

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN URBANA SOSTENIBLE DE MERCANCÍAS EN EL CASCO ANTIGUO DE PAMPLONA



Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Julen Arza Santas

Javier Faulin y Adrián Serrano

Pamplona, 7 de junio de 2019



## **Agradecimientos**

Quisiera aprovechar estas líneas para agradecer a todas las personas que me han ayudado y me han apoyado a lo largo de estos años de carrera, así como en la elaboración del presente Trabajo Fin de Estudios.

En primer lugar, agradecer especialmente a mis tutores, Javier Faulin y Adrián Serrano permitirme elaborar este Trabajo Fin de Estudios bajo su dirección. Además, quisiera agradecer la predisposición, actitud y la cercanía que han tenido hacia mí durante estos meses, sin la cual la realización de este trabajo no hubiera sido posible.

Por último, acordarme también de mis amigos que me han acompañado a lo largo de estos años. Y muy especialmente a mi familia, que además de haberme brindado la posibilidad de estudiar, me ha ofrecido todo su apoyo y ayuda a lo largo de todos estos años.

Muchas gracias a todos vosotros.

## Índice

PARTE 1: .....	7
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	7
1.1 Introducción .....	7
1.2 Objetivos .....	7
2. LOGISTICA Y TRANSPORTE URBANO DE MERCANCÍAS .....	9
2.1 Introducción .....	9
2.2 Transporte urbano de mercancías .....	10
2.2.1 Problemas de los vehículos en ruta .....	10
2.2.2 Estrategias de vehículos .....	14
3. IMPLEMENTACIÓN DE BICICLETAS DE CARGA .....	20
3.1 Bicis de carga para envíos en centros de ciudad.....	20
3.2 Tipos de reparto .....	20
3.2.1 Reparto de mercancías punto por punto .....	20
3.2.2 Reparto de mercancías con un único vehículo .....	21
3.2.3 Reparto de mercancías desde una compañía almacenadora próxima a los clientes	21
3.2.4 Reparto de mercancías desde una compañía almacenadora situada fuera de la ciudad .....	21
4. DISTRIBUCIÓN DE MERCANCÍAS EN EL CASCO ANTIGUO DE PAMPLONA .....	23
4.1 Plan de Amabilización .....	23
4.2 Situación actual .....	24
4.3 Reparto de Mercancías .....	25
PARTE 2: .....	27
5. METODOLOGÍA.....	27
5.1 Planteamiento y diseño del cuestionario.....	27
5.2 Selección de la muestra y procedimiento de campo .....	29
6. TRABAJO DE CAMPO .....	33
7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	34
7.1 Descripción de la muestra.....	42
7.2 Movilidad y percepción Plan de Amabilización.....	45
7.3 Reparto y transporte de mercancías.....	50
7.4 Transportes de mercancías mediante Drones .....	58
8. CONCLUSIONES .....	62
9. BIBLIOGRAFÍA.....	64

## Índice de contenidos gráficos:

<i>Figura 1: Diagrama de Flujo Logística y Distribución. Fuente: Directivoglobal.com</i> .....	9
<i>Ilustración 2: Las calles de Pamplona en horario de carga y descarga</i> .....	10
<i>Gráfica 3: Relación del consumo de combustible respecto a la velocidad del vehículo.</i> .....	14
<i>Ilustración 4 : Ejemplo de centro urbano de transporte.</i> .....	17
<i>Ilustración 5: Avenida Guipúzcoa de Pamplona. Ilustración 6: Calle Mayor de Pamplona</i> ....	17
<i>Ilustración 7: Calle Estafeta (Pamplona) Ilustración 8: Restricciones de acceso calle Nueva</i> ....	19
<i>Figura 9 Ejemplo de ruta de reparto con almacén situado en la ciudad</i> .....	21
<i>Figura 10: Esquema de reparto con almacén principal fuera de la ciudad</i> .....	22
<i>Figura 11: Folleto control de cámaras de acceso</i> .....	23
<i>Figura 12: Mapa de las zonas del casco antiguo de Pamplona</i> .....	24
<i>Ilustración 13: Previsión de la calle Navas de Tolosa tras la segunda fase del Plan de Amabilización.</i> .....	24
<i>Ilustración 14: Sede de la empresa de reparto Oraintxe(Casco Antiguo de Pamplona)</i> .....	26
<i>Figura 15: Diagrama del proceso de diseño del cuestionario</i> .....	27
<i>Figura 16: Diagrama del proceso de elaboración del cuestionario</i> .....	29
<i>Tabla 17: Ejemplo de cuotas independientes</i> .....	30
<i>Tabla 18: Ejemplo de cuotas interdependientes</i> .....	30
<i>Gráfica 19 <math>P(-z_{\alpha/2} &lt; Z &lt; z_{\alpha/2}) = 1-\alpha</math></i> .....	36
<i>Gráfica 20: Ejemplo de aceptación de hipótesis <math>H_0</math> con el indicador del P-valor</i> .....	40
<i>Gráfica 21: Pirámide de la población de los encuestados</i> .....	42
<i>Gráfica 22: Porcentajes del nivel de estudios de la muestra</i> .....	43
<i>Gráfica 23: Zonas de residencia de los habitantes de Pamplona</i> .....	43
<i>Gráfica 24: Distribución del lugar de residencia en función de la distancia respecto al Casco Antiguo</i> .....	44
<i>Gráfica 25: Distribución de los ingresos mensuales del hogar</i> .....	44
<i>Gráfica 26: Medio habitual utilizado para desplazarse por la ciudad de Pamplona</i> .....	45
<i>Gráfica 27: Frecuencia con la que visita en centro en función del lugar de residencia</i> .....	47
<i>Gráfica 28: Porcentaje de la población que prohibiría el acceso de los siguientes vehículos al Casco Antiguo</i> .....	49
<i>Gráfica 29: Conjunto de valoraciones de la sostenibilidad del transporte de mercancías en función de la edad.</i> .....	51
<i>Gráfica 30: Grados de molestia provocado por los vehículos de reparto en función de la edad</i> 52	
<i>Gráfica 31: Valoración de los distintos métodos de transporte y reparto de mercancías</i> .....	58
<i>Gráfica 32: Nivel de preocupación de los problemas citados del transporte de mercancías mediante drones</i> .....	59

**RESUMEN:**

El aumento del transporte urbano de mercancías en los últimos años debido a la recuperación económica y especialmente al aumento de los pedidos y compras realizadas mediante internet se ha convertido en un problema tanto para las ciudades Europeas como para la contaminación del medio ambiente.

En este estudio, se ha realizado un análisis del sistema del transporte urbano de mercancías del Casco Antiguo de Pamplona. Para ello, se ha estudiado la situación actual y la problemática generada por el sistema de transporte de mercancías.

Por otro lado, se ha estudiado la percepción ciudadana sobre las medidas llevadas a cabo para impulsar la movilidad sostenible y la opinión acerca de otros sistemas de reparto de mercancías alternativos y sostenibles como la ciclo-logística o los vehículos eléctricos.

Por último, se ha analizado la viabilidad de un sistema, el cual todavía se encuentra en fase experimental, como es el reparto de mercancías mediante drones.

**Palabras clave:**

Transporte urbano de mercancías

Logística sostenible

Casco Antiguo de Pamplona

Plan de Amabilización

Transporte sostenible

**ABSTRACT:**

In the last years, the increase of the urban freight transport due to the economic recovery and principally because of the increase of internet buys and deliveries, it has become an important problem for European cities and their environment.

In this study, an analysis about the urban freight transport system of the old part of Pamplona has been made. To do such thing, the current situation and the problems caused by the urban freight transport system have been studied.

Furthermore, the perception of the citizens about the decisions of the local authorities encouraging the sustainable mobility and also their opinion about other urban freight transport sustainable systems such as the cyclologic and electric vehicles have been studied.

To conclude, the viability of a new system based on drone deliveries, which is only in an experimental phase, has been analysed.

**Key words:**

Urban freight transport

Smart logistic

Old town of Pamplona

Pedestrianization plan

Sustainable transport

## **PARTE 1:**

# **1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

## **1.1 Introducción**

Aunque el transporte haya disminuido en Europa desde 2009 debido a la crisis financiera, hoy en día es responsable del consumo del 33% de la energía total, la distribución de mercancías representa el 82% de esta energía (European Union, 2016). Sin embargo, otra de las causas que influyen en el aumento del transporte de mercancías es el crecimiento de los envíos particulares (e-commerce). En Europa hubo un aumento del 6.2% en 2013 y se prevé un aumento del 10.1% en 2017 (Statista, 2016).

Por consecuencia de este hecho, existe un incremento en el transporte de mercancías, que es una de las causas del cambio climático debido a que se originan gases causantes del efecto invernadero (GHGs).

Aproximadamente el 75% de la población de Europa y Norte América vive en un entorno urbano concentrado en ciudades. Se espera que la población de estos entornos urbanos siga en aumento en las próximas décadas. La predicción para 2050 es que haya un incremento hasta el 80% en la población urbana. (United Nations DESA, 2015).

Debido a la concentración masiva de habitantes y comercios, las zonas urbanas requieren de un gran servicio de reparto de mercancías tanto para el comercio como para uso doméstico (European Commission, 2007).

El sistema de transporte de mercancías responde de manera efectiva a las necesidades económicas de las ciudades. Sin embargo, contribuye enormemente al impacto medioambiental, particularmente por la contaminación de aire y sonido y la congestión del tráfico. Como resultado, tiene un gran impacto negativo en la salud de los ciudadanos.

Una posibilidad de mitigar este efecto es el uso de vehículos alternativos. Una posibilidad es el uso de vehículos sostenibles con gran potencial como lo son las bicis, triciclos y vehículos eléctricos en el reparto de mercancías dentro de la ciudad.

En éste trabajo se va a realizar un estudio de la problemática que genera el transporte urbano de mercancías del Casco Antiguo de Pamplona. Para ello se analizará la situación actual, los problemas existentes, las consecuencias generadas por el transporte urbano, la percepción de las personas a las que les afecta y por último analizar la viabilidad de soluciones alternativas de mayor sostenibilidad para combatir el problema.

## **1.2 Objetivos**

Para la realización del trabajo se han establecido los siguientes objetivos:



1. Estudiar la situación actual del transporte del Casco Antiguo de Pamplona.
2. Estudiar los problemas causados por el transporte en el Casco Antiguo de Pamplona.
3. Estudiar la percepción ciudadana sobre las medidas llevadas a cabo para impulsar la sostenibilidad en el transporte.
4. Analizar la viabilidad del transporte de mercancías alternativos de mayor sostenibilidad como vehículos eléctricos y bicis de carga.
5. Analizar la percepción ciudadana frente al transporte de mercancías de vehículos alternativos como drones.

## 2. LOGISTICA Y TRANSPORTE URBANO DE MERCANCÍAS

### 2.1 Introducción

Las actividades de transporte y logística suelen formar parte de la cadena de suministro. Se define como el proceso que planifica, implementa y controla el flujo y almacenamiento de bienes y servicios con el objetivo de satisfacer los requisitos y obtener una mayor satisfacción de los clientes.

No fue hasta mediados del siglo XX, se empezó a utilizarse el concepto de 'Logística' para referirse a las funciones y actividades de transporte de bienes y mercancías. En la década de 1950 las empresas, debido a la complejidad y al aumento de los materiales de envío, hicieron referencia al término logística para las funciones de negocio.

La producción Logística se encarga de implementar y controlar el flujo a través de la cadena de suministro desde un punto de entrada hasta el último paso, el cliente. La logística de distribución se refiere a la entrega de productos terminados al cliente, teniendo como origen el punto donde se encuentra la materia prima. Es decir, se trata del proceso que recoge todas las actividades que se llevan a cabo hasta que el consumidor dispone de cierto bien o servicio en el instante y lugar preciso.

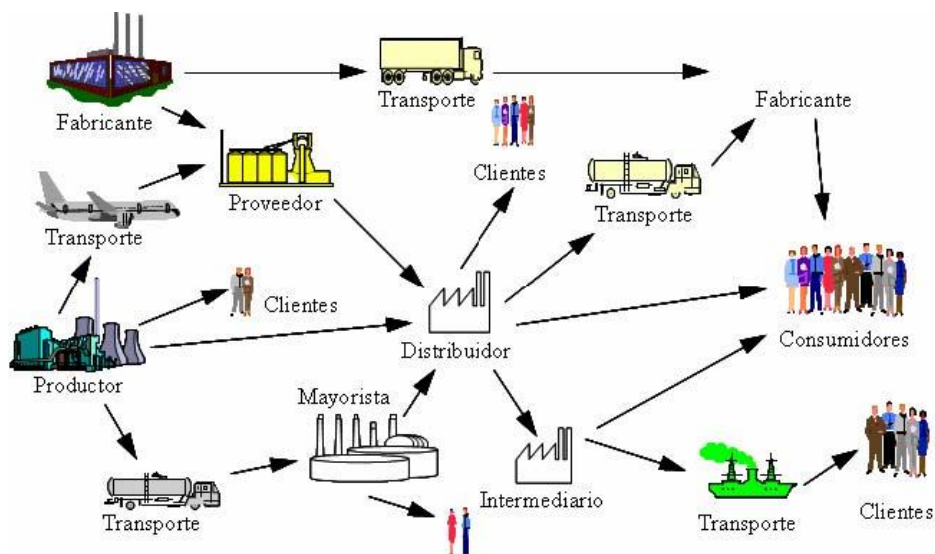


Figura 1: Diagrama de Flujo Logística y Distribución. Fuente: Directivoglobal.com

Una logística coordinada de manera efectiva proporciona resultados comerciales positivos a medida que las empresas se expanden. Esta planificación coordinada se realiza para llevar a cabo una correcta distribución de bienes y servicios de manera oportuna, segura y eficaz. Es crucial en términos de mejora de eficiencia y rentabilidad no sólo en grandes compañías, sino que también en pequeñas y medianas empresas.

La logística ayuda tanto a las empresas como a los proveedores y los propios clientes a la creación de valor. Es una herramienta muy importante ya que no sólo se refiere a la calidad o cantidad sino que también se ajusta a la disponibilidad de los clientes, por lo que se considera una herramienta esencial para la creación de valor para los clientes.

## 2.2 Transporte urbano de mercancías

Aproximadamente el 75% de la población de Europa y Norte América vive en un entorno urbano concentrado en ciudades. Se espera que la población de estos entornos urbanos siga en aumento en las próximas décadas hasta llegar a un 80% en la década de 2050 (United Nations DESA, 2015).

Debido a la concentración masiva de habitantes y comercios, las zonas urbanas requieren de un gran servicio de reparto de mercancías tanto para el comercio como para uso doméstico. Como consecuencia hay un aumento en la demanda de servicios de envío de mercancías (European Commission, 2007).

Una gran parte de la distribución de mercancías es realizada con vehículos de carga. La asignación de clientes a cada uno de estos vehículos, además de la ruta y el horario, recogen una serie de decisiones que pueden llegar a tener un gran impacto en el coste y la calidad del servicio. Es esencial la planificación y la implementación de una estrategia y método correcto para garantizar una gran calidad en el servicio con el menor gasto e impacto posible.



*Ilustración 2: Las calles de Pamplona en horario de carga y descarga*

Una parte de la reducción de costes proviene de la reducción de distancia recorrida por los vehículos debido a la utilización de mejores rutas. Además, conlleva una reducción de ahorro de combustible y reducción de las emisiones de efecto invernadero. Sin embargo, existen otros factores adicionales que pueden afectar en la reducción del impacto de los vehículos. Únicamente por la utilización de una ruta adecuada no se garantiza el mínimo impacto, ya que otros factores como la congestión en el tráfico de algunas rutas debido al horario pueden afectar.

### 2.2.1 Problemas de los vehículos en ruta

El problema del vehículo en ruta con capacidad básico consiste en hacer frente a las demandas de un conjunto de clientes por medio de una serie de vehículos de carga organizados desde un almacén central. Las distancias entre los clientes son conocidas, así como el número de vehículos y la capacidad de carga de todos ellos. Por lo tanto, el objetivo del problema es minimizar la distancia recorrida por cada uno de los vehículos asegurando un reparto equitativo en cuanto a distancia entre cada uno de ellos.

### ***a) Variedad de problemas***

#### **Franjas de horarios:**

Es una de las restricciones más habituales a la hora de realizar un reparto de mercancía. La franja horaria está especificada antes de comenzar el pedido. Sin embargo, en caso de una mala programación se pueden producir impuntualidades que puede provocar que el reparto no pueda producirse. Otro problema de una mala organización puede conllevar a tiempos de espera elevados hasta que la franja horaria empiece, lo cual supondría un aumento de costes.

#### **Recogida y reparto:**

En este caso cada producto es recogido desde una localización y es enviada a otra diferente. La recogida no tiene por qué producirse desde el almacén principal. Obviamente, cada recogida y entrega debe estar asignada al mismo vehículo y la recogida debe producirse antes del envío. Otra de las limitaciones es que los vehículos disponen de una capacidad de carga limitada.

#### **Vehículos no homogéneos:**

El conjunto de vehículos de una compañía de transporte está formado por diferentes vehículos con diferentes características, lo que en ocasiones puede ser crítico a la hora de elaborar las rutas de los vehículos de reparto. Los vehículos utilizados tienen diferentes capacidades y tamaños, esto afecta en el modo de uso de cada uno de ellos. Además, algunas rutas pueden estar limitadas a vehículos de cierto tamaño o algunos productos solo pueden ser transportados en un tipo de vehículo concreto.

#### **Open VRSP:**

En los problemas de ruta y planificación abiertos la idea es que las rutas necesariamente no deben empezar y acabar en el almacén principal. Esto repercute en una costosa estructura, donde los vehículos no necesariamente deben regresar al almacén después de acabar su último reparto pero deben ir a otros puntos para continuar con otros trabajos. Se han propuesto algunos problemas para resolver este tipo de sistemas de reparto no centralizado.

#### **Dynamic VRSP:**

En el caso de los problemas del vehículo en ruta y horario dinámicos se permiten variaciones en el horario a petición de los clientes una vez la información es conocida. Esto es

diferente a las aproximaciones estándares donde toda la información y los horarios son previamente planteados al comienzo del día.

La nueva información puede llegar a modo de petición de un nuevo cliente o debido a la cancelación de un envío. Se han creado métodos eficientes para resolver este tipo de problemas. Aunque ha habido avances técnicos para modificar las rutas de transporte a tiempo real dependiendo del estado del tráfico o por variaciones en la demanda, existen limitaciones a la hora de traducir los beneficios que se pueden obtener en la práctica. Por ejemplo, un vehículo debe ser cargado pensando en la ruta que va a realizar para abastecer a los clientes. Una vez iniciada la ruta, su mercancía no puede ser cambiada por lo que a pesar del tráfico tendrá que abastecer a los mismos clientes a pesar de que existan mejores rutas debido al tráfico.

#### **Problemas de puente entre producción y consumo:**

El problema consiste en visitar una serie de clientes situados en una amplia red de rutas. Estos problemas surgen cuando muchas calles deben ser visitadas para satisfacer las necesidades de los clientes. Unos claros ejemplos prácticos serían la recogida de residuos o el servicio postal.

Se deben de tener en cuenta al igual que en los problemas básicos, la limitación de carga y las limitaciones de tiempo de operación. También habría que tener en cuenta si con los vehículos disponibles cabe la posibilidad de cumplir con la ruta establecida sin la necesidad de circular más de una vez por la misma calle.

#### **Transporte de mercancías peligrosas**

Las investigaciones realizadas acerca del transporte de mercancías peligrosas tienden a centrarse en la evaluación del impacto ambiental de diferentes rutas entre dos localizaciones en lugar de planificar rutas entre estos mismos puntos. Erkut y Verter (1998) definen el riesgo como una combinación entre la probabilidad de accidente y el tamaño de población que podría verse afectada para cada sección de la ruta.

#### ***b) Problemas de eficiencia en el transporte de mercancías urbano***

La complejidad del transporte de mercancías urbano requiere una solución inclusiva para cada una de las partes interesadas (Clientes, gobierno local, habitantes, proveedores del servicio de logística y minoristas).

El transporte urbano de mercancías es responsable de un amplio rango de impactos negativos sociales y medioambientales. El consumo de combustibles fósiles, emisiones de gases de efecto invernadero, contaminación de aire y acústica, seguridad vial y accidentes y tráfico e interrupción de carreteras.

Algunos de los problemas incluidos (Allen et al, 2000; Browne and Gomez, 2011):

- Congestión del tráfico, accidentes de tráfico, inadecuada infraestructura de carreteras y actitud inapropiada de los conductores.

- Problemas relacionados con la normativa de transporte, incluyen restricciones de vehículos según su tamaño o peso o restricciones basadas en el tiempo.
- Problemas de estacionamiento, carga y descarga, falta de espacio.
- Problemas relacionados con los clientes, incluyen colas para realizar repartos o recogidas, dificultad para encontrar al receptor y restricciones de tiempo

### ***c) Impacto medioambiental***

El impacto medioambiental producido no depende únicamente de las rutas y planificación realizada, hay otros factores que afectan como el tamaño de los vehículos y el tipo de combustible empleado. Medidas prácticas, como el modo de conducción de los vehículos puede afectar en el impacto producido por las emisiones.

En el Reino Unido, se han llevado a cabo programas de seguridad y eficiencia en conducción donde se aportan conocimientos y técnicas a los conductores con el objetivo de aumentar la eficiencia al volante. Como consecuencia de estas medidas, se demostró en un estudio que el consumo de combustible fue reducido entre un 1.9 y un 13.5% (Department for Transport, 2006).

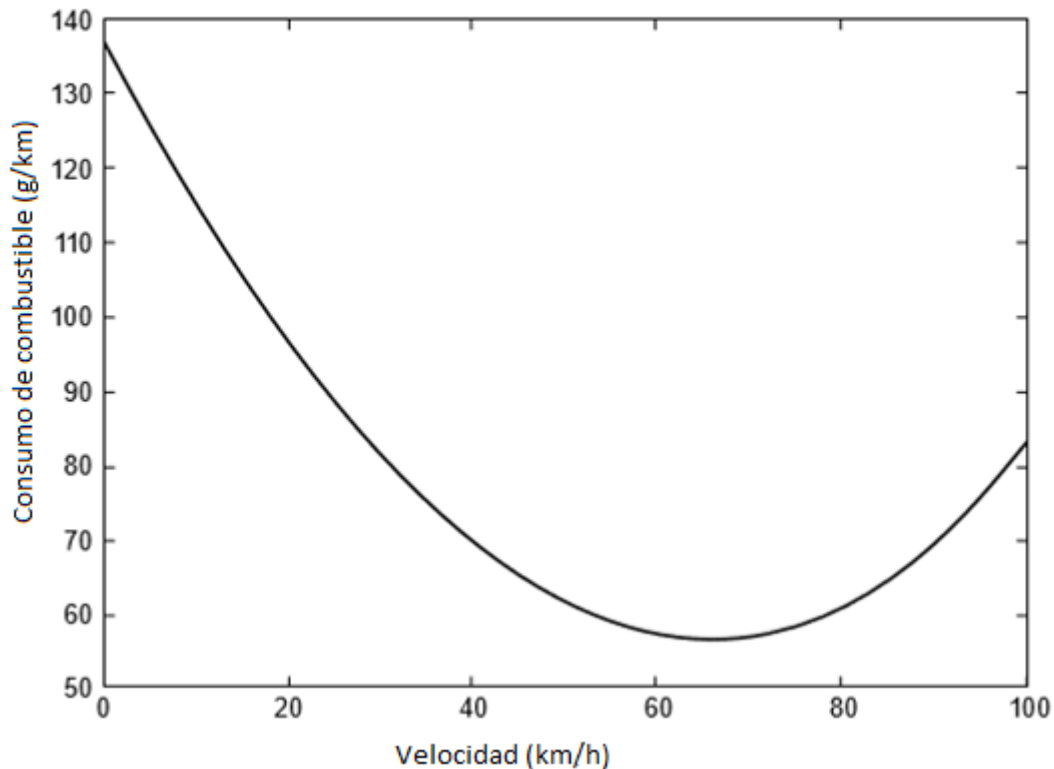
El impacto medioambiental puede reducirse usando vehículos de una fuente de energía que no venga derivada del petróleo. Sin embargo, estos vehículos pueden tener un alcance y puntos de recarga de combustible limitados.

### ***d) Congestión:***

La media de velocidad en carretera varía en diferentes periodos del día. La mayor causa es la congestión. Esto provoca que los vehículos no puedan circular a la velocidad óptima por la vía y provoca un aumento en las emisiones. McKinnon (2007) expone la congestión como una de las variables de transporte clave, de las cuales el gobierno del Reino Unido debe gestionar para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

En la siguiente gráfica se muestra la relación entre el consumo y la velocidad de los vehículos (Gráfica 3).

### Relación del consumo de combustible respecto a la velocidad de un vehículo diesel



Gráfica 3: Relación del consumo de combustible respecto a la velocidad del vehículo.

Afortunadamente, gracias a la tecnología moderna, particularmente con los GPS se puede monitorizar a los vehículos. De esta manera, recopilando los datos de posición y velocidad de los vehículos se puede prevenir la congestión en los momentos del día en los que ocurre.

#### 2.2.2 Estrategias de vehículos

El sistema de transporte de mercancías responde de manera efectiva a las necesidades económicas de las ciudades. Sin embargo, contribuye enormemente al impacto medioambiental, particularmente por la contaminación del aire y el sonido. Como resultado, tiene un gran impacto negativo en la salud de los ciudadanos.

Sorprendentemente, no se ha prestado gran atención al transporte de mercancías en ámbito urbano ni por los investigadores ni por los encargados de regular la normativa hasta ahora. La gran mayoría de los estudios están dirigidos al transporte urbano sostenible. Sin embargo, no siempre se cumple la integración práctica de estos métodos sostenibles.

Las consideraciones del transporte de mercancías urbanas y su distribución para los gobiernos nacionales y autoridades locales tradicionalmente han variado de acuerdo a la reacción frente a los problemas, generalmente provocados por las quejas de los vecinos o usuarios de las vías. Sin embargo, la tendencia se ha revertido en los últimos 10-15 años,

donde las autoridades han aumentado su interés en la logística por su importancia en términos económicos e impacto medioambiental en zona urbana.

En los últimos años varias instituciones se han centrado en la creación de programas de investigación los cuales tienen como objetivo la investigación de nuevas vías de optimizar el transporte y el almacenamiento de productos en el centro de las ciudades mientras se reduce el impacto del tráfico y de las emisiones.

Se pueden diferenciar tres grupos diferentes capaces de implementar cambios en el transporte urbano de mercancías:

- **Autoridades públicas**, son capaces de realizar cambios en la normativa que alteran las actividades de las compañías de reparto.
- **Las empresas de reparto** que implementan iniciativas para reducir el impacto de sus operaciones porque les produce algunos beneficios este cambio de funcionamiento. Estos cambios pueden beneficiar económicamente a la compañía, operando de manera más eficiente y sostenible con el medio ambiente.
- **Los receptores** de los envíos son capaces de ejercer una gran influencia en los cambios del transporte urbano de mercancías.

Pueden ocurrir ineficiencias en el transporte debido a los niveles del tráfico. También pueden ocurrir debido a las consecuencias de una mala planificación en la normativa. Todo ello puede repercutir en un mayor impacto medioambiental y financiero.

La eficiencia en la utilización de la infraestructura urbana es uno de las mayores prioridades de las ciudades Europeas. Para encontrar planes eficientes y sostenibles hay que tener en cuenta una serie de cuestiones claves:

- Los vehículos empleados deberían causar el menor impacto social y medioambiental posible.
- Las autoridades competentes, las compañías de reparto y los comerciantes deberían cooperar conjuntamente para cumplir sus objetivos.
- Las compañías de transporte deberían optimizar sus actividades para reducir el tráfico y el impacto medioambiental.
- Normativa requerida, que depende de factores como:
  - o Objetivos económicos, sociales y medioambientales de las autoridades.
  - o El nivel de transporte de mercancías y el tráfico.
  - o El tamaño, densidad y disposición del área urbana.

### ***a) Iniciativas del transporte urbano de mercancías***

Se han llevado a cabo varias iniciativas en el transporte urbano de mercancías en la última década. Se pueden dividir en diferentes categorías:

1. Gestión de la infraestructura: Mejoras en las vías, rediseño en la geometría para mejorar el servicio.



2. Gestión de zonas de carga y descarga: Iniciativas para mejorar el servicio facilitando espacios donde se realizan la carga y descarga de mercancías.
3. Iniciativas relacionadas a vehículos: Tienen como objetivo la reducción de las consecuencias negativas de los vehículos.
4. Gestión del tráfico: Tienen como objetivo mejorar las condiciones del tráfico con diferentes restricciones de tamaño y tiempo y gestión del tráfico.
5. Incentivos y tasaciones: Incluir zonas de pago para lograr el cumplimiento de los objetivos de la normativa.
6. Gestión de logística: Incluye sistemas para mejorar el modo de carga y descarga reduciendo los impactos negativos.
7. Gestión de la demanda de mercancías: Estas medidas se centran en variar y gestionar la demanda de mercancías en lugar de los vehículos o el tráfico.

#### ***b) Centros de consolidación urbana***

Por lo general, el objetivo de la consolidación de centros urbanos es evitar la necesidad de vehículos de mercancías para los envíos en zonas urbanas. El objetivo consiste en proveer una zona de instalaciones cerca de la zona urbana donde los envíos pueden realizarse con un vehículo apropiado con un gran nivel de utilización de carga.

Las ventajas potenciales en transporte y en el medio ambiente de los centros urbanos consolidados tienen que hacer frente a los potenciales costes asociados a la consolidación que pueden incluir: costes de operación, etapas adicionales en el transporte, seguridad, responsabilidad y problemas en el servicio a los clientes asociado con compañías de transporte adicionales.



*Ilustración 4 : Ejemplo de centro urbano de transporte.*

### **c) Colaboración entre los sectores públicos y privados**

En la distribución urbana de transporte y logística toman parte diferentes participantes con diversos intereses (Autoridades, compañías de reparto, minoristas, mayoristas, repartidores, vendedores, residentes y trabajadores).



*Ilustración 5: Avenida Guipúzcoa de Pamplona.*



*Ilustración 6: Calle Mayor de Pamplona*

Normalmente las actividades de logística son principalmente llevadas a cabo por compañías del ámbito privado. Sin embargo, se espera que los gobiernos jueguen un rol responsable por varias razones:

- Superar las externalidades negativas como la congestión de la vía y la contaminación del aire.

- La coordinación necesaria con otras funciones públicas como el plan de la ciudad, el desarrollo económico regional y la gestión medioambiental.

En algunos países como el Reino Unido, se ha impulsado la colaboración conjunta entre las autoridades competentes y el sector privado. De esta manera las autoridades juegan un rol apoyando la industria, a través del desarrollo de sociedades para progresar y desarrollar una práctica con sistemas de distribución sostenibles, y ser capaces de encontrar soluciones a los problemas que más les conciernen.

Gracias a ello, se han conseguido los siguientes resultados positivos:

- La producción de mapas específicos para repartidores y conductores de mercancías.
- Mejoras en la simbología de la carretera.
- Puntos de información.

#### ***d) Zonas medioambientales***

También conocidas como zonas de bajas emisiones, se definen como un área donde únicamente pueden entrar vehículos que cumplen unos requisitos en cuanto a emisiones. El objetivo es restringir el paso de los vehículos más contaminantes, se suele aplicar en zonas geográficas donde la calidad del aire pueda llegar a ser peligrosa para la salud.

Las restricciones en zonas urbanas pueden ser de diferentes tipos:

- Restricciones de peso.
- Restricciones de longitud.
- Restricciones en función de la utilización de la capacidad de carga.
- Restricciones de tiempo.
- Cierre permanente de vías y estrategias de peatonalización.

Hay diferentes tipos de zonas de bajas emisiones, cada una de ellas se implementa dependiendo de las necesidades del lugar.



*Ilustración 7: Calle Estafeta (Pamplona)*



*Ilustración 8: Restricciones de acceso calle Nueva (Pamplona)*

No existen soluciones estándares aplicables a los problemas causados por el transporte de mercancías en zonas urbanas. Sin embargo, el objetivo debería ser implementar las medidas e iniciativas legislativas que garantizaran la seguridad de operación de los vehículos, promover la economía y mejorar el medio ambiente.

Es necesaria la colaboración entre los sectores públicos y privados para identificar los problemas y aspectos clave e implementar las soluciones necesarias. En ocasiones es necesaria la introducción de restricciones como en las zonas de bajas emisiones para cumplir los requisitos de salud, seguridad y medioambiente.

### **3. IMPLEMENTACIÓN DE BICICLETAS DE CARGA**

Hoy en día es responsable del consumo del 33% de la energía total, y la distribución de mercancías representa el 82% de esta energía. Además, en los próximos años está previsto que los envíos particulares aumenten siendo una de las causas del crecimiento del transporte de mercancías.

Una posibilidad de mitigar este efecto es el uso de vehículos alternativos. Una posibilidad es el uso de vehículos sostenibles con gran potencial como lo son las bicis eléctricas en el reparto de mercancías dentro de la ciudad.

Las ventajas de estos vehículos principalmente se atribuirían a la no emisión de gases que causan efecto invernadero. Por otro lado, no contribuirían al aumento de la contaminación acústica, son adaptables a distintas condiciones de velocidad y espacio especialmente dentro los centros de ciudades con pasos realmente estrechos. Además, son fáciles de aparcas y no obstruyen el tráfico.

La principal desventaja es su falta de autonomía, lo cual hace complicado el transporte de mercancías de larga distancia. Además, debido a que la capacidad de carga no es la misma que los vehículos tradicionales es necesario que se diseñe un plan que sea capaz de integrar todos los modelos de negocio en él. De esta manera aprovechar las ventajas que pueden ofrecer las E-bikes.

#### **3.1 Bicis de carga para envíos en centros de ciudad**

En caso de que una compañía estableciese un sistema de reparto de mercancías con bicis de carga, su implementación debería llevarse a cabo de manera meditada y previamente estudiada. Especialmente debido a su limitada capacidad de carga, así como su limitada distancia de operación, la utilización de estos vehículos se ve limitada. Además, a la hora de transportar mercancías frágiles o congelados las bicis de carga requieren de un diseño más específico.

Además de tener en cuenta los problemas técnicos, hay que diseñar un modelo apropiado para la optimización de la ruta.

#### **3.2 Tipos de reparto**

##### **3.2.1 Reparto de mercancías punto por punto**

En este caso, cada repartidor recibe una orden para transportar la carga desde una dirección de origen donde se hará cargo de la carga hasta una dirección de destino.

Para encontrar una ruta de mercancías idónea se requiere resolver el problema de ruta mínima. Para ello, se utilizan los algoritmos de (Dantzig, 1960; Dreyfus, 1969; Dijkstra, 1959; Bellman, 1958).



### 3.2.2 Reparto de mercancías con un único vehículo

Las bicis de carga se utilizan frecuentemente para el reparto de mercancías para clientes previamente conocidos. En este caso, la bici comienza el reparto de mercancía en el almacén y concluye retornando al mismo punto tras haber realizado el servicio de un número concreto de clientes.

Esta ruta se llevará acabo de manera óptima resolviendo el problema del viajero. Consiste en realizar el reparto a todos los clientes de manera que la ruta empleada por el repartidor sea mínima.

### 3.2.3 Reparto de mercancías desde una compañía almacenadora próxima a los clientes

Si el reparto de mercancía supera la capacidad de carga de una bici, el reparto se puede llevar a cabo con varios vehículos. Se podría optimizar resolviendo el problema del vehículo en ruta o por otro lado, el cual es más complejo: el problema en ruta del vehículo de carga. Un ejemplo de este tipo de repartos se puede ver en el siguiente mapa (Figura 9).

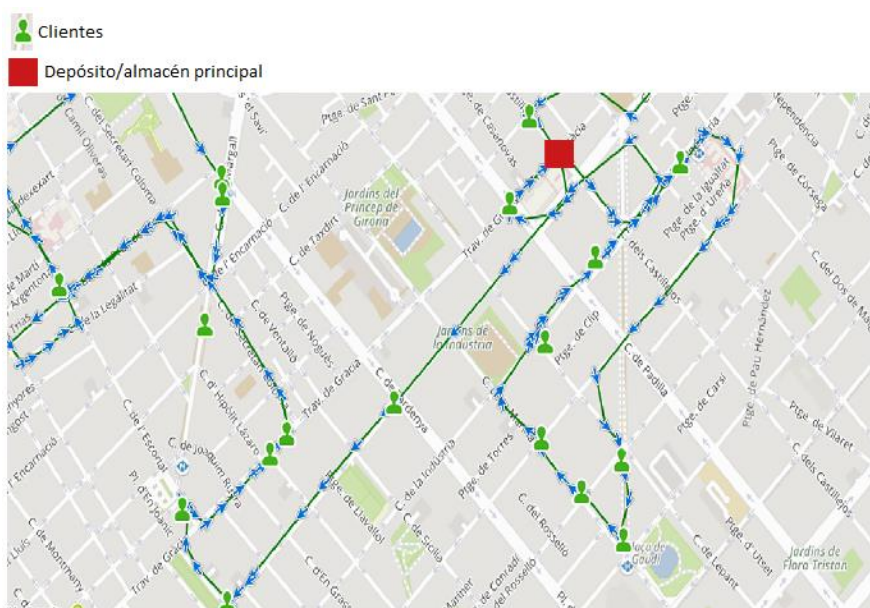


Figura 9 Ejemplo de ruta de reparto con almacén situado en la ciudad

### 3.2.4 Reparto de mercancías desde una compañía almacenadora situada fuera de la ciudad

Debido a la localización del almacén las bicis no pueden empezar el reparto desde ese punto debido a que es una distancia excesiva para este modo de transporte.

El sistema empleado para solventar el problema consiste en resolver un problema del vehículo en ruta de dos escalones. El primer paso consiste en transportar la mercancía con

vehículos de gran capacidad desde el almacén principal hasta otros secundarios o pequeñas sucursales distribuidas a lo largo de la ciudad. En segundo lugar, desde los almacenes secundarios las bicis se encargarían de repartir la mercancía a los clientes de la ciudad. Los dos pasos se realizarían de manera óptima resolviendo el problema en ruta del vehículo de carga. Se puede ver un ejemplo de este tipo de problemas (Figura 10).

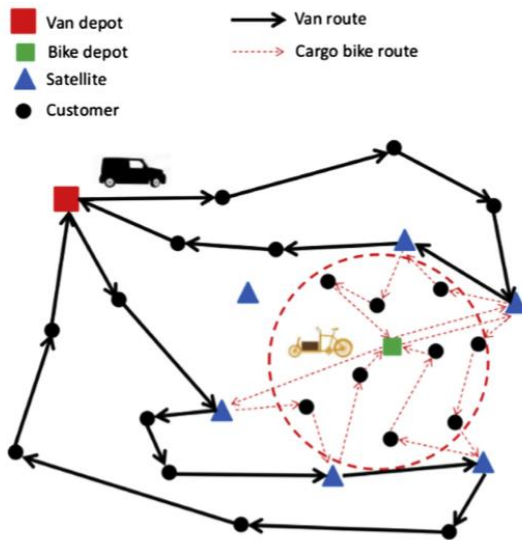


Figura 10: Esquema de reparto con almacén principal fuera de la ciudad

### Conclusión:

Para integrar las bicicletas de carga a un sistema de distribución urbana, se debe realizar una planificación meditada. Los mayores retos en comparación con los vehículos tradicionales son su limitada capacidad de carga y su menor distancia de operación.

Para ello, es necesario planificar de acuerdo a la resolución del problema de ruta mínima en los casos simples, y por otro lado el problema del vehículo en ruta de dos escalones para los casos más complejos.







Figura 12: Mapa de las zonas del casco antiguo de Pamplona

Otro de los objetivos del plan es tratar de conseguir que el sector del reparto de mercancías se sume a este cambio en favor de la salud de las personas y sostenibilidad del medio ambiente. De hecho, una de las compañías con más peso dentro del reparto de mercancías en el país como Correos dispone ya de una de las mayores flotas de vehículos eléctricos del sector de la distribución en España. (Anabel Gutiérrez, 2019)

## 4.2 Situación actual

En Septiembre del año 2018 se dio por finalizada la primera fase del Plan de Amabilización, donde se logró una reducción de hasta el 90% de vehículos en el Ensanche y del 50% en el Casco Viejo. Un cambio modal que ha conseguido una reducción drástica de la circulación de vehículos tanto en las vías de transición entre el Casco Antiguo y el Primer Ensanche y en las vías internas de este último.



Ilustración 13: Previsión de la calle Navas de Tolosa tras la segunda fase del Plan de Amabilización..

La Segunda fase del plan de Amabilización se llevará a cabo el primer semestre de éste año (2019), que incluye las obras de reurbanización del tramo comprendido por las calles de Navas de Tolosa (Ilustración 13), desde su intersección con Yanguas y Miranda hasta la rotonda frente al Hotel Tres Reyes, y también de la calle Taconera hasta el cruce con la calle Bosquecillo. El objetivo principal será la consolidación de la calle Navas de Tolosa y la zona de la Taconera como zonas donde se produzca la coexistencia entre autobuses urbanos, peatones y ciclistas.

En cuanto al transporte público, se ha realizado un gran avance en el transporte sostenible, llevando a cabo la primera línea 100% eléctrica que conecta la estación de ferrocarril de Renfe con la Universidad Pública de Navarra. Estos nuevos autobuses disponen de un sistema de tracción totalmente electrificado y alimentado por baterías de ion-litio, que a su vez son cargadas tras realizar un viaje en dos punto de carga. Todo ello, permite operar a los autobuses con 0 emisiones de CO<sub>2</sub> durante todo el día (Diario de Navarra, marzo de 2019).

### 4.3 Reparto de Mercancías

En cuanto al reparto de mercancías en el Casco Antiguo de Pamplona, las medidas adoptadas en el Plan de Amabilización han afectado al sector principalmente por las restricciones horarias para la actividad de carga y descarga de mercancías. Los **días laborables** se permite la circulación **de 08:00 a 11:00 y de 14:00 a 16:30**, y los **sábados** que no sean festivos **de 08:00 a 11:00 horas**. (Ayuntamiento de Pamplona, 2019)

Además de cumplir con las restricciones horarias, se debe obtener la autorización de transporte y la autorización de circulación por el casco antiguo. Las actividades de carga y descarga se deben realizar en las zonas de acceso controlado de circulación. El tiempo de operación máximo estará delimitado por las restricciones horarias o cuando la actividad de carga y descarga haya finalizado.

En cuanto al transporte de mercancías sostenible en Pamplona, la empresa de referencia es **Oraintxe**. Con su sede situada en el Casco Antiguo de Pamplona, disponen principalmente de un sistema de reparto basado en bicicletas de carga, aunque también disponen de triciclos con pedaleo asistido que tienen una gran capacidad de carga y son ideales para el reparto de grandes mercancías ([www.Oraintxe.com](http://www.Oraintxe.com)).



*Ilustración 14: Sede de la empresa de reparto Oraintxe(Casco Antiguo de Pamplona)*

Un ejemplo de que un Sistema de transporte urbano de mercancías basado en vehículos sostenibles de dos y tres ruedas puede ser tan efectivo y competitivo como un sistema tradicional basado en vehículos tradicionales y voluminosos como camiones y furgonetas de reparto.

## PARTE 2:

### 5. METODOLOGÍA

La investigación mediante encuesta requiere un tiempo de planificación y planteamiento. Para el desarrollo de la misma hay que seguir una serie de pasos:

1. Planteamiento/diseño del cuestionario.
2. Selección de la muestra.
3. Desarrollo del trabajo de campo.
4. Preparación de la información/datos.
5. Análisis de la calidad de la información.

#### 5.1 Planteamiento y diseño del cuestionario

En primer lugar es importante organizar los elementos de estudio a modo que encajen. Teniendo en cuenta cuales son los objetivos, el método de campo, el tamaño de la muestra y el posterior análisis estadístico que se va a realizar.

Para el **diseño del cuestionario** es imprescindible tener definidos previamente los **objetivos**. De los objetivos/hipótesis se genera una lista de temas a incluir en el cuestionario, y posteriormente estos **temas se desarrollan** después en **varias preguntas**. Una vez desarrolladas las preguntas, se ordenan y se pre-codifican hasta adoptar un borrador de lo que sería el cuestionario definitivo.

Una vez realizada la primera fase del diseño, se construye una **prueba y análisis** de las preguntas formuladas y por último, se realiza una **prueba global**. Esta prueba consiste en realizar un pretest para comprobar si el cuestionario cumple con los objetivos previamente señalados e identificar puntos del cuestionario que pueden mejorarse. Se observa un esquema del proceso seguido (Figura 15).



Figura 15: Diagrama del proceso de diseño del cuestionario

Antes de realizar la prueba global conviene llevar a cabo un análisis lógico y empírico del cuestionario. De esta manera se garantiza el cumplimiento de los siguientes apartados:

1. La garantía de la inclusión de todos los temas necesarios para lograr los objetivos marcados y verificar si están correctamente desarrollados.

2. Longitud adecuada del cuestionario.
3. Empleo correcto del lenguaje y correcta formulación de las preguntas.
4. Verificar que tanto el formato como el orden de las del cuestionario son adecuados. De esta manera garantizar que se reflejan los objetivos del estudio, que se captura la información pertinente y facilitar el trabajo de campo.

Garantizando el cumplimiento de los puntos indicados se elaboraría un primer borrador del cuestionario. Posteriormente sería evaluado y analizado en una prueba con una muestra pequeña (Pretest).

Para dar por finalizada la parte del diseño de la encuesta se realiza la prueba final o pretest. Consiste en aplicar el cuestionario en una muestra reducida lo que permite:

1. Comprobar la adecuación del método de campo seleccionado y comprobar algún método adicional para seleccionar el adecuado.
2. Analizar la organización y su adecuación.
3. Estimar el tamaño muestral necesario.
4. Tiempo necesario para la realización del cuestionario y una estimación de los costes.
5. Comprobar y verificar la adecuación de las preguntas del cuestionario.

En caso de cumplir especialmente con la última de las cuestiones habría que readaptar el cuestionario nuevamente para que se adapte a todas las necesidades del estudio.

En la siguiente figura se puede apreciar de manera estructurada el proceso seguido para la elaboración del cuestionario definitivo (Figura 16).

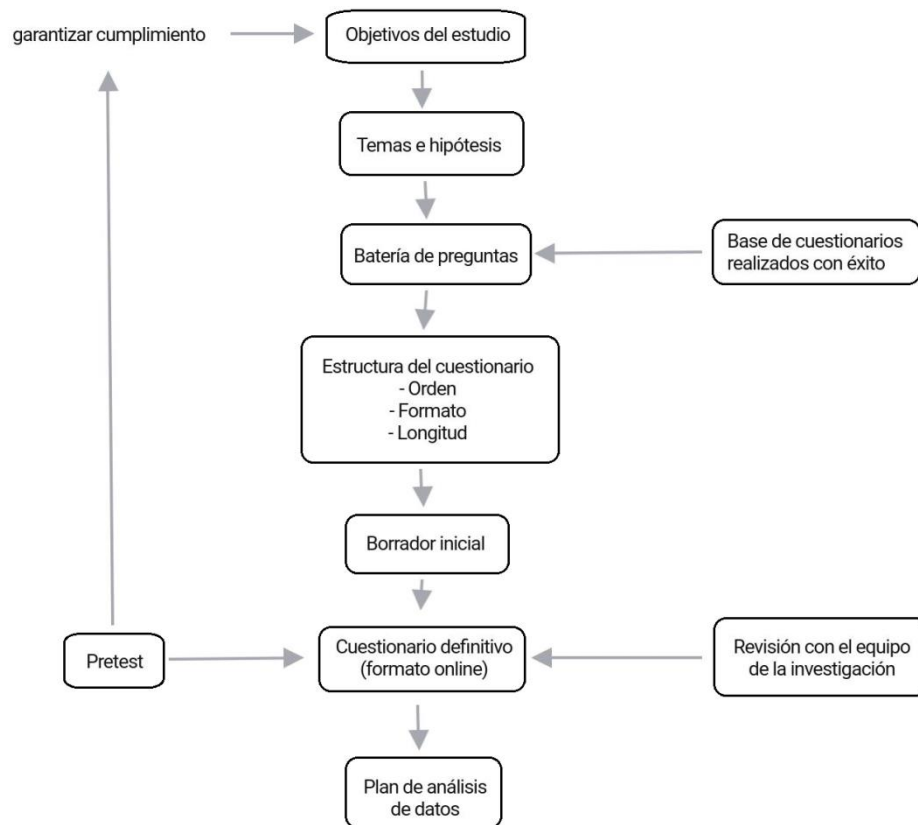


Figura 16: Diagrama del proceso de elaboración del cuestionario

## 5.2 Selección de la muestra y procedimiento de campo

Para la selección de la muestra hay que tener en cuenta los problemas muestrales principales como lo son:

- La no respuesta.
- Una muestra no sesgada para poder generalizar a la hora de sacar conclusiones.
- Calcular errores muestrales y no muestrales (y minimizarlos).

El tamaño muestral necesario dependerá principalmente del nivel de desagregación que se quiere obtener, es decir, dependiendo del número de submuestras que se necesitan para llegar a cumplir los objetivos del estudio. Con un tamaño muestral suficiente se podrán llevar a cabo correctamente el análisis, las comparaciones y las conclusiones del estudio.

De la misma manera, se desea obtener una muestra que refleje la población de la localidad donde se está efectuando el estudio. En ocasiones es necesaria la eliminación de algunas de las encuestas para prevenir que los datos obtenidos estén sesgados.

### Diseño muestral

Se va a realizar un muestreo por cuotas, donde se podrá hacer una distinción porcentual de las categorías de cada variable.



Un uso excesivo de variables podría complicar el estudio por lo que se ha procedido a utilizar las siguientes variables: Sexo, edad, lugar de residencia, nivel de estudios alcanzado, actividad laboral u ocupación. Habitualmente no se emplean más de cuatro variables y preferiblemente se emplean las que tienen una relación con los objetivos de la encuesta.

En cuanto al empleo de cuota, hay dos opciones principales: **Cuotas independientes o interdependientes** (Tabla 17 y Tabla 18).

#### EJEMPLO DE CUOTAS INDEPENDIENTES

	<i>Población</i>	<i>Cuota</i>
<b>SEXO</b>		
Hombres	45%	450
Mujeres	55%	550
Total	100%	1000
<b>EDAD</b>		
De 18 a 30 años	30%	300
De 31 a 50 años	45%	450
Más de 50 años	25%	250
Total	100%	1000

Tabla 17: Ejemplo de cuotas independientes

#### EJEMPLO DE CUOTAS INTERDEPENDIENTES

	<i>Hombres</i>		<i>Mujeres</i>	
	<i>%</i>	<i>Cuota</i>	<i>%</i>	<i>Cuota</i>
De 18 a 30 años	20	200	18	180
De 31 a 50 años	16	160	24	220
Más de 50 años	10	100	12	120
	100	1000	100	1000

Tabla 18: Ejemplo de cuotas interdependientes

#### Desarrollo del trabajo de campo

El método empleado será el más adecuado teniendo en cuenta los recursos (Dinero y tiempo), población, y el tema del estudio.

Se va a utilizar un **cuestionario online**, por lo que no se necesitaran intermediarios entre el investigador y las personas que responden el cuestionario.

Las razones del método escogido se deben principalmente al reducido presupuesto y personal del que se dispone. Además, teniendo en cuenta que el transporte de mercancías en el Casco Antiguo de Pamplona es un problema actual y la sostenibilidad medioambiental es también un tema de interés, favorece a la participación de la gente. Otra de las razones es la comodidad y versatilidad que ofrece el cuestionario online, ya que hoy en día una gran parte de la población tiene acceso a internet y al correo electrónico desde el móvil.

Las **ventajas** principales de la metodología empleada se reducen principalmente:

- Coste muy reducido, sobre todo en comparación con otros métodos como la entrevista o la vía telefónica.
- Gran rapidez y versatilidad.
- No se puede producir la no respuesta de las preguntas.
- Los encuestados pueden meditar mejor las respuestas (tiempo) y proporcionar información más contrastada.
- No se producen sesgos debido al entrevistador.

Por otro lado, las **desventajas** principales a las que se tendrá que hacer frente serán las siguientes:

- Posibilidad de baja tasa de respuesta y de lograr una muestra no generalizable (Especialmente en la encuesta por correo).
- Falta de verificación en la veracidad de las respuestas.
- El cuestionario debe aparecer con instrucciones puesto que no interviene la figura del entrevistador para poder aclarar dudas.
- La dificultad de lograr una muestra de validez pensando en la población general.

La mayor desventaja es la baja tasa de respuesta, para hacer frente a ella, se tendrá que hacer un seguimiento exhaustivo para volver a hacer envíos a los que no hayan contestado en un determinado plazo. De esta manera, con una serie de recordatorios se podría llegar a una tasa de respuesta aceptable para obtener la muestra deseada.

Una vez recibidas las respuestas, se debe hacer un proceso de supervisión y depuración de los cuestionarios ya respondidos. Garantizando de esta manera la fiabilidad del cuestionario y las respuestas buscando errores para corregirlos de cara al análisis final.

La **herramienta** utilizada para el cuestionario online será **Qualtrics survey** ([www.qualtrics.com](http://www.qualtrics.com)), una herramienta online la cual es sencilla de utilizar para el entrevistado. Además, la codificación de los datos es sencilla y permite importar los datos obtenidos en diferentes formatos para su posterior análisis estadístico.



**Prueba de cuestionario**

Durante 3 días se han realizado **20 encuestas** a personas de diferentes edades para poder identificar los defectos del cuestionario.

Una vez analizadas las respuestas, se han corregido los errores que podían generar dudas y respuestas no deseadas para el estudio. El objetivo de la **prueba** ha sido comprobar el correcto funcionamiento del cuestionario y garantizar el cumplimiento de los objetivos señalados en el apartado anterior (Pag. 22).

## 6. TRABAJO DE CAMPO

Una vez realizado el diseño, seleccionado las reglas y los procedimientos para la elaboración del cuestionario, se procederá a la realización del trabajo de campo. El objetivo de esta etapa consiste en adquirir la información necesaria para garantizar la elaboración del estudio con un nivel de calidad aceptable.

Para garantizar que la información adquirida tenga un nivel de calidad alto, es crucial cumplir con una serie de etapas durante la realización del trabajo de campo:

1. Control de la información obtenida del cuestionario.
2. Depuración de la información.
3. Codificación.
4. Análisis de la no respuesta.

Teniendo en cuenta los siguientes puntos, el **12 de Abril de 2019 se pone en marcha** la distribución del cuestionario final (muestreo aleatorio simple) con el objetivo de comenzar la recogida de datos para el estudio final. Se realiza un envío inicial mediante el correo electrónico a todo miembro tanto estudiante como trabajador de la UPNA, utilizando el servicio de información general facilitado por la universidad.

En primer lugar, una semana después del lanzamiento se ha realizado un control inicial rápido para asegurar que la muestra es obtenida de manera adecuada. Al efectuarse de manera online, no habrá necesidad de hacer frente a las preguntas no respondidas, ya que mediante la herramienta de Qualtrics es posible filtrar las encuestas que no hayan sido completadas por los encuestados.

El problema principal se reduce al sesgo y a una baja tasa de respuesta. Además al tratarse de un periodo vacacional en Semana Santa, repercute en una tasa de respuesta todavía más baja. Una vez identificado estos problemas, se ha mandado otro correo electrónico de recordatorio el lunes 29 de Abril de 2019, coincidiendo con el final de las vacaciones.

Con el objetivo de limitar el sesgo por sexo y edad, se realiza un muestreo aleatorio estratificado mandando la encuesta a grupos de la población concretos: Por un lado, personas del género femenino y por otro lado, personas con una edad situada en la franja de 25-34 años.

Finalmente, analizando nuevamente los datos obtenidos hasta el **día 3 de Mayo de 2019**, se ha decidido **cerrar la recogida de datos** para el estudio, dando por buena la muestra obtenida hasta la fecha. Se han registrado un **total de 176 respuestas**, de las cuales **123** han sido **completadas** en su totalidad.

De esa manera, se da por finalizado el trabajo de campo y se procederá a analizar los resultados obtenidos.

## 7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez completado el trabajo de campo, en este apartado se va a proceder a un análisis exhaustivo de los datos obtenidos en la encuesta.

Para el cumplimiento de los objetivos marcados para el estudio, se ha realizado un análisis de los datos obtenidos con el objetivo de estudiar la percepción de los habitantes de Pamplona y sus alrededores sobre la situación actual del transporte en el Casco Antiguo de Pamplona, centrado principalmente en el transporte de mercancías. De esta manera, poder analizar a su vez la opinión y percepción de la gente sobre la viabilidad de un sistema de transporte de mercancías basado en vehículos de mayor sostenibilidad como bicicletas, triciclos de carga y vehículos eléctricos. Por último, se ha analizado la visión frente una alternativa que todavía se encuentra en fase experimental como es el transporte de mercancías mediante drones.

### 7.0 Resumen de conceptos estadísticos para el análisis de la encuesta

Se va a realizar una breve explicación teórica sobre los métodos utilizados para el análisis estadístico.

Se van a comparar las medias y proporciones de algunos de los datos recogidos para comparar las diferencias entre distintos grupos, colectivos o algunos factores según los siguientes principios teóricos (*Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias (9ª edición)*).

#### **Teorema del límite central:**

Gracias al teorema del límite central, si  $\bar{X}$  es la media de una muestra aleatoria de tamaño  $n$ , que está a su vez tomada de una población con media  $\mu$  y varianza finita  $\sigma^2$ , entonces la forma límite de la distribución de  $Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$ , a medida que  $n$  tiende a infinito, es la distribución normal estándar  $n(z; 0,1)$ .

Hay que tener en cuenta que la aproximación normal será buena con una muestra lo suficientemente grande. Si  $n > 30$  siempre y cuando la distribución de la población no sea muy asimétrica. Si  $n < 30$  la aproximación será buena sólo si la población no es muy diferente de una distribución normal y si se sabe que la población es normal, la distribución muestral de  $\bar{X}$  seguirá siendo una distribución normal exacta, sin importar qué tan pequeño sea el tamaño de las muestras.

#### **Distribución muestral de la diferencia entre dos medias:**

Se supone que se tienen dos poblaciones, la primera con una media  $\mu_1$  y una varianza  $\sigma_1^2$ , y la segunda con media  $\mu_2$  y varianza  $\sigma_2^2$ . Con el estadístico  $\bar{X}_1$  se representa la media de una muestra de tamaño  $n_1$ , de la primera población y con el estadístico  $\bar{X}_2$  la media de una

muestra aleatoria de tamaño  $n_2$  seleccionada de la segunda población, independiente de la muestra de la primera población.

De acuerdo con el **teorema del límite central**, tanto la variable  $\bar{X}_1$  como  $\bar{X}_2$  están distribuidas más o menos de forma normal con medias  $\mu_1$  y  $\mu_2$  y varianzas  $\sigma_1^2/n_1$  y  $\sigma_2^2/n_2$  respectivamente. La aproximación mejora a medida que aumentan  $n_1$  y  $n_2$ . Se concluye con que  $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$  se distribuye de la siguiente manera:

$$\text{Media: } \mu_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \mu_{\bar{X}_1} - \mu_{\bar{X}_2} = \mu_1 - \mu_2$$

$$\text{Varianza: } \sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}^2 = \sigma_{\bar{X}_1}^2 + \sigma_{\bar{X}_2}^2 = \sigma_1^2/n_1 + \sigma_2^2/n_2$$

Por lo tanto,  $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$  tendría una distribución aproximadamente normal con media y varianza calculadas. De aquí, se obtiene:

$$Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(\sigma_1)^2}{n_1} + \frac{(\sigma_2)^2}{n_2}}} \text{ es aproximadamente una variable normal estándar.}$$

Esta aproximación será válida si se conocen la desviación estándar de ambas muestras independientes ( $\sigma_1$  y  $\sigma_2$ ).

#### Distribución t:

En muchos escenarios, el conocimiento de  $\sigma$  no es ciertamente más razonable que el conocimiento de la media de la población  $\mu$ . A menudo, una estimación de  $\sigma$  debe ser proporcionada por la misma información muestral que produce el promedio muestral  $\bar{x}$ . Como resultado, un estadístico natural a considerar para tratar con las inferencias sobre  $\mu$  es:

$$T = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}}, \text{ dado que } S \text{ es el análogo de la muestra para } \sigma. S = \sqrt{S^2} \rightarrow S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2.$$

El tamaño de la muestra debe ser lo suficientemente grande,  $n > 30$  para que  $T$  se aproxime a una distribución normal estándar. Para desarrollar la distribución muestral de  $T$ , y suponiendo que la muestra aleatoria se seleccionó de una población normal. Se puede escribir lo siguiente:

$$T = \frac{(\bar{X} - \mu) / (\frac{\sigma}{\sqrt{n}})}{\sqrt{S^2/\sigma^2}} = \frac{Z}{\sqrt{V/(n-1)}}, \text{ donde}$$

$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$  y tiene una distribución normal estándar y  $V = \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2}$  tiene una distribución chi cuadrada con  $v = n-1$  grados de libertad.

**Teorema 7.1** Sea  $Z$  una variable aleatoria estándar y  $V$  una variable aleatoria chi cuadrada con  $v$  grados de libertad. Si  $Z$  y  $V$  son independientes, entonces la distribución de la variable aleatoria  $T$ , donde:

$$T = \frac{Z}{\sqrt{V/v}} \text{ es dada por la función de densidad}$$

$$h(t) = \frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)\sqrt{\pi v}} \left(1 + \frac{t^2}{v}\right)^{-(v+1)/2}, -\infty < t < \infty.$$

Está se conoce como la distribución t con v grados de libertad.

Por lo tanto, se puede decir que la variable aleatoria  $\frac{\bar{X}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}}$  tiene una distribución t con  $v=n-1$  grados de libertad.

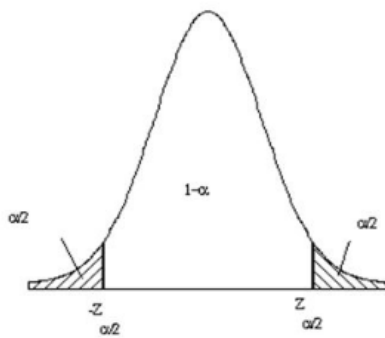
### Estimación de la diferencia entre dos medias:

1- Si se tienen dos poblaciones con medias media  $\mu_1$  y  $\mu_2$  y varianza  $\sigma_1^2$  y  $\sigma_2^2$  respectivamente. Con el estadístico  $\bar{X}_1$  se representa la media de una muestra de tamaño  $n_1$ , de la primera población y con el estadístico  $\bar{X}_2$  la de  $n_2$ . De acuerdo a la explicación dada anteriormente la distribución muestral de  $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$  es normal con una media  $\mu_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \mu_1 - \mu_2$  y una distribución estándar de  $\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{(\sigma_1)^2/n_1 + (\sigma_2)^2/n_2}$ .

Por lo tanto, se puede asegurar con una probabilidad de  $1-\alpha$ , que la variable normal estándar

$$Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(\sigma_1)^2}{n_1} + \frac{(\sigma_2)^2}{n_2}}}$$

Caerá entre  $-z_{\alpha/2}$  y  $z_{\alpha/2}$ .  $P(-z_{\alpha/2} < Z < z_{\alpha/2}) = 1-\alpha$  (Gráfica 19), esto conduce al siguiente intervalo de confianza del  $100(1-\alpha)\%$  para  $\mu_1 - \mu_2$ .



Gráfica 19  $P(-z_{\alpha/2} < Z < z_{\alpha/2}) = 1-\alpha$

Al sustituir el valor de Z y despejando  $\mu_1 - \mu_2$  se obtiene un intervalo de confianza de  $100(1-\alpha)\%$  para  $\mu_1 - \mu_2$ :

$$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}} < \mu_1 - \mu_2 < (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) + z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

Este caso sólo es aplicable si se conocen los valores de las varianzas de ambas muestras independientes.

2- En caso de que se desconozcan los valores de  $\sigma_1^2$  y  $\sigma_2^2$ . Si son iguales:  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$  se obtiene una variable normal estándar de forma

$$Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{\sigma_2^2}{n_2}\right)}}$$

Y teniendo en cuenta el siguiente teorema: Si  $S^2$  es la varianza de una muestra aleatoria de tamaño  $n$  que se toma de una población normal que tiene la varianza  $\sigma^2$ , el estadístico

$$\chi^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2} \text{ tiene una distribución chi cuadrada con } v = n-1 \text{ grados de libertad.}$$

Las dos variables aleatorias  $\frac{(n_1-1)S_1^2}{\sigma^2}$  y  $\frac{(n_2-1)S_2^2}{\sigma^2}$  tienen una distribución chi cuadrada con  $n_1 - 1$  y  $n_2 - 1$  grados de libertad, respectivamente. Al tratarse de muestras independientes, son variables de chi cuadrada independientes. Se suma:

$$V = \frac{(n_1-1)S_1^2}{\sigma^2} + \frac{(n_2-1)S_2^2}{\sigma^2} = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{\sigma^2}$$

$V$  tiene una distribución chi cuadrada con  $v = n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad. Como se ha demostrado anteriormente,  $V$  y  $Z$  son independientes, y se logra el siguiente estadístico:

$$T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\sigma^2 \left[ \left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right) \right]}} \bigg/ \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{\sigma^2}}$$

Teniendo una distribución  $t$  con  $v = n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad.

Sustituyendo  $S_p^2$  en el estadístico  $T$ , se obtiene la siguiente forma:

$$T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right)}}. \text{ Si se utiliza el estadístico } T, \text{ se tiene } P(-t_{\alpha/2} < T < t_{\alpha/2}) = 1 - \alpha, \text{ donde}$$

$t_{\alpha/2}$  es el valor de  $t$  con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad, por arriba del cual encontramos un área de  $\alpha/2$ . Al sustituir  $T$  por su valor en la anterior desigualdad y despejando  $\mu_1 - \mu_2$  se obtiene el valor de  $\mu_1 - \mu_2$  con un intervalo de confianza de  $100(1-\alpha)\%$ .

$$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - t_{\alpha/2} S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} < \mu_1 - \mu_2 < (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) + t_{\alpha/2} S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

$S_p$  es la estimación agrupada de la desviación estándar de la población y  $t_{\alpha/2}$  es el valor  $t$  con  $v = n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad, que deja un área de  $\alpha/2$  a la derecha.

3- Cuando el valor de las varianzas es desconocido y además son diferentes, para calcular el intervalo de  $\mu_1 - \mu_2$  se utiliza el siguiente estadístico:

$$T' = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)}}, \text{ que tiene aproximadamente una distribución } t \text{ con } v \text{ grados de}$$

libertad, donde

$$v = \frac{\left(\frac{(S_1)^2}{n_1} + \frac{(S_2)^2}{n_2}\right)^2}{\left[\frac{\left(\frac{(S_1)^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1}\right] + \left[\frac{\left(\frac{(S_2)^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}\right]}$$

v se redondea al número entero menor más cercano, ya que no suele ser un número entero. El estimado anterior indica el grado de libertad.

$$P(-t_{\alpha/2} < T' < t_{\alpha/2}) \approx 1-\alpha,$$

donde  $t_{\alpha/2}$  es el valor de t con v grados de libertad, por arriba del cual encontramos un área de  $\alpha/2$ . Si se sustituye  $T'$  en la desigualdad y se despeja  $\mu_1 - \mu_2$  se obtiene un intervalo de confianza de  $100(1-\alpha)\%$  para la diferencia de medias cuando  $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$  y se desconocen:

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - t_{\alpha/2} \sqrt{\frac{(S_1)^2}{n_1} + \frac{(S_2)^2}{n_2}} < \mu_1 - \mu_2 < (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + t_{\alpha/2} \sqrt{\frac{(S_1)^2}{n_1} + \frac{(S_2)^2}{n_2}}$$

### Estimación de una proporción:

El estadístico  $\hat{P} = \frac{X}{n}$ , donde X representa el valor de los éxitos en n ensayos, provee un estimador puntual de la proporción p en un experimento binomial. Por lo tanto, la proporción de la muestra  $\hat{p} = \frac{x}{n}$  se utiliza como estimador puntual del parámetro p.

Considerando el teorema del límite central, para una n suficientemente grande  $\hat{P}$  está distribuida de forma casi normal con media

$$\mu_{\hat{p}} = E(\hat{P}) = E\left(\frac{X}{n}\right) = \frac{np}{n} = p$$

$$\text{y varianza } \sigma^2_{\hat{p}} = \sigma^2_{X/n} = \sigma^2_X/n^2 = \frac{npq}{n^2} = \frac{pq}{n}.$$

Por lo tanto, se puede afirmar que la variable  $Z = (\hat{P} - p) / \sqrt{\frac{pq}{n}}$  tiene una distribución normal estándar.

### Estimación de la diferencia entre dos proporciones:

El objetivo de este apartado es estimar la diferencia entre dos parámetros binomiales  $p_1$  y  $p_2$ . Se seleccionan dos muestras aleatorias  $n_1$  y  $n_2$  a partir de dos poblaciones binomiales con medias  $n_1p_1$  y  $n_2p_2$ , y varianzas  $n_1p_1q_1$  y  $n_2p_2q_2$  respectivamente, después se forman las proporciones  $\hat{p}_1 = x_1/n_1$  y  $\hat{p}_2 = x_2/n_2$ . El estadístico  $\hat{P}_1 - \hat{P}_2$  provee un estimador puntual de la diferencia entre las dos proporciones muestrales  $p_1$  y  $p_2$ . Por lo tanto  $\hat{p}_1 - \hat{p}_2$  se utilizará como la estimación puntual de  $p_1 - p_2$ .

Al escoger muestras independientes se asegura que las variables  $\hat{P}_1$  y  $\hat{P}_2$  sean independientes y por la propiedad que se estableció en el anterior punto se concluye con que  $\hat{P}_1 - \hat{P}_2$  está distribuido de forma aproximadamente normal con una

$$\text{Media: } \mu_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2} = p_1 - p_2$$

$$\text{Y varianza: } \sigma^2_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2} = \frac{p_1q_1}{n_1} + \frac{p_2q_2}{n_2}$$

Por lo tanto, se puede asegurar que  $P(-z_{\alpha/2} < Z < z_{\alpha/2}) = 1 - \alpha$ , donde

$$Z = \frac{(\bar{p}_1 - \bar{p}_2) - (p_1 - p_2)}{\sqrt{\left(\frac{p_1 q_1}{n_1}\right) + \left(\frac{p_2 q_2}{n_2}\right)}}$$

Sabiendo que  $z_{\alpha/2}$  es un valor el cual encontramos un área de  $\alpha/2$  debajo de la curva normal estándar. Por lo tanto, al sustituir  $Z$  en la expresión y despejando  $p_1 - p_2$  se obtiene la estimación para  $p_1 - p_2$  con un intervalo de confianza del  $100(1 - \alpha)\%$ .

$$(\bar{p}_1 - \bar{p}_2) - z_{\alpha/2} \sqrt{\left(\frac{p_1 q_1}{n_1}\right) + \left(\frac{p_2 q_2}{n_2}\right)} < p_1 - p_2 < (\bar{p}_1 - \bar{p}_2) + z_{\alpha/2} \sqrt{\left(\frac{p_1 q_1}{n_1}\right) + \left(\frac{p_2 q_2}{n_2}\right)}$$

### Distribución muestral de $S^2$ :

Partiendo del teorema del límite central  $\rightarrow \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$  tiende a  $N(0,1)$  a medida que crece la muestra. Por otro lado, si se extrae una muestra aleatoria de tamaño  $n$  de una población normal con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ , y se calcula la varianza muestral, se obtiene un valor estadístico de  $S^2$ .

Se procede a considerar la distribución del estadístico  $(n-1)S^2 / \sigma^2$ .

$$\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 + n(\bar{X} - \mu)^2$$

Al dividir cada término por  $\sigma^2$  y sustituir  $(n-1)S^2$  por  $\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$ , se obtiene:

$$\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2} + \frac{(\bar{X} - \mu)^2}{\sigma^2/n}$$

$\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \mu)^2}{\sigma^2}$  será una variable aleatoria chi cuadrada con  $n$  grados de libertad. Los términos del lado derecho, uno es  $Z^2$  que es una variable aleatoria con 1 grado de libertad, y  $(n-1)S^2/\sigma^2$  es una variable chi cuadrada con  $n-1$  grados de libertad. Por lo que se formaliza el siguiente teorema:

Siendo  $S^2$  la varianza de una muestra aleatoria de tamaño  $n$  que se toma de una población normal con una varianza  $\sigma^2$ , el estadístico

$$\chi^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2} \text{ tiene una distribución chi cuadrada con } v = n-1 \text{ grados de libertad.}$$

### Estimación de la proporción de dos varianzas:

Una estimación puntual de la proporción de dos varianzas de la población  $\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$  es dada por la proporción  $S_1^2/S_2^2$  de las varianzas muestrales.

Se puede utilizar el siguiente estadístico sabiendo que  $\sigma_1^2$  y  $\sigma_2^2$  provienen de poblaciones normales:  $F = \frac{\sigma_2^2 S_1^2}{\sigma_1^2 S_2^2}$ .



La variable aleatoria  $F$  tiene una distribución  $F$  con  $v_1 = n_1 - 1$  y  $v_2 = n_2 - 1$  grados de libertad. Por lo tanto, se puede decir que  $P [f_{1-\alpha/2}(v_1, v_2) < F < f_{\alpha/2}(v_1, v_2)] = 1 - \alpha$ .

Donde  $f_{1-\alpha/2}(v_1, v_2)$  y  $f_{\alpha/2}(v_1, v_2)$  son los valores de la distribución  $F$  con  $v_1$  y  $v_2$  grados de libertad, que dejan las áreas de  $1-\alpha/2$  y  $\alpha/2$  respectivamente a la derecha. Sustituyendo el valor del estadístico  $F$  y despejando  $\sigma_1^2/\sigma_2^2$  se obtiene el siguiente intervalo con  $100(1-\alpha)\%$  de confianza.

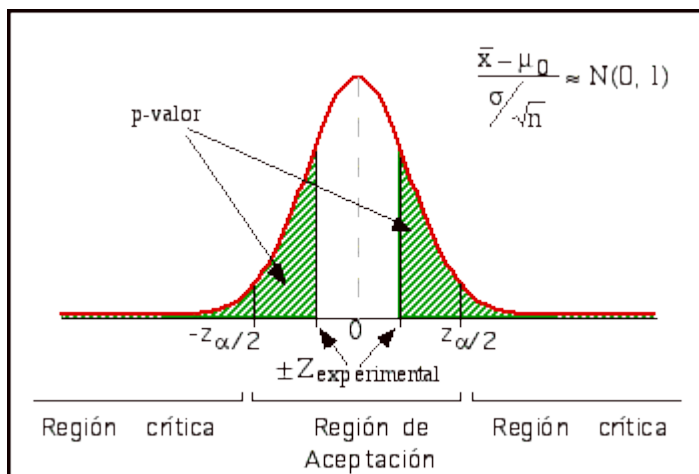
$$\frac{S_1^2}{S_2^2} \frac{1}{f_{\alpha/2}(v_1, v_2)} < \sigma_1^2/\sigma_2^2 < \frac{S_1^2}{S_2^2} f_{\alpha/2}(v_1, v_2).$$

### Pruebas de hipótesis:

Se va a **definir el nivel de significancia observado o P-valor**, que es el nivel (de significancia) más bajo en el que el valor observado del estadístico de prueba es significativo.

Por lo general, sólo se rechazará la hipótesis inicial ( $H_0$ ) si el P-valor es menor que el  $\alpha$  (relacionado con el margen confianza e indicador de la región crítica) escogido. De todas formas, normalmente otro de los criterios seguidos habitualmente es que sólo se aceptaría la hipótesis nula si el P-valor es mayor de 0,1 y se rechazaría en caso de que fuera menor que 0,01. De esta manera, se deja la barrera entre 0,1 y 0,01 como una barrera de incertidumbre en la que no es posible rechazar o aceptar la hipótesis inicial con total seguridad.

Ejemplo de aceptación de  $H_0$  (Gráfica 20):



Gráfica 20: Ejemplo de aceptación de hipótesis  $H_0$  con el indicador del P-valor

### Análisis test de ANOVA:

El test de ANOVA se emplea para contrastar la significación estadística de las diferencias entre grupos o un factor. La hipótesis nula  $H_0$  = las medias de todos los grupos son iguales.

De  $k$  poblaciones se seleccionan muestras aleatorias de tamaño  $n$ . Se supone que están distribuidas de manera normal y que las  $k$  poblaciones son independientes y de varianza común ( $\sigma^2$ ).

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k,$$

$H_1$  = Al menos dos de las medias no son iguales.

Cada observación se puede escribir de la siguiente manera:  $Y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij}$ , donde  $\varepsilon_{ij}$  mide la desviación que tiene la observación  $j$ -ésima de la  $i$ -ésima muestra con respecto a la media.

Una forma alternativa y preferible es sustituir  $\mu_i = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$ , donde  $\mu$  es la media general de todas las  $\mu_i$ , y  $\alpha_i$  se denomina el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

Teniendo en cuenta que hipótesis nula es que las medias de la población son iguales, se puede reemplazar la ecuación de la siguiente forma.

$$H_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_k = 0,$$

$H_1$  = Al menos una de las  $\alpha_i$  no es cero.

La prueba se basará en una comparación de dos estimados independientes de la varianza común  $\sigma^2$ . Los estimadores se obtendrán haciendo la partición de la variabilidad total de los datos, denotados mediante la siguiente sumatoria:

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y} \dots)^2 = n \sum_{i=1}^k (\bar{y}_i - \bar{y} \dots)^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i \dots)^2$$

Esta expresión se identifica de la siguiente manera:  $STC = SCT + SCE$ ;

$STC$  = suma total de cuadrados,  $SCT$  = suma total de los cuadrados del tratamiento,  $SCE$  = suma de los cuadrados del error.

Se puede obtener información analizando el **valor esperado de SCT**:

$E(SCT) = (k - 1)\sigma^2 + n \sum_{i=1}^k (\alpha_i^2)$ , Si  $H_0$  es verdadera, un estimado de  $\sigma^2$  basado en  $k-1$  grados de libertad es dado por la expresión:

$$s_1^2 = \frac{SCT}{k-1}$$

Si  $H_0$  es verdadera ( $\alpha_i = 0$ ), se observa que  $E\left(\frac{SCT}{k-1}\right) = \sigma^2$  y  $s_1^2$  es un estimado no sesgado de  $\sigma^2$ .

Sin embargo, si  $H_1$  es verdadera, se tiene que  $E\left(\frac{SCT}{k-1}\right) = \sigma^2 + \frac{n}{k-1} \sum_{i=1}^k (\alpha_i^2)$ , y  $s_1^2$  estima a  $\sigma^2$  más un término adicional, que mide la variación debida a los efectos sistemáticos.

Otro estimado independiente de  $\sigma^2$ , basado en  $k(n - 1)$  grados de libertad, es la fórmula familiar:

$$s^2 = \frac{SCE}{k(n-1)}$$

La prueba F para probar la igualdad de medias:

Cuando  $H_0$  es verdadera, la razón  $f = s_1^2/s^2$  es un valor de la variable aleatoria F, que tiene la distribución F con  $k-1$  y  $k(n - 1)$  grados de libertad. Como  $s_1^2$  sobrestima a  $\sigma^2$  cuando  $H_0$

es falsa, se tiene una prueba de una cola con la región crítica localizada por completo en la cola derecha de la distribución. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula cuando:

$$F > f_{\alpha}[k - 1, k(n - 1)].$$

Otro método utilizando el P-valor, la evidencia a favor o en contra de  $H_0$  es:

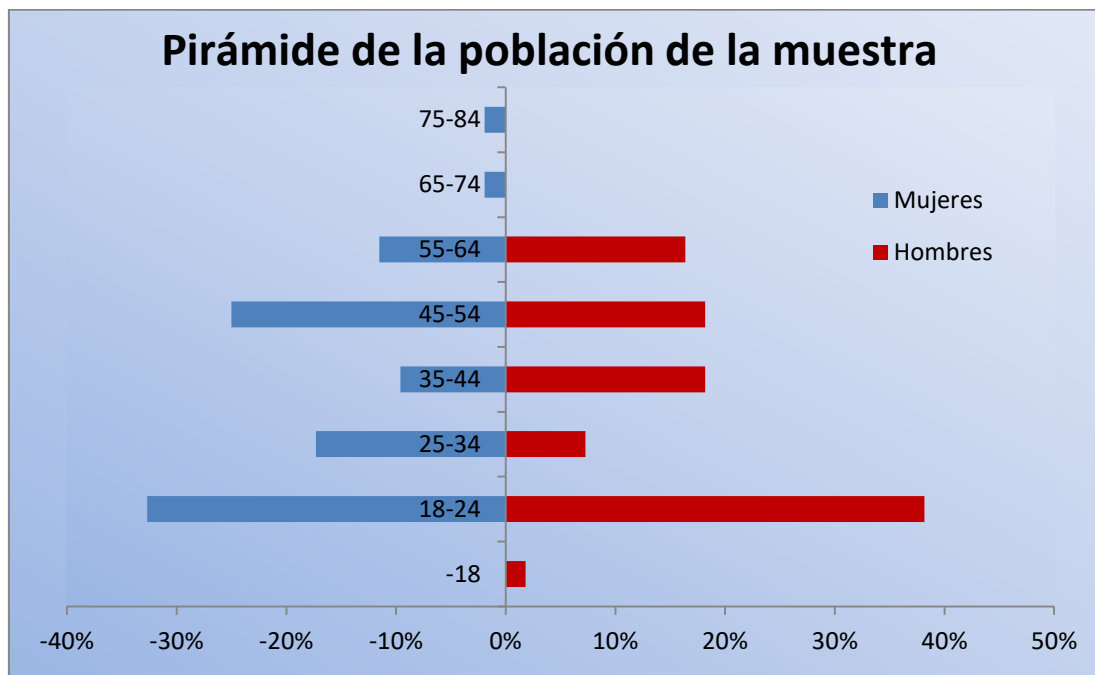
$$P\text{-valor} = P \{f [k - 1, k(n - 1)] > f\}.$$

*Nota\*:* En este estudio, el tamaño muestral de algunos grupos no es suficientemente amplio como para confiar en la veracidad de este método ya que los datos tienen que ser normales. Aún y todo se ha utilizado al tratarse de una herramienta muy útil para comparar medias de distintos grupos y de esta manera es posible comparar las medias algunos factores.

## 7.1 Descripción de la muestra

La muestra obtenida, teniendo en cuenta el método de distribución y realización online, está sesgada respecto a la población de Pamplona puesto que la encuesta estaba más enfocada a los estudiantes que a los jubilados.

En el siguiente gráfico se puede observar la distribución de la muestra según su edad (Gráfica 21).

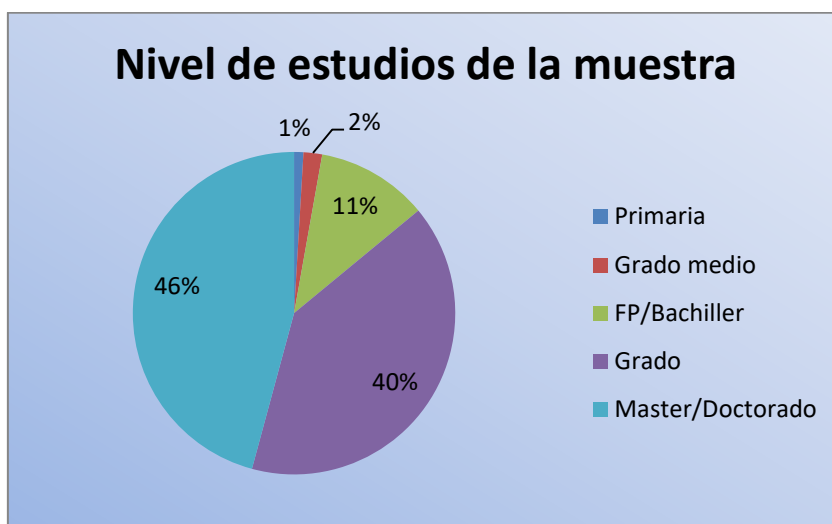


Gráfica 21: Pirámide de la población de los encuestados

Observando la pirámide de la muestra, se observa que hay una gran cantidad de gente joven situada en la franja de los 18-24 años. Por otro lado, como se ha mencionado previamente, en la pirámide se puede observar hay una participación residual por parte del colectivo de jubilados (>65 años).

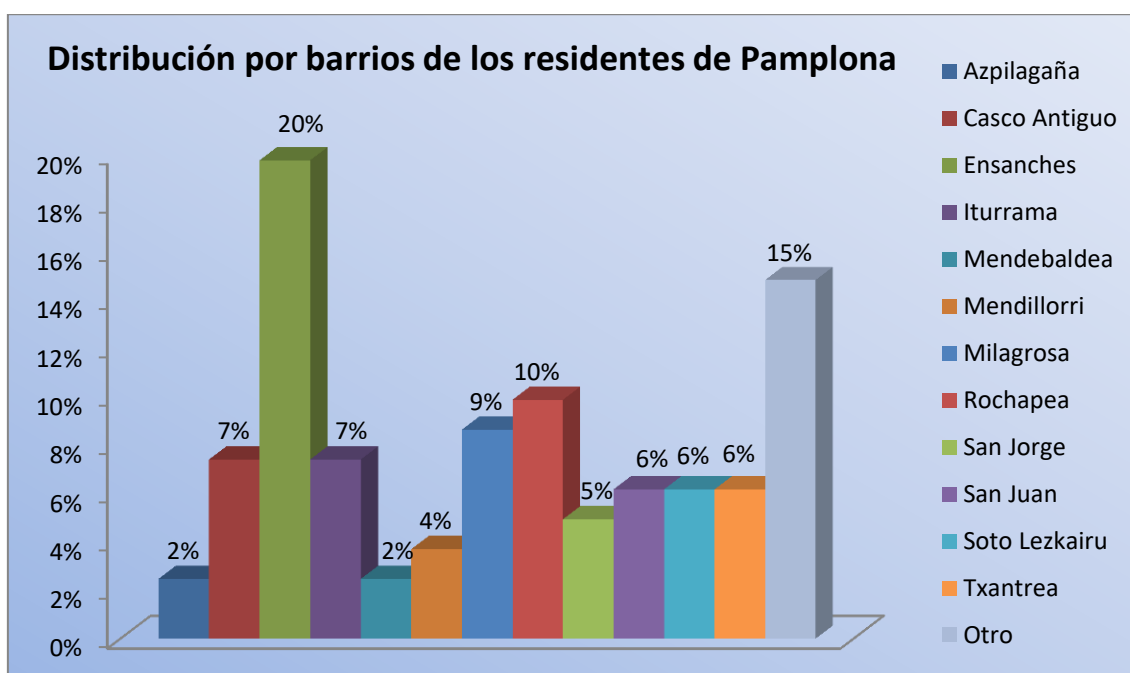
Finalmente, tras un último filtrado antes del análisis se han tomado **107 respuestas válidas**, eliminando las respuestas que no aportaban suficiente información para el estudio. La muestra cuenta con un 51.4% de participación masculina frente a un 48.6% de participación femenina.

Se ha decidido dividir la muestra obtenida en una serie de grupos en función de algunas variables obtenidas en el cuestionario: Nivel de estudios (Gráfica 22), la media de ingresos mensuales del hogar, zona de residencia.

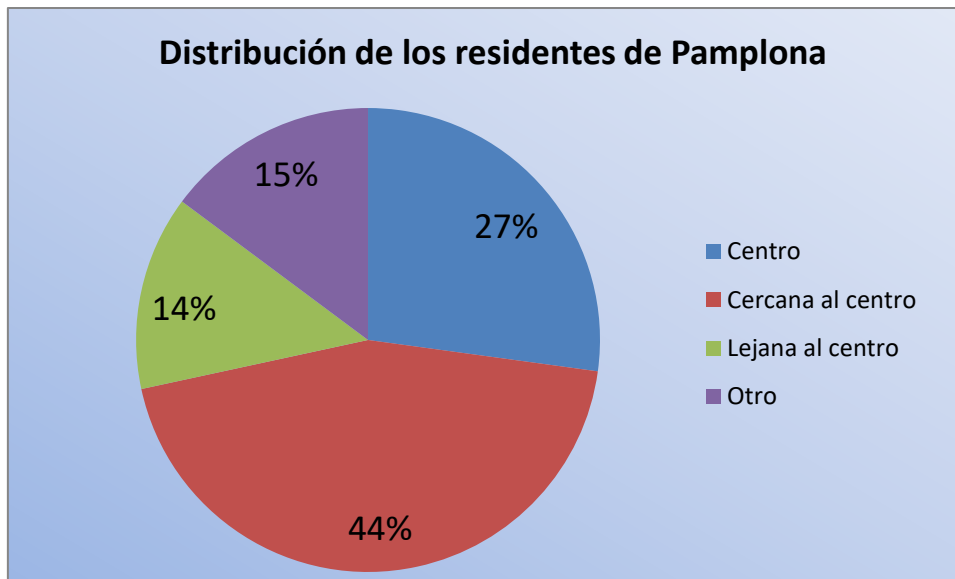


Gráfica 22: Porcentajes del nivel de estudios de la muestra

En cuanto al lugar de residencia, se han agrupado algunos de los barrios en función de su distancia con el centro en varios subgrupos con el objetivo de facilitar el análisis de datos. El 76% de los encuestados residen en Pamplona (Gráfica 23 y Gráfica 24).



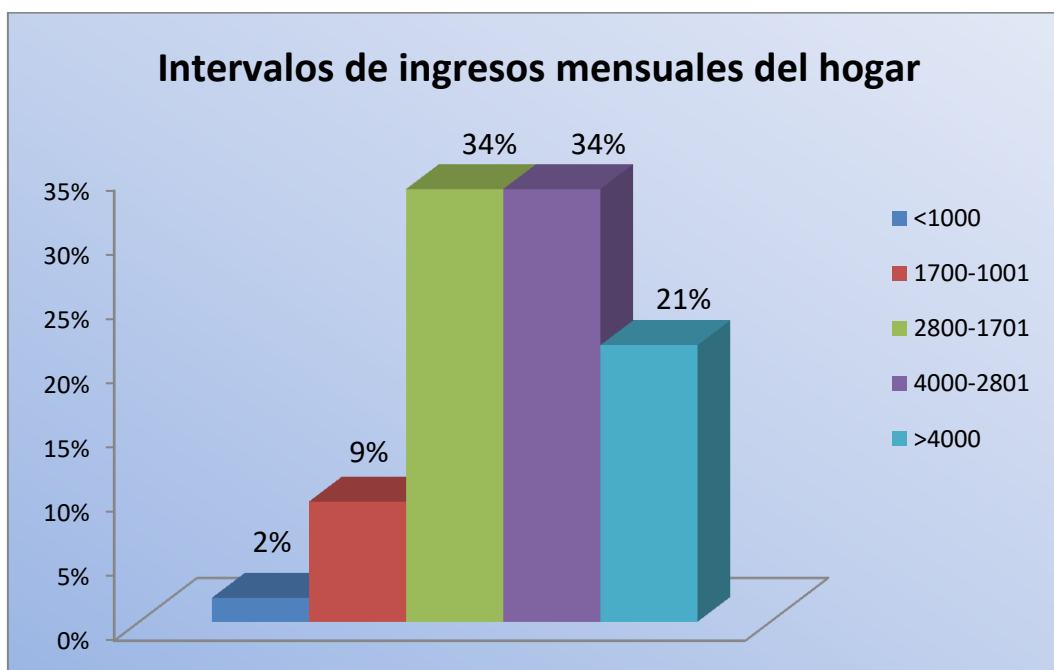
Gráfica 23: Zonas de residencia de los habitantes de Pamplona



Gráfica 24: Distribución del lugar de residencia en función de la distancia respecto al Casco Antiguo

El 27% de los residentes en Pamplona reside en el Casco Antiguo y en los ensanches, el resto de grupos pertenecen a los demás barrios que se han organizado según su distancia con el Casco Antiguo.

En cuanto al nivel de ingresos mensuales de la muestra se puede ver su distribución en el siguiente gráfico (Gráfica 25).



Gráfica 25: Distribución de los ingresos mensuales del hogar

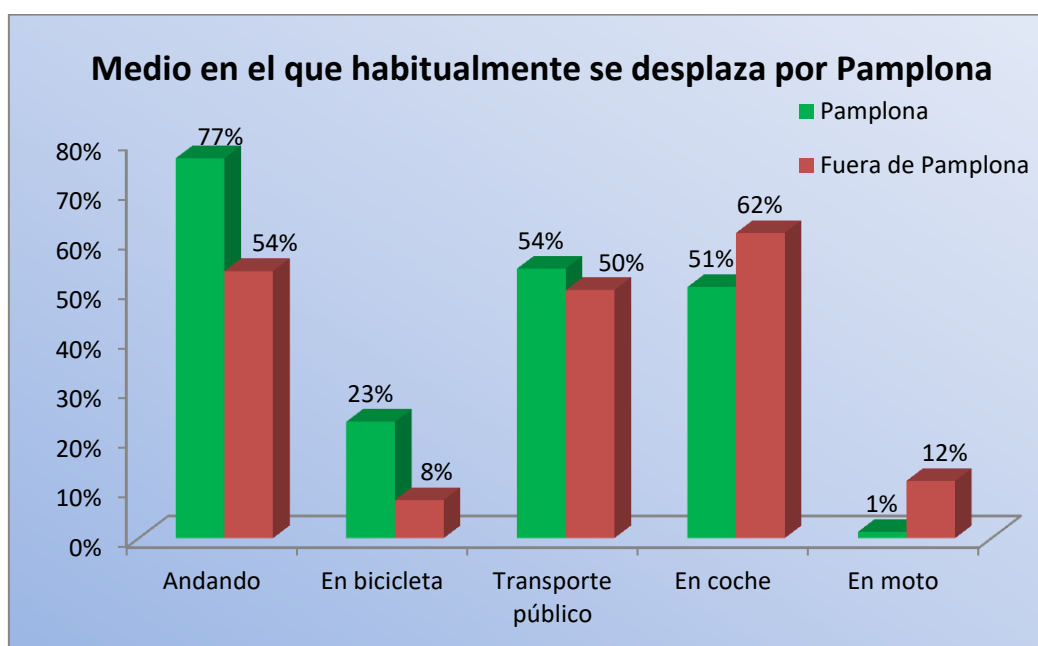
Por último, cabe destacar que el 77% de los encuestados se encuentra en una franja de ingresos intermedia entre 1000-4000€ de ingresos mensuales del hogar. Un dato que se ajusta a la realidad de la Comunidad Foral de Navarra, puesto que la media anual de los ingresos

netos del hogar está situada en 33.106€ que equivale a 2758,80€ mensuales (Economía, Diario de noticias).

## 7.2 Movilidad y percepción Plan de Amabilización

### Movilidad

Analizando la muestra obtenida en cuanto al apartado de movilidad (Gráfica 26), cabe destacar que ninguno de los encuestados se desplaza en patinete eléctrico. Un transporte que se encuentra en auge en muchas ciudades Europeas pero en Pamplona todavía no se ha apostado por este medio.



Gráfica 26: Medio habitual utilizado para desplazarse por la ciudad de Pamplona

Siendo posible más de una de las opciones de desplazamiento, los modos de transporte más utilizados por la muestra para moverse por Pamplona son el coche (53%), el transporte público (53%) y andando (71%).

Analizando el gráfico y los datos obtenidos, se observa una diferencia notable entre los dos grupos en los apartados de movilidad en bicicleta y andando.

Se va a realizar un test de igualdad de proporciones para las personas que se desplazan habitualmente en bicicleta y andando para verificar si existe una diferencia real entre los habitantes de Pamplona y los de fuera de ella. El resultado obtenido del test se puede ver en la siguiente tabla.

Lugar de residencia	Andando (%)	Otro medio (%)	Total
Pamplona	76,50%	23,50%	81
Otro	53,80%	46,20%	26

Siguiendo el teorema del límite central, y como el tamaño de ambas muestras mayor de  $n=25$ , aunque una de las muestras no llegue a treinta se han considerado casi normales. Por consiguiente, los datos se pueden normalizar y por lo tanto se ha realizado el siguiente test de igualdad de proporciones.

La proporción estimada de las personas que viven en Pamplona y se desplazan habitualmente andando es de 0,765 mientras que la proporción de las personas que viven fuera de Pamplona se estima en 0,538. Se rechaza la igualdad de proporciones ( $P\text{-valor}=0,0264$ ).

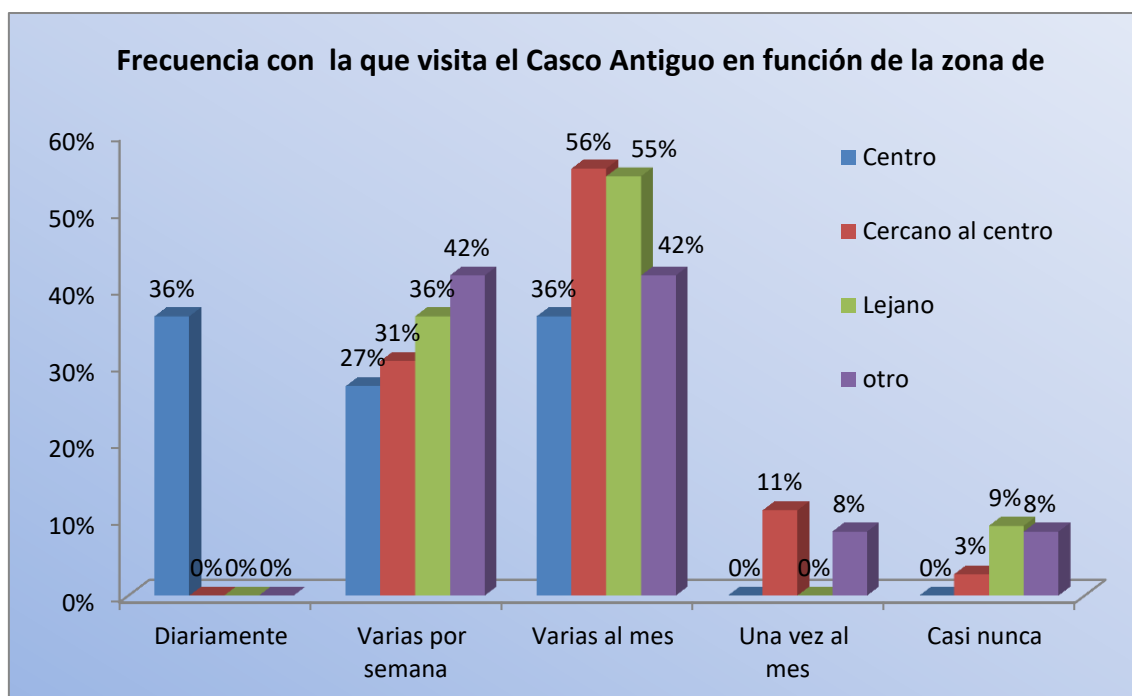
Lugar de residencia	En bicicleta (%)	Otro medio (%)	Total
Pamplona	23,5%	76,5%	81
Otro	7,7%	92,3%	26

La proporción estimada de las personas que habitualmente se desplazan en bicicleta y viven en Pamplona es de 0,235, mientras que la estimación de la proporción de los que residen fuera de Pamplona es 0,077. Se rechaza la igualdad de proporciones ( $P\text{-valor}=0,0283$ ).

Como cabía esperar inicialmente, con un nivel de confianza del 95% se puede asegurar que existen diferencias estadísticamente significativas en el modo escogido para desplazarse entre los habitantes de Pamplona y los que residen fuera de ella. Concretamente, se puede asegurar que los habitantes de Pamplona se desplazan más andando y en bicicleta que los que residen fuera de ella.

Tras haber analizado todas las proporciones de ambos colectivos, únicamente se puede asegurar con un margen de confianza del 95% que existe una diferencia en el porcentaje de personas que se mueven andando y en bicicleta por la ciudad de Pamplona en función de su lugar de residencia. Sin embargo, no se puede asegurar que exista una diferencia representativa en el porcentaje de personas que utilizan habitualmente el coche particular para desplazarse ( $P\text{-valor}>0,05$ ).

En cuanto a la frecuencia con la que visitan en Casco Antiguo de Pamplona, se ha segregado la información en función de los lugares de residencia (Gráfica 27).



Gráfica 27: Frecuencia con la que visita en centro en función del lugar de residencia

Se observa que la distancia del lugar de residencia con respecto al Casco Antiguo es directamente proporcional a la frecuencia con la que se visita el mismo.

Para realizar una comparación entre los distintos grupos, se ha asignado una variable numérica a cada una de las frecuencias. Se van a organizar los datos del 1 al 5, se asignará el número 5 a los que visitan “diariamente” el Casco antiguo mientras que el número 1 estará asignado a las personas que lo visitan con la frecuencia “casi nunca”. De esta manera se ha realizado un test de ANOVA para analizar estadísticamente si hay diferencias entre los ciudadanos de Pamplona en la frecuencia con la que se visita el centro en función de la zona en la que residen.

Zonas	Media	Sd	Muestras
Centro	4,047	0,864	21
Cercana al centro	3,142	0,733	35
Lejana al centro	3,181	0,873	11
Otro	3,166	0,937	12

Se puede asegurar que existen diferencias entre las distintas zonas (P-valor=0,000923).

Como era de esperar, los residentes del Casco Antiguo y los Ensanches visitan el Casco Antiguo con mayor frecuencia. Sin embargo, Entre los demás barrios no se puede asegurar que haya diferencias en la frecuencia con la que visitan el Casco Antiguo. Por lo tanto, con un nivel de confianza del 95% sólo se puede asegurar que existen diferencias estadísticas representativas con las personas que viven en el centro frente a los que no.

### Plan Amabilización



En cuanto al plan de Amabilización, en concreto a los cambios llevados a cabo en la circulación del Casco Antiguo, una amplia mayoría de la muestra (68%) valora de manera positiva los cambios realizados. Sin embargo, un grupo concreto de la población se ha mostrado en contra de los cambios, concretamente los de las zonas de Echavacoiz y Ermitagaina.

	En contra	Muy en contra
<b>Ermitagaina/Echavacoiz</b>	41.7%	16.7%
<b>Resto</b>	14.5%	10.1%

	Opinión negativa
<b>Ermitagaina/Echavacoiz</b>	58.3%
<b>Resto</b>	24.6%

Se ha realizado un test de proporción para determinar realmente que existe un descontento mayor en los barrios de Ermitagaña y Echavacoiz con respecto al resto de ciudadanos de Pamplona donde se han recogido los siguientes datos:

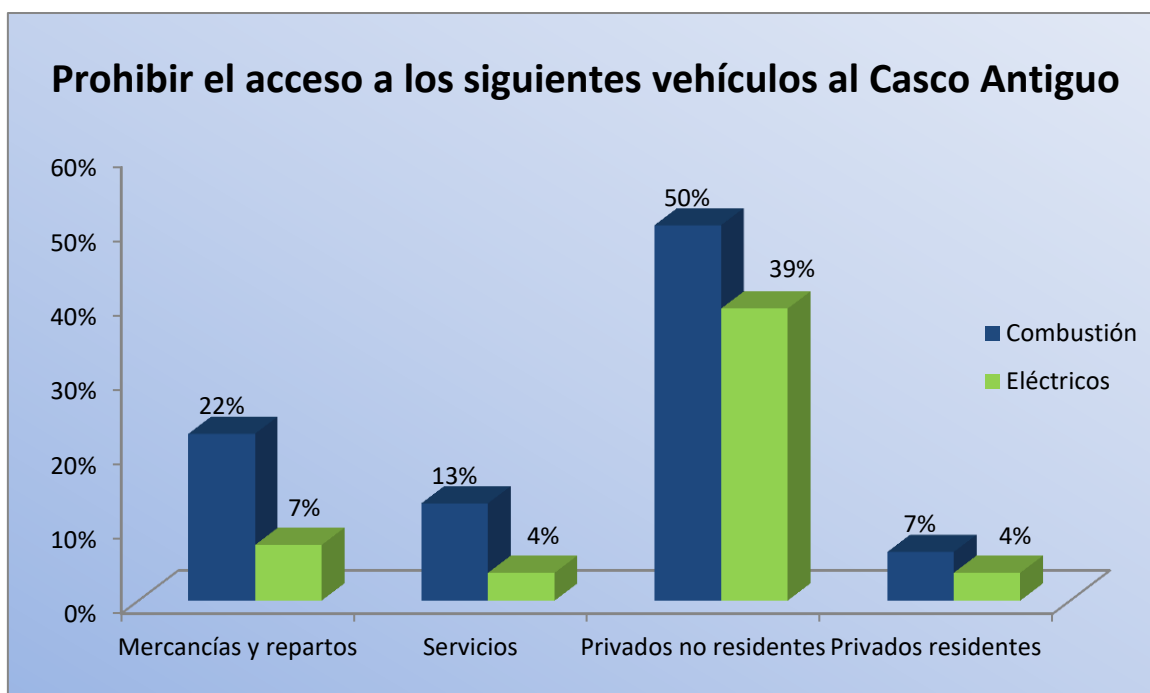
Residente Echa/Ermi	Op. Negativa	Op. Positiva	Total
Si	58,3%	41,7%	12
No	24,6%	75,4%	69

La muestra de los residentes no es suficientemente grande (Teorema del límite central) para poder normalizar los datos, por lo que los resultados del test no pueden considerarse óptimos. Aun y todo se ha realizado el test para analizar la diferencia entre las dos proporciones.

Para los residentes en los barrios de Echavacoiz y Ermitagaña se estima que una proporción de 0.583 tiene una opinión negativa sobre los cambios realizados en la ciudad, mientras en las demás zonas de Pamplona la proporción de las personas con una opinión negativa se estima en 0.246. Tras la realización del test se rechaza la igualdad de proporciones (P-valor=0,0183).

Se rechaza la igualdad (P-valor<0,05), por lo que se puede confirmar que estadísticamente que existe un mayor descontento en estos barrios en comparación con el resto de ciudadanos de Pamplona.

En cuanto a las restricciones de los vehículos en el Casco Antiguo se han analizado los siguientes resultados obtenidos, donde se preguntaba si estaría dispuesto a prohibir el acceso de algunos vehículos en función de si son eléctricos y de combustión interna (Gráfica 28).



Gráfica 28: Porcentaje de la población que prohibiría el acceso de los siguientes vehículos al Casco Antiguo

Gráficamente se puede observar que la población se muestra más abierta a la posibilidad de facilitar más el acceso a los vehículos eléctricos en detrimento de los vehículos tradicionales con motor de combustión interna. Se ha realizado un análisis de igualdad de los resultados para verificar la desigualdad.

#### Prohibir vehículos de reparto

	Eléctricos	Ninguno
Combustión	8	16
Ninguno	0	83

	Eléctricos	Ninguno	Total
Combustión	7,5%	15,0%	22,5%
Ninguno	0,0%	77,5%	77,5%
Total	7,5%	92,5%	100,0%

Tras realizar el test de igualdad entre ambos datos se confirma la diferencia entre ambos grupos (p-valor = 0,00000004544).

#### Prohibir vehículos de servicios

	Eléctricos	Ninguno
Combustión	4	10
Ninguno	0	93

	Eléctricos	Ninguno	Total
Combustión	3,7%	9,3%	13,1%
Ninguno	0,0%	86,9%	86,9%
Total	3,7%	96,3%	100,0%

Tras realizar el test de igualdad entre ambos datos se confirma la diferencia entre ambos grupos (p-valor =0,0000001489).

Prohibir vehículos de servicios

	Eléctricos	Ninguno
Combustión	41	13
Ninguno	1	52

	Eléctricos	Ninguno	Total
Combustión	38,3%	12,1%	50,5%
Ninguno	0,9%	48,6%	49,5%
Total	39,3%	60,7%	100,0%

Tras realizar el test de igualdad entre ambos datos se confirma la diferencia entre ambos grupos (p-valor = 4.447e-15).

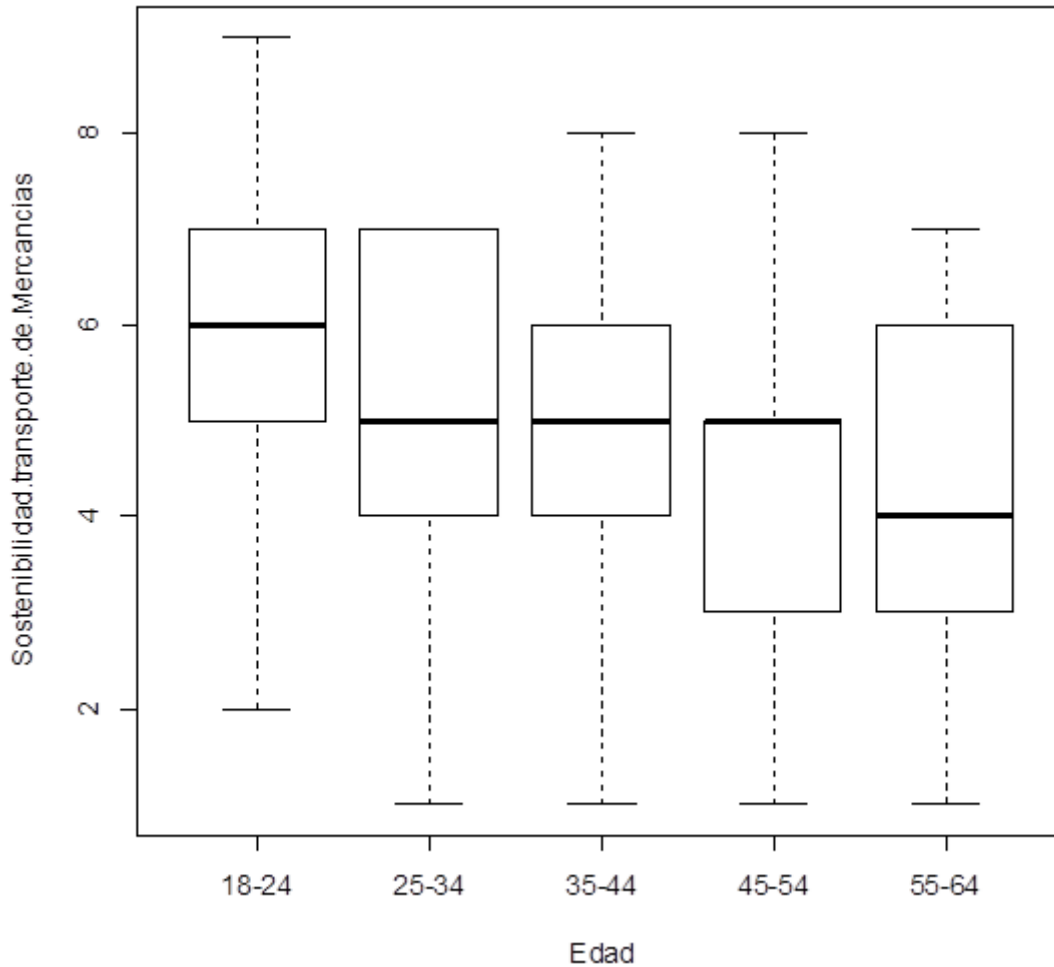
Tras el análisis se demuestra que se cumple estadísticamente una diferencia de criterio en favor de los vehículos eléctricos en detrimento de los vehículos tradicionales de diésel y gasolina, sobre todo para los vehículos de mercancías y de servicios.

### 7.3 Reparto y transporte de mercancías

En este apartado se va a realizar un análisis sobre los datos facilitados por la muestra sobre el reparto y transporte de mercancías en el Casco Antiguo de Pamplona.

Se ha evaluado la percepción sobre la sostenibilidad del transporte urbano de mercancías en Pamplona, cada ciudadano de la muestra ha puntuado del 1 al 10 cómo de sostenible es el sistema de transporte, siendo 10 “muy sostenible” y 1 “muy poco sostenible”.

En la siguiente gráfica se puede observar las puntuaciones registradas de los distintos grupos organizados por su edad (Gráfica 29).



Gráfica 29: Conjunto de valoraciones de la sostenibilidad del transporte de mercancías en función de la edad.

Mediante el test de ANOVA se ha verificado que existe una desigualdad significativa estadísticamente sobre la puntuación de la sostenibilidad del transporte urbano de mercancías ( $P$ -valor $<0,05$ ). Además, se han logrado extraer los siguientes datos.

Edad	Media	Sd	Muestras
18-24	5,816	1,522	38
25-34	4,923	1,891	13
35-44	4,733	1,668	15
45-54	4,391	2,330	23
55-64	4,333	2,127	15

En la tabla se recoge la media de los resultados obtenidos para cada uno de los grupos, donde la puntuación más elevada se ha registrado en el grupo más joven (18-24 años) con una puntuación media de 5,82. La puntuación media es inversamente proporcional con la edad, ya que la media de las valoraciones va disminuyendo conforme aumenta la edad de la muestra. De esta manera, la media de puntuación más baja se ha registrado en el colectivo de 55-64 años con un 4,33.

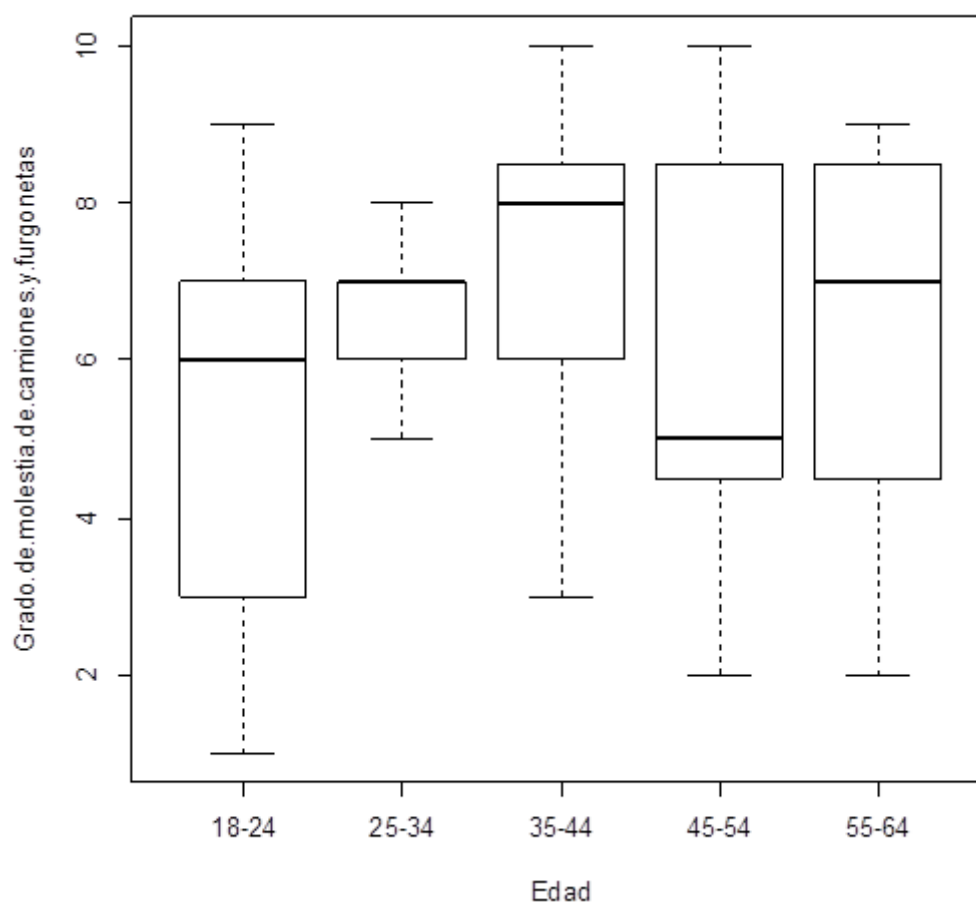
Mediante el test de ANOVA donde se han comparado las diferencias de las medias entre todos los grupos, se ha podido demostrar que las diferencias más representativas existen entre los colectivos de ambos extremos. Se puede observar en la siguiente tabla.

Comparación	Diferencia media	P-valor
(45-54) - (18-24) == 0	-1,420	0,0387 *
(55-64) - (18-24) == 0	-1,480	0,0793 .

Por lo que se puede asegurar con un intervalo de confianza del 95% que existen diferencias significativas entre el colectivo de los jóvenes y los mayores de 45 años.

Otro de los aspectos que se ha valorado de la misma manera en la encuesta realizada han sido las molestias causadas por las camionetas y camiones de transporte de mercancías. En esta ocasión se ha intentado cuantificar el grado de molestia en una escala de 1-10, siendo 10 el grado de molestia máximo “Me molestan mucho” y 1 el grado de molestia mínimo “No me molestan nada”.

En la siguiente gráfica se puede apreciar la diferencia de las puntuaciones registradas en función de la edad del encuestado (Gráfica 30).



Gráfica 30: Grados de molestia provocado por los vehículos de reparto en función de la edad

Gráficamente se puede apreciar que existen diferencias entre los diferentes grupos de la muestra. Además, mediante el test de ANOVA realizado, se ha podido comprobar que existen diferencias estadísticas significativas.

Edades	Mean	Sd	Muestras
18-24	5,395	2,553	38
25-34	6,692	1,750	13
35-44	7,267	2,052	15
45-54	6,043	2,567	23
55-64	6,533	2,386	15

Se ha estimado la media de cada una de las franjas de edad, se ha podido comprobar que el grupo de edad más afectado por las molestias causadas por las camionetas y los camiones de reparto es el de 35-44 años con una media de 7,27. Como se puede ver en la tabla, el colectivo al que menos afectan estos vehículos es el de los jóvenes situados en la franja de 18-24 años que tienen una media de 5,395. De hecho, entre estos dos colectivos gracias a la comparación que se ha realizado con el test ANOVA se puede asegurar que hay una diferencia estadística significativa en el grado de molestia de estos vehículos.

Comparación	Diferencia media	P-valor
(35-44) - (18-24) == 0	1,872	0,0805 .

Con un margen de confianza del 95% se puede asegurar que existen diferencias en el grado de molestia provocado por los camiones y las furgonetas de reparto entre los grupos de diferentes edades, más concretamente entre los colectivos de 35-44 años y 18-24 años. Aun y todo, no se puede asegurar con total seguridad que existe tal diferencia porque el P-valor se encuentra en el límite para dar como válida la hipótesis de igualdad.

### **Problemas causados por el transporte de mercancías**

En la encuesta se han preguntado algunos de los problemas y las molestias causadas por el transporte urbano de mercancías en el Casco Antiguo de Pamplona. Se va a realizar un análisis de los problemas más importantes y observar las diferencias en la opinión de los distintos grupos de la muestra.

Para facilitar el análisis de los resultados el nivel de molestia se ha medido en una escala del 1 al 4, siendo 1 "No me molestan nada" y 4 "Me molestan mucho".

El hecho de que aparquen mal, el ruido y la contaminación que emiten las camionetas y los camiones en el Casco Antiguo son aspectos que molestan de manera importante a los ciudadanos.

### **Ruido, contaminan y conflictos con los peatones:**

Sin embargo entre los partidarios a prohibir el acceso de los vehículos privados no residentes al Casco Antiguo y los que no quieren, existen diferencias en cuanto a estos problemas causados por el transporte urbano de mercancías.

Se ha realizado un test de igualdad de medias para demostrar que existe esta diferencia entre los colectivos.

Problemas causados por el transporte (Media)			
Prohibir vehículos no residentes	Ruido	Contaminación	Conflictos con los peatones
Si	2,9056	3,283	3
No	2,156	2,3352	1,98
Test Varianzas iguales	Si	Si	Si
P-valor (Igualdad media)	8,427E-08	8,36E-08	6,55E-05

Antes del test de comparación de medias se ha comprobado si las varianzas de ambas muestras se pueden considerar iguales, ya que en función de ello la estimación de la media se realizará de la manera señalada en los aspectos teóricos (página 34).

Tras realizar el test de varianzas, en ninguna de las muestras se puede descartar que las varianzas no sean iguales por lo tanto se han considerado como iguales.

En la tabla se traducen los valores medios para cada uno de los problemas y la puntuación media que ha registrado cada uno de los grupos. Viendo que los P-valores < 0,05 se puede asegurar con un margen de confianza del 95% que existen diferencias representativas entre los que desean permitir el acceso de cualquier vehículo no residente y los que prohibirían el paso a los no residentes.

Como se puede apreciar además, los partidarios en favor de la prohibición se encuentran muy molestos con los problemas nombrados.

#### Estorban:

En cuanto al problema de que estorban debido a su voluminosidad, existen diferencias entre los habitantes de Pamplona en función de la zona en la que residen. Mediante un test ANOVA se han obtenido los siguientes resultados.

Zona de residencia	Media	Sd	Muestras
Centro	2,333	1,016	21
Cercana al centro	3,085	0,853	35
Lejana al centro	2,454	0,934	11
Otro	2,75	0,965	12

Se puede apreciar que existen diferencias estadísticas significativas entre los distintos colectivos (P-valor=0,0243).

Llama la atención que el colectivo menos molesto con el tema sean los residentes en el Centro de Pamplona, a los cuales debería afectar más este problema. El colectivo más molesto con el espacio que ocupan los camiones y las furgonetas de transporte de mercancías son los residentes de los barrios situados cercanos al centro.

#### **Aparcan mal:**

En cuanto al problema de aparcar mal, otra de las diferencias apreciadas en la muestra es que el colectivo de personas que habitualmente se mueve haciendo uso del transporte público y los que utilizan otras maneras para desplazarse por la ciudad.

Se han recogido los siguientes resultados aplicando un test de igualdad en la media.

Modo de transporte	Transporte público	Otros medios
Media	3	2,612

Antes de la comparación de medias, se ha realizado un test de relación de varianzas, donde no se ha podido asegurar que sean diferentes. Por lo que el test de medias se ha realizado considerando que las varianzas son iguales.

Se puede rechazar la igualdad (P-valor= 0,03771), por lo tanto se puede afirmar con un margen de confianza del 95% que a los usuarios del transporte público les afecta de mayor manera la manera en la que estacionan estos vehículos.

#### **Masificación:**

Con motivo de las restricciones horarias para los vehículos de transporte de mercancías, ha aumentado el tráfico y la cantidad de estos vehículos durante las horas de reparto. A consecuencia de ello, el problema de la masiva cantidad de estos vehículos ha afectado de diferente manera a los participantes de la encuesta.

Un problema que afecta de diferente medida en función de la frecuencia con la que se visita el Casco Antiguo de Pamplona como se puede observar en el test ANOVA realizado.

Frecuencia	Media	Sd	Muestras
Diariamente	2,7	1,059	10
Varias por semana	1,857	0,943	35
Varias veces al mes	2,362	0,987	47
Una vez al mes	2	1,069	8
Casi nunca	2,25	0,957	4

Se puede asegurar que existen diferencias entre los diferentes grupos (P-valor=0,0457). Como podía esperarse, el colectivo más afectado con una media de 2,7 son los que visitan el Casco Antiguo a diario y por consecuencia sufren este problema todos los días.

#### **Sistemas de reparto de mercancías:**



Para valorar la opinión de la ciudadanía acerca de diferentes métodos para el reparto de mercancías, al igual que el análisis sobre los problemas causados por los vehículos tradicionales de reparto de mercancías, se ha tratado de cuantificar la opinión en una escala del 1 al 4, siendo 4 “Me gustaría mucho” y 1 “No me gustaría nada”. De esta manera, se ha podido hacer un análisis de la opinión de la muestra.

En la encuesta se ha preguntado a la población sobre los diferentes métodos que se podrían implementar además del que está funcionando actualmente.

Se ha analizado si los que desean que el **transporte urbano de mercancías se realice de la misma manera** están relacionados con las personas que les afecta la contaminación de los vehículos como camiones y furgonetas. Para ello, se ha realizado un test de ANOVA y se han observado los siguientes datos.

Problema de la contaminación	Media	Sd	Muestras
Molesta mucho	1,071	0,377	28
Molesta	1,2564	0,677	39
Molesta un poco	1,785	0,994	28
No molesta nada	2,333	1,001	9

Se puede asegurar que existen diferencias significativas entre las personas a las que molesta de diferente manera la contaminación (P-valor=0,0000174).

Comparación	Diferencia media	P-valor
No molesta nada - Molesta mucho == 0	1,261	< 0.001 ***

Además, se puede asegurar que las personas que les molesta mucho la contaminación “no les gustaría nada” que se realizara el transporte de mercancías de la misma manera que se realizan ahora. Sin embargo, al grupo de personas que no les molesta nada la contaminación estaría a favor de continuar con el mismo sistema.

En la comparación realizada por el test se verifica estadísticamente la diferencia que existe entre la opinión de estos distintos grupos.

#### Reparto en bicicletas y triciclos de carga:

Uno de los problemas analizados previamente ha sido el exceso de vehículos tradicionales como furgonetas y camiones, ahora se va a analizar la **opinión sobre la ciclogística** enfocado en este colectivo y ver cómo afecta ese aspecto en la opinión. Para ello, se ha realizado un test ANOVA para estudiar las opiniones de los distintos grupos.

Exceso de vehículos de mercancías	Media	Sd	Muestra
Muy importante	3,312	0,793	16
Importante	3,143	0,925	42
Poco importante	2,4	1,215	40
Nada importante	2,166	1,329	6

Se puede apreciar que la opinión favorable sobre la ciclogística (4="Me gustaría mucho") está directamente relacionado con la importancia del exceso de vehículos de mercancías que hay actualmente en el Casco Antiguo. Además, se puede asegurar que hay diferencias estadísticas significativas (P-valor=0,00182).

Comparación	Diferencia media	P-valor
Poco importante - Importante == 0	-0,742	0,00913**
Poco importante - Muy importante == 0	-0,9125	0,02005*

Como se aprecia en la comparación, la mayor diferencia se produce entre los grupos que consideran muy importante o importante el problema del exceso de vehículos de transporte frente a los que no lo consideran importante.

Se puede afirmar que la población que considera importante el problema vería con buenos ojos un sistema más sostenible basado en el reparto de mercancías con bicicletas y triciclos de carga frente a los vehículos tradicionales.

**Relacionado con el tema de la ciclo logística**, se ha preguntado por la **seguridad de las calles** y si son adecuadas para realizar repartos mediante vehículos de dos o tres ruedas.

Se ha observado el siguiente dato entre los que se mueven habitualmente a pie por el Casco Antiguo.

Calles	Seguras	No seguras	Total	Resultados
Andando	75.3%	21%	100%	73
Otros medios	48.4%	47%	100%	31

Ambas muestras son suficientemente grandes ( $n > 30$ ) por lo que los datos pueden ser normalizados según el teorema del límite central. Por lo tanto, se puede realizar el test de igualdad de proporciones.

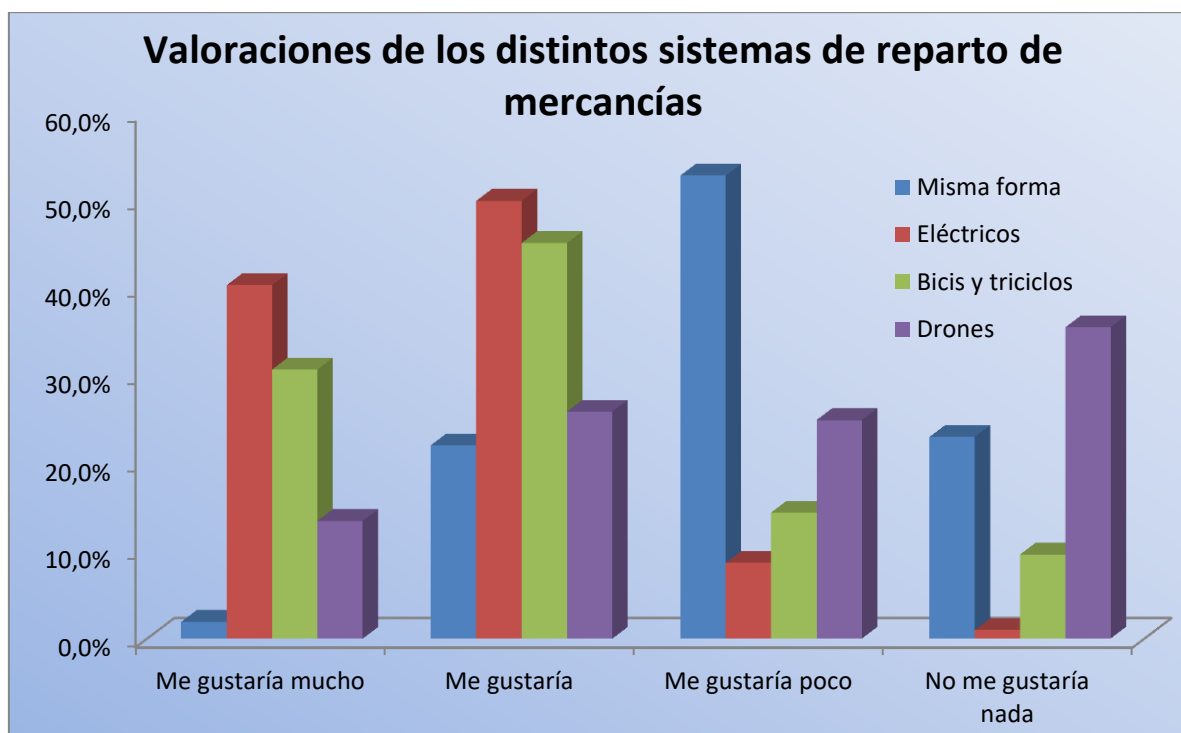
Tras realizar un test de igualdad de proporciones, se ha estimado y comparado las proporciones para cada uno de los grupos. La proporción estimada de los que opinan a favor de la seguridad de las calles y se mueven habitualmente andando es de 0,753. Por otro lado, la proporción de los que utilizan otros medios para desplazarse es de 0,483. Tras el test se rechaza la igualdad de proporciones (P-valor=0,0073).

Analizando el resultado del test, llama la atención que los peatones estén a favor de la ciclogística, ya que generalmente son dos colectivos que están constantemente en conflicto.

### Conclusión:

A modo de conclusión sobre el tema del reparto de mercancías, conviene destacar que existe una opinión mayoritaria en favor de un sistema de transporte de mercancías basado en vehículos eléctricos. En el último gráfico se puede ver un gráfico donde se puede observar la opinión de la muestra (Gráfica 31).

Reparto de mercancías	Misma forma	Eléctricos	Bicis y triciclos	Drones
Me gustaría mucho	1,9%	40,4%	30,8%	13,5%
Me gustaría	22,1%	50,0%	45,2%	26,0%
Me gustaría poco	52,9%	8,7%	14,4%	25,0%
No me gustaría nada	23,1%	1,0%	9,6%	35,6%
Total	100%	100%	100%	100%



Gráfica 31: Valoración de los distintos métodos de transporte y reparto de mercancías

Como se puede observar tanto en la tabla de resultados como en el gráfico, las opciones sostenibles son las preferidas por la mayoría de la muestra. El reparto basado en bicis y triciclos ha logrado gran aceptación pero el reparto con vehículos eléctricos es el preferido por toda la muestra.

## 7.4 Transportes de mercancías mediante Drones

El reparto de mercancías mediante drones todavía se encuentra en fase experimental. Sin embargo, en algunas ciudades Europeas se está estudiando su utilización para el transporte de mercancías y los envíos de paquetes.

En la encuesta hay una parte dirigida al tema de repartos con drones del cual se va a hacer un análisis sobre la percepción y la opinión de este tipo de envíos.

Se han preguntado algunos de los problemas que pueden preocupar a la ciudadanía sobre un sistema de reparto basado en drones. Estos problemas se han enumerado para poder

analizarse de manera estadística con una escala del 1-4. Siendo 4 “Totalmente de acuerdo” con el problema y 1 “totalmente desacuerdo” con el problema.

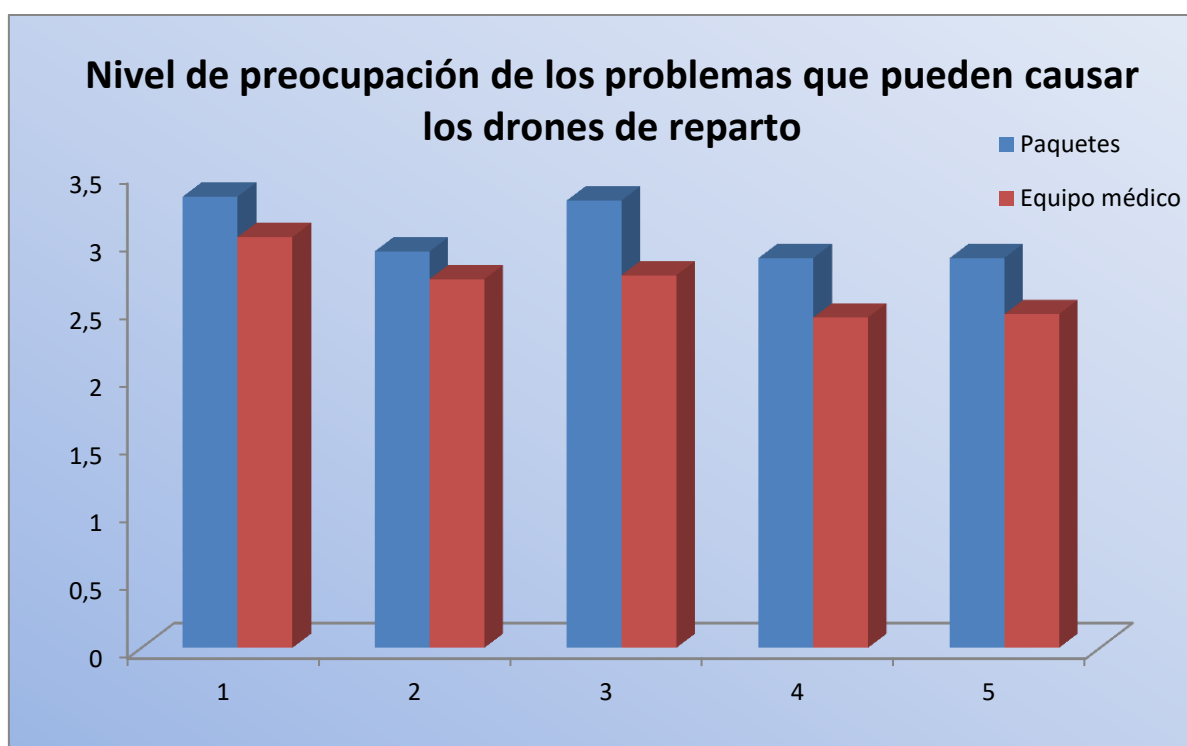
Los problemas tratados han sido los siguientes:

1. Los daños que pueden causar a la propiedad o a las personas por consecuencia de malfuncionamiento de los drones.
2. Su uso malintencionado y por consecuencia provocar daños a la propiedad y a las personas.
3. Que puedan ser utilizados de tal manera que no respete la privacidad de las personas.
4. Que los drones vuelen cerca de mi casa o vecindario y causar molestias.
5. Debido al tráfico aéreo que provocarían que el cielo no fuera placentero de observar.

Se han agrupado los resultados en una tabla y se ha obtenido la siguiente gráfica resumiendo los resultados obtenidos en este apartado (Gráfica 32).

**Media de los resultados obtenido en cada uno de los problemas**

Reparto de los siguientes elementos	1.Malfuncionamiento	2.Uso malintencionado	3.Falta de privacidad	4.Volar cerca del vecindario	5.Cielo poco placentero de observar
Paquetes	3,3269	2,923	3,298	2,875	2,875
Equipo médico	3,029	2,7184	2,7475	2,4368	2,4607



Gráfica 32: Nivel de preocupación de los problemas citados del transporte de mercancías mediante drones

A pesar de apreciar un descenso en la preocupación media de estos problemas a la hora de transportar equipo médico u órganos en lugar de paquetes o pedidos convencionales no se puede asegurar que exista una diferencia estadística representativa.

De hecho, en ambos casos la preocupación media ante los problemas nombrados es cercana a 3, lo que significa que están de acuerdo en que podrían causar todos los problemas citados anteriormente.

Por otro lado, se ha preguntado si esta nueva tecnología podría ser mejor y más efectiva para el reparto de mercancías y el transporte de equipo médico y órganos que los sistemas tradicionales. Se han conseguido los siguientes resultados.

Reparto de drones	Media	Sd	Muestra
Paquetes y compras online	2,359	1,055	103
Medicinas y órganos	2,106	0,959	103

No se puede asegurar que existan diferencias entre ambos grupos. Además analizando los resultados, se observa que la media está cercana al valor de 2 que significa que la opinión media sobre este tema es que no están de acuerdo con el hecho de que un sistema de reparto de drones sea igual de efectivo que un sistema en el que el encargado del reparto sea una persona.

Por último, se han recreado diferentes escenarios en los que se realizarían repartos mediante drones. Los escenarios cuentan con algunas variables como la altura, frecuencia o tráfico diario, cercanía de vuelo respecto al vecindario y lo que transportan.

El resultado más representativo se ha encontrado en el escenario de la pregunta número 38, donde se exponían las siguientes opciones:

- **Opción 1:**

Volar 20 metros sobre el suelo (Altura promedio de un pino) y suena como una podadora eléctrica

Freq = Varias veces por hora

Entregar paquetes de compras personales en línea

Los drones vuelan alrededor de mi casa o vecindario

- **Opción 2**

Volar 120 metros sobre el suelo (longitud de campo de fútbol) y un ligero sonido en zonas tranquilas

Freq = Pocas veces por día

Entregar artículos médicos urgentes

Los drones no vuelan alrededor de mi casa o vecindario

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Escenarios	Muestras	Total
Escenario 1	10	9,9%
Escenario 2	91	90,1%

Como se puede observar el 90% de los encuestados ha seleccionado la segunda opción. La población en general se muestra reacia a un sistema de reparto y transporte de mercancías basado en drones.

Analizando también las muestras obtenidas se puede asegurar que la gente prefiere que en caso de utilizar drones, la distancia de vuelo sea elevada y a una distancia lejana de sus domicilios y si es posible que se traten de envíos médicos urgentes.

## 8. CONCLUSIONES

Para el análisis estadístico de algunos de los resultados se han realizado diferentes tests de ANOVA para comparar los valores medios de diversas muestras grupales. Como ya se ha advertido antes del análisis, no se puede asegurar con una probabilidad alta la veracidad de estas pruebas. La razón principal es debido a que el tamaño de la muestra no es lo suficientemente grande, y es por ello, a que tampoco se podía verificar la normalidad de los datos obtenidos.

Sin embargo, ha resultado ser una herramienta muy útil para comparar resultados de diferentes grupos y poder comprobar que existían diferencias como se podía suponer visualizando los datos gráficamente.

Antes de realizar el estudio se marcaron unos objetivos, los cuales se han llevado a cabo con éxito.

1) En primer lugar, se marcó el objetivo de analizar la situación actual del transporte y la movilidad en Pamplona. Se ha estudiado el modo en el que se desplazan habitualmente los ciudadanos del Casco Antiguo y sus alrededores, y se ha preguntado también la opinión acerca de los cambios llevados a cabo por el Plan de Amabilización. La situación actual está condicionada por las medidas llevadas a cabo para impulsar la movilidad sostenible. La mayoría de la población se ha mostrado proclive a estas medidas en favor de la sostenibilidad. Sin embargo, los vecinos de Ermitagaña y Echavacoiz se han mostrado en contra de estas medidas. Durante el último año las obras para poner carril bici en la calle Pio XII han causado grandes descontentos entre sus vecinos, afectando principalmente a los residentes de los barrios citados. Esta es quizá una de las razones principales del descontento manifestado por este grupo. Otro de los temas a comentar sobre el Plan de Amabilización y las prohibiciones de la circulación de algunos vehículos es que la ciudadanía tiene una opinión más permisiva en favor de los vehículos eléctricos debido a que son más sostenibles con el medio ambiente y menos ruidosos que los vehículos tradicionales.

2) En segundo lugar, otro de los objetivos marcados fue el análisis de los problemas causados por el sistema actual de reparto de mercancías del casco antiguo principalmente basado en camionetas y camiones. La población en general ha mostrado una gran preocupación frente a los problemas causados por estos vehículos siendo el ruido y la contaminación dos de los problemas más recurrentes. Estos problemas como cabía de esperar han afectado más a los residentes que viven cerca o en el mismo Casco Antiguo y también a los habitantes que visitan el centro con mayor frecuencia.

3) En tercer lugar, se iba a estudiar la opinión y la viabilidad de otros sistemas de transporte de mercancías más sostenibles como lo son la ciclologística o los vehículos eléctricos. Por lo general, se puede decir que un 80% de la muestra apoya este tipo de sistemas más sostenibles para sustituir el sistema tradicional que funciona actualmente. Entre la población que se encuentra especialmente preocupada con el ruido, la contaminación o la masiva concentración y el tráfico provocado por los vehículos de reparto tradicionales, se

muestra más proclive a la idea de fomentar y apoyar estos sistemas de transporte de mercancías más sostenibles.

4) Por último, se ha tratado de estudiar la percepción de los ciudadanos de Pamplona acerca de un sistema que todavía se encuentra en fase experimental como es el reparto de mercancías mediante el uso de drones. A pesar de que en Estados Unidos ya se ha realizado el primer transporte de un órgano humano vital con un dron desde un hospital hasta otro situado a 5km, en Pamplona, por lo general, a la gente le cuesta imaginar todavía que sea una opción viable para el reparto de mercancías o transporte de órganos o equipo médico. De hecho, observando los resultados obtenidos existe un gran rechazo y una alta preocupación por la efectividad de este sistema y por la peligrosidad que conllevaría el vuelo de los drones en puntos cercanos a la gente o viviendas.

Otro de los aspectos que conviene subrayar es el contraste en la opinión ciudadana sobre los accesos al casco antiguo. La población se muestra reacia a permitir el paso al Casco Antiguo de Pamplona principalmente a los vehículos privados y no residentes que sean de combustión interna. Sin embargo, la población se muestra más permisiva si se trata de vehículos eléctricos que mayoritariamente permitiría el acceso de vehículos eléctricos privados de no residentes. Tras éste análisis, se puede deducir que el impulso de medidas para fomentar la movilidad y permitir el acceso al Casco Antiguo de los vehículos eléctricos tendría un gran índice de aceptación en la población.

Como conclusión final cabe destacar que la población se muestra claramente a favor de un sistema de reparto de mercancías basado en vehículos más sostenibles. Todos los colectivos, incluidos los que defienden el sistema actual de transporte de mercancías, están a favor del uso de vehículos eléctricos para el reparto de mercancías. Sin embargo, habiendo analizado la situación actual del transporte de mercancías, el cual está basado mayoritariamente en camionetas y camiones de motor de combustión interna, difiere de manera clara con la opinión y el deseo mayoritario de la población.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, J, Anderson, S, Browne, M and Jones, P (2000) *A Framework for Considering Policies to Encourage Sustainable Urban Freight Traffic and Goods/service Flows: Summary report, University of Westminster, London*
  
- Alvira Martín, Francisco, Centro de Investigaciones Sociológicas (2011-01-01): *La encuesta: una perspectiva general metodológica* (2ª edición)
  
- Ayuntamiento de Pamplona (2019). *Registro como vehículo de carga y descarga*. Último acceso en Abril de 2019. <http://www.accesocascoantiguo.com/carga-y-descarga/>
  
- Bellman, R., 1958. *On a routing problem. Quarterly of Applied Mathematics* 16 (1), 87-90.
  
- Browne, M and Gomez, M (2011) *The impact on urban distribution operations of upstream supply chain constraints, International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 41, no 9, pp 896–912.
  
- Dantzig, G.B., 1960. *On the shortest route through a network. Management Science* 6 (2), 187-190.
  
- Department for Transport (2006) *Companies and drivers benefit from SAFED for HGVs, Freight Best Practice*, Último acceso en Mayo de 2019. <http://www.freightbestpractice.org.uk/download.aspx?pid=119&action=save>
  
- Diario de Navarra (23 de marzo de 2019) *TCC Transporte Urbano Comarcal de Pamplona*, Último acceso el 5 de Mayo de 2019. <https://www.diariodenavarra.es/noticias/navarra/pamplona-comarca/2019/03/21/este-viernes-entra-servicio-primera-villavesa-100-electrica-pamplona-640549-1002.html>

- Diario de Noticias, Economía (16 de Abril de 2019) *Los ingresos de los hogares navarros crecen y baja el riesgo de pobreza*, Último acceso 10 de Mayo de 2019. <https://www.noticiasdenavarra.com/2019/04/16/economia/navarra-los-hogares-navarros-tuvieron-en-2017-unos-ingresos-medios-anuales-de-33106-euros-un-aumento-del-21#Loleido>
  
- Dijkstra, E.W., 1959. *A note on two problems in connexion with graphs*.
  
- Dreyfus, S.E., 1969. *An appraisal of some shortest-path algorithms*. *Operations Research* 17 (3), 395-412.
  
- Equipo de Marketing, Caryo (18 Agosto, 2017) *La Importancia de la Logística y el Transporte*. Último acceso en Abril de 2019. <http://caryo.com.mx/blog/la-importancia-de-la-logistica-y-el-transporte-parte-1-2/>
  
- Erkut, E and Verter, V (1998) *Modeling of transport risk for hazardous materials*, *Operations Research*, 46 (5), pp 625–42.
  
- European Commission (2007) *Background paper for the technical workshop for the Green Paper on urban transport*, Enero de 2007, European Commission, Bruselas.
  
- European Union, 2016. *EU TRANSPORT in Figures, Belgium*. <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/pocketbook2016.pdf>.
  
- Faulin, Javier, Juan, Angel A., Grasman, Scott E., and Hirsch, Patrick(2019): *Sustainable Transportation and Smart Logistics*
  
- Groves, Robert M (2009), *Survey Methodology*
  
- Gutiérrez, Anabel (Abril de 2019) *Buenas prácticas en seguridad vial laboral*, <http://revista.dgt.es>

- McKinnon, AC (2007) *CO2 emissions from freight transport in the UK, UK Commission for Integrated Transport*
- McKinnon Alan, Browne Michael, Whiteing Anthony, and Piecyk Maja (2015-02-03):  
*Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics*
- Mendenhall, William y Sincich, Terry (1997): *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias (4ª edición)*
- Moreno Lopez-Pedraza, Francisco (2019): 'Urban Distribution Goods in City Centres: Comparative Analysis in the Old Town of Pamplona' Trabajo Fin de Master de Ingeniería Industrial en la Universidad Pública de Navarra.
- Oraintxe (2019), *Última milla: distribución urbana sostenible en Pamplona*, Último acceso Abril de 2019. <http://www.oraintxe.com/es/mensajeria-paqueteria/mensajeria-pamplona-ultima-milla/>
- Navas, Raquel, DLIRIOS (Abril de 2019), *Ideas para educar en la movilidad sostenible*, <http://revista.dgt.es>
- Qualtrics Survey Analysis (2019),  
<https://www.qualtrics.com/es/?rid=ip&prevsite=en&newsite=es&geo=ES&geomatch=es>
- Statista (2016). E-Commerce in Europa.  
<https://de.statista.com/statistik/studie/id/23510/dokument/e-commerce-in-europa-statista-dossier/>.
- United Nations DESA (2015). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, New York*. <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf>
- Walpole, Ronald E., Myers, Raymond H., Myers, Sharon L., Ye, Keying (2012):  
*Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias (9ª edición)*

- Zabaleta Echarte, Sagrario (25 de Julio de 2018), *Navarra, la comunidad en la que más suben los salarios*, *Diario de Noticias*. Último acceso en Abril de 2019.  
<https://www.noticiasdenavarra.com/2018/07/25/economia/navarra-la-comunidad-en-la-que-mas-suben-los-salarios-en-2017#Loleido>

#### Ilustraciones:

- Figura 1. Fuente: Logística y Distribución, optimización de la cadena logística (directivoglobal.com).
- Ilustración 2. Fuente: Iván Benítez (Diario de Navarra).
- Gráfica 3. Fuente: Agencia Europea del Medioambiente.
- Ilustración 4. Fuente: Plan de Movilidad de Cantabria (gobierno de Cantabria).
- Ilustración 5. Fuente: Diario de Navarra.
- Ilustración 6. Fuente: Diario de Navarra.
- Ilustración 7. Fuente: Idoia San Matías.
- Ilustración 8. Fuente: Patxi Cascante (Diario de Noticias)  
<https://www.noticiasdenavarra.com/2017/10/25/vecinos/pamplona/el-consistorio-amplia-las-situaciones-especiales-de-acceso-al-casco-antiguo#Loleido>.
- Ilustración 9. Fuente: Elaboración propia
- Figura 10. Fuente: *Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics*
- Figura 11. Fuente: Ayuntamiento de Pamplona.  
<http://www.plandeamabilizacion.com/descargas/folleto-camaras.pdf>.
- Figura 12. Fuente: Ayuntamiento de Pamplona.  
<http://www.movilidadpamplona.es/noticias/descenso-del-53-en-accesos-vehiculos-a-motor-al-casco-antiguo/>.
- Ilustración 13. Fuente: Pamplonaactual. <https://pamplonaactual.com/las-obras-de-la-segunda-fase-del-plan-de-amabilizacion-se-realizaran-en-el-primer-semester-de-2019/>.
- Ilustración 14. Fuente: Casco Antiguo de Pamplona.  
<http://www.cascoantiguopamplona.com/oraintxe-referente-de-la-movilidad-sostenible-en-la-ciudad/>
- Figura 15. Fuente: Elaboración propia (Bubbl.us).
- Figura 16. Fuente: Elaboración propia (Bubbl.us).

- Tabla 17. Fuente: Elaboración propia.
- Tabla 18. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 19. Fuente: Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias (2012).
- Gráfica 20. Fuente: Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias (1997).
- Gráfica 21. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 22. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 23. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 23. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 25. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 26. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 27. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 28. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 29. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 30. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 31. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 32. Fuente: Elaboración propia.

# ANEXOS

## Encuesta:

### Trabajo Fin de Grado

#### *BLOQUE de INTRODUCCIÓN*

**Q1** Inkesta Euskeraz egitea nahiago baduzu, goian hizkuntza aldatzeko aukera daukazu.

**¡Muchas gracias por participar en esta encuesta!**

Querido **Ciudadano de Pamplona,**

Mi nombre es **Julen Arza** y soy estudiante de **grado en ingeniería industrial** en la Universidad Pública de Navarra.

El Casco Antiguo de Pamplona ha sido testigo de un nuevo sistema de control que regula el acceso de vehículos motorizados a su interior con la finalidad de mejorar la movilidad urbana en esta área. Sin embargo, estas nuevas regulaciones han traído una serie de complicaciones a los residentes y visitantes frecuentes del Casco Antiguo.

Como parte de mi trabajo de fin de grado, estoy llevando a cabo esta encuesta con respecto a la entrega de mercancías en el Casco Antiguo de Pamplona. Su participación ayudará a las empresas de logística y a líderes gubernamentales entender sus preocupaciones, necesidades e intereses.

Se les preguntará algo de información demográfica básica y su opinión acerca de diferentes escenarios que tienen que ver con logística. La encuesta toma menos de 10 minutos y las respuestas son completamente anónimas. Puede optar por terminar su participación en el estudio en cualquier momento y por cualquier motivo.

No dude en ponerse en contacto conmigo por si tiene alguna duda: **julenarza@hotmail.com**

Siéntase libre de compartir la encuesta en su red de contactos:

[https://uhasselt.eu.qualtrics.com/jfe/form/SV\\_9mj0wxgPcVo0CGx](https://uhasselt.eu.qualtrics.com/jfe/form/SV_9mj0wxgPcVo0CGx)

¡Muchas gracias de antemano!

- Doy mi consentimiento para que los datos personales compilados puedan utilizarse con fines de investigación. Reconozco que no se recopilan datos personales sin mi conocimiento. (1)
  
- No doy mi consentimiento o no deseo participar. (2)

*Skip To: End of Survey If Inkesta Euskeraz egitea nahiago baduzu, goian hizkuntza aldatzeko aukera daukazu. ¡Muchas graci... = No doy mi consentimiento o no deseo participar.*

## **BLOQUE 2: DEMOGRAFÍA**

### **Q2 ¿Cuál es su edad?**

- Menor de 18 años (1)
- 18-24 (2)
- 25-34 (3)
- 35-44 (4)
- 45-54 (5)
- 55-64 (6)
- 65-74 (7)
- 75-84 (8)
- 85 o mayor (9)

### **Q3 ¿Cuál es su género?**

- Hombre (1)
- Mujer (2)

### **Q4 ¿Cuál es su nivel de estudios?**

- Sin estudios (1)
- Primaria (2)

- ESO (3)
- Grado Medio (4)
- FP/Bachiller (5)
- Grado (6)
- Master/Doc (7)

**Q5 ¿Cuál es su situación laboral?**

- Empleado (1)
- Jubilado (2)
- Estudiante (3)
- Incapacitado (4)
- Otro (5) \_\_\_\_\_

**Q6 ¿Vive usted en Pamplona?**

- Sí (1)
- No (2)

*Display This Question:*

*If ¿Vive usted en Pamplona? = Sí*

**Q7 ¿En qué zona de Pamplona vive?**

▼ Azpilagaña (1) ... Otra (15)

*(Pestaña desplegable con todas las zonas de pamplona incluidas)*



**Q8 Teniendo en cuenta todas sus fuentes actuales, ¿dónde diría que el ingreso promedio mensual total de su hogar cae en la siguiente escala?**

- Más de €4.000 (1)
- Niveles intermedios (2)
- Menos de €1.000 (3)

*Display This Question:*

*If Teniendo en cuenta todas sus fuentes actuales, ¿dónde diría que el ingreso promedio mensual total... = Niveles intermedios*

**Q9 Específicamente, ¿cómo estimaría su ingreso familiar en la siguiente escala?**

- Entre €2.801 y €4.000 al mes (1)
- Entre €1.701 y €2.800 al mes (2)
- Entre €1.000 y €1.700 al mes (3)
- No sé / Prefiero no responder (4)

**BLOQUE DE MOVILIDAD**

**Q10 ¿Con qué asiduidad visita usted al Casco Antiguo?**

- Todos los días (1)
- Una o varias veces por semana (2)
- Varias veces por mes (3)
- Una vez al mes (4)
- Casi nunca (menos de una vez al mes) o nunca (5)

**Q11 ¿Cómo se mueve usted habitualmente por Pamplona? Puede seleccionar más de una opción.**

Andando (1)

En bicicleta (2)

En transporte público (3)

En coche (4)

En moto (5)

En patinete eléctrico (6)

*Display This Question:*

*If ¿Cómo se mueve usted habitualmente por Pamplona? Puede seleccionar más de una opción.  
= En bicicleta*

**Q12 ¿Con qué frecuencia utiliza usted la bicicleta?**

Todos los días (1)

Una o varias veces por semana (2)

Varias veces al mes (3)

Una vez al mes (4)

Casi nunca (menos de una vez al mes) o nunca (5)

**Q13 ¿Ha percibido alguno de los cambios realizados en la circulación de vehículos cuando ha acudido al centro?**

Sí (1)

No (2)

*Display This Question:*

*If ¿Ha percibido alguno de los cambios realizados en la circulación de vehículos cuando ha acudido a... = Sí*

**Q14 ¿Qué tan a favor o en contra se encuentra de las medidas adoptadas (relacionadas a la reducción de tráfico)?**

Muy a favor (1)

A favor (2)

En contra (3)

Muy en contra (4)

Me da lo mismo (5)

**BLOQUE TRANSPORTE MERCANCÍAS:**

**Q15 ¿Qué tan importantes son para usted los siguientes problemas que puedan existir actualmente en el Casco Antiguo de Pamplona?**

	Nada Importante (1)	Poco importante (2)	Importante (3)	Muy Importante (4)
Excesivo tráfico (en general) (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Excesivo tráfico de mercancías (2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escasa peatonalización (3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de transporte público (4)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de infraestructura ciclista (5)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de aparcamientos para coches/motos (6)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificultad de acceso a ciertas calles (en coche) (7)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ruido (8)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Excesivo control de accesos (9)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suciedad y/o contaminación (10)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Q16 Dentro de los aspectos relacionados con el Casco Antiguo, ¿cómo de importante cree que es el tema del reparto de mercancías?**

- Nada importante (1)
- Poco importante (2)
- Importante (3)
- Muy importante (4)

**Q17 ¿Le restringiría usted el acceso al Casco Antiguo a cierto tipo de vehículos o usuarios? Por ejemplo a vehículos de reparto, a no residentes o a vehículos altamente contaminantes.**

- Sí (1)
- No (2)

*Display This Question:*

*If ¿Le restringiría usted el acceso al Casco Antiguo a cierto tipo de vehículos o usuarios? Por ejem... = Sí*

**Q18 Si los siguientes vehículos fueran de motor de **combustión interna** ¿a cuáles les prohibiría usted el acceso al Casco Antiguo? Puede seleccionar más de una opción.**

- De reparto (furgonetas, camiones, etc.) (1)
- Comercial y de servicio (electricistas, mecánicos, mudanzas, etc.) (2)
- Privados (no residentes del Casco Antiguo) (3)
- Privados (residentes del Casco Antiguo) (4)
- Otro (6) \_\_\_\_\_

*Display This Question:*

*If ¿Le restringiría usted el acceso al Casco Antiguo a cierto tipo de vehículos o usuarios? Por ejem... = Sí*

**Q19 Si los siguientes vehículos fueran de **motor eléctrico** ¿a cuáles les prohibiría usted el acceso al Casco Antiguo? Puede seleccionar más de una opción.**

- De reparto (furgonetas, camiones, etc.) (1)
- Comercial y de servicio (electricistas, mecánicos, mudanzas, etc.) (2)
- Privados (no residentes del Casco Antiguo) (3)

Privados (residentes del Casco Antiguo) (4)

Otro (6) \_\_\_\_\_

**Q20 Del 1 al 10 (siendo 1 "muy poco sostenible" y 10 "muy sostenible"), puntúe cómo de sostenible cree usted que se realiza el reparto de mercancías en el Casco Antiguo**

▼ 1 (1) ... 10 (10)

**Q21 Del 1 al 10 (siendo 1 "nada molestos" y 10 "muy molestos"), ¿cómo de molestos son para usted los camiones y furgonetas de reparto?**

▼ 1 (1) ... 10 (10)

**Q22 ¿Tiene usted conocimiento si Se realizan actualmente en Pamplona repartos en bicicleta, triciclo o vehículos eléctricos?**

Sí (1)

No (2)

**Q23 A continuación se enumeran posibles problemas generados por las furgonetas y camiones que actualmente operan en el Casco Antiguo de Pamplona. Señale cómo le afecta cada opción.**

	No me molesta nada (1)	Me molesta un poco (2)	Me molesta (3)	Me molesta mucho (4)
El ruido que hacen (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La velocidad que llevan (2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Invaden el espacio urbano (estorban) (3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Contaminan (4)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pueden generar accidentes (5)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aparcan mal (6)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

No respetan horarios para circular (7)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Causan conflictos con peatones y bicis (8)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El impacto visual que generan (9)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hay demasiados vehículos de mercancías (10)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Q24 ¿Cómo le gustaría que se realizase el reparto de mercancías en el Casco Antiguo?**

	No me gustaría nada (1)	Me gustaría poco (2)	Me gustaría (3)	Me gustaría mucho (4)
De la misma forma que ahora (sobre todo con furgonetas y camiones) (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mediante vehículos eléctricos (2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mediante triciclos o bicicletas (3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mediante vehículos alternativos como drones (4)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Q25 ¿Cree que las restricciones horarias para los vehículos de reparto han tenido un resultado positivo?**

Sí (1)

No (2)

**Q26 ¿Cuál es su opinión respecto al reparto de mercancías en el centro con bicicletas y triciclos de carga?**

(Pregunta abierta) \_\_\_\_\_

**Q27 Las calles del casco antiguo debido a su estrechez, para el reparto de mercancías mediante bicis y triciclos de carga**

	Sí (1)	No (2)
Las calles son seguras? (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las calles deberían regularse? (2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las calles son idóneas? (3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Q28 ¿Qué opina de fomentar el uso de bicicletas y vehículos eléctricos para realizar el reparto de mercancías en el Casco Antiguo? ¿Se debería fomentar?**

- Bajo ningún concepto (1)
- No se debe fomentar (2)
- Se debe fomentar (3)
- Es imprescindible que se fomente (4)

**BLOQUE ENTREGA DE MERCANCÍAS MEDIANTE DRONES:**

**Q29 ¿Tiene usted horarios muy similares cada semana? Por ejemplo: trabajar de lunes a viernes de 08:00 a 14:00 y de 16:00 a 18:00; y tener los fines de semana libres.**

- Sí, tengo el casi el mismo horario cada semana (1)
- Mi horario varia un poco semana a semana (2)
- No, tengo un horario muy diferente cada semana (3)

*Display This Question:*

*If ¿Tiene usted horarios muy similares cada semana? Por ejemplo: trabajar de lunes a viernes de 08:00 a 14:00 y de 16:00 a 18:00; y tener los fines de semana libres. = Sí, tengo el casi el mismo horario cada semana*

*Or ¿Tiene usted horarios muy similares cada semana? Por ejemplo: trabajar de lunes a viernes de 08:00 a 14:00 y de 16:00 a 18:00; y tener los fines de semana libres. = Mi horario varia un poco semana a semana*



**Q30 ¿En qué intervalos de tiempo se encuentra usted usualmente en casa de lunes a viernes? Puede seleccionar más de una opción.**

00:00-02:59 (1)

03:00-05:59 (2)

06:00-08:59 (3)

09:00-11:59 (4)

12:00-14:59 (5)

15:00-17:59 (6)

18:00-20:59 (7)

21:00-21:59 (8)

22:00-23:59 (9)

*Display This Question:*

*If ¿Tiene usted horarios muy similares cada semana? Por ejemplo: trabajar de lunes a viernes de 08:0... = Sí, tengo el casi el mismo horario cada semana*

*Or ¿Tiene usted horarios muy similares cada semana? Por ejemplo: trabajar de lunes a viernes de 08:0... = Mi horario varía un poco semana a semana*

**Q31 ¿En qué intervalos de tiempo se encuentra usted usualmente en casa los fines de semana? Puede seleccionar más de una opción.**

00:00-02:59 (1)

03:00-05:59 (2)

06:00-08:59 (3)

09:00-11:59 (4)

12:00-14:59 (5)

15:00-17:59 (6)

18:00-20:59 (7)

21:00-21:59 (8)

22:00-23:59 (9)

**Q32 Algunas organizaciones están considerando la entrega de mercancías con Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) también conocidos como drones. Esta tecnología puede hacer entregas más rápidas y es ecológica.**

Los drones podrían verse algo así: (Imagen DRON)

**Q33** Un enfoque es enviar un dron con un paquete de **compras por internet** o **correo** a los ocupantes de una residencia.

Basado en esta aplicación, ¿en qué medida está de acuerdo con los siguientes argumentos?

	Totalmente en desacuerdo (1)	Algo en desacuerdo (2)	Parcialmente de acuerdo (7)	Totalmente de acuerdo (8)
Me preocupa que puedan funcionar mal y provocar daños a propiedad o personas (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me preocupa que puedan ser utilizados intencionalmente para provocar daños a propiedad o personas (2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me preocupa que puedan ser utilizados de una	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

manera que no  
respete mi  
privacidad (3)

De ser posible, no  
permitiría que  
drones de reparto  
volaran alrededor  
de mi casa o  
vecindario (4)

Los drones de  
reparto harán el  
cielo menos  
placentero de  
observar (11)

Esta tecnología es  
tan buena o mejor  
que una persona  
llevando a cabo la  
misma tarea (12)

**Q34** Otro enfoque es que el dron lleve equipo médico, sangre u organos a **hospitales y clínicas**.  
Basado en esta aplicación, ¿en qué medida está de acuerdo con los siguientes argumentos?

Totalmente en desacuerdo (1)    Algo en desacuerdo (2)    Parcialmente de acuerdo (3)    Totalmente de acuerdo (4)

Me preocupa que  
puedan funcionar  
mal y provocar  
daños a  
propiedad o  
personas (1)

Me preocupa que  
puedan ser  
utilizados  
intencionalmente  
para provocar  
daños a  
propiedad o  
personas (2)

Me preocupa que puedan ser utilizados de una manera que no respeta mi privacidad (3)

De ser posible, no permitiría que drones de reparto volaran alrededor de mi casa o vecindario (4)

Los drones de reparto harán el cielo menos placentero de observar (5)

Esta tecnología es tan buena o mejor que una persona llevando a cabo la misma tarea (6)

BLOQUE OPCIÓN MÚLTIPLE:

**Q35**

**Desde su perspectiva, ¿cuál de los siguientes 2 escenarios relacionados con drones toleraría más?**

**Opción 1**      Volar 20 metros sobre el suelo (altura promedio de un pino) y suena como una podadora eléctrica      =      Varias veces por hora      Entregar artículos médicos urgentes      Los drones no vuelan alrededor de mi casa o vecindario      (1)

**Opción 2**  
Volar 120 metros sobre el suelo (longitud de campo de fútbol) y un ligero sonido en zonas tranquilas  
= Pocas veces por día  
Entregar paquetes de compras personales en línea  
Los drones vuelan alrededor de mi casa o vecindario      (2)

**Q36 Desde su perspectiva, ¿cuál de los siguientes 2 escenarios relacionados con drones toleraría más?**

**Opción 1**

Volar 20 metros sobre el suelo (Altura promedio de un pino) y suena como una podadora eléctrica

= Pocas veces por día

Entregar artículos médicos urgentes

Los drones vuelan alrededor de mi casa o vecindario

(1)

**Opción 2**

Volar 120 metros sobre el suelo (longitud de campo de fútbol) y un ligero sonido en zonas tranquilas

= Varias veces por hora

Entregar paquetes de compras personales en línea

Los drones no vuelan alrededor de mi casa o vecindario

(2)

**Q37 Desde su perspectiva, ¿cuál de los siguientes 2 escenarios relacionados con drones toleraría más?**

**Opción 1**

Volar 20 metros sobre el suelo (Altura promedio de un pino) y suena como una podadora eléctrica

= Pocas veces por día

Entregar paquetes de compras personales en línea

Los drones no vuelan alrededor de mi casa o vecindario

(1)

**Opción 2**

Volar 120 metros sobre el suelo (longitud de campo de fútbol) y un ligero sonido en zonas tranquilas

= Varias veces por hora

Entregar artículos médicos urgentes

Los drones vuelan alrededor de mi casa o vecindario

(2)

**Q38 Desde su perspectiva, ¿cuál de los siguientes 2 escenarios relacionados con drones toleraría más?**

**Opción 1**

Volar 20 metros sobre el suelo (Altura promedio de un pino) y suena como una podadora eléctrica = Varias veces por hora Entregar paquetes de compras personales en línea Los drones vuelan alrededor de mi casa o vecindario (1)

**Opción 2**

Volar 120 metros sobre el suelo (longitud de campo de fútbol) y un ligero sonido en zonas tranquilas = Pocas veces por día Entregar artículos médicos urgentes Los drones no vuelan alrededor de mi casa o vecindario (2)

*PREGUNTA ABIERTA*

**Q39 ¡Muchas gracias por su participación! ¿Le gustaría aportar algo más sobre el reparto de mercancías en el Casco Antiguo?**

---

*FINAL DE LA ENCUESTA*