



Estudio de la generación de las fracciones de residuos urbanos por parte de las actividades económicas en la ciudad de Madrid

Informe Final

20 de Junio 2024

Un trabajo realizado por:



Afi Analistas Financieros
Internacionales

ksnet /



SIMPLE
LÓGICA

Índice

1. Introducción	3
2. Metodología	4
<i>2.1. División del municipio en clústeres para la identificación de zonas homogéneas en generación de residuos</i>	4
<i>2.2. Diseño muestral</i>	11
<i>2.3. Cuestionario</i>	18
3. Trabajo de campo	22
4. Obtención y análisis de los resultados obtenidos	28
Anexo I. Resultados de la generación de residuos por fracciones y usos catastrales para la ciudad de Madrid	40
Anexo II. Intervalos de confianza en la estimación de la generación de residuos por uso catastral y zona homogénea	42
Anexo III. Cuestionario realizado en las pruebas piloto durante la fase previa al levantamiento de información	43
Anexo IV. Análisis de los determinantes de la generación de residuos.	48
Anexo V. Metodología de conversión de unidades de recogida a kilogramos de residuos generados	57

1. Introducción

El presente trabajo constituye el entregable final de la asistencia técnica en la elaboración de un estudio sobre la generación de las fracciones de residuos urbanos por parte de las actividades económicas en la ciudad de Madrid.

El documento cuenta con los siguientes apartados:

1. Introducción

2. Metodología

- División del municipio en clústeres para la identificación de zonas homogéneas
- Diseño muestral y del trabajo de campo
- Cuestionario
- Modelo de estimación de la generación de residuos

3. Trabajo de campo

4. Resultados

- Cálculo de los residuos anuales generados por cada actividad económica
- Estimación de los residuos generados por zonas homogéneas, usos catastrales y fracciones

Anexo I: Resultados de la generación de residuos por fracciones y usos catastrales para la ciudad de Madrid

Anexo II: Intervalos de confianza en la estimación de la generación de residuos por uso catastral y zona homogénea

Anexo III. Cuestionario realizado en las pruebas piloto durante la fase previa al levantamiento de información

Anexo IV. Análisis de los determinantes de la generación de residuos (Etapa 1)

Anexo V. Metodología de conversión de unidades de recogida de kilogramos de residuos generados

2. Metodología

Las etapas necesarias para la realización del proyecto han sido las siguientes:

- **Etapa 1.** Estudio de los determinantes de la generación de residuos de la ciudad de Madrid (análisis estadístico y econométrico)
- **Etapa 2.** Análisis clúster para la estratificación de los distritos de la ciudad de Madrid en zonas homogéneas válidas para el proceso de muestreo estadístico (análisis multivariante)
- **Etapa 3.** Muestreo aleatorio simple dentro de la estratificación realizada en la Etapa 2 para identificar la población muestral sobre la que realizar el trabajo de campo.
- **Etapa 4.** Extracción de la muestra
- **Etapa 5.** Diseño del cuestionario inicial para el levantamiento de información y resultado de las pruebas piloto realizadas previo a la realización de las encuestas finales
- **Etapa 6.** Diseño del cuestionario definitivo en función de las conclusiones de las pruebas piloto y levantamiento de la información (Trabajo de campo)
- **Etapa 7.** Obtención de resultados. Diseño de la estrategia metodológica para la conversión de unidades de recogida de residuos en kilogramos de residuos generados
- **Etapa 8.** Análisis de resultados. Estimación de la generación de residuos de las actividades económicas en la ciudad de Madrid.

2.1. División del municipio en clústeres para la identificación de zonas homogéneas en generación de residuos

Dada la elevada extensión del municipio, es necesario tratar estadísticamente la información de forma agregada, pero sin perder las características específicas de cada una de las actividades económicas llevadas a cabo en la ciudad. Es por ello que, metodológicamente, está indicado el uso del **análisis clúster**. Este es **una técnica de agrupamiento que permite identificar patrones naturales o grupos dentro de un conjunto de datos**, sin necesidad de hacer suposiciones previas sobre la estructura de los mismos, a diferencia de los análisis clásicos de regresión.

Esto es especialmente relevante cuando se trabaja con un conjunto diverso de variables, como es este caso, donde se consideran simultáneamente la generación de residuos, variables de tipo socioeconómicas y demográficas, variables relacionadas con la diferente realidad económica de los distritos de la ciudad de Madrid y sobre la afluencia turística.

En este sentido, **el análisis clúster es fundamental para la posterior extracción de la muestra ya que permite identificar grupos homogéneos de observaciones** para optimizar el diseño muestral y mejorar así la eficiencia en la recopilación de los datos, facilitando una interpretación contextualizada de los resultados sobre la generación de residuos de las actividades económicas.

Estos grupos o zonas homogéneas representan la estratificación necesaria que ha permitido llevar a cabo la extracción de la muestra sobre la que se recoge la información referente a la generación de residuos de las actividades económicas de la Ciudad de Madrid.

Para la realización del análisis clúster, se han sucedido **dos etapas principalmente**:

Etapa 1. Estudio de los determinantes en la generación de residuos de las actividades económicas

En esta etapa se han identificado tanto la variable de interés (generación de residuos) como las variables que determinan el nivel de generación de residuos y, en base a ellas, los grupos en los que se clasifican los 21 distritos de la ciudad de Madrid.

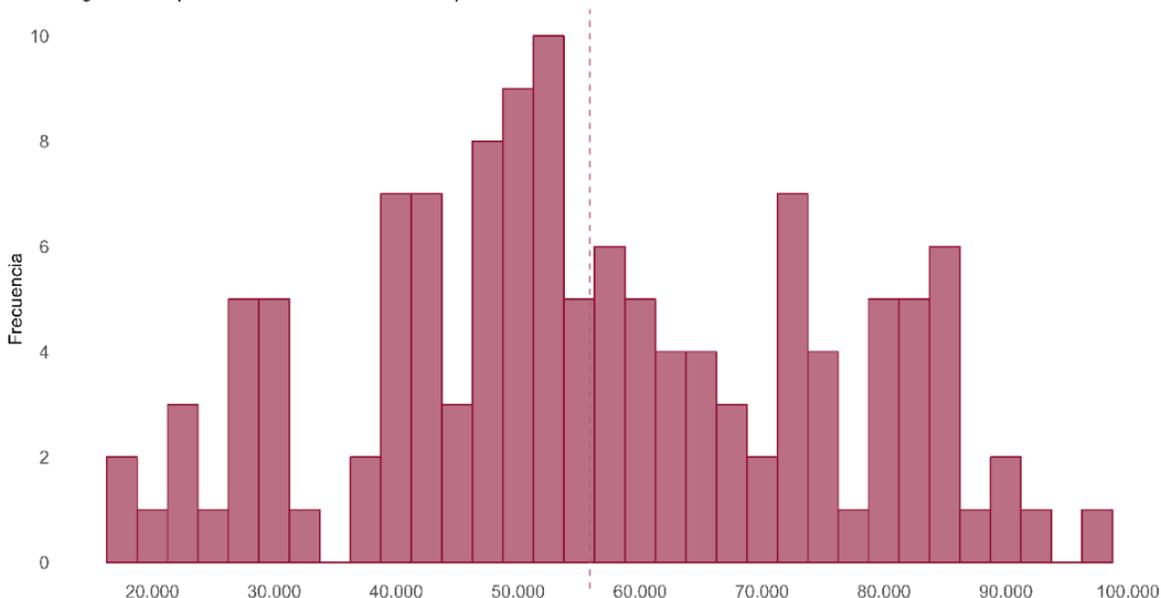
En concreto, en el periodo completo analizado (2018-2023), se cuenta con un total de 126 observaciones, es decir, los residuos generados en cada distrito (21) en cada uno de los diferentes años (6).

El histograma contenido en la Figura 1 muestra la distribución de las 126 observaciones, que siguen aproximadamente una distribución normal. En todo el periodo, la generación promedio de residuos de un distrito fue de 55.870 toneladas. Aunque, como puede apreciarse, **existe una considerable variabilidad**, con observaciones por debajo de las 20.000 toneladas mientras otras acercándose a las 100.000 toneladas.

Figura 1. Distribución de los residuos en el periodo completo

Distribución de los residuos generados a nivel de distrito (2018-2023)

La generación promedio de un distrito durante el periodo analizado fue de 55.870 toneladas de residuos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid

Analizando los datos correspondientes a cada ejercicio, se observa que la generación total de residuos ha superado **el millón de toneladas anuales de forma sistemática**, aunque, en general, se ha ido reduciendo con el transcurso de los años.

Tabla 1. Estadísticos de resumen de la generación de residuos por distrito y año

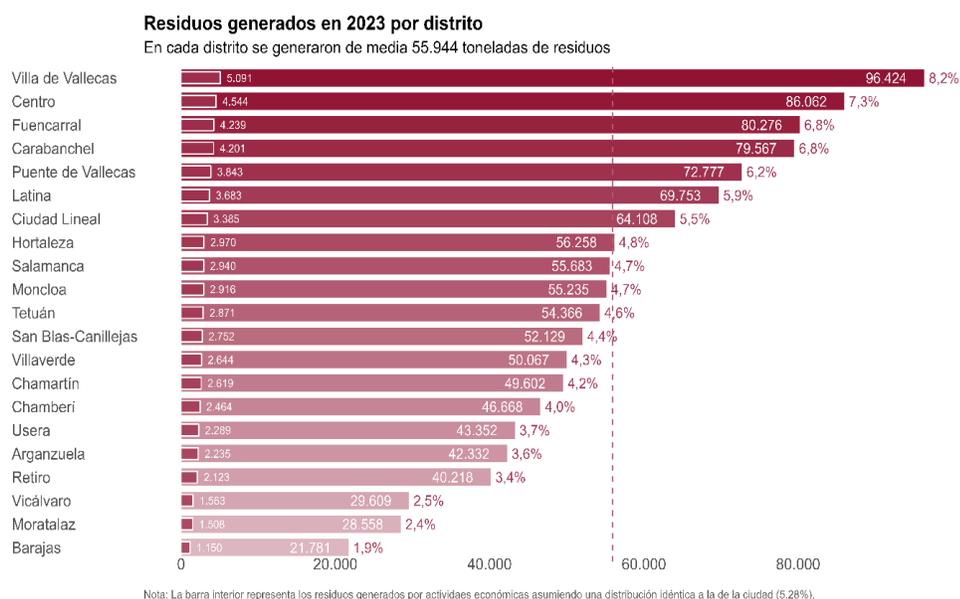
Concepto	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Totales	1.224.446	1.212.731	1.130.257	1.156.157	1.141.244	1.174.824
Promedio	58.307	57.749	53.822	55.055	54.345	55.944
Mínimo	22.741	21.792	17.627	18.201	18.982	21.781
Máximo	90.873	91.385	90.241	84.945	83.815	96.424
Desv.Est	19.626	19.137	19.261	18.996	18.463	19.515

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid

La cantidad de residuos promedio por distrito ha ido oscilando, aunque replica el patrón del total. En 2020, año de pandemia, se obtuvo la menor generación total y promedio por distritos de todo el periodo. Además, la variabilidad entre los distritos se ha mantenido estable con una desviación estándar en torno a las 19.000 toneladas.

Por distritos, la generación de residuos tanto por las actividades económicas como por los hogares de la ciudad de Madrid es la siguiente:

Figura 2. La generación de residuos por distrito en 2023



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid

*Hay que destacar que al igual que en la generalidad de los municipios españoles, las características del servicio de recogida y transporte de residuos en la ciudad de Madrid determinan que no es posible **la diferenciación del volumen de residuos generados por los hogares de aquel correspondiente a las actividades económicas, lo que conforma el objetivo final de este proyecto a través del levantamiento de información sobre las actividades económicas.***

*Sin embargo, esta **variable de carácter administrativo es de gran utilidad dado que, al combinarla con otras variables de contexto, e introducirlas en el modelo clúster nos va a permitir capturar las diferencias en la generación de residuos entre los distritos, para que éstos sean agrupados en zonas homogéneas que, por sus características, son de similar naturaleza en relación con el patrón de la generación de residuos.***

Pese a que el **análisis de regresión y determinantes puede ser de gran utilidad (consultar Anexo IV)** ya que se centra en identificar relaciones causales entre una variable dependiente (en este caso, la generación de residuos) y un conjunto de variables independientes (sociodemográficas, de actividad económica, y de turismo), este análisis puede estar limitado a la hora de capturar la **complejidad de la relación subyacente entre los datos y la posible interacción entre múltiples variables para concluir sobre la significatividad de las variables analizadas y sus efectos sobre la generación de residuos.**

Esta situación, lleva a la necesidad de completar los resultados obtenidos en el análisis de determinantes preliminar a través de técnicas de análisis multivariante, como es el análisis clúster, para poder identificar las relaciones entre las variables de interés sin la necesidad de asumir los supuestos clásicos de los análisis econométricos.

*Esta estrategia permitirá una mejor identificación de zonas homogéneas entre los distritos de la ciudad de Madrid, que **constituirá la estratificación necesaria para el levantamiento de información a través de las técnicas de muestreo ampliamente validadas por la literatura académica (muestro aleatorio estratificado).***

*Es decir, el análisis clúster es la **pieza clave del análisis** al permitir **identificar zonas con alta homogeneidad interna y heterogeneidad externa** en términos de las variables consideradas, **asegurando que las encuestas realizadas** en estas zonas **capturen de manera precisa y eficiente la información necesaria para el estudio. Esto garantizará la validez interna y externa de los resultados reflejando la existencia de diferentes realidades en la ciudad de Madrid.***

Etapa 2. Análisis clúster para la identificación de estratos heterogéneos representativos de la población objeto de estudio.

El **objetivo final del análisis clúster**, como segunda etapa del análisis sistemático y secuencial realizado, no es sólo identificar las relaciones complejas entre los determinantes de la generación de residuos sino **utilizar estos patrones para identificar grupos de observaciones**, en este caso de distritos de la ciudad de Madrid, que comparten características similares en relación con estas variables, lo que facilita la segmentación de la población teniendo en cuenta las relaciones subyacentes entre los determinantes de la generación de residuos, y la propia generación.

Variables de interés seleccionadas para la identificación de zonas homogéneas

Tras el análisis econométrico realizado con un modelo de corte transversal y otro de datos panel (consultar [Anexo V](#)), las variables que se identifican de interés para radiografiar los distritos y establecer las zonas homogéneas son las siguientes: **variables de tipo socioeconómico y demográfico, variables relacionadas con la actividad económica y variables vinculadas a una mayor o menor afluencia del turismo.**

Estos conjuntos de variables han sido seleccionados estratégicamente para capturar tanto la parte de generación de residuos inducida por los patrones de consumo de la población local – que reside en la ciudad de Madrid - como por el impacto del consumo y la actividad económica en la generación de residuos, incluyendo también la influencia del turismo y el impacto que la población no local puede tener en dicha generación. El conjunto de variables introducido en el análisis clúster a nivel distrito son las siguientes:

-
- ***Volumen generación de residuos***
 - ***Incidencia de la actividad turística:*** *porcentaje de puntos de interés turístico por distrito y % de establecimientos de alojamiento turístico (hoteles, hostales, pensiones)*
 - ***Actividades económicas:*** *% de actividades de construcción, industria (agregado de extractiva, manufacturera, y suministros), servicios (agregado de actividades profesionales, educación, sanidad, información y telecomunicaciones) y actividades de los sectores, comercio, hostelería y entretenimiento*
 - ***Características socioeconómicas y demográficas:*** *densidad de población, índice de envejecimiento, renta disponible media, precio medio de la vivienda del distrito*

Como se puede observar, el conjunto de variables introducido en el análisis clúster tras la identificación de su relevancia en el análisis estadístico responde al interés de **capturar las interrelaciones entre los distritos para identificar patrones similares en términos de generación de residuos**, influenciados por la actividad turística, la diferente realidad de la actividad económica de los distritos, pero también de las características socioeconómicas y demográficas de los mismos.

Esta segmentación como resultado de la aplicación del análisis clúster¹ ha permitido **identificar un conjunto de zonas que exhibirán comportamientos homogéneos respecto a las variables de interés en el componente intragrupos** (dentro de los clústeres); esto es, respecto a la generación de residuos y su situación socioeconómica y demográfica, su realidad económica y, la incidencia de la actividad turística en cada distrito, **manteniendo la heterogeneidad entre los grupos identificados.**

La justificación de la inclusión de este conjunto de variables en el análisis clúster responde a **varias razones** como, por ejemplo la propia interacción entre las variables, la necesidad de capturar efectos contextuales, la reducción de la dimensionalidad de un fenómeno complejo como es la generación de residuos, o la propia evidencia de los modelos estimados en la anterior etapa, en donde el ajuste de los modelos aportaba evidencia a favor de la selección de especificaciones funcionales en las que se incluyen todo el conjunto de variables sin discriminar por su significatividad.

A nivel metodológico, se han tomado tres decisiones sobre la selección del tipo de análisis clúster y de su método y medida de agrupación. En concreto se decide realizar un análisis clúster basado en el **modelo jerárquico, con el método de enlace de Ward y como medida de distancia, la euclídea al cuadrado². Como estrategia de agrupación, el análisis clúster se produce de manera secuencial en el que se van identificando las agrupaciones en las zonas homogéneas y analizando las transiciones de los distritos de una zona a otra en función del pool de variables introducido.**

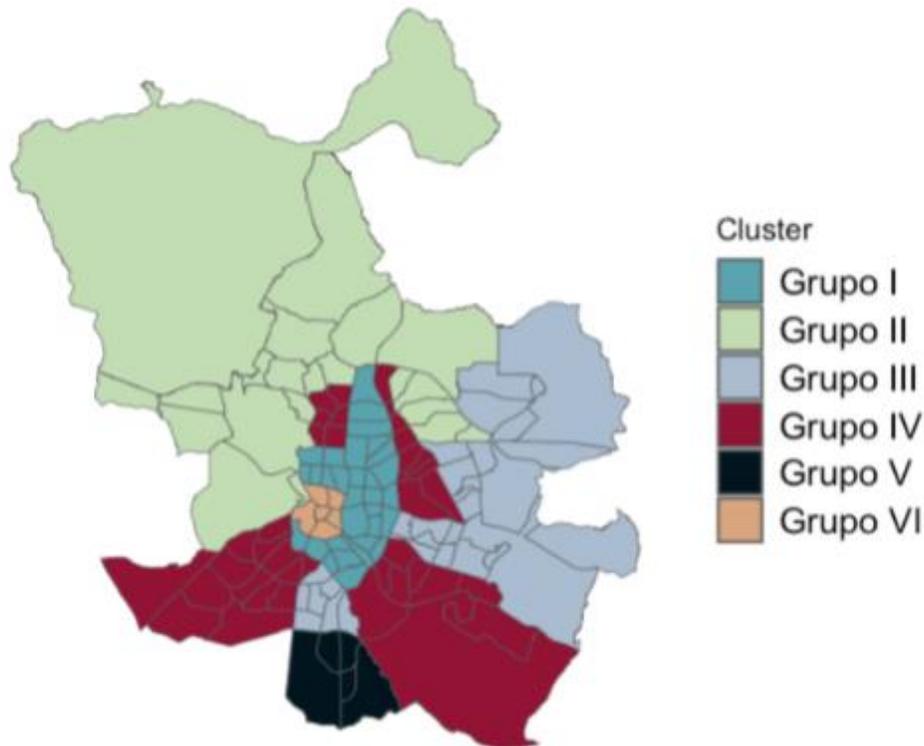
Como resultado de la aplicación de la técnica en sus diferentes subfases secuenciales, el resultado de la identificación de zonas homogéneas es el siguiente:

- **Grupo I.** Chamberí, Salamanca, Arganzuela, Retiro, Chamartín
- **Grupo II.** Hortaleza, Moncloa, Fuencarral
- **Grupo III.** Barajas, Vicálvaro, San Blas-Canillejas, Usera, Moratalaz
- **Grupo IV.** Carabanchel, Puente de Vallecas, Ciudad Lineal, Latina, Tetuán, Villa de Vallecas
- **Grupo V.** Villaverde
- **Grupo VI.** Centro

¹ La selección del método de agrupación ha sido la del modelo clúster jerárquico para que sea el propio método el que constituya los grupos de zonas homogéneas.

² Para mayores especificaciones sobre la técnica y el proceso de identificación de zonas homogéneas, consultar el Entregable 2.

Figura 3. Mapa coroplético de zonas homogéneas identificadas



Fuente: Elaboración propia

Estos grupos o zonas homogéneas representan **la estratificación necesaria de los distritos para proceder, en la siguiente etapa de análisis, con la extracción de la muestra sobre la que se recogerá la información referente a la generación de residuos de las actividades económicas de la Ciudad de Madrid.**

2.2. Diseño muestral

Una vez identificadas las zonas homogéneas que dan lugar a la estratificación de los distritos de la ciudad de Madrid, **la siguiente etapa del análisis consiste en identificar la población objetivo, la población marco, y la afijación de la muestra entre el cruce de zonas homogéneas y actividades económicas.** Es decir, esta fase constituye la Etapa 3 del análisis secuencial.

Etapa 3. Muestreo aleatorio simple dentro de la estratificación realizada en la Etapa 2 para identificar la población muestral sobre la que realizar el trabajo de campo.

Dentro de esta etapa se desarrollan dos tareas fundamentales:

- Análisis de diferentes fuentes de información para determinar el número de establecimientos por zona homogénea y actividad. Este análisis permite **establecer la distribución concreta de la población marco**.
- Elaboración de una **distribución de la muestra estratificada** con un número total de establecimientos de 1.200 que forman parte de la muestra final.

El resultado se materializa en una tabla final que recoge, para cada zona homogénea identificada en la etapa clúster, el número de entrevistas que se realizarán en la siguiente fase del trabajo en cada una de las actividades económicas.

La población objeto de estudio es el universo de actividades económicas que generar residuos de algún tipo en la ciudad de Madrid.

Dado su elevado tamaño, con la existencia de 131 barrios agrupados en 21 distritos, ha sido necesario trabajar para la definición de los volúmenes de residuos generados por cada fracción en base a una muestra representativa.

El punto de partida para el trabajo de muestreo es la información contenida en dos archivos facilitados por el Ayuntamiento de Madrid: Listado_AE y Marco_Trúa, que contienen las bases de datos del Impuesto sobre actividades económicas y la actual Tasa por prestación del servicio de gestión de residuos urbanos de actividades respectivamente.

Junto a estos, de modo complementario, se analizaron los archivos, también proporcionados por el Ayuntamiento, con el registro de los contenedores que tienen los locales empresariales.

Tabla 2: Distribución del universo de partida (sin grandes productores³)

	Grupos Homogéneos (distritos)						TOTAL
	G1 (5)	G2 (3)	G3 (5)	G4 (6)	G5 (1)	G6 (1)	
A-E) AGRICULTURA, INDUSTRIA Y SUMINISTROS (ENERGÍA/AGUA)	382	245	301	885	136	151	2.100
F) CONSTRUCCIÓN	450	220	246	701	71	64	1.752
G) COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR	7.152	2.558	2.886	8.568	967	3.069	25.200
H) TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	348	169	233	546	88	106	1.490
I) HOSTELERÍA	3.289	1.514	1.471	3.696	405	2.447	12.822
J-O, U) ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN UNA OFICINA (excl. 72 y 75)	5.587	1.653	1.288	3.783	288	1.392	13.991
P) EDUCACIÓN	915	481	377	867	72	247	2.959
Q) ACTIVIDADES SANITARIAS Y DE SERVICIOS SOCIALES (inc. 72 y 75)	1.585	661	525	1.302	121	192	4.386
R) ACTIVIDADES ARTÍSTICAS, RECREATIVAS Y DE ENTRETENIMIENTO	487	205	233	520	52	257	1.754
S) OTROS SERVICIOS	2.317	945	1.030	2.853	299	683	8.127
TOTAL	22.512	8.651	8.590	23.721	2.499	8.608	74.581

Fuente: Elaboración propia

Para la selección de la afijación de la muestra, se analizan diferentes alternativas y se valora la distribución de la muestra para que exista representatividad en todos los cruces de información necesarios de zona homogénea y actividad económica.

Es decir, tras el proceso de identificación de la población marco, se realizan diferentes pruebas de afijación e la muestra en función de diversos criterios estadísticos. En concreto se analizan los resultados y errores estadísticos de escoger:

- una distribución proporcional de la muestra (Alternativa 1),
- frente a una distribución homogénea de la muestra (Alternativa 2), y
- frente a una distribución en la que se establece un mínimo (Alternativa 3).

³ Dado que la información de los Grandes Productores ya se encuentra a disponibilidad del Ayuntamiento de Madrid, el procedimiento de distribución, extracción y afijación de la muestra en el marco muestral de partida debe excluir estos servicios para garantizar que el levantamiento de la información se circunscribe a las necesidades del estudio. En total, tras la eliminación de los grandes productores, hay 941 registros menos que en el universo. Los establecimientos de Mercamadrid, uno de los grandes productores, es el que tiene un mayor impacto, de hecho el 76% de los establecimientos eliminados del universo inicial se concentran en el Grupo Homogéneo 4, en el que está el distrito donde se ubica Mercamadrid.

Como resultado del análisis, se ha decidido que **el método óptimo es el que establece un número mínimo de encuestas para cruce de actividad por grupo homogéneo (Alternativa 3), resultando la siguiente distribución:**

*Partiendo de la población marco, se ha realizado una muestra estratificada por zona homogénea (agrupación de distritos obtenidos en el análisis clúster) de **1.200 establecimientos**, lo que supone un error para los datos globales de **+ 2,9**, calculados al **95,5%**, en el caso de mayor incertidumbre posible ($p=q=50%$) y bajo un supuesto de universo infinito.*

Tabla 3: Distribución final de la muestra (sin grandes productores)

Alternativa 3bis. Distribución final Mínimo por celdilla sin GP	Grupos Homogéneos (distritos)						TOTAL
	G1 (5)	G2 (3)	G3 (5)	G4 (6)	G5 (1)	G6 (1)	
A-E) AGRICULTURA, INDUSTRIA Y SUMINISTROS (ENERGÍA/AGUA)	12	13	13	14	15	12	79
F) CONSTRUCCIÓN	12	13	13	13	13	11	75
G) COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR	42	39	44	46	49	46	266
H) TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	12	12	13	12	14	11	74
I) HOSTELERÍA	24	27	27	26	26	38	168
J-O, U) ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN UNA OFICINA (excl. 72 y 75)	35	29	25	26	21	26	162
P) EDUCACIÓN	14	16	14	14	13	13	84
Q) ACTIVIDADES SANITARIAS Y DE SERVICIOS SOCIALES (inc. 72 y 75)	17	18	16	15	15	12	93
R) ACTIVIDADES ARTÍSTICAS, RECREATIVAS Y DE ENTRETENIMIENTO	12	12	13	12	12	13	74
S) OTROS SERVICIOS	20	21	22	22	22	18	125
TOTAL	200	200	200	200	200	200	1.200

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificadas las necesidades muestrales, **la siguiente etapa del análisis es lidiar con el proceso de extracción de la muestra en función de la alternativa escogida, lo que constituye en si mismo la siguiente etapa del análisis.**

Etapa 4. Proceso de extracción de la muestra

La primera opción para la extracción de la muestra barajada es la extracción de los registros partiendo de las bases de datos de Actividades Económicas y de los recibos generados en la anterior tasa de residuos⁴. Sin embargo, la extracción directamente de la información de estos archivos planteaba los siguientes retos:

- 1) **Inexistencia de teléfonos asociados.** Teniendo en cuenta que las entrevistas se deben realizar telefónicamente la falta de esta información requiere un proceso de búsqueda complejo.
- 2) **Sólo se cuenta con la identificación de los propietarios de los locales cuando estos son personas jurídicas.** Es decir, el 54% de los locales carecen de ninguna identificación del titular. Para la extracción de la muestra tendríamos que dejar fuera a este 54% de los locales de los que son titulares personas físicas.
- 3) **Aunque nos limitáramos a extraer las personas jurídicas y, de estas consiguiéramos sus teléfonos de contacto, esto implicaría contactar con el propietario del establecimiento que, en una proporción muy elevada, no se corresponderá con el titular de la empresa que desarrolla la actividad en él.**

Por tanto, **realizar la extracción directa de este fichero implicaría no sólo dejar a la mayoría de los locales fuera de la muestra, sino que, además, generaría graves dificultades para la obtención de la información necesaria.**

Como solución, se ha optado por realizar una petición a una empresa dedicada al suministro de bases de datos de empresas. El universo disponible de negocios en la ciudad de Madrid en este caso asciende a 333.780 registros, conformando un universo rico de datos que más que triplica el número de registros que contiene la base de datos de la Tasa de Residuos⁵. La petición realizada es la siguiente:

⁴ Los archivos estaban denominados como “Listado AE” y “Marco TRUA”

⁵ Esto es así porque la tasa está diseñada para cobrarse por la actividad principal del inmueble, pudiendo un inmueble albergar más de una actividad.

Petición 1

1.200 empresas y autónomos de la ciudad de Madrid con la distribución establecida en la muestra teórica.

En cada una de las celdillas es necesario que se realice una selección aleatoria entre todas las empresas y autónomos asignados en la celdilla. Este fichero con 1.200 empresas y autónomos reproducirá fielmente la estructura de la muestra teórica y será la que conforme la muestra titular.

El resultado de dicha petición dio lugar a la obtención de los teléfonos tanto de la muestra titular, lo que permitió posteriormente el levantamiento de información:

Tabla 4: Distribución de la muestra titular

DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA Muestra titular	Grupos Homogéneos (distritos)						TOTAL
	G1 (5)	G2 (3)	G3 (5)	G4 (6)	G5 (1)	G6 (1)	
A-E) AGRICULTURA, INDUSTRIA Y SUMINISTROS (ENERGÍA/AGUA)	12	13	13	15	15	12	80
F) CONSTRUCCIÓN	12	13	13	13	13	11	75
G) COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR	42	40	44	46	49	46	267
H) TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	12	12	13	12	14	11	74
I) HOSTELERÍA	24	27	27	25	26	38	167
J-O, U) ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN UNA OFICINA (exc. 72 y 75)	35	29	25	26	21	26	162
P) EDUCACIÓN	14	15	14	14	13	13	83
Q) ACTIVIDADES SANITARIAS Y DE SERVICIOS SOCIALES (inc. 72 y 75)	17	18	16	15	15	12	93
R) ACTIVIDADES ARTÍSTICAS, RECREATIVAS Y DE ENTRETENIMIENTO	12	12	13	12	12	13	74
S) OTROS SERVICIOS	20	21	22	22	22	18	125
TOTAL	200	200	200	200	200	200	1.200

Fuente: Elaboración propia

Petición 2

De forma adicional, **una muestra sustituta compuesta por nueve registros por cada registro titular para lidiar con los problemas que puedan surgir durante el levantamiento de información.** Es decir, extracción de 10.800 registros con la siguiente distribución. Para generar este segundo fichero de registros sustitutos el procedimiento de extracción será idéntico al de la muestra titular: aleatorio entre todas las empresas y autónomos existentes en cada cruce de actividad*grupo homogéneo, **excluyendo aquellos que formen parte de la muestra titular.**

El resultado de dicha petición dio lugar a la obtención de los teléfonos tanto de la muestra titular y sustituta, lo que permitió posteriormente el levantamiento de información:

Tabla 5: Distribución de la muestra sustituta (reposición muestra titular)

Muestra sustituta	Grupos Homogéneos (distritos)						TOTAL
	G1 (5)	G2 (3)	G3 (5)	G4 (6)	G5 (1)	G6 (1)	
A-E) AGRICULTURA, INDUSTRIA Y SUMINISTROS (ENERGÍA/AGUA)	108	117	117	135	135	108	720
F) CONSTRUCCIÓN	108	117	117	117	117	99	675
G) COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR	378	360	396	414	441	414	2.403
H) TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	108	108	117	108	126	99	666
I) HOSTELERÍA	216	243	243	225	234	342	1.503
J-O, U) ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN UNA OFICINA (excl. 72 y 75)	315	261	225	234	189	234	1.458
P) EDUCACIÓN	126	135	126	126	117	117	747
Q) ACTIVIDADES SANITARIAS Y DE SERVICIOS SOCIALES (inc. 72 y 75)	153	162	144	135	135	108	837
R) ACTIVIDADES ARTÍSTICAS, RECREATIVAS Y DE ENTRETENIMIENTO	108	108	117	108	108	117	666
S) OTROS SERVICIOS	180	189	198	198	198	162	1.125
TOTAL	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	10.800

Fuente: Elaboración propia

2.3. Cuestionario

Etapa 5. Diseño del cuestionario inicial para el levantamiento de información y resultado de las pruebas piloto realizadas previo a la realización de las encuestas finales

Para la elaboración del cuestionario con el que salir a campo ha sido necesaria la discusión previa con el Ayuntamiento con el fin de definir las cuestiones, a la vez que el uso de cuestionarios pilotos con los que testar el propio cuestionario a fin de depurarlo y optimizar su comprensión. El cuestionario inicial plantado para los pilotos se puede consultar en el [Anexo III](#).

La realización de los pilotos se llevó a cabo entre el 8 y el 10 de abril por un equipo formado por **un técnico responsable del estudio, un técnico de campo, un supervisor y dos entrevistadores. Se tomó una muestra de 52 establecimientos de la ciudad de Madrid**, distribuidos por actividad económica y ubicación geográfica (en distritos) tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6. Distribución de las entrevistas realizadas

Distribución de los establecimientos participantes en el piloto según su actividad	G1	G2	G3	G4	G5	G6	No sabe distrito	Total
A-E) Agricultura, industria y suministros (energía/agua)	0	0	1	1	0	0	0	2
F) Construcción	0	0	1	0	0	0	0	1
G) Comercio al por mayor y al por menor	3	0	1	0	2	2	3	11
H) Transporte y almacenamiento	0	0	1	0	0	0	0	1
I) Hostelería	2	1	0	1	0	2	1	7
J-O, U) Actividades que se desarrollan en una oficina (exc. 72 y 75)	4	3	1	1	0	4	0	13
P) Educación	1	1	0	1	0	0	0	3
Q) Actividades sanitarias y de servicios sociales (inc. 72 y 75)	0	3	2	0	0	1	0	6
R) Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento	1	0	0	0	0	0	0	1
S) Otros servicios	2	0	2	2	0	1	0	7
Total	13	8	9	6	2	10	4	52

Fuente: Elaboración propia

- **Análisis de duración de las pruebas piloto:**

La duración media de las entrevistas fue de 11 minutos, habiéndose utilizado un total de 515 registros (9,9 para cada entrevista obtenida) y de 969 llamadas, lo que supone que, de media, cada registro fue llamado 2,36 veces. Estos y otros resultados se muestran en estas tablas:

Tabla 7. Duración media de las llamadas

Duración	n	Promedio minutos
Menos de 7	3	5,5
7-10 minutos	19	7,9
10-12 minutos	17	10,3
12-15 minutos	7	14,0
15 y más	4	26,1
Total	52	11,0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Resultado de la última llamada según el número de llamadas realizadas

Incidencias	Número de llamadas							TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	
Entrevista correcta	34	14	3	1				52
No contesta	78	66	30	9	6		3	192
Aplazamiento	57	28	15	10	4	1		115
Entrevista aplazada en curso	4		1					5
Entrevista aplazada sin iniciar	53	28	14	10	4	1		110
Contestador	17	25	5	2	1	1	1	52
No colabora	15	8	3					26
No responden encuestas (Administración Pública)	1							1
No responden encuestas	2	1						3
Centralita. No nos pasan sin un nombre	1	2	2					5
No colabora (sin especificar)	11	5	1					17
Contacto anulado por cierre de cuota	13	5	3	2			1	24
Comunica / Ocupado	3	3						6
Averiado/ Sin señal	2	1						3
Anulada por Fuera de cuota		1	1					2
Otras Incidencias	25	14	3	2	1			45
Solo respondería por mail	10	2	2	1				15
Sin espacio/local. Trabajan todos en remoto	1	2						3
Sin actividad	4	1						5
Teléfono erróneo	3	5	1					9
Ubicada en otro municipio	3	3		1	1			8
Sólo el personal de limpieza tiene la información	1							1

	Otras	3	1						4
TOTAL		244	164	62	26	12	2	5	515

Fuente: Elaboración propia

Tras la prueba se concluyó con los siguientes aspectos:

- **Establecer contacto** con la persona adecuada para la entrevista **no presenta dificultades significativas**
- **En establecimientos con pocos empleados, la persona que atiende la llamada generalmente posee la información** necesaria.
- **En aquellos de mayor tamaño, el jefe de mantenimiento o el responsable de calidad parecen ser los más indicados** para responder a las preguntas.
- **El cuestionario tuvo una permeabilidad adecuada en el campo**, aunque se identificaron algunos posibles cambios para su mejora, que supusieron la reconfiguración de algunas cuestiones y opciones de respuesta y que se exponen a continuación.
- **En cuanto a las empresas como gestoras de sus residuos se detectó que a la pregunta “PB. - ¿Cuentan con los servicios de una empresa de gestión de residuos para gestionar los residuos de su establecimiento?” los entrevistados contestan que no, pero que a continuación, cuando se les pregunta por el aceite o por el papel, indican que lo recoge otra empresa. Es por esto por lo que se completó la pregunta resultando así:**

PB. - ¿Cuentan con los servicios de una empresa de gestión de residuos para gestionar los residuos de su establecimiento? Por ejemplo, una empresa que le recoja algún tipo de residuos como el papel o el aceite

- . Sí, contamos con los servicios de una empresa que nos gestiona todos los residuos
- . Sí, contamos con los servicios de una empresa que nos recoge el papel
- . Sí, contamos con los servicios de una empresa que nos recoge el aceite
- . Sí, contamos con los servicios de una empresa que nos recoge otro residuo
___(especificar)

- Con el objetivo de **evitar confusiones en la distinción entre residuos orgánicos y la categoría resto, se propuso la modificación de la pregunta P8d**, referente a la separación de residuos. De esta forma se plantea, en primer lugar, el tipo de residuos que se separan, para posteriormente indicar qué se engloba dentro de su resto, introduciendo este concepto para facilitar su comprensión.

- Además, se **identificó la necesidad de incluir determinadas opciones de respuesta. Entre ellas, se añadió en el tamaño de las bolsas, la de 50 litros**, que representa un porcentaje significativo en las respuestas.
- **También, en la fracción vidrio, la inclusión de “botellas sueltas” como posible opción y una nueva pregunta acerca de su tamaño**, justificado por el elevado porcentaje (31%) de encuestados que daba así su respuesta. Esto supondría la eliminación de las preguntas P10a y P10b cuando se escoja esta respuesta.
- Por último, **se detectó que un 17% de los entrevistados mencionan llevar un número determinado de cajas de cartón al contenedor público**, sin acumularlas en algún tipo de bolsa o contenedor.
 - **Esto implica incluir la opción de respuesta “cajas” para esta fracción. También se añadió una pregunta sobre el tamaño: “cajas pequeñas (por ejemplo, folios); cajas medianas (por ejemplo, de mudanza) o cajas grandes (por ejemplo, tamaño de lavadora)”.**
- **De la misma manera que en la fracción vidrio, cuando la respuesta sea un número concreto de cajas se plantea la eliminación de las preguntas P10a y P10b.**

3. Trabajo de campo

Etapa 6. Diseño del cuestionario definitivo y levantamiento de la información (Trabajo de campo)

Con todas las cuestiones identificadas durante la fase de las pruebas piloto, el cuestionario definitivo utilizado para el levantamiento de la información cualitativa fue el siguiente:

CUESTIONARIO

IDENTIFICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO – BBDD-
VARIABLES QUE LOS ENTREVISTADORES TENDRÍAN VISIBLES DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA ENTREVISTA

- . Dirección completa / Distrito / Zona Homogénea.
- . Nombre de la empresa
- . Actividad (CNAE 2+ Detalle 4)

PRESENTACIÓN

Buenos días/tardes. Mi nombre es ..., entrevistador/a de Simple Lógica, estamos realizando un estudio para el AYUNTAMIENTO DE MADRID enmarcado en las políticas europeas de generación de residuos y su efecto en el medio ambiente. Su empresa ha sido seleccionada al azar y todos los datos que se preguntan quedan amparados por el secreto estadístico y sus respuestas no se vincularán de ninguna forma ni a las personas entrevistadas, ni a su empresa. Sus datos de contacto se han conseguido de fuentes públicas de información.

La encuesta tendrá una duración aproximada de 10 min

C0. ¿Tendría la amabilidad de prestarnos su colaboración?
La entrevista podrá ser grabada a efectos de supervisión y control de calidad.

- . Sí. Acepta colaborar. Da su consentimiento 1 → Continuar
- . No. No acepta colaborar. No da su consentimiento 2 → Fin de entrevista

CONFIRMACIÓN INFORMACIÓN

Antes de nada, me gustaría confirmar o actualizar algunos datos del establecimiento sobre el que recogeremos la información:

Su establecimiento...	Correcto	Erróneo	Si erróneo	Nueva información
Está en [Distrito]	1	2	→	Listado distritos
Su actividad es [Actividad]	1	2	→	Listado actividades

[control de cuotas]

ACTIVIDAD DEL ESTABLECIMIENTO

PA- ¿El establecimiento tiene asignado un responsable de la gestión de residuos?

- . Sí
- . No

[NOTA PROGRAMACIÓN: Si ha respondido que tienen un responsable de gestión en el caso de que el entrevistador vaya a abandonar la entrevista por falta de información del entrevistado, antes de colgar tiene que pedir que le pasen con el responsable de la gestión de residuos; si no le pasa solicitar nombre y un teléfono en el que contactar con el]

PB. - ¿Cuentan con los servicios de una empresa de gestión de residuos para gestionar los residuos de su establecimiento? Por ejemplo, una empresa que le recoja algún tipo de residuos como el papel o el aceite

- . Sí, contamos con los servicios de una empresa que nos gestiona TODOS los residuos. **FIN ENTREVISTA**
- . Sí, contamos con los servicios de una empresa que nos gestiona algunos de los residuos, por ejemplo, el papel o el aceite.
- . No, no tenemos ninguna empresa que nos preste este tipo de servicios.

P1. ¿Cuántas personas trabajan en ese establecimiento de manera habitual?

- 1
- 2-4
- 5-9
- 10-24
- 25-49
- 50-99
- 100-249
- 250-1000
- >1000

P1a. Aproximadamente ¿Cuál es la superficie del local? ¿Cuántos m² mide?

/___/./___/___/___/___/ m² de superficie

P2. ¿Existen temporadas específicas en las que el establecimiento cierra temporalmente?

- . Sí ¿En qué mes o meses? ¿Cuántos días del mes/de cada mes?
- . No

P3. En una semana laboral normal ¿Cuántos días a la semana tiene actividad el establecimiento?

	L	M	X	J	V	S	D	Todos los días	De lunes a viernes
Abierto	1	2	3	4	5	6	7	8	9

(Si el establecimiento supera un número determinado de trabajadores >100 trabajadores o está en la lista de actividades que pueden tener cafeterías o restaurantes en su interior -centros educativos, gasolineras, ...)

P4a.- ¿Hay en ese establecimiento alguna cafetería, restaurante o alguna otra actividad de este tipo? Incluya, por favor, las máquinas vending si las hubiera. (Múltiple)

- . Sí, cafetería/bar/restaurante sólo para empleados
- . Sí, cafetería/bar/restaurante abierto al público general
- . Sí máquinas expendedoras de comestibles y bebidas
- . No, del servicio de comidas se encarga un catering externo
- . No, no hay ningún servicio de comidas

(Si es un establecimiento residencial -residencia de ancianos, hotel...)

P4b.- ¿Hay cocina en el establecimiento?

- . Sí, para dar servicio a trabajadores y residentes
- . Sí, sólo para dar servicio a residentes
- . No, no tenemos cocina, del servicio de comidas se encarga un catering
- . No, no tenemos cocina - sólo ofrecemos bebidas y productos preparados.
- . No, no tenemos cocina, ni ningún servicio para ofrecer comida o bebida.

(Si tiene cafetería, bar, restaurante o cocina o esta es su actividad principal)

P5a.- ¿Qué tipo de servicios presta/n esa/s cafetería/bar/ restaurante? / ¿Qué tipo de servicios presta esa cocina?

[Posible Múltiple, excepto la última opción]

- . Desayunos
- . Comidas
- . Cenas
- . Sólo bebidas y productos preparados (sin cocina)

(si Comidas)

P5b.- Aproximadamente ¿Cuántas comidas da al día?

/ ___/ ___/ ___/ ___/ ___/ n° de comidas

(si Cenas)

P5c.- Aproximadamente ¿Cuántas cenas da al día?

/ ___/ ___/ ___/ ___/ ___/ n° de cenas

GESTIÓN DE RESIDUOS

P6_1. ¿Qué tipo de residuos separan ustedes? (Si tiene restaurante/bar en su interior: Piense, por favor, también en los residuos que se generan en la cocina/cafetería/bar)

(Espontánea - Múltiple)

	Sí, separa
. Envases	1
. Papel/cartón	2
. Vidrio	3
. Aceite usado (alimentario)	41
. Textil	1
. Residuos Orgánicos	1
. No separamos nada	1

P6_2. Todo lo que no separamos y tiramos junto a la basura se le suele llamar RESTO ¿Ustedes a esa basura RESTO tiran... [residuos que no ha mencionado en P6_1]?

[sólo los no mencionados en P6_1]	No tiene ese tipo de residuos	Tiene, y lo tira al RESTO	También lo separa de la basura
. Envases	1	2	3
. Papel/cartón	1	2	3
. Vidrio	1	2	3
. Aceite usado (alimentario)	1	2	3
. Textil	1	2	3
. Residuos Orgánicos	1	2	3

(Para Envases, Papel-Cartón, Vidrio y Residuos Orgánicos, si los separan y, además para RESTO [todos] → Repetir desde P7 a P10b)

P7. ¿En qué tipo de contenedor, bolsa o cubo acumulan los residuos [fracción]? Queremos saber cuál es el tamaño que tiene el contenedor o bolsa donde los acumula. [En orgánico, si el establecimiento tiene cocina: Por favor, tenga en cuenta los generados por el servicio de restauración que hay en su establecimiento]

[Orgánica/Envases/Papel-Cartón/Vidrio/Resto]

- . Bolsa 10l (pequeñas, para papelería)
- . Bolsa 30l (cubo de basura de cocina)
- . Bolsa 50l (cubo grande)
- . Bolsa de 100l (para contenedor/cubo grande)
- . Bolsa de 130l

[Papel-Cartón]

- . Cajas sueltas
- ¿De qué tamaño?**
- . Pequeñas (tamaño folio) **¿Cuántas?**
- . Medianas (tamaño mudanza) **¿Cuántas?**
- . Grandes (tamaño lavadora) **¿Cuántas?**

[Vidrio]

- . Botellas sueltas
- ¿De qué tamaño?**
- . 1l **¿Cuántas?**
- . 75cl. **¿Cuántas?**
- . Otro tamaño___ **¿Cuántas?**

. Contenedor propio →

P7a ¿El contenedor lo guarda dentro del establecimiento?

- . Sí
- . No, está fuera (en una zona exterior de la propia empresa; está fijo)

(Si interior)

P7b.- ¿Cuántas ruedas tiene su contenedor?

- . 2 ruedas
- . 4 ruedas (800l)
- . No sé → *ira P7c*

(Si 2 ruedas)

P7c ¿Qué capacidad tiene el contenedor?

120l / 240l / 360l / Otra medida / No sabe → *ira P7c*

(Si no sabe)

P7d ¿Cuántas bolsas de cocina normales (30l) cree que caben en ese contenedor?

. Otro (especificar con detalle, necesitamos información que permita acercarnos a la capacidad del contenedor)

P8.- ¿Con qué frecuencia tiran [fracción] sacan [contenedor] respuesta de P9]? Se formulará de distintas formas dependiendo de la respuesta en P7

- . Todos los días
- . 5 días a la semana
- . 4 días a la semana
- . 3 días a la semana
- . 2 días a la semana
- . 1 día a la semana
- . Cada 15 días
- . Una vez al mes
- . Otra frecuencia (especificar)

P9.- Cada vez que [tiran/sacan], ¿Cuántas/os [respuesta de P7] [tiran/sacan]?

- . Uno
- . Más de uno → ¿Cuántos? / __ / __ /

(Si la respuesta a P9 es 1 y no Cajas o botellas sueltas en P7)

P10a.- Normalmente, [cuando tira la bolsa de [fracción] / saca contenedor/es de [fracción]] ¿cómo de lleno/a está la [bolsa/el contenedor en la que los acumula]?

- . Totalmente lleno (100%)
- . Casi lleno (75%)
- . Medio lleno (50%)
- . Medio vacío (25%)

(Si la respuesta a P9 es 1 y no Cajas o botellas sueltas en P7)

P10b.- Normalmente, [cuando tira la bolsa de [fracción] / saca contenedor/es de [fracción]] ¿todos los [contenedores/bolsas] están llenas al 100%?

- . Sí, todos/as están llenos/as
- . Normalmente hay una/o casi llena (75%)
- . Normalmente hay una/o medio llena (50%)
- . Normalmente hay una/o medio vacía (25%)

BLOQUE COMPLEMENTARIO

Hostelería, comercio alimentos o P4a o b= (1;2)

(Sólo si la actividad es de restauración o es una empresa de distribución)

P11.- ¿Colaboran con alguna entidad sin ánimo de lucro donando alimentos?

- . Sí
- . No

P12.- ¿Están adscritos a alguna aplicación de solución antidespericio como por ejemplo Too Good To Go, Yo no desperdicio...etc?

- . Sí
- . No

P13. ¿En su establecimiento realiza actividades de compostaje?

- . Sí
- . No

(Si responde sí)

P14. ¿Qué cantidad de residuos orgánicos se compostan en una semana ordinaria?

/ ___ / ___ / ___ / kg.

**ESTO HA SIDO TODO.
MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

Como resultado, **el trabajo de campo ha consistido en el levantamiento de la información necesaria a través de las encuestas telefónicas, alcanzando un número de entrevistas válidas de 1.234 empresas en el municipio de Madrid.**

A cada una de estas empresas se les preguntó qué fracciones de residuos separaban (orgánico, envases, vidrio, papel y cartón) y cuáles componían el resto. Además, se recabó información **sobre el volumen de los recipientes utilizados para depositar los residuos, la frecuencia con que se deshacen de ellos y la cantidad generada.**

Almacenamiento de la información levantada

Los datos obtenidos a través de las entrevistas han sido codificados para configurar una base de datos que cumple con los siguientes requisitos:

- Todas las variables están etiquetadas con el número de pregunta y el contenido de la pregunta.
- Las respuestas a preguntas abiertas se presentan doblemente, con el texto íntegro de la respuesta del entrevistado y con el código que le corresponde tras la aplicación del plan de codificación.
- Todos los registros están anonimizados, pero manteniendo un número de registro para su posterior revisión si fuese necesario.

Todas las entrevistas han sido grabadas para su posterior escucha y comprobación si fuese necesario

4. Obtención y análisis de los resultados obtenidos

A partir de los datos recogidos en la encuesta, se han calculado los kilogramos anuales de residuos generados por cada empresa, desglosados por fracción.

Esta información constituye la base para estimar los residuos promedio generados según el uso catastral, tanto para el conjunto del municipio de Madrid como para las seis zonas homogéneas.

Etapa 7. Obtención de resultados. Cálculo de los residuos anuales generados por cada actividad económica

Para lidiar con esta etapa, **5 subetapas son necesarias de aplicación dada la estructura de las respuestas de la encuesta en tres grandes bloques:**

- (1) el volumen y variedad de recipientes** donde las empresas depositan cada una de las fracciones de residuos;
- (2) la frecuencia con la que tiran** cada tipo de recipiente; y
- (3) la cantidad que tiran y/o cómo de lleno está el recipiente.**

El objetivo es calcular los litros anuales que tira cada empresa de cada fracción de residuos (4) para, a continuación, aplicar el conversor necesario que permita obtener los kilogramos (5).

(1) El volumen y variedad de los recipientes

A cada empresa se le pregunta por el tipo de recipiente en el que depositan los residuos. Cabe la posibilidad de que una misma fracción se recoja en recipientes diversos con tamaños distintos. Por tanto, **el objetivo de este primer bloque es identificar esta variabilidad.**

Así pues, para cada una de las fracciones se les pregunta si **depositan los residuos en bolsas (de 10 litros, de 30L, de 50L, de 100L o de 130L) y/o contenedores (de 800L, 120L, 240L, 360L), o una estimación a partir del número de bolsas de 30L que caben en el contenedor.**

En el caso del vidrio también existe la posibilidad de tirar botellas de 1L o 0,75L; y, en lo que respecta al papel y cartón, también se les pregunta si lo guardan en cajas pequeñas, medianas o grandes (estimando un volumen de 8,75, 96 y 416,5 litros respectivamente) o en jaulas con un tamaño aproximado de 2.160L.

Además, **en una pregunta de respuesta abierta se recogen todas las variantes específicas,** tanto a nivel de recipiente como de volumen que utilizan las empresas. Estas respuestas se

limpian de forma manual para cada empresa y para cada una de las cinco fracciones con el objetivo de extraer el volumen del recipiente utilizado.

(2) La frecuencia con la que tiran los residuos

A continuación, **se recoge la frecuencia con la que tiran cada una de las fracciones**. Esta **frecuencia es específica para el tipo de recipiente**, diferenciando entre la frecuencia con la que tiran las bolsas, los contenedores, las botellas, las cajas u otros recipientes. Estas son las opciones de respuesta:

- Todos los días
- 5 días a la semana
- 4 días a la semana
- 3 días a la semana
- 2 días a la semana
- 1 día a la semana
- Cada 15 días
- Una vez al mes
- Otra frecuencia (*especificar*)

Las respuestas a esta pregunta se transforman en el número de días al año que tiran cada tipo de recipiente de cada fracción. Es decir, mientras ‘todos los días’ equivaldría a 365, ‘1 día a la semana’ es igual a 52.

También **de forma manual se limpian todas las respuestas en las que se especifica una frecuencia distinta a las opciones dadas por defecto, transformando el valor en el número de días al año**.

(3) La cantidad de recipientes que se tiran en una sola vez

Una vez se ha registrado para cada empresa los recipientes (y los tamaños) que utilizan y cuántos días al año sacan los residuos, **el siguiente paso es conocer la cantidad, es decir, cuántas bolsas, botellas, cajas, etc. tiran aproximadamente en cada ocasión, tanto para los recipientes preguntados por defecto como para las opciones dadas en la respuesta abierta**.

Además, también se les pregunta sobre cómo de lleno está habitualmente el recipiente: totalmente lleno (100%), casi lleno (75%), medio lleno (50%) o medio vacío (25%). De esta forma, si una empresa cada vez que saca los residuos tira una bolsa de 50L medio llena, esta bolsa computará como 25L y no como 50. Este ajuste se realiza para cada recipiente de cada fracción.

(4) Los litros anuales generados

A partir de los tres bloques de información anteriores (volumen del recipiente, frecuencia y cantidad), en esta etapa del análisis de la información **se calculan los litros de residuos de una fracción determinada que genera cada una de las empresas de la muestra.**

A modo de ejemplo, si una empresa, de la fracción de envases, tira 4 bolsas de 50L casi llenas 2 veces al mes y 1 contenedor de 800L medio lleno cada dos meses, esta empresa genera en un año residuos de envases por volumen 6.000 litros, tal y cómo se puede observar en la siguiente expresión:

$$[4 \times (50 \times 0,75) \times 24] + [1 \times (800 \times 0,5) \times 6] = 6.000 \text{ litros} \quad [1]$$

Ajuste de la información

En dos situaciones concretas se optó por aplicar estimaciones para poder calcular los litros anuales generados. Por una parte, en algunos casos la empresa había afirmado que sí separa una fracción de residuos y había especificado los recipientes y volúmenes utilizados, sin embargo, o bien no aportada información sobre la frecuencia o bien sobre la cantidad. Por otra parte, algunas empresas afirmaron no generar residuos de la fracción resto, lo cual es poco razonable.

Para estos casos se aplicó **la siguiente estrategia:**

- (1) **Se calculó la mediana de litros anuales generados en cada fracción de residuos por actividad económica (CNAE 2 dígitos).** Se optó por **utilizar la mediana** por ser una medida robusta de posición central y no la media debido a la asimetría positiva que se observa en las distribuciones. De forma adicional, también se calculó la mediana para el conjunto de empresas sin diferenciar por actividad económica.
- (2) **En los dos casos expuestos en (1), se imputan los litros generados en función de su actividad económica,** si ha sido posible calcular la mediana para dicha actividad, o se le asigna la mediana general sin diferenciar por actividad económica.
- (3) **Por otra parte, los residuos generados por las actividades económicas en cada una de las fracciones muestran distribuciones con asimetrías positivas muy sustanciales. Estos outliers afectan a la representatividad del valor promedio,** obteniendo valores de generación medios mucho más elevados del valor representativo. **La presencia de estos outliers distorsiona los resultados, asignando**

a los diversos Usos valores mucho más elevados de los reales. Para corregir y solventar este aspecto, se ha acotado el valor de la generación de los residuos hasta el percentil 95 de su distribución. Dada la fuerte asimetría, esta estrategia es más conservadora que definir los valores extremos como 1,5 veces el rango intercuartílico. **De esta forma, se ajustan los valores extremos, sin perder información, y sin sobreestimar sustancialmente la generación de residuos.**

(5) De litros a kilogramos aplicando conversores

El último paso consiste en convertir estos litros en kilogramos. Para ello, se aplican los conversores detallados en el [Anexo V](#). Además, tal y como se explica, en el caso de la fracción de restos se utiliza el promedio de los conversores de las fracciones que integran el resto.

Siguiendo el ejemplo, la empresa generaría residuos de envases anuales por una cantidad de:

$$6.000 \times 0,026 = 156 \text{ kilogramos}$$

[2]

Este procedimiento en cinco pasos se aplica para cada empresa y fracción, de forma que **se consigue obtener para cada una de las 1.234 empresas de la muestra los kilogramos anuales que generan de cada una de las fracciones de residuos analizadas** (envases, papel y cartón, orgánica, vidrio y resto) y teniendo en cuenta que, como se verá, no todas las empresas generan residuos de todas las fracciones.

Etapa 8. Análisis de resultados. Estimación de la generación de residuos de las actividades económicas en la ciudad de Madrid.

El objetivo final del estudio es **estimar los kilogramos anuales que se generan de cada fracción de residuos en función de los usos catastrales, lo que conforma el objeto de esta etapa final.**

*Para este propósito, el Ayuntamiento de Madrid facilitó un archivo con un **registro de empresas para las cuáles se conoce su actividad económica y su correspondencia con el uso catastral del edificio en el que se encuentran.***

A través de la dirección postal y sector de actividad de cada empresa⁶, fue posible vincular **hasta 712 observaciones de la muestra con su uso catastral real (58%). Sin embargo, no se contaba con información sobre el uso catastral de las 502 empresas restantes (42%).** Por ello, el **principal reto de esta fase se encontró en cómo estimar la generación de residuos por uso catastral a partir de la información disponible.**

Para ello, se plantearon tres alternativas que fueron analizadas por el equipo de trabajo.

Alternativa 1. Asignación manual con herramientas de información web

La alternativa que se planteó en origen fue **asignar manualmente los usos catastrales utilizando la funcionalidad de Street View de Google Maps para ver las imágenes del edificio en el que se encuentra el comercio, y de forma intuitiva asignar el uso catastral. Sin embargo, esta estrategia fue descartada por dos razones:**

- La asignación de los usos catastrales se realizaría por mera intuición, por lo que **el margen de error sería bastante elevado.** En la gran mayoría de casos sería **muy difícil saber a qué uso se corresponde dicho edificio entre las 11 posibilidades.**
- Podría suceder que **los usos menos frecuentes no estuviesen representados en la muestra, y al realizar la asignación manual no se obtuviera ninguna empresa con dicho uso.** O, también, que únicamente se contara con un número reducido de empresas de un determinado uso y, por tanto, el cálculo perdería robustez.

⁶ La fusión estadística entre las bases de datos de usos catastrales y de la muestra tuvo en cuenta el siguiente conjunto de información: dirección postal completa del local encuestado (tipo de vía, número, piso en el caso de encontrarse en un edificio y código postal), así como el sector de actividad.

Alternativa 2. Asignación manual con la distribución de probabilidad conocida

Otra opción analizada por el equipo de trabajo consistió en realizar **asignaciones manuales de los usos catastrales en función de la distribución probabilística de los usos catastrales conocidos para cada código de actividad económica.**

A modo de ejemplo, las actividades de ingeniería civil (CNAE 42) están ubicadas en un 74% en edificios con un uso catastral de oficinas, un 17% en comercial y un 9% en industrial. Dado que el código de actividad económica de las empresas de la muestra es conocido, es posible asignar un uso catastral a estas observaciones a partir de la distribución de probabilidad de los usos según la actividad económica.

Con ello, la estrategia consiste en asignar a cada una de las empresas el uso catastral más probable dada su actividad económica. De esta manera, **se consigue completar en la información muestral los usos catastrales a los que pertenece cada actividad económica encuestada en el proceso de levantamiento de información.** No obstante, esta estrategia presentó **tres limitaciones identificadas por el equipo de trabajo:**

- (1) Dado que el diseño de la muestra es representativo a nivel de zona homogénea y de actividad económica, pero no de uso catastral, es muy probable que mediante esta asignación no se obtuviera una muestra representativa en términos de usos catastrales.
- (2) Los usos catastrales menos frecuentes no estarían representados y, como consecuencia, no sería posible estimar la generación de residuos para los mismos.
- (3) Una misma actividad económica puede estar ubicada con diferentes frecuencias en edificios de usos catastrales distintos. Limitarse a asignar exclusivamente el uso más probable implicaría perder una gran cantidad de información a la hora de estimar los residuos generados por la misma actividad económica en el resto de los usos catastrales. En otras palabras, la estrategia idónea es aquella que pueda explotar toda la información disponible para poder realizar estimaciones robustas.

Alternativa 3. Asignaciones probabilísticas de usos catastrales en muestras Bootstrap

Para solventar las limitaciones de las alternativas anteriores el equipo de trabajo decidió de manera consensuada asignar los usos catastrales a la información faltante a través de la asignación probabilística con técnicas bootstrap, una metodología estandarizada en el análisis estadístico para resolver este tipo de situaciones.

La metodología Bootstrap es una técnica estadística de re-muestreo con reemplazo, ampliamente utilizada y que va a permitir estimar los residuos generados en términos promedio y dentro de un rango (o intervalo de confianza) para cada uso catastral.

*Es decir, realizar asignaciones probabilísticas de los usos catastrales faltantes a partir de muestras Bootstrap implica emplear **técnicas de muestreo estadístico para estimar de manera probabilística los usos de las actividades económicas cuya información catastral no está disponible.** Utilizando el método Bootstrap, se generan múltiples muestras de los datos existentes para crear distribuciones de probabilidad que permiten inferir los posibles usos catastrales faltantes, asegurando así una **estimación más robusta y confiable basada en la variabilidad observada en las muestras originales***

***A modo de ejemplo,** a partir de la muestra de 100 empresas, se genera de forma aleatoria una segunda muestra de 100 empresas, pero, para no generar una muestra idéntica, algunas de las empresas estarán repetidas. Este proceso se repite de forma sucesiva hasta generar 1.000, 2.000 o 5.000 muestras. Una vez generadas estas nuevas matrices de datos, en cada una de las muestras se calculará el valor promedio de interés, en este caso, los residuos generados por cada uso catastral en cada zona homogénea. Con ello, se utilizan los promedios de cada muestra para construir una distribución y extraer el valor promedio de la estimación junto con su intervalo de confianza.*

La técnica Bootstrap es aplicada en multitud de situaciones gracias a su flexibilidad y potencia, en donde la literatura recomienda realizar al menos **1000 remuestreos para garantizar su potencial.**

En este sentido, y dado que se conoce la distribución de probabilidad de los usos en función del código de actividad económica, es posible realizar asignaciones de usos probabilísticas de forma sucesiva en las muestras Bootstrap.

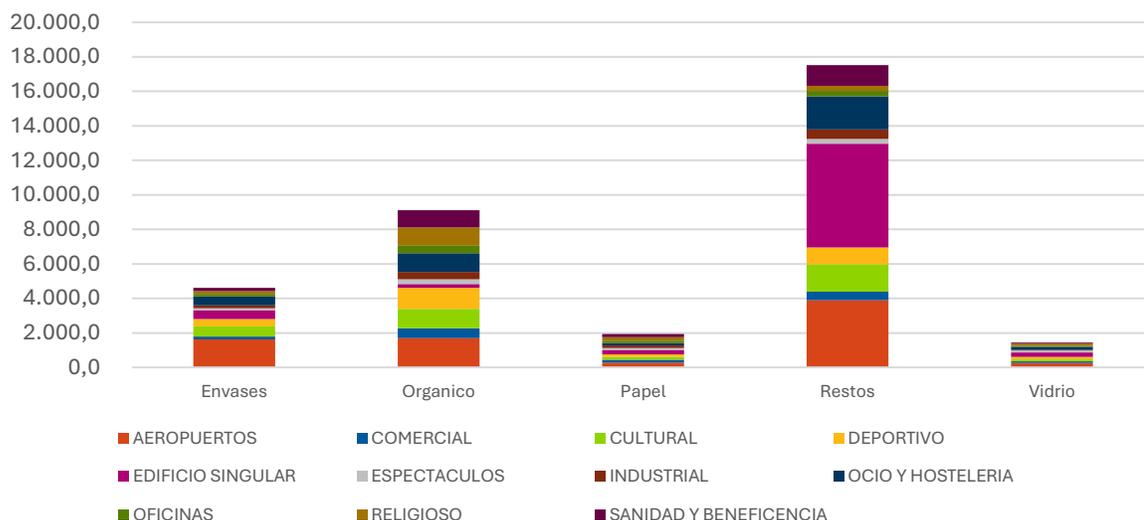
Así, la **estrategia seguida para cada una de las fracciones es la siguiente:**

1. Se construye **una matriz de datos con los kilogramos anuales** de residuos de cada empresa y de una fracción específica.
2. A partir de esta matriz, se generan **1.500 muestras Bootstrap.**

3. En cada muestra Bootstrap **se asigna a las empresas un uso catastral en función de su código de actividad económica (CNAE 2 dígitos)**. El uso catastral se asigna de forma probabilística a partir de la distribución de probabilidad de los usos para cada actividad económica.
4. En cada muestra Bootstrap **se calculan dos promedios**: el promedio de residuos generados en el municipio de Madrid y el promedio de residuos en cada una de las zonas homogéneas.
5. **Se combinan todos los promedios obtenidos y se calcula la media, el intervalo de confianza para 1 desviación típica y el intervalo de confianza para 2 desviaciones típicas, tanto a nivel de Madrid como en cada zona homogénea.**
6. **Adicionalmente se ofrecen los resultados para los diferentes percentiles.** En concreto se facilitan los resultados para los P10-P20-P25-P30-P50 (mediana)

Este procedimiento se replica de forma separada **para cada una de las cinco fracciones** de residuos dando como resultado la cantidad de kilogramos generados de residuo por cada zona homogénea en cada uso catastral⁷⁸. Los resultados promedios agregados a nivel de la ciudad de Madrid son los siguientes⁹:

Figura 4. Residuos generados en la ciudad de Madrid (kg)



Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información

⁷Los resultados se pueden consultar en el archivo excel adjunto a este informe:

“Estrategia1_BootstrapyVerdaderos_Resultados_v2.xlsm

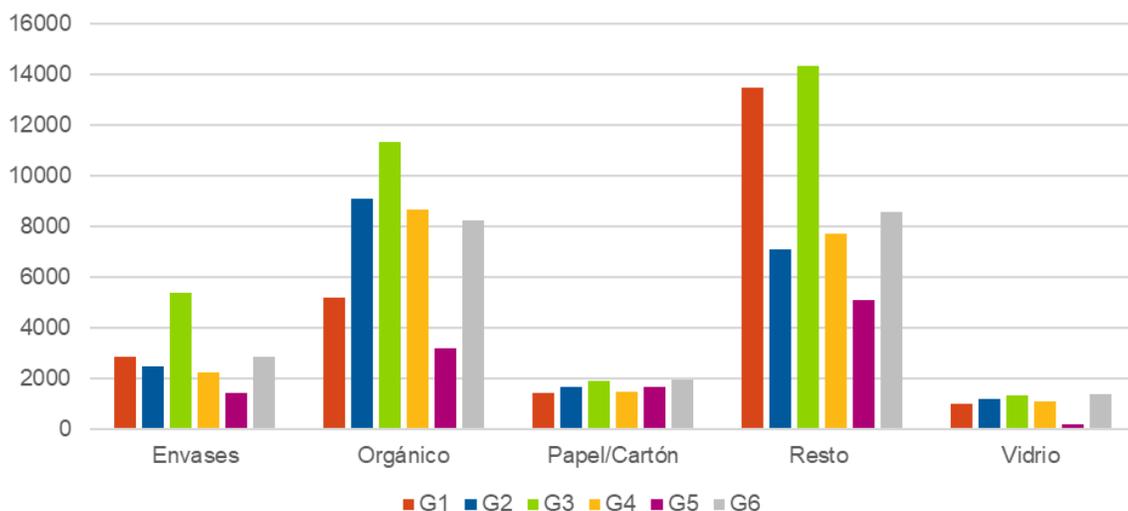
⁸ Como ejercicio de sensibilidad, se replica el procedimiento, pero asignando los usos catastrales a las 1.234 observaciones de la muestra, independientemente de su uso catastral real. Los resultados se pueden consultar en el archivo excel adjunto a este informe: “Estrategia2_Bootstrap_Resultados_v2.xlsm”

⁹ Madrid se pueden consultar en el [Anexo I](#). Los resultados en términos de intervalos de confianza y el procedimiento estadístico realizado se pueden consultar en el [Anexo II](#).

Como se puede observar, la fracción de residuo con mayor generación se debe a la fracción resto, seguido de la fracción orgánico, envases, papel/cartón y vidrio.

Si se analiza el agregado de los promedios por zona homogénea el resultado es el siguiente:

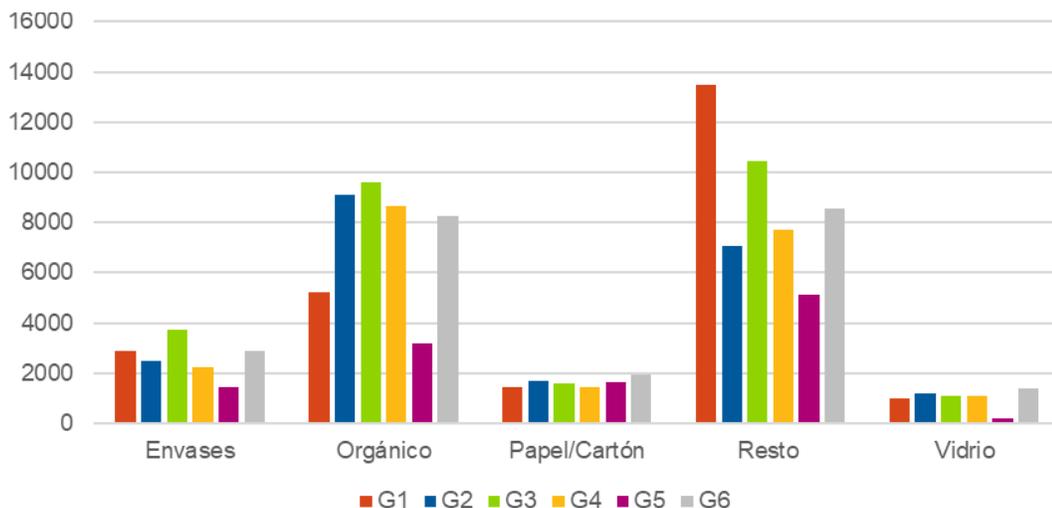
Figura 5. Residuos generados en la ciudad de Madrid por zonas homogéneas y fracción de residuo(kg)



Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información

Como se puede observar, la zona homogénea 3 (Barajas, Vicálvaro, San Blas-Canillejas, Usera, Moratalaz) es el grupo de distritos con mayor generación de residuos debido en parte a la mayor generación de residuos en términos de las fracciones de resto y orgánico, y condicionado por la presencia del Aeropuerto Madrid Barajas en dicha zona homogénea. En ausencia de la actividad del aeropuerto, los resultados serían los siguientes:

Figura 6. Residuos generados en la ciudad de Madrid sin el aeropuerto (kg)



Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información

Como se puede observar, en la fracción resto, es el G1 el que pasa a ocupar el puesto de mayor generación de residuos (Chamberí, Salamanca, Arganzuela, Retiro, Chamartín), mientras que es el G6 (Centro) el que destaca en la generación de residuos de las fracciones de vidrio, papel/cartón, y en segunda posición para envases condicionado por la actividad del turismo, el comercio, y la hostelería en el distrito Centro.

Si se analizan los resultados promedio de la generación de residuos por uso catastral y zona homogénea (G1 a G6) se obtienen las siguientes conclusiones:

- **Fracción de residuo orgánico:**

Tabla 9. Residuos generados de la fracción orgánico en Kg

ORGANICO	G1	G2	G3	G4	G5	G6	MADRID
AEROPUERTOS Y P.C.			1.705,2				1.690,0
COMERCIAL	495,5	656,9	638,0	598,7	266,3	639,7	572,0
CULTURAL	1.263,7	1.324,2	1.291,9	1.164,7	915,7	836,6	1.138,0
DEPORTIVO	913,8	1.295,9	1.107,7	1.421,6	364,4	1.125,0	1.202,0
EDIFICIO SINGULAR	60,9	564,5	1.027,2	581,4	225,8	646,5	223,0
ESPECTACULOS	172,3	708,2	226,7	556,3	179,4	1.177,5	289,0
INDUSTRIAL	427,0	870,9	456,2	426,6	295,7	555,9	419,0
OCIO Y HOSTELERIA	438,7	766,9	1.639,4	985,5	236,8	1.193,2	1.095,0
OFICINAS	315,0	526,7	541,7	429,7	251,0	653,6	446,0
RELIGIOSO	390,7	1.149,4	1.187,8	1.341,7	298,6	1.082,7	1.038,0
SANIDAD Y BENEFICENCIA	728,7	1.241,7	1.505,3	1.173,1	142,6	340,9	995,0

Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información

En términos de residuos orgánicos, las zonas que más residuos generan son el G3 (Barajas, Vicálvaro, San Blas-Canillejas, Usera, Moratalaz) y G2 (Arganzuela, Usera, Retiro), condicionado por las actividades asociadas a los usos catastrales Cultural, Deportivo y Sanidad y Beneficencia.

- **Fracción de residuo resto:**

Tabla 10. Residuos generados de la fracción restos en Kg

RESTOS	G1	G2	G3	G4	G5	G6	MADRID
AEROPUERTOS Y P.C.			3.918,2				3.887,0
COMERCIAL	517,7	481,9	597,4	475,6	160,6	604,7	503,0
CULTURAL	1.580,5	2.475,9	812,8	1.388,6	847,1	1.853,4	1.584,0
DEPORTIVO	1.146,5	248,2	2.014,6	900,6	322,5	737,7	970,0
EDIFICIO SINGULAR	7.735,5	411,1	544,4	518,1	352,6	573,7	6.024,0
ESPECTACULOS	197,4	435,2	287,0	495,8	166,5	717,4	271,0
INDUSTRIAL	340,1	319,2	1.197,3	309,5	558,8	239,7	554,0
OCIO Y HOSTELERIA	822,0	681,2	1.737,7	2.103,4	208,9	3.067,2	1.916,0
OFICINAS	323,6	310,0	465,8	401,3	155,8	247,5	318,0
RELIGIOSO	147,0	212,0	351,0	417,7	247,2	232,9	286,0
SANIDAD Y BENEFICENCIA	668,7	1.507,0	2.441,2	687,6	2.089,8	297,6	1.213,0

Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información

En términos de residuos de la fracción resto, las zonas que más residuos generan son el G3 (Barajas, Vicálvaro, San Blas-Canillejas, Usera, Moratalaz) y G1 (Chamberí, Salamanca, Arganzuela, Retiro, Chamartín), condicionado por las actividades asociadas a los usos catastrales de Aeropuertos y Puertos comerciales y Edificios Singulares respectivamente.

- **Fracción de residuo papel/cartón:**

Tabla 11. Residuos generados de la fracción papel y cartón en Kg

PAPEL	G1	G2	G3	G4	G5	G6	MADRID
AEROPUERTOS Y P.C.			276,0				274,8
COMERCIAL	149,7	154,1	168,1	172,1	139,7	179,7	162,7
CULTURAL	167,7	203,5	123,0	178,8	223,1	129,5	169,5
DEPORTIVO	148,9	150,8	118,5	171,9	158,6	223,8	147,9
EDIFICIO SINGULAR	271,5	185,9	144,3	171,0	149,8	258,1	251,5
ESPECTACULOS	101,2	154,6	120,8	101,5	108,2	241,8	113,9
INDUSTRIAL	136,6	159,6	174,7	155,0	142,6	118,6	150,2
OCIO Y HOSTELERIA	116,1	74,2	186,6	149,9	159,0	179,8	150,5
OFICINAS	126,0	112,0	153,4	124,6	147,2	143,2	134,0
RELIGIOSO	79,0	277,7	172,4	87,2	136,9	248,4	189,5
SANIDAD Y BENEFICENCIA	130,9	210,2	239,3	148,1	275,5	209,7	189,1

Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información

En términos de residuos de la fracción papel, las zonas que más residuos genera son el G3 (Moratalaz, Vicálvaro y Barajas), condicionado por las actividades asociadas al uso catastral Sanidad y Beneficencia y Aeropuertos, y con una generación más homogénea entre el resto de los grupos analizados, y con especial interés el uso Comercial en el G4(Carabanchel, Puente de Vallecas, Ciudad Lineal, Latina, Tetuán, Villa de Vallecas).

- **Fracción de residuo envases:**

Tabla 12. Residuos generados de la fracción envases en Kg

ENVASES	G1	G2	G3	G4	G5	G6	MADRID
AEROPUERTOS Y P.C.			1.632,8				1.617,8
COMERCIAL	137,2	239,0	202,3	153,4	85,9	189,8	173,8
CULTURAL	782,8	879,7	530,5	492,7	567,7	261,1	582,0
DEPORTIVO	359,5	154,0	741,4	492,8	142,8	389,0	426,4
EDIFICIO SINGULAR	622,7	169,5	183,7	143,7	94,0	244,0	519,4
ESPECTACULOS	52,1	194,4	148,7	129,1	105,6	407,0	111,5
INDUSTRIAL	138,1	176,6	314,6	181,8	101,9	124,4	160,6
OCIO Y HOSTELERIA	356,8	129,1	737,3	175,0	69,9	947,6	512,9
OFICINAS	112,0	176,4	216,1	179,9	84,1	115,6	148,7
RELIGIOSO	157,2	245,5	130,7	133,3	93,8	93,3	166,0
SANIDAD Y BENEFICENCIA	157,1	107,2	542,5	145,5	95,8	105,8	194,4

Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información

En términos de residuos de la fracción envases, las zonas que más residuos genera es el G3 (Barajas, Vicálvaro, San Blas-Canillejas, Usera, Moratalaz), condicionado principalmente por la actividad asociadas al uso catastral Aeropuerto y Puertos Comerciales.

Seguidamente, el G1 (Chamartín, Villaverde, San Blas-Canillejas, Chamberí, Moncloa-Aravaca, Salamanca, Hortaleza, Tetuán) y el G6 (Centro) son las zonas en donde más residuos de envases se generan, en el G1 asociado a las actividades de usos culturales, y el G6 por Ocio y la Hostelería.

- **Fracción de residuo vidrio:**

Tabla 13. Residuos generados de la fracción vidrio en Kg

VIDRIO	G1	G2	G3	G4	G5	G6	MADRID
AEROPUERTOS Y P.C.			247,9				264,0
COMERCIAL	84,1	87,1	111,0	100,0	21,0	117,5	92,9
CULTURAL	106,6	142,2	85,0	92,8	0,2	112,3	99,0
DEPORTIVO	110,2	254,6	66,0	132,2	1,3	214,3	151,8
EDIFICIO SINGULAR	298,4	67,3	109,1	92,6	0,0	124,8	251,0
ESPECTACULOS	92,4	103,2	125,5	135,2	137,5	214,0	120,7
INDUSTRIAL	27,6	87,5	45,2	43,8	18,1	56,1	36,4
OCIO Y HOSTELERIA	172,2	182,9	201,8	187,9	2,8	188,6	182,7
OFICINAS	45,0	76,6	70,3	51,9	10,0	123,3	60,3
RELIGIOSO	7,8	156,5	106,1	205,1	0,0	173,7	120,6
SANIDAD Y BENEFICENCIA	34,6	16,1	176,3	34,8	0,1	64,3	51,8

Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información

En términos de residuos de la fracción vidrio, las zonas que más residuos genera es la G6 (Centro), con una distribución relativamente uniforme entre los usos.

Anexo I. Resultados de la generación de residuos por fracciones y usos catastrales para la ciudad de Madrid

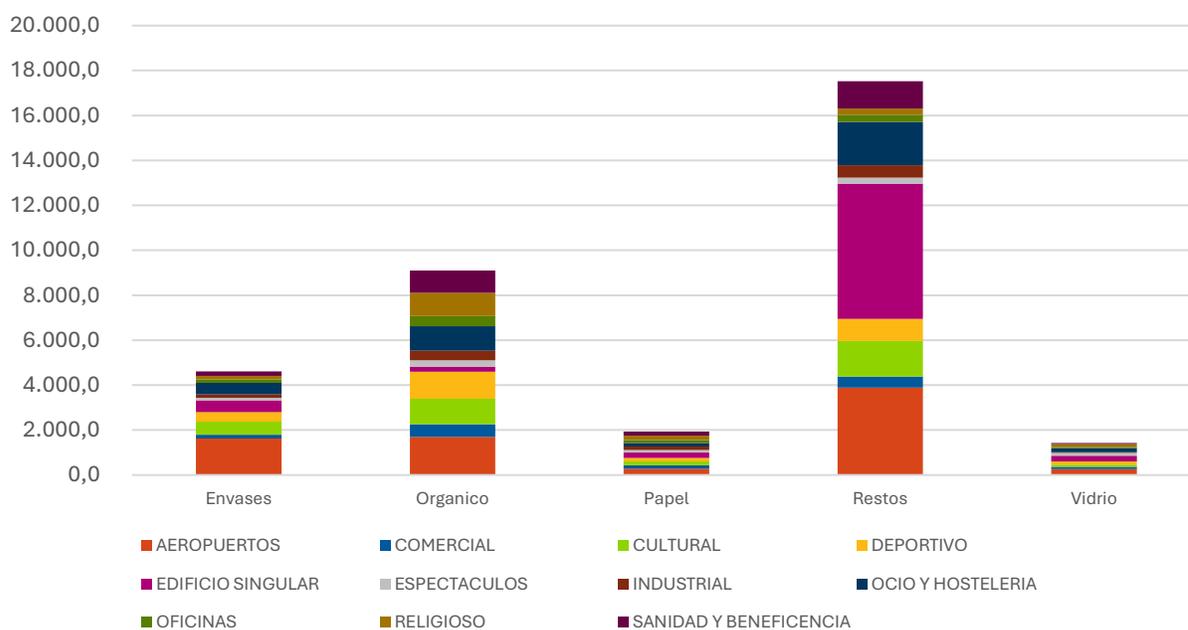
En las siguientes tablas se presentan los valores promedios agregados para la ciudad de Madrid en función de los usos catastrales disponibles en la muestra¹⁰, así como los intervalos de confianza al 68% (1 desviación típica) y 95% (dos desviaciones típicas, el número de observaciones por uso catastral utilizadas para estimar los promedios e intervalos, y el número de muestras bootstrap utilizada:

Promedio anual de kilogramos de residuos generados en la ciudad de Madrid por Uso Catastral y Fracción

Uso	Envases	Organico	Papel	Restos	Vidrio
AEROPUERTOS	1,617.8	1,690.0	274.8	3,887.0	264.0
COMERCIAL	173.8	572.0	162.7	503.0	92.9
CULTURAL	582.0	1,138.0	169.5	1,584.0	99.0
DEPORTIVO	426.4	1,202.0	147.9	970.0	151.8
EDIFICIO SINGULAR	519.4	223.0	251.5	6,024.0	251.0
ESPECTACULOS	111.5	289.0	113.9	271.0	120.7
INDUSTRIAL	160.6	419.0	150.2	554.0	36.4
OCIO Y HOSTELERIA	512.9	1,095.0	150.5	1,916.0	182.7
OFICINAS	148.7	446.0	134.0	318.0	60.3
RELIGIOSO	166.0	1,038.0	189.5	286.0	120.6
SANIDAD Y BENEFICENCIA	194.4	995.0	189.1	1,213.0	51.8

Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información

Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información



Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información

¹⁰ En este anexo se presentan los valores promedio agregados para la ciudad de Madrid teniendo en cuenta la estrategia bootstrap en la que se tienen en cuenta los usos catastrales reales de la información disponible en la población marco.

Intervalo de Confianza al 95% (2 desviaciones típicas)

Uso	Envases IC95	Organico IC95	Papel IC95	Restos IC95	Vidrio IC95
AEROPUERTOS Y P.C	[861,2 - 1.722,4]	[897,4 - 1.794,9]	[147,1 - 287,4]	[2.136,5 - 4.252,7]	[109,2 - 278,4]
COMERCIAL	[155,8 - 191,8]	[535,1 - 609,7]	[157,2 - 167,9]	[434,8 - 598,5]	[85,8 - 100,1]
CULTURAL	[499,5 - 666,4]	[984,4 - 1.288,2]	[151,1 - 187,6]	[1.238,8 - 2.114,4]	[77,0 - 122,6]
DEPORTIVO	[282,4 - 622,2]	[864,6 - 1.589,3]	[113,5 - 184,6]	[623,7 - 2.292,2]	[103,8 - 209,2]
EDIFICIO SINGULAR	[176,3 - 772,6]	[0,0 - 929,6]	[117,0 - 287,4]	[1.666,3 - 8.530,3]	[81,2 - 325,0]
ESPECTACULOS	[2,9 - 746,1]	[0,0 - 1.794,9]	[18,2 - 287,4]	[11,2 - 1.422,2]	[0,0 - 325,0]
INDUSTRIAL	[142,2 - 185,2]	[378,7 - 461,8]	[141,5 - 159,4]	[464,5 - 736,3]	[29,2 - 45,0]
OCIO Y HOSTELERIA	[377,4 - 681,3]	[822,9 - 1.362,0]	[118,7 - 186,0]	[1.126,4 - 3.419,5]	[124,8 - 238,2]
OFICINAS	[125,7 - 175,7]	[391,2 - 505,4]	[122,9 - 145,1]	[232,8 - 490,4]	[49,6 - 72,0]
RELIGIOSO	[108,6 - 274,6]	[800,6 - 1.270,7]	[156,1 - 217,5]	[158,6 - 651,6]	[89,1 - 157,8]
SANIDAD Y BENEFICENCIA	[106,8 - 318,6]	[737,7 - 1.256,4]	[154,6 - 222,2]	[804,0 - 1.836,3]	[20,9 - 91,4]

Número de observaciones por Uso Catastral utilizadas para estimar los promedios e intervalos

Uso	Envases_N_Obs	Organico_N_Obs	Papel_N_Obs	Restos_N_Obs	Vidrio_N_Obs
AEROPUERTOS Y P.C	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811
COMERCIAL	1,014,601	1,014,601	1,014,601	1,014,601	1,014,601
CULTURAL	79,967	79,967	79,967	79,967	79,967
DEPORTIVO	17,083	17,083	17,083	17,083	17,083
EDIFICIO SINGULAR	3,109	3,109	3,109	3,109	3,109
ESPECTACULOS	1,496	1,496	1,496	1,496	1,496
INDUSTRIAL	320,367	320,367	320,367	320,367	320,367
OCIO Y HOSTELERIA	28,489	28,489	28,489	28,489	28,489
OFICINAS	333,222	333,222	333,222	333,222	333,222
RELIGIOSO	21,784	21,784	21,784	21,784	21,784
SANIDAD Y BENEFICENCIA	29,071	29,071	29,071	29,071	29,071

Número de muestras bootstrap por Uso Catastral utilizadas para estimar los promedios e intervalos

Uso	Envases_N_Muestras	Organico_N_Muestras	Papel_N_Muestras	Restos_N_Muestras	Vidrio_N_Muestras
AEROPUERTOS Y P.C	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
COMERCIAL	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
CULTURAL	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
DEPORTIVO	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
EDIFICIO SINGULAR	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
ESPECTACULOS	790	790	790	790	790
INDUSTRIAL	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
OCIO Y HOSTELERIA	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
OFICINAS	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
RELIGIOSO	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
SANIDAD Y BENEFICENCIA	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500

Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información

Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información

Anexo II. Intervalos de confianza en la estimación de la generación de residuos por uso catastral y zona homogénea

Intervalo de Confianza al 95% (2 desviaciones típicas)

ENVASES	G1	G2	G3	G4	G5	G6	MADRID
AEROPUERTOS Y P.C.			[861,2 - 1.722,4]				[861,2 - 1.722,4]
COMERCIAL	[98,6 - 183,7]	[188,0 - 297,2]	[158,2 - 250,6]	[124,4 - 188,2]	[50,7 - 139,1]	[159,3 - 223,3]	[155,8 - 191,8]
CULTURAL	[519,4 - 1.182,3]	[646,4 - 1.142,6]	[371,1 - 767,2]	[357,5 - 675,8]	[383,5 - 650,9]	[178,1 - 411,4]	[499,5 - 666,4]
DEPORTIVO	[0,0 - 1.138,8]	[94,1 - 374,1]	[404,2 - 1.107,2]	[267,7 - 640,6]	[0,0 - 711,8]	[0,0 - 1.722,4]	[282,4 - 622,2]
EDIFICIO SINGULAR	[227,4 - 664,3]	[0,0 - 1.708,2]	[0,0 - 840,2]	[0,0 - 677,7]	[0,0 - 739,5]	[0,0 - 1.065,9]	[176,3 - 772,6]
ESPECTACULOS	[0,0 - 399,6]	[0,0 - 1.713,9]	[0,0 - 1.081,6]	[0,0 - 405,6]	[0,0 - 568,5]	[0,0 - 1.722,4]	[2,9 - 746,1]
INDUSTRIAL	[66,6 - 253,3]	[118,9 - 262,9]	[235,5 - 423,0]	[144,6 - 246,3]	[92,8 - 115,9]	[76,8 - 251,5]	[142,2 - 185,2]
OCIO Y HOSTELERIA	[20,5 - 1.037,9]	[50,8 - 558,1]	[492,6 - 911,7]	[87,9 - 274,7]	[0,0 - 560,2]	[604,6 - 1.266,9]	[377,4 - 681,3]
OFICINAS	[60,5 - 186,3]	[134,5 - 246,0]	[145,4 - 310,9]	[142,5 - 236,1]	[60,1 - 132,8]	[88,2 - 174,2]	[125,7 - 175,7]
RELIGIOSO	[0,0 - 616,8]	[184,2 - 270,4]	[67,6 - 261,9]	[50,7 - 253,8]	[0,0 - 593,6]	[62,5 - 296,8]	[108,6 - 274,6]
SANIDAD Y BENEFICENCIA	[10,9 - 555,1]	[44,0 - 395,2]	[284,7 - 854,1]	[77,6 - 276,8]	[15,2 - 727,0]	[0,0 - 608,4]	[106,8 - 318,6]

ORGANICO	G1	G2	G3	G4	G5	G6	MADRID
AEROPUERTOS Y P.C.			[897,4 - 1.794,9]				[897,4 - 1.794,9]
COMERCIAL	[422,3 - 579,0]	[566,4 - 755,3]	[542,0 - 733,2]	[504,3 - 695,2]	[193,7 - 356,5]	[568,3 - 707,1]	[535,1 - 609,7]
CULTURAL	[799,6 - 1.755,0]	[990,1 - 1.597,4]	[943,6 - 1.604,2]	[839,4 - 1.538,5]	[600,5 - 1.153,6]	[589,6 - 1.089,6]	[984,4 - 1.288,2]
DEPORTIVO	[0,0 - 1.794,9]	[897,4 - 1.570,5]	[568,6 - 1.545,9]	[745,4 - 1.794,9]	[0,0 - 1.794,9]	[0,0 - 1.794,9]	[864,6 - 1.589,3]
EDIFICIO SINGULAR	[0,0 - 897,4]	[0,0 - 1.794,9]	[0,0 - 1.794,9]	[0,0 - 1.794,9]	[0,0 - 1.220,5]	[0,0 - 1.794,9]	[0,0 - 929,6]
ESPECTACULOS	[0,0 - 1.008,1]	[0,0 - 1.794,9]	[0,0 - 1.794,9]	[0,0 - 1.794,9]	[0,0 - 1.794,9]	[0,0 - 1.794,9]	[0,0 - 1.794,9]
INDUSTRIAL	[262,9 - 670,7]	[644,3 - 1.113,3]	[336,1 - 604,2]	[356,4 - 509,6]	[269,5 - 328,0]	[278,7 - 906,0]	[378,7 - 461,8]
OCIO Y HOSTELERIA	[0,0 - 1.794,9]	[244,1 - 1.376,1]	[1.032,1 - 1.794,9]	[480,7 - 1.435,9]	[0,0 - 1.534,3]	[873,3 - 1.435,9]	[822,9 - 1.362,0]
OFICINAS	[174,1 - 488,9]	[397,5 - 669,6]	[400,3 - 707,7]	[311,8 - 576,6]	[172,1 - 357,7]	[526,1 - 801,8]	[391,2 - 505,4]
RELIGIOSO	[0,0 - 1.196,6]	[870,4 - 1.263,1]	[734,7 - 1.517,7]	[598,3 - 1.794,9]	[0,0 - 1.794,9]	[751,7 - 1.350,0]	[800,6 - 1.270,7]
SANIDAD Y BENEFICENCIA	[269,2 - 1.414,7]	[871,8 - 1.495,7]	[658,1 - 1.794,9]	[645,1 - 1.735,1]	[0,0 - 897,4]	[0,0 - 1.196,6]	[737,7 - 1.256,4]

PAPEL	G1	G2	G3	G4	G5	G6	MADRID
AEROPUERTOS Y P.C.			[147,1 - 287,4]				[147,1 - 287,4]
COMERCIAL	[137,4 - 162,1]	[140,5 - 168,1]	[152,6 - 183,6]	[156,7 - 187,2]	[117,4 - 162,3]	[170,7 - 187,8]	[157,2 - 167,9]
CULTURAL	[115,2 - 216,9]	[160,4 - 242,2]	[60,2 - 179,9]	[138,8 - 220,1]	[161,9 - 257,7]	[95,0 - 172,2]	[151,1 - 187,6]
DEPORTIVO	[0,0 - 287,4]	[108,9 - 207,0]	[75,5 - 187,4]	[106,5 - 229,2]	[0,0 - 287,4]	[0,0 - 287,4]	[13,5 - 184,6]
EDIFICIO SINGULAR	[139,7 - 287,4]	[8,0 - 287,4]	[18,4 - 287,4]	[4,2 - 287,4]	[0,0 - 287,4]	[54,6 - 287,4]	[117,0 - 287,4]
ESPECTACULOS	[18,2 - 203,0]	[8,4 - 287,4]	[4,2 - 287,4]	[4,2 - 287,4]	[0,0 - 287,4]	[0,0 - 287,4]	[18,2 - 287,4]
INDUSTRIAL	[100,1 - 173,0]	[127,2 - 190,1]	[147,1 - 203,3]	[138,6 - 171,7]	[135,1 - 150,8]	[77,9 - 161,3]	[141,5 - 159,4]
OCIO Y HOSTELERIA	[31,8 - 287,4]	[31,8 - 167,2]	[139,8 - 234,8]	[89,8 - 220,8]	[0,0 - 287,4]	[121,4 - 228,9]	[118,7 - 186,0]
OFICINAS	[102,5 - 150,8]	[89,4 - 136,5]	[126,4 - 181,4]	[100,2 - 153,1]	[125,0 - 169,8]	[124,5 - 164,5]	[122,9 - 145,1]
RELIGIOSO	[13,6 - 190,7]	[220,8 - 287,4]	[108,0 - 223,2]	[13,6 - 196,2]	[0,0 - 287,4]	[205,0 - 264,4]	[156,1 - 217,5]
SANIDAD Y BENEFICENCIA	[57,6 - 225,6]	[159,5 - 244,8]	[132,3 - 287,4]	[95,6 - 206,8]	[143,7 - 287,4]	[104,2 - 258,8]	[154,6 - 222,2]

RESTOS	G1	G2	G3	G4	G5	G6	MADRID
AEROPUERTOS Y P.C.			[2.152,3 - 4.252,7]				[2.136,5 - 4.252,7]
COMERCIAL	[378,1 - 732,6]	[310,9 - 705,4]	[422,9 - 997,1]	[321,2 - 714,0]	[116,8 - 213,4]	[527,2 - 727,6]	[434,8 - 598,5]
CULTURAL	[632,5 - 4.218,2]	[1.791,6 - 3.218,8]	[460,6 - 1.369,5]	[773,9 - 2.800,2]	[631,5 - 943,0]	[1.380,5 - 2.392,1]	[1.238,8 - 2.114,4]
DEPORTIVO	[34,5 - 8.517,1]	[139,8 - 1.078,5]	[1.025,2 - 6.050,0]	[465,8 - 1.837,7]	[22,4 - 1.166,4]	[11,2 - 7.327,6]	[623,7 - 2.292,2]
EDIFICIO SINGULAR	[2.861,5 - 8.530,3]	[9,5 - 4.708,5]	[22,4 - 3.531,4]	[10,3 - 3.394,3]	[2,6 - 1.177,1]	[44,7 - 2.040,3]	[1.666,3 - 8.530,3]
ESPECTACULOS	[11,2 - 1.319,2]	[8,4 - 3.259,6]	[3,9 - 1.118,0]	[5,2 - 3.591,8]	[22,4 - 941,7]	[46,2 - 2.040,3]	[11,2 - 1.422,2]
INDUSTRIAL	[103,9 - 897,6]	[206,6 - 752,4]	[759,7 - 2.360,6]	[228,3 - 495,8]	[529,6 - 586,6]	[98,7 - 502,4]	[464,5 - 736,3]
OCIO Y HOSTELERIA	[22,4 - 2.386,2]	[185,9 - 1.471,4]	[994,3 - 2.707,4]	[197,5 - 8.006,3]	[2,6 - 1.177,1]	[1.893,8 - 4.686,6]	[1.126,4 - 3.419,5]
OFICINAS	[156,6 - 800,1]	[174,1 - 649,3]	[290,0 - 1.136,3]	[251,9 - 830,2]	[115,8 - 211,6]	[189,0 - 457,7]	[232,8 - 490,4]
RELIGIOSO	[3,4 - 1.063,7]	[134,7 - 470,6]	[162,4 - 1.210,7]	[105,8 - 851,8]	[22,4 - 941,7]	[158,2 - 397,5]	[158,6 - 651,6]
SANIDAD Y BENEFICENCIA	[182,1 - 2.158,1]	[929,7 - 2.508,1]	[1.023,9 - 3.531,4]	[329,2 - 2.055,0]	[897,2 - 2.524,0]	[81,2 - 1.079,0]	[804,0 - 1.836,3]

VIDRIO	G1	G2	G3	G4	G5	G6	MADRID
AEROPUERTOS Y P.C.			[102,5 - 261,4]				[109,2 - 278,4]
COMERCIAL	[69,4 - 101,3]	[69,5 - 105,0]	[91,3 - 132,3]	[81,8 - 120,2]	[15,2 - 30,6]	[104,5 - 130,2]	[85,8 - 100,1]
CULTURAL	[42,3 - 185,4]	[99,2 - 195,0]	[40,6 - 152,3]	[52,0 - 149,0]	[0,0 - 0,0]	[71,5 - 167,5]	[77,0 - 122,6]
DEPORTIVO	[0,0 - 325,0]	[171,8 - 300,6]	[29,2 - 157,1]	[70,4 - 216,7]	[0,0 - 0,0]	[0,0 - 325,0]	[103,8 - 209,2]
EDIFICIO SINGULAR	[108,3 - 325,0]	[0,0 - 325,0]	[0,0 - 325,0]	[0,0 - 325,0]	[0,0 - 0,0]	[0,0 - 325,0]	[81,2 - 325,0]
ESPECTACULOS	[0,0 - 325,0]	[0,0 - 325,0]	[0,0 - 325,0]	[0,0 - 325,0]	[0,0 - 325,0]	[0,0 - 325,0]	[0,0 - 325,0]
INDUSTRIAL	[0,9 - 71,9]	[54,9 - 123,8]	[24,4 - 73,9]	[28,7 - 62,9]	[16,1 - 23,1]	[30,1 - 109,3]	[29,2 - 45,0]
OCIO Y HOSTELERIA	[0,0 - 325,0]	[65,0 - 325,0]	[108,3 - 270,8]	[95,7 - 288,8]	[0,0 - 10,5]	[108,3 - 260,0]	[124,8 - 238,2]
OFICINAS	[16,6 - 79,1]	[48,7 - 104,7]	[44,5 - 101,1]	[27,2 - 79,4]	[5,5 - 22,9]	[96,6 - 151,3]	[49,6 - 72,0]
RELIGIOSO	[0,0 - 108,3]	[107,2 - 178,8]	[54,2 - 162,5]	[81,2 - 325,0]	[0,0 - 0,0]	[118,3 - 226,7]	[89,1 - 157,8]
SANIDAD Y BENEFICENCIA	[4,1 - 166,8]	[0,0 - 81,5]	[65,0 - 325,0]	[4,3 - 135,2]	[0,0 - 0,0]	[0,0 - 216,7]	[20,9 - 91,4]

Anexo III. Cuestionario realizado en las pruebas piloto durante la fase previa al levantamiento de información

CUESTIONARIO

IDENTIFICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO – BBDD-

Posibles variables que los entrevistadores tendrían visibles durante la realización de la entrevista (Pendiente de disponibilidad en muestra obtenida):

- . Dirección completa / Distrito / Zona Homogénea.
- . Nombre de la empresa
- . Actividad (CNAE 2 + Detalle 4)

PRESENTACIÓN

Buenos días/tardes. Mi nombre es ..., entrevistador/a de Simple Lógica, estamos realizando un estudio para el AYUNTAMIENTO DE MADRID enmarcado en las políticas europeas de generación de residuos y su efecto en el medio ambiente. Su empresa ha sido seleccionada al azar y todos los datos que se preguntan quedan amparados por el secreto estadístico y sus respuestas no se vincularán de ninguna forma ni a las personas entrevistadas, ni a su empresa.

Sus datos de contacto se han conseguido de fuentes públicas de información.

La encuesta tendrá una duración aproximada de 10 min

C0. ¿Tendría la amabilidad de prestarnos su colaboración contestando a un cuestionario, sabiendo que la información que nos proporcione será tratada conforme a la legislación vigente, garantizando su anonimato y a efectos puramente estadísticos y que sus datos personales en ningún caso se cederán a terceros?

La entrevista podrá ser grabada a efectos de supervisión y control de calidad.

- . Sí. Acepta colaborar. Da su consentimiento.....1 → Continuar
- . No. No acepta colaborar. No da su consentimiento.....2 → Fin de entrevista

CONFIRMACIÓN INFORMACIÓN

Antes de nada, me gustaría confirmar o actualizar algunos datos del establecimiento sobre el que recogeremos la información:

Su establecimiento...	Correcto	Erróneo	<i>Si erróneo</i>	Nueva información
Está en [Distrito] Dirección exacta	1	2	→	Listado distritos
Su actividad es [Actividad]	1	2	→	Listado actividades
[Nombre empresa]	1	2	→	

[control de cuotas]

ACTIVIDAD DEL ESTABLECIMIENTO

PA- ¿El establecimiento tiene asignado un responsable de la gestión de residuos?

- . Sí
- . No

Si tiene: solicitar contacto con el responsable y continuar la entrevista con él

PB. - ¿Cuentan con una empresa de gestión de residuos para gestionar los residuos de su establecimiento?

- . Sí
- . No

P1. ¿Cuántas personas trabajan en ese establecimiento de manera habitual?

- 1
- 2-4
- 5-9
- 10-24
- 25-49
- 50-99
- 100-249
- 250-1000
- >1000

P3. ¿Existen temporadas específicas en las que el establecimiento cierra temporalmente?

- . Sí ¿En qué mes o meses? ¿Cuántos días del mes/de cada mes?
- . No

P4. ¿La actividad del establecimiento se ve afectada por periodos estacionales? Es decir, hay periodos del año en los que siempre se produce un descenso o un aumento considerable de la actividad.

- . No, todo el año tenemos una actividad similar
- . Sí, tenemos menos cantidad de actividad en alguna época ¿En qué mes o meses ocurre esto?
- . Sí, tenemos más cantidad de actividad en alguna época ¿En qué mes o meses ocurre esto?

P5. En una semana laboral normal ¿Cuántos días a la semana tiene actividad el establecimiento?

	L	M	X	J	V	S	D	Todos los días	De lunes a viernes
Abierto	1	2	3	4	5	6	7	8	9

(Si el establecimiento supera un número determinado de trabajadores >X trabajadores o está en la lista de actividades que pueden tener cafeterías o restaurantes en su interior -centros educativos, gasolineras, ...)

P6a.- ¿Hay en ese establecimiento alguna cafetería, restaurante o alguna actividad de este tipo?

- . Sí, cafetería/bar/restaurante sólo para empleados
- . Sí, cafetería/bar/restaurante abierto al público general
- . Sí máquinas expendedoras de comestibles y bebidas
- . No, del servicio de comidas se encarga un catering externo
- . No, no hay ningún servicio de comidas

(Si es un establecimiento residencial -residencia de ancianos, hotel...)

P6b.- ¿Hay cocina en el establecimiento?

- . Sí, para dar servicio a trabajadores y residentes
- . Sí, sólo para dar servicio a residentes
- . No, no tenemos cocina, del servicio de comidas se encarga un catering

(Si tiene cafetería, bar, restaurante o cocina o esta es su actividad principal)

P7a.- ¿Qué tipo de servicios presta/n esa/s cafetería/bar/ restaurante? / ¿Qué tipo de servicios presta esa cocina?

[Posible Múltiple, excepto la última opción]

- . Desayunos
- . Comidas
- . Cenas
- . Sólo bebidas y productos preparados (sin cocina)

(si Comidas)

P7b.- Aproximadamente ¿Cuántas comidas da al día?

/ ___/ ___/ ___/ ___/ nº de comidas

(si Cenas)

P7c.- Aproximadamente ¿Cuántas cenas da al día?

/ ___/ ___/ ___/ ___/ nº de cenas

GESTIÓN DE RESIDUOS

P8d. ¿Cuáles de los siguientes residuos separan ustedes? (Si tiene restaurante/bar en su interior: Piense, por favor, también en los residuos que se generan en la cocina/cafetería/bar)

	Sí, separa	No tiene ese tipo de residuos	Tiene, pero no separa
. Orgánica	1	2	3
. Envases	1	2	3
. Papel/cartón	1	2	3
. Vidrio	1	2	3
. Aceite usado (alimentario)	1	2	3
. Textil	1	2	3

P9. ¿En qué tipo de contenedor, bolsa o cubo acumulan los residuos [fracción]? Queremos saber cuál es el tamaño que tiene el contenedor o bolsa donde los acumula.

[Orgánica/Envases/Papel-Cartón/Vidrio/Textil/Resto]

- . Bolsa 10l (pequeñas, para papelera)
- . Bolsa 30l (cubo de basura de cocina)
- . Bolsa de 100l (para contenedor/cubo grande)
- . Bolsa de 130l
- . Contenedor propio → **¿De cuántos litros es su contenedor?** (120l / 240l / 360l / 800l / otro) – [si no sabe, seguir instrucciones para ayudar]
- . Otro (especificar con detalle)

[Aceite]

- . Botella de 1l
- . Garrafa de 5l
- . Bidón → **¿De cuántos litros es el bidón?**

P10.- ¿Con qué frecuencia tiran [fracción] sacan [contenedor] respuesta de P9]? Se formulará de distintas formas dependiendo de la respuesta en P9

- . Todos los días
- . 5 días a la semana
- . 4 días a la semana
- . 3 días a la semana
- . 2 días a la semana
- . 1 día a la semana
- . Cada 15 días
- . Una vez al mes
- . Otra frecuencia (especificar)

P11.- Cada vez que [tiran/sacan], ¿Cuántas/os [respuesta de P9] [tiran/sacan]?

- . Uno
- . Más de uno → **¿Cuántos?** /_/_/_/

(Si la respuesta a P11 es 1)

P12a.- Normalmente, [cuando tira la bolsa de [fracción] / saca contenedor/es de [fracción]] ¿cómo de lleno/a está la [bolsa/el contenedor en la que los acumula]?

- . Totalmente lleno (100%)
- . Casi lleno (75%)
- . Medio lleno (50%)
- . Medio vacío (25%)

(Si la respuesta a P11 es >1)

P12b.- Normalmente, [cuando tira la bolsa de [fracción] / saca contenedor/es de [fracción]] ¿todos los [contenedores/bolsas] están llenas al 100%?

- . Sí, todos/as están llenos/as
- . Normalmente hay una/o casi llena (75%)
- . Normalmente hay una/o medio llena (50%)
- . Normalmente hay una/o medio vacía (25%)

BLOQUE COMPLEMENTARIO

(Sólo si la actividad es de restauración o es una empresa de distribución)

P13.- ¿Colaboran con alguna entidad sin ánimo de lucro donando alimentos?

- . Sí
- . No

P14.- ¿Están adscritos a alguna aplicación de solución antidespercio como por ejemplo Too Good To Go, Yo no desperdicio...etc?

- . Sí
- . No

**ESTO HA SIDO TODO.
MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

Anexo IV. Análisis de los determinantes de la generación de residuos.

Una vez construido el panel de datos a nivel de distrito y analizadas descriptivamente las variables, la siguiente tarea consiste en **aplicar los modelos de regresión con el fin de identificar las variables relevantes.**

Se han construido modelos de corte transversal y de panel considerando ambas fuentes de datos de la variable dependiente, con el fin de disponer de las conclusiones más completas posibles.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos del análisis de:

- El modelo de datos de corte transversal 2023
- El modelo de datos panel 2018-2023

La variable de puntos de interés turístico no se ha podido utilizar en el modelo de datos de panel al tratarse de una constante. Su efecto estaría capturado precisamente por la constante del modelo. Si está incluida, sin embargo, en el modelo de datos transversales de 2023.

Modelo de datos de corte transversal 2023

En primer lugar, se muestran los resultados para el modelo con datos de corte transversal del año 2023, incluyendo todas las variables explicativas analizadas en el apartado anterior (sociodemográficas, actividades económicas y puntos de interés turístico).

En la tabla siguiente (Tabla 11) se muestran los resultados de cuatro modelos, dos utilizando como variable dependiente los residuos “administrativos” y, en los otros dos, la variable “estadística”. En ambos casos se prueba un modelo con todas las variables explicativas y un segundo modelo eliminando algunas de las no significativas.

Los hallazgos más relevantes son los siguientes:

- **Los modelos completos (independientemente de la variable dependiente) poseen un mejor ajuste** (R2 ajustado, AIC y BIC) que los modelos reducidos. Por tanto, más allá de la significatividad individual de las variables, con el objetivo de desarrollar el análisis de clúster, parece razonable **incorporar todas las variables utilizadas.**
- Únicamente la variable de actividades económicas vinculadas a la **Industria posee un resultado significativo** (y positivo) **en todos los modelos**, es decir, tanto en la generación de residuos, con datos administrativos como estadísticos.
- El número de actividades **de Agricultura, Hostelería** (Columna 1) e **Industria**, muestran una **relación significativa con la generación de residuos.**

- Al utilizar como variable dependiente la variable de residuos “estadística”, también son significativas la **densidad de población y las actividades vinculadas a los Servicios** (columna 4).

Tabla A1. Resultados del modelo con datos transversales para 2023

	VD: Residuos (Administrativo)	VD: Residuos (Administrativo)	VD: Residuos (Estadístico)	VD: Residuos (Estadístico)
(Intercept)	48971.4 (235611.1)	-103554.1 (120605.7)	66819.3 (182566.4)	177033.2 (107064.3)
Densidad de población	-25.4 (83.6)	-31.6 (26.0)	-13.5 (64.4)	-57.7* (26.0)
Índice de envejecimiento	17.5 (55.7)		17.2 (50.3)	
log Renta neta media del hogar	26396.9 (57041.6)	11506.1 (11347.2)	34094.0 (47586.7)	-15163.6 (10144.4)
log Precio medio de la vivienda (€/m2)	-39055.7 (53585.0)		-52463.9 (45820.5)	
Infraestructura hotelera	9.4 (79.7)	13.6 (69.2)	-25.9 (66.8)	-14.4 (70.7)
Agricultura	7100.1 (3235.6)	8234.4** (2025.6)	3711.2 (2620.4)	4425.3 (2170.8)
Construcción	-200.5 (111.1)		-87.7 (66.7)	
Industria	167.2* (48.8)	162.7** (43.4)	62.8* (24.6)	55.5** (16.6)
Servicios	31.4 (22.3)	13.4 (8.9)	16.8 (20.8)	24.5* (10.6)
Comercio	10.2 (9.1)		6.3 (6.9)	
Hostelería	-39.2* (15.9)	-2.0 (12.9)	-18.1 (14.9)	10.3 (14.8)
Entretenimiento	151.8		247.8	

	VD: Residuos (Administrativo)	VD: Residuos (Administrativo)	VD: Residuos (Estadístico)	VD: Residuos (Estadístico)
	(198.5)		(145.9)	
Puntos de interés turístico	199.7	94.2	125.9	46.2
	(138.2)	(103.4)	(105.6)	(114.7)
Observaciones	21	21	21	21
R2	0.946	0.884	0.957	0.907
R2 Adj.	0.846	0.806	0.876	0.845
AIC	440.2	446.3	429.8	435.8
BIC	454.8	455.7	444.4	445.2
Errores estándares	Robustos	Robustos	Robustos	Robustos

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001. Nota: Regresión con datos transversales de distrito (21) y año (2023) y errores estándares robustos a la heterocedasticidad.

Modelo de datos panel 2018- 2023

El estudio de las relaciones de la variable dependiente con las candidatas a independientes se amplía con el asociado al desarrollo de modelos de datos de panel del período comprendido entre 2018 y 2023.

Los resultados se muestran siguiendo una lógica secuencial de modelos anidados:

1. Utilizando **variables socioeconómicas y demográficas**
2. Considerando variables de **actividades económicas y la influencia del sector turístico**
3. Finalmente, recogiendo **todas las posibles variables explicativas**

En el modelo panel se ha introducido como variable de control una *dummy* con valor 1 para el año 2020, con el objetivo de capturar el efecto producido por la pandemia del Covid-19.

Como se explicaba anteriormente, en el modelo panel no es posible introducir la variable de puntos de interés turísticos al tratarse de una constante en el tiempo.

Modelo dependiente de variables socioeconómicas y demográficas

En el caso de las variables sociodemográficas (Tabla 12), si se utiliza como variable dependiente los residuos provenientes tanto de la **información estadística** (columna 1) como administrativa (columna 2) para realizar un ejercicio de sensibilidad entre los resultados de las estimaciones de los modelos.

Como se puede observar en la Tabla 12, **las variables** que aparecen como **significativas** son: **la densidad de población, el índice de envejecimiento y la renta del hogar (en logaritmo), así como la variable ficticia que captura los efectos sobre las variables de la pandemia.**

La única diferencia entre ambos modelos (estadístico vs administrativo) es la significatividad de **la renta del hogar, que pasa a no ser diferente de cero para explicar la generación de residuos. Una posible explicación de este efecto causal puede ser la inclusión en la variable administrativo de una mayor variabilidad de los residuos generados por las actividades económicas** que no sean directamente atribuibles a los patrones de consumo de los hogares.

Tabla A2. Resultados de los modelos de regresión con datos de panel para las variables sociodemográficas

	VD: Residuos (Estadístico)	VD: Residuos (Administrativo)
Densidad de población	-459.6* (224.5)	-565.6* (264.3)
Índice de envejecimiento	-108.8* (46.8)	-212.3** (48.6)
log Renta neta media del hogar	61280.9** (23311.0)	34292.4 (25819.8)
log Precio medio de la vivienda (€/m ²)	-6268.4 (5418.2)	-2177.4 (6440.5)
Covid (Dummy 1 = 2020)	-2539.4** (866.4)	-1196.2 (925.6)
Observaciones	126	126
R ²	0.338	0.261
R ² Adj.	0.173	0.076
AIC	2349.0	2382.1

	VD: Residuos (Estadístico)	VD: Residuos (Administrativo)
BIC	2366.0	2399.1
Errores estándares	Robustos-Clúster: Distrito	Robustos-Clúster: Distrito

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$. Nota: Regresión de efectos fijos con datos panel a nivel de distrito (21) y año (2018 a 2023) con efectos individuales y errores estándares robustos y clusterizados a nivel de distrito.

Aunque a priori parezca contraintuitiva, existe una relación negativa y significativa entre la **densidad de población y la variable de generación de residuos**. Una posible explicación de este factor se debería a que la densidad no mide la cantidad de población sino su concentración.

En el caso de los distritos de Madrid los distritos más densos, Tetuán, Salamanca, Arganzuela, Centro y Chamberí, no son los más poblados, sino que tiene una cantidad de población en torno a la media. Los aumentos en la densidad de población se asocian con reducciones en la generación de residuos debido a que este aumento captura la disminución del total de la población. Por su parte, los distritos más poblados poseen una densidad de población alrededor del promedio. El signo negativo está reflejando este patrón y capturando tanto la cantidad de población como su concentración.

Variables dependientes de actividades económicas y la influencia del sector turístico

En lo que respecta a las variables de actividades económicas, también se incluye un modelo con la variable dependiente estadística para continuar con la tónica presente de realizar un ejercicio de robustez de la estimación de los modelos.

En las primeras dos columnas (Tabla 14) se incluyen los resultados de todas las variables (para las distintas variables dependientes), mientras que en las tres siguientes se extraen las variables no significativas hasta obtener un modelo donde todas las variables son relevantes.

Comparando los resultados de la variable dependiente administrativa, el modelo con mejor ajuste es el de la cuarta columna, en el que se extraen algunas de las variables explicativas.

Como puede apreciarse, **la infraestructura hotelera y las actividades vinculadas a la Construcción se asocian con aumentos de la generación de residuos, mientras que las actividades vinculadas a los Servicios la disminuyen.**

En este caso, la variable *dummy* reflejando el año de la pandemia es significativa en todos los modelos, capturando el descenso de la generación de residuos que se produjo en 2020.

Tabla A3. Resultados de los modelos de regresión con datos de panel para las variables de actividades económicas

	VD: Residuos (Estadístico)	VD: Residuos (Administrativo)	VD: Residuos (Administrativo)	VD: Residuos (Administrativo)	VD: Residuos (Administrativo)
Infraestructura hotelera	141.5** (38.0)	155.6** (36.8)	157.8** (37.3)	166.3** (21.2)	147.9** (13.1)
Agricultura	520.6 (533.8)	656.4 (658.1)			
Construcción	86.8 (54.3)	100.6* (47.5)	112.6 (58.5)	106.0 (57.9)	42.3** (11.6)
Industria	5.4 (20.8)	16.2 (18.0)	15.8 (19.4)	16.7 (19.4)	
Servicios	-0.7 (16.5)	-40.7* (16.2)	-40.1** (14.1)	-45.7** (12.3)	-31.5** (11.0)
Comercio	-19.8 (14.6)	-17.7 (12.9)	-19.9 (15.1)	-20.7 (13.8)	
Hostelería	-13.2 (27.7)	-15.3 (27.6)	-13.4 (28.3)		
Entretenimiento	10.6 (71.3)	34.7 (80.3)			
Covid (Dummy 1 = 2020)	-3678.8** (848.8)	-1711.4* (743.3)	-1607.8* (628.1)	-1569.0* (607.3)	-1958.1* (847.1)
Observaciones	126	126	126	126	126
R2	0.468	0.449	0.442	0.436	0.372
R2 Adj.	0.307	0.282	0.288	0.288	0.223
AIC	2329.6	2353.1	2350.6	2350.0	2359.4
BIC	2357.9	2381.5	2373.3	2369.8	2373.6
Errores estándares	Robustos- Clúster: Distrito	Robustos- Clúster: Distrito	Robustos- Clúster: Distrito	Robustos- Clúster: Distrito	Robustos- Clúster: Distrito

* p < 0.05, ** p < 0.01. Nota: Regresión de efectos fijos con datos panel a nivel de distrito (21) y año (2018 a 2023) con efectos individuales y errores estándares robustos y clusterizados a nivel de distrito.

Los determinantes de la generación de residuos

Para finalizar el análisis de datos de panel, se construye un modelo conjunto con las variables socioeconómicas y de actividades económicas, cuyos resultados se pueden obtener en la Tabla 15:

- La primera columna muestra los resultados incluyendo todas las variables regresadas sobre la variable dependiente administrativa
- La segunda y tercera columnas recogen los resultados tras eliminar algunas de las variables no significativas (en estos modelos y en los anteriores).
- La cuarta y quinta columna replican los modelos, pero cambiando la variable dependiente, utilizando la variable estadística

En primer lugar, al igual que sucedió con los modelos transversales, **el modelo con mejor ajuste para ambas variables dependientes es el modelo completo donde se usan todas las variables explicativas, sin excluir a ninguna debido a su significatividad**, resultado que se debe tomar de interés para la posterior cauterización de los distritos de la ciudad de Madrid en zonas homogéneas.

En segundo lugar, **ninguna de las variables demográficas y económicas muestra una relación significativa con la variable generación de residuos, tanto en el modelo con datos administrativos como estadísticos**. Únicamente la renta neta del hogar es relevante a la hora de explicar la generación de residuos proveniente de datos estadísticos, donde el peso de los residuos generados por las actividades es menor, tal y como se ha expuesto anteriormente.

Tabla A4. Resultados de los modelos de regresión con datos de panel

	VD: Residuos (Administrativo)	VD: Residuos (Administrativo)	VD: Residuos (Administrativo)	VD: Residuos (Estadístico)	VD: Residuos (Estadístico)
Densidad de población	86.3 (144.6)	-76.6 (111.3)	-79.5 (109.1)	50.7 (187.7)	-112.1 (166.1)
Índice de envejecimiento	-36.2 (82.0)	-14.1 (126.2)	-17.6 (119.5)	-40.0 (99.1)	-27.0 (156.1)
log Renta neta media del hogar	19392.6 (17413.2)	30846.9 (17966.3)	28280.5 (14374.0)	36845.7* (15875.6)	25870.4* (11490.5)
log Precio medio de la vivienda (€/m2)	-3434.6 (8089.1)	-1244.8 (7462.6)		-11857.2 (8724.2)	

	VD: Residuos (Administrativo)	VD: Residuos (Administrativo)	VD: Residuos (Administrativo)	VD: Residuos (Estadístico)	VD: Residuos (Estadístico)
Infraestructura hotelera	164.4** (52.9)	138.7** (38.1)	137.2** (34.4)	153.8* (68.7)	114.8* (47.7)
Agricultura	669.1 (689.2)			519.2 (623.7)	
Construcción	110.4* (45.1)	56.3** (18.0)	57.4** (17.2)	88.7 (47.3)	24.6 (19.7)
Industria	11.9 (17.0)			-1.4 (17.5)	
Servicios	-42.3* (18.3)	-39.8** (14.4)	-40.1** (14.5)	2.0 (18.4)	1.0 (14.9)
Comercio	-19.2 (13.4)			-22.7 (14.6)	
Hostelería	-14.7 (26.8)			-10.7 (24.7)	
Entretenimiento	35.0 (92.2)			16.6 (82.6)	
Covid (Dummy 1 = 2020)	-1702.9 (1000.6)	-1370.1 (848.3)	-1406.5 (906.9)	-3375.0** (1134.1)	-3474.3** (1100.7)
Observaciones	126	126	126	126	126
R2	0.459	0.385	0.385	0.500	0.391
R2 Adj.	0.265	0.208	0.216	0.321	0.223
AIC	2358.7	2364.8	2362.8	2329.6	2342.6
BIC	2398.4	2390.3	2385.5	2369.3	2365.3
Errores estándares	Robustos- Clúster: Distrito	Robustos- Clúster: Distrito	Robustos- Clúster: Distrito	Robustos- Clúster: Distrito	Robustos- Clúster: Distrito

* p < 0.05, ** p < 0.01. Nota: Regresión de efectos fijos con datos panel a nivel de distrito (21) y año (2018 a 2023) con efectos individuales y errores estándares robustos y clusterizados a nivel de distrito.

En este sentido, la **única variable que permanece como positiva y estadísticamente diferente de cero en todos los modelos** estimados es la referente al nivel de **infraestructura**

hotelera por distrito, siendo una de las variables claves en explicar la generación de residuos del distrito.

La significatividad estadística de la renta del hogar sobre la generación de residuos en el modelo con variable estadística se ve **capturada por la significatividad de las variables referentes a la construcción y los servicios** del modelo con datos administrativos.

Mientras que la mayor presencia de las actividades dedicadas a la **construcción**, al igual que con mayor dotación de infraestructura hotelera, muestran una **relación positiva y significativa** con la generación de residuos, la mayor presencia de actividades dedicadas a los **servicios muestra una ligera relación negativa y significativa con la misma**.

Una posible explicación podría ser que los distritos con una **mayor concentración de locales de servicios tengan una población con hábitos de consumo diferentes**, lo que podría influir en la cantidad y el tipo de residuos generados. Por ejemplo, los distritos con una alta densidad de locales de servicios podrían tener una población con una **mayor conciencia ambiental**, lo que se traduce en una menor generación de residuos

Anexo V. Metodología de conversión de unidades de recogida a kilogramos de residuos generados

Los residuos urbanos de Madrid están conformados por una serie de fracciones de residuos, siendo de interés para este estudio las fracciones de orgánica, papel-cartón, envases, vidrios y resto. El objetivo de este apartado es proponer una metodología que permita convertir las diferentes unidades de medida que se obtenga en la encuesta a una unidad de medida común, en este caso kilogramos, para medir de forma unificada la cantidad de residuos generados por las actividades económicas en sus diferentes fracciones de residuos.

Aunque el objetivo es claro, el reto principal de esta etapa del trabajo reside en cómo obtener los kilogramos de cada fracción de residuo a partir de las entrevistas realizadas a las empresas, cuya respuesta en unidad de medida puede ser múltiple (bolsas, litros, unidades, etc.) dada la dificultad que el entrevistado puede encontrar en expresar la cantidad de residuos generado en cualquiera de las fracciones objeto de estudio.

Sin embargo, sí que es habitual utilizar bolsas para separar, almacenar y eliminar los residuos, lo que hace posible a partir del levantamiento de información, conocer aproximadamente cuántas bolsas se han utilizado para un residuo concreto y, con ello, cuántos litros de residuos se han generado en función del volumen de las bolsas utilizadas.

Por tanto, una vez conocido el volumen de residuos generados, es **imprescindible contar con un factor de conversión estandarizado entre el volumen (sea en litros o cualquier unidad) y el peso (en kilogramos)**. Además, este **factor de conversión debe ser específico de cada una de las fracciones de residuos, dado que sus densidades serán distintas**.

Para identificar estos factores de conversión, se ha realizado una extensa revisión de artículos científicos, documentos de entidades responsables en la gestión de los residuos y empresas del sector.

Esta identificación para cada tipo de residuo ha supuesto un desafío debido a la limitada información disponible. Ante esta carencia, hemos recurrido a la extrapolación de datos de estudios similares, un proceso meticuloso que ha sido fundamental para desarrollar una metodología adaptada y rigurosa, adecuada para la gestión de residuos en Madrid.

En esta fase de revisión bibliográfica, consultamos una extensa variedad de fuentes, incluyendo publicaciones académicas, informes técnicos de organismos reguladores y documentación de empresas del sector. A continuación, en la siguiente tabla figuran los recursos consultados que finalmente decidimos no emplear para nuestro cálculo. También, se especifican las razones por las que no se optó por ellos:

Tabla A5. Recursos consultados pero descartados

Recurso	Fuente	Razón
Community Fund: Volume to Kgs conversion	Autoridad de reciclaje y gestión de residuos de Merseyside (Liverpool)	Las medidas son específicas para los residuos más comunes generados por los hogares de Merseyside.
Measuring Recycling: A Guide for State and Local Governments	U.S. Environmental Protection Agency	Datos desactualizados al ser una guía de 1997
Volume-to-Weight Conversions	Minnesota Pollution Control Agency	Las fracciones de residuos de las aportan la conversión no se adecúan a los residuos del presente estudio.
Convert waste volumen to weight	Branz – organización basada en Aotearoa (Nueva Zelanda)	Los ratios de conversión son exclusivamente de materiales utilizados en la construcción

Fuente: Elaboración propia

Tras esta revisión, se toma la decisión de seleccionar las tres fuentes que proponen ratios de conversión de volumen a peso estandarizados y más alineados con los requisitos específicos del presente estudio. Estas proceden de diferentes ámbitos geográficos:

1. **España:** Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), 2004. Guía para la Implantación de un Sistema de Costes en la Administración Local.
2. **Nueva York.** Marpman, A., Shurtleff, M., Guberman, R., Fuller, R. (2013) Volume to Weight Conversion Ratios for Commercial Office Waste in New York City. Great Forest, Sustainability Solutions.
3. **Estados Unidos.** U.S. Environmental Protection Agency. Office of Resource Conservation and Recovery. (2016) Volume-to-Weight Conversion Factors.

Como se puede comprobar, en el contexto español solo se ha encontrado una fuente. Sin embargo, esta no cuenta con información para todos los residuos de interés. Por ello, para esta metodología se ha decidido ampliar también a estándares internacionales para completar la información encontrada y ofrecer un marco comparativo para un contraste de robustez.

FEMP: Guía para la Implantación de un Sistema de Costes en la Administración Local (España)

Esta guía recoge instrucciones y casos prácticos con metodología diseñada para maximizar la efectividad la gestión presupuestaria de las administraciones locales. Para ello, construyen

indicadores con los que evaluar el desempeño de los servicios prestados por el ayuntamiento, tratando de reflejar la cantidad de outputs generados para satisfacer las necesidades de los usuarios. Así, estiman la calidad de dichos servicios sobre la ciudadanía.

Esta guía cuenta con un apartado de gestión de residuos y, entre los indicadores de esta sección, establecen uno de *Grado de aprovechamiento del contenedor*. Para evaluarlo calculan un coeficiente de densidad de litros a kilos¹¹ debido a la importancia de la estandarización para la medición de la eficacia de la recogida. Esto, a su vez, servirá para calcular el grado de aprovechamiento de los contenedores. La ratio de conversión de litros a kilos es la siguiente:

Tabla A6. Factores de conversión de litros a kilos de la FEMP

Fracción	Kg/m ³	Conversor
Orgánica y restos	100 kg/m ³	0,1
Papel y cartón	35 kg/m ³	0,035
Envases	26 kg/m ³	0,026
Vidrio	500 kg/m ³	0,5

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, en este estudio no separan los residuos orgánicos del resto (residuos no reciclables). Por lo tanto, se ha procedido a completar estos conversores con fuentes internacionales.

Volume to Weight Conversion Ratios for Commercial Office Waste in New York City

Este estudio desarrolla conversores de volumen a peso para fracciones específicas de residuos generados por grandes edificios comerciales de oficinas en el área metropolitana de Nueva York. Define así tres tipos de residuos:

- **Desechos secos de oficina (*Dry Office Waste*):** Compuestos por todos los materiales no reciclables que generalmente se desechan en un entorno de oficina. Estos incluyen:
 - Envoltorios y paquetes alimenticios (envoltorios de sándwiches, snacks)
 - Contenedores de plástico sucios
 - Vasos de café, platos y utensilios de papel sucios

¹¹ FEMP (2004): “No existen unos coeficientes de densidad por tipo de residuos que hayan logrado el consenso no solamente de los gestores de este servicio en los ayuntamientos adheridos al proyecto, sino en general. Además, no hay ningún estudio publicado al respecto que haya conseguido aunar este consenso. No obstante, en este proyecto, hemos logrado calcular una densidad que hemos denominado normalizada, gracias a la colaboración de los técnicos de este servicio y poder ofrecer los coeficientes” (pg. 91).

- Recipientes, paquetes, envoltorios de poliestireno (Styrofoam).
- Servilletas y toallas de papel usadas.
- Restos de comida que aparecen ocasionalmente en los desechos de oficina.
- **Papel mixto** (*Mixed Paper*): Productos de papel reciclables (papeles, carpetas, bolsas de papel, cartulinas, envoltorios de papel).
- **Vidrio/Metal/Plástico** (*Glass/Metal/Plastic*): Este grupo combinado incluye una mezcla de residuos reciclables compuestos por latas de aluminio, botellas de plástico y vidrio y papel de aluminio.

Una vez definidos las fracciones, pasaron a seleccionar 18 edificios comerciales de oficinas en la ciudad de Nueva York, con superficies de entre medio millón y un millón de pies cuadrados (entre 4 a 9 hectáreas, aproximadamente). Cada edificio contaba con diferentes actividades del sector servicios para capturar la heterogeneidad de los residuos de oficina. Acto seguido, recogieron 2.684 bolsas de residuos desglosadas por las tres fracciones de interés y se determinó su peso colocando bolsas de tamaño promedio llenas en un contenedor de una yarda cúbica (CY). De esta manera, se calcularon los promedios de bolsas por CY basándose en los datos recolectados y se utilizó esta información para establecer ratios de conversión de litros a kilos para cada tipo de material. A continuación, se muestran los resultados:

Tabla A7. Factores de conversión de litros a kilos de los residuos de oficina de Nueva York

				Conversión a unidades UE:
Fracción	Peso bolsa promedio (CY)	Bolsas por CY	Conversor (Lbs por CY)	Conversor (Kg/Litro)
Desechos secos de oficina	10	7,4	73	0,043
Papel mixto	16	10,7	172	0,102
Vidrio/Metal/Plástico	9	12	113	0,067

Fuente: Elaboración propia

Para complementar los coeficientes de conversión de la FEMP, **se propone el uso del coeficiente de conversión de los Desechos secos de oficina para captar la fracción Resto** de interés en este estudio. La definición de la fracción Resto categoriza estos residuos como aquellos que no estén sujetos a recogidas separadas por parte de los entes locales (MITECO).

Debido a que este estudio contempla los residuos generados por actividad económica, se considera apropiado paralelizar los desechos secos de oficinas de distinta tipología con los residuos no reciclables generados por distintos locales económicos.

Volume-to-Weight Conversion Factors: U.S. Environmental Protection Agency (EPA)

Este documento de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA), presenta factores de conversión como parte de una guía para facilitar la comparación estandarizada de los recursos utilizados en la gestión de los residuos a nivel local y regional. Actualiza los valores inicialmente publicados en 1997 e incorpora medidas de datos recientes para residuos reducidos en tamaño y peso con los años, como los envases de plástico, vidrio y metal. La metodología utilizada para calcular la conversión de cada residuo no se detalla.

El documento incluye datos para 15 categorías de residuos que se subdividen dependiendo cómo se gestiona cada material. Por tanto, hay que considerar que las conversiones de litros a kilos se hacen a un nivel más micro que las fracciones de este estudio.

No obstante, encontramos datos de conversión que servirían para complementar a las ratios de la FEMP: **los factores de conversión de los residuos orgánicos**, separados de la fracción Resto. A continuación, se expone en la tabla 3.

Tabla A8. Coeficientes de conversión de litros a kilos de la EPA de los residuos orgánicos

			Conversión a unidades UE:
Fracción	Volumen	Peso estimado (Lbs)	Convertor (Kg/litro)
Orgánico			
Aceites	55 galones	412	0,898
Orgánicos (comerciales)	1 yarda cúbica	135	0,0801
Orgánicos separados (comercial)	1 yarda cúbica	1000	0,593
Residuos alimenticios (restaurantes)	1 yarda cúbica	393	0,235
Residuos alimentarios	1 yarda cúbica	463	0,275
Residuos alimentarios	1 pie cúbico	22 - 45	0,352 - 0,721

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Las fracciones de residuos orgánicos se subdividen en fracciones más pequeñas que dependen del método de gestión y recogida (orgánicos separados/orgánicos) y de la localización en la que se recoge dicha fracción (comercial/restaurante/universidad). Además, también se ofrecen diferentes medidas de volumen para los residuos alimentarios, quizá debido al distinto almacenamiento de unos u otros residuos.

A pesar de esta disparidad, se observa que, a excepción de las fracciones orgánicas separadas y los aceites, que en España se gestionan por separado, los valores de conversión giran en torno al 0,08 y el 0,3. Contrastándolos con los factores de conversión para Orgánicos/Resto de la FEMP (Tabla 1), se comprueba que los valores son similares: en la FEMP el factor es de 0,1 mientras que en la EPA se encuentra entre 0,08 y 0,3.

Por tanto, se propone hacer un promedio de estos valores para capturar la heterogeneidad de la fracción de residuos Orgánica.

Propuesta final

Tras esta revisión sistemática de las fuentes internacionales y nacionales seleccionadas, se presentan los factores de conversión para el presente estudio, dividido por las fracciones de residuos de interés:

Tabla A9. Conversores finales y sus fuentes

Fracción	Conversor	Fuente
Orgánica	0,1967 ¹²	EPA
Papel y cartón	0,035	FEMP
Envases	0,026	FEMP
Vidrio	0,5	FEMP
Restos	0,043	Nueva York

Fuente: Elaboración propia

¹² Se obtiene este valor tras el cálculo del promedio de los valores orgánicos de la EPA. Como se ha explicado anteriormente, se han excluido del cálculo los valores de los aceites y los residuos orgánicos separados comerciales.