	40.46	45.35	38.64	36.27	41.76	44.55	41.89	47.46
Env. Ligeros	14.03	13.14	14.93	15.48	13.99	17.09	13.37	12.33	14.44
Papel y Cartón	18.73	17.65	19.72	19.41	17.89	21.14	18.42	17.09	19.68
Vidrio	6.94	6.43	7.49	6.84	5.93	7.54	6.99	6.29	7.74
Resto	17.58	16.04	19.10	19.63	17.75	21.32	16.67	14.94	18.69

Cuadro 13: Resumen bolsa de basura nacional

	2.5 %	97.5 %
Materia Orgánica	1.60	9.64
Env. Ligeros	-3.98	-0.28
Papel y Cartón	-3.13	1.13
Vidrio	-0.83	1.43
Resto	-5.36	-0.16

Cuadro 14: Diferencias Verano-Invierno

Caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario

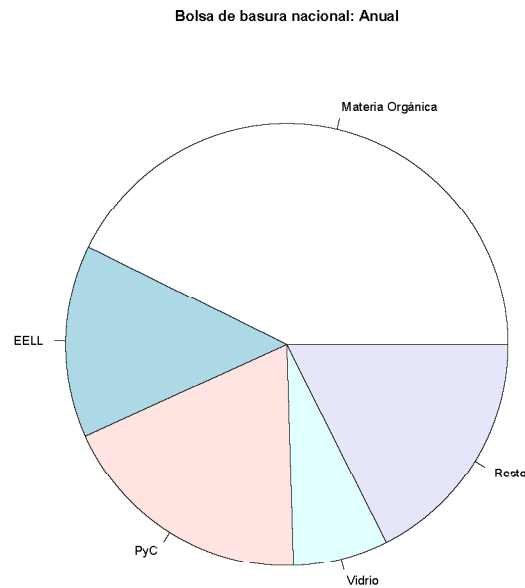


Figura 7: Gráfico de sectores para la composición de la bolsa de basura nacional

9. Bibliografía

1. Efron, B., Tibshirani, R. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*, Chapman & Hall/CRC
2. Pawlowsky-Glahn, V. , Buccianti, A. (2011). *Compositional Data Analysis: Theory and Applications*, Wiley.

Anexo III.

Reportaje fotográfico





