



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Gandia

Estudio sobre la implantación del servicio de recogida de
residuos puerta a puerta en Benicàssim

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ciencias Ambientales

AUTOR/A: Gimeno Vilariño, Miguel

Tutor/a: González Romero, Juan Andrés

Cotutor/a: Mengual Cuquerella, Jesús

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ciencias Ambientales



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Estudio sobre la implantación del
servicio de recogida de residuos
puerta a puerta en el municipio de
Benicàssim”

Trabajo Final de Grado

Autor: **Miguel Gimeno Vilariño**

Tutor: **Juan Andrés González Romero**

Co-tutor: **Jesús Mengual Cuquerella**

Gandía, 2022

Índice

1.	Introducción.....	1
2.	Objetivo	2
3.	Legislación aplicable	3
3.1.	Marco Europeo.....	3
3.2.	Marco Estatal	5
3.3.	Marco Autonómico.....	5
4.	Características de los residuos municipales.....	6
4.1.	Concepto de residuo.....	6
4.2.	Tipos de clasificación de los Residuos	6
4.2.1.	Clasificación según su origen	6
4.2.2.	Clasificación según fracciones.....	7
4.2.3.	Clasificación según su degradabilidad	10
4.3.	Composición de los Residuos Municipales	10
4.4.	Producción de Residuos Municipales	11
5.	Casos de éxito	12
5.1.	Usurbil (Guipúzcoa).....	12
5.2.	Cerdeña (Italia)	13
6.	Ámbito de aplicación	15
6.1.	Estructura urbana y entorno	15
6.1.1.	Casco urbano (I).....	15
6.1.2.	Zona de las Villas (II)	16
6.1.3.	Zona del Polígono Industrial (III).....	17
6.1.4.	Zonas de las Urbanizaciones (IV).....	17
6.2.	Demografía.....	18
7.	Campaña de concienciación	20
8.	Ordenanza municipal	20
8.1.	Competencias de las entidades locales	20
8.2.	Propuesta de modificación de la Ordenanza Municipal	21
9.	Modelo de gestión propuesto	22
9.1.	Estimación de la generación de residuos	22
9.2.	Recogida Selectiva de Residuos Puerta a Puerta	25
9.2.1.	Contenerización.....	25
9.2.2.	Instalación de los contenedores y cubos	27
9.2.3.	Sistema de reconocimiento de cubos.....	28
9.2.4.	Sistema de recogida Carga Trasera.....	28

9.2.5.	Estimación de la maquinaria necesaria.....	29
9.2.6.	Maquinaria propuesta	31
9.2.7.	Organización de recursos propuesta.....	33
9.2.8.	Observaciones.....	34
9.3.	Rutas de recogida propuestas.....	35
9.4.	Resto de fracciones	35
9.5.	Sistema de Recogida de Voluminosos y Poda propuesto	36
10.	Presupuesto estimado.....	37
10.1.	Maquinaria	37
10.2.	Personal.....	37
10.3.	Contenerización	38
10.4.	Sistema de reconocimiento de cubos	38
10.5.	Campaña de concienciación	39
10.6.	Resumen del presupuesto	39
11.	Conclusiones.....	41
12.	Bibliografía	42
13.	Anexos.....	44
13.1.	Anexo 1. Estudio del servicio puerta a puerta en Benicàssim (cálculos y estimaciones).....	44
13.2.	Anexo 2. Presupuesto estimado para la implantación del servicio	44
13.3.	Anexo 3. Propuesta de modificación de la ordenanza municipal	44
13.4.	Anexo 4. Plano de Zonificación y planos de Rutas.....	44

Resumen

El alto grado de consumo de la sociedad contemporánea supone una gran generación de residuos. La gestión y valorización de estos es importante para la sostenibilidad del planeta, como marca el plan europeo "Green Deal".

Dado al éxito que ha supuesto la implantación de este tipo de servicio de recogida para el aumento en la tasa de reciclaje en numerosos municipios, se pretende hacer un análisis de diferentes aspectos para estudiar su implantación en el municipio de Benicàssim, que actualmente dispone de un servicio convencional de recogida.

En concreto, se han estudiado las características del municipio, tanto a nivel estructural como de variación de la población, calcular la generación de residuos de la población y en qué porcentaje se genera cada fracción para, después, estimar la cantidad de recursos necesarios, como maquinaria, empleados y contenedores y cubos necesarios. Para todos estos recursos se ha estimado un presupuesto. Además, se han trabajado otros aspectos ligados a la implantación del servicio como campañas de información, una propuesta de modificación de la ordenanza municipal de residuos, y distintos planos, los cuales representan las diferentes zonas de la población y todas las rutas a seguir por los vehículos recolectores para cubrir el servicio.

Palabras clave: Residuos domésticos, Recogida puerta a puerta, Reciclaje, Sostenibilidad

Resum

L'alt grau de consum de la societat contemporània suposa una gran generació de residus. La seva gestió i valorització és important per a la sostenibilitat del planeta, com marca el pla europeu "Green Deal".

Atès l'èxit que ha suposat la implantació d'aquest tipus de servei de recollida per a l'augment de la taxa de reciclatge a nombrosos municipis, es pretén fer una anàlisi de diferents aspectes per estudiar-ne la implantació al municipi de Benicàssim, que actualment disposa d'un servei convencional de recollida.

En concret, s'han estudiat les característiques del municipi, tant a nivell estructural com de variació de la població, calcular la generació de residus de la població i en quin percentatge es genera cada fracció per després estimar la quantitat de recursos necessaris, com maquinària, empleats i contenidors i cubs necessaris. Per a tots aquests recursos, s'ha estimat un pressupost. A més, s'han treballat altres aspectes lligats a la implantació del servei com a campanyes d'informació, una proposta de modificació de l'ordenança municipal de residus, i diferents plànols, els quals representen les diferents zones de la població i totes les rutes a seguir pels vehicles recol·lectors per cobrir el servei.

Paraules clau: Residus domèstics, Recollida porta a porta, Reciclatge, Sostenibilitat

Abstract

The high level of consumption in contemporary society means that a large amount of waste is generated. The management and recovery of this waste is important for the sustainability of the planet, as set out in the European "Green Deal" plan.

Given the success of the implementation of this type of collection service in increasing the recycling rate in many municipalities, the aim is to analyse different aspects in order to study its implementation in the municipality of Benicàssim, which currently has a conventional collection service.

Specifically, the characteristics of the municipality have been studied, both structurally and in terms of population variation, to calculate the generation of waste in the population and the percentage of each fraction generated, and then to estimate the amount of resources required, such as machinery, employees and the containers and bins needed. A budget has been estimated for all these resources. In addition, other aspects linked to the implementation of the service have been worked on, such as information campaigns, a proposal for the modification of the municipal waste ordinance, and different maps, which represent the different areas of the town and all the routes to be followed by the collection vehicles to cover the service.

Key words: Household waste, Door-to-door collection, Recycling, Sustainability.

1. Introducción

La protección del medio ambiente es uno de los principales desafíos de la sociedad moderna. El objetivo es prevenir la degradación cada vez más grave del planeta en el que vivimos. Este es el resultado del desarrollo egoísta y la explotación totalmente descontrolada de recursos naturales en su mayoría no renovables y, al igual que el desarrollo urbano, muchas veces adquieren un carácter anárquico.

Una de las consecuencias de esta evolución comentada es la generación de residuos. Durante la mayor parte de la historia humana, los desechos han sido asimilados por el medio ambiente, porque no se producen en grandes cantidades como hoy en día y su naturaleza, predominantemente orgánica, ha facilitado el proceso de asimilación por el propio medio.

La problemática de los residuos comienza no solo en términos de la cantidad de residuos generados, sino también en términos de la calidad de los residuos, debido al crecimiento de la población y el desarrollo de la sociedad moderna. En las civilizaciones primitivas y rurales, las materias primas utilizadas eran tan sencillas y apenas modificadas que los residuos producidos por su uso se absorben natural y fácilmente. Por otro lado, el surgimiento de sociedades urbanas e industriales que utilizan y transforman las materias primas ha producido residuos que son difíciles de asimilar por los ecosistemas.

El grado en el que se transforman los materiales en la sociedad contemporánea ha llevado a la aparición de materiales nuevos y productos que derivan en desechos que nunca antes habían existido en la naturaleza y, por lo tanto, en cierto modo no pueden ser eliminados y reciclados. Por lo tanto, la fase final de la vida del material es mucho más larga, permaneciendo en el medio ambiente durante cientos o incluso miles de años.

Con tales desarrollos sociales en todo el mundo y el alto grado de consumo, especialmente en los países desarrollados, el estado de este planeta es motivo de preocupación, ya que acabamos consumiendo más recursos de los que el planeta nos puede proveer y se generan más residuos de los que el planeta puede asimilar. Por tanto, gestionar todos los residuos que derivan de este alto consumo y cómo se generan juega un papel importante en la recuperación del planeta. [1]

Es por esto y por la situación en la que nos encontramos por lo que tenemos que cambiar la manera en las que hacemos las cosas para no seguir dañando el planeta y para, además, corregir el daño que ya está hecho en la medida de lo posible. La gestión de los residuos es una manera relativamente sencilla para hacer frente a los desafíos ambientales y con el compromiso y responsabilidad ambiental de los municipios se pueden dar grandes pasos en esta carrera.

2. Objetivo

El presente proyecto tiene como objeto proponer una modificación del sistema de recogida de residuos del municipio de Benicàssim, que viene siendo un sistema convencional con contenedores distribuidos en los viales de la población. Para ello, se propone implementar el servicio de recogida puerta a puerta ya que se ha demostrado en varios casos ser el más adecuado para aumentar la tasa de reciclaje en municipios y así cumplir los objetivos marcados por el gobierno europeo.

Para poder alcanzar el objetivo principal, se ha propuesto los siguientes objetivos secundarios:

- Analizar las características del municipio y diferenciar sus zonas para conocer bien las necesidades del municipio.
- Estudiar bien la generación de residuos actual y estimar la generación de residuos que resultaría con la implantación del servicio puerta a puerta, introduciendo en el municipio la fracción orgánica.
- Realizar un recuento de las viviendas existentes en el municipio para estimar la cantidad de contenedores de cada tipo que hacen falta.
- Calcular los recursos necesarios (principalmente maquinaria y operarios) a partir de la estimación de la generación de residuos y de la densidad de población que podemos tener en cada zona
- Diseñar el servicio de recogida y las rutas que van a realizar los vehículos recolectores a lo largo de todo el período anual, incluyendo la temporada estival donde la población alcanza su máximo.

3. Legislación aplicable

Debido a los problemas y retos ambientales que afectan a la totalidad del planeta, los gobiernos han formulado legislaciones y normativas para lograr cambiar los hábitos de la sociedad y los métodos de producción y de este modo lograr un impacto menor sobre el medio ambiente para conseguir así la neutralidad climática, es decir, conseguir emisiones netas iguales o inferiores a cero, alcanzando el equilibrio entre la cantidad de gases liberados a la atmósfera de efecto invernadero y la cantidad retirada por otras vías, lo que supone un balance cero. Por lo tanto, para frenar el cambio climático, alcanzar este balance neutro es el principal objetivo que debemos lograr. Como otro tipo de actividades, los hábitos de consumo de la sociedad, la generación y la manera en la que se gestionan los residuos tienen una relación estrecha con los gases nocivos emitidos a la atmósfera, siendo las principales fracciones los plásticos y envases y la materia orgánica.

En cuanto a los residuos orgánicos, su proceso de degradación supone una fuente de emisiones importante, dando lugar a impactos en el medio ambiente en ámbito regional (acidificación, eutrofización) y global (cambio climático, reducción de la capa de ozono). Sin embargo, dada la heterogénea naturaleza de este tipo de residuos, en el proceso de tratamiento es inevitable la generación de principalmente metano, amoníaco y óxido nítrico, que se emiten a la atmósfera en estado gaseoso. Por este motivo, el tipo de tratamiento y las condiciones en las que se realiza tienen un papel fundamental en la magnitud y la cantidad en la que son generados estos gases. Es por esto por lo que en la gestión sostenible de los residuos orgánicos es importante tratar de minimizar estas emisiones y, al mismo tiempo, garantizar un valor al producto final tras su compostaje. [2]

Por su parte, la producción de materiales plásticos genera emisiones de gases de efecto invernadero suponiendo entre un 30% y un 40% a nivel global. Del mismo modo, la incineración de estos desprende sustancias químicas y tóxicas que pueden llegar a ser cancerígenas, las cuales acaban en la atmósfera y la contaminan. Los metales pesados, el monóxido y dióxido de carbono, las dioxinas o los furanos son algunos de las principales sustancias dañinas. Por estas causas lo mejor que podemos hacer es directamente no hacer uso de los plásticos, principalmente los de un solo uso, o en caso de utilizarlos, realizar un correcto reciclaje y gestión tras ser consumidos, permitiendo así su reutilización y evitando su incineración y la extracción de más recursos fósiles.

Se han considerado las normativas las cuales es importante su cumplimiento en el desarrollo del proyecto.

3.1. Marco Europeo

En respuesta a este problema, la Unión Europea (UE) ha desarrollado un plan de acción para lograr una neutralidad climática para 2050, proteger el medio ambiente y mejorar la competitividad mediante una economía circular. Conocido como el “Green Deal” o el “Pacto Verde”, el plan contiene una serie de directivas y objetivos que todos los estados miembros deben alcanzar y cumplir. La UE ha establecido dos fechas esenciales para el plan: 2050, donde se prevé la neutralidad, y 2030, donde se fijan objetivos intermedios. La idea detrás de todo este programa es hacer que la economía de la UE

sea sostenible, creando así oportunidades de empleo y permitiendo que Europa crezca sin depender de las importaciones de materias primas, alcanzando la autosuficiencia. [3]

El Green Deal solo puede tener éxito si todos los sectores económicos y financieros y todos los ciudadanos están alineados en la misma dirección. También estipula que la aplicación del Pacto Verde se basa en la implementación de la llamada economía circular, lo que supone un programa económico destinado a asegurar todos los recursos permanezcan en el sistema mientras sea posible, como materias primas, energía, agua y productos. Para la economía circular es fundamental utilizar las llamadas tres R: reducir, reutilizar y reciclar.

Las principales medidas contra el cambio climático en el Green Deal incluyen:

- Legislación climática europea que establece objetivos de neutralidad climática para 2050.
- Un acuerdo climático europeo que fomente la participación de los ciudadanos y de todos los sectores de la sociedad en la lucha contra el cambio climático.
- Un objetivo climático para 2030 prevé reducir nuestras emisiones netas de gases de efecto invernadero en al menos un 55 %.
- La nueva Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la UE tiene como objetivo transformar Europa en una sociedad resistente a este cambio, totalmente adaptada a los impactos inevitables del cambio climático, para 2050.

En la UE, cada año se generan más de 2.500 millones de toneladas de residuos, fundamentalmente en los hogares. Los diputados europeos animan a los países de la UE a aumentar la calidad del reciclaje, eliminar los vertederos y reducir la incineración. Por lo tanto, las directrices y los objetivos se establecen en la Directiva (UE) 2018/851, que modifica la Directiva 2008/98/CE sobre residuos. Esta Directiva tiene por objeto proteger el medio ambiente y la salud humana evitando o minimizando la generación de residuos y los impactos negativos que derivan de la generación y gestión de residuos, reduciendo el uso general de los recursos y mejorando su eficiencia y así garantizar la competitividad a largo plazo de la Unión. Los objetivos establecidos en la Directiva Europea sobre gestión de residuos a largo plazo, aplicable a todos los países miembros, son:

- para 2025, se incrementará la preparación para la reutilización y el reciclaje de residuos municipales como mínimo en un 55 % en peso.
- para 2030, se incrementará la preparación para la reutilización y el reciclaje de residuos municipales como mínimo en un 60 % en peso.
- para 2035, se incrementará la preparación para la reutilización y el reciclaje de residuos municipales como mínimo en un 65 % en peso.

La dificultad para alcanzar estos objetivos será diferente en cada país miembro, ya que la concienciación y el trabajo ya realizado por parte de algunos les da bastante ventaja en este aspecto. Es por esto por lo que la participación individual de cada ciudadano y el esfuerzo de las Administraciones, tanto estatales como locales, es muy importante para alcanzar dichas ratios de reciclaje.

3.2. Marco Estatal

Con el mismo objetivo, el Estado ha impulsado una estrategia llamada España Circular 2030, basándose en los objetivos marcados por la UE. Esta estrategia describe las bases para alcanzar un modelo de producción y consumo renovado en el cual los recursos materiales y productos permanezcan en el sistema económico el mayor tiempo posible, en la que los residuos generados se reduzcan y aquellos en los que su fabricación y utilización sea necesaria se aprovechen y se revaloricen en la mayor medida posible. De esta manera, esta estrategia pretende conseguir una economía sostenible, descarbonizada, competitiva y con un uso eficiente de los recursos. [4]

Además, el Estado aprobó la Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados, la cual tiene el siguiente objeto:

“La Ley tiene por objeto sentar los principios de la economía circular a través de la legislación básica en materia de residuos, así como contribuir a la lucha contra el cambio climático y proteger el medio marino. Se contribuye así al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, incluidos en la Agenda 2030 y en particular a los objetivos 12 –producción y consumo sostenibles–, 13 –acción por el clima– y 14 –vida submarina–. Asimismo, en el ámbito de su contribución a la lucha contra el cambio climático, esta ley es coherente con la planificación en materia de energía y clima.” [5]

3.3. Marco Autonómico

En cuanto a nivel autonómico la norma que regula actualmente la gestión de residuos es la Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de residuos de la Comunidad Valenciana. Los objetivos generales de esta ley son:

- a) Garantizar la gestión de residuos de manera que no suponga un peligro para la salud, mejorando así la calidad de vida de los valencianos.
- b) Priorizar aquellas actuaciones que deriven en reducción y prevención de generación de residuos y su peligrosidad.
- c) Alcanzar un alto nivel de protección, empleando métodos y procedimientos sin provocar molestias o incomodidad por olores o ruido, sin atentar contra paisajes y lugares de interés y sin perjudicar al medioambiente suponiendo riesgos para la fauna, la flora, el suelo, el aire y el agua.
- d) Innovación y desarrollo de herramientas de planificación y control para favorecer la suficiencia, eficiencia y seguridad a la hora de realizar actividades relacionadas con la gestión de residuos.
- e) Promover la participación de los ciudadanos en el desarrollo de las actividades de gestión de residuos, manteniéndolos siempre informados sobre la acción pública

Por otra parte, ante la necesidad de adaptar el marco jurídico valenciano para dar cumplimiento a la legislación y los objetivos estratégicos tanto europeos como estatales en materia de residuos y economía circular, se considera oportuno y necesario adoptar una nueva legislación a nivel autonómico, naciendo así la propuesta de la Ley para la prevención de residuos, transición ecológica y fomento de la economía circular en la Comunidad Valenciana, para garantizar la seguridad jurídica de todos los agentes, públicos y privados, implicados y potencie la eficacia de las políticas públicas en estas materias. Aunque todavía no ha sido aprobada.

4. Características de los residuos municipales

En este capítulo se hará una explicación de qué podemos considerar residuos municipales y las diferentes formas de clasificarlos.

4.1. Concepto de residuo

Según lo dispuesto en la Ley 7/2022 podemos definir como residuo:

- Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.
- Residuos municipales:
 - 1) Los residuos mezclados y los residuos recogidos de forma separada de origen doméstico, incluidos papel y cartón, vidrio, metales, plásticos, biorresiduos, madera, textiles, envases, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, residuos de pilas y acumuladores, residuos peligrosos del hogar y residuos voluminosos, incluidos los colchones y los muebles,
 - 2) los residuos mezclados y los residuos recogidos de forma separada procedentes de otras fuentes, cuando esos residuos sean similares en naturaleza y composición a los residuos de origen doméstico.

Los residuos municipales no comprenden los residuos procedentes de la producción, la agricultura, la silvicultura, la pesca, las fosas sépticas y la red de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales, incluidos los lodos de depuradora, los vehículos al final de su vida útil ni los residuos de construcción y demolición.

4.2. Tipos de clasificación de los Residuos

A continuación, se detallan tres tipos de clasificaciones de residuos las cuales se han considerado relevantes para el estudio.

4.2.1. Clasificación según su origen

Dependiendo el origen de los residuos éstos pueden presentar unas características muy variadas. Es por esto por lo que es importante hacer una clasificación.

4.2.1.1. Residuos domésticos

Aquellos residuos generados en el hogar como consecuencia de la actividad doméstica. También se incluyen residuos de equipos electrónicos y eléctricos, prendas de vestir, acumuladores, pilas, todo tipo de muebles y enseres y los residuos y escombros de procedencia doméstica en obras menores de construcción.

4.2.1.2. Residuos comerciales

Los generados en tiendas, mercados, supermercados, restaurantes, oficinas, hoteles, almacenes, etc.

La composición puede ser similar a los residuos de tipo doméstico ya que existen muchos parecidos como restos de comida, papel, cartón, plástico, textiles, cuero, madera, vidrio, metales, cenizas, hojas, muebles, electrodomésticos, etc. Además, también encontramos residuos más problemáticos como baterías, aceite, neumáticos y residuos peligrosos.

Este factor se ve compensado por la variedad de actividades que pueden realizar las empresas. Algunas, como las tiendas de electrónica, generan envases, piezas metálicas y nada o prácticamente nada de residuos orgánicos y vegetales, mientras que, por el contrario, establecimientos como supermercados, pescaderías, verdulerías o carnicerías sí que generaran residuos de estas características.

Por otro lado, es necesario estudiar casos comerciales individuales en los que los residuos generados puedan ser perjudiciales para la gestión general de residuos, como talleres de vehículos, tintorerías, etc.

4.2.1.3. Residuos Institucionales

Se producen en instalaciones públicas como edificios gubernamentales, escuelas, centros médicos, prisiones y oficinas. La composición puede ser muy similar a los residuos comerciales, a exceptuar los residuos sanitarios tienen ciertas propiedades particulares.

4.2.1.4. Residuos de Servicios Municipales

Derivados de trabajos de mantenimiento de la ciudad: residuos de limpieza de calles, días de mercado, deshechos del servicio de jardinería municipal, cadáveres de animales, vehículos abandonados. Forman residuos generalizados del que todos somos responsables.

4.2.1.5. Residuos de Plantas de Tratamiento

Los servicios comunitarios, como las plantas de tratamiento de residuos o las estaciones de depuración de aguas residuales, también generan residuos, a veces en grandes cantidades. Pese a no ser gestionados sistemáticamente por los servicios de recogida, pero pueden considerarse residuos municipales.

4.2.2. Clasificación según fracciones

Se trata de la clasificación más habitual. A continuación, se explican detalladamente las características de cada fracción.

4.2.2.1. Fracción Orgánica (Biorresiduos)

Los biorresiduos, como su nombre indica, son residuos orgánicos biodegradables que provienen de animales y/o vegetales, los cuales pueden sufrir degradación biológica. Desde un enfoque de los residuos domésticos y su gestión, podemos dividir los residuos orgánicos en:

“Estudio sobre la implantación del servicio de recogida de residuos puerta a puerta en el municipio de Benicàssim”

- Fracción Orgánica (FO), conformada por:
 - Restos de la elaboración, preparación y manipulado de comidas o productos alimenticios, alimentos en mal estado, restos de cualquier comida y excedentes a nivel comercial o industrial. Por supuesto, siempre previamente separados de su envase o embalaje
 - Restos procedentes de la poda o de la jardinería de carácter vegetal, de pequeño tamaño y no leñosas (flores en mal estado, hojarasca, pequeñas ramas de poda, césped, etc.). Esta fracción de residuos orgánicos puede gestionarse junto con los restos de comida o de manera independiente, según el nivel de generación y el diseño de los sistemas de recogida.
- Poda, constituida por los restos vegetales de actividades de jardinería y poda de tipo leñoso y un tamaño más grande. Debido a sus características y sus dimensiones, esta fracción requiere una gestión específica.

4.2.2.2. *Fracción Envases*

Es considerado envase cualquier producto compuesto por materiales de naturaleza variada que se utiliza para contener, proteger, guardar o almacenar algún producto, formando parte de este. Además, también sirve como distinción respecto a otros artículos. Por lo tanto, el envase es cualquier embalaje, lata, caja o recipiente para contener algún producto, artículo o materia. [6]

Por lo tanto, el residuo de envase es aquel envase el cual su poseedor tenga la intención o la obligación de desprenderse según la normativa vigente. Principalmente existen tres grupos de envases, dependiendo de los materiales que lo forman y su posterior reciclaje:

- Envases de plástico. Se trata de compuestos poliméricos artificiales o naturales, mayoritariamente, que han sido transformados para obtener su forma mediante cambios de temperatura y de presión.
- Envases metálicos. Básicamente este grupo está formado por latas de aluminio, hierro o latón que normalmente contienen alimentos de cualquier tipo. Los aerosoles también están incluidos en este grupo.
- Envases mixtos, que se componen por varios materiales.
 - Briks o Tetrabriks. Principalmente, estos envases están compuestos por cartón, pero además contienen pequeñas cantidades de aluminio y/o plástico. Se utilizan mayoritariamente para contener productos líquidos o semilíquidos. Es importante no asimilar estos envases a la fracción de papel y cartón.
 - Otros envases mixtos. Estos se componen por diferentes materiales como plástico y papel o plástico y aluminio.

4.2.2.3. *Papel y Cartón*

El papel y el cartón se fabrican mayoritariamente a partir de fibras de celulosa de especies vegetales o a partir de papel y cartón reciclado. Los residuos habitualmente aceptados en los servicios de recogida municipales son:

“Estudio sobre la implantación del servicio de recogida de residuos puerta a puerta en el municipio de Benicàssim”

- Periódicos, revistas, folios, sobres, cuadernos, etc. Deben evitarse componentes metálicos, como espirales o grapas, que acompañan a estos residuos.
- Cajas de cartón, envases de papel, hueveras, etiquetas, etc.

Ya que dificultan el proceso de reciclaje, no se aceptan en la recogida residuos como: papel plastificado, servilletas y papel usado, fotografías, papel carbón, etc.

4.2.2.4. Vidrio

El vidrio hace referencia a los envases con alto contenido en vidrios de silicatos. Es un material inorgánico duro, transparente, amorfo y frágil el cual se utiliza para botellas y envases, ventanas, lunas y una amplia variedad de productos. [7] Existen principalmente tres grupos en los que se pueden agrupar los residuos de vidrio:

- o Vidrios de envase no reutilizable, como botes, botellas y frascos. Este grupo de residuos se gestiona a través de Ecovidrio y el Sistema Integrado de Gestión de envases de vidrio, y los que los producen están obligados a financiar su recuperación una vez utilizados. Los residuos de este grupo deben incluir en sus etiquetas el Punto Verde para saber que forman parte de este sistema.
- o Vidrio de envase reutilizable, como botellas de refrescos, vinos, cervezas, aguas, etc. Este grupo de residuos vidriosos dispone de un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR) para garantizar la reutilización de estos productos en establecimientos de restauración y hostelería, pese a que en actividades comerciales todavía se ofrece estos productos a particulares.
- o Vidrio no envase, como utensilios utilizados en hogares (vasos, platos, frascos, etc.) o elementos para la construcción y decoración (ventanas, puertas, mamparas, etc.). Los residuos de este grupo se gestionan a través de puntos limpios, recuperadores de vidrio, gestores de construcción o, en última instancia, a través de la fracción resto.



4.2.2.5. Fracción Resto

Esta fracción contiene todos aquellos residuos de origen doméstico que se obtienen una vez realizada la separación en las otras fracciones recogidas por el servicio municipal. Esta fracción puede contener materiales que todavía pueden ser valorizables dependiendo del nivel de calidad de separación del resto de fracciones.

Esta fracción suele ser la de mayor frecuencia de recogida, especialmente si los niveles de recogida selectiva no son elevados. No obstante, en los sistemas de recogida puerta a puerta la recogida suele estar limitada a un día por semana ya que una vez separadas las otras fracciones de forma correcta, la cantidad de residuos de la fracción resto es muy baja. [8]

4.2.3. Clasificación según su degradabilidad

Esta clasificación guarda estrecha relación con la materia orgánica, la cual se introduce en el servicio de recogida. A continuación, se definen los dos tipos que podemos encontrar.

4.2.3.1. *Residuos orgánicos*

Se componen de materiales perecederos derivados de plantas, animales y alimentos. Frutas y verduras, sobras de alimentos, papel. Estos son biodegradables, lo que significa que tienen la capacidad de fermentar y desencadenar procesos de descomposición. Se trata de residuos muy reciclables ya que se pueden reutilizar incorporándolos al ciclo natural. [9]

4.2.3.2. *Residuos inorgánicos*

Son residuos los cuales su composición no contiene elementos orgánicos. Estos incluyen desechos como plásticos, botellas, metales, latas y otros artículos domésticos que tardan mucho en descomponerse o no se descomponen. Por esta razón se consideran no biodegradables. Estos residuos no son necesariamente inservibles o valorizables ya que existen muchas formas de recuperarlos o reutilizarlos.

4.3. Composición de los Residuos Municipales

Dentro de los residuos municipales o urbanos podemos encontrar una enorme variedad de materiales los cuales deben conocerse en profundidad para gestionarlos adecuadamente. La evolución que ha experimentado la sociedad ha hecho que los residuos orgánicos, que ha sido tradicionalmente la fracción mayoritaria, hayan dado paso a nuevos tipos de residuos, concretamente envases y embalajes.

El análisis de la composición de los residuos refleja el estilo de vida, alimentación y consumo de la población del territorio objeto de estudio. También, dependiendo de la cultura, el clima y el desarrollo económico de cada país, la producción y composición de los residuos es diferente. [10]

Según el Plan Nacional de Residuos Urbanos (PNRU) 2000 - 2006, la producción media en España de los distintos componentes de los residuos urbanos es la mostrada en la figura 1.

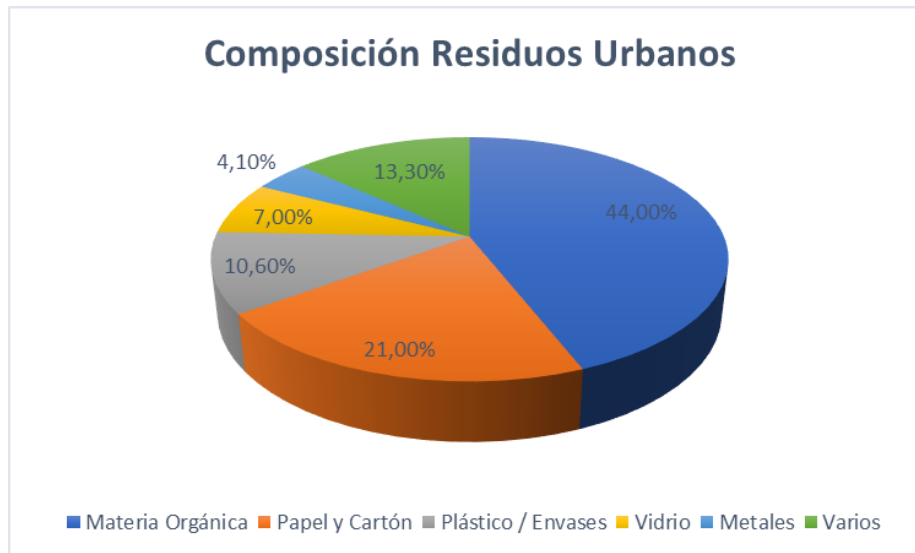


Figura 1. Composición media de los residuos municipales en España
Fuente: Plan Nacional de Residuos Urbanos (PNRU)

4.4. Producción de Residuos Municipales

La producción unitaria, también conocida como tasa de generación de residuos, constituye un indicador ambiental en cuanto a la intensidad de producción de residuos de un territorio. Como otros indicadores, es muy útil para comparar producciones entre municipios, regiones o países.

Normalmente se expresa mediante las unidades kilos por habitante y día o kilos por habitante y año. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) la tasa de generación en nuestro país en el año 2016 es de 471 kilos por habitante y año o, lo que es lo mismo, 1,29 kilos por habitante y día. Esta tasa de generación se ha empleado en el estudio para estimar la generación de residuos en el municipio.

5. Casos de éxito

Después de comprobar que diferentes municipios han mejorado sensiblemente la tasa de recuperación de residuos con el sistema puerta a puerta, a continuación se exponen dos casos de éxito.

5.1. Usurbil (Guipúzcoa)

Usurbil se trata de un municipio del País Vasco, implantado en las orillas del río Oria, está situado a unos diez kilómetros de la ciudad de San Sebastián. Usurbil pertenece a la mancomunidad de San Marcos junto con otros municipios. Es un municipio que cuenta con diversos núcleos urbanos, y una zona extensa de caseríos. También dispone de barrios tanto con urbanismo horizontal como vertical.

En marzo de 2009 se establecieron en Usurbil cuatro fracciones para su recogida puerta a puerta: residuos orgánicos, envases, cartón y papel y fracciones resto con la finalidad de reducir la generación y conseguir un alto nivel de recogida selectiva. El contenedor verde de vidrio es el único que permanece en las calles de Usurbil. Los residuos restantes, incluida la materia orgánica, se recogen de puerta en puerta, incluso en las actividades comerciales e industriales del propio municipio. [11]

Los cubos y bolsas se cuelgan, en la calle, fuera de la puerta donde cada vecino tiene un lugar definido para ponerlo. Tiene una ranura grande para contenedores marrones y una ranura más pequeña para bolsas.

El sistema de recolección puerta a puerta se inició con un proceso de participación realizado a finales de 2008. En él, participaron grupos regionales y comunitarios. Las propuestas planteadas se recogieron en un pleno central para determinar las características que debía tener el servicio y las necesidades de Usurbil. Antes del comienzo de la recogida, se realizó una campaña en los medios diversificando la comunicación (carteles, sitios web, publicaciones en canales habituales). Al mismo tiempo, empresas y escuelas estuvieron realizando campañas de comunicación y habilitando oficinas de información in situ para informar sobre los sistemas de recogida y resolver dudas y problemas. [12]

En adición a esto, el Municipio de Usurbil está promoviendo el autocompostaje y ofrece un descuento especial en el impuesto de residuos de un 40% a aquellas viviendas que tengan terreno y realicen compostaje doméstico. También se han habilitado espacios para que las familias sin terreno puedan hacer compost comunitario. Alrededor del 20% de los hogares practican el autocompostaje, lo que supone una disminución del volumen de residuos orgánicos a la hora de realizar el servicio y, además, éstos se reintroducen en el ciclo natural.

Tras la implantación del sistema de recogida puerta a puerta, el porcentaje de recogida selectiva pasó del 28% en 2008 al 80% en 2010, cambio notable para tratarse de sólo dos años. En 2018, Usurbil registró un porcentaje de recogida selectiva del 84,75%. En la figura 2 se muestra la evolución de las cantidades de cada fracción recogidas en el municipio en el periodo 2009 - 2018.

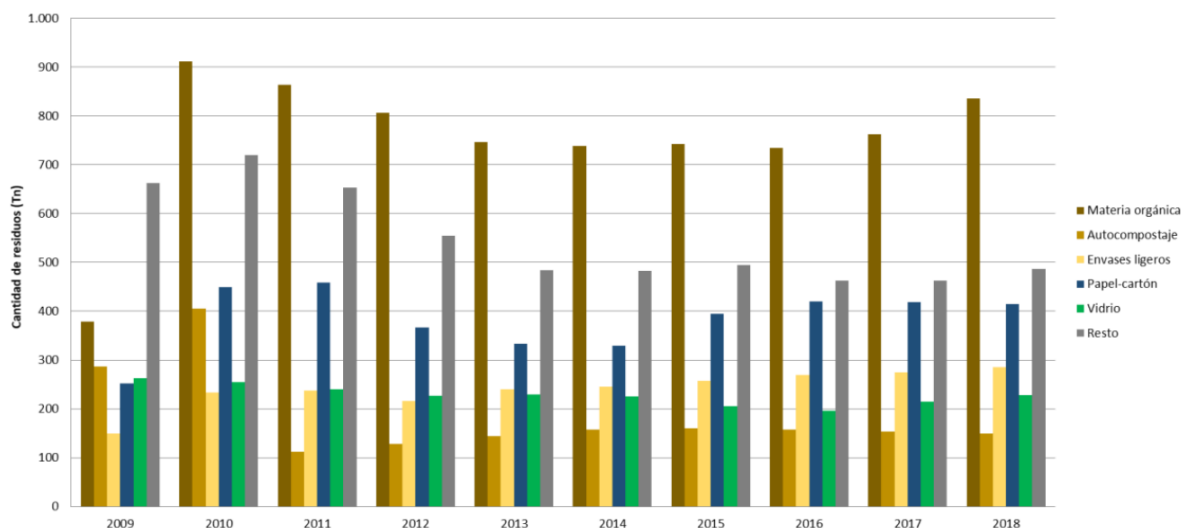


Figura 2. Evolución de la cantidad de residuos recogidos en Usurbil (2009-2018).
Fuente: Institut Cerdà, a partir de datos del Ayto. de Usurbil.

5.2. Cerdeña (Italia)

Cerdeña es una gran isla italiana del mar Mediterráneo de 1,64 millones de habitantes, formada por numerosos municipios y cuya capital es Cagliari. Cerdeña destaca por su gran número de turistas que la visitan a lo largo del año, hecho directamente relacionado con la cantidad de residuos que allí se generan.

Hasta principios de los años 2000 Cerdeña se encontraba en la cola respecto a Italia y Europa en cuanto a gestión de residuos. Su tasa de reciclaje se situaba en un 3,8%, enviando a incineradoras y vertederos todos aquellos residuos que no se recogían selectivamente.

En el año 2004 la Región de Cerdeña estableció un Programa Regional para Desechos Orgánicos incluido en su Plan de Gestión de Residuos, marcando un principio claro: los residuos orgánicos no tratados suponían un peligro, pero si se lograban clasificar y se tratar por separado, podrían beneficiar al medio ambiente. Por lo tanto, el plan pretendía que los residuos orgánicos dejaran de tener un efecto negativo en vertederos y pasasen a ser un componente reciclado positivo para los suelos como compost. Algunas de las principales medidas que presentaba el programa:

- Promoción del sistema de recogida de residuos puerta a puerta como modelo más efectivo para la recogida selectiva.
- Obligatoria recogida selectiva de residuos orgánicos, habiendo objetivos intermedios, con el objetivo de recoger al menos 105 kilos por habitante en 2018.
- Aumento de la tasa de vertederos establecida por el gobierno italiano al máximo, ya que se encontraba en el mínimo, pasando de ser 10 €/tn a 25,8 €/tn.

- Introducció de un sistema que bonificació en la tasa de gestió de residuos que premia a aquells municipis que tenen millor rendiment i tenen un cargo sobre los que están por debajo del objetivo.

A pesar de encontrarse todavía lejos de cifras perfectas, Cerdeña es actualmente la isla del Mediterráneo con los mejores resultados en cuanto a la gestión de residuos, estando por delante de otras regiones italianas y europeas. La importancia que se ha dado a la recogida selectiva de residuos orgánicos junto con los incentivos para reducir la generación de deshechos ha resultado ser efectivo para tener una buena evolución. Los ratios de recogida selectiva también han aumentado año tras año, alcanzando el 60% en 2016 (véase figura 3), con la ambición de alcanzar el 80% para 2022. [13]

Asimismo, la cantidad de residuos generados por cápita han disminuido considerablemente, pasando de 520 kilos por habitante en 2003 a 443 kilos por habitante en 2016. Además, la fracción resto ha tenido una importante disminución, pasando de 500 kilos por persona en 2003 a 176 kilos por persona en 2016.

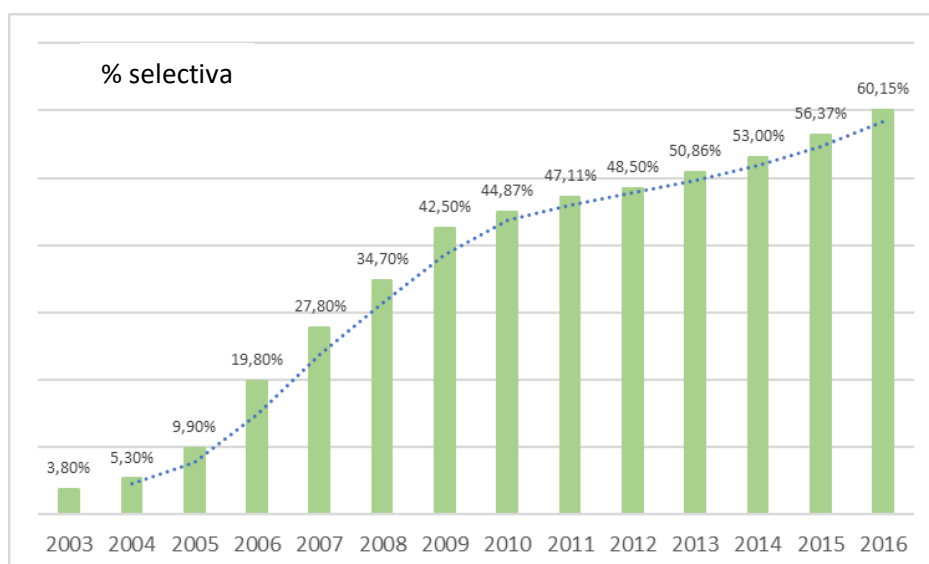


Figura 3. Evolución del porcentaje de recogida selectiva de residuos en Cerdeña
Fuente: elaboración propia a través de datos de www.zerowastecities.eu

6. Àmbito de aplicació

Es necesario empezar conociendo las características del municipio para después diseñar un servicio que se adapte a éstas. En este capítulo se estudiará tanto la estructura urbana como la demografía de la población.

6.1. Estructura urbana y entorno

Dentro de Benicàssim tenemos cuatro zonas claramente diferenciadas. A continuación, se explican las características de cada una de ellas.

6.1.1. Casco urbano (I)

Se trata del centro del municipio. Es la zona limitada por la carretera N-340 al oeste y la zona de Las Villas al este, a la que se añade la zona urbanizada al oeste de la N-340 (Barrio Juan XXIII) y la zona de la estación de ferrocarril y escuelas, con sus vías de conexión. Tiene una estructura de los viales y una tipología de los edificios bien definida, caracterizada por:

- Viviendas antiguas, de escasa altura, con plantas de pequeña extensión, lo que supone cercanía entre portales y formas de distribución de las plantas poco regulares. La altura total de los edificios en esta zona es variable, hallándose viviendas unifamiliares de una o dos plantas y pequeñas comunidades que van desde cuatro a seis plantas. La altura de las plantas bajas suele ser generosa.
- Los viales se caracterizan por ser de anchura limitada, excepto la calle principal. En esta zona también existen varias calles peatonales. Las aceras suelen ser de unos 1,5 metros, habiendo más estrechas y amplias. Todas las calles se encuentran pavimentadas.
- Prácticamente no existen zonas verdes.

La actividad y hábitos de la población residente o visitante presentan las siguientes características:

- La población aquí es estable con el año, aumentando proporcionalmente cuando llega la temporada estival.
- En esta zona se concentra gran parte de la actividad comercial, ya que el número de negocios hosteleros y comercios es importante. Es por esto por lo que la mayoría de los residuos comerciales se concentra aquí.

En la figura 4 se muestra la avenida principal del casco urbano del municipio.



*Figura 4. Casco urbano de Benicàssim
Fuente: www.castellonplaza.com*

6.1.2. Zona de las Villas (II)

Esta zona abarca toda la parte próxima al litoral del municipio, limitada en el oeste con el casco urbano, al norte con el municipio de Oropesa y al sur con el municipio de Castellón. Su estructura se caracteriza por:

- Construcciones, en gran parte tipo apartamento con alturas que comprenden desde las 3 hasta las 12 plantas. En esta zona también encontramos gran número de viviendas unifamiliares tipo villa y adosados.
- La ocupación aumenta considerablemente en la temporada estival, aumentando también la densidad de circulación peatonal y de vehículos.
- Los viales tienen tipología variada, siendo más amplias las calles principales (véase figura 5) y con menos amplitud las calles secundarias. Prácticamente todas están pavimentadas.
- Se incorporan dos paseos marítimos, uno más al extremo norte del litoral y el otro más hacia el sur.



*Figura 5. Zona de las Villas de Benicàssim
Fuente: Google Street View*

6.1.3. Zona del Polígono Industrial (III)

Ubicado junto al casco urbano. Comprende las instalaciones del polígono industrial, situadas entre el barranco de Farja y la carretera del Desierto (CV-149). Zona destinada a la ubicación de talleres, industrias y grandes comercios.

- Las construcciones son de tipo industrial o de actividades comerciales en general. No hay viviendas.
- Los viales son amplios en general, como se muestra en la figura 6, existiendo variedad en el tipo de pavimento.



*Figura 6. Polígono Industrial de Benicàssim
Fuente: Google Street View*

6.1.4. Zonas de las Urbanizaciones (IV)

En estas zonas se contemplan las diferentes urbanizaciones que existen en el municipio, todas en proximidades de montaña: El Refugio, Las Palmas, La Parreta, Montornés y Montemolino. Sus principales características son:

- Las edificaciones son viviendas unifamiliares tipo villa, variando desde una a dos o tres alturas máximo.
- La ocupación es regular durante todo el año, pudiendo aumentar ligeramente en la temporada estival. Escasa densidad de circulación peatonal y de vehículos.
- Los viales son todos del mismo tipo, estando por lo general totalmente asfaltados. Tienen una amplitud limitada, y frecuentemente presentan grandes pendientes por estar ubicadas en montaña. Existe gran cantidad de masa arbórea a lo largo de las urbanizaciones, tanto en las propias viviendas como en las calles.

En la figura 7 se muestran las características de un vial típico de las urbanizaciones, específicamente de Las Palmas.



Figura 7. Urbanizaciones de Benicàssim
Fuente: Google Street View

A continuación, se muestra un plano con las zonas descritas bien diferenciadas (figura 8). También puede encontrarse en el Anexo 4, con más detalle.

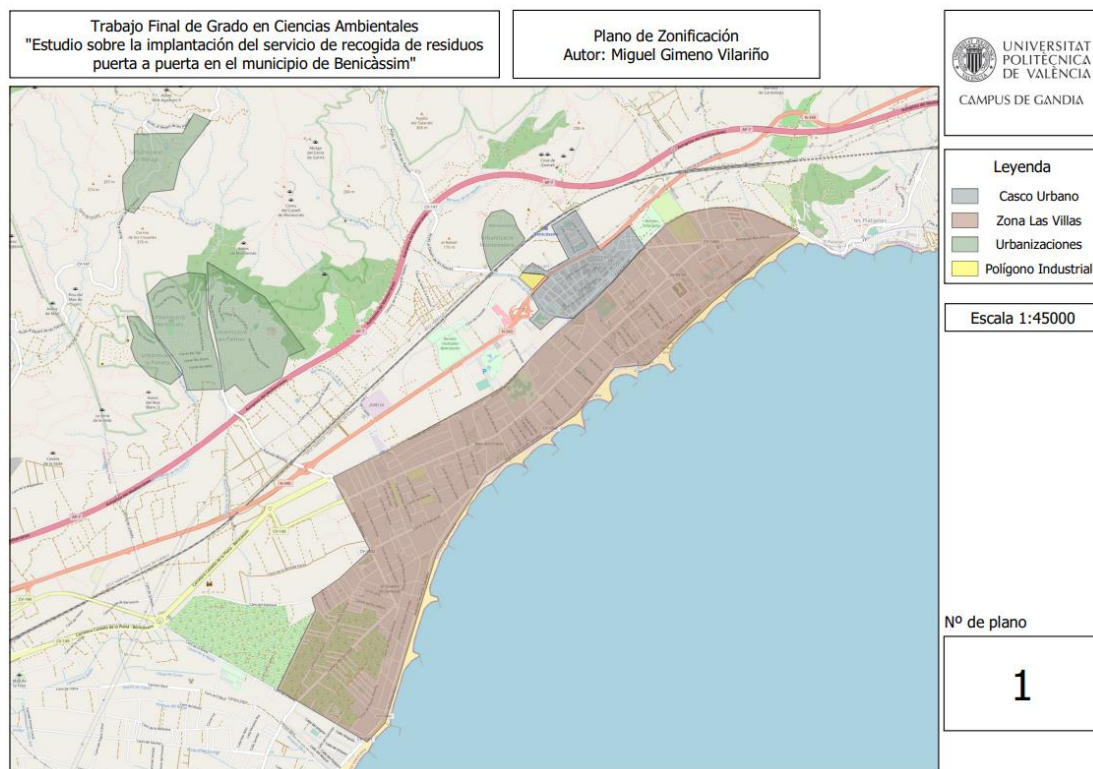


Figura 8. Plano de Zonificación
Fuente: elaboración propia

6.2. Demografía

La población de Benicàssim es cambiante a lo largo del año ya que su principal actividad es el turismo y las actividades económicas relacionadas con este. El municipio cuenta con una población censada de 18.364 habitantes (2020) aunque después de los cálculos

realizados se estima que los meses en los que menos ocupación hay la población ronda los 30.000 habitantes, incrementándose esta cifra en el periodo estival hasta unos 70.000, con ella las toneladas de residuos generados ya que ambas guardan una estrecha relación.

Para calcular la variación de la población a lo largo del año se han cogido los datos de generación mensual del año 2019 en el municipio y realizando la división entre la tasa de generación por habitante y día media en España, se ha hecho una estimación del número de habitantes que tiene el municipio, existiendo una gran variación entre meses. Para más detalle véase Anexo 1 (apartado 5). En la figura 10 se muestra la variación mencionada.

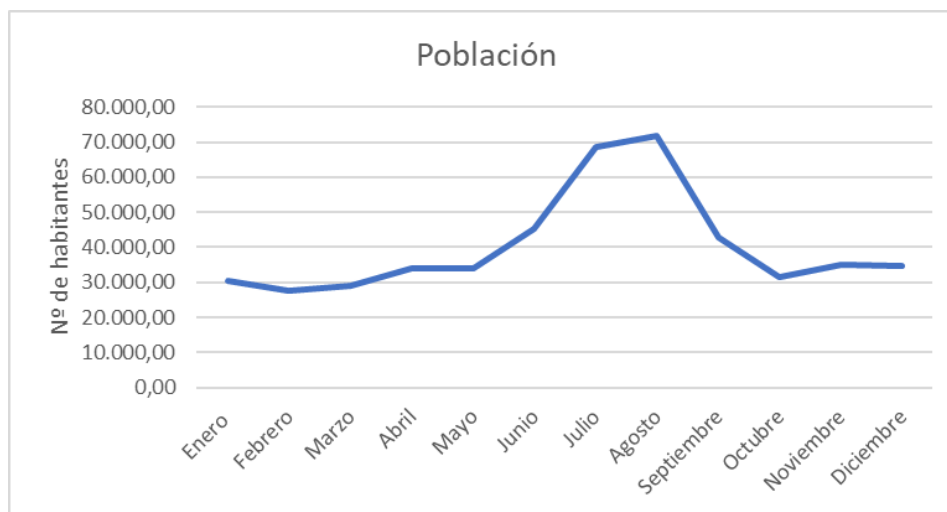


Figura 9. Evolución anual de la población
Fuente: elaboración propia

Conocer esta información es necesario para diseñar y organizar los recursos para el buen funcionamiento de la recogida y alcanzar los objetivos en las temporadas donde la población alcanza su máximo.

7. Campaña de concienciación

Informar bien a los vecinos del municipio sobre el funcionamiento del nuevo servicio y de cómo se va a contribuir al medio ambiente a través de este es una parte muy importante. Con esta campaña se pretende hacer llegar a toda la población aspectos como el horario y calendario de recogida de las diferentes fracciones, así como la importancia de la separación el origen y la contribución al cuidado del medio ambiente.

En concreto se van a realizar dos principales acciones para acercar esta información a los diferentes sectores de la población.

- 1) Se realizará un buzoneo en todas las viviendas del municipio con un documento en el cual figure toda la información necesaria para un buen uso del servicio. Es importante hacer conocer a la población qué residuos deben depositar en cada fracción para que la separación sea efectiva y adecuada, además de los días asignados para la recogida de cada una. Se hará énfasis en la fracción orgánica, ya que se incorpora en el servicio y la información proporcionada es clave para una buena separación en origen.
- 2) Por otra parte, se pretende hacer talleres informativos adaptados a todo tipo de públicos en los dos colegios del municipio (CEIP Palmeral y CEIP Santa Àgueda) y en el Instituto (IES Violant de Casalduch) para hacer llegar a las nuevas generaciones la importancia de una gestión de los residuos municipales de manera sostenible y del protagonismo que tiene cada uno en su domicilio para conseguirlo. También se realizarán estos talleres en otros lugares como asociaciones de, centros culturales, etc. La frecuencia de estos será anual o bianual, según considere el ayuntamiento y los centros mencionados.

8. Ordenanza municipal

El objeto de la ordenanza es regular la recogida y el transporte de los residuos domésticos y comerciales. El alcance geográfico y el alcance de la prestación del servicio deben estar claramente definidos.

También debe describir los residuos que pueden ser entregados a los servicios municipales y los excluidos (escombros, no asimilables, sanitarios, etc.) así como los servicios públicos que están sujetos a la regulación.

Desde el punto de vista de los derechos y obligaciones, también es interesante identificar diferentes tipos de usuarios según el tipo de servicios y residuos generados, especialmente distinguiendo entre uso doméstico y comercial.

8.1. Competencias de las entidades locales

Las Entidades Locales serán competentes para la gestión de residuos urbanos, conforme a la Ley 7/2022:

“Como servicio obligatorio, en todo su ámbito territorial, la recogida, el transporte y el tratamiento de los residuos domésticos en la forma en que establezcan sus respectivas ordenanzas, de conformidad con el marco jurídico establecido en esta ley, en las leyes

e instrumentos de planificación que, en su caso, aprueben las comunidades autónomas y en la normativa sectorial en materia de responsabilidad ampliada del productor. A estos efectos, se deberá disponer de una red de recogida suficiente que incluirá puntos limpios o, en su caso, puntos de entrega alternativos que hayan sido acordados por la entidad local para la retirada gratuita de los mismos. La prestación de este servicio corresponde a los municipios que podrán llevarla a cabo de forma independiente o asociada, conforme a lo establecido en la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local.” (Boe Ley 7/2022, 2022)

Mediante el conjunto de servicios mencionados se pretende cumplir los siguientes objetivos, en este orden: prevención (en la generación de residuos), preparación para la reutilización, reciclado, otros tipos de valorización (incluida la energética) y, por último, la eliminación de los residuos, en la que se promueven tecnologías más limpias y menos contaminantes. La Ley prevé que las Administraciones Públicas, en el ámbito de sus respectivas competencias, puedan establecer instrumentos de carácter económico y medidas de incentivación.

8.2. Propuesta de modificación de la Ordenanza Municipal

Puesto que las normas del servicio están marcadas por la ordenanza municipal de residuos, al cambiar el sistema de gestión, era necesario proponer una modificación ya que algunos apartados ya quedarían obsoletos con la aplicación del sistema puerta a puerta. También se ha elaborado un artículo para incluir la fracción orgánica, ya que no estaba contemplada en la ordenanza ni en el servicio. Se le ha dado el nombre de artículo X. Todas estas modificaciones y elaboraciones se encuentran en el Anexo 3. En la tabla 1 se especifican las modificaciones realizadas y su motivo.

Nº apartado	Título del apartado	Justificación de la modificación
Artículo 8	El servicio de recogida	Debido a que es sistema de recogida propuesto es diferente al actual, aspectos de este artículo han sido modificados.
Artículo 11	Depósito de residuos	La manera en la que los residuos se depositan con el sistema propuesto es completamente diferente a la que figura en el artículo, por lo que su modificación era necesaria.
Artículo 12	Recogida separada	Necesidad de incluir la fracción orgánica en las fracciones recogidas, actualmente no contemplada.
Artículo 13	Contenedores	Introducción de los contenedores tipo cubo en el artículo.
Artículo 15	Recogida de envases ligeros	La forma en la que esta fracción se recoge cambia por completo, por lo que era necesaria la actualización del artículo.
Artículo 16	Recogida de papel y cartón	La forma en la que esta fracción se recoge cambia por completo, por lo que era necesaria la actualización del artículo.
Artículo 21	Fracción resto	La forma en la que esta fracción se recoge cambia por completo, por lo que era necesaria la actualización del artículo.

Nº apartado	Título del apartado	Justificación de la modificación
Artículo X	Fracción orgánica	Creación de un nuevo artículo considerando la nueva fracción introducida con el sistema propuesto
Artículo 24	Información sobre separación y recogida de residuos	Ya que la forma de separar residuos y su posterior recogida cambian con la aplicación del sistema propuesto, se han realizado pequeñas modificaciones en este artículo.
Anexo I	Lista ilustrativa de los residuos a depositar en cada uno de los contenedores	AL igual que en el artículo 12, era necesario incluir la fracción orgánica y los tipos residuos que pertenecen a esta.

Tabla 1. Apartados modificados de la ordenanza municipal

Fuente: elaboración propia

9. Modelo de gestión propuesto

La gestión de residuos incluye todas las actuaciones necesarias para llevar a cabo la recogida, el traslado a los centros de tratamiento y finalmente las operaciones necesarias para la valorización y reinserción en el ciclo productivo, o eliminación como último recurso. [14]

En este proyecto nos centraremos en la recogida puerta a puerta y transporte hasta el destino final, pero adoptando un modelo que consiga una gran recuperación de residuos haciendo hincapié en la separación en origen. No se contemplan las gestiones de tratamiento, recuperación o eliminación.

- La prerrecogida incluye las primeras operaciones una vez se ha llevado a cabo la generación del residuo, es decir, las acciones domésticas como la clasificación, el almacenamiento, la compactación y el manejo. Esta fase termina cuando los residuos son depositados de manera adecuada para que el servicio municipal realice la recogida. La prerrecogida es de gran importancia, ya que, al producir los usuarios residuos con alta tasa de reciclaje, con más valor y de mejor calidad, el resto de la gestión se facilita y las posibilidades de recuperación y reutilización aumentan considerablemente. En esta fase el ciudadano es el protagonista.
- La recogida engloba las acciones de recolección de residuos y su transporte desde el municipio hasta los centros de tratamiento o, en su caso, a puntos intermedios de transferencia.

9.1. Estimación de la generación de residuos

Para realizar el estudio y poder asignar los recursos necesarios, en primer lugar, se ha realizado una estimación de la cantidad de residuos que se va generar de cada fracción. Para ello, se han empleado como datos de salida las cantidades generadas mensualmente para el año 2019 (Figura 10), y aplicando los porcentajes medios de cada fracción en España del PNRU (ya mencionado anteriormente), se ha calculado la cantidad generada para cada fracción, incluyendo la fracción orgánica (véase figura 11).

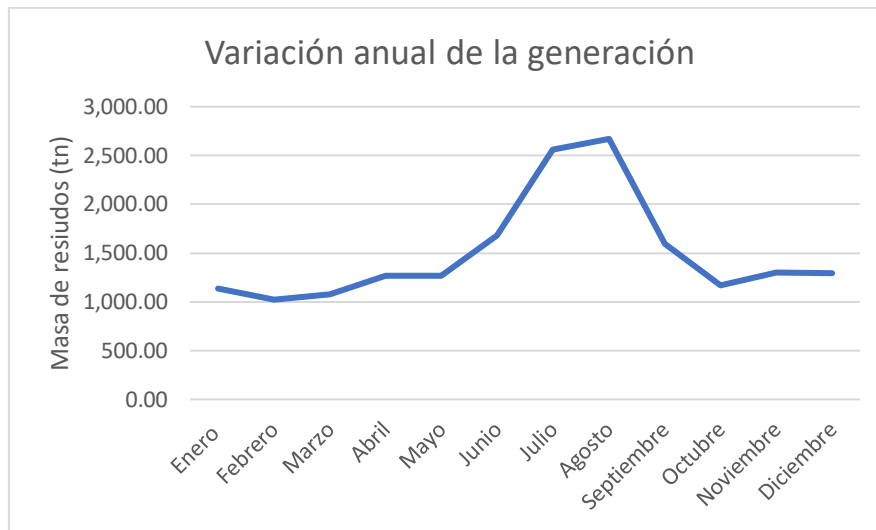


Figura 10. Evolución anual de las toneladas de residuos generadas
Fuente: elaboración propia

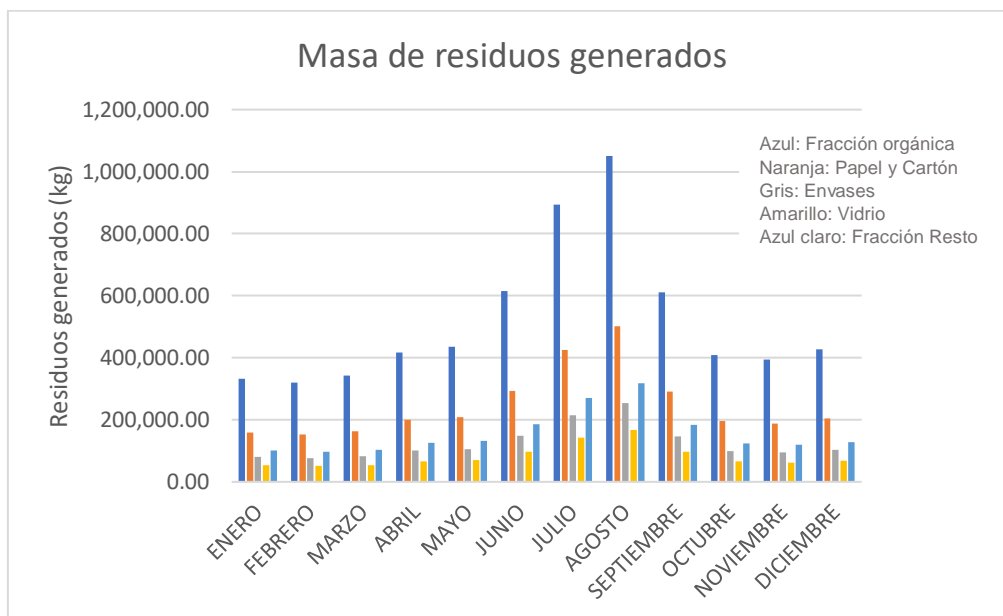


Figura 11. Estimación de kg generados por fracciones
Fuente: elaboración propia

Habiendo hecho esta estimación y sabiendo la densidad media de cada una de las fracciones, se han calculado los metros cúbicos generados por cada fracción (figura 12) ya que estos datos serán importantes para la posterior estimación del número de vehículos organización de estos.

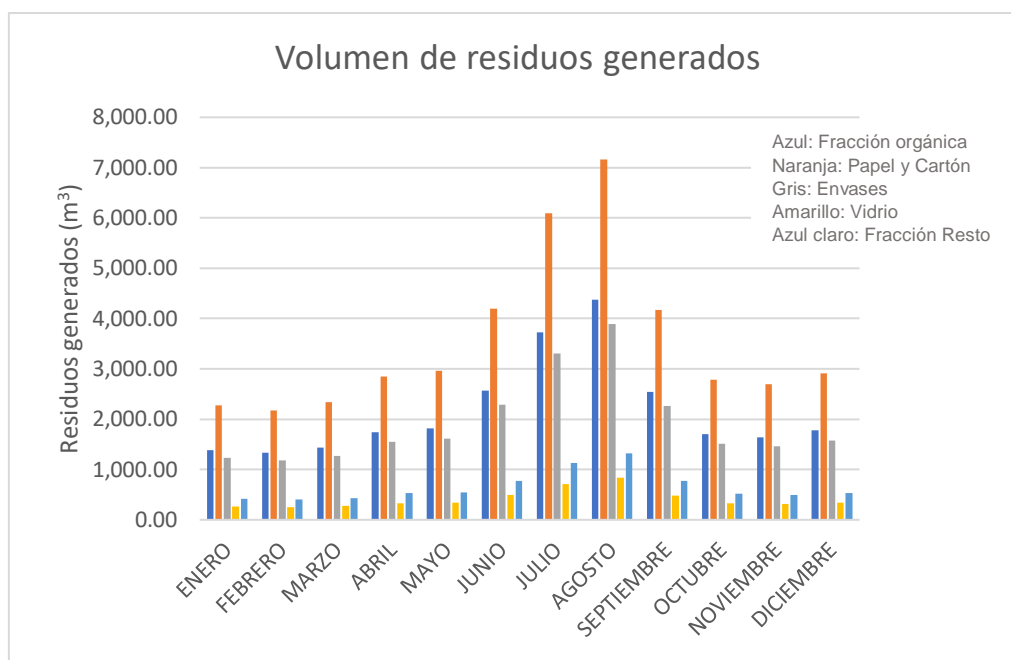


Figura 12. m³ generados por fracciones
Fuente: elaboración propia

Para más detalle de cantidades y método de los cálculos véase Anexo 1 (apartado 3).

En las tablas 2 y 3 se muestran las cantidades generadas de residuos en el municipio y su correspondiente tasa de recuperación y la tasa que se alcanza con la implantación de este proyecto, incluyendo la fracción orgánica. Se ha cogido como referencia el año 2019, ya que es más representativo en cuanto a generación de residuos sin influencia de la pandemia del Sars Covid 19. Para el cálculo del porcentaje de recuperación con el sistema propuesto se han sumado las masas anuales estimadas de las fracciones de selectiva (fracción orgánica, envases, papel y cartón y vidrio) y se ha dividido entre la masa total de residuos, incluyendo también la fracción resto. De este modo conseguimos el porcentaje de recuperación que se pretende alcanzar aplicando el sistema propuesto.

Total Residuos (kg)	Total Selectiva (kg)	% Recuperación
14.204.425	1.231.825	8,67%

Tabla 2. Tasa de recuperación actual (año 2019)

Fuente: elaboración propia

Total Residuos (kg)	Total Selectiva (kg)	% Recuperación
13.622.044	11.732.855	86,13%

Tabla 3. Tasa calculada con la aplicación del proyecto

Fuente: elaboración propia

9.2. Recogida Selectiva de Residuos Puerta a Puerta

Teniendo todos los objetivos marcados, tanto a nivel europeo, estatal como autonómico, y unos motivos ambientales de peso para forzar el cambio en la gestión de nuestros residuos, quedaría adoptar un modelo eficaz para la consecución de éstos. Así pues, el método de recogida puerta a puerta de residuos es la mejor solución a los problemas que tenemos en cuanto a la baja tasa de reciclaje en nuestro país.

En estos momentos el municipio no alcanza los objetivos en tasa de reciclaje establecidos por la Unión Europea, hecho que invita a cambiar el modelo en el que se gestionan los residuos. El método de recogida puerta a puerta, según varios estudios y experiencias, demuestra ser el que mayor tasa de reciclaje consigue, llegando a generar un 80-90%, por encima de lo que exige la normativa de la UE.

De este modo, este proyecto pretende reformar el sistema de gestión de residuos del municipio, implementando el servicio de recogida puerta a puerta, para poder alcanzar los objetivos marcados tanto por la Unión Europea en el “Green Deal”, como por las legislaciones estatales y autonómicas a largo plazo, mediante una mayor sensibilidad ambiental. Incorporando la fracción orgánica a la recogida, a la que se le dará mucha importancia y quitándole peso a la fracción resto ya que en esta sólo se depositarán aquellos residuos que no puedan depositarse en ninguna de las otras fracciones debido a sus características.

El ciudadano saca cada fracción debidamente en la puerta de su casa, en bolsas, dentro de los recipientes normalizados. Y cada día de la semana se recoge una fracción distinta (en algunas fracciones más de un día), una vez hecha una correcta separación. El vidrio se seguirá depositando en el iglú verde, siendo la gestión de Ecovidrio como en la actualidad.

Con este modelo, además de promover una gestión de residuos más sostenible y ambientalmente correcta, supone una mejora en la imagen en cuanto a la sostenibilidad del municipio. Por otra parte, desaparecen los contenedores, tanto convencionales como soterrados, evitando así posibles malos olores o desbordamientos y mejorando la calidad estética del municipio.

Esta recogida se realizará para la fracción orgánica, envases y plásticos, papel y cartón y fracción resto.

9.2.1. Contenerización

Para calcular la cantidad de contenedores y cubos necesarios se ha realizado un recuento del número de viviendas, número de comunidades con más de veinte viviendas y negocios de hostelería y restauración para asignar los diferentes tipos de contenedores y cubos. Véase Anexo 1 (apartado 5) para más detalle.

9.2.1.1. Viviendas

Se propone la contenerización estandarizada individual para cada vivienda, habiendo un total de 20.154, proporcionando un cubo para cada fracción del servicio puerta a puerta, con las siguientes características:



- Fracción Orgánica: cubos con tapa de 10 litros de color marrón aireados. Sólo se podrán depositar bolsas compostables.

- Envases y Plástico: cubos con tapa de 25 litros de color amarillo.



- Papel y Cartón: cubos con tapa de 25 litros de color azul.

- Fracción Resto: cubos con tapa de 25 litros de color gris.



Figura 13. Cubos de selectiva para el hogar
Fuente: www.solocontenedores.com

En cuanto a comunidades de vecinos grandes (mayores de 20 viviendas), se instalará un contenedor para cada fracción de 800 litros (figura 14) en el cuarto de basuras, o en su ausencia en un lugar habilitado en las zonas comunes. El objetivo es agilizar el servicio de recogida y no ocupar tanto espacio en los viales. Tras haber hecho el estudio, se han contabilizado 236 comunidades de este tipo, por lo tanto, se instalarán un total de 236 contenedores para cada fracción de la recogida. En caso de no ser una unidad suficiente para una fracción en temporada estival, se instalaría otra unidad más de refuerzo.



Figura 14. Contenedores de 800 litros
Fuente: www.solocontenedores.com

9.2.1.2. Restauración

Para los establecimientos de hostelería (bares, restaurantes, etc.), que generan más cantidad de residuos que una vivienda, se instalarán contenedores de 240 litros (figura 15) para que tengan suficiente capacidad, pero tampoco ocupen gran espacio en sus locales. Se propone instalar 86 contenedores para cada fracción tras haber contabilizado el número de establecimientos.



Figura 15. Contenedores de 240 litros
Fuente: www.solocontenedores.com

9.2.1.3. Hostelería

En el municipio encontramos gran número de establecimientos para alojamiento por lo que se requiere una contenerización especial de gran capacidad debido a la cantidad de residuos que estos generan, principalmente en la temporada estival. Se instalarán un total de 34 contenedores de 1000-1100 litros (figura 16) para cada fracción.



Figura 16. Contenedores de 1000 litros
Fuente: www.solocontenedores.com

9.2.2. Instalación de los contenedores y cubos

Una vez aprobado, se procederá a la distribución de los cubos y de los contenedores y en su caso a la retirada de los antiguos. Esta operación se realizará mediante un camión de caja abierta y plataforma para poder desinstalar o distribuir la mayor cantidad posible

por viaje. El objetivo es tener distribuidos todos los tipos de contenedores mencionados anteriormente antes de la puesta en marcha del servicio, lo cual puede costar algunos días.

9.2.3. Sistema de reconocimiento de cubos

Para poder identificar cada cubo o contenedor, cada uno contará con un código de lectura asociado a cada domicilio. A la hora del vaciado el operario realizará una inspección visual rápida para asegurar que los residuos separados y depositados por cada vivienda corresponden a la fracción que ese día se recoja. En caso de no ser así, se comunicará al departamento correspondiente del ayuntamiento para que lleven a cabo las medidas oportunas para garantizar una correcta separación, y su posterior recuperación, de los residuos generados en cada vivienda. Por lo tanto, cada operario deberá llevar consigo un aparato lector de código. Ya que se han estimado una cantidad de trece camiones para realizar el servicio, se deberá disponer de trece lectores.

9.2.4. Sistema de recogida Carga Trasera

El sistema de recogida trasera de contenedores consiste en la recolección de recipientes con ruedas, con capacidades desde los 240 hasta los 1000 litros, dotados de la estructura correspondiente para la carga trasera. Los vecinos, comunidades o establecimientos sacarán a la calle en el horario establecido los cubos o contenedores y los retirarán una vez se hayan vaciado y el servicio haya terminado. En la figura 17 se puede observar un vehículo de carga trasera levantando un contenedor de 1000 litros.



*Figura 17. Camión recolector de carga trasera
Fuente: www.anepma.es*

En el caso de los cubos pequeños los operarios los vaciarán manualmente en la caja del camión recolector, pero en el caso de los contenedores el vehículo recolector dispone de un mecanismo para elevar y descargar los contenedores en el interior de la caja del vehículo. El tamaño, y por lo tanto la capacidad, de los vehículos recolectores se adaptará a las necesidades de cada ruta teniendo en cuenta la amplitud de los viales y la maniobrabilidad.

Tanto en la recogida manual como en la mecanizada, los vehículos recolectores suelen llevar mecanismos internos para la compactación de modo que se reduce el volumen

de los residuos y se rentabilizan más las rutas de recogida. Se trata de vehículos recolectores-compactadores.

El sistema elegido para la recogida de residuos viene acompañado de la maquinaria más moderna y puntera tecnológicamente en el mercado para garantizar un servicio continuo y fiable mediante una buena organización de los recursos. De esta forma se transmite a los ciudadanos y visitantes una calidad tecnológica y ambiental lo más acorde con las necesidades del municipio dando una imagen de modernización, sostenibilidad y respeto hacia el medioambiente.

9.2.5. Estimación de la maquinaria necesaria

Después de realizar los cálculos pertinentes para la generación de residuos por fracciones, se ha procedido a estimar la cantidad de recursos necesarios para realizar su recogida. Se ha tomado como referencia el mes de agosto ya que es el que más generación supone y con el que el diseño iba a servir para el resto de los meses. Para ello, se ha partido de la estimación de kilogramos de cada fracción realizada. Una vez sabemos la cantidad que se va a generar y los días de recogida mensuales programados, podremos saber la cantidad que habrá que recoger cada uno de esos días.

Sabiendo la densidad específica de cada fracción, la capacidad que tiene cada tipo de vehículo (7 m³, 12 m³, 16 m³ y 24 m³) y su capacidad de compactación podremos calcular la capacidad total en kilogramos de cada vehículo. Lógicamente cuanto más capacidad en volumen y capacidad de compactación tengan los vehículos más cantidad de residuos serán capaces de recoger, es por esto por lo que los vehículos más grandes cubren una parte importante del servicio.

Una vez se han calculado tanto los kilogramos totales que habrá que recoger como los kilogramos que es capaz de recolectar cada tipo de vehículo, se han combinado hasta alcanzar la masa total. La elección de estos se ha hecho pensando en las características del municipio, la operatividad y el ahorro de costos, ya que es mejor priorizar vehículos con mas capacidad y compactación que vehículos más pequeños pese a que se hayan estimado dos unidades de estos (principalmente por las características del casco urbano). También se ha tenido en cuenta y se han combinado los recursos para abarcar todas las fracciones con el mismo tipo y número de vehículos en cada una. En la tabla 4 se aprecia un extracto del estudio realizado dónde se muestra el cálculo explicado para la fracción orgánica. De la misma forma se ha estimado para el resto de las fracciones. Para más detalle véase Anexo 1.

Densidad	240 kg/m ³	Cantidad total agosto	1.050.508,25 kg	Cantidad cada día de recogida	79.070,51 kg
Fracción Orgánica		Días recogida/mes	13,29		
Recurso	Cantidad	Capacidad (m³)	Compactación	Capacidad compactación	Capacidad total (kg)
Recolector 7m³	2	7	1	7	3.360
Recolector 12m³	3	12	0,6	20	14.400
Recolector 16m³	4	16	0,55	29,09	27.927,27
Recolector 24m³	4	24	0,55	43,64	41.890,91

Tabla 4. Estimación de los vehículos necesarios para la recogida de la Fracción Orgánica

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4 se muestran en porcentaje la cantidad de residuos de cada fracción que va a llevar a cabo los diferentes vehículos, así como la cantidad de vehículos necesarios de cada tipo.

Vehículos	Cantidad	F. Orgánica	Papel y Cartón	Envases	F. Resto
Recolector 7m3	2	25,00%	20,00%	18,00%	20,00%
Recolector 12m3	3	22,00%	18,00%	16,00%	19,00%
Recolector 17m3	4	32,00%	29,00%	30,00%	29,00%
Recolector 24m3	4	21,00%	33,00%	36,00%	32,00%
Total	13	1	1	1	1

Tabla 5. Porcentaje de kilogramos que recoge cada tipo de vehículo de cada fracción

Fuente: elaboración propia

La cantidad de kilogramos guarda estrecha relación con el número de contenedores y cubos a recoger. A continuación, partiendo de los datos de diseño (Anexo 1, apartado 10), donde se expresa el tiempo empleado para recoger cada contenedor, la duración del viaje de descarga a planta y la duración de la jornada (7h) y habiendo estimado la cantidad de cubos y contenedores que se van a tener que recoger mensualmente, se han revisado el número de vehículos para que, además de cubrir todos los kilogramos generados en el municipio, estos coincidan con los tiempos y la duración del trabajo de recogida. Por lo tanto, se han realizado los cálculos de cada fracción y para cada tipo de vehículo, de manera que alcancen la recogida y se ajusten a las duraciones de trabajo (de manera aproximada). En la tabla 6 se muestra un ejemplo extraído del estudio realizado. En el podemos observar cómo dependiendo de la capacidad de cada camión se le asignan un número de cubos para recogida, los cuales le van a costar un determinado tiempo. A este tiempo se le suma el tiempo de transporte y descarga en planta. El resultado son las horas realizadas al día, es decir, la jornada. Este es el caso del vehículo recolector de 7 m³ para la fracción orgánica, de los cuales se han estimado dos unidades y recogen el 25% del total de residuos. En particular este tipo (que son de pequeño tamaño para abarcar calles con ciertas características) realizarán la descarga en vehículos más grandes para agilizar, ya que es posible. Para más detalle y cálculos de las diferentes fracciones y diferentes vehículos del estudio véase Anexo 1 (apartados 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15).

Fracción Orgánica	Unidades: 2 Recolector 7m ³ 25,00%				
	Cada camión:				
	Cubos recogida	Tiempo recogida (h)	Tiempo transporte (h)	h/día	jornada/día
Enero	403	2,24	0,31	2,55	0,36
Febrero	362	2,01	0,33	2,34	0,33
Marzo	382	2,12	0,32	2,44	0,35
Abril	448	2,49	0,40	2,89	0,41
Mayo	449	2,49	0,41	2,90	0,41
Junio	596	3,31	0,59	3,91	0,56
Julio	906	5,03	0,83	5,87	0,84
Agosto	945	5,25	0,98	6,23	0,89

<i>Septiembre</i>	564	3,14	0,59	3,73	0,53
<i>Octubre</i>	415	2,30	0,38	2,69	0,38
<i>Noviembre</i>	460	2,55	0,38	2,93	0,42
<i>Diciembre</i>	458	2,54	0,40	2,94	0,42

Tabla 6. Relación de cubos de recogida y horas de trabajo para el vehículo recolector de 7 m³ de la fracción orgánica

Fuente: elaboración propia

9.2.6. Maquinaria propuesta

El sistema de recogida puerta a puerta requiere de una mayor inversión inicial que un sistema convencional, en cuanto a recursos materiales y personal. Esto supone que el coste de prestación del servicio sea más alto, pero al conseguir una mayor tasa de reciclaje y de residuos valorizables los costes de incineración y vertedero (40 €/tonelada en la Comunidad Valenciana) disminuyen considerablemente. Además del compromiso con el medioambiente, este método también contribuye a cambiar la dirección de la gestión de los residuos en nuestro país y a conseguir los objetivos marcados en Bruselas y así evitar posibles sanciones. A continuación, se detalla la maquinaria necesaria para abarcar todas las viviendas del municipio, estableciendo un sistema puerta a puerta. La cantidad de vehículos se ha estudiado teniendo en cuenta la temporada estival, concretamente el mes de agosto, dónde el municipio alcanza el máximo de ocupación y de generación de residuos.

Para la recogida de los residuos se emplearán vehículos dotados de la mejor tecnología y mecánica para garantizar la estabilidad del servicio. Se trata de camiones de carga trasera de diferentes tamaños y capacidades:

- Recolector de 7 m³

Se trata de un recolector con caja de 7 metros cúbicos de capacidad de doble eje (figura 18), de pequeño tamaño y con apenas compactación, pero que es muy útil para determinadas situaciones como calles estrechas y con poca maniobrabilidad.

De este camión se han estimado 2 unidades de para poder abarcar calles del centro del casco urbano que podrían suponer complicaciones para vehículos más grandes, además de recoger alguna urbanización que también pueda presentar problemas de este tipo.



Figura 18. Recolector 7 m³
Fuente: Ros Roca

- Recolector de 12 m³



Figura 19. Recolector de 12 m³
Fuente: Ros Roca

También se trata de un camión recolector de doble eje (figura 19), pero a diferencia del anterior, tiene una compactación que reduce la dimensión de la carga aproximadamente un 40% y más capacidad, 12 metros cúbicos. Tiene una caja más grande por lo que tiene una longitud superior.

Se han estimado 3 unidades de este vehículo, los cuales abarcarán principalmente las urbanizaciones y el casco urbano, a excepción de aquellas zonas complicadas que operará el camión de 7 m³, con más facilidad de maniobra.

- Recolector de 17 m³

Este camión consta de una caja de 17 metros cúbicos de capacidad, por lo que el tamaño hace que tenga tres ejes. Tiene una compactación que puede llegar a reducir la dimensión de la carga en un 45%, cantidad que podrá cargar de más.



Figura 20. Recolector de 17 m³
Fuente: Ros Roca

Se han estimado 4 unidades de este tipo y estas abarcarán la recogida de buena parte de la zona de Las Villas, así como de la periferia del Casco Urbano. Son zonas que por sus características permiten trabajar sin complicaciones a vehículos de grandes dimensiones. En la figura 20 se puede apreciar las dimensiones y características de este vehículo.

- Recolector de 24 m³



Figura 21. Recolector de 24 m³
Fuente: Ros Roca

Se trata del vehículo recolector más grande (figura 21), teniendo una capacidad de 24 metros cúbicos con una compactación del 45%. Tiene una gran longitud, lo que supone una estructura de tres ejes.

Se han estimado una cantidad de 4 unidades para completar la prestación del servicio. Estas se encargarán de la recogida de buena parte de la zona de Las Villas, así como del polígono industrial del municipio.

- Furgoneta eléctrica

Para el encargado, el cual su función será supervisar el servicio, coordinar a los operarios y atender incidencias si las hubiese, se le asignará una furgoneta eléctrica (figura 22) la cual genera cero emisiones de CO₂ y tiene una autonomía de 300 kilómetros, que es suficiente considerando el tamaño del municipio.



Figura 22. Furgoneta eléctrica
Fuente: motor.es

- Camión de caja abierta



Figura 23. Camión con caja abierta
Fuente: furgonetasegundamano.com

Este camión con caja abierta y plataforma elevadora (figura 23) se utilizará para repartir los cubos por domicilios antes de la puesta en marcha del servicio y una vez empezado este realizará la labor de la recogida de poda y voluminosos en los días que se le asignen.

9.2.7. Organización de recursos propuesta

Tras realizar el cálculo de la cantidad de residuos que se van a generar de cada fracción se han organizado los recursos para abarcar todo el municipio, teniendo en cuenta aquellas zonas en las que han más densidad de población. Para ello se ha hecho un recuento de las viviendas existentes en cada calle y se han diseñado las rutas para realizar la recogida de todo el municipio, distribuyendo los vehículos dependiendo de las características.

Las rutas serán iguales para cada fracción ya que el recorrido es el mismo, la única diferencia es la fracción que se recoge cada vez. Para fomentar la separación de materia orgánica, a esta se le van a asignar el mayor número de días, siendo tres por semana. En el caso de los envases, se le asignará una recogida semanalmente (al igual que a la fracción resto) ya que se trata de la fracción más contaminante y menos recuperable, fomentando así la reducción de su uso. Por último, se le asignarán dos días de recogida semanal a la fracción papel y cartón.

En la tabla 7 aparece el calendario semanal de recogida propuesto, en el cual habrá tres días de recogida de fracción orgánica, dos días para la fracción papel y cartón y un día para las fracciones envases y resto

FRECUENCIA RECOGIDA SEMANAL								
FRACCIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL
ORGÁNICA	1			1		1		3
RESTO			1					1
ENVASES					1			1
PAPEL		1					1	2

Tabla 7. Frecuencia de recogida semanal por fracciones

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, cada camión contará con su respectivo chófer y un operario que irá vaciando los cubos manualmente o, en su caso, los contenedores de más tamaño con ayuda del peine incorporado en la parte trasera del camión. El servicio de recogida comenzará a las 23 horas y finalizará una vez completada la jornada, es decir a las 6 horas. En caso de necesitar alargar la jornada por la cantidad de trabajo, probablemente algún día de la temporada estival, se propone pagar a los trabajadores con horas extra.

9.2.8. Observaciones

Uno de los problemas que la recogida puede presentar es la incorrecta deposición de los residuos en las calles, dificultando la retirada por parte de los servicios municipales. Es por esto por lo que la administración debe establecer Ordenanzas que contemplen las condiciones técnicas mínimas que obliguen a presentar los residuos en las condiciones higiénicas más idóneas y en las horas establecidas.

La extracción a los viales de los cubos y contenedores debe seguir una serie de criterios que busquen una eficiencia en la gestión del servicio de recogida y de manera que se generen las mínimas molestias entre los vecinos del municipio. Por este motivo, en comunidades pequeñas en las que haya que recoger más de un cubo, se propone la instalación de estructuras (figura 24) para apilar aquí los cubos para que ocupen lo mínimo la vía y tengan un mínimo impacto visual.



Figura 24. Estructuras para la deposición de cubos

Fuente: www.residuosprofesional.com

9.3. Rutas de recogida propuestas

Se han diseñado las diferentes rutas a seguir para todos los vehículos propuestos. Los criterios de diseño han sido principalmente la densidad de población en cada zona y las características de las calles. En la figura 25 se muestra un plano elaborado con las diferentes rutas diseñadas.

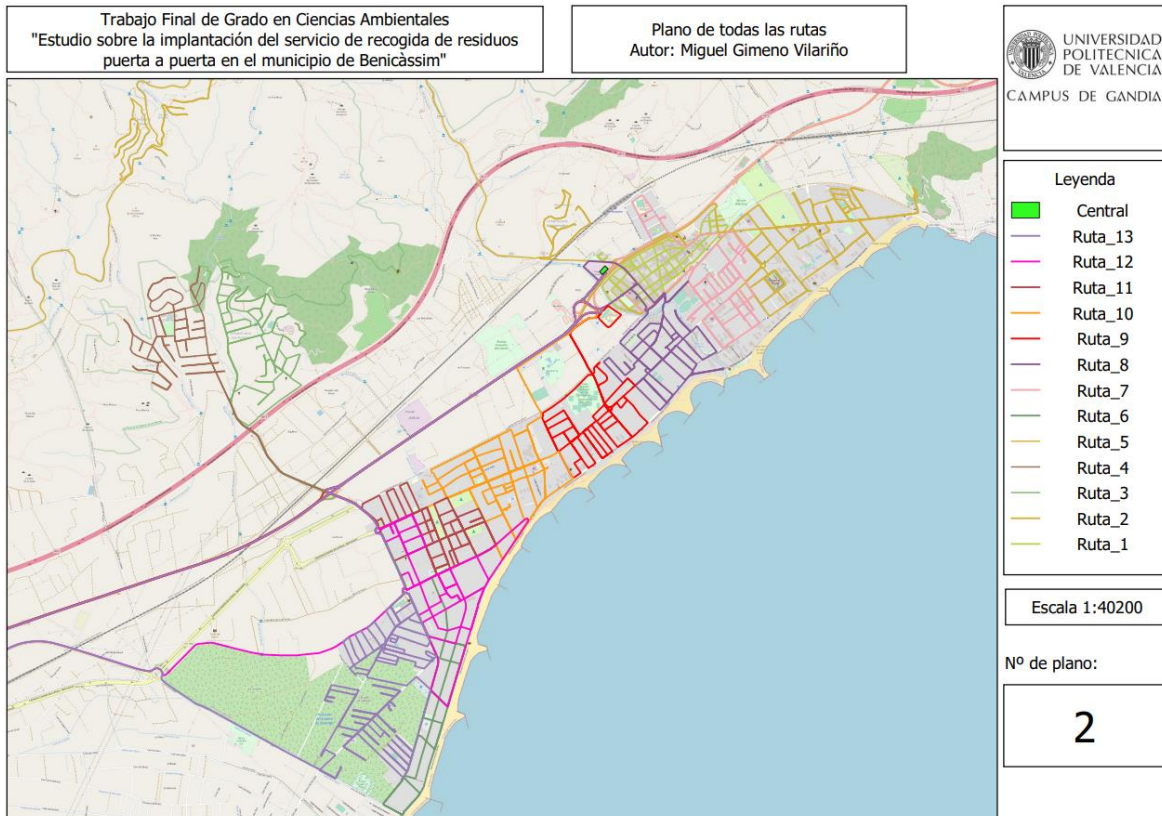


Figura 25. Plano con todas las rutas
Fuente: elaboración propia

En el apartado de anexo 4 se incluye un plano de cada ruta indicando el tipo de vehículo que realizará cada una, la distancia y el número de descargas en planta, si las hubiese. Las plantas de tratamiento son: Reciplasa (Almazora) para la fracción orgánica y la fracción resto, y Vaersa (Castellón) para las fracciones de papel-cartón y envases.

9.4. Resto de fracciones

En cuanto a las fracciones restantes no contempladas en el servicio puerta a puerta, concretamente el vidrio, serán gestionadas por la empresa adjudicataria y destinada para tal fin (Ecovidrio). Esta fracción se depositará en contenedores iglú de 3 m³ (figura 26) distribuidos estratégicamente por el municipio.



Figura 26. Contenedores iglú para el vidrio
Fuente: www.zamora3punto0.com

9.5. Sistema de Recogida de Voluminosos y Poda propuesto

Para la recogida de enseres y restos de poda se utilizará un camión con caja y plataforma elevadora. Se programará un servicio específico con atención telefónica de manera que se programará la ruta mediante la organización por los puntos de recogida.

De todas formas, también se programará una recogida de los enseres y poda periódicamente para aquellos vecinos que no hagan buen uso del servicio, sin localización previa.

El servicio se realizará puerta a puerta y tras la recogida se separarán aquellos voluminosos que puedan tener una valorización previa antes de su eliminación final, para enmarcar también estos residuos dentro de un concepto más sostenible medioambientalmente. Del mismo modo, los restos de poda también se valorizarán empleándolos para compostaje o para producción de biomasa. Se propone la instalación de composteras municipales en espacios acondicionados (véase figura 27) para que todos los restos de poda que se generan en el municipio puedan ser valorizados y convertidos para ser utilizados por los vecinos en sus jardines o campos de cultivo o por los servicios municipales de jardinería.



Figura 27. Compostera municipal
Fuente: residuosprofesional.com

La frecuencia de este servicio será de cinco días a la semana, destinando el lunes, miércoles y viernes para la recogida de restos de poda y martes y jueves para la recogida de residuos voluminosos y enseres. Siempre con previo aviso al ayuntamiento.

10. Presupuesto estimado

A la hora de realizar y presentar un proyecto a las administraciones, el presupuesto es la parte más delicada. En concreto, el sistema puerta a puerta supone una mayor inversión en todos los aspectos, ya que requiere de más cantidad de todos los recursos para la prestación del servicio, pero al mismo tiempo este sistema permite alcanzar unas ratios de reciclaje y recuperación de residuos inimaginables en nuestro país con el sistema convencional. Para este proyecto se deben considerar diversas inversiones, tanto en maquinaria y personal como en contenerización y su sistema de identificación. Además, debe incluirse la inversión para la campaña de concienciación, la cual contará con dos fases. A continuación, se muestran los cuadros-resumen de las diferentes inversiones a realizar. Se ha considerado un periodo de amortización de diez años ya que es la duración media de una licitación de gestión de residuos municipal y un precio actualizado considerando un interés futuro del 3%.

10.1. Maquinaria

En la tabla 8 se representa el presupuesto estimado para toda la maquinaria, incluyendo cada tipo de vehículo y su coste anual y horario.

Unidades	Concepto	Coste Unidad	Coste total	Años amortización	Coste Anual	Coste hora
2	Recolector Rotativo 7m3	115.000,00 €	230.000,00 €	10	26.963,02 €	6,48 €
3	Camión Recolector 12m3	125.000,00 €	375.000,00 €	10	43.961,44 €	7,05 €
4	Camión Recolector 16m3	150.000,00 €	600.000,00 €	10	70.338,30 €	8,45 €
4	Camión Recolector 22m3	175.000,00 €	700.000,00 €	10	82.061,35 €	9,86 €
1	Furgoneta eléctrica	32.290,00 €	32.290,00 €	10	3.785,37 €	1,82 €
1	Camión Caja Abierta	33.000,00 €	33.000,00 €	10	3.868,61 €	1,86 €
13	TOTAL	630.290,00 €	1.970.290,00 €	10	230.978,09 €	35,52 €

Tabla 8. Presupuesto para maquinaria

Fuente: elaboración propia

10.2. Personal

En la tabla 9 se muestra el presupuesto anual necesario para todo el personal. En el se incluye tanto el salario como la uniformidad.

Categoría	Unidades	Coste año	Uniformidad	Coste Total anual	Precio Unitario
Conductor día	13	19.000,00 €	300,00 €	250.900,00 €	10,72 €
Peón día	13	18.000,00 €	300,00 €	237.900,00 €	10,17 €
Encargado	1	20.000,00 €	150,00 €	20.150,00 €	11,19 €
TOTAL	27	57.000,00 €	750,00 €	508.950,00 €	32,08 €

Tabla 9. Presupuesto anual para personal

Fuente: elaboración propia

10.3. Contenerización

En la tabla 10 se encuentran los costes relacionados con los contenedores y cubos necesarios para la implantación del servicio. También se incluye el coste anual suponiendo una amortización de diez años.

Unidades	Concepto	Coste Unidad	Coste Total	Años amortización	Coste Anual
20.154	Contenedores 25 FO	10,24 €	206.376,96 €	10	24.193,68 €
20.154	Contenedores 25 P	10,24 €	206.376,96 €	10	24.193,68 €
20.154	Contenedores 25 E	10,24 €	206.376,96 €	10	24.193,68 €
20.154	Contenedores 25 FR	10,24 €	206.376,96 €	10	24.193,68 €
86	Contenedores 240 FO	37,62 €	3.235,32 €	10	379,28 €
86	Contenedores 240 P	37,62 €	3.235,32 €	10	379,28 €
86	Contenedores 240 E	37,62 €	3.235,32 €	10	379,28 €
86	Contenedores 240 FR	37,62 €	3.235,32 €	10	379,28 €
236	Contenedores 800 FO	110,00 €	25.960,00 €	10	3.043,30 €
236	Contenedores 800 P	110,00 €	25.960,00 €	10	3.043,30 €
236	Contenedores 800 E	110,00 €	25.960,00 €	10	3.043,30 €
236	Contenedores 800 FR	110,00 €	25.960,00 €	10	3.043,30 €
34	Contenedores 1000 FO	159,50 €	5.423,00 €	10	635,74 €
34	Contenedores 1000 P	159,50 €	5.423,00 €	10	635,74 €
34	Contenedores 1000 E	159,50 €	5.423,00 €	10	635,74 €
34	Contenedores 1000 FR	159,50 €	5.423,00 €	10	635,74 €
TOTAL			963.981,12 €	10	113.008,00 €

Tabla 10. Presupuesto para contenerización
Fuente: elaboración propia

10.4. Sistema de reconocimiento de cubos

Para el sistema de reconocimiento de cubos se ha calculado un presupuesto (tabla 11) donde se incluyen los sistemas lectores y el software necesario. Se ha estimado el coste anual y el coste horario teniendo en cuenta una amortización de diez años.

Unidades	Concepto	Coste Unidad	Coste Total	Años Amortización	Coste Anual	Coste hora
13	Sistema lector de código	768,00 €	9.984,00 €	10	1.170,43 €	0,56 €
1	Software	1.050,00 €	1.050,00 €	10	123,09 €	0,06 €
TOTAL			11.034,00 €	10	1.293,52 €	0,62 €

Tabla 11. Presupuesto para sistema de lectura
Fuente: elaboración propia

10.5. Campaña de concienciación

En las tablas 12 y 13 se muestran los presupuestos estimados para la campaña de concienciación, la cual consta de un buzoneo de información al principio y educación y talleres ambientales anualmente.

Unidades	Concepto	Coste Unidades	Coste Total
20.154	Cartas informativas	0,70 €	14.107,80 €

Tabla 12. Presupuesto para buzoneo informativo
Fuente: elaboración propia

Unidades	Concepto	Horas anuales	Coste horario	Coste Total Anual
2	Educadores/as ambientales	40	12,00 €	960,00 €

Tabla 13. Presupuesto anual para educación ambiental
Fuente: elaboración propia

10.6. Resumen del presupuesto

A modo de resumen, en la tabla 14 se muestran los costes anuales estimados para cada tipo de presupuesto contemplado. En esta se contemplan todos los costes anuales a excepción del presupuesto para cartas informativas (14.107,80 €) que solo supondrá un coste inicial.

Concepto	Coste anual
Contenerización	113.008,00 €
Maquinaria	230.978,09 €
Personal	508.950,00 €
Sistema de lectura	1.293,52 €
Educadores/as ambientales	960,00 €
TOTAL	855.189,61 €

Tabla 14. Resumen del presupuesto estimado
Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, sabiendo que en el municipio hay 20.154 viviendas que cada año aportan impuestos de bienes inmuebles (IBI) con su respectiva tasa de prestación del servicio de recogida de basuras y transporte de residuos sólidos urbanos. El coste para cada domicilio sería de 43,13 €/año el primer año de implantación del servicio, incluyendo el coste de las cartas informativas y de 42,43 €/año para los años restantes.

Teniendo en cuenta que en la actualidad esta tasa se encuentra en 32 €/año [15] para viviendas unifamiliares y viviendas en edificación abierta (EDA) y en 27 €/año para viviendas de otras clasificaciones, la estimada en relación con el servicio propuesto es ligeramente superior.

Para suavizar esta cifra, el ayuntamiento del municipio podría solicitar fondos nacionales del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), concretamente del Plan de Impulso al Medio Ambiente de Economía Circular y el Programa de Mejora de Gestión de Residuos Municipales, justificando la mejora en la recuperación de residuos con la implantación del nuevo servicio.

Pese a presentar un presupuesto y unas inversiones iniciales más grandes que el servicio actual, visto en porcentaje de recuperación con el que cuenta ahora mismo tiene el municipio y los objetivos marcados por la Unión Europea, es necesario adoptar un cambio. Mediante este sistema se facilita el reciclado por parte del ciudadano, siendo este el primer y más importante eslabón en la cadena del reciclaje. Además de alcanzar unos niveles muy superiores de reciclaje, la recogida puerta a puerta también transmite y educa a la sociedad creando una conciencia más ecológica y consiguiendo el compromiso y la responsabilidad ambiental por parte del ciudadano.

11. Conclusiones

La finalidad de este estudio era diseñar un sistema de gestión de los residuos municipales diferente al que la población está acostumbrada para conseguir una recogida selectiva con unos porcentajes muy superiores de reciclaje, respecto a los actuales. A continuación, se enumeran los resultados obtenidos tras la finalización del estudio.

1. El diseño de la zonificación del municipio, describiendo las características de cada una, ha permitido identificar cuatro zonas claramente diferenciadas que requieren un tratamiento específico.
2. Se ha estimado una cantidad de residuos generados, después de introducir la fracción orgánica, que oscila entre 1.020 (febrero) y 2.670 tn (agosto), así como el recuento del número de viviendas y establecimientos para la cantidad de contenedores y cubos, resultando necesarios, para cada una de las cuatro fracciones de residuos (orgánica, papel, envases y resto), 20.154 contenedores de 25 litros, 86 contenedores de 240 litros, 236 contenedores de 800 litros y 34 contenedores de 1000 litros.
3. Se ha estimado los vehículos y personal necesario en base a la cantidad de residuos generados. Para el diseño se ha tenido en cuenta la temporada estival, ya que es la que más volumen de trabajo supone. En concreto, se precisaría un total de 13 vehículos y 27 trabajadores para poder realizar el servicio.
4. Tras revisar la normativa aplicable tanto a nivel europeo como nacional y autonómico, se ha propuesto una actualización de la ordenanza municipal, cuyas modificaciones permitiría estar adaptada a las características del servicio propuesto.
5. El diseño de las rutas de recogida, teniendo en cuenta las características de cada una y asignando los vehículos acordes a estas, ha establecido un total de 13 rutas que permitirían realizar el servicio de recogida
6. La estimación del presupuesto necesario para la implantación del servicio, teniendo en tanto las necesidades materiales y humanas como el coste de la campaña de concienciación, establece que el coste del servicio por domicilio se situaría en 42,4 €/año, ligeramente superior al coste del servicio actual.
7. La implantación del sistema de recogida constituirá un gran incremento de la tasa de recuperación de residuos, que pasaría del 8.7% (actual) al 86,1% con el nuevo sistema propuesto.

12. Bibliografía

- [1] C. Alonso, E. Martínez, J. de la Morena (2003). *Manual para la Gestión de Residuos Urbanos*. Garrigues. Recuperado 5 de mayo de 2022.
- [2] Emisiones asociadas a los residuos orgánicos en forma sólida. (2015, noviembre 9). RETEMA. Recuperado 6 de julio de 2022, de <https://www.retema.es/articulo/emisiones-asociadas-a-los-residuos-organicos-en-forma-solida-zYNBT>
- [3] El Pacto Verde cambiará la gestión de los residuos en la Unión Europea. (2021, marzo 2). RETEMA. Recuperado el 6 de julio de 2022, de <https://www.retema.es/articulo/el-pacto-verde-cambiara-la-gestion-de-los-residuos-en-la-union-europea-s8Bpg>
- [4] Estrategia Española de Economía Circular y Planes de Acción. (s/f). Gob.es. Recuperado el 15 de julio de 2022, de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/estrategia/>
- [5] BOE.es - BOE-A-2022-5809 Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. (s/f). Boe.es. Recuperado 17 de julio de 2022, de <https://www.boe.es/eli/es/l/2022/04/08/7/con>
- [6] Definición Envase. (s/f). Eustat.eus. Recuperado el 31 de agosto de 2022, de https://www.eustat.eus/documentos/opt_0/tema_454/elem_17366/definicion.html
- [7] Wikipedia contributors. (s/f). *Vidrio*. Wikipedia, La enciclopedia libre. Recuperado el 17 de julio de 2022, de: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Vidrio&oldid=145494571>
- [8] Fracción Resto. (s/f). Gob.es. Recuperado el 4 de agosto de 2022, de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/fracciones/otros.aspx>
- [9] Nuestraesfera, P. (s/f). ¿Cómo se clasifican los residuos? Nuestra Esfera. Recuperado el 3 de junio de 2022, de <http://nuestraesfera.cl/zoom/como-se-clasifican-los-residuos/>
- [10] Composición de los residuos sólidos urbanos - Enciclopedia Medioambiental. (2018, marzo 7). Ambientum.com. Recuperado el 15 de julio de 2022, de https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/composicion_de_los_rsu.asp
- [11] Recogida puerta a puerta en Usurbil. (s/f). Gob.es. Recuperado 10 de junio de 2022, de https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/buenas-practicas/Puerta_Puerta_Usurbil.aspx

“Estudio sobre la implantación del servicio de recogida de residuos puerta a puerta en el municipio de Benicàssim”

[12] Recogida de residuos puerta a puerta. (s/f). Usurbil.eus Recuperado 12 de junio de 2022, de <https://www.usurbil.eus/es/recogida-de-residuos-puerta-a-puerta>

[13] La historia de Cerdeña – Zero Waste Europe. (2017). Zerowastecities.com. Recuperado el 20 de julio de 2022, de https://zerowastecities.eu/wpcontent/uploads/2019/07/zero_waste_europe_cs10_sardinia_sp.pdf

[14] Gestión de residuos sólidos urbanos - Enciclopedia Medioambiental. (2018, marzo 7). Ambientum.com. Recuperado el 15 de julio de 2022, de https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/consideracion_general_a_la_gestion.asp

[15] De Benicàssim, A., & Tributaria, G. (s/f). Benicassim.es. Recuperado 6 de septiembre de 2022, de https://ayto.benicassim.es/dms/ayuntamiento/gobierno/normativa/ordenanzasfiscales/documentos/ordenanza_basuras.pdf

13. Anexos

- 13.1. Anexo 1. Estudio del servicio puerta a puerta en Benicàssim (cálculos y estimaciones)
- 13.2. Anexo 2. Presupuesto estimado para la implantación del servicio
- 13.3. Anexo 3. Propuesta de modificación de la ordenanza municipal
- 13.4. Anexo 4. Plano de Zonificación y planos de Rutas