



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
(ICAI)

Máster en Ingeniería Industrial

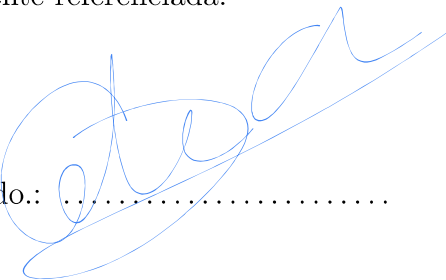
**PROPUESTA TÉCNICA DE UN SERVICIO DE
ALQUILER DE BICICLETAS EN ZARAGOZA
ATENDIENDO A UNA LICITACIÓN REAL
PUBLICADA POR EL AYTO. EL 22/09/2023**

Autor
Carlos Sánchez Mata

Dirigido por
Antonio Monteagudo Mezo

Madrid
Mayo 2025

Carlos Sánchez Mata, declara bajo su responsabilidad, que el Proyecto con título **Propuesta Técnica de un Servicio de Alquiler de Bicicletas en Zaragoza** atendiendo a ua **Licitación Real publicada por el AYTO. el 22/09/2023** presentado en la ETS de Ingeniería (ICAI) de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico 2024/25 es de su autoría, original e inédito y no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.:

Fecha: 02 / 06 / 2025

Autoriza la entrega:

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Antonio Monteagudo Mezo

**MONTEAGU
DO MEZO
ANTONIO -**

Firmado digitalmente
por MONTEAGUDO
MEZO ANTONIO -
47089401Y
Fecha: 2025.06.02
08:51:25. +02'00'

Fdo.: .47089401.Y.

Fecha: 02 / 06 / 2025



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
(ICAI)

Máster en Ingeniería Industrial

**PROPUESTA TÉCNICA DE UN SERVICIO DE
ALQUILER DE BICICLETAS EN ZARAGOZA
ATENDIENDO A UNA LICITACIÓN REAL
PUBLICADA POR EL AYTO. EL 22/09/2023**

Autor
Carlos Sánchez Mata

Dirigido por
Antonio Monteagudo Mezo

Madrid
Mayo 2025

Resumen

Este Trabajo Fin de Máster desarrolla una propuesta técnica para la implantación de un servicio de alquiler de bicicletas en la ciudad de Zaragoza, en el marco de una licitación pública publicada por el Ayuntamiento en septiembre de 2023. El objetivo principal del proyecto ha sido diseñar un sistema integral, viable y sostenible que permita cubrir las necesidades actuales de movilidad urbana y que, al mismo tiempo, esté alineado con las políticas europeas y locales en materia de sostenibilidad, digitalización e inclusión social.

A lo largo del documento se plantea una solución realista y detallada, abordando todas las áreas implicadas en la puesta en marcha de un servicio de estas características: selección de bicicletas y estaciones, planificación logística, mantenimiento, estructura de personal, costes, y una herramienta de gestión desarrollada específicamente para garantizar la operatividad diaria del sistema.

En primer lugar, se analiza el contexto actual de la movilidad urbana, con especial atención a la evolución del modelo de ciudad y la necesidad de medios de transporte más limpios, accesibles y adaptados a las nuevas regulaciones sobre zonas de bajas emisiones. A continuación, se realiza un estudio comparativo con otros sistemas similares implantados en España, como BiciMAD (Madrid) y Bicing (Barcelona), para identificar buenas prácticas, errores a evitar y elementos clave de éxito.

El cuerpo principal del trabajo se centra en el diseño técnico del servicio. Se definen las características de las bicicletas y estaciones, se propone un modelo de mantenimiento preventivo y correctivo basado en órdenes de trabajo diarias y se estructura un sistema de logística interna que permite tanto la redistribución de bicicletas como la recogida de unidades a revisar. A nivel organizativo, se propone una plantilla dividida por funciones y se especifican las cargas de trabajo estimadas.

Uno de los elementos más innovadores del proyecto es la creación de una he-

herramienta digital para la gestión del servicio. Esta plataforma permitiría tanto al gestor como a los operarios acceder en tiempo real a las órdenes de trabajo, reportar incidencias, consultar el estado de las bicicletas y estaciones, registrar operaciones y controlar el inventario. Para facilitar su implementación y reducir costes, se propone un primer MVP funcional sobre una hoja de cálculo de Google conectada a un front-end desarrollado en HTML, CSS y JavaScript.

En el ámbito económico, se realiza una estimación de costes iniciales y recurrentes a diez años vista, incorporando factores como el absentismo laboral, las subidas salariales, el IPC y el coste de los repuestos. Se calcula también el margen bruto del servicio y se realiza una simulación de la oferta económica que permitiría concurrir a la licitación con una propuesta competitiva y viable.

El proyecto se alinea de forma clara con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en lo relativo a la movilidad sostenible, la eficiencia energética, el trabajo digno y la innovación tecnológica. Además, se plantean medidas específicas para cumplir con criterios ESG (ambientales, sociales y de gobernanza), como la inclusión de perfiles laborales con dificultades de inserción o el uso de energías renovables en las estaciones.

En definitiva, se trata de una propuesta técnica completa que no solo responde a una licitación concreta, sino que ofrece un modelo escalable y replicable en otras ciudades con características similares. Su valor añadido reside en la integración de múltiples disciplinas (ingeniería, logística, economía, digitalización y sostenibilidad) en un único sistema coordinado, robusto y preparado para adaptarse a los desafíos urbanos de la próxima década.

Palabras clave: movilidad urbana, bicicletas compartidas, mantenimiento, logística, gestión operativa, sostenibilidad, licitación pública.

Abstract

This Master's Thesis presents a technical proposal for the implementation of a public bicycle-sharing service in the city of Zaragoza, developed in response to a public tender published by the City Council in September 2023. The main goal of the project is to design a comprehensive, feasible, and sustainable system that addresses the current needs of urban mobility, while also aligning with European and local policies on sustainability, digitization, and social inclusion.

The document outlines a realistic and detailed solution that covers all areas involved in the launch of such a service: selection of bicycles and docking stations, logistics planning, maintenance strategies, personnel structure, cost analysis, and the development of a digital management tool to ensure daily operability.

It begins with an analysis of the current context of urban mobility, focusing on the transformation of city models and the growing need for cleaner and more accessible means of transport in line with low-emission zone regulations. The study also includes a benchmarking review of similar services in other Spanish cities, such as BiciMAD (Madrid) and Bicing (Barcelona), in order to identify best practices and critical success factors.

The core of the thesis focuses on the technical design of the service. It defines the characteristics of the bicycles and stations, proposes a preventive and corrective maintenance model based on daily work orders, and sets up a logistics system for redistributing bicycles and collecting units that require maintenance. The human resources structure is also outlined, detailing the operational roles and estimated workloads.

One of the project's most innovative elements is the development of a digital platform to manage the service. This tool would allow both managers and operators to access and manage work orders in real time, report incidents, monitor the status of the fleet and stations, and track inventory. For the MVP phase, the system is

designed as a Google Sheets-based backend connected to a front-end built with HTML, CSS, and JavaScript.

The economic viability of the system is also evaluated, with a ten-year forecast of both initial and recurring costs. The analysis includes assumptions such as labour absenteeism, wage increases, inflation, and spare parts needs. The gross margin is calculated and a simulated competitive offer is proposed for submission to the public tender.

The project is clearly aligned with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), particularly those related to sustainable mobility, energy efficiency, decent work, and innovation. In addition, specific ESG (Environmental, Social and Governance) measures are included, such as the inclusion of vulnerable employment groups and the use of renewable energy sources at docking stations.

In short, this is a comprehensive technical proposal that not only meets the requirements of a specific public tender, but also provides a replicable model for other cities. Its added value lies in the integration of multiple disciplines—engineering, logistics, economics, digitization, and sustainability—into a single, coordinated and robust system ready to meet the urban challenges of the coming decade.

Keywords: urban mobility, bicycle sharing, maintenance, logistics, operational management, sustainability, public tender.

A mi yo de 10 años.
A mi yo de 80 años.

Porque eso es lo que vivir significa.
Las seis pulgadas frente a tu cara.
TONY DÁMATO, EN ANY GIVEN SUNDAY (1999),
GUION DE JOHN LOGAN

Agradecimientos

Quiero agradecer, en primer lugar, a Antonio, mi director de TFM. Sin él, no habría sido posible realizar un trabajo como el que presento a continuación y, siendo sincero, jamás se me habría ocurrido que este sector pudiera resultar tan interesante. Le agradezco la confianza que ha depositado en mí, así como toda la ayuda y los aprendizajes que me ha brindado a lo largo del camino.

Gracias también a mi familia, mi mayor motivación durante estos años en ICAI. A mi padre y a mi madre, por sus enseñanzas, sus buenos refranes y esas recomendaciones sinceras que siempre han venido del corazón y me han ayudado a llegar hasta aquí. A mis abuelos, grandes fuentes de inspiración que siempre me han apoyado. Y a mis hermanos, que, aunque muy distintos entre sí, cada uno ha sabido guiarme en aspectos clave de la vida sin los cuales hoy sería una persona diferente.

Gracias a todas mis amistades, que han escuchado mis locas ideas, con cariño y paciencia a lo largo de estos años. Gracias también a Comillas, porque hoy me siento parte de una gran familia que, para mí, siempre será mi casa.

Gracias a Dios, por estar siempre presente, dándome fuerzas y recordándome que estamos aquí para sacar lo mejor de nosotros mismos.

Y, por último, gracias a mí. Por haber superado cada bache, por permitirme equivocarme, y por enseñarme lecciones cada día.

Índice general

1. Introducción	1
2. Estado de la cuestión	5
2.1. El ecosistema de la bicicleta compartida en España	5
2.2. Beneficios de la bicicleta compartida	6
2.3. Marco jurídico	8
2.4. Marco económico	9
2.5. Ciudad del Zaragoza	9
2.6. Bicicletas compartidas: Casos reales	10
2.6.1. Caso BiciMAD (Madrid)	10
2.6.2. Caso BICING (Barcelona)	15
2.6.3. Otros casos	22
2.7. Fondos « <i>NextGenerationEU</i> »	22
3. Definición del Trabajo	25
3.1. Justificación	25
3.2. Justificación del contrato	26
3.2.1. Antecedentes	26
3.2.2. Situación actual	27
3.2.3. Demanda futura	28

3.2.4. Infraestructura necesaria	29
3.3. Objetivos técnicos	33
3.4. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	34
3.5. Objetivos ESG	35
3.5.1. Objetivos medioambientales	35
3.5.2. Objetivos sociales	36
3.5.3. Objetivos Gubernamentales	36
4. Metodología	37
4.1. Necesidad	38
4.2. Análisis del problema	39
4.3. Planteamiento del problema	39
4.4. Diseño conceptual	40
4.5. Selección de alternativas	40
4.6. Materialización de diseños	42
4.7. Desarrollo de detalles	42
4.8. Planos, prototipos, etc.	43
5. Sistema desarrollado	45
5.1. Bicicletas	46
5.1.1. Necesidad	46
5.1.2. Análisis del problema	46
5.1.3. Planteamiento del problema	49
5.2. Estaciones	52
5.2.1. Necesidad	52
5.2.2. Análisis del problema	53
5.2.3. Planteamiento del problema	57

5.3.	Plan de mantenimiento	60
5.3.1.	Mantenimiento preventivo	61
5.3.2.	Mantenimiento conductivo	73
5.3.3.	Mantenimiento predictivo	76
5.3.4.	Mantenimiento correctivo	77
5.4.	Plan logístico	78
5.4.1.	Logística interna	78
5.4.2.	Logística adaptada al servicio	89
5.5.	Organigrama y planificación	91
5.5.1.	Normativa y aspectos importantes	91
5.5.2.	Dimensionamiento de personal	95
5.6.	Herramienta de gestión	100
5.6.1.	Características y funcionalidades	100
5.6.2.	Ejemplo de uso	102
5.6.3.	Programa Desarrollado	103
5.7.	Aplicación para usuarios	108
6.	Plan de implantación	111
6.1.	Actividades previas al servicio	111
6.1.1.	Adquisición y preparación de todas las bicicletas necesarias .	112
6.1.2.	Adquisición y montaje de estaciones	113
6.1.3.	Acondicionamiento de taller, almacén, oficinas, y adquisición de vehículos	113
6.1.4.	Contratación y búsqueda de personal	113
6.1.5.	Formación de empleados	114
6.1.6.	Adquisición de repuestos, pequeño material y fungibles . . .	114

6.1.7. Desarrollo definitivo de la herramienta de gestión y de la aplicación para usuarios	114
6.2. Diagrama de Gantt	115
7. Estudio de Costes	117
7.1. Estudio de costes	117
7.2. Análisis global y oferta	124
8. Conclusiones y trabajos futuros	131
8.1. Conclusiones	131
8.2. Trabajos futuros	132
 Appendix	 134
A. Planificación temporal del mantenimiento preventivo	135
B. Convenio aplicable Zaragoza	137
 Bibliografía	 141

Índice de figuras

1.1. Empresas movilidad compartida en España [Elaboración propia] . . .	2
2.1. Mapa disponibilidad de bicicletas BiciMAD [Web del servicio] . . .	14
2.2. Mapa disponibilidad de bicicletas Bicing [Web del servicio]	21
3.1. Pirámide población de Zaragoza en 2023 [Memoria justificativa de la licitación, Ayuntamiento de Zaragoza]	32
4.1. Proceso de diseño, según French (1985)	38
4.2. Matriz ascendente binaria [Elaboración propia]	40
4.3. Clasificación importancia parámetros técnicos [Elaboración propia] .	41
4.4. Valoración parámetros técnicos por alternativa [Elaboración propia]	41
4.5. Valoración alternativas por función de mérito [Elaboración propia] .	42
5.1. Matriz ascendente binaria para Bicicletas [Elaboración propia] . . .	50
5.2. Estructura funcional de una bicicleta [Elaboración propia]	52
5.3. Subsistemas internos de una bicicleta [Elaboración propia]	52
5.4. Estación BiciMad en Nuevos Ministerios [Elaboración propia]	55
5.5. Estación Bicing en Las Ramblas [Elaboración propia]	56
5.6. Matriz ascendente binaria para Estaciones [Elaboración propia] . . .	57
5.7. Estructura funcional de una estación [Elaboración propia]	59
5.8. Subsistemas internos de una estación [Elaboración propia]	59

5.9. Gama tipo para el mantenimiento preventivo [Elaboración propia]	62
5.10. Esquema de las partes de la bicicleta [Elaboración propia]	63
5.11. Esquema frenos Shimano [Manual de instrucciones Shimano]	64
5.12. Esquema transmisión bicicleta PBSC [Elaboración propia]	66
5.13. Esquema ruedas bicicleta PBSC [Elaboración propia]	67
5.14. Gama mantenimiento de bicicletas [Elaboración propia]	69
5.15. Estación PBSC para movilidad compartida [Web PBSC]	70
5.16. Gama mantenimiento de estaciones [Elaboración propia]	71
5.17. Flujograma mantenimiento preventivo [Elaboración propia]	72
5.18. Flujograma mantenimiento conductivo [Elaboración propia]	74
5.19. Checklist mantenimiento conductivo [Elaboración propia]	75
5.20. Flujograma mantenimiento correctivo [Elaboración propia]	77
5.21. Bicicletas en mantenimiento según periodos de tiempo [Elaboración propia]	80
5.22. Ruta 1 - Mantenimiento [Elaboración propia]	82
5.23. Ruta 2 - Mantenimiento [Elaboración propia]	82
5.24. Ruta 3 - Mantenimiento [Elaboración propia]	83
5.25. Ruta 4 - Mantenimiento [Elaboración propia]	83
5.26. Ruta 5 - Mantenimiento [Elaboración propia]	84
5.27. Rutas - Mantenimiento [Elaboración propia]	84
5.28. Stock para mantenimiento preventivo [Elaboración propia]	85
5.29. Stock para mantenimiento correctivo [Elaboración propia]	86
5.30. Soporte de suelo para 5 bicicletas	87
5.31. Almacén para 70 bicicletas [Elaboración propia]	88
5.32. Puesto de taller individual [Elaboración propia]	89
5.33. Cuadrante personal de Mantenimiento - Año 1 [Elaboración propia]	96

5.34. Cuadrante personal de Mantenimiento - Año 2 en adelante [Elaboración propia]	97
5.35. Cuadrante personal de Mantenimiento - Año 2 en adelante - Jornada Reducida [Elaboración propia]	98
5.36. Organigrama del personal adscrito al servicio [Elaboración propia]	99
5.37. Herramienta de gestión - Menú general [Elaboración propia]	103
5.38. Herramienta de gestión - Panel de gestor [Elaboración propia]	103
5.39. Herramienta de gestión - Gestor, panel general [Elaboración propia]	104
5.40. Herramienta de gestión - Gestor, panel de tareas [Elaboración propia]	104
5.41. Herramienta de gestión - Gestor, panel de inventario [Elaboración propia]	105
5.42. Herramienta de gestión - Gestor, panel de informes [Elaboración propia]	105
5.43. Herramienta de gestión - Gestor, panel de logística [Elaboración propia]	106
5.44. Herramienta de gestión - Operario, panel general [Elaboración propia]	106
5.45. Herramienta de gestión - Operario, panel de OT [Elaboración propia]	107
5.46. Herramienta de gestión - Operario, panel de Historial [Elaboración propia]	107
5.47. Herramienta de gestión - Operario, panel de Reporte de incidencias [Elaboración propia]	108
6.1. Diagrama de Gantt para la implantación del servicio [Elaboración propia]	115
7.1. Análisis de costes: Propiedades [Elaboración propia]	118
7.2. Análisis de costes: Repuestos [Elaboración propia]	119
7.3. Análisis de costes: Logística [Elaboración propia]	120
7.4. Análisis de costes: Comunicaciones [Elaboración propia]	120
7.5. Análisis de costes: Subcontrataciones [Elaboración propia]	120

7.6. Análisis de costes: Bicicletas [Elaboración propia]	121
7.7. Análisis de costes: Estaciones [Elaboración propia]	121
7.8. Análisis de costes: Formaciones [Elaboración propia]	121
7.9. Análisis de costes: Personal de gestión [Elaboración propia]	122
7.10. Análisis de costes: Operarios - año 1 [Elaboración propia]	122
7.11. Análisis de costes: Operarios - año 2 [Elaboración propia]	123
B.1. Tabla salarial 1 [Convenio colectivo del sector de Industria, Tecnología y Servicios del Sector del Metal de Zaragoza]	138
B.2. Tabla salarial 2 [Convenio colectivo del sector de Industria, Tecnología y Servicios del Sector del Metal de Zaragoza]	139

Índice de cuadros

2.1. Datos sobre bicicletas, estaciones y distritos por año, BiciMAD. [4]	12
2.2. Datos estadísticos de BiciMAD. [Web del servicio]	13
2.3. Número de bicicletas por tipo y estaciones Bicing [1]	16
2.4. Número de usuarios Bicing por año [1]	17
2.5. Tarifas Bicing [Web del servicio]	18
2.6. Tarifas Bicing + AMBici [Web del servicio]	18
2.7. Número de usos por tipo de bicicleta y año Bicing [1]	19
2.8. Usos de bicicletas por tipo Bicing [1]	20
2.9. Estadísticas de uso de bicicletas Bicing [Web del servicio]	20
3.1. Número de abonados del sistema antiguo [Memoria justificativa de la licitación, Ayuntamiento de Zaragoza]	28
3.2. Número de abonados para el sistema antiguo por distritos [Memoria justificativa de la licitación, Ayuntamiento de Zaragoza]	29
3.3. Sistema antiguo de bicicletas compartidas [Memoria justificativa de la licitación, Ayuntamiento de Zaragoza]	30
3.4. Cálculo de estaciones para el nuevo sistema [Memoria justificativa de la licitación, Ayuntamiento de Zaragoza]	31
3.5. Características del nuevo sistema de bicicletas compartida [Memoria justificativa de la licitación, Ayuntamiento de Zaragoza]	33
5.1. Estadísticas de uso de bicicletas Bicing y BiciMAD [Web del servicio]	63

5.2. Tiempos de mantenimiento preventivo [Elaboración propia]	72
7.1. Cálculo estimado del coste del absentismo para operarios año 1. [Elaboración propia]	123
7.2. Cálculo estimado del coste del absentismo para operarios año 2+. [Elaboración propia]	124
7.3. Coste total previsto por concepto de guardias. [Elaboración propia]	124
7.4. Desglose de Costes Iniciales y Recurrentes del proyecto. [Elaboración propia]	125
7.5. Evolución de los Costes Operativos (2025–2034). [Elaboración propia]	126
7.6. Evolución de Costes Operativos (Eur) por Año (2025–2034). [Ela- boración propia]	126
7.7. Costes totales acumulados en el horizonte temporal del proyecto. [Elaboración propia]	127
7.8. Resumen de Ingresos para Costes Iniciales y Recurrentes [Elabora- ción propia]	127
7.9. Ingresos y Costes Directos (Eur) por Año (2025–2034). [Elaboración propia]	128
7.10. Costes Totales y Margen Bruto (Eur y %) por Año (2025–2034). [Elaboración propia]	128
7.11. Resumen de la oferta económica frente al presupuesto de licitación. [Elaboración propia]	129

Capítulo 1

Introducción

El aumento en el precio de los vehículos en los últimos años, debido a la crisis de microchips sufrida a inicios de la década de 2020, y agravada por el aumento de los tipos impositivos hacia los coches de combustión, así como el precio prohibitivo de los coches eléctricos e híbridos para gran parte de la población, han provocado que el ciudadano dependa, cada vez más, de nuevos modelos de negocio basados en la movilidad urbana.

La movilidad compartida ha ganado popularidad en los últimos años. Dentro y fuera de las ciudades han aparecido diversas opciones que permiten a los distintos usuarios utilizar un medio de transporte que no poseen, si no que alquilan durante un breve periodo de tiempo para realizar trayectos cortos.

Dentro de estos modelos de movilidad compartida, se encuentran diversas opciones, tales como:

- Coche compartido, o «*carsharing*», consistiendo este en alquiler de un coche durante un cierto periodo de tiempo, comúnmente, inferior a un día, y con una tarificación medida en €/minuto, o en €/horas. Aunque lo más común es que el servicio se preste de manera urbana (“Zity”, “Car2Go”, “Volvio”, etc.), existen opciones de movilidad extraurbana, como, por ejemplo, “Vive”.
- Moto compartida, o «*motosharing*», alquiler de moto con las mismas bases y modos de tarificación que el «*carsharing*».
- Vehículos de Movilidad Personal (VMP) compartidos, definiéndose, según la Resolución del 12 de enero de 2022 de la Dirección General de Tráfico, por la que se aprueba el Manual de características de los vehículos de movilidad personal, VMP como “Vehículo de uno o más ruedas dotado de una única

plaza y propulsado exclusivamente por motores eléctricos que pueden proporcionar al vehículo una velocidad máxima por diseño comprendida entre 6 y 25 km/h”. El alquiler de estos vehículos consiste, casi exclusivamente, en el alquiler de patinetes eléctricos dentro de las ciudades.

- Bicicleta compartida, o «*bikesharing*», siendo este el protagonista del presente proyecto, y consistiendo en el alquiler por minutos o horas de bicicletas. Estas podrán ser eléctricas o mecánicas, y el servicio podrá ser ofrecido por una entidad pública o privada.

A continuación, se presenta en la Figura 1.1 un esquema de las empresas más importantes que ofrecen el servicio, para cada tipo de movilidad.



Figura 1.1: Empresas movilidad compartida en España [Elaboración propia]

Así, estas opciones de movilidad compartida no se configuran tan solo como una alternativa más económica al vehículo en propiedad, si no a una nueva manera economizar el espacio de las ciudades, cada vez más pobladas, y de reducir la contaminación proveniente del transporte.

Según el artículo “E-scooter scenarios: evaluating the potential mobility benefits of shared dockless scooters in Chicago”, los patinetes eléctricos son una alternativa competitiva al coche siempre y cuando el trayecto sea de una distancia inferior a

2 millas, es decir, 3,22 km, lo que reduce enormemente el espacio necesario para desplazarse dichas distancias, disminuyendo el tráfico y evitando la contaminación de un vehículo tradicional. [8]

Sin embargo, la introducción de una flota de patinetes eléctricos en modalidad de alquiler compartido aumentaría, en una ciudad como París, la emisión en gases de efecto invernadero en 12.000 toneladas anuales. Esto es debido a que la red de transporte público de la ciudad utiliza en exclusiva combustibles provenientes de fuentes renovables, mientras que los patinetes no. [2]

A su vez, según el artículo *Reductions in carbon dioxide emissions from an intervention to promote cycling and walking: A case study from New Zealand*", utilizar la bicicleta eléctrica como medio de desplazamiento en Nueva Zelanda puede aumentar en un 30 % el índice de ciclismo, reduciendo en un 1,6 % el índice de emisiones por kilómetro recorrido, y en un 1 % las emisiones de CO₂, lo que equivaldría a las emisiones anuales de 1.300 coches. [7]

Con ello, cabe destacar que, como todo modelo de movilidad, este podrá tener sus pros y sus contras según el uso que se le dé a esta nueva forma de desplazarse en ámbitos urbanos y extraurbanos.

Capítulo 2

Estado de la cuestión

En el presente apartado, se analizará el estado del ecosistema de la bicicleta compartida a nivel nacional, haciendo hincapié en los sistemas de alquiler de bicicleta compartida más importantes, BiciMAD (Madrid) y Bicing (Barcelona). Además, se analizará la ciudad objetivo, Zaragoza, teniendo en cuenta datos demográficos, orográficos, etc. Por último, se estudiará la principal razón gracias a la cual se financia este proyecto, la creación de los fondos Next-Generation de la Unión Europea.

2.1. El ecosistema de la bicicleta compartida en España

La pandemia ha provocado que el ciudadano español valore más el tiempo que se disfruta al aire libre, así como otras formas de movilidad alternativas al uso del coche o de la moto. Es por ello que, tras la crisis del coronavirus, la venta de bicicletas creció un 29,6 % en 2022 con respecto a 2018. Sin embargo, aun el 41 % de la población española no dispone de bicicleta en propiedad, si bien es cierto que un 8 % de la población, aunque no sea propietaria de una bicicleta, sí utiliza la bicicleta compartida. [5]

Con relación al uso de la bicicleta compartida, uno de cada tres españoles ha utilizado la bicicleta compartida, tanto en su ciudad de residencia (80 %), como en otras ciudades españolas (25 %) y en el extranjero (8 %). [5]

El primer sistema de bicicleta compartida en España se creó en el año 2003 en la ciudad de Córdoba, llamado CycloCity. Una vez establecido el bikesharing

cordobés, son varios los nuevos sistemas que fueron surgiendo, entre ellos: Gijón (2004), Barcelona (2007), Sevilla (2007), Badajoz (2008), o Santander (2008). Estos primeros sistemas estaban compuestos de bicicletas en su mayoría mecánicas, es decir, sin ningún tipo de asistencia eléctrica, en un contexto histórico en el que no existían aplicaciones móviles. Así, estos primeros sistemas gozaron de escaso éxito.

Ahora, los servicios de alquiler de bicicleta compartida se han modernizado y han incluido bicicletas con sistema de asistencia eléctrica al pedaleo, reservas en sus respectivas aplicaciones, y sistemas más eficientes de logística y mantenimiento. Estas bicicletas precisan de una batería que debe ser cargada entre descarga y descarga. Es por ello que las bicicletas de estos servicios se estacionan en paradas establecidas, donde al aparcar la bicicleta se conecta a la red y comienza la recarga para el próximo uso. Además, esta asistencia al pedaleo ha ayudado a que el bikesharing se consolide en determinadas localidades con orografías desfavorables.

Cabe destacar del mismo modo que el incremento de uso de estos servicios ha propiciado un aumento de la extensión en los que operan. A modo de ejemplo, en Madrid, tiene un alcance de 21 distritos, tanto fuera como dentro de la M-30, y en Barcelona existe un sistema entre municipios, denominado AMBici. Esta nueva realidad hace que la gestión logística y de organización se transforme en un complejo problema que debe ser solventado aplicando recursos ingenieriles.

En cuanto a la tarificación de los servicios, esta ha sufrido también diversas transformaciones a lo largo de los años. Con ello, han existido tarifas fijas mensuales, anuales, por minutos, por hora, diarias, etc., y aun en la actualidad cada ayuntamiento establece un sistema distinto. Cabe destacar además la existencia, aunque cada vez menos extensa, de la oferta de este servicio directamente a través de empresas privadas, tales como Lime o Dott.

2.2. Beneficios de la bicicleta compartida

Los sistemas de bicicleta compartida en escasas ocasiones son rentables para los ayuntamientos de los municipios, y su aplicación responde a razones legislativas y para facilitar la vida al ciudadano. Según la Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental del Ayuntamiento de Madrid, las principales razones por las cuales este servicio es imprescindible en la vida de los ciudadanos son: [4]

- **Autonomía:** permite total libertad, al poder combinar entre distintos medios de transporte público para llegar al destino.

- **Flexibilidad:** evita adaptarse a las rutas fijas propuestas por el transporte público.
- **Complementariedad:** en caso de ser necesario, permite combinar esta opción con el uso del transporte privado o público general.
- **Fiabilidad:** la duración del tiempo de viaje será más predecible, pues se evitan atascos e incidencias.
- **Eficiencia en el tráfico:** a su vez, ayuda a reducir el tráfico en las calles.
- **Economía:** es asequible para el usuario.
- **Accesibilidad:** cualquier persona con un estado de salud normal puede utilizar el servicio.
- **Beneficios para la salud:** al fin y al cabo, es un deporte y medio de transporte al mismo tiempo.

El uso de la bicicleta compartida es también beneficioso para los propios ayuntamientos, debido, principalmente, a las siguientes razones:

- **Mejora de la calidad del aire:** ayuda a mejorar la calidad del aire, pues reduce los niveles de óxidos de nitrógeno y material particulado en el aire.
- **Reducción del efecto invernadero:** al reducir las emisiones de dióxido de carbono, rebaja el efecto invernadero.
- **Reducción de la contaminación acústica.**

Además, según el estudio publicado por Fifteen, entre otros beneficios, la bicicleta compartida aporta: [5]

- Una ciudad menos contaminada.
- No tener preocupación por robo de la bicicleta personal.
- Mayor facilidad de desplazamiento por zonas congestionadas.
- Mayor tranquilidad en la ciudad.
- Una mejor imagen.

2.3. Marco jurídico

En el presente apartado se definirá de manera concisa el marco jurídico que rodea esta modalidad de servicio, tanto para llevar a cabo la operación del mismo, como su gestión.

La legislación actual a nivel nacional respalda la creación de este tipo de servicios en las ciudades con población superior a los 50.000 habitantes. Así, de acuerdo con la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio climático y transición energética, en el artículo 14.3 se dispone:

Los municipios de más de 50.000 habitantes y los territorios insulares adoptarán antes de 2023 planes de movilidad urbana sostenible que introduzcan medidas de mitigación que permitan reducir las emisiones derivadas de la movilidad incluyendo, al menos:

1. El establecimiento de zonas de bajas emisiones antes de 2023.
2. Medidas para facilitar los desplazamientos a pie, en bicicleta u otros medios de transporte activo, asociándolos con hábitos de vida saludables, así como corredores verdes intraurbanos que conecten los espacios verdes con las grandes áreas periurbanas.

Gracias a esta ley, los ayuntamientos están trabajando en mejorar sus opciones de alquiler de bicicleta compartida. Desde que se inauguró el primer sistema de bicicleta compartida en el año 2003 en Córdoba, se han contemplado, siguiendo el artículo 85 de la Ley Reguladora de las Bases de Régimen Local, dos formas diferentes de gestión de los servicios, la gestión directa e indirecta.

La gestión directa se ofrece a su vez cuatro en modalidades:

- Gestión por la propia entidad local.
- Organismo Autónomo Local.
- Entidad pública empresarial local.
- Sociedad mercantil local con capital 100 % municipal.

Mientras, la gestión indirecta, desde la publicación de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, no diferencia entre modalidades y consiste directamente en la concesión del servicio a una empresa externa y ajena a capital municipal.

2.4. Marco económico

Al no estar el presente proyecto enfocado a la parte más económica del alquiler de bicicletas compartidas, se realizará a continuación un breve análisis a un estudio publicado por IESE, en el cual se analiza la rentabilidad de las bicicletas compartidas.

Dicho estudio no solo busca conocer si las bicicletas son rentables económicamente, si no si a la vez lo son socialmente. Entonces, las conclusiones principales del estudio es que el impacto económico por si solo, el que se encuentra en una cuenta de pérdidas y ganancias, o analizando los flujos de caja, la bicicleta compartida no resulta rentable, el retorno oscila entre 0,79 y 1,14 euros por cada euro de inversión. [6]

Sin embargo, el enfoque de dicho estudio profundiza en los aspectos sociales que pueden ser de importancia a nivel municipal, y en los que estos sistemas de bicicleta compartida sí pueden aportar. Entonces, teniendo en cuenta otros ítems como la creación de puestos de trabajo, los efectos en los sectores locales, el impacto en la salud del ciudadano, o la reducción del tráfico, el retorno queda entre los 1,37 y 1,72 euros por cada euro invertido. [6]

2.5. Ciudad del Zaragoza

Al ser Zaragoza la ciudad en la que se establecerá el presente proyecto, se van a analizar las características fundamentales de la ciudad que atañen al servicio de bicicleta compartida propuesto.

Zaragoza es una ciudad española sita en la Comunidad Autónoma de Aragón, consolidándose, con una población de 716.050 habitantes, como la quinta ciudad más poblada del país. Entre las características que hacen de Zaragoza una ciudad propicia para montar en bicicleta se encuentra la llana orografía que la caracteriza. El hecho de encontrarse ubicada a orillas del río Ebro provoca que no existan grandes desniveles en sus proximidades.

En oposición, el clima es uno de los principales contras de los que posee la ciudad, con inviernos duros y fríos, y veranos calurosos que no propician el uso de la bicicleta como medio de transporte. A favor de este medio de transporte se encuentra la facilidad de desplazamiento, así como la brevedad de los trayectos, pudiendo llegar a compensar las inclemencias meteorológicas. Además, la escasez de lluvias colabora en contrarrestar los contras.

En cuanto al transporte público zaragozano, este se basa, básicamente, en el autobús urbano, el taxi, y el servicio de bicicleta compartida. Además, cada vez son más los sistemas de movilidad en alquiler por minuto. A modo de ejemplo, el día 4 de junio de 2024, se inauguró el servicio de alquiler de cuadríciclos ligeros eléctricos Minits, tras haber adquirido experiencia operando, durante cuatro años, en la ciudad de Badajoz.

El caso del «*bikesharing*» de Zaragoza es distinto al que se describirá para Madrid y Barcelona. En este caso, su servicio de alquiler de bicicleta compartida se lanzó en el año 2008, con bicicletas mecánicas y a través de la empresa norteamericana «Clear Channel». Sin embargo, aunque en el principio el servicio triunfó y logró elevadas cifras de usuarios y un número notable de viajes, con el paso de los años el servicio entró en decadencia quedándose en el olvido por parte de los ciudadanos.

Por esta razón, gracias a la ayuda de los fondos «*NextGeneration*» de la Unión Europea, desde el Ayuntamiento se decidió renovar por completo el servicio, comenzando desde cero. Ahora, se busca lograr el protagonismo que obtuvo Bizi en sus primeros años, con un crecimiento anual estable. Para ello, se solicitan entre otros bicicletas eléctricas, y planes efectivos y eficientes de mantenimiento, como ya se comprobará en el análisis del pliego.

2.6. Bicicletas compartidas: Casos reales

Para poner en contexto el análisis realizado, se analizarán a continuación los sistemas de alquiler de bicicleta compartida de distintas ciudades de España. Se estudiarán los casos "BiciMAD"(Madrid) y "Bicing"(Barcelona).

2.6.1. Caso BiciMAD (Madrid)

El servicio de alquiler de bicicleta compartida en Madrid lleva en activo desde el año 2013, entonces, se firmó un contrato a doce años con la empresa "BONOPARK, S.L." para la concesión del mismo. Sin embargo, el elevado índice de vandalismo, y la negativa rentabilidad del servicio, provocaron el desistimiento del contrato por parte de la empresa concesionaria. Así, en el año 2016, el contrato fue subrogado por la empresa EMT. [4]

En el año 2022, se propuso el desistimiento del contrato antiguo y el servicio comenzó a gestionarse de manera directa por parte del Ayuntamiento de Madrid,

de nuevo, a través de la EMT (Empresa Municipal de Transportes de Madrid S.A.) debido a las siguientes razones, según el Estudio de gestión directa del servicio de alquiler de bicicletas a través de la EMT: [4]

1. La forma de gestión directa se consideró más sostenible y eficiente que la indirecta. Realizarlo a través de la EMT conllevaría mayores sinergias entre servicios de transporte público.
2. El ejercicio de la actividad a través de la EMT cumpliría la garantía de estabilidad presupuestaria, al estar respaldada por una empresa mayor y diversificada. Es oportuna la intervención pública, al tratarse de un servicio con aspectos sociales, jurídicos, técnicos y financieros, que atañen a la municipalidad de Madrid.

Además, este cambio se debía también a razones operativas, como las que se enumeran a continuación: [4]

1. Siguiendo las cláusulas del contrato firmado con la empresa concesionaria, el servicio había llegado a su extensión máxima, no pudiendo ampliarse a otras zonas de la ciudad.
2. El contrato finalizaba en 2025, año próximo a 2022. Otros ayuntamientos ya habían comenzado a gestionar de manera directa sus servicios de alquiler de bicicleta.
3. La nueva fórmula aporta flexibilidad y capacidad de adaptación necesarias, al ser las decisiones directamente tomadas desde la gestión pública del servicio.

El servicio de bicicleta compartida en la ciudad Madrid comenzó en el año 2013 a través de una concesión del mismo a la empresa BONOPARK S.L., con una duración de 12 años. El servicio se inauguró en el año 2014 con 1.560 bicicletas repartidas en 120 estaciones, operando los 365 días del año 24 horas. En el año 2015 fue necesaria una ampliación del sistema al Corredor del Eje de la Castellana y Eje Sur, llegando a contar con 2.028 bicicletas repartidas en un total de 165 estaciones. En el año 2017, se solucionaron los problemas referentes al vandalismo dificultando el hurto de las bicicletas, se disminuyó le número de incidencias en un 36 % y se batieron récords de uso (12.400 viajes diarios). Desde junio de 2019 hasta diciembre de 2020 se llevó a cabo la mayor ampliación del servicio, dotando de bicicletas y estaciones siete nuevos distritos:

- Puente de Vallecas.

- Ciudad Lineal.
- Usera.
- Moratalaz.
- Carabanchel.
- Fuencarral-El Pardo.
- Latina.

Gracias a dicha ampliación, a 31 de diciembre de 2020, el servicio contaba con 2.964 bicicletas repartidas en 258 estaciones, repartidas en 14 distritos de la ciudad, alcanzado un nuevo récord de 17.000 viajes diarios. A continuación, en la Tabla 2.1, se presenta el número de bicicletas por año de operación.

Año	Nº Bicicletas	Nº Estaciones	Nº Distritos
2014	1.560	120	6
2015	2.028	165	6
2016	2.028	165	6
2017	2.028	165	6
2018	2.028	165	6
2019	2.489	207	13
2020	2.964	207	14
2021	2.964	258	14
2022	2.964	258	14
2023	7.500	611	21
2024	7.500	611	21

Cuadro 2.1: Datos sobre bicicletas, estaciones y distritos por año, BiciMAD. [4]

A día de hoy, BiciMAD cuenta con 7.500 bicicletas repartidas en 611 estaciones con un alcance de 21 distritos. Estos datos se alcanzaron gracias a la ampliación realizada en el año 2023 financiada principalmente por los fondos «*NextGeneration*» de la Unión Europea. Sin embargo, esta ampliación trajo diversas dificultades consigo, entre ellas, la necesidad de complementar bicicletas antiguas y bicicletas modernas en las mismas estaciones, no siendo totalmente efectivo e incrementando el robo y el vandalismo.

Es por ello que se sustituyeron todas las bicicletas antiguas por bicicletas modernas, contando estas con ruedas antipinchazos, luz de freno, velocímetro, entre

otros. Las estadísticas principales del servicio, gracias a la reciente renovación, se presentan en la Tabla 2.2.

Estadística	Cifras
Número de usuarios BiciMAD	130.082
Número de usos mensuales BiciMAD	383.615
Número de usos acumulados año 2024	4.972.235
Tiempo medio de viaje con bicicleta (min)	18
Número de bicicletas	7.500
Media de usos por bicicleta y día	3,3
Distancia media recorrida (m)	3.082
Número de estaciones	611

Cuadro 2.2: Datos estadísticos de BiciMAD. [Web del servicio]

Cabe destacar que el servicio no solo ha funcionado con bicicletas ancladas en estaciones. En el año 2020 se presenta BiciMAD Go, ofreciendo la opción al usuario de aparcar la bicicleta en la calle. Sin embargo, aumentó el número de incidencias y robos (alcanzando 260 hurtos diarios), crecieron las quejas de los operarios de mantenimiento, y el precio resultó ser prohibitivo para el usuario. Entonces, el servicio se suspendió por no resultar como debería.

A continuación, se presenta un análisis simplificado sobre el funcionamiento del sistema para el usuario:

1. Creación de un nuevo usuario en la aplicación y selección de la tarifa. Existen dos tipologías:
 - a. Abono anual. En este caso, siendo titular del abono transporte del Consorcio Regional de Transportes de la Comunidad de Madrid, el precio es de 15€. En otro caso, de 25€. En cuanto al uso de las bicicletas, los primeros treinta minutos presentan una tarifa de 0,50€, mientras que el resto de las fracciones de treinta minutos de 0,60€.
 - b. Uso ocasional. La primera hora de uso tiene un precio de 2€. El resto de las horas de 4 €.

Además, existen reducciones de precios. En caso de recoger la bicicleta en una estación con ocupación superior al 70 %, o de estacionarla en una estación

con una ocupación inferior al 30 %, se aplicará una reducción en la tarifa de 0,10€.

2. Reserva del vehículo. Se realiza escaneando el QR de la bicicleta en la aplicación.
3. Finalización del viaje. Se realiza automáticamente al anclar la bicicleta en la estación.

Para facilitar el uso de la aplicación y conocer la ocupación de las estaciones, se presenta un mapa con el siguiente código de colores:

- **Verde:** estación con baja ocupación: inferior al 30 %.
- **Amarillo:** estación con ocupación entre el 30 % y el 70 %.
- **Rojo:** estación con elevada ocupación: superior al 70 %.
- **Gris:** estación que no se encuentra en funcionamiento.

En la Figura 2.1 se presenta dicho mapa.

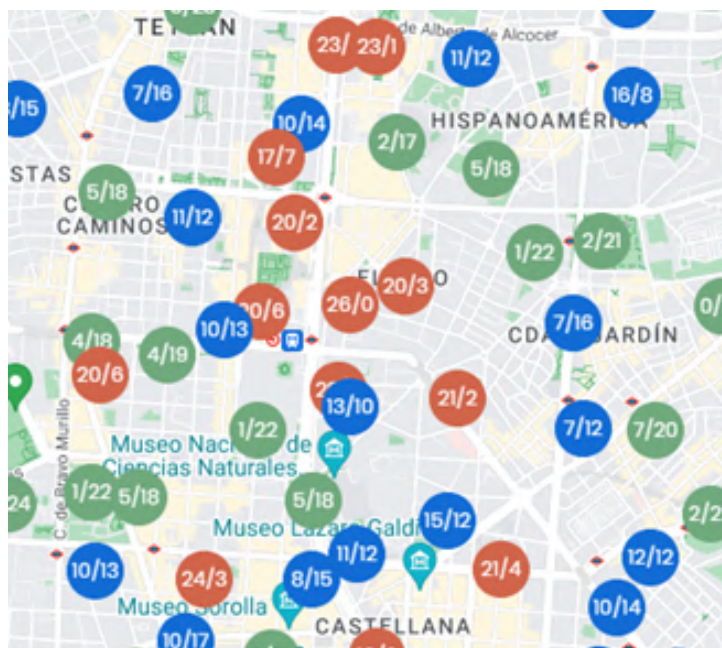


Figura 2.1: Mapa disponibilidad de bicicletas BiciMAD [Web del servicio]

2.6.2. Caso BICING (Barcelona)

El caso de la Ciudad Condal comienza en el año 2007, buscando una nueva forma de movilidad moderna y sostenible que satisfaga las necesidades de los residentes y visitantes del centro de la ciudad. La gestión de este sistema se ha realizado desde sus inicios a través de empresas adjudicatarias. Estas cobran un canon fijo al Ayuntamiento de Barcelona por proveer de las bicicletas, y realizar los mantenimientos preventivos y correctivos del servicio en su totalidad. Por lo tanto, las empresas adjudicatarias no corren riesgos dependiendo de la demanda del sistema, pues las ganancias (y pérdidas) son a cargo del propio ayuntamiento.

Así, se encuentran tres agentes fundamentales de los que depende el contrato:

- **El Ayuntamiento de Barcelona**, el órgano contratante.
- **Serveis Municipals de Barcelona (B:SM)**, empresa encargada de gestionar el contrato y asegurar su completo cumplimiento. Entre sus tareas se encuentra garantizar la calidad del servicio, una administración eficaz y una correcta atención al usuario.
- **La empresa adjudicataria**, proveedora del servicio.

La primera empresa adjudicataria del contrato de operación del servicio fue la norteamericana Clear Channel, desde 2008 hasta 2019. En el año 2019, la UTE entre las empresas CESPÀ y PBSC, denominada Pedalem Barcelona, fue la ganadora de la licitación y se firmó un nuevo contrato a 10 años. Así, aquí reside la principal diferencia con BiciMAD, este sistema de bicicleta compartida no se gestiona directamente a través del ayuntamiento, sino que existe una empresa adjudicataria a través de la cual se gestiona el ámbito operativo del servicio. El caso que ocupa este estudio, de la licitación publicada por el Ayuntamiento de Zaragoza, es semejante al de Bicing.

Con ello, Bicing surgió en el año 2007 con 3.000 bicicletas mecánicas distribuidas en 194 estaciones. Al año siguiente, el número de bicicletas aumentó a 6.000, distribuidas en 390 estaciones. A continuación, en la Tabla 2.3 se presenta la evolución del sistema durante la vida del mismo.

Año	Bicicletas mecánicas	Eléctricas	Estaciones
2007	3.000	-	194
2008	6.000	-	390
2009	6.000	-	419
2010	6.000	-	420
2011	6.000	-	420
2012	6.000	-	420
2013	6.000	-	420
2014	6.000	-	420
2015	5.700	300	466
2016	5.700	300	420
2017	5.700	300	420
2018	5.700	300	419
2019	5.150	850	422
2020	5.076	1.924	519
2021	4.521	2.479	519
2022	4.000	3.000	519
2023	3.108	4.000	519
2024	3.108	4.000	519

Cuadro 2.3: Número de bicicletas por tipo y estaciones Bicing [1]

Como este estudio es meramente analítico y tiene como objetivo poner en contexto el ecosistema de la bicicleta compartida en España, no se realizarán comparaciones entre ciudades. Sin embargo, para estudios futuros, podría ser interesante para incrementar la eficiencia y conocer de una manera más profunda el éxito que pudiera tener el sistema de bicicleta compartida según la población, orografía, clima, etc. de la ciudad en concreto.

En cuanto al número de usuarios, este ha variado de manera notable a lo largo de los años. Cabe destacar el pico de usuarios que ha tenido durante sus primeros años. Así, en el año 2007 obtuvo un total de 102.146 usuarios, aumentando esta cifra hasta los 181.862 en solo un año, encontrándose su máximo histórico en 2009, con 182.062 usuarios. A partir de ahí, el número ha fluctuado entre los 95.168 usuarios y los 132.785 usuarios. En la Tabla, 2.4 se resume el número de usuarios a lo largo de los años.[1]

Año	Número de usuarios
2007	102.146
2008	181.962
2009	182.062
2010	117.523
2011	121.819
2012	113.787
2013	98.786
2014	96.250
2015	95.168
2016	102.353
2017	106.856
2018	102.323
2019	111.911
2020	126.545
2021	130.038
2022	136.586
2023	147.708
2024	151.613

Cuadro 2.4: Número de usuarios Bicing por año [1]

Como se puede comprobar, desde 2018 el número de usuarios ha recuperado una senda de crecimiento, debido al cambio de gestor por Pedalem Barcelona.

En cuanto a la tarificación del servicio, cabe realizar una señalización. Paralelamente a Bicing, y con servicio en otros 15 municipios, existe AMBici. Entonces, dependiendo de si pretende utilizar Bicing y AMBici conjuntamente o no, el usuario encontrará tarifas diferenciadas, que se divide de la siguiente manera:

- **Abono municipal (Bicing)**, representado en la Tabla 2.5.

Tipo de Tarifa	Tipo de Bicicleta	Precio Anual (€/año)	Primeros 30 min (€)	Resto (30 min) (€)
Plana	Mecánica	50	Gratis	0,70
	Eléctrica	35	0,35	0,90
Por Uso	Mecánica	-	0,35	0,70
	Eléctrica	-	0,55	0,90
A partir de 2 horas: 5 €/hora				

Cuadro 2.5: Tarifas Bicing [Web del servicio]

- **Abono metropolitano (Bicing + AMBici)**, representado en la Tabla 2.6.

Tipo de Tarifa	Tipo de Bicicleta	Precio Anual (€/año)	Primeros 30 min (€)	Resto (30 min) (€)
Plana	Mecánica	65	Gratis	0,70
	Eléctrica	53	0,35	0,90
Por Uso	Mecánica	-	0,35	0,70
	Eléctrica	-	0,55	0,90
A partir de 2 horas: 5 €/hora				

Cuadro 2.6: Tarifas Bicing + AMBici [Web del servicio]

Como conclusión, se puede extraer que los años con mayor número de usuarios no resultan los años con mayor número de desplazamientos, y los últimos años de crecimiento en número de usuarios suponen un estancamiento en el número de usos. Así, el uso se presenta en la Tabla 2.7.

Año	Bicicleta Mecánica	Bicicleta Eléctrica
2007	10.361	-
2008	33.720	-
2009	29.505	-
2010	30.540	-
2011	39.561	-
2012	49.282	-
2013	43.633	-
2014	40.709	-
2015	34.258	147
2016	43.836	279
2017	36.371	300
2018	34.920	265
2019	30.782	5.398
2020	35.577	6.239
2021	40.371	7.080

Cuadro 2.7: Número de usos por tipo de bicicleta y año Bicing [1]

Así, y sirviendo de comparación con la ciudad de Madrid, el número de usos es muy superior teniendo en cuanto los montos anuales. Resultando las siguientes cifras, presentadas en la Tabla 2.8.

Año	Bicicleta Mecánica	Bicicleta Eléctrica	Usos Totales
2007	781.855	-	781.855
2008	12.307.828	-	12.307.828
2009	10.769.256	-	10.769.256
2010	11.147.000	-	11.147.000
2011	14.439.902	-	14.439.902
2012	16.168.610	-	16.168.610
2013	14.211.750	-	14.211.750
2014	13.341.900	53.475	13.395.375
2015	12.450.525	101.837	12.552.362
2016	14.152.829	109.674	14.262.503
2017	13.165.593	109.674	13.275.267
2018	12.652.661	96.725	12.749.386
2019	9.265.126	1.970.270	11.235.396
2020	10.708.296	2.277.158	12.985.454
2021	9.210.884	5.588.441	14.799.326
2022	7.074.878	9.218.918	16.293.797
2023	5.390.514	12.330.961	17.721.476
2024 (YTD)	2.026.005	6.901.027	8.927.033

Cuadro 2.8: Usos de bicicletas por tipo Bicing [1]

También se presentan las siguientes estadísticas en la Tabla 2.9.

Estadística	Bicicleta eléctrica	Bicicleta mecánica	Datos generales
Número de usuarios Bicing	-	-	148.177
Número de usos mensuales Bicing	-	-	1.207.410
Número de usos acumulados año 2024	2.026.005	6.901.027	-
Tiempo medio de viaje con bicicleta (min)	-	-	13,6
Número de bicicletas	4.000	3.108	-
Media de usos por bicicleta y día	-	-	5,5
Distancia media recorrida (m)	3.200	2.500	-
Número de estaciones	-	-	519

Cuadro 2.9: Estadísticas de uso de bicicletas Bicing [Web del servicio]

Así, el modo de funcionamiento de este sistema es, de nuevo, sencillo. Siguiendo las instrucciones publicadas en la propia página web del servicio, consiste en:

1. Creación de un nuevo usuario en la aplicación y selección de la tarifa.

- El mapa de visualización de estaciones y su disponibilidad tiene un código de colores más básico que el encontrado en el sistema de BiciMAD. En este caso, se resume en dos colores:

Gris: Indica estación no operativa.

[illegible]

Propuesta técnica de un servicio de alquiler de bicicletas en Zaragoza atendiendo a una licitación publicada por el Ayuntamiento
Carlos Sánchez Mata

2.6.3. Otros casos

Marsella

Parecido al caso de Zaragoza, Marsella es una ciudad que transformó por completo su sistema de bicicletas compartidas en aras de lograr una movilidad más limpia en la ciudad. Dicha transformación se materializó en diciembre de 2022. Antes de dicha fecha, el sistema se componía de 1.000 bicicletas mecánicas repartidas en 130 estaciones. Ahora, el sistema consta de 2.000 bicicletas eléctricas en 200 estaciones, logrando duplicar en solo seis meses el número de usuarios al sistema. [5]

Auxerre

De nuevo en Francia, Auxerre es una ciudad que se caracteriza por no ofrecer solamente la opción de alquiler por minutos si no, además, de alquiler mensual de bicicletas. Primero, se lanzaron 100 bicicletas disponibles para alquiler con esta nueva modalidad a largo plazo, llegando a agotarse en tan solo un mes. [5]

2.7. Fondos «*NextGenerationEU*»

La base de la transformación propuesta para el sistema Bizi de Zaragoza, así como para el de otras 21 ciudades españolas, entre ellas Madrid y Barcelona, es la creación de los fondos «*NextGenerationEU*». Tras la pandemia provocada por el COVID-19, en julio de 2020, la Unión Europea lanzó un plan de recuperación que, a su vez, la transformara en materia de sostenibilidad, igualdad, digitalización, y salud.

Así, se acordó invertir 750.000 millones de euros en los Estados Miembros. De estos, 360.000 millones de euros concedidos en préstamos reembolsables y, los 390.000 millones de euros restantes, en préstamos no reembolsables.

La prestación se realiza mediante dos instrumentos principales:

- Mecanismo para la Recuperación y la Resiliencia (MRR): Dotado con un total de 672.500 millones de euros, este mecanismo asigna a España una partida de 140.000 millones de euros. De esta cantidad, 60.000 millones corresponden a transferencias no reembolsables.

- Fondo REACT-EU: Con una dotación de 47.500 millones de euros, este fondo destina a España 12.000 millones de euros.

En cuanto a la dotación de estos fondos para la movilidad en bicicleta compartida, existe una partida para “Implantación de sistemas públicos de alquiler de bicicletas y otros vehículos de movilidad personal”, siendo necesarios los datos de número de bicicletas, número de plazas de estacionamiento, y número de bases de alquiler de bicicletas para acceder a las ayudas.

Estas ayudas consisten en la financiación del 90 % del CAPEX, y tiene fondos asignados hasta 2026, ofreciendo un total de 460.000.000 €. Como requisito principal, el solicitante debe ser un municipio o capital de provincia con población superior a 50.000 habitantes de derecho, o de 20.000 habitantes en caso de superar los valores límites de contaminantes regulados según el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero.

Con ello, la transformación de BiciMAD ha sido dotada con más de 30 millones de euros en ayudas provenientes de los Fondos «*NextGenerationEU*», de la inversión total de 48,8 millones de euros necesaria. En cuanto a Barcelona, AM-Bici se ha financiado en parte con 7 millones de euros provenientes de los Fondos «*NextGenerationEU*»y, en el caso de Zaragoza, se han solicitado 6.572.918 euros.

Capítulo 3

Definición del Trabajo

3.1. Justificación

El presente proyecto consiste en la elaboración de la memoria técnica, a través del Pliego de prescripciones técnicas de la licitación “Suministro, instalación y explotación de un sistema público de alquiler de bicicletas de pedaleo asistido en la ciudad de Zaragoza en el marco de la estrategia del Plan de Recuperación, transformación y resiliencia (PRTR)”. Se puede acceder a la información de la licitación en la Plataforma de Contratación del Estado a través del siguiente enlace: [Acceso Pliegos](#).

Por lo tanto, todas aquellas consideraciones técnicas que atañen al servicio se justificarán según lo requerido en dichos pliegos y, en caso de existir distintas opciones para definir ciertas características del servicio, se atenderá a los criterios objetivos de adjudicación, definidos en el pliego de cláusulas administrativas particulares específicas, adjunto en el ANEXO TAL.

Con ello, en este apartado, se justificará la realización de los pliegos por parte del Ayuntamiento de Zaragoza, se definirán los aspectos más importantes de los mismos. Por último, se indicará con que Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se alinea el proyecto.

3.2. Justificación del contrato

Primero, cabe mencionar que la financiación del proyecto proviene de la Unión Europea, en concreto de los fondos «*NextGenerationEU*», del cual existe una partida específica para proyectos de renovación y de creación de sistemas de bicicleta compartida en ciudades que cumplan ciertos requisitos específicos. Así, el Ayuntamiento de Zaragoza, previamente a la realización de los pliegos de prescripciones técnicas y administrativas, realizó una memoria justificativa de la necesidad e idoneidad del contrato, con el fin de aprovechar dichas ayudas.

En dicho documento primero se establece la duración del contrato a 10 años sin posibilidad de prórrogas, el inicio del expediente para la contratación del servicio ya mencionado, así como proceder a la elaboración de los pliegos correspondientes.

A continuación, se realizará un análisis de dicho documento, teniendo en cuenta los datos más importantes para la justificación del proyecto.

3.2.1. Antecedentes

Anteriormente a la redacción de los pliegos, el contrato por el cual se regía el alquiler de bicicletas en Zaragoza, denominado “Instalación, gestión y mantenimiento de un sistema individualizado de transporte mediante bicicletas públicas en régimen de alquiler, así como para la instalación y explotación de soportes publicitarios de interés general y marquesinas”, y firmado en 2008, estuvo caracterizado por la accidentalidad del mismo.

Así, dicho contrato se constituyó con un horizonte temporal a 15 años, y la empresa operadora sería la americana Clear Channel. Posteriormente, tuvo una prórrogación máxima hasta octubre de 2024, y se estructuró en cuatro fases:

1. Primera fase: 15 estaciones, 200 bicicletas y la instalación de 15 marquesinas (mayo 2008).
2. Segunda fase: 30 estaciones, 400 bicicletas e instalación de 15 marquesinas (mayo 2009).
3. Tercera fase: 40 estaciones, 400 bicicletas e instalación de 15 marquesinas (mayo 2010).
4. Cuarta fase: 30 estaciones de 21 anclajes cada una y 300 bicicletas.

Finalmente, el contrato finalizó con 1.300 bicicletas repartidas en 130 estaciones, con una media de 21 anclajes cada una.

La accidentalidad del contrato comienza tras la aplicación de la Sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Aragón (TSJA) de 17 de febrero de 2012 y del Tribunal Supremo (STS de 10 de abril de 2014), según las cuales se regulaba la circulación de bicicletas en aceras y zonas peatonales. Con ello, en los años anteriores a dichas fechas, el sistema gozó de una alta popularidad, llegando a una cifra de 10 viajes diarios por bicicleta, siendo esta elevada contrastando con otros sistemas. En BiciMAD (Madrid) dicha cifra es de 3,3, y en Bicing (Barcelona) de 5,5.

A esto se suma la obsolescencia y antigüedad de las bicicletas, así como un número reducido de abonados, 12.815 en 2023, en comparación con los casi 39.000 abonados durante los primeros años de contrato. Sin embargo, desde el Ayuntamiento de Zaragoza se considera que existe una demanda latente para dicho servicio.

3.2.2. Situación actual

Gracias a la segunda convocatoria del “Programa de ayudas a municipios para la implantación de zonas de bajas emisiones y la transformación digital y sostenible del transporte urbano y de la movilidad, en el marco del PRTR-Financiado por la Unión Europea «*NextGenerationEU*»(Exp. 78.664/22)”, el Ayuntamiento de Zaragoza podrá financiar hasta el 90 % del proyecto, con un presupuesto de 64.607.545,8 € (sin IVA), de los cuales se financiarán 58.146.791,22 € (sin IVA).

Dicho presupuesto se ha realizado teniendo en cuenta la instalación de 2.180 bicicletas eléctricas y sus respectivas estaciones de anclaje, así como la gestión logística y de mantenimiento del propio sistema.

Así, el 27 de abril de 2023 se publicó en el BOE nº. 100 la resolución en la que la ciudad de Zaragoza se encontraba entre las adjudicatarias a los fondos de 550.000.000 € previstos. Es por ello que, para la obtención de dichos fondos, el proyecto debe seguir a cabo, mediante la redacción de pliegos, la publicación de la licitación, y la posterior adjudicación.

3.2.3. Demanda futura

Como ya se indicó en el apartado “3.2.1 Antecedentes” del presente documento, el número de abonados al final del periodo del primer contrato operado por Clear Channel era de 12.815, mientras que en 2011 la cifra ascendía a 38.943 abonados. Esto podría indicar que el sistema no ha triunfado y que se encuentra en decadencia y que, por lo tanto, no sería una buena inversión mejorar el sistema y continuar con su operación.

Sin embargo, dicha decadencia se debe, entre otros, al desactualizado estado de bicicletas y estaciones, ya obsoletas, así como al ineficiente uso del sistema de registro, logística, mantenimiento, etc. Es por ello que, unido a la expansión de carriles bici en la ciudad, una actualización del conjunto del sistema, empezando desde cero, es precisa y puede lograr un número de usuarios superior al máximo del año 2011.

A continuación, se presenta en la Tabla 3.1 el número de abonados durante los años anteriores a 2023, así el correspondiente porcentaje de la población.

Año	Abonados	% Población atendida
2008	15.698	4,32 %
2009	23.887	6,58 %
2010	28.343	7,80 %
2011	38.943	10,72 %
2012	38.887	10,71 %
2013	37.614	10,36 %
2014	33.628	9,26 %
2015	28.005	7,71 %
2016	25.614	7,05 %
2017	23.835	6,56 %
2018	22.222	6,12 %
2019	18.588	5,12 %
2020	16.224	4,47 %
2021	13.945	3,84 %
2022	12.815	3,53 %

Cuadro 3.1: Número de abonados del sistema antiguo [Memoria justificativa de la licitación, Ayuntamiento de Zaragoza]

En el estudio realizado por el Ayuntamiento de Zaragoza, a continuación, se

halla una horquilla probable de abonados a partir de datos pasados. Dicho cálculo se presenta en la Tabla 3.2.

Junta Municipal	Población 2023	Cobertura Bizi	Población atendida	Nº Abonados medio	Nº Abonados máximo
Casco Histórico	44.953	100 %	44.953	2.985	4.866
Centro	51.278	100 %	51.278	3.405	5.551
Delicias	98.696	80 %	78.957	5.242	8.547
Universidad	48.354	100 %	48.354	3.210	5.234
Casablanca	9.812	0 %	0	651	1.062
Distrito SUR	40.508	0 %	0	2.690	4.385
San José	63.934	0 %	0	4.245	6.920
Las Fuentes	40.930	50 %	20.465	1.359	2.215
Almozara	29.073	100 %	29.073	1.930	3.147
Miralbueno	13.925	0 %	0	925	1.507
Olliver-Valdefierro	32.068	0 %	0	2.129	3.417
Torrero-La Paz	42.732	0 %	0	2.838	4.626
ACTUR-Rey Fernando	55.922	100 %	55.922	3.713	6.053
El Rabal	76.923	40 %	30.769	2.043	3.331
Santa Isabel	13.353	0 %	0	887	1.445
Otros	31.642				
Total	694.109		359.771	38.251	62.360

Cuadro 3.2: Número de abonados para el sistema antiguo por distritos [Memoria justificativa de la licitación, Ayuntamiento de Zaragoza]

Así, según el propio documento, teniendo en cuenta dicha previsión de abonados, una ampliación del carril bici hasta los 150 km, y la experiencia obtenida por el Ayuntamiento durante los 15 años del anterior contrato, el sistema se encuentra en un estado lo suficientemente maduro como para modernizarlo, garantizando una amplia demanda del mismo.

En cuanto al crecimiento de abonados, se prevé comenzar en los 12.815 actuales, y crecer un 20 % durante el primer año, seguido de un 15 % anual hasta el año 5, en el cual el número de abonados será de 26.896.

3.2.4. Infraestructura necesaria

Por último, dicha memoria justificativa realiza un estudio sobre la infraestructura necesaria para operar el sistema. Es decir, cuántas bicicletas y estaciones serán necesarias para que los usuarios siempre dispongan de una bicicleta cercana,

entre 250 y 500 metros. Así, como magnitud para calcular el número de estaciones de modo que siempre haya bicicletas y huecos libres en ellas es la densidad de estaciones por km² y el número de bicicletas por cada 1.000 habitantes. Con ello, para el sistema antiguo, estas cifras son:

- Densidad media de estaciones: 5,10 estaciones por km².
- Densidad media de bicicletas en las zonas atendidas: 2,99 bicicletas / 1.000 habitantes.
- Densidad media de bicicletas: 1,87 bicicletas / 1.000 habitantes.

Esta disminución de densidad de bicicletas se debe a que ciertos distritos no tenían disponibilidad del servicio, entre ellos, se encuentran: Casablanca, Distrito Sur, San José, Miralbueno, Óliver-Valdefierro, Torrero-La Paz y Santa Isabel.

Basándose en la guía “Planificación de sistemas de bicicletas compartidas – ITDP (Institute for Transportation and Development Policy)”, se ha considerado que la densidad de estaciones debe ser uniforme en todo el territorio de operación. A continuación, en la Tabla 3.3 se muestra la densidad de estaciones y bicicletas para el sistema antiguo.

Junta Municipal	Población 2023	km ²	Estaciones	Estaciones / km ²	Bicicletas	Bicicletas / 1.000 habitantes
Casco Histórico	44.953	1,98	20	10,10	200	4,45
Centro	51.278	1,80	21	11,67	210	4,10
Delicias	98.696	3,28	19	5,79	190	1,93
Universidad	48.354	3,02	18	5,96	180	3,72
Casablanca	9.812	5,69	-	-	-	-
Distrito SUR	40.508	60,49	-	-	-	-
San José	63.934	3,68	-	-	-	-
Las Fuentes	40.930	6,71	6	0,89	60	1,47
Almozara	29.073	3,77	8	2,12	80	2,75
Miralbueno	13.925	8,22	-	-	-	-
Olliver-Valdefierro	32.068	4,33	-	-	-	-
Torrero-La Paz	42.732	111,88	-	-	-	-
ACTUR-Rey Fernando	55.922	9,67	15	1,55	150	2,53
El Rabal	76.923	8,38	23	2,74	230	2,99
Santa Isabel	13.353	7,97	-	-	-	-
Otros	31.642	-	-	-	-	-
Total	694.109	240,87	130	-	1.300	-

Cuadro 3.3: Sistema antiguo de bicicletas compartidas [Memoria justificativa de la licitación, Ayuntamiento de Zaragoza]

Con ello, se indica que, según la bibliografía consultada a la hora de redactar la memoria, la densidad óptima de estaciones es 10 estaciones / km², llegando a 16 estaciones / km² en zonas con alta densidad de población. Así, en la Tabla 3.4 se presenta el número de estaciones por distrito.

Junta Municipal	Población 2023	km ²	Estaciones	Estaciones / km ²
Casco Histórico	44.953	1,98	24	12,12
Centro	51.278	1,80	21	11,67
Delicias	98.696	3,28	35	10,67
Universidad	48.354	3,02	20	6,62
Casablanca	9.812	5,69	4	0,70
Distrito SUR	40.508	60,49	18	0,30
San José	63.934	3,68	24	6,52
Las Fuentes	40.930	6,71	17	2,53
Almozara	29.073	3,77	15	3,98
Miralbueno	13.925	8,22	6	0,73
Olliver-Valdefierro	32.068	4,33	12	2,77
Torrero-La Paz	42.732	111,88	21	0,19
ACTUR-Rey Fernando	55.922	9,67	25	2,59
El Rabal	76.923	8,38	28	3,34
Santa Isabel	13.353	7,97	6	0,75
Otros	31.642	-	-	-
Total	694.109	240,87	276	-

Cuadro 3.4: Cálculo de estaciones para el nuevo sistema [Memoria justificativa de la licitación, Ayuntamiento de Zaragoza]

Se calcula a continuación el número de anclajes y de bicicletas por estación. Se considera que cada estación debe tener entre 2 y 2,5 veces el número de anclaje que de bicicletas. Además, se establece como valor objetivo entre 10 y 30 bicicletas por cada 1.000 habitantes. Con ello, para obtener el número de habitantes interesados en el servicio, se tendrá en cuenta la pirámide población de la ciudad, representada en la Figura 3.1.

En ella, extrayendo la población mayor de 70 años y menor de 15 años, se obtiene una población objetivo de 458.159 personas. Considerando una ratio de 10 usuarios por cada 1.000 personas, se obtiene un número de 4.582 bicicletas necesarias. Además, dicha cifra se compara con las del estudio de la Sección de Movilidad Sostenible de 8 de abril de 2020, “Necesidades de vehículos compartidos

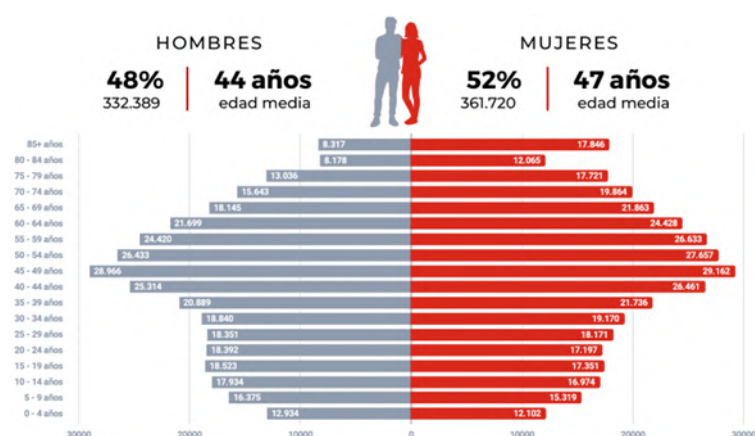


Figura 3.1: Pirámide población de Zaragoza en 2023 [Memoria justificativa de la licitación, Ayuntamiento de Zaragoza]

– bicicletas y VMP – en la ciudad de Zaragoza y consideraciones a tener en cuenta para su regulación”, que concluía que la ciudad tendría capacidad para albergar entre 5.000 y 6.000 bicicletas.

Sin embargo, se decide atender a la ratio de número de anclajes por bicicleta. Teniendo en cuenta 2,21 anclajes por bicicleta, se llega a la conclusión de que serán necesarias 2.500 bicicletas repartidas en 276 estaciones, obteniendo la magnitud de 5,46 bicicletas por cada 1.000 habitantes. Así, en la Tabla 3.5 se representa las características del nuevo sistema de bicicleta compartida.

Junta Municipal	Población 2023	km ²	Estaciones	Estaciones / km ²	Bicicletas	Bicicletas / 1.000 habitantes
Casco Histórico	44.953	1,98	24	12,12	216	4,81
Centro	51.278	1,80	21	11,67	210	4,10
Delicias	98.696	3,28	35	10,67	315	3,19
Universidad	48.354	3,02	20	6,62	180	3,72
Casablanca	9.812	5,69	4	0,70	36	3,67
Distrito SUR	40.508	60,49	18	0,30	162	4,00
San José	63.934	3,68	24	6,52	216	3,38
Las Fuentes	40.930	6,71	17	2,53	153	3,74
Almozara	29.073	3,77	15	3,98	135	4,64
Miralbueno	13.925	8,22	6	0,73	49	3,52
Olliver-Valdefierro	32.068	4,33	12	2,77	108	3,37
Torrero-La Paz	42.732	111,88	21	0,19	189	4,42
ACTUR-Rey Fernando	55.922	9,67	25	2,59	225	3,79
El Rabal	76.923	8,38	28	3,34	252	3,28
Santa Isabel	13.353	7,97	6	0,75	54	4,00
Otros	31.642	-	-	-	-	-
Total	694.109	240,87	276	-	2.500	-

Cuadro 3.5: Características del nuevo sistema de bicicletas compartida [Memoria justificativa de la licitación, Ayuntamiento de Zaragoza]

3.3. Objetivos técnicos

Este trabajo consiste en la redacción de la memoria técnica del proyecto, en la cual se describen todos los aspectos que se deben tener en cuenta para que el sistema de «*bikesharing*» que busca el Ayuntamiento de Zaragoza sea un éxito desde el primer día de implantación. Es por ello que se definirá cada variable de diseño y cada posible elección para que tanto el usuario como la empresa gestora del servicio logren alcanzar los objetivos de uso marcados en la memoria justificativa del proyecto.

Así, la definición de objetivos técnicos, así como una fase inicial del diseño constituirán el grueso del proyecto. Por ello, se explicarán en próximos apartados. Sin embargo, a continuación se enumerarán los elementos en los que se va a estructurar dicha memoria técnica:

1. **Bicicletas:** se analizará la normativa actual, se decidirá la potencia óptima del motor, el peso máximo de la misma, colores, posibles espacios publicitarios, características técnicas y electrónicas, entre otros.

2. **Estaciones:** se decidirá el diseño para poder recargar las bicicletas y estacionarlas evitando robos y acciones vandálicas.
3. **Organigrama y planificación:** se estudiarán las necesidades de personal, las tareas del mismo, así como la estructura del mismo.
4. **Plan de mantenimiento:** se realizarán Gamas de mantenimiento para las bicicletas, indicando periodicidades y tiempos de realización.
5. **Plan logístico:** para desplazar las bicicletas hacia las zonas de mayor demanda según la hora. Se buscará utilizar herramientas de «*Machine Learning*» que definan estos comportamientos.
6. **Herramienta de gestión:** se desarrollará una primera versión de un software GMAO para la gestión del sistema por parte de los operarios.
7. **Aplicación para usuarios:** se desarrollará, de nuevo, una versión básica y se definirán funcionalidades futuras.

Siempre se buscará la máxima eficiencia en el diseño de dichos conceptos, tanto económica, como de aprovechamiento de materiales.

3.4. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Dentro de este proyecto, se busca además cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Así, los principales ODS que se cumplen son:

- **ODS 3: Salud y bienestar:** promover el uso de bicicletas ayudará a mejorar la calidad del aire, la contaminación acústica, así como la salud de los habitantes de la ciudad de Zaragoza, sean o no usuarios del sistema.
- **ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico:** el presente proyecto generará empleo en sectores clave como la logística, movilidad y mantenimiento. Dicho empleo cumplirá con las más estrictas regulaciones y condiciones laborales.
- **ODS 9: Industria, innovación e infraestructura:** se promoverá el uso y construcción de nuevos carriles bici, además, se fomentará la innovación en el campo ciclista buscando siempre las tecnologías más eficientes de fabricación y uso.

- **ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles:** se proporciona acceso a un sistema de transporte seguro, asequible y sostenible. Se contribuirá a reducir el tráfico de la ciudad y a promover un diseño urbano enfocado al ciclista y no al conductor.
- **ODS 13: Acción por el clima:** se integra un sistema de bicicleta eléctrica compartida, la fuente de energía utilizada será renovable en lo posible, además se evita la emisión de gases nocivos a la atmósfera sustituyendo el uso del coche.
- **ODS 17: Alianzas para lograr objetivos:** gracias a este proyecto, se generará una alianza público-privada en la que tanto el Ayuntamiento como la empresa deberán colaborar para ofrecer un sistema que cumpla con los anteriores ODS mencionados.

3.5. Objetivos ESG

Dentro de toda organización deben existir objetivos ESG. Estos objetivos se materializan en estrategias a nivel medioambiental, social y de gobernanza dentro de la empresa. En este caso, al tratarse de un servicio fruto de una colaboración público-privada, se establecerán los siguientes objetivos:

3.5.1. Objetivos medioambientales

Estos objetivos tratarán de reducir en lo posible el impacto medioambiental.

- **Logística eficiente** mediante optimizadores de rutas, así como con el estudio del uso de vehículos eléctricos para el desplazamiento de las bicicletas y empleados.
- **Medición del impacto de reducción de CO2** mediante el uso de un contador visible para todos los usuarios del servicio.
- **Gestión eficiente de recursos**, tales como energía de recarga, repuestos, fungibles, etc.
- **Gestión de residuos** asegurando el máximo reciclaje de todos los componentes.
- Asegurar la **compra sostenible** de todos aquellos materiales necesarios para la prestación del servicio.

3.5.2. Objetivos sociales

- **Maximizar la accesibilidad** dentro de lo posible, teniendo en cuenta las condiciones de los usuarios.
- **Creación de empleo** local de calidad para llevar a cabo la gestión y el desarrollo del servicio, formando en lo necesario a los empleados.
- Promover un medio de **transporte limpio** y beneficioso para la **salud**.
- Desarrollar un **Plan de Voluntariado Corporativo**, ofreciendo la oportunidad a los empleados de colaborar en un proyecto local.

3.5.3. Objetivos Gubernamentales

Dentro de los objetivos internos de la empresa, se tendrán en cuenta:

- Establecer objetivos de **minimización de accidentes**, tanto para empleados como para usuarios del servicio.
- Desarrollar un **plan de igualdad** que asegure en lo posible, teniendo en cuenta la situación del mercado laboral, un equilibrio entre el número de mujeres y hombres en plantilla, tanto a nivel operativo como a nivel de gestión.
- Establecer un **plan de calidad** que asegure la mejor prestación del servicio posible, asegurando a su vez el cumplimiento de las normativas aplicables.
- Implementación de un **Plan de diversidad**.
- Aplicar medidas de **flexibilidad** y **conciliación** para todos los empleados.

Capítulo 4

Metodología

En el presente apartado se explicará el proceso llevado a cabo para realizar el diseño óptimo del sistema de bicicletas compartidas que la ciudad de Zaragoza necesita. Así, desde el principio, se realizará siguiendo el Modelo de French (1985) en el que se caracteriza el modelo de diseño. Por lo tanto, en cada uno de los subapartados se definirá cada parte del proceso y las herramientas que se van a utilizar para alcanzarlo. Así, a continuación se explicará en qué consiste dicho modelo.

El Modelo de French consiste en dividir el proceso de diseño en varias etapas bien diferenciadas que se realimentan entre ellas. Así, abarca desde la detección de una necesidad, hasta la elaboración de planos y prototipos. Dicho modelo se representa en el esquema de la Figura 4.1.

Cabe destacar que, en el presente texto, se desarrollarán diferentes fases del proceso del diseño para según qué elemento. Por ejemplo, aunque sí se realizará un diseño conceptual de la bicicleta y se seleccionarán las alternativas más adecuadas, estas no se diseñarán, si no que se seleccionará aquella que más se ajuste a los requisitos, entre las que existen en el mercado actual.

A continuación, se desarrollará cada etapa del proceso del diseño y se expondrá cómo se llevarán a cabo.

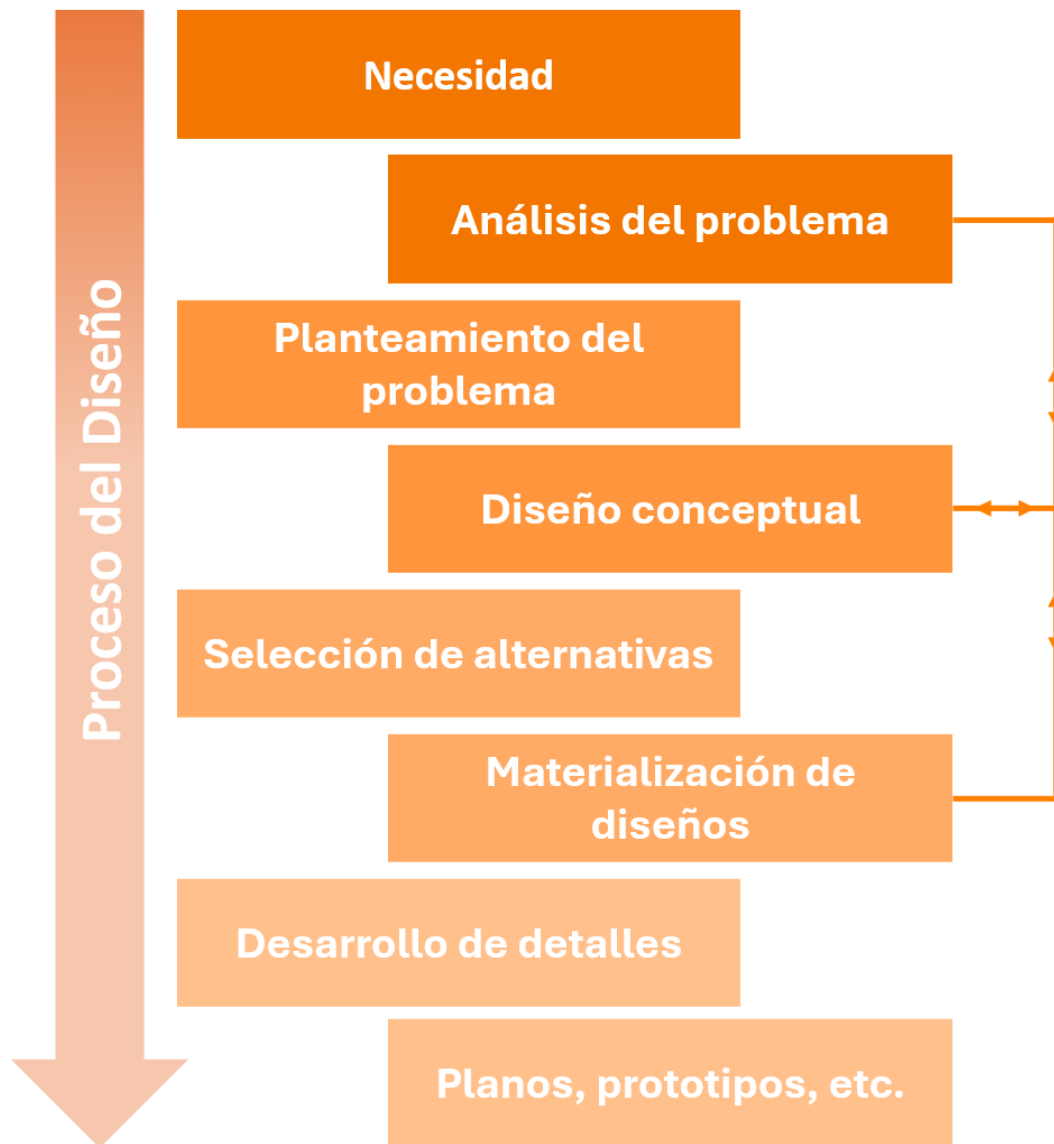


Figura 4.1: Proceso de diseño, según French (1985)

4.1. Necesidad

La primera parte del proceso de diseño de French consiste en la aparición de una necesidad para dicho producto. Esta etapa es, en realidad, posterior al diseño. Responde a la pregunta: ¿por qué va a comenzar este proceso de diseño?

Por ejemplo, a la hora de inventar el vehículo de combustión, antes de detectar Benz la necesidad del mismo, esta existía. Una vez Benz detectó la necesidad del mismo, comenzó el siguiente apartado: Análisis del problema.

Así, para cada elemento del que se compone un sistema de bicicleta compartida, se comenzarán definiendo las necesidades que hacen de cada uno imprescindible. Será siempre el apartado más breve, aunque indispensable para la propia existencia y justificación del mismo.

4.2. Análisis del problema

Una vez se han desarrollado las necesidades, a estas se les realiza un examen detallado. Se descomponen en partes para entender cada una de las dimensiones y las posibles restricciones. En este apartado, se identifican tanto las funciones del producto, así como sus restricciones.

Benz, por ejemplo, detectó que el medio de transporte sin asistencia física humana debía ser terrestre, y no aéreo, debido a las restricciones tecnológicas de la época. Así, Benz denominaría esta fase, desarrollo de un medio de movilidad terrestre con tracción mecánica sin necesidad de esfuerzo físico por parte de seres vivos.

Esta etapa del proceso es semejante a definir la misión de una empresa, se establece de manera clara y concisa los objetivos de la misma y aquello que pretende alcanzar.

4.3. Planteamiento del problema

Una vez ya se ha definido la necesidad y se conocen los requisitos del futuro usuario o, por lo menos, qué espera este del producto, se realiza una definición del problema a abordar.

Se especifican los requisitos funcionales y qué criterios de diseño deben cumplirse para desarrollar el producto deseado. Para ello, se va a utilizar una matriz ascendente binaria, en la que se ordenarán los atributos de diseño definidos en el apartado “Análisis del problema”. Así, en la Figura 4.2 se representa la matriz base que se utilizará.

Atributo	Atributo 1	Atributo ...	Atributo n-1	Atributo n
Atributo 1	-			
Atributo ...		-		
Atributo n-1			-	
Atributo n				-
<i>Totales</i>				
<i>Orden</i>				

Figura 4.2: Matriz ascendente binaria [Elaboración propia]

Además, se establecerá una estructura funcional que explique, de manera esquemática, el funcionamiento de los distintos elementos. Esta estructura funcional consistirá en una caja negra inicial, con diversas entradas y salidas que, a su vez, se dividirán en subsistemas internos. Por ejemplo, en un coche, la entradas serían el combustible y la acción humana, mientras que las salidas, el desplazamiento y contaminación.

Gracias a esto, para las siguientes fases del proceso de diseño, se conocerá el orden de importancia de los atributos de diseño, así como las diversas funciones internas de cada elemento a diseñar. Estos apartados se aplicarán al diseño de bicicletas y estaciones.

4.4. Diseño conceptual

En la presente fase del proceso de diseño, se desarrollarán distintas opciones y soluciones posibles o no para hallar una primera solución. Se generarán múltiples ideas, con enfoque creativo y sin definir detalles técnicos. Para ello, se creará una lista de ideas

4.5. Selección de alternativas

A partir de las distintas ideas de diseño obtenidas en el apartado anterior, se va a tratar en este apartado de seleccionar aquellas que son compatibles y primordiales para cumplir con los criterios de diseño que se han establecido anteriormente. Para ello, se va a utilizar el método QFD.

Dicho método, una vez conocidas las prioridades de diseño y las distintas opciones, valora cada una para otorgarle una puntuación. Es gracias a dicha puntuación que se selecciona una versión definitiva de diseño. Primero, se clasificará la importancia de los parámetros técnicos de las alternativas según su importancia, a través del orden de importancia obtenido en la matriz ascendente binaria, y criterios de interacción débil media, o fuerte. La matriz utilizada en esta parte del proceso se presenta en la Figura 4.3.

	Importancia	Parámetro Técnico 1	Parámetro Técnico ...	Parámetro Técnico n-1	Parámetro Técnico n	
Atributo 1						
Atributo ...						
Atributo n-1						
Atributo n						
						Total
Importancia						
Ratio						

D: Interacción débil (1)
M: Interacción media (3)
F: Interacción fuerte (9)

Figura 4.3: Clasificación importancia parámetros técnicos [Elaboración propia]

Una vez conocida la importancia de cada parámetro técnico, se compararán sendas alternativas, según su rendimiento en cada parámetro, evaluado por bueno, medio, y malo. Con ello, multiplicando el ratio de importancia del parámetro técnico, por el rendimiento de cada alternativa, se hallará la alternativa óptima. Se presenta en la Figura 4.4 la comparación entre alternativas.

Valoración Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2
Parámetro Técnico 1	Bueno/Medio/Malo	Bueno/Medio/Malo
Parámetro Técnico ...	Bueno/Medio/Malo	Bueno/Medio/Malo
Parámetro Técnico n-1	Bueno/Medio/Malo	Bueno/Medio/Malo
Parámetro Técnico n	Bueno/Medio/Malo	Bueno/Medio/Malo

Figura 4.4: Valoración parámetros técnicos por alternativa [Elaboración propia]

Por último, en la Figura 4.5 se representa el cálculo de la función de mérito para cada alternativa. La seleccionada será aquella con una función de mérito mayor.

	Importancia	Parámetro Técnico 1	Parámetro Técnico ...	Parámetro Técnico n-1	Parámetro Técnico n	
Ratio						

Alternativa 1	0/0,5/1	0/0,5/1	0/0,5/1	0/0,5/1	0/0,5/1	F. Mérito 1	
Alternativa 2	0/0,5/1	0/0,5/1	0/0,5/1	0/0,5/1	0/0,5/1	F. Mérito 2	

$$\text{Función de mérito} = \sum (\text{Ratio} * \text{desempeño por parámetro})$$

Figura 4.5: Valoración alternativas por función de mérito [Elaboración propia]

4.6. Materialización de diseños

Una vez se ha seleccionado la alternativa adecuada, esta se desarrollará más en profundidad. Se crearán los bocetos iniciales y preliminares, así como diagramas tangibles. En este apartado, se transformarán las ideas abstractas del diseño conceptual en una primera aproximación a un diseño realista.

4.7. Desarrollo de detalles

Con una mayor atención, se estudiará la normativa vigente para establecer el diseño requerido, se definirán requisitos secundarios, tales como el uso de vehículos eléctricos en el plan logístico, o sustitución de vacaciones de personal a la hora de definir el organigrama.

4.8. Planos, prototipos, etc.

Por último, se presentarán las soluciones de diseño definitivas, así como los productos mínimos viables en según qué apartados. Sin embargo, cabe destacar que el diseño de un sistema como el presente, siempre deberá estar abierto a cambios y que, para alcanzar una solución óptima, el proceso deberá ser iterativo.

Capítulo 5

Sistema desarrollado

En el presente apartado se va a realizar el diseño de los elementos de los que se compone un sistema de bicicleta compartida para una ciudad como Zaragoza. Así, se diseñarán:

1. **Bicicletas.**
2. **Estaciones.**
3. **Plan de mantenimiento.**
4. **Plan logístico.**
5. **Organigrama y planificación.**
6. **Herramienta de gestión.**
7. **Aplicación para usuarios.**

Dicho diseño siempre se realizará siguiendo la metodología ya definida en el apartado anterior. En caso de existir alguna modificación, se tendrá en cuenta y se explicará.

5.1. Bicicletas

5.1.1. Necesidad

La bicicleta es el elemento principal en un sistema de bicicletas compartidas. La necesidad se podría considerar obvia, sin embargo, sí cabe contemplar un mayor número de opciones similares a esta. Por ejemplo, los VMP (Vehículo de Movilidad Personal), tales como patinetes eléctricos, podría ser un posible sustituto.

Así, sí cabe justificar la bicicleta como necesidad de una ciudad para Zaragoza. Por lo tanto, la búsqueda de una forma segura, eficiente, limpia, y beneficiosa para la salud para los ciudadanos zaragozanos hace de la bicicleta como medio de transporte la opción propicia sobre otras.

Además, tal y como se analizó en la memoria justificativa del proyecto, ya existía con anterioridad un servicio de bicicleta compartida en la ciudad que llegó a tener un gran éxito durante sus primeros años. Así, la necesidad de crear un nuevo sistema basado en bicicletas, en este caso eléctricas, está sobradamente justificada.

5.1.2. Análisis del problema

En el presente apartado, una vez analizada la necesidad, se realiza un estudio detallado de los requisitos que debe cumplir el diseño final de la bicicleta. Así, los atributos que se estudiarán son:

- Seguridad de uso.
- Fiabilidad.
- Facilidad de uso.
- Ergonomía.
- Antivandalismo.
- Facilidad de mantenimiento.
- Diseño.

A continuación, se analizará cada uno por separado, incluyendo los elementos de importancia dentro de cada atributo.

Seguridad de uso

La bicicleta debe ser segura tanto para el usuario como para el operario que se encargue del mantenimiento y logística de la misma. Así, se tendrán en cuenta:

- Cumplimiento de la normativa aplicable.
- Funcionamiento y calidad de los frenos.
- Funcionamiento y calidad de las luces y reflectantes.
- Tipo de cubiertas.

Fiabilidad

La bicicleta se aparcará a la interperie durante todo el año. Aun no se ha definido la estación de bicicletas, sin embargo, cabe la posibilidad de que no disponga de una cubierta que proteja las bicicletas de las condiciones climatológicas. Además, las bicicletas se usarán por todo tipo de usuarios, y siempre deberán encontrarse en condiciones óptimas. Es por ello que se le dará gran importancia a la fiabilidad de la bicicleta. En este apartado se tendrán en cuenta:

- Durabilidad de los materiales ante el óxido.
- Durabilidad de los materiales ante el uso.
- Calidad de los componentes eléctricos (motor, luces, sensores, etc.)
- Calidad y tipo de frenos.
- Cableado por dentro del cuadro en conductos.
- Calidad y tipo de cubiertas.

Facilidad de uso

Las bicicletas de un sistema de bicicleta compartida deben estar pensadas para realizar cortos recorridos urbanos con el mínimo esfuerzo. Es por ello que el usuario no esperará una bicicleta compleja con cambios de marcha o accionamiento complejos. Sin embargo, sí agradecerá que la bicicleta sea fácil de usar por cualquier tipo de persona. Así, se analizarán:

- Ausencia de mecanismos complejos, tales como cambios de marcha o platos.
- Accionamiento sencillo de frenos.
- Selección sencilla de niveles de asistencia eléctrica, o carecer de ellos.
- Ligereza, se comparará con el resto de bicicletas disponibles.
- Facilidad para regular la altura del sillín.

Ergonomía

De nuevo, la bicicleta deberá estar diseñada de modo que cualquier usuario se sienta cómoda en ella. Así, personas de cualquier estatura y complexión física podrán encontrar una posición correcta. Se tendrán en cuenta los siguientes elementos:

- Sillín regulable en altura.
- Manillar regulable en altura.
- Tamaño de ruedas mediano.
- Existencia de portaequipajes

Antivandalismo

Como la bicicleta se instalará, a falta de definir las estaciones, en lugares de aparcamientos abiertos y a la intemperie, esta deberá contar con sistemas antivandalismo. Así, de este apartado se estudiará:

- Cableado por dentro del cuadro en conductos destinados para ellos.
- facilidad de limpiar la bicicleta.
- Tornillería con herramienta específica.
- Electrónica que permita conocer la ubicación de la bicicleta.

Facilidad de mantenimiento

El número de bicicletas a mantener es elevado, y su uso será intenso por parte de los usuarios. Además, estarán aparcadas a la intemperie durante todos los meses del año. Por lo tanto, se tendrán en cuenta, para necesitar la menor cantidad de recursos:

- Facilidad de sustitución de elementos de desgaste.
- Facilidad de reposición de baterías averiadas.
- Disponibilidad de posibles repuestos necesarios.

Diseño

Para poder rentabilizar la bicicleta lo máximo posible, esta deberá permitir colocar anuncios publicitarios en las zonas más visibles de la misma. Así, de este atributo, al ser subjetivo, solo se tendrá en cuenta esta medida.

5.1.3. Planteamiento del problema

En el presente apartado se ordenarán los atributos de diseño ya comentados por importancia. Gracias a ello, se podrá establecer un criterio de puntuación para valorar las alternativas de diseño que se estudiarán en los apartados siguientes. A continuación, en la Figura 5.1 se representa el orden de importancia.

Atributo	Seguridad de uso	Fiabilidad	Facilidad de uso	Ergonomía	Antivandalismo	Facilidad de mantenimiento	Diseño
Seguridad de uso	-	0	0	0	0	0	0
Fiabilidad	1	-	1	1	1	0	0
Facilidad de uso	1	0	-	1	0	0	0
Ergonomía	1	0	0	-	0	0	0
Antivandalismo	1	0	1	1	-	0	0
Facilidad de mantenimiento	1	1	1	1	1	-	0
Diseño	1	1	1	1	1	1	-
<i>Totales</i>	6	2	4	5	3	1	0
<i>Orden</i>	1	5	3	2	4	6	7

Figura 5.1: Matriz ascendente binaria para Bicicletas [Elaboración propia]

Justificación

Para ordenar los distintos elementos de diseño, se ha tenido en cuenta como prioridad aquellos que tendrán una consecuencia directa sobre la experiencia de uso del cliente del servicio. Estos atributos son: seguridad de uso, facilidad de uso, y ergonomía. Mientras, el resto de atributos afectan directamente a la operativa de gestión del sistema. Entonces, si la bicicleta no se adecua a los requisitos del cliente, esta no será utilizada y, por lo tanto, los esfuerzos realizados para mejorar el diseño de cara a la gestión serían en vano.

Así, por encima del resto de atributos, se ha establecido que la **seguridad de uso** será el más importante. Si las bicicletas tienen fama de ser inseguras, el público objetivo se decidirá por otras alternativas. Con ello, este atributo suma 6 puntos en total.

La **ergonomía** es el segundo atributo más importante a la hora de seleccionar la bicicleta. Esta debe adaptarse a cualquier usuario, de cualquier estatura y compleción física, de manera que el público objetivo del servicio sea mayor. Además, se logra una mayor adaptabilidad y comodidad de uso.

El siguiente atributo en orden de importancia es la **facilidad de uso**. Este atributo es menos importante que lograr que la bicicleta sea segura y se adapte a todos los usuarios, pues cualquier servicio conlleva una curva de aprendizaje que se supera con un cierto número de usos. Sin embargo, se determina imprescindible que el usuario tenga el control de la bicicleta de manera sencilla. Por lo tanto, este atributo será más importante que aquellos operativos.

Luego, evitar el **vandalismo** en lo posible sigue en importancia al resto de atributos ya mencionados. Es el primero de aquellos que afectan directamente a la gestión, debido a que se considera más importante la dificultad de que se produzcan hurtos o daños, que la propia bicicleta sea fiable, fácil de mantener, o tenga un diseño que pueda incluir carteles publicitarios. La bicicleta es el elemento principal del servicio, entonces, si esta no está, o no se encuentra operativa pese a un buen mantenimiento de la misma, el sistema carecerá de éxito.

A continuación, la **fiabilidad** es el siguiente atributo a valorar. Para asegurar un fácil mantenimiento, es necesario que los componentes que conforman la bicicleta sean duraderos en el tiempo, y en cualquier condición meteorológica que afecte a la bicicleta, al estar aparcada, durante la mayor parte de su vida útil, a la intemperie.

Así, los últimos atributos de diseño en importancia son el **fácil mantenimiento** de la misma y el **diseño**. El cliente no se verá afectado directamente por ninguno de estos atributos. Además, el fácil mantenimiento es consecuencia del incumplimiento de los atributos ya analizados. Mientras, un diseño que permita anuncios publicitarios aumentará la rentabilidad del sistema, pero no hará que tenga más usuarios. Sin embargo, sí cabría analizar si la posibilidad de vender espacios publicitarios en la bicicletas podría repercutir en un menor precio del servicio.

Estructura funcional

A continuación y, aunque en el caso de la bicicleta, esta no se va a diseñar, se escogerá una de entre las alternativas existentes en el mercado, se desarrollará la estructura funcional de la misma. Así, en la Figura 5.2 se presenta el esquema general, y en la Figura 5.3 los subsistemas internos más importantes a tener en cuenta.



Figura 5.2: Estructura funcional de una bicicleta [Elaboración propia]

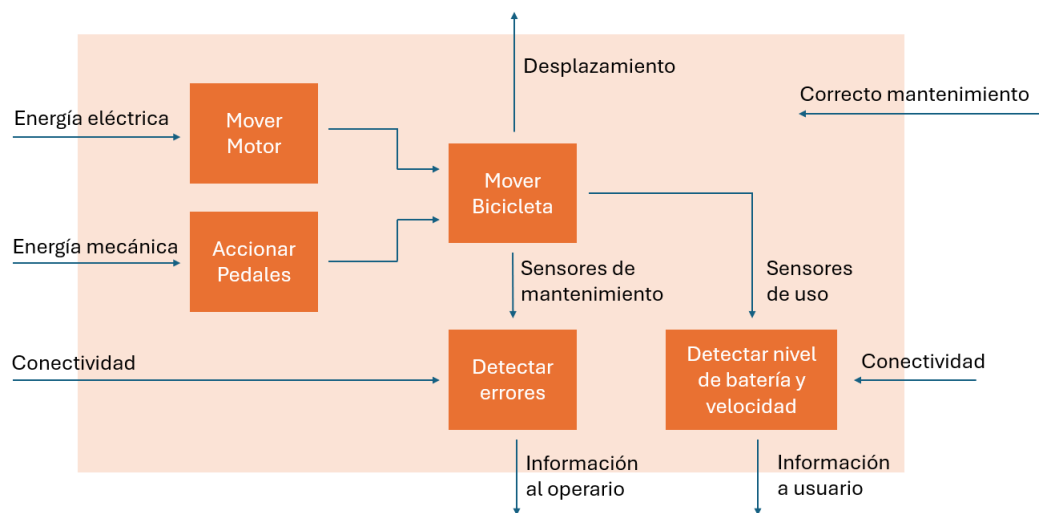


Figura 5.3: Subsistemas internos de una bicicleta [Elaboración propia]

5.2. Estaciones

5.2.1. Necesidad

Dentro de los sistemas de bicicleta compartida, existen dos tipos principales. Por un lado, aquellos que tienen un lugar de estacionamiento definido para las bicicletas, denominado estación y, por otro lado, los sistemas en los que se permite al usuario aparcar la bicicleta en cualquier lugar. Comúnmente, aquellos sistemas ofrecidos por organismos públicos, principalmente ayuntamientos, disponen de estaciones.

En este caso, la metodología con estaciones fijas será la escogida: primero, porque se trata de un sistema público y se dispone de espacio en aceras y plazas;

segundo, porque siempre cabe ampliar el sistema a uno sin estación; tercero, porque así las baterías de las bicicletas podrán recargarse sin ser necesaria la recogida de las mismas por parte de los operarios de mantenimiento.

5.2.2. Análisis del problema

A continuación, se enumerarán los requisitos fundamentales que debe cumplir el diseño de las estaciones escogidas. Estos son:

- Ahorro energético.
- Facilidad de uso y rapidez.
- Facilidad de mantenimiento.
- Tamaño e intrusión urbana.
- Durabilidad y antivandalismo.
- Conectividad.

En los próximos apartados se analizará por separado cada atributo de diseño.

Ahorro energético

Se tendrán en cuenta medidas de ahorro energético, pues el proyecto se encuentra dentro de los fondos NextGenerationEU, preocupado por la eficiencia de los recursos. Así, se evaluarán principalmente los elementos siguientes:

- Empleo de energía renovable: ya sea para la operativa de la estación como para la carga de batería de bicicletas.
- Optimización de la carga: permitiendo, por ejemplo, cargar las bicicletas que no se prevea utilizar en horarios de inferior consumo eléctrico. Para ello, será necesario un sistema de carga inteligente que prevea el uso de las bicicletas de la estación en las siguientes horas.

Facilidad y rapidez de uso

El cliente debe encontrar una facilidad en el uso de la estación. Debe ser intuitivo conocer el estado de carga de las bicicletas, qué bicicleta se ha reservado desde la aplicación, etc. Así, en este apartado se valorará:

- No necesidad de interactuar con la estación, posibilidad de realizar cualquier operación desde la aplicación.
- Posibilidad de reservar y seleccionar la bicicleta desde la estación.
- Anclaje y desanclaje rápido.
- Amplitud de la estación para poder aparcar o recoger una bicicleta con comodidad.

Facilidad de mantenimiento

Las estaciones deben ser accesibles para los operarios encargados del mantenimiento de la misma. El sistema debe ser sencillo de modo que cualquier operación pueda realizarse fácilmente y en el menor tiempo posible. Se valorará:

- Existencia de una centralita que detecte los errores.
- Facilidad de operación y acceso para el operario.
- Piezas internas genéricas de modo que su sustitución y reparación sea sencilla.

Tamaño e intrusión urbana

Las estaciones deben ser lo suficientemente grandes como para albergar un número amplio de bicicletas, tal y como se estableció en la memoria justificativa. Sin embargo, no deben influir en gran medida sobre el paisaje urbano.

Sin embargo, cabe tener en cuenta que estas estaciones deben existir y que, por lo tanto, siempre existirá una mínima intrusión en acerados, plazas, o aparcamientos. Así, a título informativo y como muestra de una estación tipo de bicicletas, se presentarán ejemplos para las ciudades de Madrid (BiciMad) y Barcelona (Bicing).

En la Figura 5.4 se presenta una estación de BiciMad, ubicada en el barrio de Nuevos Ministerios.



Figura 5.4: Estación BiciMad en Nuevos Ministerios [Elaboración propia]

Además, en la Figura 5.5 se presenta una estación Bicing, sita en Las Ramblas de Barcelona.



Figura 5.5: Estación Bicing en Las Ramblas [Elaboración propia]

Durabilidad y antivandalismo

Las estaciones se van a encontrar en la vía pública, a la intemperie. Entonces, se verá afectada por las inclemencias meteorológicas, así como por posibles actos vandálicos. Entonces, se valorará:

- Necesidad de herramientas específicas para el desmontaje de las estaciones.
- Sistema de anclaje de bicicletas seguro.
- Materiales duraderos ante las inclemencias meteorológicas.

Como ya se destacó en el apartado Estado de la cuestión, el vandalismo es una variable importante al analizar la rentabilidad de los sistemas de bicicleta compartidas que ya existen en España. Así, el sistema de bicicleta compartida en París, «*Vélib Bike-share*», perdió hasta 1 millón de euros en el año 2012 debido al al número de bicicletas que fueron dañadas o robadas. [9]

Conectividad

La idea de utilizar un sistema de alquiler de bicicleta compartida pasa porque tanto el usuario como el operario de mantenimiento conozcan en todo momento el estado de las estaciones, su ocupación, funcionamiento, etc. Entonces, se valorará principalmente que las estaciones tengan conexión a Internet y puedan recibir y transmitir información en tiempo real.

Los primeros sistemas de bicicleta compartida en España no gozaron de éxito debido, principalmente, a la imposibilidad de conocer con anterioridad el estado de las estaciones y bicicletas. Así, el usuario podría llegar a una estación y encontrarla vacía o inoperativa. Cabe destacar que la falta de conectividad es una de las principales razones que condujeron al anterior sistema de bicicleta compartida al fracaso en Zaragoza.

5.2.3. Planteamiento del problema

A continuación, se presenta en la Figura 5.6 la matriz ascendente binaria para las estaciones que conformarán el sistema de bicicleta compartida para la ciudad de Zaragoza. Así, se muestra el orden de importancia para cada atributo.

Atributo	Ahorro energético	Facilidad de uso y rapidez	Tamaño e intrusión urbana	Durabilidad y antivandalismo	Conectividad	Facilidad de mantenimiento
Ahorro energético	-	1	0	1	1	1
Facilidad de uso y rapidez	0	-	0	0	1	0
Tamaño e intrusión urbana	1	1	-	1	1	1
Durabilidad y antivandalismo	0	1	0	-	1	0
Conectividad	0	0	0	0	-	0
Facilidad de mantenimiento	0	1	0	1	1	-
<i>Totales</i>	1	4	0	3	5	2
<i>Orden</i>	5	2	6	3	1	4

Figura 5.6: Matriz ascendente binaria para Estaciones [Elaboración propia]

Justificación

De nuevo y al igual que como se ha estudiado para el caso de las bicicletas, se han priorizado aquellos atributos de diseño que tendrán una influencia directa sobre la experiencia de uso por parte del cliente. Entonces, las primeras posiciones de importancia las ocupan la conectividad y la facilidad de uso y rapidez. Mientras, quedan en posiciones intermedias la durabilidad y antivandalismo, la facilidad de mantenimiento y el ahorro energético, atributos que afectarán directamente a la gestión del sistema. Así, el último atributo en importancia será el tamaño de la estación y la intrusión de esta en el entorno urbano.

Con ello, la **conectividad** es el elemento principal de diseño. Las estaciones y las bicicletas deberán estar conectadas constantemente a la red de modo que el usuario siempre conozca el estado de las mismas. Así, no realizará viajes en vano a estaciones vacías o inoperativas, y el sistema ganará confianza por parte del usuario.

La **facilidad de uso y rapidez** es el segundo atributo en importancia. El usuario debe encontrar un sistema sencillo, basado en reservar con facilidad una bicicleta, desbloquearla, y trasladarse de una estación a otra. Además, debería permitirse desbloquear y bloquear la bicicleta de distintas maneras, ya sea directamente desde la aplicación, o haciendo uso de la pantalla de la estación.

Posteriormente, **durabilidad y antivandalismo** son esenciales para unas estaciones que se encontrarán a la intemperie el resto del año. La mejor manera de evitar necesitar un sistema sencillo de mantenimiento es que este necesite de mantenimientos correctivos la menor cantidad de veces posibles. Así, la **facilidad de mantenimiento** de las estaciones ocupa la posición siguiente.

El siguiente atributo será el **ahorro energético**. No se considera que el consumo eléctrico de estas estaciones sea tan elevado como para dar una gran importancia a la instalación de fuentes de energía renovables. Además, cabría realizar un análisis de diseño sobre la superficie disponible para estos sistemas. Sin embargo, sí se considera una opción más interesante el desarrollo de sistemas que permitan optimizar la carga de baterías según la previsión de uso y la ocupación de las instalaciones, así como el precio de la electricidad en ese instante. Sin embargo, sí conviene destacar que la contratación de tarifas eléctricas provenientes de fuentes renovables mejora la imagen del servicio.

Por último, **el tamaño de las estaciones y su intrusión en el ambiente urbano** quedará relegado al último puesto. Se considera que una estación de bicicletas siempre será intrusiva y tendrá un tamaño determinado por el número de bicicletas. Sin embargo, se respetará siempre la anchura mínima requerida por la

ley vigente para pasos de peatones, personas con movilidad reducida, etc.

Estructura funcional

En el presente apartado, se presentará la estructura funcional de la estación, teniendo solamente en cuenta las funciones principales que se tendrán cuenta para el diseño o la selección de estaciones entre las disponibles en el mercado. Primero, se presenta en la Figura 5.7 un esquema sencillo.



Figura 5.7: Estructura funcional de una estación [Elaboración propia]

A continuación, en la Figura 5.8 se desarrolla una estructura funcional más detallada sobre el funcionamiento básico de una estación.

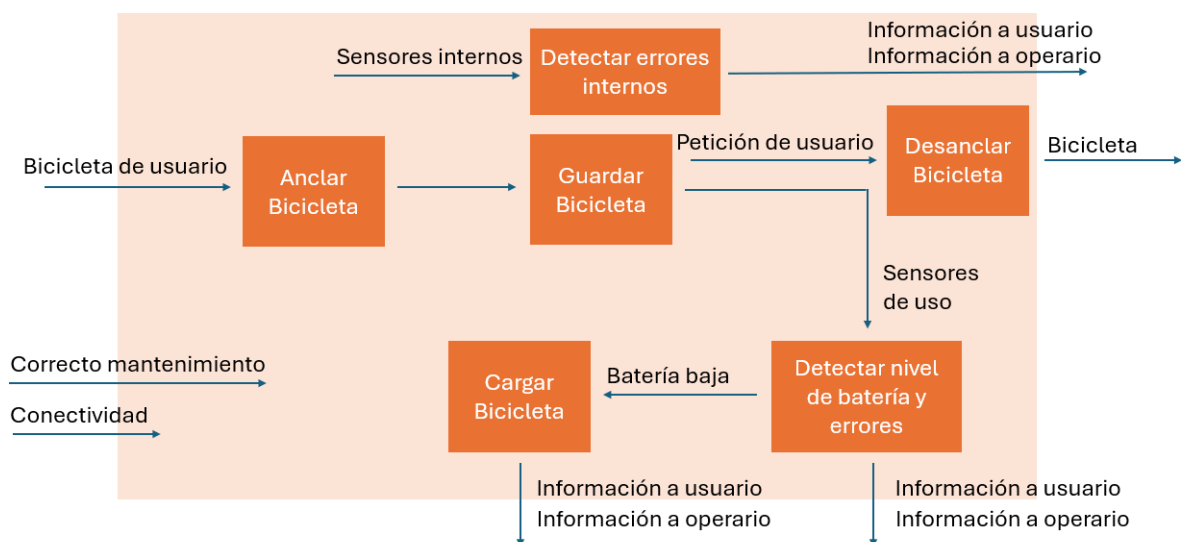


Figura 5.8: Subsistemas internos de una estación [Elaboración propia]

5.3. Plan de mantenimiento

El presente apartado se va a realizar de una manera diferenciada. Así, primero se definirán los distintos tipos de mantenimiento que recibirán tanto bicicletas como estaciones. Por último, se definirán los requisitos para cada tipo de mantenimiento. Posteriormente, se realizará un diagrama de frecuencias de mantenimiento anual. Gracias a este plan de mantenimiento, en los apartados posteriores se podrá definir el plan de organización de personal, así como la herramienta de gestión del sistema.

Para cualquier elemento sujeto a un mantenimiento, se tienen los siguientes tipos:

- **Mantenimiento preventivo:** Este mantenimiento comprende todas aquellas actividades periódicas con frecuencia predeterminada a las que obliga la normativa, recomiendan los fabricantes, u otras que se obtienen en base a la experiencia obtenida en el servicio. Así, se dividirán en mantenimiento técnico legal, recomendadas por el fabricante, y recomendadas por el proveedor del servicio o por el propio cliente.
- **Mantenimiento correctivo:** El mantenimiento correctivo incluye todas aquellas operaciones que se realizan como consecuencia de las averías producidas. Así, son necesarias para obtener el funcionamiento idóneo de la instalación. En conclusión, comprende la reparación por avería o rotura imprevista.
- **Mantenimiento conductivo:** Estas operaciones tienen una alta periodicidad y consisten en una *check-list* para asegurar el correcto funcionamiento de las instalaciones. Aumentan el confort de uso para los usuarios. Es una operación que comprueba el funcionamiento de todos los elementos del sistema de manera visual.
- **Mantenimineto predictivo:** Este mantenimiento se basa en la detección de posibles futuras roturas. Para ello, se miden la temperatura de servicio, vibraciones anómalas, que pueden provocar una posible avería futura. Gracias a este mantenimiento, se previenen mantenimientos correctivos costosos o peligrosos para el usuario, se disminuye el número de bicicletas con necesidad de mantenimiento y con ello se logra una mayor productividad en el servicio.

5.3.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de bicicletas y estaciones se va a organizar según unas gamas tipo de mantenimiento que recogerán aquellas actuaciones obligadas por la ley, o recomendadas por el fabricante o el gestor del servicio. Así, para cada gama se incluirá:

- Logo y nombre de la empresa.
- La bicicleta o estación a mantener a través de un número que la identifique.
- Nombre del operario y del ingeniero.
- Fecha.
- Tipo de actuación (según ley, cliente, recomendación de fabricante o propia).
- Descripción del mantenimiento.
- Casillas para indicar la realización, tiempo previsto y tiempo real.
- Indicaciones generales de mantenimiento.
- Casilla para observaciones.
- Casilla para materiales.
- Casilla para firma de operario y del técnico titulado competente.

Se presenta en la Figura 5.9 una gama tipo.

Gama de mantenimiento

Gama para el Mantenimiento Preventivo de Bicicletas

Ingeniero: _____ Fecha: dd/mm/AA

Operario: _____ Código de identificación: _____

Mantenimiento de [indicar componente a mantener]

Leyenda: d: Diario - s: Semanal - q: Quincenal - m: Mensual - b: Bimestral - t: Trimestral - S: Semestral - A: Anual

TL: Técnico legal - RF: Recomendación fabricante - C: Cliente - RF: Recomendación experiencia

TL/RF/C/RF	Normativa	Frec.	Descripción	Check	Tiempo (h:min)	
					Prev.	Real.

Indicaciones:

Observaciones:

Materiales sustituidos:

Firma del operario:

Firma del ingeniero:

Figura 5.9: Gama tipo para el mantenimiento preventivo [Elaboración propia]

Bicicletas

Para facilitar la operativa de mantenimiento, las frecuencias de mantenimiento se establecerán en periodos de tiempo. Sin embargo, el mantenimiento de vehículo se realiza teniendo en cuenta el kilometraje recorrido por dicho vehículo. Es por ello que, para conocer cada cuánto tiempo una bicicleta recorre un cierto kilometraje, se va a realizar un cálculo orientativo, al carecer de datos del servicio.

Así, se va a tomar el promedio de kilómetros recorridos al día por las bicicletas de los sistemas de BiciMAD y Bicing. Si bien es cierto que dichas ciudades son más grandes que Zaragoza, así, hasta comenzar la operativa del servicio y obtener datos concretos, se tomarán las variables más restrictivas. Se representan los datos en la tabla 5.1.

Estadística	BiciMAD	Bicing
Media de usos por bicicleta y día	3,3	5,5
Distancia media recorrida (m)	3.082	2.842
Distancia media diaria (m)	10.170	15.631

Cuadro 5.1: Estadísticas de uso de bicicletas Bicing y BiciMAD [Web del servicio]

Por lo tanto, se tomará un kilometraje diario de 12,9 km por bicicleta en Zaragoza.

En la Figura 5.10 se presenta un esquema de la bicicleta con las partes a mantener de la misma.



Figura 5.10: Esquema de las partes de la bicicleta [Elaboración propia]

Sistema de frenado En este caso, las bicicletas utilizadas por la mayoría de servicios de bicicleta compartida en España, entre ellos BiciMAD o Bicing, son del fabricante canadiense PBSC. Este modelo de bicicleta está diseñado para asegurar el mejor funcionamiento de las bicicletas compartidas en ciudades de todo el mundo.

Es por ello que utilizan frenos de tambor evolucionados, tipo Shimano Roller-brake, con el cableado. Este freno asegura que no existirán pastillas que se puedan desgastar o discos de freno que puedan desalinearse. Así, el único mantenimiento necesario según la ficha técnica del producto es la aplicación de grasa. Para ello, se deberá retirar el tapón de engrasado del freno e introducir 5 gramos de grasa mientras se gira la rueda lentamente. El fabricante recomienda realizar este mantenimiento cada 6 meses de uso.

Además, se comprobará el funcionamiento de las manetas de freno, así como la tensión de los cables de frenado cada 6 meses.

Se presenta en la Figura 5.11 las instrucciones de mantenimiento de los frenos, así como una representación de los mismos.

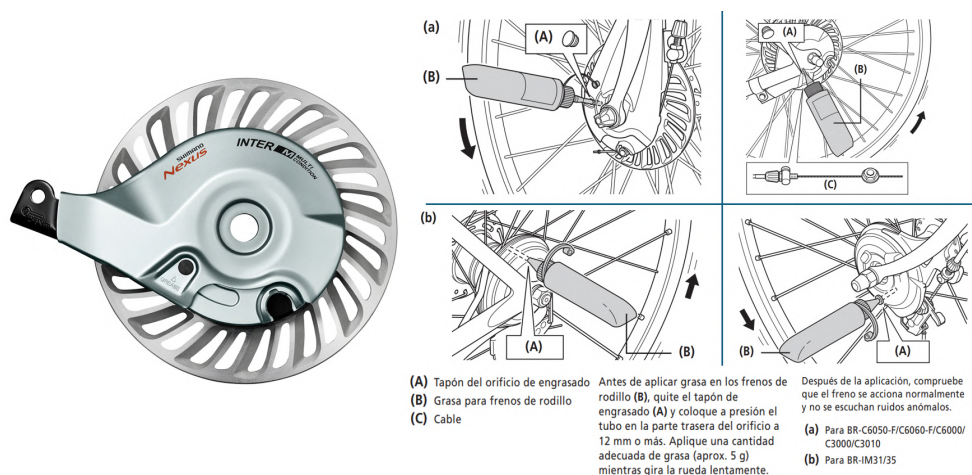


Figura 5.11: Esquema frenos Shimano [Manual de instrucciones Shimano]

Sistema propulsión mecánica El sistema de propulsión mecánica de una bicicleta consta de los siguientes elementos y sus respectivas revisiones:

- **Cadena:** se recomienda sustituir la cadena de una bicicleta cada 4.500 km de uso para prevenir que su desgaste dañe otros componentes de la transmisión. Así, este mantenimiento se realizará cada 12 meses.

Además, cada 1.500 km se recomienda lubricar y limpiar la cadena para aumentar la duración de la misma y asegurar un funcionamiento correcto y seguro. Este mantenimiento se realizará de manera semestral.

- **Pedales:** el mantenimiento de los pedales de la bicicleta consiste en el desmontaje, limpieza y lubricación de los mismos. Como la bicicleta solamente se va a utilizar en entorno urbano y no existe una frecuencia determinada para el mantenimiento de los mismos, se establecerá un periodo de 6 meses entre mantenimientos.

- **Casette:** en este caso, el mantenimiento es similar al mantenimiento de pedales, consiste en desmontar, limpiar y lubricar. De nuevo, no existe una frecuencia determinada y se establecerá provisionalmente en una revisión cada seis meses.
La sustitución del mismo dependerá del desgaste. Sin embargo, provisionalmente se establecerá una sustitución anual del mismo.

- **Transmisión:** la transmisión es uno de los elementos más expuestos de una bicicleta. Además, necesita un ajuste preciso para obtener un funcionamiento correcto. Así, el mantenimiento consiste en desmontar, limpiar y engrasar y, posteriormente, ajustar el cambio.
Por lo tanto, cada 6 meses se ajustará el funcionamiento del cambio de la bicicleta y se realizará la limpieza profunda del sistema.

- **Plato:** de nuevo, el plato de una bicicleta es una pieza que no necesita un mantenimiento elevado, solamente limpieza y engrase. El plato de una bicicleta es una pieza que necesita sustitución cada largos periodo de uso, por lo tanto, se establecerá una frecuencia provisional de cada 5 años, aunque siempre dependerá del estado del mismo.

Para facilitar la comprensión del plan de mantenimiento, se facilita en la Figura 5.12 un esquema de un sistema de transmisión básico de una bicicleta.

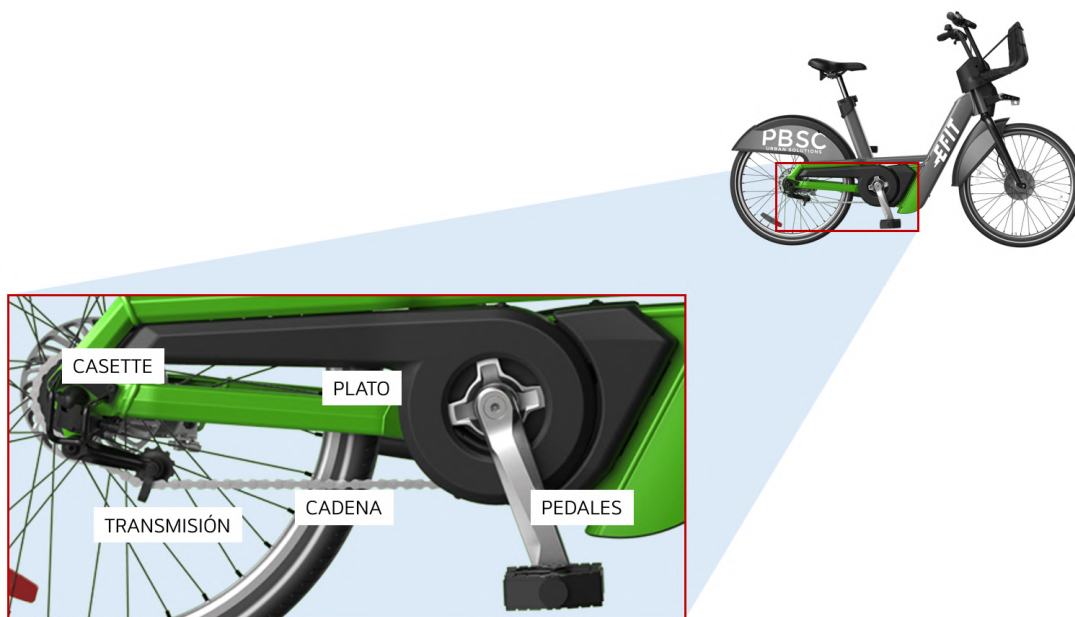


Figura 5.12: Esquema transmisión bicicleta PBSC [Elaboración propia]

Sistema de propulsión eléctrica El mantenimiento del sistema eléctrico de la bicicleta será sencillo, pues los elementos eléctricos están pensados para tener nulo mantenimiento a lo largo de su vida útil. Entonces, se comprobará el estado de la batería, el voltaje de la misma, su temperatura, así como que el sistema funcione correctamente. Esta comprobación se realizará cada seis meses.

Ruedas El mantenimiento de las ruedas de las bicicletas se basa en la comprobación de que las mismas estén centradas y que los radios no se hayan destensado. Además, es importante la limpieza y desengrasado de bujes. El buje es el componente que conecta los radios de la rueda con el eje de la misma y el cuadro de la bicicleta. Su mantenimiento se recomienda realizar cada 4.000-5.000 km, es decir, anualmente.

Además, se comprobará la limpieza de reflectantes y la presión de la rueda cada 6 meses. Por último, cada 4.000 km (o según desgaste) se sustituirán las cubiertas de la bicicleta.

Se presenta en la Figura 5.13 un esquema del sistema de ruedas de la bicicleta.

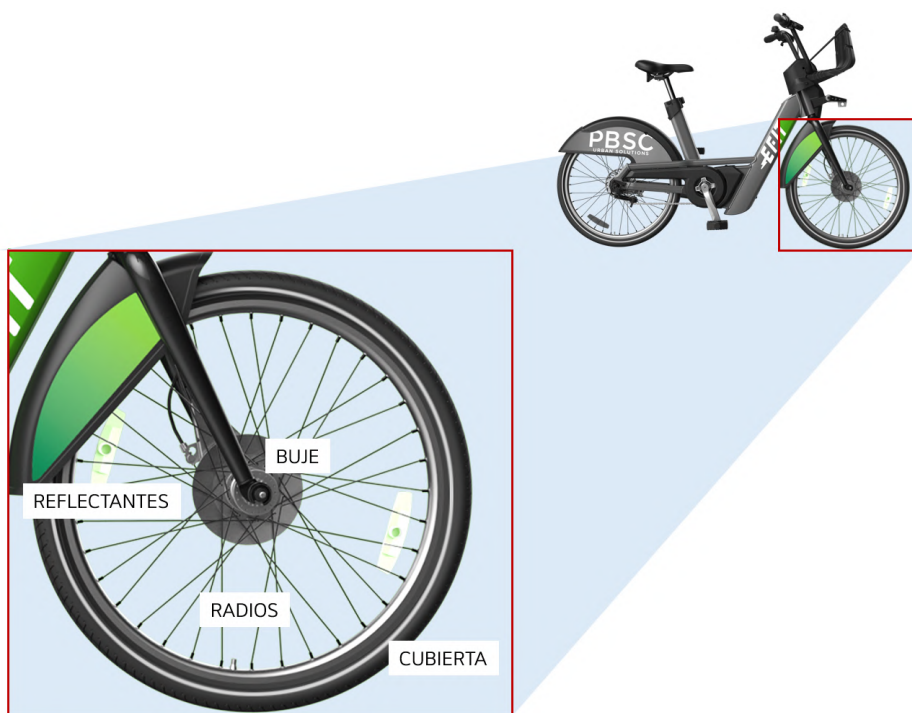


Figura 5.13: Esquema ruedas bicicleta PBSC [Elaboración propia]

Comprobación genérica Esta comprobación genérica consiste en:

- Limpieza del cuadro de la bicicleta, ruedas, sillín, manillas, tija, guardabarros.
- Apriete y ajuste tornillos, tuercas, pernos, etc.

Así, esta comprobación genérica se realizará cada 6 meses.

Gama de mantenimiento Bicicletas Se presenta en la Figura 5.14 la gama de mantenimiento tipo para bicicletas.

Gama de mantenimiento

Gama para el Mantenimiento Preventivo de Bicicletas

Ingeniero: _____ Fecha: dd/mm/AA

Operario: _____ Código de identificación: _____

Mantenimiento de Bicicletas

Leyenda: d: Diario - s: Semanal - q: Quincenal - m: Mensual - b: Bimestral - t: Trimestral - S: Semestral - A: Anual

TL: Técnico legal - RF: Recomendación fabricante - C: Cliente - RE: Recomendación experiencia

TL/RF/C/RE	Normativa	Frec.	Descripción	Check	Tiempo (h:min)	
					Prev.	Real.
			Sistema de frenado:			
RF		S	Engrase de frenos		0:15	
RF		S	Comprobación manetas de freno		0:05	
RF		S	Comprobación cables frenado		0:02	
			Sistema de propulsión mecánica:			
RF		S	Limpieza y lubricación cadena		0:15	
RF		A	Sustitución cadena		0:20	
RF		S	Limpieza y lubricación pedales		0:15	
RF		S	Limpieza y lubricación cassette		0:07	
RF		A	Sustitución cassette		0:15	
RF		S	Ajuste transmisión		0:05	
RF		S	Limpieza y lubricación transmisión		0:07	
RF		S	Limpieza y lubricación plato		0:05	
RF		5A	Sustitución plato		0:30	
			Sistema de propulsión eléctrica:			
RF		S	Comprobación batería		0:10	
			Ruedas			
RF		A	Limpieza y lubricación bujes		0:20	
RF		S	Limpieza reflectantes		0:02	
RF		S	Comprobación presión ruedas		0:02	
RF		A	Comprobación tensión radios		0:05	
			Genérico			
RF		S	Limpieza de cuadro, ruedas, sillín, manetas, tija, guardabarros		0:10	
RF		S	Comprobación manillas, tija, manetas y timbre		0:02	
RF		S	Comprobación luces y pantalla		0:02	
RF		S	Apriete tornillos, tuercas, pernos, etc.		0:05	
RF		S	Comprobación cableado		0:02	

Indicaciones:

Estaciones

El mantenimiento de las estaciones, al no tener estas partes móviles y ser estáticas, será más sencillo que el de las bicicletas. Para una mejor representación de estas estaciones se muestra un ejemplo de la marca PBSC en la Figura 5.15.



Figura 5.15: Estación PBSC para movilidad compartida [Web PBSC]

Los principales mantenimientos a realizar serán:

- Limpieza y engrase de puntos de anclaje: este mantenimiento se realizará de forma trimestral.
- Limpieza de panel fotovoltaico: se realizará de manera trimestral para asegurar la correcta operativa del mismo.
- Limpieza de la pantalla: se realizará de forma trimestral.
- Limpieza de la estación: consistiendo en una limpieza exhaustiva de la estación, se realizará semestralmente.
- Pintar sobre desperfectos: anualmente.

El mantenimiento consta sobre todo de la limpieza y engrase de las partes que utilizará el usuario para ofrecer la mejor experiencia de uso posible. La periodicidad de mantenimientos queda sujeta a cambios una vez comience el servicio y se conozca la tendencia de estas estaciones a ensuciarse, ser vandalizadas, o averiarse.

La gama de mantenimiento queda representada en la Figura 5.16.

Gama de mantenimiento

Gama para el Mantenimiento Preventivo de Bicicletas

Ingeniero: _____ Fecha: dd/mm/AA
 Operario: _____ Código de identificación: _____

Mantenimiento de estaciones

Leyenda: d: Diario - s: Semanal - q: Quincenal - m: Mensual - b: Bimestral - t: Trimestral - S: Semestral - A: Anual

TL: Técnico legal - RF: Recomendación fabricante - C: Cliente - RE: Recomendación experiencia

TL/RF/C/RE	Normativa	Frec.	Descripción	Check	Tiempo (h:min)	
					Prev.	Real.
RE		T	Limpieza de puntos de anclaje		0:15	
RE		T	Engrase de puntos de anclaje		0:15	
RE		T	Limpieza de panel fotovoltaico		0:10	
RE		T	Limpieza de la pantalla		0:02	
RE		S	Limpieza de la estación		0:30	
RE		A	Pintar desperfectos		0:30	
RE		T	Revisión general de cableado		0:30	

Indicaciones:

Observaciones:

Materiales sustituidos:

Firma del operario:

Firma del ingeniero:

Figura 5.16: Gama mantenimiento de estaciones [Elaboración propia]

Una vez que se han realizado las gamas, se presenta en el Apéndice A un esquema de planificación temporal para el mantenimiento preventivo de bicicletas y estaciones. en la Tabla 5.2 se resumen los tiempos requeridos por bicicleta y para el conjunto del sistema (2.500 bicicletas y 278 estaciones).

Cuadro 5.2: Tiempos de mantenimiento preventivo [Elaboración propia]

```

graph TD
    subgraph "Gerente de Operaciones"
        G1[Gerente de Operaciones]
    end
    subgraph "Encargado de Mantenimiento"
        E1[Encargado]
    end
    subgraph "Operario"
        O1[Operario]
    end
    subgraph "Encargado"
        E2[Encargado]
    end
    subgraph "Administrativo"
        A1[Administrativo]
    end
    subgraph "Gerente de Operaciones"
        G2[Gerente de Operaciones]
    end

    G1 --> E1
    E1 --> O1
    O1 --> E2
    
    E2 --> C1[Control aleatorio]
    E2 --> V1[Verificación de preventivos]
    
    C1 --> V1
    V1 --> E2
    
    V1 -- "No conforme" --> E2
    V1 -- "Conforme" --> E2
    
    E2 --> C2[Preventivo cerrado]
    C2 --> A1
    A1 --> G2
    G2 --> E1
    
    E2 -- "CON INCIDENCIAS" --> O2[Chequeo y revisión con medidas]
    O2 -- "Sin correctivo" --> V2[Verificación del trabajo]
    V2 -- "Conforme" --> E2
    V2 -- "No conforme" --> O3[Realización nueva orden correctivo]
    O3 --> V2
    
    O2 -- "Correctivo necesario" --> E3[Cierre orden preventivo]
    E3 --> E4[Generación orden correctivo]
    E4 --> O3
  
```

Propuesta técnica de un servicio de alquiler de bicicletas en Zaragoza atendiendo a una licitación publicada por el Ayuntamiento
Carlos Sánchez Mata

5.3.2. Mantenimiento conductivo

Debido a la tipología del servicio, los operarios de mantenimiento deberán trasladarse constantemente a las distintas estaciones para realizar mantenimientos preventivos o correctivo o, incluso, para temas logísticos, como el traslado de bicicletas de una estación a otra. Así, se aprovecharán estos traslados para realizar el mantenimiento conductivo de bicicletas y estaciones.

Es cierto que esta dinámica que caracteriza al servicio puede provocar que un cierto número de bicicletas no reciban el mantenimiento, o sea repetido, ya que mientras el operario realiza el mantenimiento de una estación, los clientes aún tendrán acceso a las bicicletas. Así, no se tendrá en cuenta dicha variable.

De este modo, se organizará la logística del plan de mantenimiento en el apartado siguiente teniendo en cuenta una visita semanal a cada estación, para realizar mantenimiento conductivos a bicicletas y estaciones.

Se presenta en la Figura 5.18 el flujograma para la realización de mantenimientos conductivos.

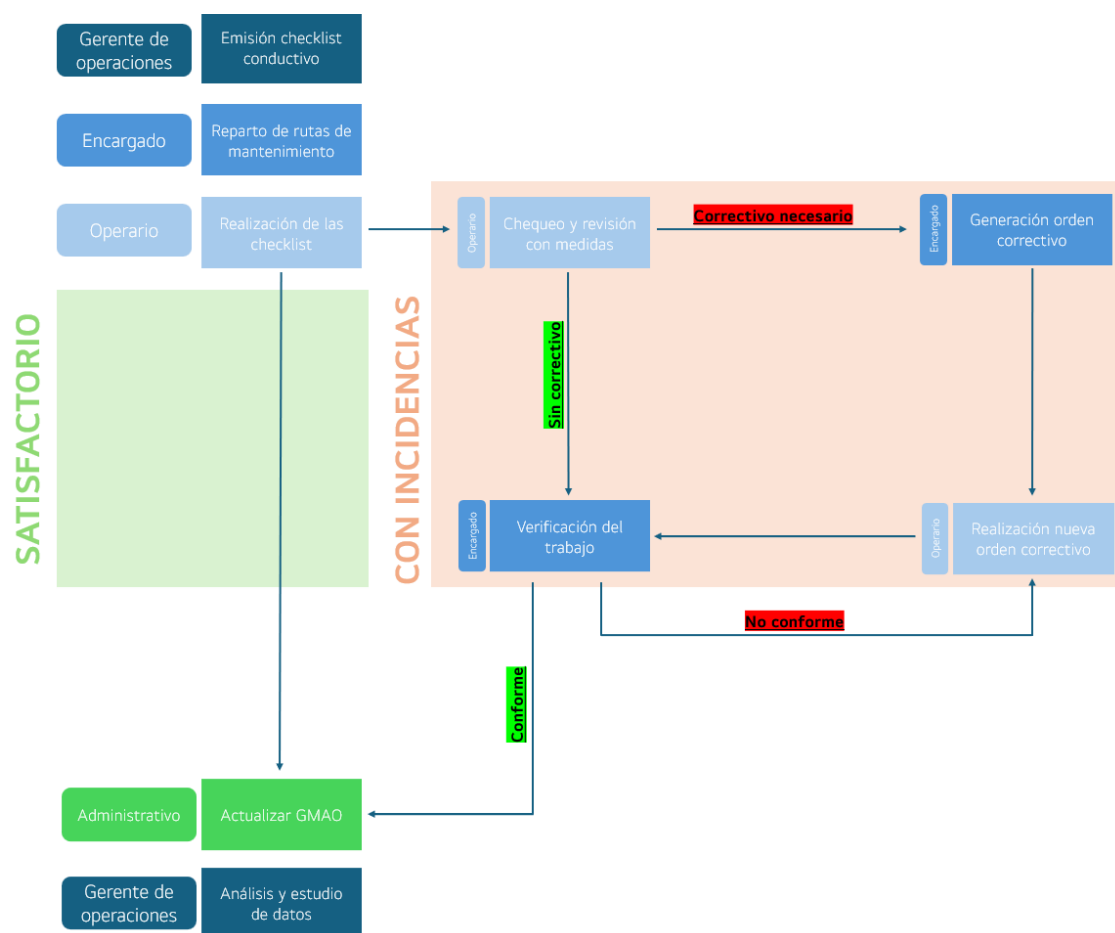


Figura 5.18: Flujograma mantenimiento conductivo [Elaboración propia]

Se presenta en la Figura 5.19 la checklist preparada. Sujeta a cambios al comenzar el servicio.

Checklist estaciones

Mantenimiento conductivo de estaciones y bicicletas

Ingeniero: _____ Fecha: dd/mm/AA
 Operario: _____ Código de identificación: _____

Punto	Descripción	Check
1	Revisar operativa de anclajes	
2	Comprobar que el lector de tarjetas funciona	
3	Comprobar que la estación se encuentra conectada a la red	
4	Comprobar grafitis, pegatinas, actos vandálicos	
5	Comprobar mecanismo cierre de compartimentos de mantenimiento	
6	Comprobar ausencia de suciedad, plagas, etc.	
7	Inspeccionar cables	
8	Inspeccionar funcionamiento pantalla	
9	Inspeccionar alineación sillines y manillares	
10	Inspeccionar presión de neumáticos	
11	Inspeccionar limpieza bicicletas	
12	Inspeccionar pegatinas bicicletas	
13	Comprobar conexión a la red de bicicletas	
14	Comprobación del correcto funcionamiento de partes móviles	
15	Comprobación del funcionamiento del sistema de iluminación y de la pantalla LCD	
16	Comprobación del estado del cableado	
17	Otro: _____	
18	Otro: _____	
19	Otro: _____	
20	Otro: _____	

Observaciones:

Materiales sustituidos:

Firma del operario:

Firma del ingeniero:

Figura 5.19: Checklist mantenimiento conductivo [Elaboración propia]

5.3.3. Mantenimiento predictivo

Para poder predecir qué bicicletas y estaciones necesitarán mantenimientos, y así prevenir posibles preventivos, puede ser interesante la instalación de sensores que detecten posibles fallos.

Bicicletas

Se contempla la inclusión de los siguientes sensores:

- **Sensor de vibración:** para detectar vibraciones anómalas en ejes, rodamientos, etc.
- **Acelerómetro y giroscopio:** detectar movimientos que puedan considerarse como accidentes, caídas, o mal uso de la bicicleta.
- **Sensor de presión de ruedas:** para alertar en caso de presión baja.
- **Sensor de carga de batería:** para detectar posibles errores en la carga/-descarga.

Estaciones

Se han estudiado los siguientes sensores:

- **Sensor de ocupación:** para conocer el número de bicicletas en tiempo real, qué punto de anclaje no funciona o no detecta vehículo.
- **Sensor de temperatura y humedad:** para prevenir condiciones que puedan afectar a bicicletas y estaciones.

Además, aunque no entra dentro del marco de este trabajo, en estudios posteriores se puede contemplar la inclusión de herramientas como la conectividad IoT «*Internet of Things*» y crear algoritmos que, mediante «*Machine learning*» Machine Learning predigan cuándo será necesario realizar mantenimientos.

Por último, destacar que la operativa el mantenimiento predictivo consiste en enviar alertas a la herramienta de gestión que los operarios de mantenimiento podrán convertir en correctivos, o rechazar en caso de no ser importantes.

5.3.4. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento se realizará a partir de las órdenes de mantenimiento creadas durante la realización del preventivo, conductivo, a partir de los datos obtenidos a través del predictivo, o por avisos ofrecidos por usuarios a través de la App o medios de contacto.

Así, según el correctivo a realizar, las órdenes se clasificarán en tres niveles de urgencia:

- Alta: el servicio queda inoperativo, la estación o la bicicleta no pueden o deben funcionar en dicho estado. Tiempo de respuesta de 2 horas.
- Media: el servicio puede continuar aunque debe solucionarse lo antes posible, incluye desajuste del cambio, sillín mal alineado, etc. Tiempo de respuesta de 24 horas.
- Baja: permite continuar utilizando la bicicleta o la estación. Puede ser daño en la pintura, suciedad, etc. Tiempo de respuesta de una semana.

A continuación se presenta en la Figura 5.20 el flujograma correspondiente al mantenimiento correctivo.

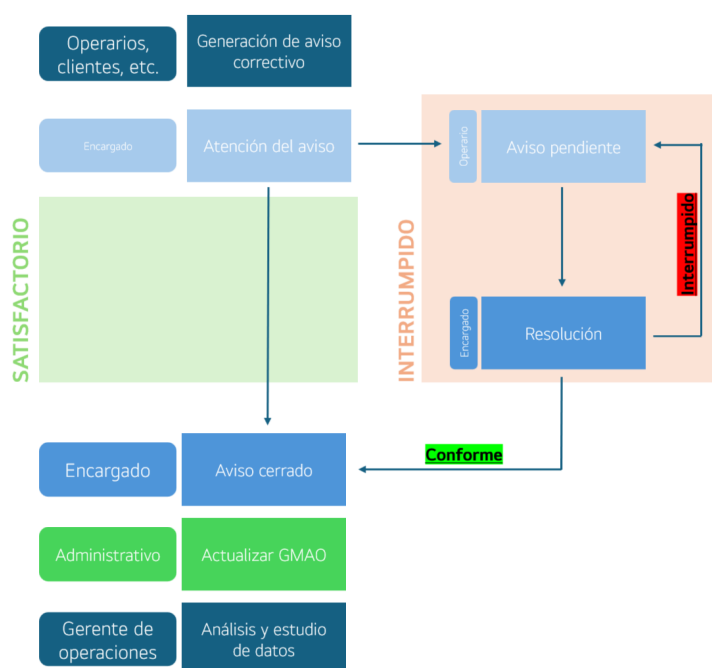


Figura 5.20: Flujograma mantenimiento correctivo [Elaboración propia]

5.4. Plan logístico

En el presente capítulo se va a estudiar la logística intrínseca en el sistema de bicicleta compartida para la ciudad de Zaragoza. Así, para ello, se va a distinguir entre dos tipos de logística, interna y adaptada al servicio.

5.4.1. Logística interna

La logística interna comprende:

- Número de bicicletas que necesitarán mantenimiento en un mismo periodo de tiempo.
- Tiempos, rutas y modo de desplazamiento de los operarios para realizar el mantenimiento a estaciones y bicicletas
- Instalaciones para el mantenimiento de las bicicletas.
- Necesidades de stock de repuestos en almacén.

Esta logística interna constará de un plan fijo a definir, con pequeñas variaciones debidas a la necesidad de realizar mantenimientos correctivos.

Necesidades de mantenimiento

Siguiendo el plan de mantenimiento propuesto, en el que se definen cuatro tipos de mantenimiento a realizar a bicicletas y estaciones, se determinarán cuántas estaciones y bicicletas necesitarán tareas de mantenimiento al mismo tiempo. Este trabajo se realiza de manera previa al dimensionamiento de instalaciones, rutas de mantenimiento, stock necesario, así como a la organización y estructura de personal del servicio.

Por lo tanto, a continuación se realizará el plan de mantenimiento de bicicletas y estaciones teniendo en cuenta el número de elementos que componen el sistema.

Bicicletas El servicio, de acuerdo a la información proporcionada en pliegos, constará de 2.500 bicicletas. Así, para conocer las necesidades logísticas del sistema, se deberá determinar:

- Número de bicicletas disponibles en un mismo periodo de tiempo.
- Número de bicicletas en mantenimiento preventivo en un mismo periodo de tiempo, tanto en base logística como en estaciones.
- Número de bicicletas en mantenimiento correctivo en un mismo periodo de tiempo, tanto en base logística como en estaciones.
- Número de bicicletas en mantenimiento conductivo en un mismo periodo de tiempo, tanto en base logística como en estaciones.

El **mantenimiento preventivo** de las bicicletas se realizará de manera semestral. Así, el primer mantenimiento del año tendrá una duración de 1 hora, de acuerdo al Apéndice A, y el segundo mantenimiento de 1 hora y 45 minutos. Esto, para el conjunto del sistema, son 2.500 horas para el primer mantenimiento anual de las bicicletas, y 4.375 horas para realizar el segundo mantenimiento anual. Así, conjuntamente se ocuparán 6875 horas en realizar el mantenimiento preventivo de las bicicletas.

En cuanto al **mantenimiento correctivo**, antes de comenzar el servicio es difícil prever el número de incidencias que se darán, así como la complejidad y duración de las mismas. Entonces, de momento y de manera aproximada teniendo en cuenta la frecuencia de correctivos sobre preventivos que se da normalmente en la industria, se tomará una cantidad de tiempo en mantenimientos correctivos igual al 30 % de mantenimiento preventivo. Esto es un total de 2.062,5 horas para la realización de mantenimientos correctivos.

Para estos mantenimientos correctivos, se supondrá una duración media de 25 minutos por intervención, lo que conlleva a la realización de 4950 intervenciones de mantenimiento correctivo al año. De este modo, anualmente se realizarán 1,98 correctivos por bicicleta. La distribución de mantenimientos correctivos se supondrá igual en todos los meses. Así, mensualmente se realizarán mantenimientos correctivos a 412,50 bicicletas, diariamente a 13,56 bicicletas y semanalmente a 95,20 bicicletas.

En los casos del **mantenimiento conductivo y predictivo**, no se calculará un número de bicicletas diarias con necesidad de realizar dichos mantenimientos, puesto que se trata de mantenimientos que se realizan donde se encuentre la bicicleta directamente sin afectar a su disponibilidad.

Por lo tanto, para conocer el número de bicicletas intervenidas diariamente se resume la información en la Figura 5.21.

Bicicletas en Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo		Mto Correctivo	Total
	1º Semestre	2º Semestre		
Mantenimiento Diario	13,70	13,70	13,56	27,26
Mantenimiento Semanal	95,89	95,89	95,20	191,09
Mantenimiento Semetral	2500	2500	2475	4975
Mantenimiento Anual	5000		4950	9950

Figura 5.21: Bicicletas en mantenimiento según periodos de tiempo [Elaboración propia]

Estaciones El mantenimiento preventivo de estaciones se realizará en revisiones trimestrales, semestrales y anuales. La duración de dichas revisiones según lo planificado en el apartado de mantenimiento es la siguiente:

- **Revisiones trimestrales:** 45 minutos.
- **Revisiones semestrales:** 65 minutos.
- **Revisiones anuales:** 95 minutos.

Así, teniendo en cuenta las 130 estaciones iniciales y estableciendo un tiempo de 2 horas para realizar desplazamientos, restan seis horas diarias para realizar dichos mantenimientos. Entonces, se presenta a continuación el número de días de trabajo necesario para realizar cada tipo de mantenimiento:

- **Revisiones trimestrales:** 16,3 días. 8 estaciones diarias.
- **Revisiones semestrales:** 26 días. 5 estaciones diarias.
- **Revisiones anuales:** 43,3 días. 3 estaciones diarias.

Si bien es cierto que el tiempo de desplazamiento variará según el número de estaciones a mantener, se decide mantener fijo como margen de seguridad.

Además, se tendrá en cuenta que a partir del segundo año de servicio, estarán instaladas las 276 estaciones definitivas, entonces, el mantenimiento se realizará de la siguiente manera:

- **Revisiones trimestrales:** 34,5 días. 8 estaciones diarias.
- **Revisiones semestrales:** 55,2 días. 5 estaciones diarias.
- **Revisiones anuales:** 92 días. 3 estaciones diarias.

Rutas de sustitución de bicicletas

A continuación y para conocer el número de bicicletas que se encontrarán en las instalaciones de mantenimiento del sistema se definirá el modo en que estas llegarán a la nave, y con qué frecuencias llegarán y saldrán bicicletas de la misma. Así, para conocer la capacidad de transferencia de bicicletas, se determinarán las rutas a seguir de manera que se alcancen todas las estaciones en el mínimo periodo de tiempo posible. Estas rutas se realizarán por operarios que devolverán y recogerán bicicletas a la vez.

Una vez conocidas estas rutas, se preveerá cuánto tiempo es necesario para recorrerlas individual y colectivamente. Con esa información, se establecerá qué tipo de medio de transporte será el adecuado, su capacidad de carga, las necesidades de espacio en la nave, el número de bicicletas disponibles para el usuario a la vez, etc.

Diariamente, se deberá realizar el mantenimiento de 27,26 bicicletas. Así, se establecerá un plan logístico que diariamente sustituye 27,26 bicicletas que necesitan un mantenimiento por aquellas que ya han sido mantenidas. Así, para realizar las rutas que deberán realizar los operarios de mantenimiento se tendrá en cuenta esto y el plan del mantenimiento conductivo, por el cual se deberá visitar cada estación al menos una vez a la semana.

En su primera fase, el sistema cuenta con 130 estaciones, por lo tanto, diariamente deberán visitarse 26 estaciones en rutas que empiecen y terminen en la nave. Dicha nave será caso de estudio más adelante, si embargo, provisionalmente se establece que se encontrará en el distrito de Cogullada, caracterizado por ser un polígono industrial.

Para realizar las rutas se ha utilizado el software QGIS junto al complemento ORS TOOLS. Este software optimiza rutas. Se ha utilizado la ruta más rápida en cada caso así como el punto de inicio y final el polígono Cogullada.

Se presenta en la Figura 5.22 la Ruta 1, con una longitud de 30,55 km y una duración de 1,32 horas.

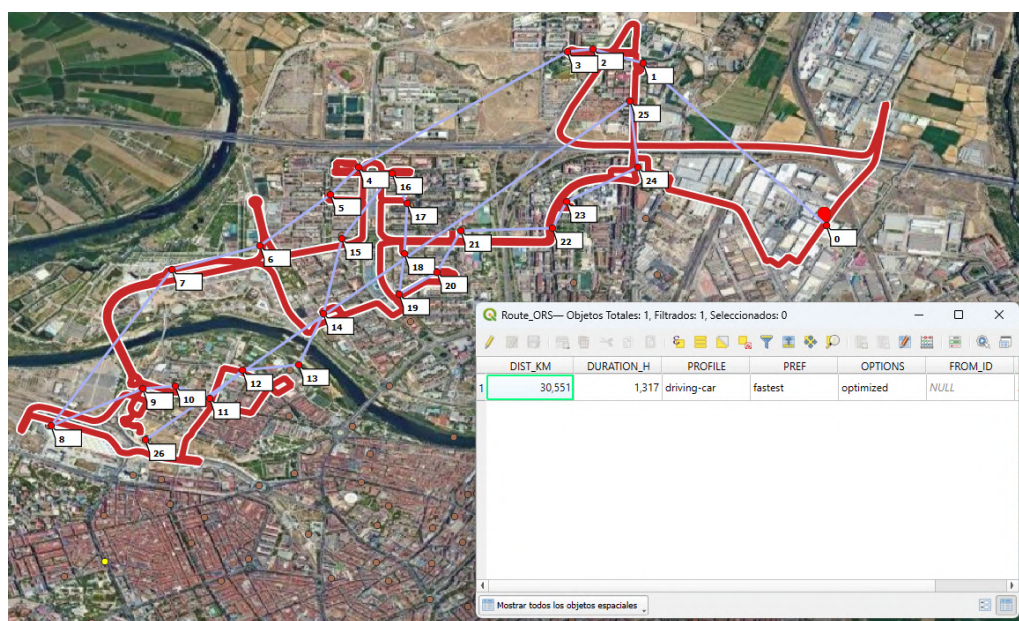


Figura 5.22: Ruta 1 - Mantenimiento [Elaboración propia]

Se presenta en la Figura 5.23 la Ruta 2, con una longitud de 23,94 km y una duración de una hora.

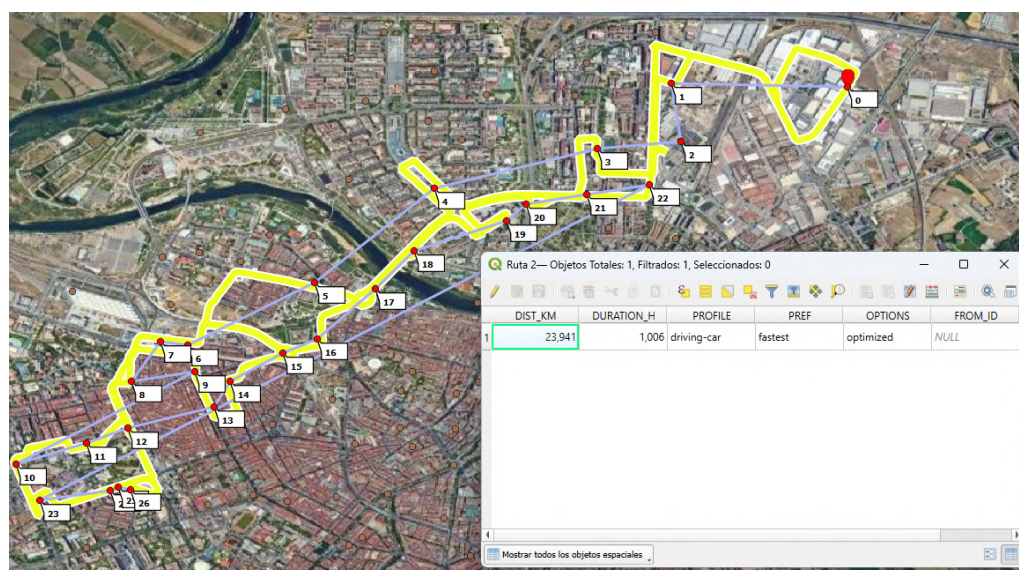


Figura 5.23: Ruta 2 - Mantenimiento [Elaboración propia]

Se presenta en la Figura 5.24 la Ruta 3, con una longitud de 31,27 km y una

duración de 1,27 horas.

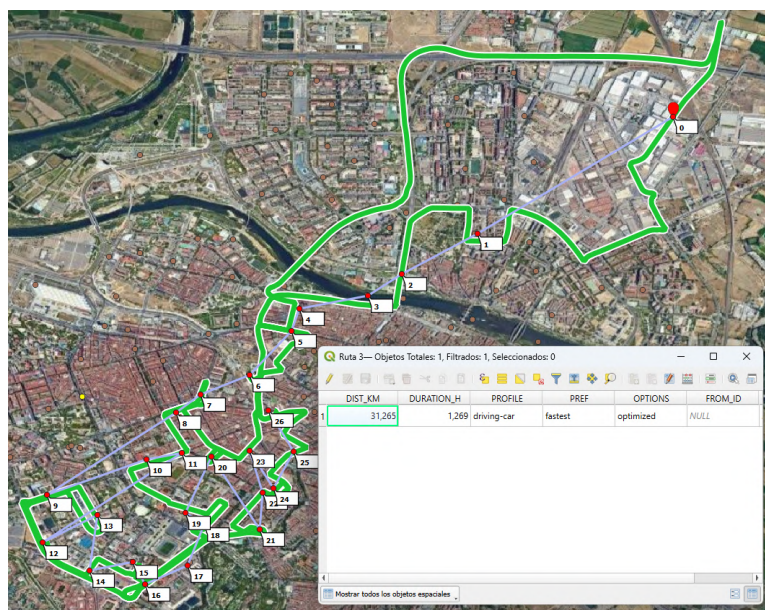


Figura 5.24: Ruta 3 - Mantenimiento [Elaboración propia]

Se presenta en la Figura 5.25 la Ruta 4, con una longitud de 25,04 km y una duración de 1,22 horas.

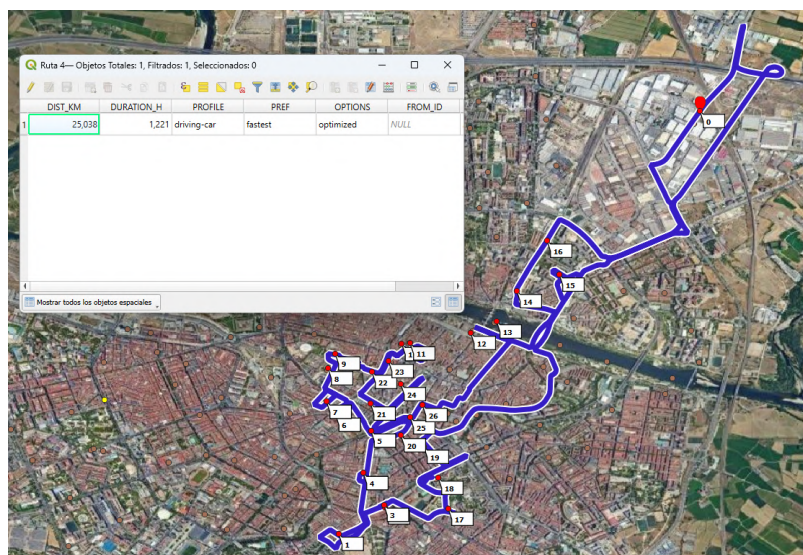


Figura 5.25: Ruta 4 - Mantenimiento [Elaboración propia]

Se presenta en la Figura 5.26 la Ruta 5, con una longitud de 26,82 km y una duración de 1,18 horas.

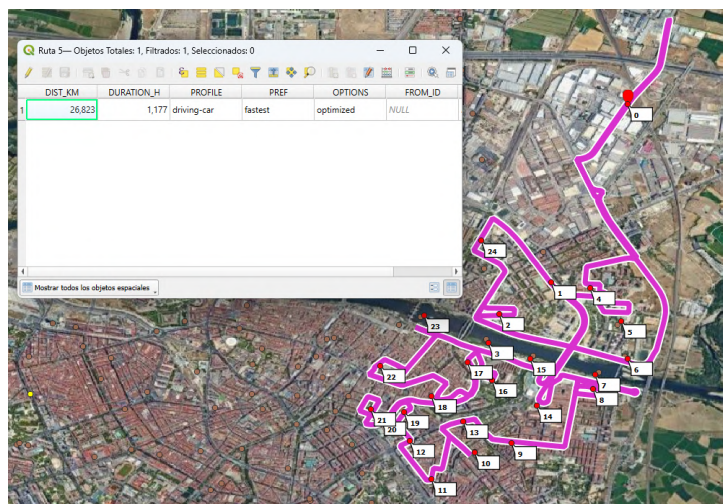


Figura 5.26: Ruta 5 - Mantenimiento [Elaboración propia]

En la Figura 5.27 se presenta el mapa con todas las rutas representadas.

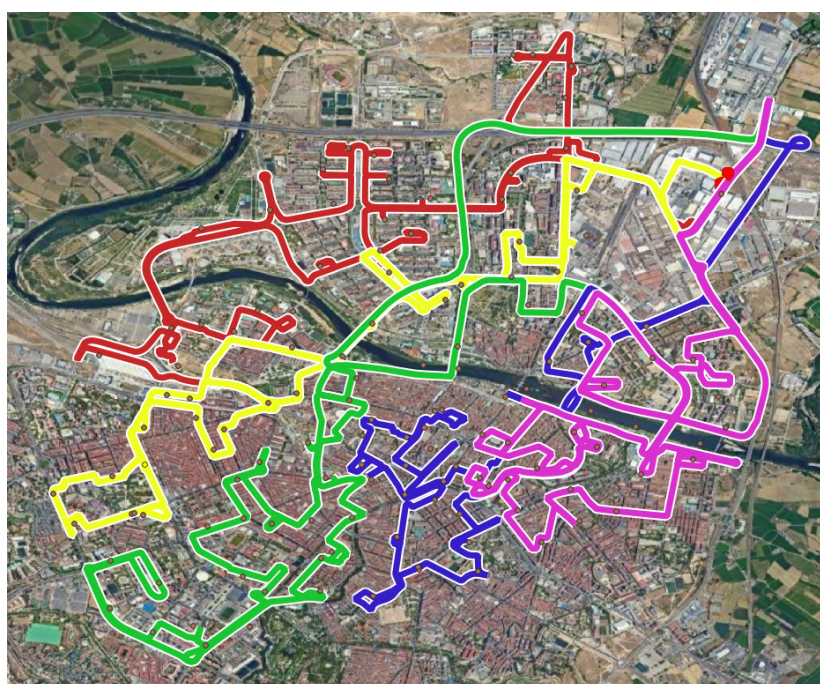


Figura 5.27: Rutas - Mantenimiento [Elaboración propia]

Como se puede comprobar, la ruta con mayor duración es la primera, siendo esta de 1,32 horas. La jornada laboral del operario encargado de realizar las rutas es de 8 horas. Teniendo en cuenta el tiempo de recorrido y de carga y descarga de las bicicletas de bicicletas, restan 5,68 horas para realizar el mantenimiento conductivo de 26 estaciones, siendo este 13 minutos por estación.

El mantenimiento conductivo consiste en conocer el estado de las estaciones solo mediante un análisis visual. Entonces, se considera un tiempo suficiente para realizar el conductivo de las estaciones y sustituir las bicicletas mantenidas por aquellas que precisan de mantenimientos.

Por lo tanto, aunque existe una variabilidad (pues no en cada ruta se sustituirá el mismo número de bicicletas), al día se deberán mantener 27,26 bicicletas, y se deberán sustituir otras 27,26 bicicletas. Entonces, se debe contar con un taller con capacidad para 27,26 bicicletas, así como con un almacén para las 27,26 bicicletas ya mantenidas que se distribuirán al día siguiente. Como no se conoce exactamente el número de bicicletas, se hará una corrección del 25 % al alza para dimensionar la nave.

Necesidades de stock de repuestos en almacén

Para poder dimensionar también el almacén de repuestos se realizará un estudio sobre la cantidad de componentes y repuestos necesarios para realizar cada tipo de mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo. Con ello, también se han tenido en cuenta tiempos de entrega para cada tipo de componente, teniendo en cuenta si deberían ser enviados desde la fábrica (tiempo de entrega de dos semanas), desde un distribuidor nacional (tiempo de entrega de una semana), o se puede adquirir en una tienda local (tiempo de entrega de tres días).

Para lograr la máxima eficiencia del espacio, la gestión del almacén se llevará a cabo contando con el mínimo material posible para realizar todos los mantenimientos. Así, se presenta en la Figura 5.28 el stock necesario diario para realizar los mantenimientos preventivos atendiendo a las gamas de mantenimiento.

Stock para Mantenimiento Preventivo				
<u>Pieza</u>	<u>Tiempo de entrega</u>	<u>Periodicidad de cambio</u>	<u>Sustituciones semanales</u>	<u>Stock Necesario</u>
Cadena	1 Semana	Anual	49	49
Casette	1 Semana	Anual	49	49
Plato	1 Semana	Quinquenal	10	10

Figura 5.28: Stock para mantenimiento preventivo [Elaboración propia]

Para el mantenimiento correctivo, se ha realizado una distribución de los 4950 avisos que se esperan anualmente atendiendo a la frecuencia de rotura de los distintos componentes. Así, componentes como manetas de frenos, reflectantes, o guardabarros se averiarán con mayor periodicidad que baterías, platos, o incluso la bicicleta entera. Se presenta en la Figura 5.29 el stock necesario de acuerdo a la distribución mencionada.

Stock para Mantenimiento Correctivo					
Pieza	Tiempo de entrega	Proporción Correctivos	Avisos Correctivo	Sustituciones semanales	Stock Necesario
Maneta de freno	1 Semana	6,25%	309	6	6
Cable freno	1 Semana	5,71%	283	5	5
Cadena	3 Días	5,71%	283	5	3
Casette	1 Semana	2,00%	99	2	2
Plato	1 Semana	2,00%	99	2	2
Pedal derecho	1 Semana	5,71%	283	5	5
Pedal izquierdo	1 Semana	5,71%	283	5	5
Transmisión	1 Semana	5,71%	283	5	5
Batería	2 Semanas	2,00%	99	2	4
Bujes	1 Semana	5,71%	283	5	5
Reflectantes	3 Días	6,25%	309	6	3
Cubiertas	3 Días	6,25%	309	6	3
Radios	1 Semana	5,71%	283	5	5
Sillín	3 Días	6,25%	309	6	3
Tija	1 Semana	2,00%	99	2	2
Guardabarros	1 Semana	6,25%	309	6	6
Timbre	3 Días	6,25%	309	6	3
Luz delantera	3 Días	6,25%	309	6	3
Luz trasera	3 Días	6,25%	309	6	3
Bicicleta completa	2 Semanas	2,00%	99	2	4

Figura 5.29: Stock para mantenimiento correctivo [Elaboración propia]

Instalaciones para el mantenimiento

Entonces, como al día, se deberán almacenar las 27,26 bicicletas mantenidas que se repartirán al día siguiente, además de las 27,26 bicicletas recogidas durante el día que se mantendrán el día siguiente, se necesitará un almacén con capacidad para 54,52 bicicletas. Se aplica el coeficiente de corrección del 25 % y se redondea al alza, alcanzando una capacidad de almacenamiento de 69 bicicletas.

Es también necesario determinar las necesidades de espacio para el mantenimiento de las bicicletas. No se conoce aún cuántos operarios de taller serán necesarios para realizar este mantenimiento. Sin embargo, se realiza dicho cálculo a

continuación:

Teniendo en cuenta que al día se mantendrán 27,26 bicicletas y que el mantenimiento preventivo más largo de las mismas tendrá una duración de 1 hora y 45 minutos, y que la duración de los mantenimientos correctivos se ha promediado en 25 minutos (teniendo en cuenta que habrá mantenimientos de duración nula y otros de duración superior), será necesario un tiempo para el caso extremo de 1.850 minutos diarios, correspondiendo estos a 30,83 horas.

Ahora, teniendo en cuenta una duración de la jornada laboral de 8 horas diarias, se necesitarán 3,85 operarios para la realización de los mantenimientos correctivos y preventivos diarios de las bicicletas. Entonces, se determinará que serán necesarios cuatro puestos de taller para la reparación de bicicletas.

Así, se definen a continuación las necesidades de almacenamiento y de taller para el mantenimiento de las bicicletas:

- **Almacenamiento:** 69 bicicletas.
- **Taller:** 4 puestos de taller.

Almacenamiento de bicicletas A continuación se definirán los requisitos de espacio para almacenar las 69 bicicletas:

Para el almacenamiento de las bicicletas se dispondrá de soportes de suelo como el mostrado en la Figura 5.30.



Figura 5.30: Soporte de suelo para 5 bicicletas

Así, la longitud de dicho soporte es de 130 cm, siendo necesarios 26 cm por bicicleta. Para calcular la anchura necesaria por bicicleta, se tiene en cuenta una

longitud de la misma de 175 cm. Así, el espacio que ocupa una bicicleta es de 26 x 175 cm. En la Figura 5.31 se propone un esquema preliminar de cómo podría ser la distribución del almacén de bicicletas.

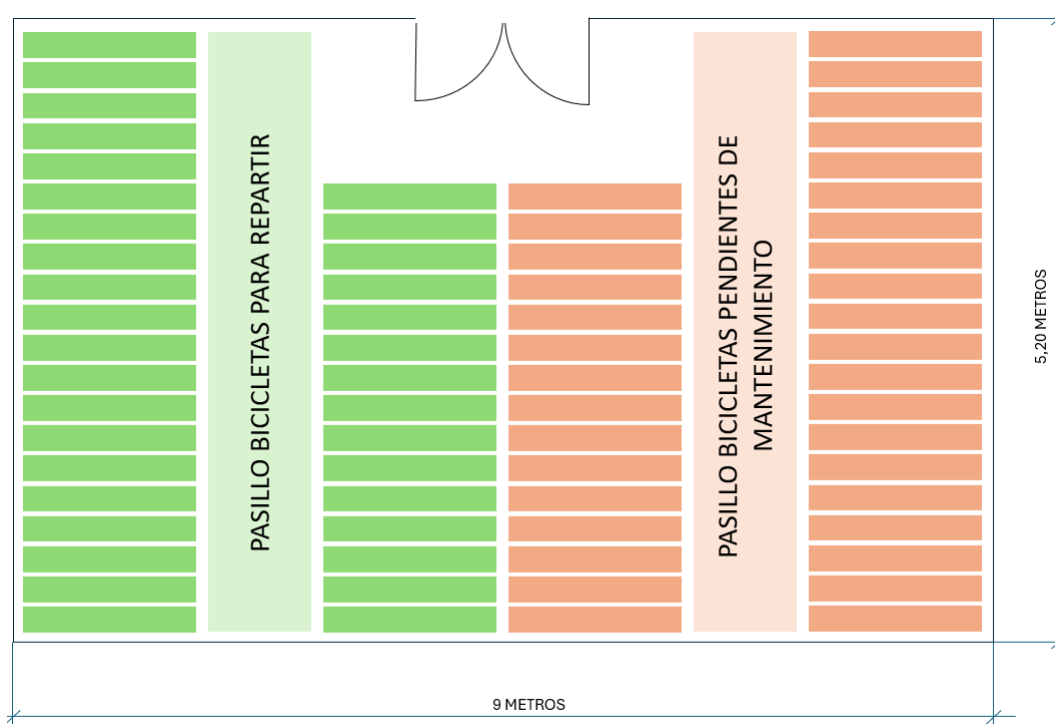


Figura 5.31: Almacén para 70 bicicletas [Elaboración propia]

Así, dicho almacén tiene una superficie de 46,80 metros cuadrados y se utilizará dicha cifra como estudio preliminar para el dimensionamiento de las instalaciones. Es cierto que cabe la posibilidad de que la dimensión y distribución final sean distintas, sin embargo, ante la incapacidad de conocer dicha característica en la fase preliminar al proyecto, se tomará como válida la presente propuesta.

Zona de taller Como se ha establecido anteriormente, la zona de taller constará de 4 puestos. A continuación, se dimensionará el puesto de taller tipo para el mantenimiento de las bicicletas. Para ello, se tiene en cuenta la existencia de un soporte de bicicleta rotativo, una mesa de trabajo y una estantería que albergue las herramientas necesarias. Se presenta un modelo preliminar en la Figura 5.32.

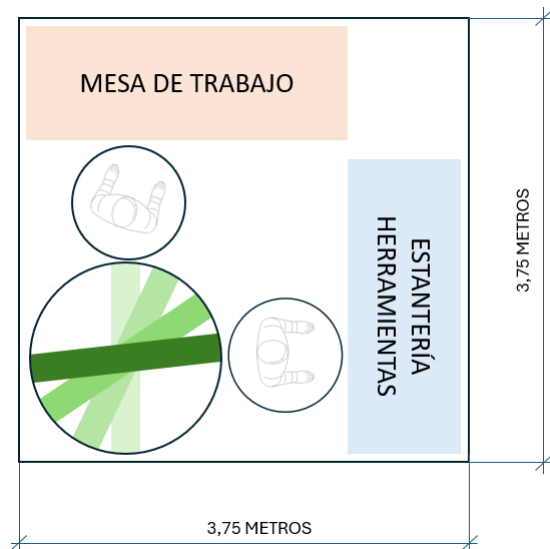


Figura 5.32: Puesto de taller individual [Elaboración propia]

Así, se obtiene una superficie por puesto de 14 metros cuadrados. Por lo tanto, para cuatro puestos de taller serán necesarios 56 metros cuadrados.

Almacén de repuestos Los repuestos a almacenar en las instalaciones del servicio tienen la ventaja de ser pequeños en su mayoría. Existe la excepción de ruedas, cuadros de bicicletas y bicicletas completas que sí tienen tamaños superiores.

Zona de oficinas El dimensionamiento de la zona de oficinas se realizará en el apartado «Organigrama y planificación», pues se definirán las necesidades de personal administrativo y de oficina.

5.4.2. Logística adaptada al servicio

La logística adaptada al servicio real es más compleja, pues depende del uso que hagan los clientes de las bicicletas y estaciones. Así, comprende:

- Movimiento de bicicletas a zonas de mayor demanda, adaptando el servicio a horarios, festivos, eventos deportivos, etc.
- Asegurar que en todas las estaciones exista un número mínimo de bicicletas disponibles.

- Asegurar que en todas las estaciones existan huecos de aparcamiento de bicicletas disponibles.

Este apartado se va a realizar a partir de suposiciones o cálculos basados en otros sistemas de alquiler de bicicletas por minutos presentes en otras ciudades, debido a que de manera preliminar al inicio del servicio es complejo conocer los hábitos de desplazamientos de los ciudadanos. Por lo tanto, se van a tomar las siguientes consideraciones:

- La demanda se distribuirá en zonas de alta demanda, siendo estas el centro de la ciudad, las zonas turísticas y comerciales y aquellas próximas a estaciones de tren y autobús. Así, de las estaciones proyectadas en los Pliegos y la licitación, el 60 % de las estaciones se corresponden a zonas de alta demanda, mientras, el resto se corresponde a zonas residenciales.
- Se establecerán dos rangos de hora punta para los días laborales, de lunes a viernes. Estos contemplarán un mayor uso entre las 7:30 y las 9:30, de las zonas residenciales a las zonas de alta demanda, y un mayor uso de 17:00 a 20:00 de las zonas de alta demanda a las zonas residenciales.
- Para sábados, domingos, y festivos, no se contemplarán patrones de uso, sin embargo, sí se contará con que dos veces al mes, se realizarán eventos de algún tipo de algún tipo en la ciudad que requerirán de un dispositivo especial de movimiento de bicicletas.
- Según la Guía de planeación del Sistema de Bicicletas Compartidas, por el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, se estima que en los sistemas de bicicletas compartidas de ciudades como Nueva York o París, el 15 % de las bicicletas debe reubicarse diariamente para lograr adaptarse a la demanda manteniendo un equilibrio entre estaciones. [3]
- Por lo tanto, al existir dos periodos de hora punta, se definirán dos turnos de recolocación de bicicletas de lunes a viernes, así como dos dispositivos mensuales que se darán los días de eventos en la ciudad.

Las suposiciones realizadas deberán revisarse tanto al alza como a la baja una vez comenzado el servicio para ofrecer la mayor disponibilidad posible del servicio a los usuarios.

De acuerdo a las rutas definidas para la logística de mantenimientos preventivos y correctivos, en recorrer la totalidad de las estaciones se tardará 5,99 horas en

promedio. Para reducir el tiempo de movimiento de bicicletas, la ciudad se dividirá en dos zonas, y de cada una de ellas se encargará un operario, siendo necesarios en este caso dos operarios a jornada completa para realizar los dos turnos de recolocación de bicicletas de lunes a viernes. Además, ocasionalmente se contratará un dispositivo temporal para eventos y ocasiones especiales.

Cabe destacar que, al no existir datos de hábitos de desplazamiento en bicicleta en la ciudad, este dimensionamiento de personal deberá ser revisado, y que las rutas de desplazamiento de bicicletas se generarán diariamente a través de la información de ocupación proporcionada por las propias estaciones.

5.5. Organigrama y planificación

El presente apartado se constituye como el más delicado debido a la alta regulación que conlleva, así como a la complejidad que caracteriza la gestión de empleados. Además, aparte de en la infraestructura necesaria para la ejecución del servicio, como vehículos, locales/almacenes, repuestos, las bicicletas y estaciones, el personal definirá una alta proporción de los costes del servicio.

En este apartado se dimensionará el personal necesario para llevar a cabo el servicio, teniendo en cuenta todas las decisiones realizadas en los apartados anteriores. Sin embargo, antes de ello, se repasarán todos los aspectos a tener en cuenta a la hora de dimensionar el servicio.

5.5.1. Normativa y aspectos importantes

En el presente apartado se definirán y estudiarán las siguientes consideraciones:

- Cotización a la Seguridad Social.
- Convenio aplicable.
- Sustitución de vacaciones.
- Absentismo laboral.
- Salario «real de mercado».

Cotización a la Seguridad Social

Tanto empleadores como empleados están obligados al pago, en distinta proporción, de una cuota de la Seguridad Social que se retendrá de las nóminas.

Para el caso de empleadores, dicha cuota depende de la actividad realizada por el empleado, así como del tipo de contrato. En este caso, como se contempla que los contratos serán indefinidos, pues no se prevé temporalidad en la demanda del servicio, no se tendrán en cuenta los contratos temporales.

Así, el pago se estructura de la siguiente manera:

- Cuota de Contingencias Comunes.
- Cuota de Desempleo.
- F.G.S.
- Formación profesional.
- Accidentes.

Así, dentro de los tipos de actividades previsto por el CNAE, se contempla esta como el Código 8110 «Servicios integrales a edificios e instalaciones». Así, las cuotas sobre el salario bruto para este tipo de actividad son:

Así, la cotización se estructura de la siguiente manera (para 2023):

- Cuota de Contingencias Comunes: 23,60 %.
- Cuota de Desempleo: 5,50 %.
- F.G.S.: 0,20 %.
- Formación profesional: 0,60 %.
- Accidentes: 1,85 %.

Además de la cotización, cabe tener en cuenta el incremento de la cuota de la Seguridad Social. En el año 2023 se anunció un incremento de la cuota de la Seguridad Social del 1,2 % para el 2030; dicho incremento se divide en 1 % a nivel de empleador, recayendo el 0,2 % sobre el empleado. Además, se ha estructurado anualmente de la siguiente manera sobre 2023, a nivel empleador:

- 2023: +0,50 %.
- 2024: +0,58 %.
- 2025: +0,67 %.
- 2026: +0,75 %.
- 2027: +0,83 %.
- 2028: +0,92 %.
- 2029: +1,00 %.

Convenio Aplicable

Un convenio colectivo consiste en un acuerdo entre representantes de los trabajadores (sindicatos) y los empleadores o asociaciones empresariales que establece las condiciones laborales y salariales de cierta actividad en un territorio específico de aplicación.

Para el caso de aplicación, el convenio a tener en cuenta será el «convenio colectivo del sector de la Industria, la Tecnología y los Servicios del sector del Metal de la provincia de Zaragoza», puesto que, entre sus actividades, se incluye:

De igual modo están comprendidas dentro del sector las actividades de reparación de aparatos mecánicos, eléctricos o electrónicos; mantenimiento y reparación de vehículos; ITV y aquellas de carácter auxiliar, complementarias o afines, directamente relacionadas con el sector.

Se presenta en el Apéndice B las Tablas salariales aplicables para cada categoría y grupo de empleado contemplados por el convenio. Así, dichos importes se actualizarán de la siguiente manera según lo dispuesto en el convenio:

- 2025: incremento del 3 % sobre las tablas definitivas de 2024.
- 2026: incremento del 2,5 % sobre las tablas definitivas de 2025.
- Años posteriores: al no contemplarse en el convenio, se establecerá una revisión anual preventiva del 2,5 %.

Cabe destacar que dicho convenio contempla 1752 horas de trabajo anuales. Sin embargo, a la hora de realizar el dimensionamiento de personal se tendrá en cuenta la posible reducción de la jornada laboral de 40 a 37,5 horas semanales, reduciéndose las horas de trabajo anuales a 1642,5.

Sustitución por vacaciones

Las vacaciones definidas según el convenio aplicable son 30 días naturales que comprenderán, al menos, 26 días laborables. De este modo, según el dimensionamiento de personal, se deberá tener en cuenta la sustitución de estos días de vacaciones, así como establecer un calendario según las prioridades de los empleados, para optimizar el coste de suplencia de personal por vacaciones, intentando siempre no coincidir el periodo de vacaciones de dos empleados.

Absentismo laboral

El absentismo laboral es un aspecto clave a tener en cuenta ya que puede devengar costos elevados e imprevistos si no se tiene en cuenta desde el inicio. Así, el absentismo contempla faltas laborales tanto justificadas como injustificadas, tales como bajas médicas, permisos legales (por mudanza, matrimonio, fallecimiento de familiares, etc.), otros permisos autorizados (foraciones, asistencias a juicios, etc.).

Para tenerlo en cuenta en el dimensionamiento de personal, se tendrá en cuenta una tasa de absentismo del 7.5 %. Sobre este 5 %, se sustituirá el 90 %, con una recuperación del 50 %. A continuación, se explicarán dichos conceptos:

- **Absentismo laboral:** Porcentaje de horas de trabajo que se pierden.
- **Sustitución:** Refleja el porcentaje de horas perdidas que se cubren mediante sustituciones, estas sustituciones se realizan a través de rotaciones internas de personal, empleados temporales, etc.
- **Recuperación:** Indica el porcentaje de horas no cubiertas por sustituciones, que terminan siendo recuperadas. Estas horas se recuperan mediante la reprogramación de tareas, o una vez los trabajadores se han reincorporado.

Salario «Real» de mercado

Aunque las condiciones salariales queden definidas en el convenio aplicable, se incrementarán dichos salarios en un 10 % o 15 %, de manera que se tengan en

cuenta las condiciones del mercado laboral.

5.5.2. Dimensionamiento de personal

En el presente apartado se determinará el personal que será necesario contratar, así como se definirán los periodos de vacaciones necesarios y cómo se sustituirán estos.

Mantenimiento

Mantenimiento preventivo Para la realización del mantenimiento preventivo de las bicicletas, al día se recogerán 13,70 bicicletas. Así, según si se trata del primer o del segundo mantenimiento del año, la duración de estos variará entre una hora y una hora y cuarenta y cinco minutos. Teniendo esto en cuenta, para mantener 13,70 bicicletas en el peor de los casos, es decir, para el mantenimiento de mayor duración, se necesitarán 23,98 horas de trabajo, o lo que es lo mismo, tres jornadas de 8 horas. Para el caso del mantenimiento corto, serán necesarias 13,70 horas diarias, es decir, 1,72 jornadas de 8 horas.

Así mismo, según lo indicado, cada operario trabajará 1752 horas anuales, es decir, 219 jornadas. Teniendo esto en cuenta, serán necesarios 6.876,6 horas de trabajo anuales que, siendo el máximo de horas anuales trabajadas por operario de 1.752 según convenio, son 3,925 FTE (*Full Time Equivalent*) dedicadas a mantenimiento preventivo.

Además, para el caso del mantenimiento de estaciones, según lo planificado anteriormente, durante el primer año será necesario un operario trabajando a jornada completa de 8 horas durante 86 días y, durante el resto de años de servicio, de 181,7 días.

Mantenimiento correctivo El caso del mantenimiento correctivo es más sencillo, debido a que a diario se mantendrán 13,56 bicicletas, con una duración promedio de mantenimiento de 25 minutos por intervención, estableciendo un total de 2.062,5 horas anuales necesarias, y 1,18 FTE.

Logística

Logística interna Para las rutas de desplazamiento de bicicletas de taller a estaciones y viceversa, se necesitará un turno de ocho horas diarias. Este operario será encargado de realizar las rutas establecidas, así como de realizar el mantenimiento conductivo de las estaciones cuando sea necesario. Para ello, serán necesarios 1,19 FTE (jornadas de 8 horas de lunes a viernes).

Para la realización de los mantenimientos preventivos de las estaciones, se precisarán 85,6 días de trabajo adicional, es decir, 685 horas (0,40 FTE).

Logística adaptada al servicio Para organizar este tipo de logística, se precisarán dos operarios a jornada completa de lunes a viernes. Ocasionalmente, se contratará un dispositivo especial de desplazamiento de bicicletas, siendo aproximadamente 16 horas al mes (dos turnos de 8 horas). Entonces, serán necesarios 2,48 FTE.

Cuadro Resumen

En la Figura 5.33 se representará el horario y el número de operarios necesarios por hora para los días de lunes a viernes, así como un resumen de las horas y FTE necesarias por puesto al año, durante el primer año de servicio.

Personal L-V (Año 1)								
Hora Entrada	Hora Salida	Nº Operario (Taller Mto. Preventivo) - 1er Semestre	Nº Operario (Taller Mto. Preventivo) - 2do Semestre	Nº Operario (Taller Mto. Correctivo)	Logística Interna	Logística Adaptada al Servicio	Mantenimiento de estaciones	Jefe de equipo
0:00	1:00					1		
1:00	2:00					1		
2:00	3:00					1		
3:00	4:00					1		
4:00	5:00					1		
5:00	6:00					1		
6:00	7:00	1	1					
7:00	8:00	1	1					
8:00	9:00	1	1					
9:00	10:00	1	1	1	1			1
10:00	11:00	1	2	1	1	1		1
11:00	12:00	1	2	1	1	1		1
12:00	13:00	1	2	1	1	1		1
13:00	14:00	1	2	1	1	1		1
14:00	15:00	1	2	1	1	1		1
15:00	16:00	1	2	1	1	1		1
16:00	17:00	1	2	1	1	1		1
17:00	18:00	1	2			1		
18:00	19:00	1	1					
19:00	20:00	1	1					
20:00	21:00	1	1					
21:00	22:00	1	1					
22:00	23:00					1		
23:00	0:00					1		
Total Horas (diarias)		16,00	24,00	8,00	8,00	16,00	8,00	8,00
Total Jornadas		2	3	1	1	2	1	1
Total Horas Año		2080	3120	2080	2080	4352	688	1752
Total FTE		1,187214612	1,780821918	1,187214612	1,187214612	2,484018265	0,392694064	1

Figura 5.33: Cuadrante personal de Mantenimiento - Año 1 [Elaboración propia]

Mientras, en la Figura 5.34, se representa el cuadro resumen para el año 2 y posteriores, en los que el mantenimiento de estaciones constará de mayor complejidad.

Personal L-V (Año 2 en adelante)								
Hora Entrada	Hora Salida	Nº Operario (Taller Mto. Preventivo) - 1er Semestre	Nº Operario (Taller Mto. Preventivo) - 2do Semestre	Nº Operario (Taller Mto. Correctivo)	Logística Interna	Logística Adaptada al Servicio	Mantenimiento de estaciones	Jefe de equipo
0:00	1:00					1		
1:00	2:00					1		
2:00	3:00					1		
3:00	4:00					1		
4:00	5:00					1		
5:00	6:00					1		
6:00	7:00	1	1					
7:00	8:00	1	1					
8:00	9:00	1	1					
9:00	10:00	1	1	1	1		1	1
10:00	11:00	1	2	1	1	1	1	1
11:00	12:00	1	2	1	1	1	1	1
12:00	13:00	1	2	1	1	1	1	1
13:00	14:00	1	2	1	1	1	1	1
14:00	15:00	1	2	1	1	1	1	1
15:00	16:00	1	2	1	1	1	1	1
16:00	17:00	1	2	1	1	1	1	1
17:00	18:00	1	2			1		
18:00	19:00	1	1					
19:00	20:00	1	1					
20:00	21:00	1	1					
21:00	22:00	1	1					
22:00	23:00					1		
23:00	0:00					1		
Total Horas (diarias)		16,00	24,00	8,00	8,00	16,00	8,00	8,00
Total Jornadas		2	3	1	1	2	1	1
Total Horas Año		2080	3120	2080	2080	4352	1453,6	1752
Total FTE		1.187214612	1.780821918	1.187214612	1.187214612	2.484018265	0.829680365	1

Figura 5.34: Cuadrante personal de Mantenimiento - Año 2 en adelante [Elaboración propia]

Como se puede comprobar, no se considera la sustitución del jefe de equipo por vacaciones, además, se han agregado 16 horas mensuales al personal de logística adaptada al servicio por eventos especiales. Por último, el mismo personal nocturno de logística será el personal de guardia diario por si ocurre algún problema urgente. Asimismo, el jefe de equipo deberá permanecer localizable las 24 horas del día.

Para sábados y domingos, se tendrá personal de guardia 24 horas en caso de que fuera necesario. Para ello, el personal adscrito al contrato se turnará dichas guardias a lo largo del año.

Jornada Reducida En el caso de que sea aprobada la reducción de la jornada laboral a 7,5 horas diarias, las horas según convenio se reducirán de 1.752 a 1.642,5. El cuadro resumen para esa casuística se presenta en la Figura 5.35, no teniendo

en cuenta el primer año, pues se considera que la aplicación del nuevo convenio será posterior a dicho año.

Personal L-V (Año 2 en adelante) - Jornada 37,5 horas semanales								
Hora Entrada	Hora Salida	Nº Operario (Taller Mto. Preventivo) - 1er Semestre	Nº Operario (Taller Mto. Preventivo) - 2do Semestre	Nº Operario (Taller Mto. Correctivo)	Logística Interna	Logística Adaptada al Servicio	Mantenimiento de estaciones	Jefe de equipo
0:00	1:00					1		
1:00	2:00					1		
2:00	3:00					1		
3:00	4:00					1		
4:00	5:00					1		
5:00	6:00					1		
6:00	7:00	1	1					
7:00	8:00	1	1					
8:00	9:00	1	1					
9:00	10:00	1	1	1	1		1	1
10:00	11:00	1	2	1	1	1	1	1
11:00	12:00	1	2	1	1	1	1	1
12:00	13:00	1	2	1	1	1	1	1
13:00	14:00	1	2	1	1	1	1	1
14:00	15:00	1	2	1	1	1	1	1
15:00	16:00	1	2	1	1	1	1	1
16:00	17:00	1	2	1	1	1	1	0,5
17:00	18:00	1	2			1		
18:00	19:00	1	1					
19:00	20:00	1	1					
20:00	21:00	1	1					
21:00	22:00	1	1					
22:00	23:00					1		
23:00	0:00					1		
Total Horas (diarias)	16,00	24,00	8,00	8,00	16,00	8,00	7,50	
Total Jornadas	2	3	1	1	2	1	1	
Total Horas Año	2080	3120	2080	2080	4352	1453,6	1752	
Total FTE	1,266362253	1,899543379	1,266362253	1,266362253	2,649619482	0,88499239	1,066666667	

Figura 5.35: Cuadrante personal de Mantenimiento - Año 2 en adelante - Jornada Reducida [Elaboración propia]

Otros departamentos

Para el resto de la gestión del servicio, serán necesario contar con departamentos de marketing y redes sociales, recursos humanos, gestión, atención al cliente, administrativo, y de desarrollo de la web, herramienta de gestión y de la aplicación para usuarios.

La gran parte de estos servicios serán externalizados a otras empresas expertas en ellos. Es por ello que se contratarán:

- Servicios de marketing y redes sociales.
- Servicios de desarrollo web y App.

Entonces, dentro del servicio se tendrá personal para:

- Gestión, llevada a cabo por el empresario. Además, será el encargado de llevar a cabo las tareas de contratación junto con el jefe de equipo de operaciones.
- Administración, para lo que se contratará 0,5 FTE, siendo encargado de generar facturas, llevar a cabo la contabilidad, gestión de nóminas, etc. Este departamento estará apoyado por una gestoría externa, que se presupuestará según 0,8 FTE del puesto de administrativo.
- Atención al cliente, siendo necesario, de nuevo, 0,5 FTE. Gracias a ello, la persona contratada como administrativo, realizará también las tareas de atención al cliente. Fuera de horario de oficina, la gestión de atención al cliente será realizada por el personal de guardia. En caso de necesidad por alta demanda, se valorará la contratación de un contact center, estableciéndola como Riesgo", con un coste anual de 1,5 FTE para el puesto de administrativo.

Organigrama definido

Se presenta en la Figura 5.36 el organigrama según el cual se organizará el servicio.

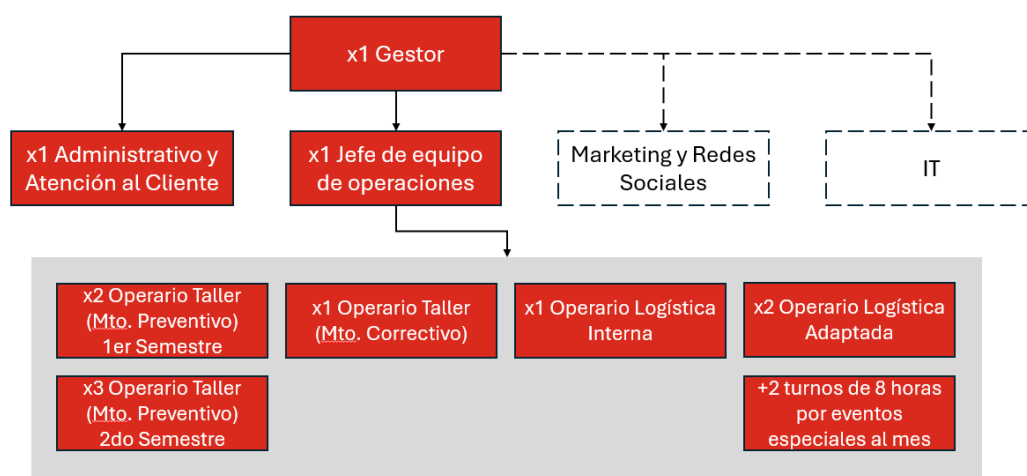


Figura 5.36: Organigrama del personal adscrito al servicio [Elaboración propia]

5.6. Herramienta de gestión

Para la correcta operación del servicio se hace imprescindible contar con una herramienta que permita a los empleados encargados del mantenimiento y logística de las bicicletas y estaciones conocer el estado de cada componente. Además, esta herramienta es necesaria para coordinar al personal en las tareas diarias, maximizando la eficiencia al máximo.

En el presente apartado se determinarán las características y funcionalidades que esta herramienta deberá contemplar. Además, se presentará una versión preliminar del sistema, teniendo como objetivo establecer una primera interfaz.

5.6.1. Características y funcionalidades

Se presentarán a continuación las características que deberá tener la herramienta de gestión para maximizar su utilidad:

- Contar con una versión de escritorio, para utilizar desde ordenadores.
- Contar con versiones en formato «App» optimizadas para «Smartphone» y «Tablet», que serán utilizadas tanto por operarios, como por el propio jefe de equipo o gestor del servicio.
- Permitir exportar datos a herramientas como Excel y generar todo tipo de informes.
- Diferenciar entre perfiles de usuario, adaptando las funcionalidades según sean gestor, operario de mantenimiento u operario de logística.

De este modo, según el tipo de usuario, se ofrecerá la siguiente información:

Panel de gestor o responsable

Para la figura del gestor o responsable del servicio, las funcionalidades serán:

- Vista de un panel general que ofrecerá información diaria, esta incluirá las OTs pendientes, las bicicletas en taller, el estado de las estaciones, así como cualquier notificación o alerta importante.

- Submenú de gestión de tareas, donde se podrán visualizar y asignar las OTs pendientes, así como generar nuevas. Además, una vez el operario marque la tarea como completada, el gestor podrá cerrar la OT asignada.
- Submenú de inventario, se indicará stock de almacén, entradas y salidas planificadas de materiales, y alertas.
- Submenú de generación de informes, pudiendo seleccionar entre informes estándar, o personalizar según la información requerida. Como primera propuesta, estos informes estarán relacionados con el historial de mantenimiento por bicicleta/estación, los tiempos promedios de resolución OT, así como la productividad de los operarios.
- Submenú de logística, donde se mostrarán las bicicletas a redistribuir, se generarán rutas y se asignarán a operarios a modo de OTs.

Panel de operario de mantenimiento

En este panel, el operario controlará las OT asignadas, contará con la siguiente funcionalidad:

- Panel principal con Tareas Asignadas, pudiendo filtrar entre OTs de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones. Dentro de cada OT, podrá definir el estado, ya esté completada o en curso, así como añadir comentarios acerca de la misma.
- Panel de Historial de OTs resueltas y realizadas.
- Panel de acción, donde se podrán marcar tareas como completadas o reportar problemas detectados.

Panel de operario de logística

Las funciones serán similares a las del operario de mantenimiento; sin embargo, en este caso, las OT serán las rutas diarias a realizar, con la relación de bicicletas a retirar y devolver.

Además, cuando sea necesario realizar mantenimientos preventivos a las estaciones, se les asignará la OT correspondiente.

5.6.2. Ejemplo de uso

En el presente apartado, se mostrará un ejemplo de uso para cada tipo de «User persona», ya sea gestor, u operario de mantenimiento o logística.

«User persona» Gestor

1. El gestor comienza el día de trabajo revisando el resumen diario, a partir de este resumen, asignará OTs de mantenimiento preventivo y correctivo a cada operario, así como planificar las rutas que los operarios de logística deberán realizar.
2. Durante la jornada, supervisa el estado de las OTs lanzadas ese mismo día, reasigna tareas según la disponibilidad de los operarios, y realiza consultas de inventario, planificando entradas y salidas de material.
3. Al final de la jornada, revisa las OT completadas, dando o no el visto bueno, teniendo la posibilidad de realizar los informes que considere para valorar el servicio.

«User persona» Operario de mantenimiento

1. Al inicio de la jornada, el operario consulta las OT que le han sido asignadas y comienza a trabajar en ellas.
2. Durante la jornada, completa dichas OT, indicando consumos de repuesto y material en la ficha de cada OT, además de creando nuevas incidencias si se encuentran.
3. Al final de la jornada, se revisa si quedan OTs pendientes de realización.

«User persona» Operario de logística

1. Al inicio de la jornada, el operario consulta las OT que le han sido asignadas y comienza la ruta de recogida.
2. Durante la jornada, recoge y devuelve las bicicletas asignada, además de realizar los mantenimientos a las estaciones según se indique en la OT.
3. Al final de la jornada, se marca la OT como completada, y se generan incidencias nuevas si se han encontrado durante la jornada.

5.6.3. Programa Desarrollado

Menú general

En la Figura 5.37, se presenta el menú de inicio de sesión, en el que el usuario podrá elegir su perfil e iniciar sesión.

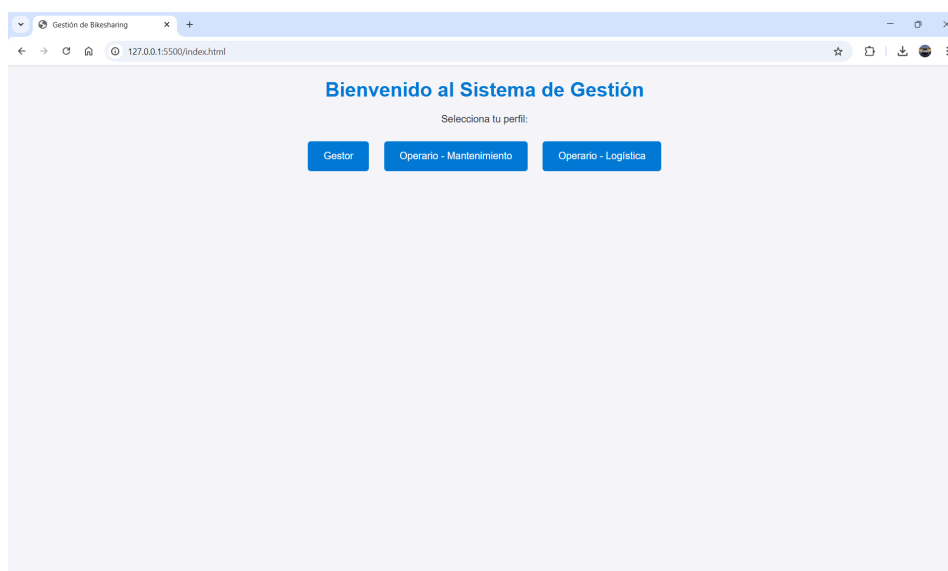


Figura 5.37: Herramienta de gestión - Menú general [Elaboración propia]

Panel de gestor

Desde el panel presentado en la Figura 5.38, el gestor podrá acceder a los menús: Panel general, Gestión de tareas, Inventario, Generación de informes, Logística.



Figura 5.38: Herramienta de gestión - Panel de gestor [Elaboración propia]

Panel General En el panel general, el gestor tendrá acceso a conocer el estado de bicicletas, estaciones, así como de órdenes de trabajo. Se presenta en la Figura 5.39.

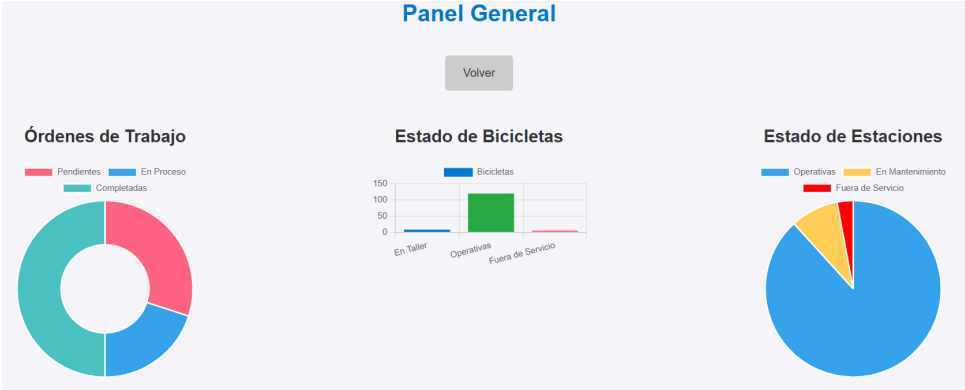


Figura 5.39: Herramienta de gestión - Gestor, panel general [Elaboración propia]

Gestión de Tareas En el panel presentado en la Figura 5.40, el gestor podrá conocer el estado de cada Orden de Trabajo (OT), así como la información básica de cada una, pudiendo asignarla a un operario, cerrarla, o generar un informe sobre las mismas.

The 'Gestión de Tareas' dashboard displays a table of work orders (OT) with the following data:

Código OT	Concepto	Descripción Breve	Tipo de Mantenimiento	Asignar Operario	Cerrar OT	Ver Informe	Estado
OT001	Bicicleta	Revisión de frenos	Preventivo	Seleccione ▼	Cerrar OT	Ver Informe	En Proceso
OT002	Estación	Panel de carga no responde	Correctivo	Seleccione ▼	Cerrar OT	Ver Informe	Completada
OT003	Ruta	Recoger de Estación A y entregar en B	Ruta	Seleccione ▼	Cerrar OT	Ver Informe	Sin Comenzar

Figura 5.40: Herramienta de gestión - Gestor, panel de tareas [Elaboración propia]

Inventario En el panel de inventario, presentado en la Figura 5.41, el gestor podrá conocer el estado del inventario, así como las entradas y salidas de materiales

previstas.

Material	Cantidad
Ruedas 26"	50
Pastillas de Freno	10 (Crítico)
Cadenas	25

Tipo	Material	Cantidad	Fecha
Entrada	Ruedas 26"	20	2024-11-20
Salida	Cadenas	5	2024-11-19

Figura 5.41: Herramienta de gestión - Gestor, panel de inventario [Elaboración propia]

Generación de informes A partir del panel presentado en la Figura 5.42, el gestor podrá generar distintos tipos de informe, por ejemplo, historiales de mantenimientos o de productividad.

Historial de Mantenimiento	Tiempos de Resolución OT	Productividad de Operarios	Informe Personalizado
----------------------------	--------------------------	----------------------------	-----------------------

Figura 5.42: Herramienta de gestión - Gestor, panel de informes [Elaboración propia]

Logística En el panel presentado en la Figura 5.43, el gestor podrá generar órdenes de trabajo de rutas a partir de las necesidades logísticas del servicio.

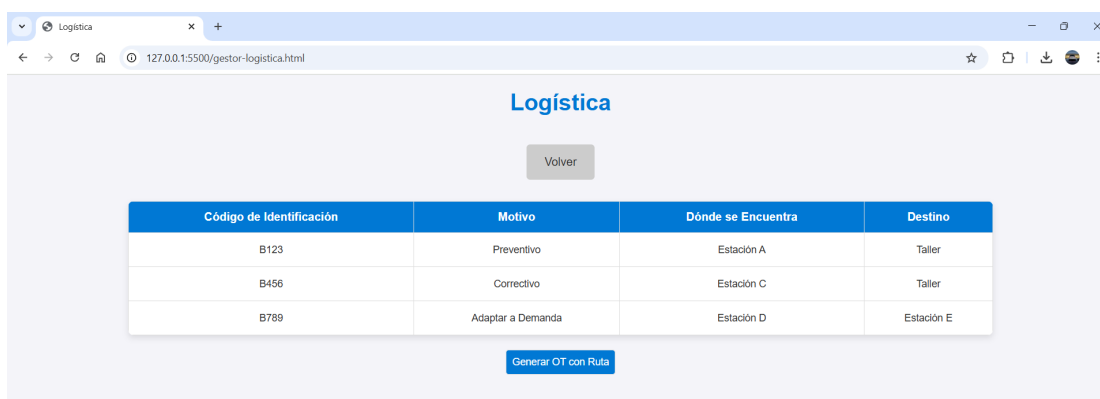


Figura 5.43: Herramienta de gestión - Gestor, panel de logística [Elaboración propia]

Panel de operario

Aunque se diferencie entre operario de logística y operario de mantenimiento, las funcionalidades de ambos son idénticas. Por lo tanto, solo se mostrarán los paneles de operario de mantenimiento. Se presenta el primer menú en la Figura 5.44.



Figura 5.44: Herramienta de gestión - Operario, panel general [Elaboración propia]

Órdenes de trabajo Desde el panel presentado en la Figura 5.45, el operario podrá variar el estado de la OT, así como conocer la información básica de la misma y acceder a informes para ampliar detalles.

Código OT	Estado	Tipo	Código de Identificación	Descripción Breve	Detalles	Acción
OT001	En Cur	Ruta	R001	Recoger bicicletas de A y entregar en B	Ver Informe	Añadir comentarios...
OT002	Comple	Estación	E45	Mantenimiento en estación	Ver Informe	Añadir comentarios...
OT003	Inactiv	Bicicleta	B123	Frenos dañados	Ver Informe	Añadir comentarios...

Figura 5.45: Herramienta de gestión - Operario, panel de OT [Elaboración propia]

Historial de Órdenes de Trabajo Desde el historial de órdenes de trabajo presentado en la Figura 5.46, el operario podrá acceder a todos los mantenimientos realizados a cada bicicleta y estación, y así poder conocer fallos pasados que han sido solucionados, aunque podrían alterar la orden de trabajo actual.

Código	Fecha	Tipo	Descripción Breve	Detalles
INC001	2024-11-19	Bicicleta	Frenos dañados	Ver Reporte
INC002	2024-11-18	Estación	Panel de carga no responde	Ver Reporte

Figura 5.46: Herramienta de gestión - Operario, panel de Historial [Elaboración propia]

Reportar incidencia En el panel mostrado en la Figura 5.47, el operario podrá reportar incidencias en bicicletas y estaciones que ha identificado en sus horas de

servicio.

A screenshot of a web browser showing a form titled 'Reportar Incidencia'. The browser's address bar shows the URL '127.0.0.1:5500/operario-logistica-incidencias.html'. The form has a light blue header with the title. Below the title is a 'Volver' button. The form contains a 'Tipo de Elemento:' dropdown menu with 'Bicicleta' selected. Below this is a 'Código de Identificación:' field with a placeholder 'Ejemplo: B123 o E45' and a 'Fecha de Incidencia:' field with a placeholder 'dd/mm/aaaa' and a calendar icon. A large text area labeled 'Describe el problema...' is below these fields. At the bottom of the form is a 'Reportar Incidencia' button.

Figura 5.47: Herramienta de gestión - Operario, panel de Reporte de incidencias
[Elaboración propia]

5.7. Aplicación para usuarios

En el presente apartado, se evaluarán las características y el diseño conceptual que deberá tener la aplicación para los usuarios, a través de la cual accederán al servicio. A continuación, se indican las funcionalidades básicas la misma, basadas en las aplicaciones de BiciMAD (Madrid) y de Bicing (Barcelona):

- Registro e inicio de sesión, la aplicación permitirá al usuario registrarse con su correo electrónico, número de teléfono, o a través de servicios externos como Google o Facebook.
- Pasarela de pago, se deberá poder añadir y gestionar distintos métodos de pago, a través de tarjetas de crédito/débito, bonos o aplicaciones como Google Pay, PayPal o Apple Pay. Además, se deberá poder acceder al historial de transacciones, generando facturas electrónicas.
- Información del sistema en tiempo real, a través de un mapa interactivo en el que el usuario podrá comprobar el estado de las estaciones, además de las bicicletas y huecos disponibles.
- Gestión de viajes: el usuario podrá iniciar el viaje escaneado un código QR en la bicicleta, o indicando el número de la misma, además, una vez iniciado el trayecto, podrá comprobar el tiempo transcurrido, la distancia recorrida, así como el coste acumulado del viaje. Por último, una vez estacionada correctamente la bicicleta, podrá finalizar el viaje.

- Reserva de bicicleta, durante un tiempo limitado antes de comenzar el viaje.
- Reporte de incidencias, el usuario podrá indicar incidencias y fallos tanto en bicicletas como estaciones, así como realizar un seguimiento de estas incidencias siempre y cuando le afecten de manera personal.
- Personalización de la aplicación, permitiendo al usuario elegir el idioma de la misma, si desea o no recibir notificaciones, etc.
- Historial y estadísticas, que permitirán al usuario revisar viajes pasados, así como conocer sus estadísticas de kilómetros recorridos, tiempo promedio de viaje, o ahorro de CO2 a la atmósfera.
- Soporte técnico y atención al cliente, a través de un formulario. Además, podrá acceder a preguntas frecuentes.

Para ello, la aplicación se dividirá en los siguientes menús:

- Pantalla de inicio.
- Menú principal.
- Reserva de bicicleta.
- Reporte de incidencias.
- Configuración.

Pantalla de inicio

A través de la pantalla de inicio de la aplicación, el usuario accederá a:

- Mapa interactivo: mostrará todas las estaciones con información en tiempo real sobre el número de bicicletas disponibles en cada una, el número de huecos libre para aparcar, así como el estado de la misma, si está o no operativa.
- Barra de acceso rápido a funcionalidades como iniciar viaje escaneando un código QR o indicando el número de identificación de la bicicleta, reservar una bicicleta o reportar una incidencia.

Menú principal

En este menú, el usuario podrá acceder a:

- Submenú Mi Cuenta: en el que el usuario podrá acceder a su información personal, histórico de viajes y estadísticas personalizadas, así como editar métodos de pago y comprar bonos.
- Submenú Viajes: en este, el usuario podrá conocer el estado del viaje actual, así como conocer los viajes que ha realizado con anterioridad, indicando la ruta y estadísticas básicas.

Reserva de bicicleta

El usuario podrá reservar una bicicleta seleccionando la estación de origen.

Reporte de incidencias

En este menú, el usuario accederá a un formulario simple, en el que indicará el elemento objeto de la incidencia, el fallo se elegirá entre categorías predefinidas (bicicleta mal estacionada, problemas técnicos, vandalismo, etc.), así como la funcionalidad de adjuntar fotos o vídeos.

Además, el usuario podrá acceder al histórico de incidencias, consultando el estado de resolución.

Configuración de la App

El usuario podrá establecer preferencias, como el idioma, las unidades de medida, o definir las notificaciones que le interesa recibir. Además, podrá gestionar su contraseña de acceso a la aplicación.

Capítulo 6

Plan de implantación

La fase de implantación del servicio cobra elevada importancia en este tipo de contrato en el que, además de mantener ciertas instalaciones, estas deben ser adquiridas e instaladas en la vía pública. Es por ello que se desarrollará un plan de implantación, teniendo en cuenta todas las actividades previas al inicio del servicio y que, en posteriores apartados, se tendrá en cuenta para el análisis de costes.

Para el desarrollo del plan de implantación, primero, se enumerarán y describirán todas aquellas tareas previas al servicio, así como los recursos que serán empleados. Posteriormente, se establecerá una duración para cada tarea. Finalmente, se presentará un diagrama de Gant de dicho plan.

6.1. Actividades previas al servicio

Para poder ofrecer el servicio, se hacen necesarias las siguientes actividades y tareas:

- Desarrollo definitivo de la herramienta de gestión y de la aplicación para usuarios.
- Acondicionamiento de taller, almacén, oficinas, y adquisición de vehículos.
- Contratación y búsqueda de personal.
- Formación de empleados.
- Adquisición de todas las bicicletas necesarias.

- Adquisición e instalación de todas las estaciones necesarias.
- Adquisición de repuestos, pequeño material y fungibles.

Se describe a continuación cada actividad.

6.1.1. Adquisición y preparación de todas las bicicletas necesarias

El sistema requiere, según pliegos, de 2.500 bicicletas. Sin embargo, es cierto que para el comienzo del servicio no es necesario contar con todas ellas desde el primer día. Además, teniendo en cuenta que la frecuencia de mantenimientos preventivos es de cada seis meses y, para equilibrar estos, se determinará que la totalidad de las bicicletas deberán estar en servicio en este plazo de seis meses. Entonces, aunque se adquieran en un mismo pedido, se prevé la recepción de las mismas a un ratio de 420 bicicletas al mes. Entonces:

- Mes 1: 420 bicicletas.
- Mes 2: 840 bicicletas.
- Mes 3: 1260 bicicletas.
- Mes 4: 1680 bicicletas.
- Mes 5: 2100 bicicletas.
- Mes 6: 2500 bicicletas.

Gracias a esta planificación, en seis meses el sistema tendrá todas las bicicletas que debe tener según contrato y, además, dando tiempo a la implantación de las mismas, así como al uso y suscripción de los ciudadanos al sistema. Además, los mantenimientos preventivos de bicicletas comenzarían al inicio del mes 7. Por lo tanto, obviando mantenimientos correctivos, los operarios de mantenimiento que no tendrán que realizar tareas de preventivos, podrán dedicar este tiempo al reparto y codificación de bicicletas nuevas.

6.1.2. Adquisición y montaje de estaciones

El sistema contará antes del lanzamiento con 130 estaciones, que ya deberán estar instaladas. Durante los primeros años de servicio, el número de estaciones deberá crecer hasta las 276 estaciones. Teniendo en cuenta datos de otros servicios similares, un ratio de instalación normal se considera cuatro estaciones al día.

Teniendo este ratio en cuenta, serán necesarios 32 días laborales para la instalación de estaciones, dedicando cuatro trabajadores a dicha tarea. Entonces, se necesitarán 45 días naturales para la primera fase de estaciones. Para la segunda fase, serán necesarios 37 días laborales, siendo estos 52 días naturales.

Para la instalación de dichas instalaciones, se necesitará personal experto de la construcción, ajeno al personal adscrito al servicio, y financiado por el proveedor de las mismas.

6.1.3. Acondicionamiento de taller, almacén, oficinas, y adquisición de vehículos

Para poder ofrecer el servicio descrito es necesario contar con antelación con los locales preparados y acondicionados a tal efecto. Estos locales consisten en el taller, almacén, y la zona de oficinas. Además, se deberán adquirir, vinilar y carrozar los vehículos a utilizar durante el desarrollo del servicio.

Al desconocer el estado del local a alquilar en la ciudad de Zaragoza, se realizará una provisión de seis meses para la realización de todas las reformas necesarias, así como a la contratación de todos los servicios necesarios, tales como agua, electricidad, gas si aplica, y conexión a internet mediante fibra óptica. Sin embargo, a los cuatro meses, se determinará que la zona de oficina y administración estará preparada para ser utilizada por el personal.

En cuanto a la adquisición, vinilado y carrozado de vehículos, se contará del mismo modo con un plazo de seis meses. Para lograr este plazo, se contemplará si es necesario el desplazamiento a otras provincias limítrofes donde pueda existir stock de los vehículos a adquirir.

6.1.4. Contratación y búsqueda de personal

La contratación y búsqueda de personal comenzará cuatro meses antes del comienzo de la prestación del servicio, contando con el mismo plazo que el acondi-

cionamiento de locales y compra de vehículos. De este modo, el personal contratado podrá ocupar la zona de administración y oficinas y, los operarios, encargarse de la distribución de las primeras bicicletas, y recibir formaciones relacionadas con PRL (Prevención de Riesgos Laborales) y con el mantenimiento de las bicicletas y estaciones.

6.1.5. Formación de empleados

La formación necesaria para los empleados se realizará en tres semanas. Durante la primera semana, se formará al personal en materia de Prevención de Riesgos Laborales, a continuación, se formará al personal para el uso de la herramienta de gestión del servicio, por último, se formará al personal en mantenimiento de bicicletas y estaciones.

6.1.6. Adquisición de repuestos, pequeño material y fungibles

Para la adquisición de repuestos, pequeño material y fungibles se deberá esperar a que el acondicionamiento de la zona de almacén esté terminada, esto se dará cinco meses después de comenzar dicho acondicionamiento. En cuanto al aprovisionamiento, este tendrá una duración de dos meses, uno antes de comenzar el servicio y el segundo una vez haya comenzado, pues así se tendrán datos reales sobre el uso de estos materiales.

6.1.7. Desarrollo definitivo de la herramienta de gestión y de la aplicación para usuarios

El desarrollo definitivo de ambos sistemas tendrá una duración de un año, este comenzará seis meses antes de la prestación del servicio y finalizará seis meses después. De este modo, los primeros meses se utilizarán para comprobar y mejorar el funcionamiento del sistema, pudiendo comprobarse de primera mano el funcionamiento.

6.2. Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt, presente en la Figura 6.1, se diferencia en las siguientes actividades:

- Adquisición de todas las bicicletas necesarias: meses del -1 al 5, aunque la distribución de las mismas comenzará en el mes 1, extendiéndose al mes 6.
- Adquisición e instalación de todas las estaciones necesarias: la instalación de estaciones comenzará dos meses antes del inicio del servicio, es decir, en el mes -2, extendiéndose hasta el final del mes -1. Sin embargo, la adquisición de estaciones comenzará seis meses antes del inicio del servicio.
- Acondicionamiento de taller, almacén, oficinas, y adquisición de vehículos: comenzará en el mes -6, extendiéndose al inicio del servicio.
- Contratación y búsqueda de personal: se realizará entre los meses -4 y -2.
- Formación de empleados: se realizará en el mes -1, teniendo un mes de duración.
- Adquisición de repuestos, pequeño material y fungibles: el aprovisionamiento durará dos meses, desde el mes -1 hasta el mes 1.
- Desarrollo definitivo de la herramienta de gestión y de la aplicación para usuarios: comenzará el mes -6, finalizará el mes 6.

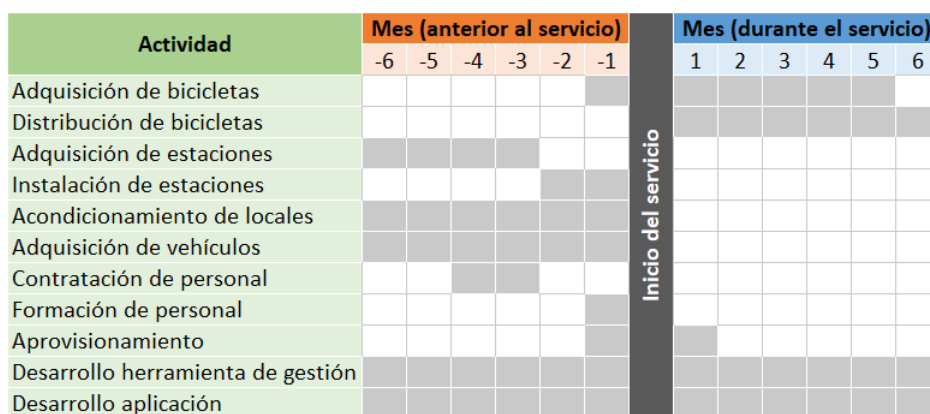


Figura 6.1: Diagrama de Gantt para la implantación del servicio [Elaboración propia]

Capítulo 7

Estudio de Costes

En el presente apartado se realizará el estudio de costes del proyecto teniendo en cuenta todo lo definido en el capítulo anterior. Este análisis es imprescindible para determinar si la propuesta técnica realizada cumpliría con el presupuesto de la licitación publicada por el Ayuntamiento.

Con ello, el presente estudio se estructurará de la siguiente manera. Primero, se determinarán los costes asociados a la infraestructura del servicio, definiéndose estos como el alquiler de locales necesarios, la compra de repuestos, fungibles, bicicletas, estaciones, vehículos, uniformes, etc. necesaria para la prestación del servicio.

Segundo, se determinarán los costes del personal ya dimensionado, teniendo en cuenta el coste real de empresa, así como el coste asociado a la sustitución por vacaciones y absentismo.

Tercero, se incluirán los costes atribuibles al Beneficio Industrial, así como Gastos Generales para llevar a cabo la prestación del servicio.

Por último, se agruparán dichos costes y se estudiará la viabilidad del proyecto dentro del marco de la licitación. En caso de estar estos dentro del importe máximo permitido, se calculará la baja a ofertar sobre el importe de la licitación.

7.1. Estudio de costes

Para poder ofertar el servicio de acuerdo a los requisitos tanto por los pliegos anexos a la licitación, así como teniendo en cuenta que se deben cumplir todas

las condiciones especificadas en el desarrollo del presente documento, debe tenerse en cuenta el alquiler o compra de las siguientes infraestructuras, o servicios contratados:

Alquiler nave: dicho alquiler se ubicará en el polígono de Cogullada, al noroeste de la ciudad. En dicho polígono, a fecha del 13 de febrero de 2025, las opciones de alquiler son escasas y los importes mensuales oscilan en un rango entre 2.000€ y 5.000€. Se establecerá un coste promedio de 2.500€ mensuales de alquiler.

Adaptación y reforma de la nave: se tendrá en cuenta un desembolso inicial de 50.000€ para poder acondicionar la nave, instalar cargadores de vehículos eléctricos, realizar las separaciones necesarias, equipar las oficinas, etc. Y alcanzar las condiciones necesarias para ofrecer el servicio.

Dentro de la nave, la zona de taller, se dividirá en dos subzonas, de trabajo y de almacén. El equipamiento de la primera constará de 20 estanterías, y 15 portabicycletas de suelo con cinco espacios cada uno. Mientras, la subzona de trabajo, se equipará con cuatro estanterías, cuatro mesas, cuatro soportes de bicicleta verticales y cuatro kits de herramientas. Todos los importes se presentan en la Figura 7.1.

Por último, será necesario el pago de servicios de gas, electricidad y agua. Al ser necesaria la carga de bicicletas y vehículos, tales como furgonetas y camiones, se precisará de una potencia contratada elevada, y un consumo del mismo modo elevado. En un inicio, al desconocer las condiciones estructurales de la nave, no se contemplará la instalación de paneles fotovoltaicos.

Análisis de costes - Resto	Unidades	Tipo de coste	Recurrencia (Meses)	% Asignación	Coste ud	Coste Anual	Coste Inicial
Global						2.224.586,72 €	13.834.160,92 €
Propiedades						42.400,00 €	55.605,92 €
Alquiler Nave	1	Recurrente	1	100%	2.500,00 €	30.000,00 €	- €
Adaptación/Reforma Nave	1	Inicial	N/A	100%	50.000,00 €	- €	50.000,00 €
Equipamiento Nave Almacén						- €	3.879,34 €
Estantería	20	Inicial	N/A	100%	123,97 €	- €	2.479,34 €
Portabicicletas	14	Inicial	N/A	100%	100,00 €	- €	1.400,00 €
Equipamiento Nave Taller						400,00 €	1.726,58 €
Estantería	4	Inicial	N/A	100%	150,00 €	- €	600,00 €
Kit herramientas	4	Recurrente	24	100%	200,00 €	400,00 €	- €
Mesa	4	Inicial	N/A	100%	250,00 €	- €	1.000,00 €
Soporte Bicicleta Taller	4	Inicial	N/A	100%	31,64 €	- €	126,58 €
Servicios (Gas)	1	Recurrente	1	100%	200,00 €	2.400,00 €	- €
Servicios (Electricidad)	1	Recurrente	1	100%	750,00 €	9.000,00 €	- €
Servicios (Agua)	1	Recurrente	1	100%	50,00 €	600,00 €	- €

Figura 7.1: Análisis de costes: Propiedades [Elaboración propia]

Repuestos

De acuerdo a la asignación de repuestos propuesta en los apartados anteriores, se realiza un análisis de costes de los mismos, así como de periodicidad. Dichos costes y recurrencia de compra se indican en la Figura 7.2.

Análisis de costes - Resto	Unidades	Tipo de coste	Recurrencia (Meses)	% Asignación	Coste ud	Coste Anual	Coste Inicial
Repuestos						2.024.854,72 €	- €
Cadena	54	Recurrente	0,25	100%	20,66 €	53.553,72 €	- €
Casette	51	Recurrente	0,25	100%	24,79 €	60.673,98 €	- €
Plato	12	Recurrente	0,25	100%	24,79 €	14.276,23 €	- €
Maneta de freno	6	Recurrente	0,25	100%	20,65 €	5.948,03 €	- €
Cable freno	5	Recurrente	0,25	100%	3,30 €	791,40 €	- €
Pedal derecho	5	Recurrente	0,25	100%	41,32 €	9.917,36 €	- €
Pedal izquierdo	5	Recurrente	0,25	100%	41,32 €	9.917,36 €	- €
Transmisión	5	Recurrente	0,25	100%	25,83 €	6.198,35 €	- €
Batería	1	Recurrente	0,25	100%	909,09 €	43.636,36 €	- €
Bujes	5	Recurrente	0,25	100%	41,31 €	9.915,37 €	- €
Reflectantes	6	Recurrente	0,25	100%	12,40 €	3.570,25 €	- €
Cubiertas	6	Recurrente	0,25	100%	19,83 €	5.710,02 €	- €
Radios	5	Recurrente	0,25	100%	14,87 €	3.568,26 €	- €
Sillin	6	Recurrente	0,25	100%	28,93 €	8.330,58 €	- €
Tija	2	Recurrente	0,25	100%	24,79 €	2.379,37 €	- €
Guardabarros	6	Recurrente	0,25	100%	42,96 €	12.372,10 €	- €
Timbre	6	Recurrente	0,25	100%	5,78 €	1.663,74 €	- €
Luz delantera	6	Recurrente	0,25	100%	6,60 €	1.901,75 €	- €
Luz trasera	6	Recurrente	0,25	100%	6,60 €	1.901,75 €	- €
Bicicleta completa	16	Recurrente	0,25	100%	2.302,90 €	1.768.628,74 €	- €
Fungibles	1	Recurrente	0,25	100%	100,00 €	4.800,00 €	- €

Figura 7.2: Análisis de costes: Repuestos [Elaboración propia]

Logística

Logística incluye todos los recursos necesarios para el transporte de bicicletas, ya sea para realizar las tareas de logística interna, o de logística adaptada al servicio. En este caso, se contará con un vehículo de elevadas dimensiones con espacio de carga suficiente para transportar 30 bicicletas en su interior.

Además, se contará con dos furgonetas pequeñas, una de ellas utilizada por el jefe de equipo en caso de ser necesario realizar cualquier desplazamiento rápido, y otra utilizada para que aquellos operarios encargados del mantenimiento de las estaciones puedan desplazarse a las mismas.

Al ser todos los vehículos eléctricos, se tendrá en cuenta el coste de carga de las mismas, así como el coste de seguros, mantenimiento y el equipamiento necesario para poder transportar bicicletas. Se presentan los costes en la Figura 7.3.

Análisis de costes - Resto	Unidades	Tipo de coste	Recurrencia (Meses)	% Asignación	Coste ud	Coste Anual	Coste Inicial
Logística						56.652,00 €	12.500,00 €
Leasing Furgon	3	Recurrente	1	100%	777,00 €	27.972,00 €	- €
Leasing Camión	0	Recurrente	1	100%	1.233,00 €	- €	- €
Leasing Furgoneta pequeña	2	Recurrente	1	100%	445,00 €	10.680,00 €	- €
Electricidad - Carga	5	Recurrente	1	100%	100,00 €	6.000,00 €	- €
Seguros	5	Recurrente	12	100%	1.200,00 €	6.000,00 €	- €
Mantenimiento	5	Recurrente	12	100%	1.200,00 €	6.000,00 €	- €
Equipamiento furgonetas	5	Inicial	N/A	100%	2.500,00 €	- €	12.500,00 €

Figura 7.3: Análisis de costes: Logística [Elaboración propia]

Comunicaciones

Todos los operarios del servicio contarán con dispositivos que permitan la comunicación constante entre ellos, así como el acceso a la herramienta de gestión. Por ello, se contará con tablets, ordenadores, teléfonos móviles, y sus respectivas tarifas tal y como se establece en la Figura 7.4.

Análisis de costes - Resto	Unidades	Tipo de coste	Recurrencia (Meses)	% Asignación	Coste ud	Coste Anual	Coste Inicial
Comunicaciones						5.880,00 €	- €
Tablet	4	Recurrente	24	100%	500,00 €	1.000,00 €	- €
Ordenador	2	Recurrente	24	100%	1.000,00 €	1.000,00 €	- €
Móvil	8	Recurrente	24	100%	250,00 €	1.000,00 €	- €
Tarifa teléfono	8	Recurrente	1	100%	30,00 €	2.880,00 €	- €

Figura 7.4: Análisis de costes: Comunicaciones [Elaboración propia]

Subcontrataciones

Tal y como se ha indicado anteriormente, se subcontratarán diversas funciones como el marketing, el servicio de call center, así como trámites facilitados por gestorías, como la gestión de nóminas, impuestos, etc. El coste de call-center dependerá del uso del servicio y podrá ser inferior o superior al establecido. Dichos costes se identifican en la Figura 7.5.

Análisis de costes - Resto	Unidades	Tipo de coste	Recurrencia (Meses)	% Asignación	Coste ud	Coste Anual	Coste Inicial
Subcontrataciones						58.800,00 €	- €
Gestoría	1	Recurrente	3	100%	1.800,00 €	7.200,00 €	- €
Call-Center	1	Recurrente	1	100%	1.800,00 €	21.600,00 €	- €
Marketing	1	Recurrente	12	100%	30.000,00 €	30.000,00 €	- €

Figura 7.5: Análisis de costes: Subcontrataciones [Elaboración propia]

Bicicletas

Debido a la dificultad para obtener presupuestos válidos y fiables de bicicletas, en este caso, se considerará el precio base indicado en los pliegos de la licitación multiplicado por un factor de 0,9. Estas bicicletas, continuamente a la intemperie y al uso continuado de los usuarios tendrán una vida de media de dos años. Se presenta en la Figura 7.6.

Análisis de costes - Resto	Unidades	Tipo de coste	Recurrencia (Meses)	% Asignación	Coste ud	Coste Anual	Coste Inicial
Bicicletas						- €	5.757.255,00 €
Bicicleta eléctrica adaptada	2500	Inicial	N/A	100%	2.302,90 €	- €	5.757.255,00 €

Figura 7.6: Análisis de costes: Bicicletas [Elaboración propia]

Estaciones

De nuevo, y al igual que sucede en el caso de las bicicletas, se tendrá en cuenta el coste base indicado en los pliegos de la licitación multiplicado por un factor de 0,9. Se presenta en la Figura 7.7.

Análisis de costes - Resto	Unidades	Tipo de coste	Recurrencia (Meses)	% Asignación	Coste ud	Coste Anual	Coste Inicial
Estaciones						- €	7.948.800,00 €
Estación con puerto de carga	276	Inicial	N/A	100%	28.800,00 €	- €	7.948.800,00 €
Estación sin puerto de carga	0	Inicial	N/A	100%	25.000,00 €	- €	- €

Figura 7.7: Análisis de costes: Estaciones [Elaboración propia]

Formaciones

Por último, se considera que los distintos operarios serán formados una vez al año, en materias relacionadas con el servicio, así como en otras materias como sostenibilidad o movilidad eficiente, para promover el servicio y alcanzar motivaciones elevadas del empleado. Se presenta en la Figura 7.8.

Análisis de costes - Resto	Unidades	Tipo de coste	Recurrencia (Meses)	% Asignación	Coste ud	Coste Anual	Coste Inicial
Formaciones						16.000,00 €	- €
Formaciones	8	Recurrente	12	100%	2.000,00 €	16.000,00 €	- €

Figura 7.8: Análisis de costes: Formaciones [Elaboración propia]

Costes de personal

Una vez realizado en apartados anteriores el dimensionamiento del personal, se realiza a continuación el análisis de coste de este. Se dividirá en Personal de Gestión, y en Operarios. Para el cálculo de costes, se tendrá cuenta como FTE (Full Time Equivalent), los establecidos en el cuadrante de dimensionamiento del servicio, realizando diferenciación entre el primer año y los años posteriores. Para los años posteriores, además, se tendrá en cuenta la reducción de la jornada laboral.

Así, los salarios se tomarán de convenio, realizando un aumento de los mismos de 15 % para adaptarse a las condiciones del mercado. Se tendrá en cuenta el 31,75 % de coste de la Seguridad Social. Se presenta en la Figura 7.9 para el personal de gestión, en la Figura 7.10 para operarios en el primer año, y en la Figura 7.11 para operarios en el resto de años.

Personal de Gestión						
Descripción	FTE	Salario Bruto Convenio (2024)	Plus Salario real de mercado	S.S.		Total
Gestor	1	40.000,00 €	0%	31,75%	12.700,00 €	52.700,00 €
Administrativo	1	20.632,30 €	10%	31,75%	7.205,83 €	29.901,36 €

Figura 7.9: Análisis de costes: Personal de gestión [Elaboración propia]

Operarios - Año 1						
Descripción	FTE	Salario Bruto Convenio (2024)	Plus Salario real de mercado	S.S.		Total
Jefe de equipo	1	24.932,11 €	10%	31,75%	8.707,54 €	36.132,86 €
Operarios Taller	1,18	21.258,34 €	10%	31,75%	8.760,88 €	36.354,21 €
Operarios Taller	1,79	21.258,34 €	10%	31,75%	13.289,81 €	55.147,48 €
Operarios Taller	1,18	21.258,34 €	10%	31,75%	8.760,88 €	36.354,21 €
Operarios Mtto Estaciones	0,39	21.258,34 €	10%	31,75%	2.895,55 €	12.015,37 €
Operarios Logística Interna	1,18	21.258,34 €	10%	31,75%	8.760,88 €	36.354,21 €
Operarios Logística Adaptada	2,48	21.258,34 €	10%	31,75%	18.412,70 €	76.405,45 €

Figura 7.10: Análisis de costes: Operarios - año 1 [Elaboración propia]

Operarios - Año 2 en adelante						
Descripción	FTE	Salario Bruto Convenio (2024)	Plus Salario real de mercado	S.S.		Total
Jefe de equipo	1	24.932,11 €	10%	31,75%	8.707,54 €	36.132,86 €
Operarios Taller	1,18	21.258,34 €	10%	31,75%	8.760,88 €	36.354,21 €
Operarios Taller	1,79	21.258,34 €	10%	31,75%	13.289,81 €	55.147,48 €
Operarios Taller	1,18	21.258,34 €	10%	31,75%	8.760,88 €	36.354,21 €
Operarios Mitto Estaciones	0,88	21.258,34 €	10%	31,75%	6.533,54 €	27.111,61 €
Operarios Logística Interna	1,18	21.258,34 €	10%	31,75%	8.760,88 €	36.354,21 €
Operarios Logística Adaptada	2,48	21.258,34 €	10%	31,75%	18.412,70 €	76.405,45 €

Figura 7.11: Análisis de costes: Operarios - año 2 [Elaboración propia]

Por último, se calcula el coste de absentismo tanto para el primero como para el segundo año. De acuerdo a la media de la industria, se establece un porcentaje de absentismo del 7,50 %, del cual se sustituirá un 90 % de las horas, y el 10 % restante se recuperará mediante técnicas de recuperación de tareas por parte del personal adscrito al servicio. Se presentan en la Tabla 7.1 para el primer año y en la Tabla 7.2 para el resto de años.

Cálculo absentismo - Año 1	
% de absentismo	7,50 %
Coste absentismo	—
% de sustitución	90 %
Coste sustitución	—
% de recuperación	50 %
Coste recuperación	—
Total Absentismo	11.272,47 €

Cuadro 7.1: Cálculo estimado del coste del absentismo para operarios año 1.
[Elaboración propia]

Cálculo absentismo - Año 2+	
% de absentismo	7,50 %
Coste absentismo	—
% de sustitución	90 %
Coste sustitución	—
% de recuperación	50 %
Coste recuperación	—
Total Absentismo	11.861,78 €

Cuadro 7.2: Cálculo estimado del coste del absentismo para operarios año 2+. *[Elaboración propia]*

Por último, se establece un coste de guardias del 20 % del salario bruto de dos jefes de equipo, para asegurar que en caso necesario siempre exista un operario disponible. Se presenta en la Tabla 7.3.

Coste guardias	
Total Guardias	9.972,84 €

Cuadro 7.3: Coste total previsto por concepto de guardias. *[Elaboración propia]*

7.2. Análisis global y oferta

En la Tabla 7.4 se muestra un resumen de los distintos costes ya descritos para el primer año, se dividen entre coste recurrente y coste inicial.

Resumen Costes		
	Recurrente (Anual)	Coste Inicial
<i>Costes Personal</i>	<i>392.610,46 €</i>	<i>–</i>
Gestión	82.601,36 €	–
Operarios - Año 1	310.009,10 €	–
Operarios - Año 2+	325.694,65 €	–
<i>Costes Resto</i>	<i>2.224.586,72 €</i>	<i>13.834.160,92 €</i>
Propiedades	42.400,00 €	55.605,92 €
Repuestos	2.024.854,72 €	–
Logística	56.652,00 €	12.500,00 €
Comunicaciones	5.880,00 €	–
Subcontrataciones	58.800,00 €	–
Bicicletas	–	5.757.255,00 €
Estaciones	–	7.948.800,00 €
Desarrollos	20.000,00 €	60.000,00 €
Formaciones	16.000,00 €	–
<i>Total</i>	<i>2.617.197,18 €</i>	<i>13.834.160,92 €</i>

Cuadro 7.4: Desglose de Costes Iniciales y Recurrentes del proyecto. *[Elaboración propia]*

Se tiene en cuenta además el incremento de IPC, de precio de alquileres, salarios, así como el incremento del coste de la Seguridad Social en la Tabla 7.5.

Año	IPC	Alquileres	S.S.	Salarios
2025	3 %	3 %	0,67 %	2 %
2026	2,50 %	2,50 %	0,08 %	2 %
2027	2,50 %	2,50 %	0,08 %	2 %
2028	2,50 %	2,50 %	0,09 %	2 %
2029	2,50 %	2,50 %	0,08 %	2 %
2030	2,50 %	2,50 %	0,05 %	2 %
2031	2,50 %	2,50 %	0,05 %	2 %
2032	2,50 %	2,50 %	0,05 %	2 %
2033	2,50 %	2,50 %	0,05 %	2 %
2034	2,50 %	2,50 %	0,05 %	2 %

Cuadro 7.5: Evolución de los Costes Operativos (2025–2034). *[Elaboración propia]*

Para dicho incremento, en la Tabla 7.6 se indican los costes actualizados para cada año.

Año	Personal (Eur)	Alquileres (Eur)	Resto (Eur)	Total (Eur)
2025	392.610,46	42.400,00	2.182.186,72	2.745.303,10
2026	418.579,80	43.672,00	2.247.652,32	2.709.904,12
2027	427.209,34	44.763,80	2.303.843,63	2.775.816,77
2028	436.016,62	45.882,90	2.361.439,72	2.843.339,23
2029	445.038,86	47.029,97	2.420.475,71	2.912.544,54
2030	454.213,36	48.205,72	2.480.987,61	2.983.406,68
2031	463.472,12	49.410,86	2.543.012,30	3.055.895,28
2032	472.919,56	50.646,13	2.606.587,60	3.130.153,29
2033	482.559,50	51.912,28	2.671.752,29	3.206.224,08
2034	492.395,87	53.210,09	2.738.546,10	3.284.152,06
Total	4.485.015,48	477.133,74	24.556.484,00	29.646.739,15

Cuadro 7.6: Evolución de Costes Operativos (Eur) por Año (2025–2034). *[Elaboración propia]*

Realizado esto, se presentan en la Tabla 7.7 el total de costes para los 10 años de servicio.

Costes Totales 10 años	
Recurrentes	29.646.739,15 €
Coste Inicial	13.834.160,92 €
Total	43.480.900,06 €

Cuadro 7.7: Costes totales acumulados en el horizonte temporal del proyecto.
[Elaboración propia]

Así, se presenta en la Tabla 7.8 el ingreso estimado, teniendo en cuenta los márgenes de beneficio industrial y el porcentaje de gastos generales.

Ingresos	
Costes Bicicletas y Estaciones Iniciales	13.706.055,00 €
Costes Recurrentes	29.646.739,15 €
Beneficio Industrial	8 %
Gastos Generales	3 %
Ingresos Inicial	15.186.308,94 €
Ingresos Recurrentes	32.848.586,97 €

Cuadro 7.8: Resumen de Ingresos para Costes Iniciales y Recurrentes [Elaboración propia]

Con ello, se presenta en la Tabla 7.9 y en la Tabla 7.10 el flujo de caja del proyecto, con el margen bruto anual, ya que según pliegos, las anualidades serán fijas cada año, sin ningún tipo de actualización.

Año	Ingresos (Eur)	Costes Recurrentes (Eur)	Costes Iniciales (Eur)
2025	18.471.167,64	2.745.303,10	128.105,92
2026	3.284.858,70	2.709.904,12	—
2027	3.284.858,70	2.775.816,77	—
2028	3.284.858,70	2.843.339,23	—
2029	3.284.858,70	2.912.544,54	—
2030	3.284.858,70	2.983.406,68	—
2031	3.284.858,70	3.055.895,28	—
2032	3.284.858,70	3.130.153,29	—
2033	3.284.858,70	3.206.224,08	—
2034	3.284.858,70	3.284.152,06	—
Global	48.034.895,91	29.646.739,15	128.105,92

Cuadro 7.9: Ingresos y Costes Directos (Eur) por Año (2025–2034). *[Elaboración propia]*

Año	Costes Totales (Eur)	Costes Bicis+Estaciones (Eur)	MB (%)
2025	16.579.464,02	13.834.160,92	10,24
2026	2.709.904,12	—	17,50
2027	2.775.816,77	—	15,50
2028	2.843.339,23	—	13,44
2029	2.912.544,54	—	11,33
2030	2.983.406,68	—	9,18
2031	3.055.895,28	—	6,97
2032	3.130.153,29	—	4,71
2033	3.206.224,08	—	2,39
2034	3.284.152,06	—	0,02
Global	43.480.900,06	13.834.160,92	9,48

Cuadro 7.10: Costes Totales y Margen Bruto (Eur y %) por Año (2025–2034). *[Elaboración propia]*

Cabe destacar cómo en los últimos años el margen bruto del proyecto disminuye notablemente; esto se debe al incremento anual de los costes sin la permitente subida en el canon anual pagado por el Ayuntamiento de Zaragoza. Así, a lo largo

del proyecto se generarán eficiencias y sinergias internas que tratarán de disminuir costes manteniendo el margen bruto en cifras positivas alejadas de 0 %.

Por último, se presenta en la Tabla 7.11 el resumen de la oferta realizada, con el coste de cada anualidad, y la baja ofertada.

Estudio Oferta	
Plazo de licitación (años)	10
Total Oferta	48.034.895,91 €
Anualidad	3.284.858,70 €
Presupuesto Licitación	73.032.420,00 €
Baja ofertada	34,23 %

Cuadro 7.11: Resumen de la oferta económica frente al presupuesto de licitación.
[Elaboración propia]

Como se puede comprobar, contando con un margen bruto del 9,5 % y siendo este una referencia en el sector de servicios, para lograr realizar una oferta competitiva y con posibilidades de obtener una puntuación elevada en el marco económico, se presenta una baja sobre el presupuesto de la licitación del 34,23 %.

De acuerdo a los criterios sobre Ofertas anormalmente bajas, se determina que una oferta se considerará como tal si la proposición económica es inferior al producto de la media aritmética de las ofertas presentadas por el coeficiente 0,90. Al ser la baja de la oferta a presentar elevada sobre el presupuesto de la licitación, se da el riesgo de presentar una oferta considerada anormalmente baja. Sin embargo, dados los cálculos de costes realizados, se debe proceder a realizar la oferta y, si es requerido por la administración pertinente, se procederá a realizar cualquier tipo de justificación y desglose razonado.

Capítulo 8

Conclusiones y trabajos futuros

8.1. Conclusiones

Los primeros sistemas de «*bikesharing*» que aparecieron en la geografía española han llegado a su límite de vida útil, ya sea por la evolución que ha existido en la última década en cuanto a conectividad o a la popularización del uso de la bicicleta eléctrica, que permite desplazarse realizando un bajo esfuerzo de la forma más eficiente y limpia posible dentro de una ciudad.

Es por ello que las primeras renovaciones de contratos, o cambios de gestión en estos sistemas se están haciendo cada vez más frecuentes, pudiendo hallarse publicadas diversas licitaciones de Ayuntamientos en la Plataforma de Contratación del Sector Público.

Una colaboración público - privada como la descrita en esta memoria parece la forma óptima de gestión, logrando la mayor profesionalidad posible gracias a la elección de empresas expertas que superan los estrictos criterios de solvencia exigidos por los Ayuntamientos, consiguiendo ofrecer al ciudadano un servicio eficiente, moderno, económico y bien mantenido.

Así, como se ha podido comprobar en la elaboración del estudio y en la realización de la oferta, son numerosos los ítem a tener en cuenta, si bien son comunes en todas las licitaciones de este carácter, lo que permite generar sinergias manteniendo a la vez presupuestos bajos y un nivel de calidad del servicio elevado.

Por lo tanto, promover en el panorama español la movilidad compartida en bicicleta es hoy en día una tarea sencilla y económica a realizar por parte de los Ayuntamientos, que debería constituirse como un deber de servicio a la ciudadanía,

en el haber de ofrecer medios de transporte accesibles y públicos.

Se describe así un modelo de negocio rentable para empresas privadas, dando un espacio a la innovación y a la promoción de la movilidad compartida y sostenible, y a otros beneficios como la generación de empleo o el crecimiento del mercado del ciclismo en un país, España, en el que uso de la bicicleta dista mucho del que se realiza en otros países europeos.

Por último, cabe destacar la necesidad de promocionar estos sistemas para hacerlos atractivos a ojos del usuario final. Deben mencionarse los beneficios del uso de la bicicleta, así como la facilidad y el bajo esfuerzo requerido para su uso.

En relación a la oferta técnica y económica desarrollada en el presente proyecto, cabe destacar la integración de múltiples objetivos vinculados a los ODS, así como a prioridades gubernamentales en materia de movilidad sostenible. Todo ello se ha realizado sin comprometer la competitividad de la propuesta, que incluye un porcentaje de baja significativo. Esta circunstancia, si bien refuerza las opciones de adjudicación, también podría situar la oferta en el umbral de anormalidad, con el consiguiente riesgo de requerimiento de justificación por parte del organismo contratante.

No obstante, el proyecto se apoya en una planificación detallada y sólidamente fundamentada, tanto técnica como económicamente, lo que permite minimizar dicho riesgo. Además, proporciona los argumentos necesarios para responder con solvencia y transparencia a cualquier requerimiento de aclaración o justificación que pudiera surgir.

8.2. Trabajos futuros

Como ya se ha mencionado, el ecosistema actual es el propicio para la implantación y actualización de los sistemas de bicicletas compartidas en las ciudades españolas. Con ello, se mejoraría la eficiencia del uso del espacio en las ciudades, reduciendo el tráfico de coches y aumentando el de bicicletas, a la vez que generando un nuevo modelo de negocio para empresas privadas.

Sin embargo, para lograr que el panorama nacional sea el óptimo para atraer usuarios a estos sistemas, es necesario trabajar en ciertas cuestiones, tales como lograr que la orografía de las ciudades no sea un problema, mejorar en cuanto a calidad y cantidad los carriles bici, promocionar el uso de la bicicleta tanto pública como privada, y promover económicamente la compra de bicicletas o el uso de la bicicleta compartida.

A diferencia de países como Holanda, donde la orografía es completamente llana, no solo a nivel de ciudad, sino también a nivel nacional, España es un país que cuenta con una orografía accidentada, dificultando el uso de la bicicleta como único sistema de movilidad. Por ello, trabajar en nuevos sistemas mecánicos y eléctricos que faciliten superar estos desniveles es clave para popularizar la bicicleta en el ámbito urbano.

Así, promover la construcción de carriles bici que faciliten el uso de la misma, no solo a nivel urbano, sino también extraurbano, permitiendo realizar desplazamientos entre ciudades grandes y las llamadas ciudades dormitorio, es necesario para reducir el tráfico de coches. Para ello, se deben realizar estudios sobre en qué zonas y en qué contextos conviene desarrollar estos proyectos.

Por último, estos sistemas, además de hacerse realidad para los Ayuntamientos, deben promocionarse a los ciudadanos, ya sea mediante incentivos económicos o de salud. Para ello, es necesario estudiar qué prioriza cada cliente y, en base a ello, desarrollar campañas de publicidad enfocadas a los distintos segmentos de la población.

Sin embargo, queda mucho trabajo por delante y una cuestión difícil de resolver que atañe principalmente a España: el clima. España en su geografía central, lejos del Mediterráneo, consta de un clima muy frío en invierno a la vez que muy caluroso en verano, lo que dificulta el uso de la bicicleta como medio de transporte, siendo este agradable en escasos meses al año. Así, el resto de mejoras en los sistemas de bicicletas compartida, como la mejora en la seguridad, en la asistencia al pedaleo, en la calidad y cantidad de carriles bici, y en la promoción de los mismos, deben lograr reducir el inconveniente climático para lograr un incremento del uso de la bicicleta en nuestro país.

Apéndice A

Planificación temporal del matenimiento preventivo

Se presenta a continuación el esquema de planificación temporal para el mantenimiento preventivo de bicicletas y estaciones según lo determinado en las gamas.

Esquema planificación mantenimiento preventivo

Sistema	Componente	Mantenimiento	Frecuencia										Tiempos (min)										Tiempo Anual										Horas unitario
			d	s	q	m	b	t	S	A	d	s	q	m	b	t	S	A	d	s	q	m	b	t	S	A							
Bicicletas	Sistema de frenado	Engrase de frenos							2								15								30		0,50						
		Comprobación manetas de freno							2								5								10		0,17						
		Comprobación cables frenado							2								2								4		0,07						
	Sistema de propulsión mecánica	Limpieza y lubricación cadena							2								15								30		0,50						
		Sustitución cadena								1								15								15		0,25					
		Limpieza y lubricación pedales							2								15								30		0,50						
		Limpieza y lubricación casette							2								7								14		0,23						
		Sustitucion casette								1							15								15		0,25						
		Ajuste transmisión							2								5								10		0,17						
		Limpieza y lubricación transmisión							2								7								14		0,23						
		Limpieza y lubricación plato							2								5								10		0,17						
		Sustitución plato								0,2								6								1,2		0,02					
	Sistemas de propulsión eléctrica	Comprobación batería							2								10								20		0,33						
	Ruedas	Limpieza y lubricación bujes								1								20								20		0,33					
		Limpieza reflectantes							2								2								4		0,07						
		Comprobación presión ruedas							2								2								4		0,07						
		Comprobación tensión radios								1								5								5		0,08					
	Genérico	Limpieza de cuadro, ruedas, sillín, manetas, tija, guardabarros							2								10								20		0,33						
		Comprobación manillas, tija, manetas y timbre							2								2								4		0,07						
Comprobación luces y pantalla								2								2								4		0,07							
Apriete tornillos, tuercas, pernos, etc.								2								5								10		0,17							
Comprobación cableado								2								2								4		0,07							
Estaciones	Limpieza de puntos de anclaje						4								15								60			1,00							
	Engrase de puntos de anclaje						4								15								60			1,00							
	Limpieza de panel fotovoltaico						4								10								40			0,67							
	Limpieza de la pantalla						4								2								8			0,13							
	Limpieza de la estación						2								30								60			1							
	Pintar desperfectos							1								30								30		0,5							
	Revisión general de cableado						4								30								120			2							

Apéndice B

Convenio aplicable Zaragoza

Se presentan a continuación las Tablas Salariales para el año 2024 relativas al Convenio colectivo del sector de Industria, Tecnología y Servicios del Sector del Metal de Zaragoza.

En la Figura B.1 se presenta:

- Primera columna: salario base del convenio aplicable sobre los trescientos sesenta y cinco o trescientos sesenta y seis días del año o doce meses, según su caso, calculándose asimismo sobre ella los complementos salariales.
- Segunda columna: remuneración bruta anual.
- Tercera columna: cuantías anuales a percibir según el complemento «ex categoría».
- Cuarta columna: Retribución bruta anual para aquellos empleados que recibían el complemento «ex categoría».

				TABLA AÑO 2024			
GRUPO PROFESIONAL	NIVEL GRUPO	DIVISION FUNCIONAL	ANTERIOR CATEGORIA PROFESIONAL ASIMILABLE	SALARIO CONVENIO	RETRIBUCION BRUTA ANUAL	EX CATEGORIA (anual)	RETRIBUCION BRUTA ANUAL + EX CATEGORIA
GRUPO 1		TECNICOS	Titulado Superior	2.061,46	28.860,44		
		EMPLEADOS	Director Gerente	2.061,46	28.860,44		
GRUPO 2	2.1	TECNICOS	Titulado Medio (Aparejadores); ATS; Titulado Superior Entrada	2.004,51	28.063,17		
	2.2	TECNICOS	Ayudantes de Ingeniero; Ayudante Arquitecto	1.901,87	26.626,15		
	2.3	TECNICOS	Graduados Sociales	1.780,86	24.932,11		
		EMPLEADOS	Jefe Primera Administracion	1.806,55	25.291,75		
GRUPO 3		TECNICOS	Jefe Primera Laboratorio	1.725,34	24.154,82	1.596,64	25.751,46
		TECNICOS	Dibujante Proyectista; Jefe Primera Organización Trabajo; Delineante Proyectista	1.725,34	24.154,82	190,17	24.344,99
		TECNICOS	Jefe Segunda Laboratorio; Jefe Segunda Organización Trabajo	1.725,34	24.154,82		
		EMPLEADOS	Jefe Segunda Administracion	1.733,84	24.273,73		
		OPERARIOS	Jefe Taller	1.780,86	24.932,11		
		TECNICOS	Maestros Industriales	1.688,07	23.633,01		
GRUPO 4		EMPLEADOS	Viajante; Oficial Primera Administracion	1.616,66	22.633,22	315,09	22.948,31
		EMPLEADOS	Tecnico Organización Primera; Delineante Primera	1.616,66	22.633,22		
		OPERARIOS	Maestro Taller	1.635,42	22.895,88		
		EMPLEADOS	Analista Primera	1.553,41	21.747,70	681,14	22.428,84
GRUPO 5		EMPLEADOS	Oficial Segunda Administracion	1.553,41	21.747,70	253,38	22.001,07
		EMPLEADOS	Delineante Segunda; Tecnico Organizacion Segunda	1.553,41	21.747,70		
		OPERARIOS	Encargado	1.518,45	21.258,34	716,14	21.974,48
		OPERARIOS	Oficial Primera *	50,02	21.258,34	372,38	21.630,71
		OPERARIOS	Chofer Camion Grua	1.518,45	21.258,34		
		OPERARIOS	Oficial Segunda *	50,02	21.258,34		
		EMPLEADOS	Analista Segunda; Auxiliar Organización	1.473,74	20.632,30	627,03	21.259,33
		EMPLEADOS	Auxiliar Administrativo	1.473,74	20.632,30	228,88	20.861,18
GRUPO 6		EMPLEADOS	Auxiliar Calcedor; Auxiliar Laboratorio; Almacenero	1.473,74	20.632,30		
		OPERARIOS	Chofer Turismo	1.473,11	20.623,60	506,83	21.130,43
		OPERARIOS	Capataz	1.473,11	20.623,60	291,16	20.914,75
		OPERARIOS	Oficial Tercera *	48,53	20.623,60	161,97	20.785,58
		OPERARIOS	Especialista *	48,53	20.623,60		
		EMPLEADOS	Telefonista	1.439,35	20.150,96		
		EMPLEADOS	Vigilante	1.439,35	20.150,96		
		EMPLEADOS	Ordenanza; Portero	1.439,35	20.150,96		
GRUPO 7		OPERARIOS	Peon *	47,41	20.150,96		

Figura B.1: Tabla salarial 1 [Convenio colectivo del sector de Industria, Tecnología y Servicios del Sector del Metal de Zaragoza]

En la Figura B.2 se presenta la cuantía a devengar en caso de trabajos nocturnos, definiéndose estos en un horario de 22:00 06:00.

GRUPO PROFESIONAL	NIVEL GRUPO	DIVISION FUNCIONAL	ANTERIOR CATEGORIA PROFESIONAL ASIMILABLE	2024		
				nocturno	nocturno	nocturno
				hora	hora + ex	hora ex catg
GRUPO 1		TECNICOS	Titulado Superior	1,820		
		EMPLEADOS	Director Gerente	1,820		
GRUPO 2	2.1	TECNICOS	Titulado Medio (Aparejadores); ATS; Titulado Superior Entrada	1,769		
	2.2	TECNICOS	Ayudantes de Ingeniero ; Ayudante Arquitecto	1,677		
	2.3	TECNICOS	Graduados Sociales	1,569		
		EMPLEADOS	Jefe Primera Administracion	1,592		
GRUPO 3		TECNICOS	Jefe Primera Laboratorio	1,519	0,115	1,634
		TECNICOS	Dibujante Proyectista; Jefe 1ª Org Trabajo; Delineante Proyectista	1,519	0,014	1,533
		TECNICOS	Jefe Segunda Laboratorio; Jefe Segunda Organización Trabajo	1,519		
		EMPLEADOS	Jefe Segunda Administracion	1,527		
		OPERARIOS	Jefe Taller	1,569		
		TECNICOS	Maestros Industriales	1,486		
GRUPO 4		EMPLEADOS	Viajante; Oficial Primera Administracion	1,422	0,023	1,445
		EMPLEADOS	Tecnico Organización Primera; Delineante Primera	1,422		
		OPERARIOS	Maestro Taller	1,439		
		EMPLEADOS	Analista Primera	1,365	0,049	1,414
GRUPO 5		EMPLEADOS	Oficial Segunda Administracion	1,365	0,018	1,384
		EMPLEADOS	Delineante Segunda; Tecnico Organziacion Segunda	1,365		
		OPERARIOS	Encargado	1,334	0,052	1,386
		OPERARIOS	Oficial Primera	1,336	0,027	1,363
		OPERARIOS	Chofer Camion Grua	1,334		
		OPERARIOS	Oficial Segunda	1,336		
GRUPO 6		EMPLEADOS	Analista Segunda; Auxiliar Organización	1,294	0,045	1,339
		EMPLEADOS	Auxiliar Administrativo	1,294	0,016	1,311
		EMPLEADOS	Auxiliar Calgador; Auxliar Laboratorio; Almacenero	1,294		
		OPERARIOS	Chofer Turismo	1,289	0,042	1,331
		OPERARIOS	Capataz	1,289	0,026	1,315
		OPERARIOS	Oficial Tercera	1,291	0,017	1,308
		OPERARIOS	Especialista	1,291		
GRUPO 7		EMPLEADOS	Telefonista	1,263		
		EMPLEADOS	Vigilante	1,263		
		EMPLEADOS	Ordenanza; Portero	1,263		
		OPERARIOS	Peon	1,266		

Figura B.2: Tabla salarial 2 [Convenio colectivo del sector de Industria, Tecnología y Servicios del Sector del Metal de Zaragoza]

Bibliografía

- [1] Ajuntament de Barcelona. Datos básicos de la movilidad en la ciudad, 2024. Accedido: 2024-07-30.
- [2] A. De Bortoli. Environmental performance of shared micromobility and personal alternatives using integrated modal lca. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93:102743, 2021.
- [3] Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP). *Guía de Planeación del Sistema de Bicicletas Compartidas*. Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, May 2021. Disponible en: https://itdp.org/wp-content/uploads/2021/05/BSPG_espanol20.01.pdf [Accedido: 19 de enero de 2025].
- [4] Subdirección General de Gestión de la Movilidad Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental. Estudio de gestión directa del servicio de alquiler de bicicletas a través de la emt, julio 2022. Junta de Gobierno de 14 de julio de 2022.
- [5] Fifteen. Bicicleta compartida en españa: oportunidades y retos para una movilidad urbana más sostenible, 2023. Informe sobre la bicicleta compartida en España, incluyendo la visión de expertos y la percepción de los consumidores.
- [6] IESE Business School. ¿son rentables los sistemas de bicicletas compartidas?, 2024. Accedido: 2024-07-30.
- [7] Michael D. Keall, Caroline Shaw, Ralph Chapman, and Philippa Howden-Chapman. Reductions in carbon dioxide emissions from an intervention to promote cycling and walking: A case study from new zealand. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 65:687–696, 2018.
- [8] C. S. Smith and J. P. Schwieterman. E-scooter scenarios: Evaluating the potential mobility benefits of shared dockless scooters in chicago. Technical report, Chaddik Institute For Metropolitan Development At Depaul University, 2018.

- [9] Jie Zhang, Meng Meng, Puay Ping Koh, and Yiik Diew Wong. Life duration of bike sharing systems. *Case Studies on Transport Policy*, 9(2):674–680, 2021.