



# MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Diseño de un modelo de negocio digital para el sector  
asegurador de auto en España: Análisis estratégico de  
viabilidad de un taller de reparación automatizado

Autor: David Pino Hidalgo

Director: Alejandro González San Román

Madrid

Julio de 2025



Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
Diseño de un modelo de negocio digital para el sector asegurador de auto en España:  
Análisis estratégico de viabilidad de un taller de reparación automatizado  
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el  
curso académico 2024/25 es de mi 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.: David Pino Hidalgo

Fecha: 28/07/2025

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Alejandro González San Román

Fecha: 29/07/2025





# MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Diseño de un modelo de negocio digital para el sector  
asegurador de auto en España: Análisis estratégico de  
viabilidad de un taller de reparación automatizado

Autor: David Pino Hidalgo

Director: Alejandro González San Román

Madrid



# Agradecimientos

Quiero agradecer a Alejandro, mi director, por su implicación, su cercanía y sus valiosos consejos durante el desarrollo del trabajo.

A mi familia, por estar siempre y apoyarme, y a mi pareja, por acompañarme en cada paso con paciencia y ánimo.

A mis compañeros de MAPFRE, por enseñarme tanto y despertar en mí un auténtico interés por el mundo del seguro.

Y al mundo del motor, por ser desde siempre una fuente de inspiración y el verdadero impulso detrás de este proyecto.



# **DISEÑO DE UN MODELO DE NEGOCIO DIGITAL PARA EL SECTOR ASEGURADOR DE AUTO EN ESPAÑA: ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE VIABILIDAD DE UN TALLER DE REPARACIÓN AUTOMATIZADO**

**Autor: Pino Hidalgo, David.**

Director: González San Román, Alejandro.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

**Palabras clave:** Automatización, eficiencia operativa, diagnóstico digital, siniestros automóviles, taller de reparación

### **1. Introducción**

En el actual contexto de transformación tecnológica y operativa del sector asegurador español, el presente Trabajo Fin de Máster plantea una propuesta de alto impacto: el diseño de un modelo de taller de reparación automatizado para vehículos siniestrados, concebido como proveedor especializado dentro del ecosistema asegurador. El proyecto parte del diagnóstico de las ineficiencias estructurales del actual modelo de posventa tras siniestro — baja trazabilidad, escasa digitalización, disparidad en la calidad, tiempos elevados, y saturación de peritos— y se orienta a construir una alternativa basada en principios industriales, automatización, y especialización por tareas.

El modelo propuesto responde a una doble necesidad: por un lado, la del ramo de autos de reducir su ratio combinado (que en 2023 superó el 101%, con rentabilidad técnica negativa por primera vez en más de una década [1]); y por otro, la del cliente asegurado, que exige mayor transparencia, plazos más breves y seguimiento digital del proceso. En paralelo, el mercado de talleres se encuentra fragmentado, poco tecnificado y presionado por tarifas insuficientes, generando un entorno maduro e ineficiente.

En este escenario, el modelo desarrollado se apoya en una lógica de cadena de montaje industrial, con estaciones especializadas, flujos continuos, y una arquitectura digital que permite la coordinación total entre aseguradora y taller. Desde la entrada del vehículo hasta su entrega final, el sistema está concebido para generar un expediente digital, trazable y actualizable en tiempo real, alineado con las exigencias actuales de eficiencia y experiencia del cliente.

Uno de los elementos más innovadores del modelo es el alto grado de automatización presente durante todo el proceso. Además de usar brazos robóticos automatizados en determinadas estaciones, el diagnóstico inicial está digitalizado y automatizado. En este aspecto, el uso de visión artificial, sensores estructurales y conectividad con el vehículo permite estimar los daños, generar un plan de reparación y lanzar el pedido de piezas incluso antes de recibir la autorización formal. Esta integración temprana entre tecnología y operación contribuye a reducir tiempos improductivos, errores en la valoración y costes asociados a gestiones redundantes.

El presente trabajo no plantea una digitalización superficial de un modelo tradicional, sino una reformulación completa del proceso de reparación post-siniestro, integrando herramientas ya maduras en el entorno industrial para ofrecer una solución viable, eficiente y escalable. Se presenta así un taller como proveedor técnico-estratégico para aseguradoras, con capacidad de absorber volumen, controlar costes, garantizar calidad constante y mejorar la satisfacción del cliente final.

## **2. Metodología**

La metodología empleada se ha estructurado en cinco bloques interdependientes: análisis sectorial, diseño operativo, evaluación estratégica, modelización financiera y validación con expertos.

### Análisis sectorial

Se ha llevado a cabo una revisión documental exhaustiva de fuentes primarias (informes de UNESPA, ICEA, DGSFP, estudios de aseguradoras como MAPFRE o Mutua Madrileña), así como artículos especializados sobre el deterioro del ramo de autos en los últimos ejercicios. Este análisis ha permitido identificar con precisión los pain points actuales: incremento del coste medio por siniestro (+33% en 2 años), aumento del ratio combinado, pérdida de rentabilidad técnica, y falta de visibilidad y control sobre las reparaciones concertadas.

### Modelado de procesos y diseño técnico

Mediante técnicas de process mapping se ha descompuesto el flujo actual post-siniestro y se han identificado las fases con mayor pérdida de valor añadido. A partir de ahí, se ha diseñado un layout de taller por estaciones especializadas (11 en total), con criterios de eficiencia,

ergonomía, especialización y flujo continuo, inspirado en líneas de montaje industrial. Cada estación ha sido equipada conceptualmente con tecnologías específicas (p. ej. brazos robóticos CMA, sistemas ADAS Bosch, AGVs Dürr, sensores 3D Cognex, diagnosis IA con KTS Bosch) adaptadas al entorno real de reparación.

#### Herramientas estratégicas

Se ha aplicado un análisis DAFO detallado, un estudio de las cinco fuerzas de Porter y el Business Model Canvas completo para definir el encaje del modelo en el ecosistema asegurador, sus barreras de entrada, amenazas competitivas y factores clave de éxito. La propuesta se estructura como proveedor B2B, con posibilidad de integrar verticalmente procesos como la auto peritación o la emisión de certificados digitales.

#### Modelización económica

Se han estimado los gastos de inversión (CAPEX) y operación (OPEX), incluyendo un desglose detallado por cuenta de gasto. El modelo contempla una inversión inicial de 2,9M€, un volumen objetivo de 5.050 reparaciones anuales, y un coste medio por expediente de 860€, lo que representa una reducción del 30% frente al modelo tradicional. La modelización incluye payback, punto de equilibrio y escenarios financieros (optimista, conservador y adverso) a cinco años.

#### Validación cualitativa

Se han realizado entrevistas con perfiles clave: un directivo de MAPFRE, dos peritos, propietarios de talleres tradicionales y agentes de seguros. Sus aportaciones han permitido refinar el modelo, identificar riesgos reales y validar la aceptación potencial desde el punto de vista asegurador y operativo.

### **3. Resultados**

#### Viabilidad técnica y operativa

El taller automatizado propuesto presenta un diseño escalable y funcional, basado en flujo unidireccional, movilidad interna automatizada y coordinación MES. El modelo reduce el tiempo total de reparación (lead time) a menos de 48 horas en siniestros leves, permite un control completo de cada expediente por parte de la aseguradora y mejora la trazabilidad del proceso hasta alcanzar el 100% de seguimiento digital.

El dimensionamiento por estación, calculado con buffers y tiempos medios por tipo de siniestro (leve, medio y grave), permite alcanzar un ritmo de 23 vehículos/día con un índice de ocupación del 80–90% (incluyendo márgenes de seguridad). La automatización de tareas logísticas (AGVs, robots móviles) y la digitalización del diagnóstico inicial reducen significativamente los tiempos improductivos y los errores humanos.

### Resultados financieros

*Tabla 1. Resumen resultados financieros modelo innovador propuesto*

<b>Indicador</b>	<b>Resultado</b>
Tarifa media de reparación propuesta	1.068€ (segmentada por tipo de siniestro)
Coste medio total por vehículos	860€ (OPEX total dividido por volumen objetivo)
Payback	2 años y 11 meses
Punto de equilibrio	3.400 vehículos/año (65% de la capacidad máxima del modelo)
Free Cash Flow	>950.000€/año desde el primer ejercicio completo
ROI anualizado	18,92%

Incluso en el escenario adverso (–10% ingresos, +10% OPEX), el modelo genera EBITDA positivo y se mantiene por encima del punto de equilibrio, confirmando su resiliencia financiera.

### Impacto en aseguradoras

Con la adopción del modelo de negocio propuesto, las aseguradoras se beneficiarían de:

- Reducción estructural del coste medio por siniestro.
- Eliminación de disputas por calidad o tiempos.
- Mejora de imagen y satisfacción del cliente final.
- Generación de datos técnicos para pricing, fraude y seguimiento interno.

## **4. Conclusiones**

Este trabajo ha demostrado que es posible diseñar un modelo de taller de reparación automatizado viable técnica y económicamente, capaz de integrarse en el ecosistema asegurador y responder a los problemas estructurales del actual proceso post-siniestro. A partir de un análisis riguroso del sector y de las dinámicas operativas de los talleres

tradicionales, se ha planteado una alternativa basada en estaciones de trabajo especializadas, flujo continuo y trazabilidad digital completa.

El modelo permite reducir tiempos de reparación, mejorar la calidad de los trabajos, ofrecer visibilidad en tiempo real a las aseguradoras y controlar los costes con mayor precisión. Su diseño se apoya en tecnologías maduras como visión 3D, automatización logística, conectividad con aseguradoras y sistemas de gestión operativa. Estas herramientas no son un fin en sí mismas, sino un medio para resolver ineficiencias concretas del modelo actual.

Desde el punto de vista económico, la propuesta es rentable incluso en escenarios conservadores. El análisis financiero muestra un coste medio por reparación competitivo, un punto de equilibrio alcanzable y un retorno de la inversión en menos de tres años. Además, el modelo es escalable, replicable y compatible con las exigencias normativas y estratégicas del sector, incluyendo su alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En conjunto, el trabajo ofrece una propuesta realista, bien fundamentada y alineada con las prioridades del sector asegurador. Representa un avance hacia la profesionalización, estandarización y digitalización del proceso de reparación post-siniestro.

*Tabla 2. Comparativa tiempos y costes medios modelo tradicional y modelo propuesto*

<b>Comparativa taller innovador vs tradicional</b>				
<b>Resumen de costes y tiempos medios por siniestro</b>				
<b>Categoría</b>	<b>Taller tradicional</b>		<b>Modelo propuesto</b>	
	<b>Tiempo medio (días)</b>	<b>Costes medios (€)</b>	<b>Tiempo medio (días)</b>	<b>Costes medios (€)</b>
<b>Siniestro leve</b>	<b>2 - 4</b>	<b>700</b>	<b>1</b>	<b>528</b>
<b>Siniestro medio</b>	<b>5 - 9</b>	<b>1.100</b>	<b>1,8</b>	<b>1.078</b>
<b>Siniestro grave</b>	<b>10 - 21</b>	<b>3.200</b>	<b>3,2</b>	<b>2.187</b>

## 5. Referencias

- [1] UNESPA, *Memoria Social del Seguro 2023*
- [2] Harrington, *Business Process Improvement*
- [3] Hill & Westbrook, *SWOT análisis*
- [4] Porter, *Las cinco fuerzas competitivas*
- [5] Ries, *The Lean Startup*
- [6] DGSFP, *Ley de Contrato de Seguro*

# **DESIGN OF A DIGITAL BUSINESS MODEL FOR THE AUTO INSURANCE SECTOR IN SPAIN: STRATEGIC FEASIBILITY ANALYSIS OF AN AUTOMATED REPAIR WORKSHOP**

**Author: Pino Hidalgo, David.**

Supervisor: González San Román, Alejandro.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

## **ABSTRACT**

**Keywords:** Automation, operational efficiency, digital diagnosis, motor insurance claims, auto repair shop

### **1. Introduction**

In the current context of technological and operational transformation within the Spanish insurance sector, this Master's Thesis presents a high-impact proposal: the design of an automated repair workshop model for damaged vehicles, conceived as a specialized provider within the insurance ecosystem.

The project begins with a diagnosis of the structural inefficiencies of the current post-claim repair model—such as low traceability, limited digitalization, inconsistent quality, long repair times, and overburdened adjusters—and aims to build an alternative based on industrial principles, automation, and task-based specialization.

The proposed model addresses a dual need: on one hand, the auto insurance branch's need to reduce its combined ratio (which in 2023 exceeded 101%, marking its first instance of negative technical profitability in over a decade [1]); and on the other, the policyholder's demand for greater transparency, shorter timelines, and digital tracking throughout the process. Meanwhile, the repair workshop market remains fragmented, under-technologized, and strained by insufficient rates, resulting in a mature yet inefficient environment.

In this scenario, the developed model is based on an industrial assembly line logic, with specialized stations, continuous workflows, and a digital architecture that enables full coordination between the insurer and the workshop. From vehicle intake to final delivery, the system is designed to generate a fully traceable digital case file, updated in real time, and aligned with current demands for operational efficiency and customer experience.

One of the most innovative aspects of the model is its high degree of automation throughout the process. In addition to robotic arms at specific workstations, the initial diagnosis is both digitalized and automated. In this regard, the use of computer vision, structural sensors, and vehicle connectivity enables damage estimation, repair planning, and parts ordering even before formal authorization is received. This early integration of technology and operations helps reduce idle time, assessment errors, and costs associated with redundant procedures.

This project does not propose a superficial digitalization of a traditional model, but rather a complete reformulation of the post-claim repair process. By integrating mature technologies from the industrial environment, it delivers a viable, efficient, and scalable solution. The workshop is thus positioned as a technical-strategic provider for insurers, capable of absorbing volume, controlling costs, ensuring consistent quality, and enhancing end-customer satisfaction.

## **2. Methodology**

The methodology employed has been structured into five interdependent blocks: sector analysis, operational design, strategic evaluation, financial modelling, and expert validation.

### Sector Analysis

An exhaustive documentary review was conducted using primary sources (reports from UNESPA, ICEA, DGSFP, and studies from insurers such as MAPFRE and Mutua Madrileña), as well as specialized articles addressing the recent deterioration of the auto insurance segment. This analysis enabled the precise identification of current pain points: a 33% increase in average claim cost over two years, a rising combined ratio, loss of technical profitability, and lack of visibility and control over partner workshop repairs.

### Process Modelling and Technical Design

Using process mapping techniques, the current post-claim workflow was broken down to identify phases with the greatest loss of added value. Based on this, a workshop layout was designed featuring 11 specialized stations, following criteria of efficiency, ergonomics, specialization, and continuous flow, inspired by industrial assembly lines. Each station was conceptually equipped with specific technologies (e.g., CMA robotic arms, Bosch ADAS systems, Dürr AGVs, Cognex 3D sensors, and AI diagnostics with Bosch KTS) adapted to the real-world repair environment.

## Strategic Tools

A detailed SWOT analysis was conducted, alongside Porter's Five Forces and a complete Business Model Canvas, to define the model's fit within the insurance ecosystem, its entry barriers, competitive threats, and key success factors. The proposal is structured as a B2B provider, with potential for vertical integration of processes such as self-assessment and issuance of digital certificates.

## Economic Modelling

Capital expenditures (CAPEX) and operational expenditures (OPEX) were estimated, including a detailed breakdown by cost category. The model envisions an initial investment of 2.9M€, a target volume of 5,050 repairs per year, and an average cost per case of 860€—representing a 30% reduction compared to the traditional model. The financial modelling includes payback period, break-even point, and five-year projections across optimistic, conservative, and adverse scenarios.

## Qualitative Validation

Interviews were conducted with key stakeholders: a MAPFRE executive, two claims' adjusters, owners of traditional repair shops, and insurance agents. Their input helped refine the model, identify real-world risks, and validate its potential acceptance from both an insurance and operational perspective.

## **3. Results**

### Technical and Operational Feasibility

The proposed automated workshop presents a scalable and functional design, based on unidirectional flow, automated internal mobility, and MES-based coordination. The model reduces the total repair time (lead time) to under 48 hours for minor claims, enables full control of each case file by the insurer, and enhances process traceability, achieving 100% digital tracking.

The station sizing calculated using buffers and average times by claim type (minor, moderate, and major), allows for a throughput of 23 vehicles per day with an occupancy rate of 80–90%, including safety margins. The automation of logistical tasks (AGVs, mobile

robots) and the digitalization of the initial diagnosis significantly reduce idle times and human error.

### Financial Results

*Table 1. Summary of financial results for the proposed innovative model*

<b>Indicator</b>	<b>Result</b>
Proposed average repair rate	1,068€ (Segmented by type of claim)
Average total cost per vehicle	860€ (Total OPEX divided by target volume)
Payback	2 years and 11 months
Break-even point	3,400 vehicles/year (65% of the model's maximum capacity)
Free Cash Flow	>950,000€/year from the first full year
Annualized ROI	18,92%

Even in the adverse scenario (–10% revenue, +10% OPEX), the model generates a positive EBITDA and remains above the break-even point, confirming its financial resilience.

### Impact on Insurance Companies

With the adoption of the proposed business model, insurers would benefit from:

- Structural reduction in the average cost per claim
- Elimination of disputes over quality or turnaround times
- Enhanced brand image and customer satisfaction
- Generation of technical data for pricing, fraud detection, and internal monitoring

## **4. Conclusions**

This project has demonstrated that it is possible to design a technically and economically viable model for an automated repair workshop, capable of integrating into the insurance ecosystem and addressing the structural issues of the current post-claim process. Based on a rigorous analysis of the sector and the operational dynamics of traditional workshops, the proposed alternative relies on specialized workstations, continuous flow, and full digital traceability.

The model enables reduced repair times, improved work quality, real-time visibility for insurers, and more precise cost control. Its design leverages mature technologies such as 3D vision, automated logistics, insurer connectivity, and operational management systems.

These tools are not an end in themselves, but rather a means to resolve specific inefficiencies in the current model.

From an economic standpoint, the proposal is profitable even under conservative scenarios. The financial analysis shows a competitive average repair cost, an achievable break-even point, and a return on investment in under three years. Furthermore, the model is scalable, replicable, and compliant with the sector’s regulatory and strategic requirements, including its alignment with the Sustainable Development Goals (SDGs).

Overall, this work presents a realistic, well-founded proposal aligned with the priorities of the insurance sector. It represents a step forward toward the professionalization, standardization, and digitalization of the post-claim vehicle repair process.

*Table 2. Comparison of average repair times and costs: traditional model vs. proposed model*

<b>Comparison between innovative and traditional workshop</b>				
<b>Summary of average costs and repair times per claim</b>				
<b>Category</b>	<b>Traditional workshop</b>		<b>Proposed model</b>	
	<b>Average time (days)</b>	<b>Average costs (€)</b>	<b>Average time (days)</b>	<b>Average costs (€)</b>
<b>Minor claim</b>	<b>2 - 4</b>	<b>700</b>	<b>1</b>	<b>528</b>
<b>Medium claim</b>	<b>5 - 9</b>	<b>1.100</b>	<b>1,8</b>	<b>1.078</b>
<b>Major claim</b>	<b>10 - 21</b>	<b>3.200</b>	<b>3,2</b>	<b>2.187</b>

## 5. References

- [1] UNESPA, *Memoria Social del Seguro 2023*
- [2] Harrington, *Business Process Improvement*
- [3] Hill & Westbrook, *SWOT análisis*
- [4] Porter, *Las cinco fuerzas competitivas*
- [5] Ries, *The Lean Startup*
- [6] DGSFP, *Ley de Contrato de Seguro*

## *Índice de la memoria*

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>7</b>
1.1 Justificación del trabajo.....	7
1.2 Objetivos del proyecto.....	8
1.3 Metodología empleada .....	9
1.4 Fundamentos del sector asegurador.....	12
1.4.1 Concepto y funciones del seguro.....	13
1.4.2 Principios técnicos del seguro.....	13
1.4.3 Elementos del contrato de seguro .....	14
1.4.4 Supervisión y regulación .....	14
1.4.5 Ramos del seguro y distribución por volumen .....	15
1.4.6 Indicadores técnicos y económicos .....	15
1.4.7 El seguro de automóviles en España.....	16
1.4.8 Tendencias de presión operativa.....	16
1.4.9 Papel estratégico del seguro en la movilidad .....	16
<b>Capítulo 2. Análisis del sector asegurador de autos.....</b>	<b>19</b>
2.1 Evolución reciente del seguro de automóvil en España .....	19
2.2 Tendencias y perspectivas futuras del seguro de autos .....	23
2.3 Principales actores del sector y sus indicadores financieros .....	24
<b>Capítulo 3. Análisis del proceso de reparación post-siniestro .....</b>	<b>31</b>
3.1 Flujo de gestión típico de un siniestro en España.....	31
3.2 Flujo de reparación en talleres tradicionales .....	35
3.3 Principales ineficiencias y limitaciones del modelo actual .....	37
3.4 El sistema CICOS.....	40
3.5 Costes operativos y tiempos de reparación en talleres tradicionales.....	42
<b>Capítulo 4. Fundamentos y desarrollo del modelo de negocio.....</b>	<b>45</b>
4.1 Justificación del modelo propuesto en el contexto sectorial .....	45
4.2 Estado del arte .....	46
4.3 Tecnologías habilitadoras para la automatización de talleres .....	48
4.4 Funcionamiento operativo del modelo de taller propuesto .....	53

4.4.1 Organización general del taller .....	53
4.4.2 Estaciones de trabajo especializadas .....	56
4.4.3 Coordinación y transporte entre estaciones.....	63
4.4.4 Integración con aseguradora .....	65
4.4.5 Flujo operativo según siniestro .....	66
4.4.6 Capacidad operativa estimada y dimensionamiento inicial.....	69
4.4.7 Indicadores técnicos del sistema operativo.....	73
4.5 Alineamiento del modelo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	75
<b>Capítulo 5. Evaluación estratégica .....</b>	<b>79</b>
5.1 Análisis DAFO aplicado al modelo automatizado .....	79
5.2 Evaluación de fuerzas competitivas mediante el análisis de Porter .....	80
5.3 Aplicación del Business Model Canvas al modelo de negocio .....	82
5.3.1 Segmentos de clientes .....	83
5.3.2 Propuesta de valor .....	84
5.3.3 Canales.....	85
5.3.4 Relación con los clientes .....	86
5.3.5 Fuentes de ingreso.....	87
5.3.6 Recursos clave.....	88
5.3.7 Actividades clave.....	89
5.3.8 Socios clave .....	89
5.3.9 Estructura de costes .....	90
<b>Capítulo 6. Análisis de viabilidad económica.....</b>	<b>93</b>
6.1 Estimación de inversión inicial y recursos necesarios (CAPEX).....	93
6.2 Estructura de costes fijos y variables (OPEX) .....	97
6.3 Modelización financiera .....	102
6.3.1 Proyección de ingresos.....	102
6.3.2 Costes operativos.....	104
6.3.3 Amortización.....	104
6.3.4 Proyección económico-financiera a 5 años .....	105
6.3.5 Return on Investment (ROI).....	106
6.3.6 Payback.....	107
6.3.7 Punto de equilibrio.....	108

6.4	Simulación de escenarios: optimista, conservador y adverso.....	109
6.4.1	<i>Hipótesis de escenarios</i> .....	110
6.4.2	<i>Resultado por escenario – año 1</i> .....	110
6.5	. Indicadores clave de desempeño (KPIs).....	111
<b>Capítulo 7. Validación, riesgos e implementación .....</b>		<b>113</b>
7.1	Validación de hipótesis mediante entrevistas .....	113
7.2	Identificación de riesgos y estrategias de mitigación .....	115
7.3	Implementación del modelo: primeros 100 días .....	118
7.4	Estrategias de escalabilidad.....	119
<b>Capítulo 8. Conclusiones.....</b>		<b>121</b>
8.1	Contribuciones generales del trabajo.....	121
8.2	Sugerencias a legisladores.....	122
8.3	Contribuciones al sector asegurador y automovilístico.....	123
8.4	Líneas futuras de desarrollo .....	124
<b>Capítulo 9. Bibliografía.....</b>		<b>127</b>
<b>Anexo I: Plano taller .....</b>		<b>131</b>

## *Índice de ilustraciones*

Ilustración 1. Evolución volumen de primas seguro de autos 2019-23, M€ [14].....	19
Ilustración 2. Evolución ratio combinado medio del ramo de autos 2019-23, % [14].....	20
Ilustración 3. Evolución nº de vehículos matriculados en España 2019-23, M [14].....	22
Ilustración 4. Flujo proceso gestión de un siniestro en España .....	34
Ilustración 5. Flujo proceso reparación de un siniestro .....	37
Ilustración 6. Sistema automatizado de calibración de ADAS de Kinetic Automation .....	47
Ilustración 7. Concepto Dürr: Paintshop of the future.....	48
Ilustración 8. Plano en planta del taller automatizado con ruta unidireccional.....	56
Ilustración 9. Bancada Car-O-Liner con medición laser 3D .....	58
Ilustración 10. Robot de lijado Mirka.....	60
Ilustración 11. Robot de pintado FANUC P-250iB.....	61
Ilustración 12. AGV EcoProFleet de Dürr Systems .....	64
Ilustración 13. Flujo proceso reparación tras siniestro leve .....	67
Ilustración 14. Flujo proceso reparación tras siniestro medio .....	68
Ilustración 15. Flujo proceso reparación tras siniestro grave .....	69
Ilustración 16. Ubicación de Campanillas con respecto a la provincia de Málaga .....	94
Ilustración 17. Ejemplo de nave industrial en alquiler actualmente en zona deseada.....	94
Ilustración 18. Proyección de FCF, retorno de inversión acumulado y periodo de Payback .....	108
Ilustración 19. Gráfico de Gantt: Implementación del modelo .....	118

## *Índice de tablas*

Tabla 1. Resumen resultados financieros modelo innovador propuesto .....	12
Tabla 2. Comparativa tiempos y costes medios modelo tradicional y modelo propuesto...	13
Tabla 3. Ranking aseguradoras de auto por volumen de primas 2024 .....	25
Tabla 4. Costes medios por tipo de reparación talleres tradicionales.....	44
Tabla 5. Tiempo medio de reparación por tipo de reparación talleres tradicionales.....	44
Tabla 6. Resumen cálculos de estimación capacidad taller.....	70
Tabla 7. Tiempo medio por estación .....	71
Tabla 8. Carga diaria y nº estaciones necesarias sin margen.....	72
Tabla 9. Nº estaciones operativas con margen de seguridad 20%.....	72
Tabla 10. Lead time según tipo de siniestro .....	74
Tabla 11. Índice de ocupación por estación .....	75
Tabla 12. Análisis DAFO aplicado al modelo automatizado .....	79
Tabla 13. Resumen fuerzas competitivas de Porter aplicado a modelo automatizado .....	82
Tabla 14. Desglose CAPEX para taller automatizado.....	96
Tabla 15. Resumen salarios anuales por categoría profesional. ....	98
Tabla 16. Gastos fijos totales.....	99
Tabla 17. Gastos variables por tipo de siniestro.....	100
Tabla 18. Gastos variables anuales totalizados. ....	100
Tabla 19. Resumen gastos operacionales totales.....	100
Tabla 20. Tiempos medios por reparación .....	101
Tabla 21. Coste fijo por tipo de siniestro.....	101
Tabla 22. Costes totales por tipo de siniestro .....	102
Tabla 23. Proyección de ingresos directos de reparaciones .....	103
Tabla 24. Proyección de ingresos brutos totales.....	104
Tabla 25. Proyección de gastos totales.....	104
Tabla 26. Proyección económico-financiera base .....	105
Tabla 27. Desarrollo Payback.....	107
Tabla 28. Hipótesis de escenarios financieros.....	110

Tabla 29. Resumen escenarios financieros.....	111
Tabla 30. Cuadro de mandos Productividad operativa.....	112
Tabla 31. Cuadro de mandos Eficiencia financiera.....	112
Tabla 32. Cuadro de mandos Calidad del servicio .....	112
Tabla 33. Cuadro de mandos Integración digital y trazabilidad.....	112
Tabla 34. Cuadro de mandos Sostenibilidad y eficiencia energética .....	112
Tabla 35. Riesgos y estrategias de mitigación del modelo automatizado .....	115

## **Capítulo 1. INTRODUCCIÓN**

### ***1.1 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO***

Este Trabajo Fin de Máster parte de la experiencia acumulada en el sector asegurador y del conocimiento técnico del entorno automovilístico. El paso por una correduría de seguros ha permitido conocer de cerca la operativa diaria en la gestión de pólizas y siniestros, especialmente en casos leves. Más adelante, la participación en el área de estrategia de una aseguradora de primer nivel ha ofrecido una visión clara de los retos estructurales del ramo de autos, con especial atención a la eficiencia operativa, la presión sobre los costes y la mejora de la experiencia del asegurado.

A nivel sectorial, se ha observado que el proceso de reparación tras un siniestro continúa arrastrando problemas conocidos: escasa estandarización, poca trazabilidad, comunicación fragmentada entre las partes y una calidad del servicio muy desigual. Todo ello genera fricciones tanto para las compañías como para los clientes, que a menudo desconocen el estado real de su vehículo durante la reparación o no tienen garantías sobre el resultado final. Esta situación se agrava en un entorno en el que los vehículos son cada vez más complejos y los asegurados valoran especialmente la rapidez, la transparencia y el control del proceso.

A nivel internacional, países como Estados Unidos, China, Alemania y Japón ya han iniciado profundas transformaciones tecnológicas en el sector automovilístico y asegurador. En EE.UU., empresas pioneras como Tesla han implementado modelos de reparación altamente automatizados, integrando inteligencia artificial para diagnósticos rápidos y precisos, así como gestión eficiente de inventarios de piezas y repuestos. En China, fabricantes líderes como BYD y Xiaomi están desarrollando redes integradas de reparación automatizada y digitalizada, impulsando así una transformación significativa en eficiencia operativa y reducción de costes.

En Europa, Alemania lidera esta evolución mediante empresas como Bosch y Dürr, que están impulsando activamente talleres completamente automatizados en cadenas industriales del sector automovilístico.

En este contexto internacional, España se encuentra ante una ventana única de oportunidad. La digitalización y automatización del sector asegurador y de reparación automovilístico español es todavía débil y fragmentada. Esto permitiría a España reducir su brecha tecnológica respecto a mercados internacionales avanzados, y posicionarse como líder regional en innovación tecnológica aplicada al sector asegurador y de reparación de autos.

El trabajo propone una solución concreta a esta problemática: un modelo de taller de reparación automatizado, basado en estaciones de trabajo especializadas, flujos optimizados en cadena y tecnologías ya utilizadas en otros sectores industriales. El sistema integra diagnóstico digital, trazabilidad completa del expediente, conexión directa con las plataformas de las aseguradoras y una estructura pensada para mantener la calidad constante en todas las fases del proceso.

Para justificar el modelo de negocio propuesto, la primera parte del trabajo incluye un análisis detallado del sector asegurador, centrado en el ramo de autos. Este estudio permite entender su funcionamiento actual, sus principales ineficiencias y el contexto económico y tecnológico en el que se enmarca la propuesta.

## ***1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO***

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Máster es diseñar y analizar la viabilidad de un modelo de taller de reparación automatizado, orientado a mejorar la eficiencia operativa en la gestión de siniestros del ramo de autos.

Para ello, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el funcionamiento actual del sector asegurador de automóviles en España, identificando sus principales ineficiencias técnicas, operativas y económicas.

- Estudiar en detalle el proceso de reparación de vehículos siniestrados y los puntos críticos que afectan a su calidad, trazabilidad y tiempos de resolución.
- Proponer un modelo de taller estructurado por estaciones especializadas, con integración digital con aseguradoras y trazabilidad completa del expediente.
- Evaluar la viabilidad técnica, operativa y económica del modelo mediante simulaciones de capacidad, estructura de costes, proyecciones financieras y análisis de riesgos.
- Contrastar la propuesta con expertos del sector y establecer un plan de implementación realista, incluyendo escenarios de escalabilidad territorial y funcional.

El conjunto de estos objetivos busca aportar una solución viable a las limitaciones actuales del ecosistema asegurador-taller y facilitar su modernización a través de tecnologías ya disponibles en el mercado.

### ***1.3 METODOLOGÍA EMPLEADA***

El desarrollo del presente trabajo se ha estructurado en torno a una metodología analítica y aplicada, basada en el estudio sectorial, el diseño conceptual, la simulación de viabilidad y la validación cualitativa. Como en cualquier estudio aplicado, la metodología empleada está sujeta a ciertas limitaciones, tanto por la disponibilidad de recursos como por la naturaleza exploratoria del trabajo. A continuación, se detallan las herramientas y enfoques metodológicos empleados, junto con las limitaciones identificadas y las estrategias adoptadas para mitigarlas.

#### **1. Análisis sectorial**

Se ha realizado una revisión exhaustiva del sector asegurador, con especial atención al ramo de autos. Para ello, se han utilizado fuentes secundarias como informes anuales de compañías aseguradoras, estudios de asociaciones sectoriales (UNESPA, ICEA) y publicaciones especializadas. El objetivo ha sido identificar los principales desafíos operativos y económicos del sector, así como los indicadores clave de rentabilidad y eficiencia. Esta fase

ha permitido establecer el contexto estratégico sobre el que se apoya el modelo de negocio propuesto, siguiendo las directrices de estudios de mercado orientados a proyectos de innovación [1].

## **2. Modelado de procesos**

Con el fin de analizar en detalle el flujo operativo de la reparación de vehículos siniestrados, se ha utilizado la técnica de mapeo de procesos (process mapping), herramienta habitual en el análisis de eficiencia operativa [2]. Esta metodología ha permitido descomponer las fases del proceso tradicional en talleres, identificar puntos críticos de pérdida de valor y plantear alternativas organizativas basadas en flujos lineales y estaciones especializadas.

## **3. Análisis DAFO**

Como herramienta de diagnóstico estratégico, se ha empleado el análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) para sintetizar la posición del modelo propuesto en relación con su entorno. Esta metodología permite identificar factores internos y externos que pueden influir en la implantación y escalabilidad del taller automatizado. Su uso es común en etapas tempranas de formulación estratégica [3].

## **4. Análisis de las cinco fuerzas de Porter**

Con el fin de entender la estructura competitiva del sector y los factores que condicionan la entrada de nuevos modelos de negocio, se ha aplicado el modelo de las cinco fuerzas de Porter [4]. Esta herramienta permite evaluar el poder de negociación de clientes y proveedores, la amenaza de productos sustitutivos, la rivalidad existente entre competidores y las barreras a la entrada. Su aplicación contribuye a posicionar estratégicamente la propuesta en el ecosistema actual asegurador-automovilístico.

## **5. Diseño conceptual del modelo**

El modelo de taller automatizado se ha desarrollado utilizando un enfoque de diseño por componentes (component-based design), habitual en entornos industriales. Se han definido

subsistemas funcionales y se han asociado tecnologías habilitadoras a cada. Este enfoque se ha alineado con propuestas de diseño modular y en cadena en entornos productivos [5].

Debido a las limitaciones de tiempo y recursos, no ha sido posible validar mediante pruebas reales todas las tecnologías descritas. En su lugar, se ha recurrido a literatura técnica, catálogos de proveedores y casos de uso reales en otros sectores industriales. Además, se ha priorizado la selección de tecnologías maduras y ya desplegadas en entornos industriales, lo que refuerza la viabilidad del planteamiento propuesto.

## **6. Business Model Canvas**

Para estructurar la propuesta de valor y su viabilidad como negocio, se ha empleado la herramienta Business Model Canvas [6], ampliamente utilizada en entornos de emprendimiento y diseño estratégico. Esta herramienta ha facilitado la representación de los elementos clave del modelo, como los segmentos de clientes, canales, fuentes de ingresos, estructura de costes y socios clave. Su uso ha permitido comprobar la coherencia interna del modelo y su alineación con las necesidades detectadas en el análisis sectorial.

## **7. Simulación de escenarios**

Con el objetivo de evaluar la viabilidad económico-financiera del modelo, se ha desarrollado una modelización simplificada de ingresos, costes operativos (OPEX) e inversión inicial (CAPEX), así como el cálculo del punto de equilibrio y estimaciones de payback. Se han considerado distintos escenarios (optimista, conservador y adverso) y se han definido KPIs operativos para el seguimiento. Esta aproximación se apoya en criterios clásicos de análisis financiero para startups industriales [7].

El análisis económico se ha desarrollado a partir de datos contrastados y prudentes, pero no está exento de incertidumbre ante variaciones futuras en factores clave como el coste de la energía, los salarios o los precios de los recambios. Para mitigar este riesgo, se han modelizado tres escenarios (optimista, conservador y adverso) que permiten evaluar la sensibilidad del modelo a estos factores externos.

## **8. Validación cualitativa**

Finalmente, se ha llevado a cabo una validación cualitativa del modelo mediante entrevistas y conversaciones con expertos del sector asegurador y de la posventa del automóvil. Esta fase ha permitido recoger impresiones sobre la viabilidad operativa del modelo, las barreras de entrada y la percepción de valor añadido para aseguradoras y usuarios. La información obtenida se ha utilizado para ajustar determinadas hipótesis iniciales, siguiendo el enfoque de validación de mercado descrito en *The Lean Startup* de Eric Ries [8] en el contexto de proyectos innovadores.

Las entrevistas realizadas a expertos del sector pueden estar influenciadas por la experiencia personal, los intereses profesionales o el rol de cada entrevistado. Para minimizar este sesgo, se ha optado por una muestra deliberadamente diversa, incluyendo directivos de aseguradoras, peritos, agentes de seguros y propietarios de talleres, lo que ha permitido obtener una visión transversal del ecosistema

### ***1.4 FUNDAMENTOS DEL SECTOR ASEGURADOR***

Con el fin de contextualizar adecuadamente el modelo propuesto, este apartado presenta los fundamentos técnicos y operativos del sector asegurador. Se ofrece una visión general de su funcionamiento, principios clave, elementos contractuales y marco regulador, especialmente en lo relativo al ramo de automóviles. Su inclusión busca facilitar la comprensión del resto del trabajo a aquellos lectores que no estén familiarizados con los términos y dinámicas propios del sector.

El sector asegurador es un componente esencial de cualquier economía avanzada, al ofrecer mecanismos para mitigar riesgos y proteger el patrimonio de particulares y empresas. En el caso de España, su relevancia es significativa: el volumen anual de primas supera los 65.000 millones de euros, lo que representa en torno al 5 % del PIB nacional [9]. Este peso económico, junto con su papel como inversor institucional y generador de empleo, justifica su consideración estratégica.

### 1.4.1 CONCEPTO Y FUNCIONES DEL SEGURO

El seguro es un contrato por el cual una de las partes, el asegurador, se obliga, mediante el cobro de una prima y para el caso de que se produzca un evento cuyo riesgo es objeto de cobertura, a indemnizar dentro de los límites pactados el daño producido al asegurado o a satisfacer un capital, una renta u otras prestaciones convenidas. La finalidad esencial del seguro es la protección económica frente a la ocurrencia de eventos inciertos que puedan generar pérdidas o perjuicios económicos [10].

Proteger frente a riesgos económicos derivados de siniestros.

Contribuir a la estabilidad financiera individual y colectiva.

Fomentar el ahorro e inversión en ciertos ramos.

- Canalizar recursos financieros hacia la economía real como inversor institucional.

### 1.4.2 PRINCIPIOS TÉCNICOS DEL SEGURO

El funcionamiento del seguro se basa en varios principios fundamentales, entre los que destacan:

- **Mutualización del riesgo:** consiste en agrupar un número suficiente de riesgos homogéneos para que, mediante la estadística, se pueda predecir con cierta exactitud la siniestralidad esperada.
- **Aleatoriedad:** la compensación económica del asegurador está condicionada a la ocurrencia de un evento incierto.
- **Buena fe:** ambas partes deben declarar toda la información relevante.
- **Interés asegurable:** el tomador debe tener una relación directa con el objeto asegurado y sufrir una pérdida patrimonial si se produce el siniestro.
- **Indemnización:** en los seguros de daños, la finalidad es reponer la situación patrimonial anterior al siniestro, sin que el asegurado obtenga una ganancia económica.

### 1.4.3 ELEMENTOS DEL CONTRATO DE SEGURO

Los elementos clave del contrato incluyen:

- **Asegurador:** entidad que asume el riesgo y se compromete a indemnizar en caso de siniestro.
- **Tomador:** quien contrata y paga la prima.
- **Asegurado:** la persona sobre la que recae el riesgo asegurado, que puede o no coincidir con el tomador.
- **Beneficiario:** quien recibe la prestación pactada, que puede ser el asegurado o un tercero.
- **Prima:** el precio del seguro, pagado por el tomador a cambio de la cobertura del riesgo.
- **Riesgo:** la posibilidad de que ocurra un evento incierto que cause un perjuicio
- **Siniestro:** la materialización del riesgo cubierto por la póliza.
- **Póliza:** el documento que contiene las condiciones del contrato.

### 1.4.4 SUPERVISIÓN Y REGULACIÓN

En España, la supervisión del sector asegurador corresponde a la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones [11], organismo encargado de velar por la solvencia de las entidades, la transparencia del mercado y la protección de los asegurados. Además, España cuenta con una figura singular en el contexto europeo: el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) [12]. Este organismo público actúa como asegurador de último recurso en casos de riesgos extraordinarios (catástrofes naturales, terrorismo, etc.), cubre siniestros cuando la entidad aseguradora entra en liquidación y ofrece garantías en situaciones excepcionales, como vehículos no asegurados. Su existencia no tiene equivalente directo en otros países del entorno, lo que lo convierte en un elemento diferencial del sistema asegurador español.

### 1.4.5 RAMOS DEL SEGURO Y DISTRIBUCIÓN POR VOLUMEN

El sector asegurador se divide en dos grandes categorías: seguros de vida y seguros no vida. Cada una de ellas agrupa distintos ramos que responden a necesidades y riesgos específicos.

- **Seguros de vida:** incluyen coberturas por fallecimiento, supervivencia, invalidez y ahorro. Son utilizados tanto como herramienta de protección como de planificación financiera a largo plazo. Representan en torno al 40 % [9] del volumen total de primas del sector, aunque con variaciones según el ciclo económico y los tipos de interés.
- **Seguros no vida:** agrupan todos aquellos seguros que cubren riesgos distintos al de la vida humana. Dentro de esta categoría, los principales ramos en términos de volumen son:
  - **Autos:** es el ramo más relevante del seguro no vida en España. En 2023 generó aproximadamente 11.845 millones de euros en primas, lo que supone cerca del 25 % del total del sector asegurador [9].
  - **Salud:** segundo ramo no vida en volumen. Ha experimentado un crecimiento sostenido, impulsado por la demanda de seguros médicos privados.
  - **Multirriesgo:** incluye seguros de hogar, comercios, comunidades y oficinas. Representa una parte significativa del mercado no vida.
  - **Responsabilidad civil, accidentes, decesos y otros:** completan la oferta, con cuotas de mercado menores pero esenciales para determinados sectores y perfiles de cliente.

### 1.4.6 INDICADORES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS

La actividad aseguradora se evalúa mediante indicadores como:

1. **Ratio combinado:** relación entre siniestralidad y gastos respecto a las primas.
2. **Ratio de solvencia:** margen de recursos propios sobre los requerimientos regulatorios.

3. **Rentabilidad técnica:** beneficio operativo sin contar resultados financieros.
4. **Prima media:** importe medio pagado por los asegurados.
5. **Frecuencia siniestral:** número de siniestros por cada 100 vehículos asegurados. Es un indicador clave de riesgo.
6. **Siniestralidad:** relación entre el coste de los siniestros pagados y las primas ingresadas. Se expresa como porcentaje y mide la rentabilidad técnica del ramo.

Estos indicadores permiten valorar la sostenibilidad de un ramo y su capacidad para absorber fluctuaciones en la siniestralidad o en los costes de reparación.

#### **1.4.7 EL SEGURO DE AUTOMÓVILES EN ESPAÑA**

El seguro de automóviles es uno de los ramos más relevantes del sector asegurador español. Su contratación es obligatoria para todos los vehículos a motor, al menos en la modalidad de responsabilidad civil. A partir de ahí, se comercializan productos ampliados o a todo riesgo con coberturas adicionales como daños propios, robo, incendio o asistencia.

En 2023 generó 11.845 millones de euros en primas, lo que representa aproximadamente el 25 % del total del sector asegurador [9]. La siniestralidad del ramo se situó en torno al 78 %, y el ratio combinado alcanzó el 98 %, lo que refleja una rentabilidad técnica muy ajustada. Su elevada carga operativa lo convierte en un área prioritaria para introducir mejoras en eficiencia, trazabilidad y control de costes.

#### **1.4.8 TENDENCIAS DE PRESIÓN OPERATIVA**

El ramo de autos se enfrenta a una presión creciente por el aumento de la siniestralidad, el encarecimiento de las reparaciones, la competencia en precios y la necesidad de digitalizar procesos. Todo ello afecta a los márgenes operativos y obliga a las aseguradoras a buscar modelos más eficientes y sostenibles.

#### **1.4.9 PAPEL ESTRATÉGICO DEL SEGURO EN LA MOVILIDAD**

El seguro de automóviles forma parte del ecosistema de movilidad. La aparición de nuevos modelos como el carsharing, los vehículos eléctricos o autónomos exige una adaptación del

seguro a nuevas coberturas, modalidades de uso y expectativas de los clientes. Su papel como conector entre tecnología, usuario y operador de servicios lo convierte en un eje clave para garantizar la sostenibilidad y evolución del sector.



## Capítulo 2. ANÁLISIS DEL SECTOR ASEGURADOR DE AUTOS

### 2.1 EVOLUCIÓN RECIENTE DEL SEGURO DE AUTOMÓVIL EN ESPAÑA

El seguro de automóviles es uno de los ramos más importantes del sector asegurador español y ha experimentado cambios significativos en los últimos años. Tras un 2020 atípico marcado por la pandemia (que redujo drásticamente la circulación y la siniestralidad), el ramo mostró una rápida recuperación en 2022 y 2023. En 2022, el volumen de primas del seguro de autos alcanzó 11.506M€, lo que supuso un crecimiento del +3,3% respecto a 2021 y permitió superar ligeramente el nivel prepandemia de 2019. Este aumento vino impulsado por el incremento de la prima media (345,20€ en 2022, +2,3% anual) y por el mayor número de vehículos asegurados (unos 32,9M, +0,9%) [13]. A finales de 2023, la tendencia de crecimiento se aceleró: las primas de autos sumaron 12.107M€ (+6,6% interanual), con una prima media de 362,60€ (+5,1%) y 33,4M de vehículos asegurados (+1,5%) [14]. Esta recuperación en ingresos refleja la reactivación del mercado automovilístico tras la pandemia y la política de revalorización de tarifas que muchas aseguradoras han aplicado para compensar la inflación de costes.

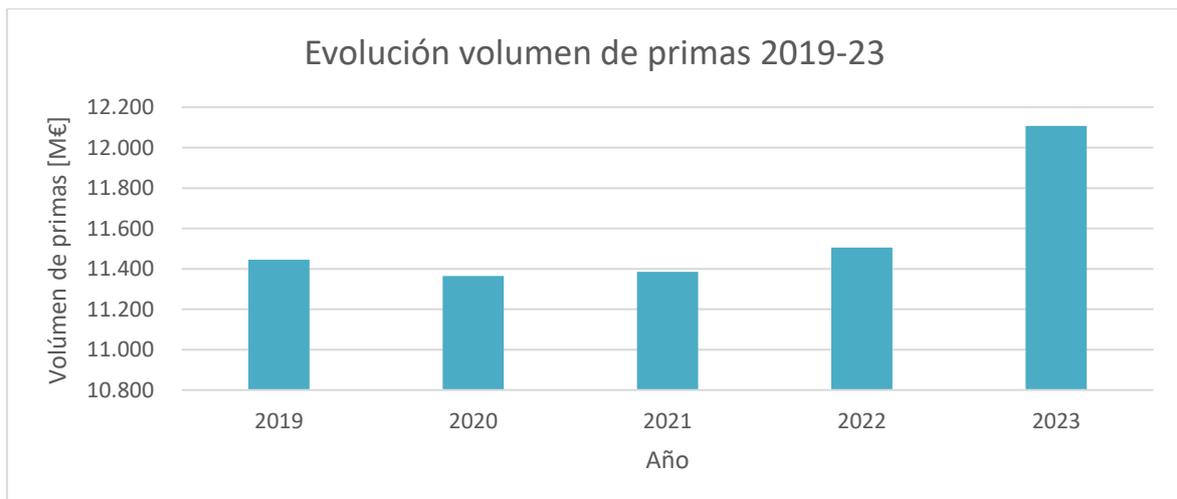
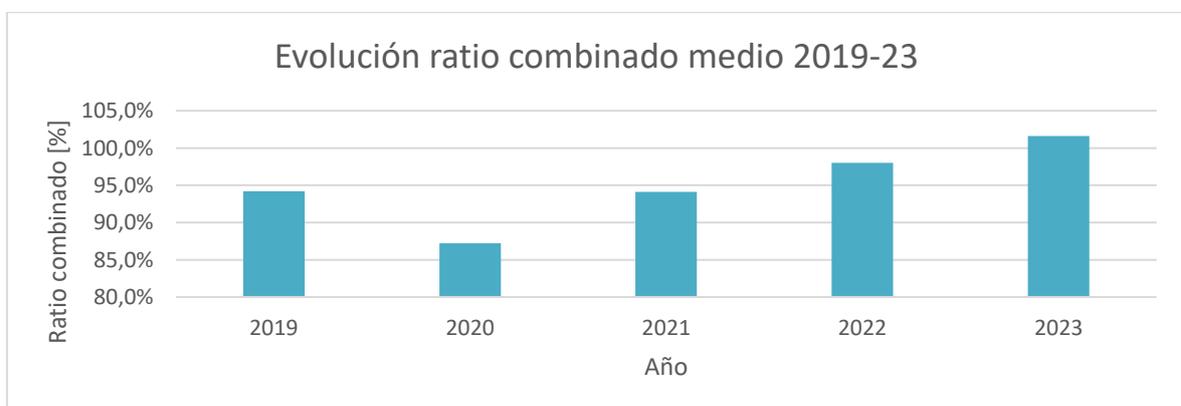


Ilustración 1. Evolución volumen de primas seguro de autos 2019-23, M€ [14]

No obstante, el crecimiento de los ingresos no se ha traducido en una mejora equivalente de la rentabilidad técnica del ramo. Durante 2020, la brusca caída de la movilidad redujo la

frecuencia de siniestros a mínimos históricos, llevando el ratio combinado de autos (suma de gastos y siniestros sobre primas) por debajo del 90% (en torno al 87–88%), un nivel excepcionalmente favorable para las aseguradoras [15]. Sin embargo, desde 2021 la siniestralidad ha repuntado de forma notable: en 2021 el ratio combinado subió a 94,1%, y en 2022 aumentó hasta 98,0% [13]. Detrás de este deterioro estuvieron varios factores: la vuelta a la circulación casi normal incrementó la frecuencia de accidentes; además, la inflación disparó el coste medio de las reparaciones y las indemnizaciones, y la intensa competencia tarifaria limitó la capacidad de repercutir plenamente esos mayores costes al asegurado. De hecho, la tasa de siniestralidad (siniestros pagados/primas) del ramo de autos en 2023 superó el 80%, su nivel más elevado en 15 años [16]. El año 2023 fue particularmente desafiante: el ratio combinado del seguro de automóvil rebasó el 100%, cerrando el año en torno a 101,6%, señal de pérdidas técnicas en el conjunto del ramo [14]. Es decir, las aseguradoras de autos pagaron más en siniestros y gastos de gestión de lo que ingresaron por primas, algo que no ocurría desde la crisis financiera. Este repunte se tradujo en una caída del beneficio técnico agregado del ramo: de unos 510M€ en 2022 a apenas 170M€ en 2023 (–66%) [17]. En otras palabras, la rentabilidad técnica de autos prácticamente se esfumó, arrastrada por la inflación en costes de indemnizaciones (materiales, mano de obra) y por la actualización al alza del “Baremo de daños personales” (índice de indemnizaciones vinculado a la inflación de pensiones) [18]. Las aseguradoras se vieron obligadas a esforzarse en contención de gastos y mejora de eficiencias operativas para intentar compensar este entorno adverso.



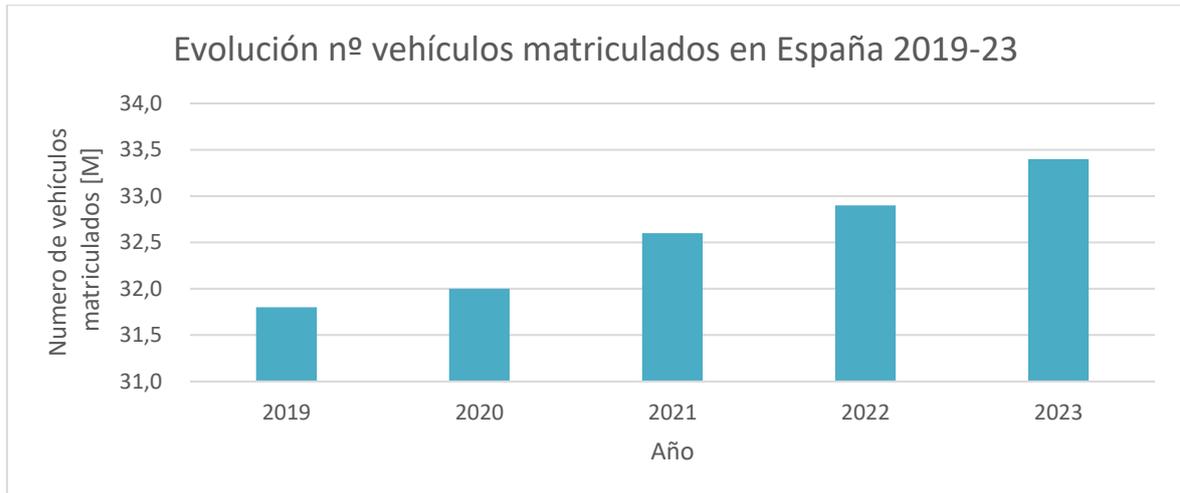
*Ilustración 2. Evolución ratio combinado medio del ramo de autos 2019-23, % [14]*

A pesar de lo anterior, el sector ha respondido con ajustes rápidos. Ya desde mediados de 2022 y a lo largo de 2023, casi todas las compañías han aplicado subidas las tarifas en el seguro de coche, trasladando parte de los mayores costes a los precios. Esto explica que en 2023 el volumen de primas creciera casi 7% (por encima de la inflación media del 3,5% ese año) [14]. Las subidas de prima media, aunque necesarias para la viabilidad técnica, han tenido como efecto colateral cierta pérdida de clientes para algunas compañías: por ejemplo, Mapfre (aseguradora líder) informó que en España elevó sus primas de autos un +5,3% en 2023, pero vio descender su número de asegurados en -1,8% [17]. Con todo, la mayoría de aseguradoras asumieron esta reducción de volumen en pro de restaurar la suficiencia de primas, dado que la prioridad del ramo pasó a ser retornar a la rentabilidad técnica sostenible.

Otro indicador relevante en la evolución reciente es la siniestralidad vial en términos absolutos. Tras la fuerte caída de accidentes en 2020, en 2021-2022 los partes aumentaron de nuevo. En 2022 se registraron 1,71M de siniestros leves de tráfico (+13% vs 2021) y en 2023 hubo un leve descenso (-1,6% en siniestros leves, indicio de estabilización) según datos de ICEA y Dirección General de Tráfico [19]. Sin embargo, la severidad económica de los siniestros (costo medio) creció sustancialmente: la inflación encareció un 33% anual los costes de reparación de vehículos en 2022-2023 según la patronal británica ABI [20], tendencia similar en España debido al aumento del precio de piezas, pintura, horas de taller y vehículos de sustitución. Así, incluso con volúmenes de accidentes moderados, el importe total pagado por siniestros en autos alcanzó cifras récord. Esta presión de costos motivó actualizaciones del Baremo indemnizatorio (daños corporales) y ha llevado a que tanto aseguradoras como talleres busquen eficiencias para contener el gasto medio por siniestro.

En cuanto a número de pólizas, el parque de vehículos asegurados en España ha mantenido una suave tendencia al alza. Actualmente se sitúa en torno a 33-34M de vehículos asegurados, lo que implica una penetración cercana al 100% del parque móvil en circulación (recordando que el seguro de responsabilidad civil de automóviles es obligatorio). El crecimiento anual de pólizas ronda el +1% (ligado al ritmo de matriculaciones netas), si bien presenta matices: el envejecimiento del parque (vehículos más antiguos circulando) y la menor adquisición de coches nuevos por los jóvenes han moderado el aumento de

asegurados. Aun así, 2023 marcó un hito con el mayor número de vehículos asegurados de la serie histórica (33,4M) [14].



*Ilustración 3. Evolución nº de vehículos matriculados en España 2019-23, M [14]*

Otro aspecto de la evolución reciente es el impulso en la digitalización y modernización del negocio de autos. En los últimos 5 años, las aseguradoras han incorporado crecientemente herramientas digitales en toda la cadena de valor: cotización online, contratación por canales directos, apps móviles para gestionar pólizas y reportar siniestros, sistemas de inteligencia artificial para peritación, etc. La pandemia de COVID-19 actuó como catalizador, obligando a migrar interacciones al canal remoto. Según un informe conjunto de AEFI y UNESPA (2023), la adopción de nuevas tecnologías está otorgando mayor protagonismo al cliente y permitiendo adaptar la oferta a sus necesidades específicas, situando sus preferencias en el centro del modelo de negocio [21].

La digitalización ha favorecido el desarrollo de nuevos canales de distribución (como los comparadores en línea) y una mayor transparencia en precios, intensificando la competencia. Indicadores del sector muestran que la venta directa y canales digitales han ganado cuota frente a la intermediación tradicional en el ramo de autos: actualmente, en torno al 40% de las nuevas pólizas de automóvil se contratan vía canales directos o internet, cuando hace una década esa proporción era sustancialmente menor (aunque los mediadores y agentes aún retienen una parte importante del negocio, especialmente en renovación de carteras) [22].

Todos estos datos y evolución evidencian la creciente presión que están experimentando todas las aseguradoras que ofrecen seguros de autos para rentabilizar su ramo. Debido a la inflación, aumento generalizado de los costes de los recambios y a la creciente complejidad de reparar los coches modernos, las aseguradoras están buscando nuevas formas de reducir sus costes operativos en la reparación de partes de siniestros.

## **2.2 TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS FUTURAS DEL SEGURO DE AUTOS**

Mirando hacia el futuro inmediato, el seguro de automóvil en España se encuentra en plena fase de transformación, impulsada por factores tecnológicos, cambios en la movilidad, nuevas preferencias de los consumidores y retos de sostenibilidad. A continuación, se detallan las principales tendencias y perspectivas que marcarán el rumbo del ramo:

1. **Ajuste de tarifas y búsqueda de rentabilidad técnica sostenible.** Tras la inflación entre 2021-2023, las aseguradoras buscan restablecer el equilibrio técnico con ajustes moderados de tarifas para cubrir costes crecientes en recambios y mano de obra especializada. Se prevé que el ratio combinado mejore gradualmente hacia el 95-100% para 2025, recuperando márgenes técnicos positivos. La suscripción y segmentación de riesgos serán cruciales, priorizando márgenes sobre cuota de mercado.
2. **Transformación digital e Insurtech.** La automatización y la inteligencia artificial permitirán agilizar la gestión de siniestros, reduciendo tiempos y costes operativos, mejorando satisfacción y previniendo fraudes [20]. Las pólizas telemáticas personalizadas basadas en datos serán estándar, impulsadas por consumidores digitales que buscan tarifas adaptadas a su uso y comportamiento de conducción.
3. **Movilidad sostenible y nuevos tipos de riesgo.** La movilidad eléctrica y autónoma cambiará el panorama de riesgos asegurables, incluyendo costes más elevados en reparaciones por tecnología ADAS y particularidades propias de los vehículos eléctricos (coste de baterías, sistemas de carga, riesgos específicos). Las aseguradoras ajustarán coberturas, bonificando prácticas ecológicas y adaptándose a nuevos patrones de uso derivados del teletrabajo y la movilidad compartida, con seguros por uso o por trayectos específicos.

4. **Nuevos actores y consolidación sectorial.** Insurtechs y posibles incursiones de BigTech o fabricantes automovilísticos (como Tesla) podrían redefinir la competencia. Aunque su participación actual es baja, presionan a las compañías tradicionales a innovar. La consolidación se reflejará en adquisiciones estratégicas que fortalecerán la posición de los grandes grupos aseguradores, creando ecosistemas híbridos entre empresas tradicionales e insurtechs [23].
5. **Perdida de contacto con el asegurado.** Una tendencia emergente es la integración automática de seguros en paquetes de leasing o venta directa a través de concesionarios. Esto reduce el contacto directo de las aseguradoras con los asegurados finales, limitando la capacidad del usuario para elegir libremente su póliza. Si bien esto simplifica los procesos administrativos para el consumidor y garantiza una cobertura inmediata, plantea nuevos desafíos para las aseguradoras en términos de diferenciación y fidelización del cliente.

### ***2.3 PRINCIPALES ACTORES DEL SECTOR Y SUS INDICADORES FINANCIEROS***

El mercado asegurador de autos en España está concentrado en un puñado de grandes grupos empresariales, si bien operan decenas de entidades en total. A continuación, se presentan los principales actores (aseguradoras líderes) y algunos de sus indicadores clave, como cuota de mercado, volumen de primas y resultados técnicos recientes.

**Ranking de aseguradoras por cuota de mercado:** Según los datos de ICEA (Investigación Cooperativa de Entidades Aseguradoras), el Grupo Mapfre es el líder destacado en el seguro de automóvil español. En 2022 Mapfre alcanzó una cuota de mercado del 18,25% en este ramo [24], consolidando su histórico primer puesto. En segundo lugar, se sitúa el Grupo Mutua Madrileña, grupo de capital nacional que en los últimos años ha ganado terreno de forma notable. Mutua Madrileña (incluyendo a su participada SegurCaixa Adeslas) ostentaba alrededor de 15–16% de cuota en 2022 [25], llegando a disputar momentáneamente el liderazgo a Mapfre [26]. De hecho, Mutua anunció a inicios de 2024 que por primera vez superó a Mapfre en número de asegurados de autos, aunque finalmente

Mapfre recuperó la primera posición al cierre del ejercicio. En cualquier caso, Mapfre y Mutua conforman un duopolio que aglutina cerca del 35% del mercado de autos en primas.

El tercer competidor suele ser Allianz (grupo alemán), tradicionalmente fuerte en autos, con una cuota aproximada del 8-9%. Le siguen muy de cerca otros dos grupos internacionales: AXA (Francia) y Generali (Italia), además de la española Línea Directa Aseguradora. Por ejemplo, en términos de número de vehículos asegurados, Mapfre es nº1 con algo más del 20% del total de autos asegurados, seguida por Allianz, Mutua Madrileña, Línea Directa y AXA; entre las cinco acaparan alrededor del 59% del mercado [22]. Otras aseguradoras relevantes (posiciones 6 a 10) incluyen a Generali España, Grupo Catalana Occidente (que tras adquirir la cartera de Liberty Seguros en 2023 habrá escalado posiciones), Reale Seguros, Zurich España, Pelayo Mutua, entre otras. Cabe mencionar que varios grupos bancaseguros (SegurCaixa Adeslas, Santander Mapfre, BBVA Allianz) también participan en el ramo auto, pero generalmente a través de acuerdos con las líderes mencionadas. En conjunto, los 10 primeros grupos aseguradores concentran más del 85% del negocio de autos [27], reflejando un mercado bastante concentrado en términos de primas.

A modo ilustrativo, la siguiente tabla resume el ranking de aseguradoras de auto (por grupo asegurador) con sus cuotas estimadas de mercado en primas para el año 2024:

*Tabla 3. Ranking aseguradoras de auto por volumen de primas 2024*

<b>Ranking seguro de automóviles</b>		
<b>Volumen de primas primer trimestre 2024 y cuota de mercado</b>		
<b>Aseguradora</b>	<b>Primas (M€)</b>	<b>Cuota de mercado (%)</b>
<b>Grupo Mutua Madrileña</b>	<b>576,9</b>	<b>17,01%</b>
<b>Mapfre</b>	<b>574,2</b>	<b>16,93%</b>
<b>Allianza</b>	<b>492,5</b>	<b>14,52%</b>
<b>Generali</b>	<b>292,3</b>	<b>8,62%</b>
<b>Grupo AXA</b>	<b>255,5</b>	<b>7,53%</b>
<b>GCO (Occident)</b>	<b>223,0</b>	<b>6,58%</b>
<b>Línea Directa</b>	<b>195,7</b>	<b>5,77%</b>
<b>Reale</b>	<b>163,5</b>	<b>4,82%</b>
<b>Zurich</b>	<b>107,1</b>	<b>3,16%</b>
<b>Grupo Helvetia</b>	<b>92,3</b>	<b>2,72%</b>

Del cuadro se desprende que Mapfre y Mutua Madrileña son los claros dominadores, mientras que el resto de competidores mantienen cuotas de un solo dígito. Es notable la presencia de Línea Directa (compañía creada en los 90 especializada en venta directa telefónica/Internet) dentro del Top 5, lo que evidencia el éxito del modelo direct insurer en España. También destaca que Mutua Madrileña ha escalado posiciones (hace una década era cuarta, hoy es segunda cercana al primero), apoyada en un fuerte crecimiento orgánico y adquisiciones estratégicas. Por su parte, grupos extranjeros como Allianz, AXA o Generali han logrado estabilidad en sus cuotas mediante redes de mediación y acuerdos bancarios, aunque sin desbancar a los líderes locales.

**Indicadores financieros de los líderes:** En cuanto a primas emitidas, Mapfre y Mutua también lideran en volumen absoluto. Por ejemplo, Mapfre (solo España, sin contar sus filiales extranjeras) suele ingresar del orden de 2.000 millones de euros anuales en seguros de automóvil, mientras Mutua Madrileña ronda los 1.700–1.800 millones. Detrás, Allianz y AXA estarían en la franja de 800–900 millones cada una, y Línea Directa en torno a 600–700 millones. Estas magnitudes explican la escala: Mapfre casi duplica en tamaño de cartera auto al tercer competidor. Sin embargo, el crecimiento reciente ha favorecido más a Mutua Madrileña, que aumentó su cartera de autos en ~1 millón de pólizas durante los últimos 3 años [26]. Mutua se ha expandido agresivamente, apoyada en su reconocida propuesta de valor (“Soy de la Mutua”) y en adquisiciones como la de la aseguradora directa Acierta/HDI en 2018 o el acuerdo con El Corte Inglés Seguros en 2022.

Analizando la rentabilidad técnica y ratios combinados de las principales compañías, encontramos divergencias interesantes. La situación de elevada siniestralidad afectó a casi todos los operadores, pero no por igual:

- Mapfre, pese a su liderazgo, sufrió pérdidas técnicas en 2022-2023 en autos. Su ratio combinado de autos en Iberia pasó de 100,9% en 2022 a 103,6% en 2023, entrando en terreno negativo [17]. Esto se tradujo en un resultado técnico de –17,9 millones de euros en 2023 para Mapfre en autos Iberia, contrastando con beneficios en años previos. Mapfre atribuye este deterioro al aumento de la siniestralidad post-pandemia

y al encarecimiento de reparaciones, factores que no pudo compensar totalmente con la subida de primas. No obstante, a nivel consolidado Mapfre mantiene beneficios gracias a la diversificación geográfica y otros ramos (su ROE global 2023 fue 9%, con un beneficio neto de 642M€).

- Mutua Madrileña, al ser mutualidad, no publica con el mismo detalle su ratio combinado por ramo, pero comunicó que su beneficio neto en 2024 fue de 453,6 millones (+5% vs 2023) [26] a pesar de las tensiones en autos. Mutua históricamente ha tenido ratios combinados muy competitivos en autos, a menudo por debajo del 95%, gracias a su política de contención de gastos (es propietaria de talleres y compra recambios en volumen) y una cartera concentrada en buenos perfiles urbanos. Sin embargo, en 2022-23 incluso Mutua vio acercarse su combinado de autos a ~100%, lo que redujo sus márgenes. Aun así, la entidad mantuvo un ROE elevado (16,1% en No Vida) y ha afirmado que absorberá las pérdidas puntuales en autos sin dificultades, apoyándose en reservas acumuladas.
- En el caso de Allianz y AXA, sus filiales españolas han reportado ratios combinados ligeramente por encima de 100% en 2022, indicando un deterioro técnico en autos. Estas multinacionales suelen enfatizar la rentabilidad, por lo que han ajustado tarifas rápidamente. Por ejemplo, Allianz España incrementó sus primas de autos ~8% en 2023, logrando estabilizar el ratio combinado cerca de 99–100%. AXA España también ha mencionado mejoras en la segunda mitad de 2023, con ratio combinado de autos reduciéndose tras haber superado 102% a mitad de año. En general, se espera que tanto Allianz como AXA retornen a combinados <100% en 2024 gracias a las subidas de tarifas y a medidas de reducción de costes (p.ej. digitalización de siniestros).
- Línea Directa presentó en 2022 un ratio combinado de autos superior a 100% por primera vez en su historia (debido al alza de siniestros), lo que mermó sus beneficios. Sin embargo, su estructura de costes ágil (modelo directo sin comisiones a mediadores) le permite operar con gastos más bajos que la media del sector, por lo que con las subidas de prima de 2023-24 espera volver a combinados en torno al 95-97%. Cabe recordar que Línea Directa, al ser cotizada, publica un ratio combinado

total (incluye Hogar) de ~94% en 2023, señal de mejora, aunque no desglosa solo autos.

- Grupos como Generali, Catalana Occidente, Zurich tienen menor peso en autos, pero en 2022 también acusaron al entorno: Catalana Occidente reportó un ratio combinado ~99% en autos ese año, mientras Generali España estuvo alrededor de 100%. Son compañías con diversificación en otros ramos por lo que pudieron compensar. En 2023 han subido precios sustancialmente (Generali aplicó +10% promedio en autos), por lo que es previsible ver ratios combinados caer por debajo de 100% de nuevo.

Un indicador financiero de interés es el ratio de gastos (coste administrativo y de adquisición sobre primas). En autos, las aseguradoras tradicionales manejan ratios de gastos del orden de 20-25%, mientras las especializadas directas como Línea Directa o Verti (la filial digital de Mapfre) tienen gastos menores (~15%) al no pagar comisiones de mediación. Esto les da margen para ser más agresivas en precio. Por ejemplo, Mapfre España tiene un ratio de gastos total ~23%, Mutua ~20%, Allianz ~22%, mientras Línea Directa ~15%. Estas diferencias en eficiencia operativa explican en parte la estrategia competitiva: las compañías de canal tradicional justifican su mayor costo con servicio personalizado y capilaridad, frente a las directas enfocadas en precio y simplicidad. La digitalización está ayudando a todos a reducir costes: trámites online, menos papel, automatización de tareas, etc., lo que debería reflejarse en ligeras mejoras de los ratios de gastos en próximos años.

Además de primas y siniestralidad, otro indicador a considerar es el resultado técnico y el resultado financiero. En autos, el resultado técnico (primas retenidas menos siniestros y gastos) fue negativo en 2022-23 para el sector. No obstante, las aseguradoras aún generan ingresos financieros de las reservas de autos invertidas, que en el entorno de subida de tipos empiezan a ser significativos. De hecho, algunas entidades compensaron pérdidas técnicas de autos con las ganancias de sus inversiones (bonos, etc.). La DGSFP en su Informe 2023 destaca que la mejora de los rendimientos financieros (por alza de tipos) está ayudando a contrarrestar el deterioro técnico de autos [13]. Esto significa que, aunque la suscripción pura de autos dio un margen negativo, al sumar el rendimiento financiero, el ramo pudo no generar pérdidas tan abultadas para algunas compañías. Por ejemplo, Mapfre indicó que

confiaba en que las subidas de tipos aportarían un alivio vía mayores ingresos financieros en su cartera, mitigando parte del desbalance técnico en autos.

Finalmente, es importante señalar que los principales actores del seguro de autos en España mantienen una posición de solvencia sólida y capacidad de adaptación. El sector está sujeto a la supervisión de la Dirección General de Seguros (DGSFP) bajo Solvencia II, y los grandes grupos cumplen con amplios márgenes de solvencia (capital disponible muy por encima del requerido). Esto les ha permitido absorber el impacto de estos años difíciles sin comprometer la protección al asegurado. Asimismo, han seguido invirtiendo en innovación: Mapfre y Mutua lideran inversiones en insurtech nacionales, Allianz y AXA en desarrollos propios tecnológicos, etc. La competencia por cuota de mercado sigue vigente, pero con mayor racionalidad tras las complicaciones de 2022-23. Si en décadas pasadas se intentaba crecer a toda costa en el ramo de autos, ahora las juntas directivas enfatizan crecimiento rentable, fidelización y diversificación. En este sentido, muchos líderes han apostado por programas de fidelidad y servicios añadidos (ej. Mutua ofrece a sus asegurados acceso a clínicas dentales o bonificaciones en combustible; Mapfre programas de puntos canjeables), buscando retener clientes en un mercado donde la comparativa de precios es muy fácil para el usuario.



## Capítulo 3. ANÁLISIS DEL PROCESO DE REPARACIÓN POST-SINIESTRO

El siguiente capítulo analiza el proceso típico de gestión de siniestros, la interacción entre aseguradoras, talleres y clientes, el flujo de reparación en talleres tradicionales, así como las principales ineficiencias y limitaciones del modelo vigente. Se examina también el papel del sistema CICOS (Centro Informático de Compensación de Siniestros) y las tarifas estándar por siniestro bajo este esquema, además de detallar los costes operativos y tiempos de reparación actuales en el sector. La investigación se basa en datos recientes (2023-2024) y en las experiencias recopiladas mediante entrevistas con propietarios de talleres y peritos de seguros especializados en siniestros.

### *3.1 FLUJO DE GESTIÓN TÍPICO DE UN SINIESTRO EN ESPAÑA*

El proceso de gestión de un siniestro de automóvil en España suele seguir un flujo definido, desde el momento del accidente hasta la resolución del expediente. A continuación, se describen los pasos típicos involucrados y en la Ilustración 4 se muestra un diagrama del flujo a modo de resumen:

1. **Notificación del siniestro:** Tras el accidente, el asegurado debe informar a su compañía de seguros en un plazo máximo de 7 días (según la Ley del Contrato de Seguro [10]) desde que ocurre el hecho. Generalmente esto implica rellenar un parte de accidente (idealmente la Declaración Amistosa de Accidente, DAA) firmado por los conductores implicados, o alternativamente notificar telefónicamente o vía app a la aseguradora. Este parte amistoso es fundamental ya que las aseguradoras lo emplean para determinar la responsabilidad en el marco de convenios como CICOS, basándose en las casillas marcadas en el formulario. Si no hay parte amistoso, cada compañía recaba la versión de su asegurado para esclarecer los hechos. [28]
2. **Apertura y asignación del expediente:** La aseguradora abre un expediente de siniestro y asigna un tramitador que coordinará las gestiones. Si el siniestro implica a otro vehículo, entra en juego el sistema de indemnización directa: desde 2016 todas

las aseguradoras de autos en España están adheridas a convenios sectoriales (CIDE/ASCIDE) que facilitan que sea la aseguradora del perjudicado quien se ocupe de su indemnización, independientemente de quién tuvo la culpa [29]. De hecho, cerca del 70% de los siniestros de daños materiales entre vehículos asegurados en España se resuelven mediante este sistema de compensación CICOS, agilizando la resolución y evitando reclamaciones cruzadas entre compañías y beneficiando a las compañías más eficientes a la hora de resolver siniestros. En los accidentes que cumplen los criterios (solo dos vehículos implicados, daños exclusivamente materiales, ambos asegurados en compañías adheridas, sin superar los límites de cobertura), la tramitación sigue este convenio. Para siniestros más complejos (más de dos vehículos, colisiones múltiples, daños superiores al límite, etc.), se recurre a otros procedimientos sectoriales. [28]

3. **Peritaje y valoración de daños:** Una vez notificado, la aseguradora procede a valorar los daños del vehículo. En siniestros leves y con aseguradoras que ofrecen servicios digitales, el cliente puede enviar fotos de los daños o emplear aplicaciones de inteligencia artificial para una pre-valoración. Sin embargo, lo habitual es que un perito de seguros (tasador) inspeccione el vehículo físicamente. Si el coche está inmovilizado, la aseguradora gestiona el traslado a un taller de confianza o a un depósito donde el perito lo examine. El perito elabora un presupuesto de reparación conforme al alcance del daño, en ocasiones con ayuda de herramientas estandarizadas de valoración (p. ej., Audatex o GT Motive). Este presupuesto sigue los manuales de fabricantes para determinar las operaciones y horas necesarias, pero en la práctica las aseguradoras pueden ajustar estas estimaciones conforme a baremos propios. Un perito entrevistado señala que “la compañía busca optimizar el coste: revisamos que las horas de mano de obra y las piezas a reponer sean las estrictamente necesarias; si algo es reparable en vez de sustituible, solemos indicarlo”. Durante esta fase, la compañía decide también si el vehículo es reparable o siniestro total. Se declarará “siniestro total” si el coste de reparación excede típicamente el valor venal o de mercado del vehículo menos su valor como chatarra, según lo estipulado en la

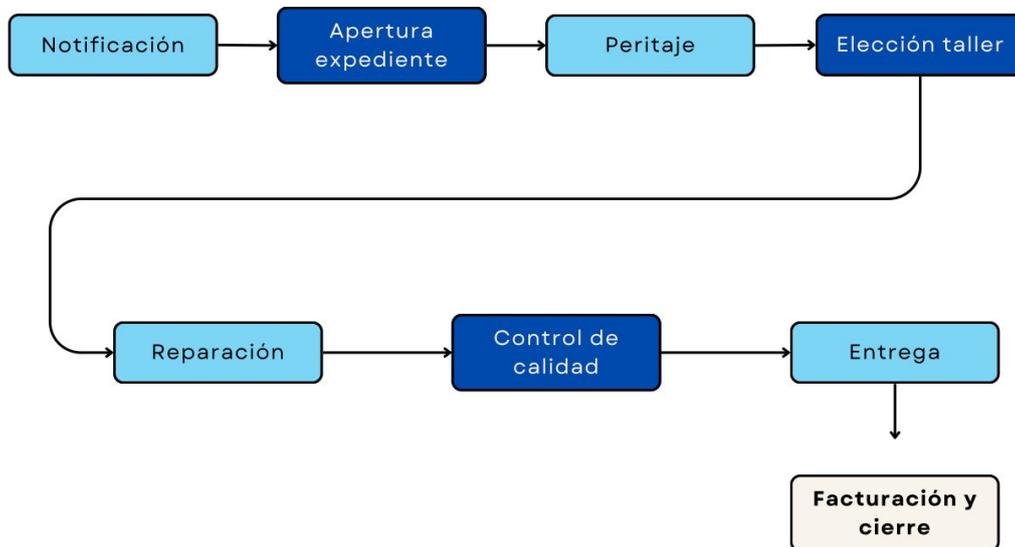
póliza. En caso de siniestro total, en vez de reparación se ofrece al cliente una indemnización económica por el valor del coche.

4. **Elección de taller y autorización de reparación:** El asegurado tiene derecho a elegir el taller de reparación que prefiera, aunque la aseguradora suele recomendar su red de talleres concertados. Estos talleres concertados ofrecen ventajas como facilidad de elección de cita, recogida y entrega del vehículo, vehículo de sustitución y, sobre todo, tramitación directa del pago con la aseguradora, evitando que el cliente deba adelantar dinero. Si el cliente opta por un taller concertado, la comunicación entre taller y aseguradora es más fluida. Taller y aseguradora negocian el presupuesto hasta alcanzar un acuerdo sobre las reparaciones a realizar y su coste. Cuando el taller no es de la red concertada, la aseguradora envía un perito para estimar daños y autorizar trabajos, pero puede haber más controles. En cualquier caso, el cliente debe dar su visto bueno a la reparación (firmando el encargo al taller) una vez confirmada la cobertura. Uno de los mediadores de seguros entrevistado confirmó: “cuando el parte está claro y va por el convenio CICOS, en dos o tres semanas el coche suele estar reparado y devuelto al cliente; el proceso es bastante rápido en siniestros simples”.
5. **Reparación del vehículo:** Con la autorización dada, el vehículo entra al proceso de reparación en el taller (detallado en la siguiente sección). El taller realiza las operaciones mecánicas y de carrocería necesarias. Si durante la reparación se detectan daños ocultos no apreciados en el peritaje inicial, el taller informa al perito y se emite una “suplementaria” (presupuesto adicional) que la aseguradora debe aprobar para cubrir esos daños sobrevenidos. Este intercambio puede introducir demoras si hay desacuerdos.
6. **Control de calidad y entrega:** Finalizada la reparación, el taller realiza pruebas o verificaciones para garantizar la seguridad y calidad del arreglo. El vehículo se limpia y prepara para entrega. El cliente recoge su coche reparado y firma la conformidad. Cualquier discrepancia en la calidad de la reparación debe gestionarse como una

reclamación al taller (generalmente estos ofrecen garantía sobre las reparaciones efectuadas).

7. **Facturación y cierre:** En siniestros cubiertos por la aseguradora, el pago de la reparación suele realizarlo directamente la compañía de seguros al taller. El taller envía la factura a la aseguradora conforme al presupuesto pactado. Si hay una franquicia en la póliza, el cliente abonará ese importe directamente al taller. En caso de talleres no concertados, a veces el cliente paga la factura y luego reclama el reembolso a la aseguradora, pero esta práctica es menos frecuente con los convenios actuales. Finalmente, el expediente se cierra cuando se ha indemnizado el siniestro: bien mediante la reparación pagada, o –si fue pérdida total– mediante el abono de la indemnización al asegurado. Si el siniestro involucra a otra parte culpable y hubo reclamación de daños, la compañía del perjudicado se encargará de recuperar internamente el importe según corresponda (ya sea vía CICOS, o por reclamación directa a la aseguradora contraria en casos excluidos del convenio).

*Ilustración 4. Flujo proceso gestión de un siniestro en España*



Cabe señalar que situaciones particulares pueden desviar este flujo: por ejemplo, si el conductor contrario no estaba asegurado o se dio a la fuga (interviene el Consorcio de Compensación de Seguros), o si surgen discrepancias de responsabilidad (que podrían terminar en vía judicial). No obstante, el esquema descrito resume la gestión típica de un siniestro de automóvil en España en el modelo vigente.

### **3.2 FLUJO DE REPARACIÓN EN TALLERES TRADICIONALES**

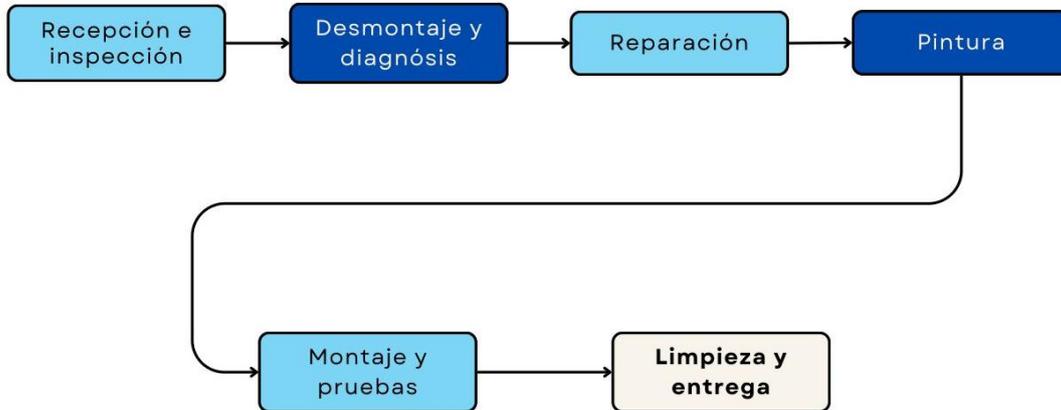
Una vez el vehículo siniestrado ingresa al taller, se pone en marcha un flujo de reparación. En los talleres tradicionales de chapa, pintura y mecánica, el proceso de devolver un coche accidentado a su estado original suele abarcar las siguientes fases secuenciales (en la Ilustración 5 se muestra un diagrama del flujo a modo de resumen) [30]:

1. **Recepción e inspección inicial:** El personal del taller recibe el vehículo y recopila la información del siniestro (parte de accidente, informe pericial, etc.). Un técnico carrocerero realiza una inspección exhaustiva de los daños, evaluando los desperfectos visibles en la carrocería y los posibles daños estructurales u ocultos. Se toman fotografías y se contrastan con el presupuesto/peritaje recibido de la aseguradora para planificar el trabajo.
2. **Desmontaje y diagnosis:** En siniestros de cierta envergadura, el siguiente paso es desmontar las partes dañadas o adyacentes para acceder a zonas ocultas afectadas. Por ejemplo, si el impacto fue frontal, se desmonta el parachoques, aletas, faros, etc., para inspeccionar chasis, radiadores, y sistemas mecánicos. Este despiece permite afinar la valoración de daños. Si se descubre algún daño no incluido en la peritación original, el taller lo documenta (fotos, informe) y lo comunica a la aseguradora para obtener aprobación (la “suplementaria” mencionada). Con el vehículo despiezado, se pueden realizar mediciones de chasis con bancada y equipos láser para verificar alineación estructural.
3. **Reparación de chapa y estructura:** Esta fase consiste en corregir deformaciones y sustituir elementos dañados. Las abolladuras menores en paneles se reparan mediante técnicas como el Paintless Dent Removal, aplicando calor o herramientas de tracción para devolver el metal a su forma. En daños más severos, se recurre al corte y soldadura de piezas nuevas. Si hubo daño estructural en el chasis, el coche se coloca en una bancada de enderezado, donde mediante gatos hidráulicos y mediciones electrónicas se tracciona el chasis hasta las dimensiones originales de fábrica.

Durante esta etapa se reponen también componentes mecánicos que hayan sufrido (ej. radiador roto, amortiguador doblado, airbags desplegados, etc.).

4. **Preparación y pintura:** Con la chapa ya reparada o las piezas nuevas instaladas y alineadas, se procede al proceso de pintura, que consta de varios subpasos. Primero, el taller realiza el lijado y masillado de las zonas intervenidas para obtener una superficie uniforme. Luego aplica una imprimación para proteger el metal y preparar la zona para aceptar el color. Tras esto, se realiza la igualación del color: el pintor mezcla pinturas utilizando códigos de color del fabricante y ajustando tonos para compensar la posible variación por la edad del vehículo, de modo que el repintado se integre con el resto de la carrocería. Se enmascaran las áreas no afectadas y el coche entra a la cabina de pintura. Allí se aplica la pintura en capas, con secados intermedios. Este proceso requiere precisión para evitar diferencias de tono, goterones o impurezas. Finalmente, tras el secado completo, se pulen las superficies pintadas para eliminar pequeñas partículas o piel de naranja y lograr un acabado brillante homogéneo.
5. **Montaje y pruebas finales:** Una vez pintadas las piezas, el vehículo se monta. Es común realizar una prueba de carretera breve para verificar ruidos anómalos y el funcionamiento de dirección y frenado. También, en vehículos modernos, se realiza la calibración de sistemas ADAS (cámaras, radares) si alguna de estas piezas fue reemplazada o movida, usando equipos de calibración específicos. El paso final es una inspección de calidad por el jefe de taller.
6. **Limpieza y entrega:** Antes de la entrega al cliente, el vehículo suele recibir una limpieza completa (lavado exterior, aspirado interior). El encargado del taller explica al cliente las reparaciones efectuadas, entrega garantía de los trabajos (en muchos casos, los talleres ofrecen garantía por escrito de, por ejemplo, 6 o 12 meses en la pintura) y hace que el cliente revise el coche. Si todo está correcto, se firma la orden de reparación finalizada.

Ilustración 5. Flujo proceso reparación de un siniestro



El flujo descrito es fruto de entrevistas con varios talleres de reparación y de una investigación online de las diferentes técnicas usadas en el sector. Durante la investigación se ha detectado una gran variación en las calidades de las reparaciones de un taller a otro, principalmente debido al salto de pasos importantes durante el proceso (no desmontar completamente las piezas a pintar, no realizar una buena igualación del color nuevo con el antiguo, no aplicar una imprimación o no lijar lo suficiente las piezas a pintar). Todos los posibles atajos a la hora de reparar la carrocería resultan en una merma de la calidad de las reparaciones y en insatisfacción por parte del cliente. Como se ha visto, tras la aprobación del presupuesto inicial, la compañía de seguros no vuelve a verificar el método usado para reparar el vehículo, por lo que es ajena a las calidades de los trabajos que se realizan en sus talleres concertados.

### 3.3 PRINCIPALES INEFICIENCIAS Y LIMITACIONES DEL MODELO ACTUAL

A pesar de la estructura definida y de la experiencia acumulada por el sector, el modelo vigente de gestión y reparación de siniestros en España presenta ineficiencias y limitaciones notables. A continuación, se exponen las principales problemáticas identificadas, sustentadas en datos del sector y testimonios de profesionales:

- **Presión en costes y tarifas insuficientes para talleres:** Una de las quejas más recurrentes de los talleres es la baja remuneración por hora que pagan las aseguradoras. Los precios/hora que las compañías imponen en los convenios de colaboración a menudo están por debajo de los costes reales. Por ejemplo, según un

estudio de GANVAM, la tarifa oficial de mano de obra en talleres de chapa y pintura rondaba 41,4 € en 2024, pero la tarifa efectivamente abonada por aseguradoras fue de apenas 36,5 € de media [31]. La consecuencia es que muchos talleres ven reducidos sus márgenes y tienen dificultad para invertir en personal, formación o tecnología, porque gran parte de su volumen viene atado a tarifas bajas de aseguradora.

- **Control unilateral de las reparaciones por parte de aseguradoras:** Ligado a lo anterior, existe una percepción de desequilibrio en la relación aseguradora-taller. El modelo actual es considerado por algunos profesionales como “muy obsoleto y maduro” [32], donde el taller no fija los precios ni decide plenamente cómo reparar, sino que se ve supeditado a criterios de la compañía. Esto se traduce en prácticas como limitar las horas de mano de obra por intervención u orientar la reparación hacia soluciones más baratas (reparar en lugar de sustituir piezas, usar recambios reconstruidos, etc.), que pueden entrar en conflicto con la calidad óptima. Esta intromisión en la gestión interna del taller genera fricción: el taller siente que pierde autonomía técnica y debe dedicar tiempo a justificar cada operación necesaria.
- **Servicios no remunerados y carga administrativa para talleres:** tradicionalmente, los talleres asumían unos servicios de cortesía para agradar a aseguradoras y clientes (recogida y entrega del vehículo a domicilio, coche de sustitución gratuito, limpieza integral, gestión de residuos, etc.). Sin embargo, con los márgenes tan ajustados, los talleres ya no pueden costear extras que no estén pagados. Un ejemplo concreto es el coste de gestión medioambiental: cada reparación de carrocería genera residuos (pinturas, disolventes, plásticos) cuyo tratamiento especializado es obligatorio por ley; los talleres piden que se les pague una cantidad por gestionar estos residuos, pues actualmente muchas compañías no lo contemplan en la indemnización y el taller lo descuenta de su bolsillo [32].
- **Demoras y tiempos muertos en la tramitación:** Pese a la existencia de convenios como CICOS que agilizan muchos siniestros, en la práctica todavía ocurren retrasos significativos en ciertas situaciones. Por ejemplo, si el parte amistoso (DAA) no está bien cumplimentado o hay desacuerdo entre las versiones de los implicados, la

determinación de la responsabilidad puede atascarse y ninguna compañía quiere asumir inicialmente el coste. Esto retrasa la autorización de reparación. Asimismo, la intervención del perito puede no ser inmediata: en épocas de alta siniestralidad (p. ej., temporales de granizo o inundaciones que dañan miles de vehículos a la vez) los peritos se saturan y los vehículos esperan días o semanas para ser evaluados. Cada día de espera es un día más de inmovilización para el cliente. Además, cuando un siniestro no entra en CICOS (por ejemplo, más de dos coches implicados), la reclamación entre aseguradoras se hace de forma bilateral y puede dilatarse más. Estas demoras contrastan con las expectativas actuales de los clientes: la mayoría valora procesos rápidos y automatizados, y un 60% de consumidores estarían dispuestos a cambiar de aseguradora para lograr una experiencia más ágil y digital [23].

- **Limitaciones en la gestión de siniestros con nuevas tecnologías (vehículos eléctricos y ADAS):** El parque automovilístico está cambiando con la llegada de vehículos híbridos, eléctricos y sistemas avanzados de asistencia (ADAS). El modelo actual de talleres y seguros está teniendo dificultades para adaptarse a estos cambios. Por ejemplo, la reparación de vehículos eléctricos es más costosa debido al elevado precio de las baterías y a que pocos talleres están capacitados para manipularlos con seguridad. Según un estudio, asegurar un coche eléctrico es de media un 13% más caro que un gasolina, en parte por la falta de talleres especialistas y el alto coste de reparación de sus componentes. Igualmente, muchos talleres pequeños no cuentan con equipamiento para calibrar sensores ADAS, lo que les obliga a subcontratar esa parte o derivar el vehículo, añadiendo complejidad. La infraestructura de posventa especializada va rezagada respecto al crecimiento del parque de coches modernos. Esta brecha de capacitación es una limitación del modelo actual, pues aumenta los tiempos y costes cuando se trata de tecnología nueva. Las aseguradoras también enfrentan incertidumbre: no tienen suficiente histórico de datos para estimar costes de siniestros en eléctricos, lo cual redundará en primas más altas y posible sobrecoste en reservas técnicas.

- **Inflación de costes de reparación y suministro de recambios:** Un factor externo pero crítico son los crecientes costes de las reparaciones. En 2022 y 2023 se ha observado un fuerte encarecimiento de las piezas de recambio, la pintura y otros materiales, ligado a las crisis internacionales en materias primas y logística [33]. Si bien las primas de seguro han empezado a reflejar esta tendencia, a corto plazo se produce una tensión financiera: las aseguradoras ven erosionada su rentabilidad técnica, y los talleres ven cómo cada reparación consume más recursos (piezas más caras, más tiempo y mayor complejidad técnica) sin una compensación proporcional. Además, durante 2021-2022 hubo problemas de escasez de recambios (microchips, componentes importados) que alargaron los tiempos de reparación notablemente.
- **Gestión del suministro de recambios:** En el modelo actual, los talleres dependen de procesos manuales o semiautomatizados para la solicitud, validación y recepción de piezas. Esto genera frecuentes retrasos por falta de stock, errores en las referencias solicitadas o ausencia de trazabilidad en la entrega. El problema se agrava cuando el siniestro implica componentes electrónicos o piezas específicas de cada marca, cuyo suministro está fuera del control del taller. Esta ineficiencia tiene impacto directo en los plazos de reparación, la satisfacción del cliente final y el coste total para la aseguradora (vehículo de sustitución, penalización por demora, pérdida de fidelización). Sin una solución tecnológica específica, este pain point se mantiene incluso en talleres que ya han digitalizado parcialmente otros procesos.

### ***3.4 EL SISTEMA CICOS***

El sistema CICOS (Centro Informático de Compensación de Siniestros) merece mención especial dentro del modelo español, ya que constituye la columna vertebral de la tramitación de siniestros materiales entre aseguradoras. CICOS es una plataforma tecnológica sectorial (gestionada por la empresa TIREA) que facilita la comunicación y liquidación entre compañías adheridas a los convenios CIDE/ASCIDE. Su objetivo principal es simplificar y agilizar las reclamaciones de daños materiales en accidentes de tráfico que involucren a vehículos asegurados en distintas entidades, evitando la burocracia tradicional de

reclamaciones cruzadas. A continuación, se resumen sus mecanismos y la cuestión de las tarifas por siniestro: [29]

- **Funcionamiento de la indemnización directa:** Bajo los convenios CIDE (Convenio de Indemnización Directa Español, activo desde 1988) y su ampliación ASCIDE (1990), se acordó que en accidentes bilaterales el asegurado no culpable sería indemnizado por su propia aseguradora, en lugar de esperar a que la compañía del culpable pague. Esto mejora la experiencia del cliente (que trata siempre con su aseguradora de confianza) y la imagen del sector, al acelerar la reparación y pago sin importar disputas de responsabilidad. CICOS fue desarrollado en 1993 para digitalizar este intercambio: cuando ocurre un accidente entre dos coches asegurados, la compañía del vehículo “inocente” comunica electrónicamente el caso a CICOS y la compañía “responsable” lo acepta. A partir de ahí, la aseguradora del inocente tramita la reparación de su cliente sin necesidad de negociar culpabilidad ni importe con la contraria. Es decir, autoriza la reparación inmediatamente y se la paga al taller o asegurado. En paralelo, mediante la base de datos CICOS, ambas compañías registran la reclamación.
- **Módulo de compensación (tarifa por siniestro):** Para cuadrar las cuentas entre aseguradoras, el convenio establece que cada siniestro resuelto por CICOS se compensa con un importe fijo, denominado Módulo de Compensación Sectorial. Este módulo se calcula anualmente por UNESPA (la asociación de aseguradoras) a partir de los datos agregados de costes de siniestros del año anterior. Su filosofía es que represente el coste medio de un siniestro material tipo, de modo que, pagando ese valor fijo por caso, a algunas compañías les sobrarán (en siniestros baratos) y a otras les faltará (en siniestros caros), pero en promedio se equilibran. Todas las aseguradoras adheridas están obligadas a aceptar este sistema y abonar el módulo por cada siniestro donde resulten responsables. La liquidación se hace de forma multilateral y mensual: CICOS calcula el saldo neto entre cada par de compañías. Aunque el importe que se abona por siniestro no es público, profesionales del sector estiman que en el 2024 el módulo rondaba 1.057€ por siniestro [32].

- **Alcance y límites de CICOS:** CICOS se aplica solamente cuando concurren todas estas condiciones: accidente de circulación en territorio adherido (EEE o países con acuerdo Carta Verde), implicación de exactamente dos vehículos matriculados en España, ambos con seguro en vigor en compañías adheridas, colisión directa entre ellos (excluyendo, por ejemplo, daños por caída de carga), sin heridos, y que los daños materiales totales no excedan el límite del seguro obligatorio (actualmente ~15 millones €). Prácticamente, abarca la mayoría de choques típicos. Una vez aceptado un caso en CICOS, la responsabilidad se asigna usando unas reglas objetivas basadas en cómo ocurrió el choque (por eso la importancia de las casillas marcadas en el parte amistoso). Estas reglas, definidas en el Manual de Criterios CIDE/ASCIDE, asignan “culpabilidad convenida” sin prejuzgar la culpa legal. Así, aunque una compañía asuma pagar como responsable en CICOS, podría ocurrir que judicialmente se determinara otra cosa más adelante, pero eso no afecta al convenio: entre ellas ya liquidaron el módulo y solo si hay fraude o mala fe se plantean reembolsos. Alrededor del 68-70% de los siniestros materiales se gestionan ya por este sistema, logrando los objetivos de agilizar pagos, reducir coste administrativo y evitar ir a los juzgados (se estima que CICOS evita miles de pleitos que antes se daban por reclamaciones entre compañías).

Como se ha mencionado anteriormente, el módulo fijo del CICOS beneficia a las compañías capaces de reducir los costes de tramitación y reparación de un siniestro y perjudica a aquellos que tienen altos costes administrativos y sus talleres concertados tienen tarifas altas. De aquí, que un taller automatizado que logre disminuir al mínimo ambos costes sería muy deseable por las compañías aseguradoras.

### ***3.5 COSTES OPERATIVOS Y TIEMPOS DE REPARACIÓN EN TALLERES TRADICIONALES***

Para completar el panorama del modelo actual, es importante examinar los costes operativos y los tiempos de reparación que caracterizan al sector de la reparación de vehículos siniestrados en España.

**Costes operativos en talleres y aseguradoras:** Los talleres de reparación de automóviles han visto aumentar significativamente sus costes en los últimos años. Según datos del sector, los materiales básicos como la pintura, energía eléctrica y, sobre todo, las piezas de recambio han subido de precio considerablemente. Las razones incluyen la inflación general, encarecimiento de materias primas (metal, plásticos) y disrupciones en la cadena de suministro global. Un informe cuantifica en cerca de +6% (2023) [34] y +9% (2024) [35] los incrementos anuales del coste medio por reparación. Para el taller, otro coste en ascenso es el de personal cualificado: la mano de obra especializada en carrocería y pintura escasea, y los salarios deben aumentar para retener talento, especialmente ante la necesidad de nuevas competencias (manejo de coches eléctricos, calibración electrónica). En paralelo, los costes fijos (alquileres de naves, seguros de responsabilidad, gestión medioambiental) también tienden al alza.

Los talleres tradicionales presentan una estructura de costes compuesta por:

- **Costes fijos:** alquiler o amortización del local, seguros, licencias, sueldos del personal fijo, amortización de maquinaria, sistemas de gestión, suministros básicos y servicios externos recurrentes (contabilidad, prevención de riesgos).
- **Costes variables:** piezas de recambio, materiales fungibles (pinturas, disolventes, adhesivos), energía asociada a procesos productivos, eliminación de residuos peligrosos, subcontrataciones puntuales (por ejemplo, lunas, electrónica o neumáticos).

Según el informe “Mercado de Reparaciones 2023” elaborado por Audatex, los costes medios por reparación en España, en función del tipo de siniestro, se sitúan en las siguientes cifras [36]:

Tabla 4. Costes medios por tipo de reparación talleres tradicionales

<b>Talleres tradicionales</b>	
<b>Costes medios por reparación</b>	
<b>Tipo de reparación</b>	<b>Coste medio (€)</b>
Reparación leve	700
Reparación media	1.100
Reparación grave	3.200

La mano de obra representa entre el 30 % y el 50 % del coste total, según el tipo de intervención. A fecha de 2024, el precio medio de la hora de taller en España se sitúa entre 36 y 44 euros, dependiendo de la provincia y especialización, siendo el sector de pintura el que presenta mayores costes por hora [37] [38]:

#### **Tiempos medios de reparación:**

Los tiempos de inmovilización de un vehículo varían de forma significativa según la complejidad del siniestro, la disponibilidad de recambios y la carga del taller. Datos agregados del estudio de GT Motive indican lo siguiente [39]:

Tabla 5. Tiempo medio de reparación por tipo de reparación talleres tradicionales

<b>Talleres tradicionales</b>	
<b>Tiempo medio por reparación</b>	
<b>Tipo de reparación</b>	<b>Tiempo medio total (días)</b>
Reparación leve	2 - 4
Reparación media	5 - 9
Reparación grave	10 - 21

A este tiempo hay que añadir los días de espera para el peritaje, la aprobación del presupuesto y el envío de piezas, lo cual puede elevar el plazo total hasta los 10–12 días naturales para reparaciones medias, especialmente en talleres no concertados o en zonas rurales.

Una encuesta reciente identificó los principales cuellos de botella que alargan los tiempos de inmovilización [40]:

- Espera de autorización de la aseguradora (36 % de los casos).
- Retrasos en el suministro de recambios (29 %).
- Carga acumulada del taller (21 %)

## **Capítulo 4. FUNDAMENTOS Y DESARROLLO DEL MODELO DE NEGOCIO**

### ***4.1 JUSTIFICACIÓN DEL MODELO PROPUESTO EN EL CONTEXTO SECTORIAL***

Este Trabajo Fin de Máster propone un nuevo enfoque para afrontar los retos actuales del proceso de reparación de vehículos siniestrados en el sector asegurador español. A partir del análisis realizado en los capítulos anteriores —donde se han identificado las principales ineficiencias operativas, la escasa digitalización de los talleres y las tensiones crecientes sobre la rentabilidad del ramo de autos—, se plantea el diseño de un modelo de negocio digital centrado en un taller de reparación automatizado, concebido como una solución realista y alineada con las necesidades del mercado.

Este modelo constituye el núcleo de la segunda parte del trabajo, donde se desarrollará en detalle tanto su fundamentación estratégica como su viabilidad técnico-económica.

Actualmente, el proceso de reparación sigue siendo en gran parte manual, fragmentado y poco eficiente. Talleres con baja digitalización, flujos operativos secuenciales, dependencia excesiva de peritaciones físicas y falta de trazabilidad digital real hacen que, desde la notificación hasta la entrega del vehículo reparado, el sistema arrastre importantes costes y tiempos de resolución. Esta situación ha sido corroborada por peritos y agentes entrevistados, quienes señalan la existencia de retrasos evitables, falta de estandarización en presupuestos y escasa visibilidad para el cliente final. Desde el lado de la aseguradora, se demanda una mayor capacidad de control, reducción del coste medio por siniestro y visibilidad completa del expediente.

En este contexto, se propone el diseño de un taller de reparación automatizado e integrado con las aseguradoras, capaz de transformar el proceso de principio a fin. El modelo se inspira en un enfoque de tipo cadena de montaje, donde el vehículo siniestrado avanza por distintas estaciones especializadas en tareas concretas: diagnóstico, desmontaje, reparación estructural, pintura, montaje y control de calidad. Cada estación cuenta con personal cualificado y herramientas específicas, lo que permite reducir tiempos improductivos,

minimizar errores y asegurar una calidad constante en todo el proceso. La especialización de los operarios en tareas repetitivas, junto con la estandarización de los flujos y la incorporación de tecnologías como visión artificial, escaneado 3D, inteligencia artificial para la valoración de daños, y robótica colaborativa, permite optimizar cada fase de la reparación. Además, este enfoque facilita la obtención de economías de escala, tanto en la adquisición de materiales como en los procesos internos, lo que se traduce en una reducción de costes operativos y una mejora significativa en los tiempos de resolución.

Un aspecto clave del modelo es que requiere desde el inicio una colaboración directa con al menos una aseguradora, que actúe como socio estratégico en el despliegue del taller. Esta colaboración permite garantizar un volumen mínimo constante de vehículos —imprescindible para alcanzar economías de escala y justificar la inversión inicial—, y además maximiza el potencial de integración tecnológica entre ambos actores. Al establecer flujos de comunicación y validación desde la propia aseguradora, se acelera la tramitación, se eliminan tareas duplicadas y se refuerza la trazabilidad en todo el proceso. Más adelante, se puede desarrollar el taller como un proveedor de servicios para otras aseguradoras (como puede ser MAWDY).

Tal y como afirmó un directivo entrevistado al plantearle este modelo de negocio: “permitiría un control más fino del coste, una mayor calidad en la reparación y una reducción clara del ciclo del siniestro, siempre que exista una integración real con nuestros sistemas”.

La propuesta que se desarrolla a continuación plantea una solución concreta, viable y alineada con las necesidades reales del sector asegurador, basada en la colaboración directa entre taller y aseguradora como pilar fundamental de su éxito.

## ***4.2 ESTADO DEL ARTE***

El modelo de taller automatizado propuesto en este TFM representa una propuesta claramente innovadora dentro del ecosistema de la reparación post-siniestro. Tras una investigación exhaustiva, no se ha identificado en el mercado ningún taller que integre de forma completa y funcional todas las propuestas planteadas: enfoque en reparación en

cadena, automatización de procesos, inteligencia artificial utilizada de manera integral, robótica colaborativa, trazabilidad mediante IoT y sistemas de gestión ERP/MES, todo ello vinculado estrechamente con la aseguradora.

Si bien existen tecnologías aplicadas de forma parcial en ciertos procesos, la combinación de todas ellas en un único entorno operativo, bajo un modelo tipo cadena de montaje orientado a la eficiencia y estandarización del proceso de reparación, no ha sido localizada en ninguna solución actualmente en funcionamiento.



*Ilustración 6. Sistema automatizado de calibración de ADAS de Kinetic Automation*

Lo que sí se ha podido identificar son iniciativas emergentes que apuntan en esta dirección, principalmente lideradas por startups tecnológicas que anticipan un cambio de paradigma en el sector. Una de ellas es Kinetic Automation [41], una empresa estadounidense que desarrolla centros tecnológicos para el diagnóstico y

calibración de sistemas avanzados de asistencia a la conducción (ADAS), utilizando visión por ordenador, robótica y algoritmos propios. Sus centros permiten reducir drásticamente los tiempos de recalibración y mejorar la precisión de los diagnósticos, lo que valida la viabilidad técnica de aplicar tecnología avanzada en fases críticas del proceso post-siniestro.

Otra referencia destacable es Dürr [42], multinacional especializada en automatización industrial, que ha desarrollado conceptos aplicados a fábricas de primer nivel en la industria del automóvil. Su modelo de “paintshop of the future” combina estaciones modulares robotizadas, vehículos autónomos internos y sistemas digitales de control de procesos. Aunque su enfoque está dirigido a líneas de producción OEM y no a talleres de reparación, su propuesta demuestra cómo los principios de automatización y digitalización pueden ser trasladados con éxito a entornos complejos y exigentes.



*Ilustración 7. Concepto Dürr: Paintshop of the future*

El hecho de que no exista a día de hoy una implementación real que combine todos estos elementos en un taller especializado en siniestros refuerza el carácter diferencial y pionero del modelo que aquí se plantea. La oportunidad reside precisamente en ocupar ese espacio intermedio entre la reparación tradicional y la automatización industrial, adaptando lo mejor de ambos mundos a un entorno que demanda mayor eficiencia, trazabilidad y control de costes.

#### ***4.3 TECNOLOGÍAS HABILITADORAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE TALLERES***

La transformación digital del sector de reparación de vehículos pasa necesariamente por la integración de tecnologías avanzadas ya consolidadas en la industria 4.0. En países como Estados Unidos, Alemania o China, se observa una adopción creciente de soluciones automatizadas aplicadas tanto al diagnóstico como a la ejecución de las reparaciones. Estas tecnologías mejoran la eficiencia operativa, y permiten rediseñar por completo la experiencia del cliente y el modelo de negocio de aseguradoras y talleres.

En este apartado se presentan las once tecnologías más relevantes para el modelo de taller automatizado propuesto, analizando su grado de madurez (según la escala TRL – Technology Readiness Level), su viabilidad de integración y el valor diferencial que aportan al ecosistema asegurador. Por lo tanto, este apartado refuerza el enfoque técnico del TFM en ingeniería.

## 1. Inteligencia Artificial (IA)

- **TRL:** 9 (plenamente operativa en entornos reales)
- **Aplicación:** El entrenamiento de algoritmos de machine learning permiten estimar automáticamente la envergadura y los costes de reparación a partir de imágenes y partes periciales, detectar anomalías en tiempo real y optimizar la asignación de recursos (tiempo, personal, estaciones).
- **Aporte al modelo:** Mejora la precisión en la planificación, reduce errores humanos y permite adaptar dinámicamente la operativa del taller según demanda real.
- **Viabilidad:** Alta. Se pueden integrar plataformas existentes (ej. Tractable, Audatex) o modelos propios entrenados con datasets internos.

## 2. Modelos de Lenguaje de Última Generación (LLM)

- **TRL:** 7–9 (dependiendo del caso de uso)
- **Aplicación:** Automatización de la atención al cliente vía chatbots conversacionales, interpretación semántica de partes de siniestro, generación de presupuestos explicados al cliente, apoyo al técnico con búsquedas en bases de datos de reparaciones.
- **Aporte al modelo:** Reducción drástica en tiempos de gestión administrativa, mejora en la satisfacción del cliente y soporte técnico interno avanzado.
- **Viabilidad:** Alta. Ya es posible integrar GPT-4 o Claude mediante APIs con coste marginal, especialmente para centros con volumen medio-alto de expedientes.

## 3. Robótica Colaborativa (Cobots)

- **TRL:** 8
- **Aplicación:** Tareas repetitivas como lijado, pintura, desmontaje de piezas o soldadura. Los cobots trabajan de forma segura junto a operarios humanos y son reprogramables.

- **Aporte al modelo:** Reducción de la fatiga laboral, mayor uniformidad en el acabado, aumento de la productividad en procesos estándar.
- **Viabilidad:** Alta. Hay proveedores como Universal Robots o ABB con soluciones plug-and-play adaptadas a pymes industriales.

#### 4. Visión Artificial

- **TRL:** 8
- **Aplicación:** Inspección automatizada de daños mediante cámaras de alta resolución e IA entrenada para detectar abolladuras, arañazos y desviaciones estructurales.
- **Aporte al modelo:** Diagnóstico objetivo y reproducible, mejora en la peritación del vehículo.
- **Viabilidad:** Alta. Su implementación puede comenzar por una estación piloto integrada con sistemas de IA básicos.

#### 5. Internet de las Cosas (IoT)

- **TRL:** 10
- **Aplicación:** Sensores en estaciones, herramientas y vehículos permiten registrar tiempos, temperaturas, estados de avance y variables ambientales críticas (humedad, presión, etc.).
- **Aporte al modelo:** Trazabilidad completa del proceso, mantenimiento predictivo de maquinaria, generación de KPIs en tiempo real.
- **Viabilidad:** Alta. Muchos sensores son de bajo coste y fácilmente integrables vía red local o cloud.

#### 6. Sistemas ERP/CRM integrados

- **TRL:** 9
- **Aplicación:** Gestión centralizada de expedientes, integración con plataformas de aseguradoras, control de inventario, facturación y comunicación con el cliente.

- **Aporte al modelo:** Eficiencia administrativa, visión 360° del cliente y sincronización total de la operación.
- **Viabilidad:** Muy alta. Se puede adaptar un ERP modular como Odoo o SAP Business One con verticales específicos para talleres.

### 7. Automatización logística (AGVs)

- **TRL:** 7
- **Aplicación:** Vehículos autónomos transportan piezas, herramientas o vehículos entre estaciones, eliminando desplazamientos manuales.
- **Aporte al modelo:** Flujo interno optimizado, reducción de tiempos improductivos y riesgo de accidentes.
- **Viabilidad:** Media. Coste inicial elevado, pero escalable según volumen y configuración del taller.

### 8. Gemelos digitales

- **TRL:** 7
- **Aplicación:** Réplica virtual del taller que simula en tiempo real procesos, identificando cuellos de botella y probando cambios antes de implementarlos físicamente.
- **Aporte al modelo:** Mejora continua basada en datos reales y reducción de errores de planificación.
- **Viabilidad:** Media. Requiere inversión inicial en modelado, pero muy útil en fases de expansión o rediseño.

### 9. Diagnóstico remoto con conectividad vehicular (V2X)

- **TRL:** 7
- **Aplicación:** Acceso a información técnica y de fallos directamente desde la “caja negra” del vehículo (ECU), sin necesidad de desmontaje inicial.
- **Aporte al modelo:** Acelera el diagnóstico inicial, permite presupuestos más ajustados y reduce errores.

- **Viabilidad:** Media. Requiere permisos legales para acceder a información “personal” del vehículo y los vehículos deben disponer de dichos sistemas.

### **10. Impresión 3D de recambios no estructurales**

- **TRL:** 6
- **Aplicación:** Fabricación in situ de piezas plásticas interiores o embellecedores cuando hay rotura o falta de stock.
- **Aporte al modelo:** Ahorro de tiempos de espera, reducción de dependencia de proveedores.
- **Viabilidad:** Media. Requiere modelado de las piezas a fabricar, y materiales específicos para coincidir con calidades OEM.

### **11. Reparación autónoma basada en robótica inteligente autoajustable (Smart Self-Adaptive Robotics)**

- **TRL:** 4 (fase de validación en laboratorio o prototipo funcional)
- **Aplicación:** Robots inteligentes con sensores hápticos y algoritmos de autoaprendizaje capaces de ajustar su comportamiento dinámicamente en función del tipo de material, geometría del daño y feedback del entorno. Se está explorando para tareas como enderezado de carrocerías o montaje de piezas con tolerancias variables.
- **Aporte al modelo:** Elimina la necesidad de programación previa para cada tipo de intervención. Permite adaptarse automáticamente a la singularidad de cada reparación, abriendo la puerta a una automatización aún más flexible y autónoma.
- **Viabilidad:** Baja en el corto plazo, pero con un enorme potencial transformador. Se recomienda monitorizar su evolución en proyectos piloto liderados por centros como el Fraunhofer Institute (Alemania) o iniciativas de fabricantes como Hyundai Mobis.

Las tecnologías analizadas son viables y están maduras para su aplicación directa en el modelo de taller automatizado. Soluciones como la inteligencia artificial, los modelos LLM,

la robótica colaborativa, la visión artificial y el IoT ya se utilizan en otros sectores industriales y pueden integrarse de forma escalonada para mejorar eficiencia, trazabilidad y tiempos de reparación.

Además, se identifican tecnologías emergentes como la robótica autoajustable con sensores inteligentes, actualmente en fase de validación. Aunque su aplicación no es inmediata, tienen un alto potencial a medio plazo y conviene monitorizarlas de forma activa para mantener el modelo alineado con las innovaciones del sector.

#### ***4.4 FUNCIONAMIENTO OPERATIVO DEL MODELO DE TALLER PROPUESTO***

##### **4.4.1 ORGANIZACIÓN GENERAL DEL TALLER**

El taller propuesto se organiza como una línea de trabajo compuesta por once estaciones especializadas, distribuidas en función de la secuencia real de una reparación tras un siniestro. El objetivo principal es que el vehículo avance de forma continua y lógica por cada fase del proceso, sin retrocesos, esperas innecesarias ni manipulaciones redundantes.

A diferencia de los talleres tradicionales, donde un operario puede asumir varias tareas en un mismo espacio, este modelo se basa en una distribución funcional y especializada por zonas. Cada estación está diseñada para realizar únicamente una parte concreta del proceso, con personal técnico dedicado y equipamiento específico, lo que permite reducir los tiempos de reparación, mejorar la calidad del trabajo y aumentar la eficiencia global del sistema.

La organización física del taller incluye las siguientes áreas clave:

- **Zona de recepción:** es el punto de entrada del vehículo al sistema. Incluye un kiosko digital donde el cliente puede identificarse, validar su expediente y conocer el estado de su cita. Un técnico de soporte está disponible en cada turno para resolver incidencias o atender casos especiales. Desde esta zona se inicia el expediente digital y se realiza el escaneo inicial del vehículo mediante visión artificial y sensores. El sistema utiliza inteligencia artificial para estimar los daños y generar

automáticamente el plan de reparación, que se envía a la aseguradora para su validación.

- **Zona operativa:** núcleo del taller, donde se encuentran las once estaciones de trabajo. Estas estaciones están alineadas siguiendo el orden lógico del proceso de reparación, aunque los vehículos pasarán únicamente por las estaciones necesarias según las reparaciones que sean necesarias.
  1. Recepción y diagnóstico digital
  2. Desmontaje y análisis físico
  3. Reparaciones estructurales
  4. Reparación de piezas metálicas
  5. Reparación de plásticos
  6. Reparación de interiores
  7. Lijado y preparación de carrocería
  8. Pintura y secado
  9. Montaje y calibración
  10. Control de calidad
  11. Logística de salida

Algunas estaciones, como desmontaje, reparación de plásticos, lijado, pintura y montaje, están dimensionadas para operar con más de un vehículo simultáneamente, dado que presentan mayores tiempos de ciclo. Este diseño permite mantener un flujo equilibrado y continuo.

- **Zona buffer:** permite aparcar temporalmente vehículos que esperan recambios, validaciones o que han sido desviados por incidencias. Estas zonas ayudan a mantener el flujo continuo sin bloqueos.
- **Sala sucia:** concentra las estaciones con mayor generación de residuos. Está físicamente separada y cuenta con sistemas de extracción específicos.
- **Sala limpia:** acoge las estaciones finales del proceso. Estas fases requieren condiciones ambientales controladas para asegurar acabados de calidad y evitar contaminación de sensores o superficies sensibles.

- **Almacén técnico de recambios:** se encuentra junto a la estación de montaje. Tiene una capacidad mínima, ya que el modelo de trabajo está orientado a minimizar stock. Gracias a la valoración digital inicial, el sistema lanza automáticamente el pedido de piezas al proveedor en cuanto se genera el expediente, integrando así taller y proveedor desde el primer momento.
- **Zona de entrega:** tras superar el control final, el vehículo se traslada a la zona de salida, donde el cliente puede recogerlo. La entrega incluye un informe digital con trazabilidad completa del proceso y cierre automático con la aseguradora.
- **Oficinas técnicas y centro de control:** aquí se gestiona el sistema de control operativo del taller, incluyendo el software MES/ERP, la supervisión de flujos, la trazabilidad en tiempo real y la comunicación con la aseguradora.

La circulación de vehículos es unidireccional, lo que permite optimizar los desplazamientos internos, reducir los riesgos y facilitar el control de tiempos. El layout está diseñado para minimizar maniobras innecesarias y además el movimiento de vehículos entre estaciones se realizará automáticamente con vehículos guiados autónomos (AGVs). Todas las zonas están interconectadas digitalmente, de forma que cada vehículo genera un expediente único desde la entrada hasta la entrega.

Además, al integrar todos los datos del vehículo se puede detectar incongruencias entre testimonios de los clientes y daños reales por lo que se pueden reducir los costes debidos a intentos de fraude.

El dimensionamiento operativo en términos de capacidad, tiempos por estación y número de vehículos procesables al día se desarrollará en el apartado 4.4.6 Capacidad operativa estimada y dimensionamiento inicial. Dicho análisis permitirá justificar tanto la viabilidad técnica del modelo como su escalabilidad futura.

La Ilustración 8 muestra el plano del taller y su dimensionamiento para conseguir la capacidad requerida. Se muestra además el camino unidireccional entre estaciones que seguirán los vehículos durante las reparaciones. En el Anexo I: Plano taller se muestra el plano en mayor tamaño.

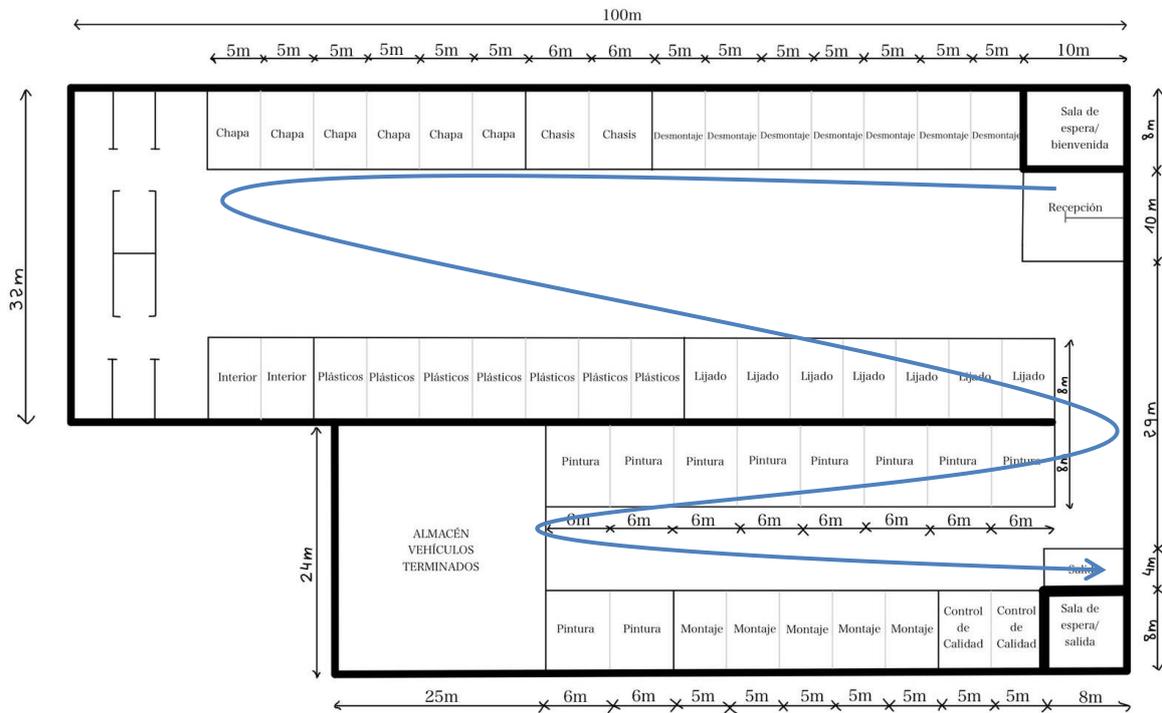


Ilustración 8. Plano en planta del taller automatizado con ruta unidireccional

#### 4.4.2 ESTACIONES DE TRABAJO ESPECIALIZADAS

El modelo de taller propuesto se articula en torno a once estaciones de trabajo especializadas, organizadas secuencialmente para permitir una reparación estructurada, eficiente y trazable. Cada estación está diseñada para realizar una tarea concreta dentro del proceso post-siniestro, con personal técnico cualificado, equipamiento específico y conectividad digital para la actualización automática del expediente del vehículo.

La selección de estas estaciones se ha realizado tras observar el funcionamiento real de talleres de chapa y pintura y ha sido validada mediante entrevistas con propietarios de dichos talleres. Además, se han identificado referencias de maquinaria innovadora a través de investigación online y la asistencia a ferias profesionales como Motortech Madrid.

En función de la naturaleza de la tarea, y la disponibilidad tecnológica disponible, las estaciones pueden ser de tres tipos:

- **Totalmente manuales**, cuando se requiere intervención especializada de técnicos por su nivel de detalle o variabilidad (ej. reparación de chapa).
- **Automatizadas**, en tareas repetitivas o normalizadas donde existen soluciones maduras (ej. aplicación de pintura o calibración de sensores).
- **Asistidas mediante robótica colaborativa**, en aquellas fases donde la combinación de fuerza, y flexibilidad humana aporta mayor valor (ej. lijado de piezas)

A continuación, se describe el funcionamiento de cada estación:

### **1. Recepción y diagnóstico digital**

**Función:** Registro del vehículo, lectura de datos y valoración de daños mediante tecnología digital. Además, se comunica automáticamente el expediente a la aseguradora y se hace el pedido de recambios. Es el primer punto de contacto operativo del proceso por lo que se detalla la hoja de ruta que seguirá el vehículo durante la reparación.

**Tecnología utilizada:** Cámaras 3D (Cognex In-Sight), sensores láser para mediciones estructurales, conectores OBD-II para lectura de errores (Bosch KTS), software de comunicación con “Caja negra” del vehículo, software de IA para diagnóstico y valoración, estación de registro digital para clientes.

#### **Tareas:**

- Escaneado exterior y estructural con cámaras y sensores.
- Lectura de datos del vehículo mediante OBD-II.
- Valoración preliminar asistida por IA.
- Generación automática del expediente digital.
- Generación de hoja de ruta individual, solicitud de autorización a la aseguradora (vía API conectada a su sistema) y pedido de piezas necesarias al proveedor.
- Captura fotográfica y registro de estado inicial.
- Estimación de tiempos y coste para planificación.

## 2. Desmontaje y análisis físico

**Función:** Retirada de piezas afectadas para evaluación detallada y reparación individual. Se decide si finalmente las piezas se repararán o serán reemplazadas y se determina si hay daños no detectados en la fase inicial. Se actualiza la hoja de ruta y pedido de piezas.

**Tecnología utilizada:** Herramientas neumáticas y eléctricas, zonas de taller completamente equipados con herramientas para todos los vehículos. terminales móviles de registro de trabajo y maquinaria móvil de medición para detectar daños estructurales ocultos (Spanesi Touch)

### Tareas:

- Desmontaje de paragolpes, faros, capó, puertas y elementos interiores.
- Análisis visual y táctil de daños.
- Registro digital de piezas desmontadas.
- Clasificación de piezas reparables vs sustitución.
- Preparación del vehículo para reparación estructural si fuera necesario.
- Desmontaje completo de las piezas a ser reparadas para facilitar trabajo y mejorara calidad de reparación.
- Modificación dinámica de la hoja de ruta y pedido de piezas adicionales si se detectan incidencias no previstas

## 3. Reparaciones estructurales

**Función:** Corrección de daños en el bastidor o zonas estructurales del vehículo que afecten a su geometría.

**Tecnología utilizada:** Bancos de estirado automatizados (Car-O-Liner), sistemas de medición por láser (Shark o Celette NAJA 3D), utillajes de anclaje y alineación.



*Ilustración 9. Bancada Car-O-Liner con medición laser 3D*

**Tareas:**

- Colocación del vehículo en banco de estirado.
- Medición de desviaciones estructurales.
- Reposición de la geometría original del chasis.
- Reforzado y sustitución de piezas estructurales.
- Verificación post-reparación con medición digital.

#### **4. Reparación de piezas metálicas**

**Función:** Recuperación de componentes exteriores metálicos como puertas, capós o aletas mediante técnicas de martilleado o *Paintless Dent Removal* (varillero).

**Tecnología utilizada:** Equipos de retracción por calor, martillos inerciales, soldadores MIG/MAG, planchas de tracción guiada, equipamiento completo de taller de chapa y pintura tradicional.

**Tareas:**

- Técnicas de *Paintless Dent Removal* para abolladuras sin repintado.
- Desabollado de superficies dañadas.
- Soldadura o sustitución parcial de paneles.
- Eliminación de deformaciones y ondas.
- Aplicación de masillas técnicas si es necesario.
- Comprobación visual y táctil del resultado

#### **5. Reparación de plásticos**

**Función:** Reparación de componentes plásticos exteriores como paragolpes, molduras o rejillas.

**Tecnología utilizada:** Soldadores de plásticos Leister, pistolas térmicas, adhesivos estructurales, lijadoras específicas, impresoras 3D.

**Tareas:**

- Identificación del tipo de plástico a reparar (PP, ABS, etc.).
- Aplicación de calor controlado y adhesión química.
- Relleno, lijado y resellado de juntas.
- Refuerzo con mallas o grapas en zonas críticas.
- Preparación de superficie para pintado.
- Posibilidad de impresión de piezas 3D.

## 6. Reparación de interiores

**Función:** Restauración o reemplazo de elementos del habitáculo como salpicadero, paneles de puerta, moquetas, cinturones, fusibles pirotécnicos, plásticos interiores o asientos, especialmente tras la activación de los airbags.

**Tecnología utilizada:** Kit de reparación interior, soldadores de aire caliente, pinturas texturizadas, adhesivos de contacto, impresoras 3D.

**Tareas:**

- Reparación de arañazos, grietas o quemaduras leves.
- Restauración de texturas y colores.
- Sustitución de piezas interiores irrecuperables.
- Fijación de clips, grapas o anclajes.
- Reemplazo de airbags afectados y programación de centralitas.
- Limpieza técnica post-intervención.

## 7. Lijado y preparación de carrocería

**Función:** Dejar la superficie lista para pintar, garantizando adherencia y uniformidad.

**Tecnología utilizada:** Lijadoras orbitales con aspiración, sistemas de aspiración centralizada,



*Ilustración 10. Robot de lijado*

estaciones de mezcla de masilla, corobots de lijado (Mirka), detectores de planitud superficial.

**Tareas:**

- Aplicación de masillas donde sea necesario.
- Lijado de superficies reparadas o nuevas.
- Aplicación de imprimaciones y aparejos.
- Revisión al tacto y bajo luz técnica y marcaje de imperfecciones.
- Enmascarado técnico de zonas no pintables.
- Limpieza previa al paso a cabina.

**8. Pintura y secado**

**Función:** Aplicación de pintura y posterior secado térmico para fijar la capa final.

**Tecnología utilizada:** Cabinas presurizadas robotizadas o semiautomáticas, brazos de pulverización automatizados (CMA Robotics Spa, FANUC P-250iB), pistolas de pintado para cada tipo de pintura, hornos de secado Blowtherm, secadores infrarrojos.



*Ilustración 11. Robot de pintado FANUC P-250iB*

**Tareas:**

- Detección exacta del color mediante espectrofotometría avanzada.
- Mezcla y carga de pintura automatizada en pistolas.
- Aplicación de capas base y barniz.
- Para vehículos y trabajos admitidos, pintado automático mediante brazos CMA (mejora de acabados y consistencia).
- Control de temperatura y viscosidad.

- Curado en horno o lámpara IR.
- Verificación visual de uniformidad y defectos.

## 9. Montaje y calibración

**Función:** Reinstalación de componentes y calibración electrónica de sistemas.

**Tecnología utilizada:** Equipamiento completo de herramientas para montaje, bancos de calibración ADAS (Bosch DAS3000, Hella Gutmann CSC-Tool), lectores OBD-II, sistemas de alineación.

### Tareas:

- Montaje de piezas reparadas o nuevas.
- Ajuste de holguras y cierres.
- Calibración de sensores, cámaras y radares.
- Verificación de códigos de error.
- Ensayo de funcionamiento de sistemas electrónicos.

## 10. Control de calidad

**Función:** Revisión final del vehículo antes de su entrega.

**Tecnología utilizada:** Luces de inspección LED, checklist digital, terminales móviles para registro de datos.

### Tareas:

- Inspección estética y técnica exterior e interior.
- Verificación del cumplimiento del plan de reparación.
- Confirmación del cierre de tareas.
- Prueba funcional de componentes.
- Generación automática del informe digital final para aseguradora y cliente.

## **11. Logística de salida**

**Función:** Preparación del vehículo para la entrega final directa o recogida logística y cierre del expediente.

**Tecnología utilizada:** Sistema de notificación automática, plataforma de seguimiento, app para cliente, firma digital.

**Tareas:**

- Lavado exterior e interior (opcional).
- Generación de documentación final.
- Entrega digital al cliente y aseguradora o recogida logística.
- Explicación técnica de la reparación si se solicita.
- Registro de salida y liberación del expediente.

### **4.4.3 COORDINACIÓN Y TRANSPORTE ENTRE ESTACIONES**

El movimiento de vehículos entre estaciones se realiza mediante vehículos de guiado automático (AGV) EcoProFleet de Dürr Systems. Estos sistemas están diseñados para entornos industriales y permiten desplazar los coches de forma autónoma a lo largo de todo el taller, sin necesidad de intervención manual. Cada AGV posiciona el vehículo con precisión en la estación correspondiente y se coordina con el sistema Manufacturing Execution System (MES) para saber en todo momento qué unidad transportar y a qué ubicación.



*Ilustración 12. AGV EcoProFleet de Dürr Systems*

El transporte de componentes desmontados, herramientas y recambios se realiza mediante robots móviles Junobot de Sebotics, manipuladores móviles de Robotnik o transpaletas Kivnon K55, adaptados para las tareas requeridas en un taller. Estos robots se encargan de recoger piezas en estaciones como desmontaje, llevarlas a reparación, pintura o montaje, y devolverlas una vez listas. Están integrados con el sistema de control del taller para actuar en función del avance del proceso.

Ambos sistemas funcionan de forma autónoma, se recargan automáticamente y no requieren guías físicas en el suelo, lo que permite mantener una distribución flexible del taller. La trazabilidad de los vehículos y componentes queda registrada en tiempo real en el sistema de gestión.

El uso combinado de estos AGVs permite:

- Automatizar todos los desplazamientos internos.
- Reducir la necesidad de personal para tareas logísticas.
- Evitar maniobras dentro del taller y aumentar la seguridad.
- Optimizar los tiempos de paso entre estaciones.
- Mejorar el control del flujo y la eficiencia general del sistema.
- Reduce al mínimo la probabilidad de que se pierdan piezas durante el proceso de reparación.

#### **4.4.4 INTEGRACIÓN CON ASEGURADORA**

El taller estará conectado de forma directa con los sistemas de la aseguradora mediante una API o plataforma digital compartida. Esta integración permite el intercambio automático de información en tiempo real durante todo el proceso de reparación.

El proceso se estructura en los siguientes puntos:

- En la estación de recepción, el sistema realiza una valoración digital del daño mediante IA. Esta información se envía automáticamente al sistema de la aseguradora.
- El presupuesto de reparación se genera de forma automática y se remite a la aseguradora para su validación. Dependiendo del tipo de daño, el sistema puede:
  - Aprobarlo directamente si cumple con los umbrales preestablecidos.
  - Derivarlo a un perito digital para revisión manual.
- Una vez aprobado, se inicia la reparación. El sistema MES del taller actualiza el expediente del vehículo en tiempo real a medida que el vehículo avanza por las estaciones.
- La aseguradora puede acceder en todo momento al estado del expediente, incluyendo:
  - Fotografías y vídeos del diagnóstico.
  - Registro de piezas desmontadas, reparadas o sustituidas.
  - Tiempos de entrada y salida por estación.
  - Costes actualizados por fase.
  - Estimación de finalización de la reparación.

Al finalizar la reparación:

- El sistema genera un informe automático de cierre, incluyendo el detalle de todas las tareas realizadas.
- El expediente se cierra de forma automática y se envía a la aseguradora para su archivo y facturación.

La integración elimina tareas duplicadas, reduce los tiempos de autorización, mejora el control de costes y garantiza la trazabilidad completa del proceso para ambas partes. Además, permite detectar desviaciones en tiempo real y minimiza el riesgo de fraude, como la inclusión de reparaciones no autorizadas, piezas innecesarias o sobrecostes no justificados.

#### **4.4.5 FLUJO OPERATIVO SEGÚN SINIESTRO**

El flujo de trabajo del taller no es fijo. Cada vehículo sigue una secuencia personalizada de estaciones en función del tipo y la gravedad del siniestro. Esta hoja de ruta se genera automáticamente en la estación de recepción (diagnóstico digital) y se ajusta, si es necesario, en la estación de desmontaje. El sistema prioriza la eficiencia, evitando pasar por estaciones innecesarias y adaptando los recursos utilizados al perfil del daño.

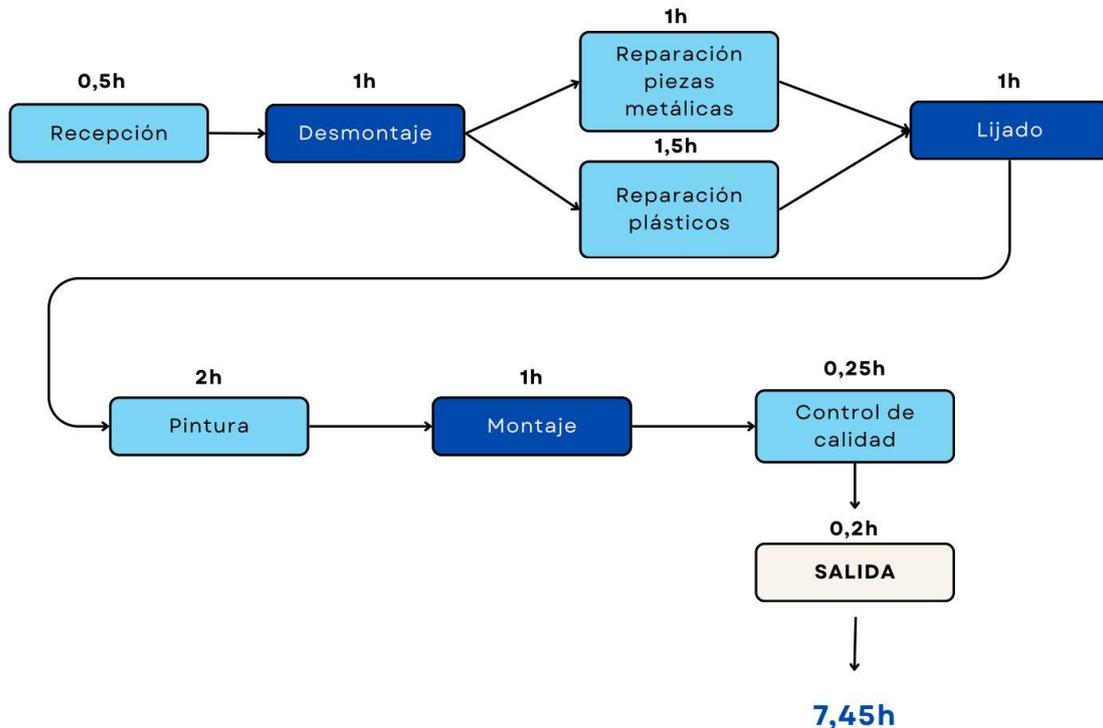
A continuación, se detallan tres tipos de flujo representativos en función del alcance del siniestro.

##### **Siniestro leve**

Daños localizados en un único panel o en elementos plásticos exteriores, sin afectación estructural ni electrónica. Es habitual en roces, golpes de aparcamiento o pequeños impactos a baja velocidad. Las piezas afectadas suelen poder repararse sin necesidad de sustitución, y los componentes situados tras los paragolpes (absorbedores, rejillas, soportes) tienen solución sencilla y estandarizada.

Se excluyen los golpes laterales, ya que suelen implicar deformaciones en puertas o aletas que requieren intervenciones más complejas sobre piezas metálicas.

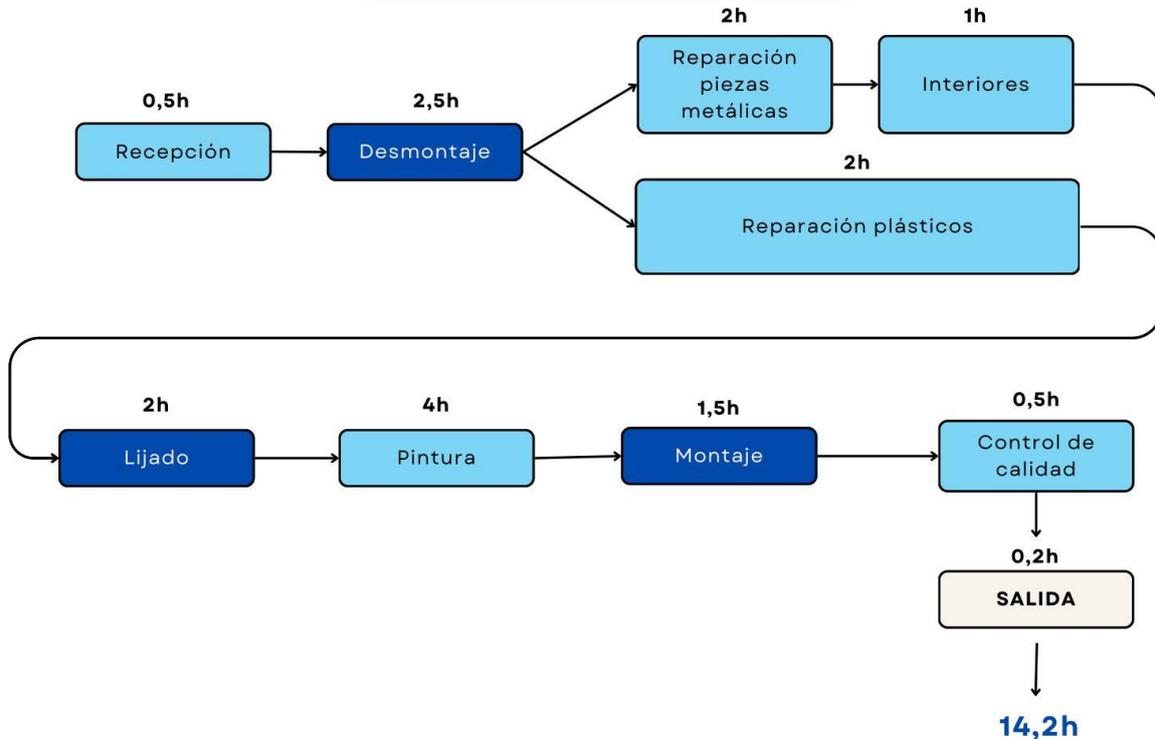
Ilustración 13. Flujo proceso reparación tras siniestro leve



## Siniestro medio

Daños que afectan a varios paneles del vehículo, tanto plásticos como metálicos, sin deformación estructural, pero con posible impacto en sensores, cableado o elementos interiores. Es habitual en colisiones frontales o traseras a velocidad moderada y también en golpes laterales que no comprometen la geometría del bastidor. Suelen requerir desmontaje completo de zonas afectadas, sustitución de piezas y calibración de sistemas electrónicos.

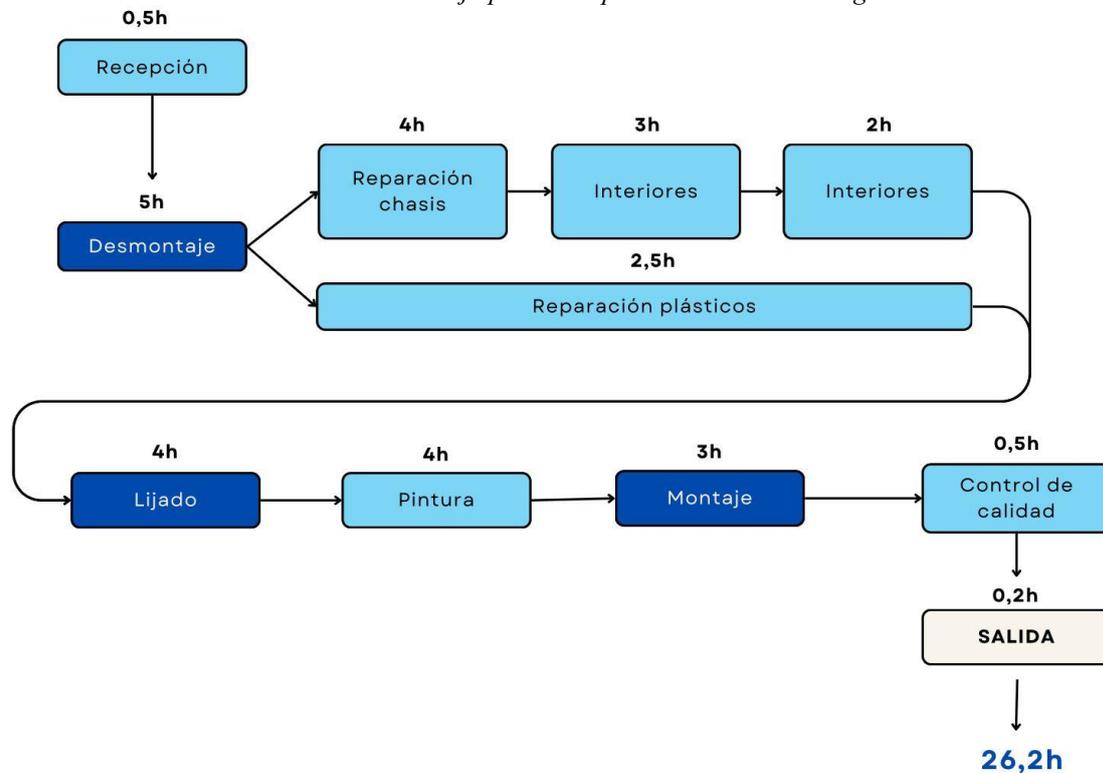
Ilustración 14. Flujo proceso reparación tras siniestro medio



## Siniestro grave

Daños que afectan a la estructura del vehículo, múltiples paneles, interiores y sistemas electrónicos. Es común en colisiones a alta velocidad, impactos frontales o laterales con intrusión, y siniestros que comprometen la seguridad del habitáculo. Requiere intervención en bastidor, sustitución estructural y calibración completa de sistemas electrónicos. Puede incluir retirada de componentes mecánicos para acceder a zonas afectadas.

Ilustración 15. Flujo proceso reparación tras siniestro grave



A diferencia de los talleres tradicionales, este modelo adapta el recorrido del vehículo según el tipo de siniestro, activando solo las estaciones necesarias. Esto permite reducir los tiempos de reparación hasta un 40 % y concentrar al personal en tareas específicas, aumentando la eficiencia gracias a la especialización por estación.

#### 4.4.6 CAPACIDAD OPERATIVA ESTIMADA Y DIMENSIONAMIENTO INICIAL

Se ha decidido implantar el taller en la provincia de Málaga como prueba piloto del modelo, por varios motivos estratégicos. Existe un conocimiento profundo del mercado local, los precios del suelo son todavía razonables para una instalación industrial de este tipo y la ciudad presenta dinámicas de crecimiento similares a otras grandes áreas urbanas del país. Además, el taller está concebido para centralizar las reparaciones de una amplia zona geográfica, por lo que se toma como mercado potencial todo el parque asegurado de la provincia.

Para dimensionar la capacidad operativa del taller, se han utilizado datos públicos de siniestralidad y parque móvil. En 2024, se registraron 1.706.501 [19] siniestros viales en

España. Ese mismo año, había 37.862.492 [43] vehículos asegurados en todo el país, de los cuales 1.437.597 estaban matriculados en Málaga, lo que representa un 3,8 % del total. Asumiendo una distribución homogénea de siniestros, se estima que en Málaga ocurrieron aproximadamente 64.847 siniestros durante el año 2024, es decir, 177,7 al día.

Considerando una media de dos vehículos implicados por siniestro, se obtienen 355,4 vehículos siniestrados diarios. No todos estos casos se tramitan a través de las aseguradoras: se asume que uno de los implicados es inocente y que solo un tercio de los culpables dispone de seguro a todo riesgo. Esto supone que alrededor de 231 vehículos siniestrados diarios son gestionados por compañías aseguradoras en la provincia.

El modelo propuesto aspira a captar inicialmente el 10 % de estas reparaciones (lo que equivaldría a la cuota de mercado de alguna de las top 5 aseguradoras del país, dejando algo de margen para que se puedan derivar ciertas reparaciones a talleres concertados), lo que equivale a una carga objetivo de 23 vehículos diarios. Este umbral servirá como referencia para definir los recursos necesarios en la fase inicial de implantación.

*Tabla 6. Resumen cálculos de estimación capacidad taller*

<b>Concepto</b>	<b>Resultados</b>
Total siniestros viales anuales en España	1.706.501 siniestros
Total vehículos asegurados en España	37.862.492 vehículos
Porcentaje vehículos asegurados en Málaga provincia	3,8 %
Estimación siniestros anuales en Málaga	64.847 siniestros
Estimación total vehículos diarios implicados en siniestros y reparados con aseguradora en Málaga	231 vehículos
<b>Objetivo diario de vehículos reparados</b>	<b>23 vehículos</b>

## **Dimensionamiento de estaciones en paralelo**

Una vez fijada la capacidad objetivo, se ha estimado el número de estaciones necesarias en función del tiempo medio que cada vehículo requiere en cada fase del proceso, según el tipo de siniestro. Se considera un turno operativo único de 8 horas diarias. El dimensionamiento incorpora un margen de seguridad del 20 % para absorber posibles desviaciones.

### Tiempos medios por estación (en horas)

*Tabla 7. Tiempo medio por estación*

<b>Capacidad operativa</b>				
<b>Tiempo medio por estación</b>				
<b>Estación</b>	<b>Siniestro leve (h)</b>	<b>Siniestro medio (h)</b>	<b>Siniestro grave (h)</b>	<b>Promedio ponderado (h)</b>
Recepción/diagnóstico	0,5	0,5	0,5	0,5
Desmontaje	1	2,5	5	1,9
Reparación estructural	-	-	4	0,4
Reparación metálica	1	2	3	1,5
Reparación de plásticos	1,5	2	2,5	1,8
Reparación de interiores		1	2	0,5
Lijado y preparación	1	2	4	1,6
Pintura y secado	2	4	4	2,8
Montaje y calibración	1	1,5	3	1,4
Control de calidad	0,3	0,5	0,5	0,4
Logística de salida	0,2	0,2	0,2	0,2

El promedio ponderado se ha calculado considerando una distribución estimada de siniestros: 60% leves, 30% medios y 10% graves.

### Carga diaria estimada y estaciones necesarias

Se calcula la carga total por estación (en horas) para una media de 23 vehículos al día, y se compara con la capacidad de trabajo diaria de una estación (8 horas):

Tabla 8. Carga diaria y nº estaciones necesarias sin margen

<b>Capacidad operativa</b>		
<b>Carga diaria y nº estaciones</b>		
<b>Estación</b>	<b>Carga diaria (h)</b>	<b>Nº estaciones necesarias (sin margen)</b>
Recepción/diagnóstico	11,5	1,4
Desmontaje	42,6	5,3
Reparación estructural	9,2	1,2
Reparación metálica	34,5	4,3
Reparación de plasticos	40,3	5,0
Reparación de interiores	11,5	1,4
Lijado y preparación	36,8	4,6
Pintura y secado	64,4	8,1
Montaje y calibración	31,1	3,9
Control de calidad	8,1	1,0
Logística de salida	4,6	0,6

Aplicando un margen de seguridad del 20 %, el dimensionamiento inicial propuesto es el siguiente:

Tabla 9. Nº estaciones operativas con margen de seguridad 20%

<b>Capacidad operativa</b>	
<b>Nº estaciones operativas</b>	
<b>Estación</b>	<b>Nº estaciones operativas</b>
Recepción/diagnóstico	2
Desmontaje	7
Reparación estructural	2
Reparación metálica	6
Reparación de plasticos	7
Reparación de interiores	2
Lijado y preparación	6
Pintura y secado	10
Montaje y calibración	5
Control de calidad	2
Logística de salida	1

Este dimensionamiento permite cubrir la capacidad objetivo de 5 vehículos diarios con margen suficiente para absorber picos de carga o pequeñas desviaciones. Además, la

existencia de estaciones duplicadas en fases críticas (como pintura y desmontaje) facilita el flujo continuo y permite escalar el sistema fácilmente mediante la incorporación de un segundo turno de trabajo. Cada estación necesita de 1 operario especializado, menos las de control de calidad y logística de salida que debido a su utilización y naturaleza del trabajo pueden compartir el recurso.

#### **4.4.7 INDICADORES TÉCNICOS DEL SISTEMA OPERATIVO**

Además del dimensionamiento físico, se han calculado varios indicadores técnicos clave para evaluar la eficiencia y consistencia del modelo operativo.

##### **1. Takt time**

El takt time representa el ritmo al que debe completarse una reparación completa para cumplir con la demanda diaria. Se calcula como la relación entre el tiempo disponible en el turno y el número de vehículos a procesar:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo disponible por turno}}{\text{Demanda diaria}} = \frac{8h = 480m}{23 \text{ vehículos}} = 21 \text{ minutos}$$

Esto significa que, en condiciones estables, debe finalizarse una reparación completa cada 21 minutos para cumplir con el objetivo diario.

##### **2. Lead time estimado**

El lead time refleja el tiempo total que un vehículo pasa en el taller, incluyendo tiempos de espera y coordinación interna. Su interpretación es muy fácil al estudiar los diagramas de procesos presentados en apartados anteriores de este mismo capítulo. Se estima en función del tipo de siniestro:

Tabla 10. Lead time según tipo de siniestro

<b>Capacidad operativa</b>		
<b>Lead time</b>		
<b>Tipo de siniestro</b>	<b>Lead time (h)</b>	<b>Lead time (días)</b>
<b>Leve</b>	<b>7,5</b>	<b>1</b>
<b>Medio</b>	<b>14,2</b>	<b>1,8</b>
<b>Grave</b>	<b>26,2</b>	<b>3,2</b>

Estos valores son inferiores a la media del sector gracias a la especialización por estaciones, la automatización del transporte y la integración con aseguradoras.

### 3. Tiempo de ciclo promedio

El tiempo de ciclo corresponde a la suma de los tiempos medios que un vehículo permanece en las estaciones que le corresponden según su tipo de siniestro. Utilizando la distribución prevista de siniestros (60 % leves, 30 % medios y 10 % graves) y los tiempos ponderados por estación, se obtiene:

$$\text{Tiempo de ciclo} = \sum \text{Tiempos por estación ponderados} \approx 11,35h$$

Este valor no representa la duración neta de un turno, ya que el modelo se basa en estaciones en paralelo, buffers intermedios y flujo continuo. Aun así, permite estimar con precisión la carga total del sistema.

### 4. Índice de ocupación por estación

El índice de ocupación permite evaluar si cada estación tiene la capacidad suficiente para absorber la carga diaria sin generar cuellos de botella. La tabla siguiente resume los resultados:

$$\text{Índice de ocupación} = \frac{\text{Carga diaria}}{\text{Capacidad de la estación}}$$

Tabla 11. Índice de ocupación por estación

<b>Capacidad operativa</b>	
<b>Índice de ocupación</b>	
<b>Estación</b>	<b>Índice de ocupación</b>
Recepción/diagnóstico	86%
Desmontaje	91%
Reparación estructural	69%
Reparación metálica	86%
Reparación de plásticos	86%
Reparación de interiores	86%
Lijado y preparación	92%
Pintura y secado	97%
Montaje y calibración	93%
Control de calidad	60%
Logística de salida	69%

Estos valores confirman que todas las estaciones estarán suficientemente dimensionadas, incluso con un 20% de margen de seguridad. Estas ocupaciones permiten afrontar un incremento progresivo del volumen sin necesidad de ampliaciones estructurales en la fase inicial.

#### **4.5 ALINEAMIENTO DEL MODELO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)**

El modelo de taller de reparación automatizado propuesto se alinea de forma directa con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos por Naciones Unidas. Su diseño responde a una estrategia de modernización industrial que incorpora criterios económicos, sociales y ambientales, contribuyendo a una transición hacia un sistema de reparación más eficiente, sostenible y adaptado a los retos regulatorios del sector asegurador. A continuación, se detalla su contribución a los ODS más relevantes:

- **ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico.** La automatización del taller no implica una reducción neta del empleo, sino una transformación en la cual los puestos operativos tradicionales son sustituidos por perfiles técnicos más cualificados. Se generan oportunidades laborales en mantenimiento de sistemas automatizados,

programación de robots, análisis de datos operativos y gestión digital de expedientes. Este cambio mejora las condiciones de seguridad laboral y permite una mayor estabilidad y remuneración en el empleo. A nivel sectorial, el aumento de la eficiencia operativa contribuye a reducir costes y mejorar la sostenibilidad económica de aseguradoras y talleres.

- **ODS 9: Industria, innovación e infraestructura.** El modelo plantea la modernización de un sector con históricamente poca innovación y baja digitalización mediante la integración de tecnologías avanzadas como inteligencia artificial, robótica colaborativa, IoT y sistemas ERP/MES. Esto permite establecer infraestructuras más eficientes y escalables. Además, se promueve la cooperación entre aseguradoras, proveedores tecnológicos, centros de reparación y proveedores de recambios, generando un ecosistema industrial interconectado que mejora la competitividad del sector.
- **ODS 12: Producción y consumo responsables.** El sistema permite una planificación más precisa del uso de materiales y recursos, reduciendo el desperdicio de pintura, energía y recambios mediante reparaciones orientadas por datos y menos intrusivas. La trazabilidad digital de cada reparación permite incorporar métricas ambientales y facilita el cumplimiento de los requisitos de sostenibilidad de las aseguradoras y de la normativa europea. También se favorece la reparación frente a la sustitución, reduciendo el desperdicio material.
- **ODS 13: Acción por el clima.** El modelo contribuye a la reducción de emisiones mediante:
  - Disminución del consumo energético por unidad reparada.
  - Uso racionalizado de productos contaminantes (pinturas, disolventes).
  - Eliminación de desplazamientos innecesarios gracias a la integración taller–aseguradora y la automatización del transporte interno.

Además, el sistema permite incorporar indicadores ambientales como la huella de carbono por reparación, facilitando el seguimiento y mejora de los impactos climáticos asociados a la actividad del taller.

En conjunto, este alineamiento mejora la propuesta de valor desde una perspectiva de responsabilidad corporativa, y también posiciona al modelo como una solución preparada para responder a las exigencias normativas, sociales y ambientales que marcarán el futuro del sector asegurador, la movilidad sostenible y la industria de servicios.

Este alineamiento permite al modelo responder a exigencias técnicas y económicas y a los requerimientos regulatorios y de sostenibilidad que están redefiniendo la industria aseguradora y la cadena de valor de la movilidad.



## Capítulo 5. EVALUACIÓN ESTRATÉGICA

### 5.1 ANÁLISIS DAFO APLICADO AL MODELO AUTOMATIZADO

El análisis DAFO se usa en este trabajo para identificar las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que afectan al modelo de taller automatizado propuesto. Es una herramienta ampliamente reconocida en gestión empresarial porque permite visualizar de forma clara los factores clave que afectan a organizaciones y facilita una toma de decisiones realista [3]. Su objetivo es orientar las decisiones estratégicas en base a las capacidades técnicas del sistema, su encaje en el mercado asegurador español y la viabilidad operativa en entornos reales.

*Tabla 12. Análisis DAFO aplicado al modelo automatizado*

<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevado CAPEX inicial.</li> <li>- Dependencia tecnológica y mantenimiento especializado.</li> <li>- Riesgos de ineficiencias ante siniestros no estándar.</li> <li>- Dependencia de muy pocos clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia del sector tradicional.</li> <li>- Ciberseguridad y privacidad de datos.</li> <li>- Cambios regulatorios en el acceso a “cajas negras” del vehículo.</li> <li>- Escalabilidad limitada a corto plazo.</li> </ul>
<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flujo continuo y estaciones especializadas (Lean manufacturing).</li> <li>- Eliminación de tiempos muertos mediante automatización del transporte interno.</li> <li>- Diagnóstico inteligente mediante sensores e IA.</li> <li>- Trazabilidad de las reparaciones.</li> <li>- Modelo B2B</li> <li>- Reducción significativa de costes operativos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitalización creciente del sector asegurador.</li> <li>- Demanda de eficiencia y ahorro de costes en el sector.</li> <li>- Explotación y monetización de datos técnicos y telemáticos.</li> <li>- Interés institucional en modelos sostenibles de reparación.</li> </ul>

## ***5.2 EVALUACIÓN DE FUERZAS COMPETITIVAS MEDIANTE EL ANÁLISIS DE PORTER***

El análisis de las cinco fuerzas de Porter se usa en este trabajo para evaluar la posición estratégica del taller automatizado dentro del sector de la reparación de vehículos siniestrados en colaboración con aseguradoras. Esta herramienta es útil en el sector empresarial, ya que ayuda a entender la rivalidad, la amenaza de servicios sustitutivas y el papel de las aseguradoras [4]. A continuación, se examinan una a una las fuerzas competitivas relevantes.

### **Rivalidad entre competidores**

La competencia en el sector de reparación de vehículos es elevada. Existen múltiples talleres concertados que compiten por acuerdos con aseguradoras, así como redes independientes con fuerte implantación local. En el caso del modelo automatizado, el riesgo competitivo no se centra en el precio, sino en la capacidad de ofrecer menores tiempos de reparación, mayor trazabilidad y una integración digital completa.

El modelo propuesto actúa como proveedor de servicios para aseguradoras, similar a operadores como MAWDY. Su objetivo es canalizar un volumen elevado de siniestros en una única instalación optimizada, lo que puede generar tensiones con la red tradicional de talleres. Estas fricciones se verán mitigadas si se mantiene la colaboración con otros talleres para reparaciones urgentes o fuera del área de influencia directa. La rivalidad podría aumentar si otras aseguradoras replican el modelo internamente o externalizan con proveedores similares.

### **Poder de negociación de los proveedores**

Los proveedores del modelo se dividen en dos grandes grupos:

- Fabricantes de tecnología avanzada (AGVs, IA, sistemas de visión, robots colaborativos), con un poder medio-alto, debido a la baja estandarización de sus soluciones y al número limitado de actores con capacidad técnica en este entorno.

- Proveedores de piezas, pintura y materiales, con un poder bajo, ya que el taller canalizará un volumen elevado y podrá negociar condiciones favorables, tanto en precios como en logística.

El modelo prevé una integración directa con los sistemas de los proveedores de recambios para activar pedidos automáticos en función del diagnóstico, eliminando la necesidad de stock local.

### **Amenaza de nuevos entrantes**

El modelo automatizado presenta barreras de entrada elevadas, especialmente por los requisitos tecnológicos, la inversión inicial y la necesidad de acuerdos estables con aseguradoras. Esto limita la aparición de nuevos proveedores, salvo que cuenten con respaldo financiero sólido y experiencia en procesos industriales.

Además, la necesidad de alcanzar un volumen mínimo de siniestros para lograr rentabilidad reduce el atractivo para nuevos entrantes, especialmente si no disponen de economías de escala.

### **Amenaza de productos o servicios sustitutivos**

El modelo propuesto compite directamente con los talleres tradicionales, que ya tienen acuerdos con aseguradoras, presencia territorial consolidada y capacidad para absorber parte del volumen de siniestros. Muchos están comenzando procesos de digitalización que pueden reducir su desventaja tecnológica a medio plazo.

También existen alternativas que evitan la reparación en taller, como el pago directo al cliente, la indemnización con vehículo de sustitución o la internalización de reparaciones por parte de flotas y fabricantes.

### **Poder de negociación de los clientes**

En el modelo propuesto, el taller actúa como proveedor externo de servicios para aseguradoras, en una relación B2B. Esto implica que el poder de negociación reside

principalmente en las aseguradoras, que definen los volúmenes de siniestros derivados, los niveles de servicio requeridos y las condiciones contractuales.

Al tratarse de un único cliente en la fase inicial, el poder de negociación es elevado. La aseguradora puede influir en aspectos como tarifas, plazos de reparación, trazabilidad operativa o indicadores de rendimiento. Aunque esta relación aporta estabilidad y volumen desde el inicio, también introduce una dependencia directa del proveedor respecto a su cliente principal.

*Tabla 13. Resumen fuerzas competitivas de Porter aplicado a modelo automatizado*

<b>Fuerza</b>	<b>Importancia</b>	<b>Justificación</b>
Rivalidad entre competidores	Media	Competencia con talleres concertados. Diferenciación tecnológica. Posible reacción de redes tradicionales.
Poder negociador de los proveedores	Medio	Alta dependencia de fabricantes tecnológicos. Bajo poder de proveedores de recambios por volumen.
Amenaza de nuevos entrantes	Baja	Altas barreras de entrada: inversión, acuerdos con aseguradoras, integración tecnológica.
Amenaza de sustitutos	Media	Competencia de talleres tradicionales y modelos alternativos. Mitigado por especialización y eficiencia.
Poder de negociación de los clientes (aseguradoras)	Alta	Cliente único en fase inicial. Alta capacidad de negociación. Necesidad de diversificación.

### **5.3 APLICACIÓN DEL BUSINESS MODEL CANVAS AL MODELO DE NEGOCIO**

Se usará el enfoque del Business Model Canvas para enfocar el modelo de negocio. Este modelo permite identificar y analizar los principales elementos estratégicos que definen la operativa y sostenibilidad económica del taller. Además, se presenta como una herramienta ampliamente reconocida para la representación sistemática de los elementos clave de un negocio [6]. A lo largo de los siguientes subapartados se desarrollan en detalle los nueve bloques clave.

### 5.3.1 SEGMENTOS DE CLIENTES

En el modelo propuesto, los “clientes” son las entidades aseguradoras que externalizan total o parcialmente la reparación de vehículos siniestrados. La segmentación de estos clientes es clave para definir el posicionamiento del taller, establecer acuerdos duraderos y adaptar los servicios a distintos modelos de negocio asegurador.

El taller no forma parte de ninguna aseguradora, sino que actúa como proveedor independiente de servicios, lo que le permite colaborar con diferentes entidades del mercado. Esta neutralidad facilita su escalabilidad y capacidad de adaptación.

A continuación, se describen los perfiles de clientes objetivo y las estrategias iniciales de captación:

#### **Clientes principales**

- **Aseguradora colaboradora principal:** Será el cliente ancla del modelo. Se establece un acuerdo estratégico para derivar un volumen fijo de siniestros, garantizando la viabilidad operativa desde el inicio. Este acuerdo permite dimensionar el taller con un mínimo asegurado de actividad y establecer procesos integrados.
- **Otras aseguradoras complementarias:** Una vez validado el modelo, se prevé incorporar otras compañías interesadas en derivar parte de sus reparaciones bajo condiciones similares. La oferta se adaptará a sus flujos y procesos internos, manteniendo una operativa estandarizada.
- **Flotas y operadores de renting (expansión futura):** Empresas de renting, leasing o movilidad compartida podrán externalizar reparaciones a este taller como alternativa a sus propias redes. Requieren trazabilidad, cumplimiento de plazos y fiabilidad técnica.
- **Clientes particulares (modelo B2B2C futuro):** A medio plazo, se valorará ofrecer servicios a particulares para aprovechar capacidad ociosa y aumentar la rentabilidad. El acceso se limitará a siniestros gestionados a través de aseguradora.

### **Estrategias de captación**

- Desarrollo de una oferta de valor clara para aseguradoras: centrada en ahorro, control y eficiencia.
- Negociación de acuerdos de exclusividad territorial o por volumen.
- Adaptación tecnológica al sistema de gestión del cliente: integración API, trazabilidad operativa, etc.
- Estrategia comercial dirigida a directivos técnicos y responsables de siniestros.
- Validación del modelo con el cliente ancla antes de escalar a nuevos acuerdos.

### **5.3.2 PROPUESTA DE VALOR**

La propuesta de valor del taller automatizado se basa en ofrecer a las aseguradoras una solución integral para la gestión de siniestros que permita reducir costes, mejorar los tiempos de resolución y aumentar la satisfacción del cliente final. Frente al modelo tradicional, que se apoya en una red extensa de talleres con diferentes niveles de eficiencia y trazabilidad, este taller opera como una planta centralizada, estructurada y digitalizada.

Esta propuesta se construye sobre tres pilares:

#### **1. Reducción de costes y mejora de eficiencia**

- Estandarización de procesos y tiempos, lo que elimina variabilidad y reduce tareas improductivas.
- Optimización de recursos mediante layout industrial y automatización parcial (AGVs, cobots, sistemas MES).
- Menor tasa de retrabajos y mayor precisión en el diagnóstico, lo que disminuye sobrecostes.
- Integración con proveedores para trabajar sin stock y reducir inmovilizado: se utilizará IA para predecir automáticamente las referencias necesarias a partir del diagnóstico visual y el parte pericial para agilizar el suministro.

## 2. Control total del proceso y trazabilidad

- Desde el momento en que el vehículo es diagnosticado, todo el expediente queda registrado y visible para la aseguradora.
- Cada operación se asocia a un operario, una estación, una hora y una acción concreta.
- Posibilidad de establecer indicadores personalizados (plazo medio, coste medio, huella ambiental por expediente, etc.).

## 3. Valor añadido estratégico para la aseguradora

- Visibilidad completa del ciclo del siniestro.
- Imagen de innovación ante sus asegurados y diferenciación frente a la competencia.
- Mejora de la experiencia y percepción del cliente final.
- Posibilidad de personalizar el servicio según la política de cada aseguradora (prioridad a ciertos clientes, requisitos específicos, informes personalizados...).

### 5.3.3 CANALES

Los canales definen cómo el taller automatizado se conecta con sus clientes —aseguradoras y, en fases posteriores, otros actores— tanto en el plano operativo como en la relación comercial. En este modelo B2B, los canales deben garantizar trazabilidad y mínima fricción en la comunicación.

#### Canales operativos

- **Integración digital con aseguradoras:** El canal principal será la conexión API entre el sistema del taller (MES/ERP) y el sistema de gestión de siniestros de la aseguradora. Esta integración permitirá:
  - Recepción automática de órdenes de reparación.
  - Seguimiento del estado del expediente en tiempo real.
  - Acceso a documentación, imágenes y presupuestos directamente desde la plataforma de la aseguradora.

- **Plataforma web propia del taller:** Panel de control accesible para gestores de siniestros con información en tiempo real. Permitirá revisar el estado de cada vehículo, informes técnicos, tiempos estimados y costes.
- **Canales de atención técnica y operativa:** Línea directa con los equipos de tramitación de la aseguradora, para resolución de incidencias o ajustes sobre vehículos concretos. Canales telefónicos y digitales estandarizados.

### **Canales comerciales**

- **Contactos institucionales y sectoriales:** Participación en ferias profesionales (como Motortec o Insurance World Challenges) y redes de innovación del sector asegurador para dar visibilidad al modelo.
- **Reuniones directas con responsables de siniestros:** Estrategia de captación basada en presentaciones operativas, demostración de tecnología y resultados en siniestros reales.
- **Canal corporativo digital (web y material técnico):** Página corporativa orientada a aseguradoras, con recursos técnicos, resultados demostrables y casos de éxito.

### **5.3.4 RELACIÓN CON LOS CLIENTES**

La relación con las aseguradoras, como clientes principales, se define mediante acuerdos contractuales B2B, centrados en la prestación eficiente y rentable de servicios de reparación. Este modelo exige una relación continua, basada en indicadores de cumplimiento y mecanismos de supervisión mutua.

#### **Fases de la relación**

1. **Formalización del acuerdo:** Contrato que regula las condiciones de la prestación del servicio.
2. **Comunicación diaria:** La comunicación entre el taller y los departamentos de siniestros de la aseguradora será continua y digital, apoyada en la plataforma integrada. El seguimiento se basará en KPIs compartidos.

3. **Revisión de cumplimiento y mejora continua:** Se establecerán reuniones periódicas con la aseguradora para revisar el desempeño del taller, ajustes técnicos o logísticos y nuevas oportunidades de mejora.
4. **Plan de diversificación:** A medio plazo, se plantea incorporar nuevas aseguradoras y colectivos, manteniendo una oferta estandarizada de servicios para facilitar la escalabilidad.

### **5.3.5 FUENTES DE INGRESO**

El modelo económico del taller automatizado se basa en una estructura de ingresos centrada en la prestación de servicios de reparación para aseguradoras bajo un esquema B2B. La facturación se realiza por expediente gestionado, según tarifas pactadas en el contrato marco, con posibles componentes variables según cumplimiento de objetivos.

#### **Ingresos principales**

1. **Facturación por reparación completada:** Este representará la principal fuente de ingreso para el taller. Se cobrará una cantidad fija asociado a cada vehículo reparado, con tarifas definidas por tipo de siniestro y alcance de la intervención. La facturación se emite tras la validación del expediente.
2. **Bonificaciones por cumplimiento de KPIs:** Incentivos económicos pactados por aseguradora si se alcanzan determinados indicadores (plazo medio, ahorro medio por reparación, tasa de retrabajos, satisfacción del asegurado).
3. **Servicios técnicos complementarios:** Tareas adicionales no cubiertas en el paquete base, como calibraciones electrónicas, informes técnicos, recuperación de piezas, etc.
4. **Monetización de datos operativos y técnicos:** El modelo genera un gran volumen de datos estructurados sobre tipologías de siniestros, piezas dañadas, duraciones, y costes de reparación. Se contempla la venta de informes anonimizados y análisis predictivos a aseguradoras, fabricantes o entidades del sector interesados en optimizar sus procesos, mejorar su tarificación o diseñar productos personalizados.

### **Ingresos futuros (fase de escalado)**

- Prestación de servicios a más aseguradoras bajo acuerdos similares.
- Reparaciones para flotas de renting o movilidad compartida.
- Modelo parcial B2B2C (clientes particulares derivados por aseguradora).
- Generación de informes técnicos avanzados bajo suscripción.

### **5.3.6 RECURSOS CLAVE**

El funcionamiento eficiente del taller automatizado requiere una combinación de recursos tecnológicos, humanos, operativos y relacionales. Todos ellos deben estar alineados con los principios de automatización, trazabilidad completa e integración con aseguradoras.

#### **Recursos tecnológicos**

- **Infraestructura industrial organizada por estaciones:** planta distribuida en 11 estaciones funcionales con diseño lineal y zonas buffer.
- **Sistemas de gestión (MES/ERP):** control de tareas, trazabilidad operativa, conexión con aseguradoras y proveedores.
- **Robótica colaborativa y automatización parcial:** AGVs, cobots adaptados, cabinas de pintura robotizadas, utillaje especializado.
- **Sistemas de visión 3D y diagnóstico digital:** cámaras, sensores e IA para valoración automática del daño en la recepción.
- **Plataforma de trazabilidad y comunicación digital:** interfaz para seguimiento de expedientes en tiempo real.

#### **Recursos humanos**

- Técnicos especialistas asignados en cada estación.
- Personal con formación en uso de tecnología (cobots, software, calibraciones).
- Equipo de gestión de datos, mantenimiento técnico y supervisión operativa.
- Perfiles transversales: analistas de datos, integradores, responsables de calidad.

## Recursos relacionales

- Acuerdos con aseguradoras para asegurar volumen y procesos integrados.
- Proveedores tecnológicos con capacidad de soporte y personalización.
- Integración operativa con proveedores de recambios.
- Colaboración con centros tecnológicos o entidades formativas para captación y actualización de personal técnico.

### 5.3.7 ACTIVIDADES CLAVE

Las actividades clave del taller automatizado son las operaciones técnicas, digitales y logísticas necesarias para garantizar la reparación de los vehículos siniestrados. Todas están orientadas a cumplir los estándares pactados con las aseguradoras:

- **Actividades operativas:** Funcionamiento diario (BAU) del taller de reparación, con las actividades correspondientes en cada estación.
- **Actividades digitales:** Gestión de los datos y comunicación con clientes y proveedores externos.
- **Actividades estratégicas:** Mantenimiento preventivo de maquinaria y sistemas, formación de los operarios para maximizar la eficiencia y calidad y adaptación a las innovaciones introducidas por fabricantes de vehículos.

### 5.3.8 SOCIOS CLAVE

El modelo de taller automatizado requiere una red de socios estratégicos que permitan garantizar su correcto funcionamiento. La colaboración efectiva con estos actores es clave.

#### Aseguradoras

- **Aseguradora principal colaboradora:** Cliente ancla. Derivación directa de siniestros, validación del modelo y colaboración operativa. Clave para garantizar volumen estable y justificar la inversión.
- **Otras aseguradoras secundarias (futuro):** Derivación parcial de siniestros, según disponibilidad y compatibilidad operativa.

### **Proveedores tecnológicos**

- **Fabricantes de AGVs y robots colaborativos:** Ej. Dürr (EcoProFleet), Sebotics (Junobots). Suministro, personalización e integración con el layout del taller.
- **Proveedores de sistemas MES/ERP, IA y visión artificial.**
- **Integradores de sistemas industriales:** Personalización y conexión entre hardware, software y sistemas externos (aseguradoras, proveedores).

### **Proveedores logísticos y de recambios**

- Proveedores de piezas con integración digital directa.
- Modelo sin stock, pedidos automáticos desde el diagnóstico.
- Acuerdos Just In Time con plazos de entrega mínimos.

### **Centros formativos y tecnológicos**

- Soporte para formación continua del personal técnico.
- Posibles colaboraciones en mejora de procesos o pruebas piloto.

## **5.3.9 ESTRUCTURA DE COSTES**

El modelo presenta una estructura de costes mixta, con un alto componente de inversión inicial (CAPEX) y costes operativos (OPEX) moderados orientados a personal cualificado, y funcionamiento diario.

### **Costes de inversión (CAPEX):**

- Infraestructura industrial.
- Maquinaria y equipamiento.
- Softwares de gestión.
- Formación técnica inicial y soporte de integración.

### **Costes operativos (OPEX):**

- Personal técnico y de gestión.

- Mantenimiento de equipos y software.
- Consumos: energía, pintura, materiales, EPIs.
- Servicios externos: logística, seguros, soporte técnico.
- Gastos generales: plataformas digitales, licencias, comunicaciones.

#### **Estrategias de control de gastos**

- Eliminación de stock.
- Mantenimiento preventivo y correctivo planificado.
- Monitorización de costes por expediente.



## Capítulo 6. ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA

### *6.1 ESTIMACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL Y RECURSOS NECESARIOS (CAPEX)*

La implantación del modelo automatizado requiere una inversión inicial significativa en infraestructura, maquinaria, tecnología, sistemas digitales y adecuación del espacio físico. Esta inversión (CAPEX) se analiza aquí para un taller piloto ubicado en Málaga, diseñado para procesar entre 20 y 25 vehículos por día, equivalente a unos 5.050 vehículos/año.

Todos los datos numéricos finales se resumen en la Tabla 14. En los apartados a continuación se dará el desarrollo de cómo se han obtenido dichas cifras de manera razonada y lógica. Los gastos se agrupan en 5 grandes cuentas para facilitar la comprensión y manejo.

#### **1. Infraestructura física y adecuación del local**

##### **Nave industrial:**

Como se calculó en el apartado 4.4.6 Capacidad operativa estimada y dimensionamiento inicial, se estima necesaria una nave industrial de 5.000m<sup>2</sup>. La ubicación también será importante ya que se pretende derivar vehículos de toda la provincia. Para ello se ha elegido como ubicación idónea la zona malagueña de Campanillas. Se trata de un área industrial, muy bien comunicado por carretera y donde actualmente se encuentran grandes centros logísticos como Famadesa o el Centro de Transporte de Mercancías.



*Ilustración 16. Ubicación de Campanillas con respecto a la provincia de Málaga*

Tras una investigación en portales de alquiler online de naves industriales se ha concluido que en la zona deseada hay disponibilidad de naves del tamaño deseado y los precios de alquiler mensuales rondan los 4,90€/m<sup>2</sup>.



*Ilustración 17. Ejemplo de nave industrial en alquiler actualmente en zona deseada*

### **Adecuación:**

Incluye todas las obras para adecuar la instalación eléctrica, instalar la iluminación industrial, climatización del local y todas las obras de instalación de la maquinaria. Se ha contrastado con propietarios de talleres. La estimación de tiempo requerido para efectuar las obras para un local de estas características son 3 meses.

## **2. Equipamiento técnico por estaciones**

Se agrupan los gastos de equipamiento para cada estación, teniendo en cuenta el dimensionamiento calculado en apartados anteriores. Las maquinarias seleccionadas serán

las mencionadas en el capítulo 4.4.2 *Estaciones de trabajo especializadas* y también se añadirán todos los útiles, de calidades profesionales, necesarios para realizar las tareas.

Los precios de referencia han sido obtenidos de diferentes fuentes: catálogos actuales en los casos en los que estaban disponibles, estimaciones tras búsquedas online y consultas con propietarios de talleres.

### **3. Transporte interno automatizado**

En este concepto se incluyen tanto los AGVs destinados al transporte de los vehículos como los usados para el transporte de las piezas más pequeñas y material desmontado que acompaña al coche. Se ha estimado que serán necesarios 15 AGVs EcoProFleet de Dürr Systems, 20 robots móviles Junobot de Sebotics, 5 manipuladores móviles de Robotnik y 3 transpaletas Kivnon K55 con sus respectivos puntos de carga.

También se tiene en cuenta la instalación del sistema de control y el desarrollo del software de rutas.

### **4. Sistemas digitales**

Aquí se incluyen todos los gastos asociados a los softwares de gestión general, licencias para operar con las diferentes maquinarias que se usarán y el desarrollo de los programas de IA, middleware y conectividad con aseguradoras.

### **5. Otros costes**

Se incluye en este concepto costes como la formación técnica inicial al personal, la decoración del edificio con rótulos, equipamiento de las oficinas y todos los gastos burocráticos para la legalización de la actividad.

Tabla 14. Desglose CAPEX para taller automatizado.

<b>CAPITAL EXPENDITURES (CapEx)</b>				
<b>Categoría</b>	<b>Coste por unidad (€)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Coste (€)</b>	<b>% del Coste total</b>
<b>Infraestructura física y adecuación del local</b>			<b>393.500</b>	<b>14%</b>
Alquiler/mes	24.500	3	73.500	3%
Adecuación eléctrica, iluminación y climatización			200.000	7%
Obras de compartimentación y seguridad			120.000	4%
<b>Equipamiento técnico por estaciones</b>			<b>1.143.000</b>	<b>39%</b>
<b>Recepción y diagnóstico digital (2)</b>	<b>20.000</b>	<b>2</b>	<b>40.000</b>	<b>1%</b>
<b>Desmontaje y análisis físico (7)</b>	<b>15.000</b>	<b>7</b>	<b>105.000</b>	<b>4%</b>
Elevador	5.000			0%
Herramientas	5.000			0%
Mobiliario	5.000			0%
<b>Reparaciones estructurales (2)</b>	<b>65.000</b>	<b>2</b>	<b>130.000</b>	<b>4%</b>
Bancada con medición laser	60.000			0%
Herramientas de apoyo	5.000			0%
<b>Reparación de piezas metálicas (6)</b>	<b>13.000</b>	<b>6</b>	<b>78.000</b>	<b>3%</b>
Estación completa para chapista	8.000			0%
Equipos de martillo y tracción	5.000			0%
<b>Reparación de plásticos (7)</b>	<b>6.000</b>	<b>7</b>	<b>42.000</b>	<b>1%</b>
Soldadura de plásticos profesional	3.000			0%
Impresora 3D	3.000			0%
<b>Reparación interiores (2)</b>	<b>3.000</b>	<b>2</b>	<b>6.000</b>	<b>0%</b>
<b>Lijado y preparación de carrocería (6)</b>	<b>9.000</b>	<b>6</b>	<b>54.000</b>	<b>2%</b>
Estaciones de lijado profesionales	2.000			0%
Brazo robótico de apoyo	5.000			0%
Útiles auxiliares	2.000			0%
<b>Pintura y secado (10)</b>	<b>61.000</b>	<b>10</b>	<b>610.000</b>	<b>21%</b>
Cabina de pintado	50.000			0%
Brazo robótico automatizado	10.000			0%
Pistolas de pintado	500			0%
Lamparas de secado	500			0%
<b>Montaje y calibración (5)</b>	<b>15.000</b>	<b>5</b>	<b>75.000</b>	<b>3%</b>
Elevador	5.000			0%
Calibración ADAS	5.000			0%
Herramientas	5.000			0%
<b>Control de calidad (2)</b>	<b>1.000</b>	<b>2</b>	<b>2.000</b>	<b>0%</b>
<b>Logística de salida (1)</b>	<b>1.000</b>	<b>1</b>	<b>1.000</b>	<b>0%</b>
<b>Sistemas automatizados de transporte y AGVs</b>			<b>1.150.000</b>	<b>39%</b>
EcoProFleet	50.000	15	750.000	26%
Junobot	8.000	20	160.000	5%
Robotnik	20.000	5	100.000	3%
Kivnon K55	20.000	3	60.000	2%
Sistemas de control y software			80.000	3%
<b>Sistemas digitales y licencias</b>			<b>150.000</b>	<b>5%</b>
ERP, CRM, IoT			60.000	2%
Desarrollo IA			60.000	2%
Licencias y desarrollos adicionales			30.000	1%
<b>Otros recursos y costes asociados</b>			<b>75.000</b>	<b>3%</b>
Formación personal			50.000	2%
Decoración			10.000	0%
Burocracia			15.000	1%
<b>COSTE TOTAL</b>			<b>2.911.500</b>	<b>100%</b>

Con todo esto, se justifica que una inversión de 2,9 millones de euros es realista y ajustada para lanzar un taller piloto completamente operativo, tecnificado y escalable en una zona como Málaga.

## **6.2 ESTRUCTURA DE COSTES FIJOS Y VARIABLES (OPEX)**

La sostenibilidad operativa del modelo automatizado requiere una planificación rigurosa de la estructura de costes. A continuación, se detallan los principales componentes del OPEX anual, clasificados en costes fijos y variables, con estimaciones realistas para un taller piloto que procese entre 20 y 25 vehículos por día, equivalente a unos 5.050 vehículos/año.

### **1. Costes fijos anuales**

Estos costes se mantienen estables con independencia del volumen de actividad, y cubren alquiler, personal, licencias y mantenimiento mínimo. El resumen numérico se encuentra en la Tabla 16 y en las siguientes líneas se desarrolla la justificación de los conceptos.

- **Alquiler:** como se ha detallado en el apartado anterior, se estima una mensualidad de 24.500€/mes dado el tamaño y ubicación prevista para la nave.
- **Salarios:**
  - **Operarios:** Según el dimensionamiento expuesto en el apartado 4.4.6, el taller contará con un total de 50 estaciones especializadas. Las estaciones de lijado y pintado estarán automatizadas mediante brazos robóticos, lo que permitirá prescindir del 50 % del personal necesario en dichas áreas. En las demás estaciones, se requerirá un operario por puesto. Teniendo en cuenta este grado de automatización, la plantilla total de operarios necesaria será de 42 empleados.
  - **Técnicos de mantenimiento:** Se estima necesaria la incorporación de 2 técnicos especializados en sistemas automatizados, encargados del mantenimiento preventivo y correctivo diario de los equipos. Su labor será garantizar el funcionamiento continuo y eficiente de los brazos robóticos y demás componentes del sistema automatizado.

- **Administrativos:** Se ha estimado la contratación de 5 empleados administrativos responsables de la gestión documental, coordinación con aseguradoras y atención al cliente en las recepciones de entrada y salida.
- **Encargados de taller:** Se contará con 5 jefes de taller encargados de coordinar a los operarios, supervisar el cumplimiento de los estándares de calidad y resolver incidencias en el día a día. También gestionarán la comunicación con administración y mantenimiento.

El coste medio anual de los salarios para la empresa por categoría profesional se resume en la Tabla 15:

*Tabla 15. Resumen salarios anuales por categoría profesional.*

<b>Categoría profesional</b>	<b>Coste anual para la empresa (€)</b>	<b>Nº de empleados</b>	<b>Coste anual categoría (€)</b>
Operario	28.000	42	1.176.000
Técnicos	50.000	2	100.000
Administrativo	31.000	5	155.000
Encargado	80.000	5	400.000
<b>COSTE TOTAL</b>			<b>1.831.000</b>

- **Seguro:** Los seguros es un concepto que no se debe omitir, y menos tratándose de unas instalaciones tan complejas y que además contendrán vehículos accidentados en su interior. Por ello, se deberá contratar seguros multirriesgo industrial completo, de responsabilidad civil, un ciberseguro y seguro de la propiedad. El coste anual de todos estos seguros se ha estimado en 30.000€ anuales.
- **Mantenimiento:** Para evitar el fallo de maquinarias y sus posibles consecuencias, se ha planificado un plan de mantenimiento preventivo cuyo coste anual para toda la maquinaria se estima en 30.000€ anuales.
- **Licencias de software:** La renovación de las licencias para operar con los softwares de gestión de la producción y de los equipos de diagnóstico usados en el taller se estima en 50.000€ anuales.
- **Suministros:** Los gastos fijos en electricidad, agua y telefonía se estiman en 100.000€.

*Tabla 16. Gastos fijos totales.*

<b>Operational Expenditures (OpEx)</b>	
<b>Gastos fijos anuales</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Estimación anual (€)</b>
Alquiler	294.000
Salarios	1.831.000
Seguros	30.000
Mantenimiento	30.000
Licencias	50.000
Suministros	100.000
<b>COSTES FIJOS TOTALES</b>	<b>2.335.000</b>

## 2. Costes variables por vehículo

Estos costes están directamente ligados al número de reparaciones realizadas. Primero, se presentan expresadas por vehículo y luego se proyectarán para los 5.050 vehículos anuales esperados. Es importante comentar que debido a que las estaciones tienen altos grados de utilización y que el proceso de reparación es en cadena, los gastos de salarios se han incluido como gastos fijos.

La distribución de los gastos se dividirá por tipo de siniestro (leve, medio y grave) ya que la principal diferencia es el gasto en recambios. Es de esperar que los costes variables sean más bajos que los fijos ya que las reparaciones son intensivas en trabajo. Además, se recuerda que la distribución de siniestros será de 60% leves, 30% medios y 10% graves.

En las tablas a continuación se resumen los costes variables estimados para cada tipo de siniestro y la estimación de los costes variables totales teniendo en cuenta la estimación de la distribución de los siniestros en 60%, 30% y 10%.

Tabla 17. Gastos variables por tipo de siniestro.

<b>Operational Expenditures (OpEx)</b>			
<b>Gastos variables por tipo de siniestro</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Siniestro leve (€)</b>	<b>Siniestro medio (€)</b>	<b>Siniestro grave (€)</b>
Materiales y consumibles	20	40	100
Recambios	150	350	800
Pintura	50	100	200
Gestión de residuos	5	10	20
<b>COSTES VARIABLES</b>	<b>225</b>	<b>500</b>	<b>1.120</b>

Tabla 18. Gastos variables anuales totalizados.

<b>Operational Expenditures (OpEx)</b>				
<b>Gastos variables anuales</b>				
<b>Categoría</b>	<b>Siniestro leve (€)</b>	<b>Siniestro medio (€)</b>	<b>Siniestro grave (€)</b>	<b>TOTAL ANUAL</b>
Coste por vehículo	225	500	1.120	1.845
Estimación vehículos anuales	3.030	1.515	505	5.050
<b>COSTE ANUAL</b>	<b>681.750</b>	<b>757.500</b>	<b>565.600</b>	<b>2.004.850</b>

### 3. OPEX total anual estimado

Tabla 19. Resumen gastos operacionales totales

<b>Operational Expenditures (OpEx)</b>	
<b>Gastos totales</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Total anual estimado (€)</b>
Gastos fijos	2.335.000
Gastos variables	2.004.850
<b>GASTOS ANUALES TOTALES</b>	<b>4.339.850</b>

El resumen de la Tabla 19, muestra que el coste medio de reparación total (gastos fijos + gastos variables / total vehículos reparados)  $\approx$  860 € por vehículo, un 30% por debajo del coste medio actual del sector (1.200–1.300 €), gracias al modelo automatizado.

#### 4. Costes operativos por tipo de siniestro

Por último, para calcular la rentabilidad por segmento, se han imputado los costes fijos en función del tiempo medio que cada tipo de siniestro consume en el flujo operativo. Para ello se seguirán los siguientes pasos:

**Obtener los tiempos medios por siniestro:** esta información se desarrolla en el apartado 4.4.7 y se resume a continuación:

*Tabla 20. Tiempos medios por reparación*

<b>Costes operativos por siniestro</b>		
<b>Tiempo medio por siniestro</b>		
<b>Siniestro</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Tiempo (días)</b>
<b>Leve</b>	<b>7,5</b>	<b>1,0</b>
<b>Medio</b>	<b>14,2</b>	<b>1,8</b>
<b>Grave</b>	<b>26,2</b>	<b>3,2</b>

**Cálculo del coste fijo por hora:** El taller presenta unos costes fijos anuales estimados en 2.335.000€ y una producción anual prevista de 5.050 vehículos, con un tiempo medio ponderado de reparación por vehículo de 11,35 horas.

$$\text{Horas anuales totales} = 5.050 \times 11,35 = 57.318 \frac{h}{\text{año}}$$

$$\text{Coste fijo por hora} = \frac{2.335.000\text{€}}{57.317h} = 40,74 \frac{\text{€}}{h}$$

**Asignación del coste fijo por tipo de siniestro:** Multiplicando el tiempo medio requerido por cada tipo de siniestro por el coste fijo horario, se obtiene:

*Tabla 21. Coste fijo por tipo de siniestro*

<b>Costes operativos por siniestro</b>		
<b>Coste fijo por tipo de siniestro</b>		
<b>Siniestro</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Coste fijo (€)</b>
<b>Leve</b>	<b>7,5</b>	<b>303,5</b>
<b>Medio</b>	<b>14,2</b>	<b>578,5</b>
<b>Grave</b>	<b>26,2</b>	<b>1.067,3</b>

Asignación del coste fijo y variable por tipo de siniestro: Por último, teniendo los costes fijos y los variables (calculado anteriormente en este apartado) por tipo de siniestro se pueden obtener los coches totales detallados por cada tipo de siniestro.

*Tabla 22. Costes totales por tipo de siniestro*

<b>Costes operativos por siniestro</b>			
<b>Costes totales por tipo de siniestro</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Siniestro leve (€)</b>	<b>Siniestro medio (€)</b>	<b>Siniestro grave (€)</b>
<b>Costes fijos</b>	<b>303</b>	<b>578</b>	<b>1.067</b>
<b>Costes variables</b>	<b>225</b>	<b>500</b>	<b>1.120</b>
<b>COSTES TOTALES</b>	<b>528</b>	<b>1.078</b>	<b>2.187</b>

### **6.3 MODELIZACIÓN FINANCIERA**

A continuación, se desarrollará la modelización financiera de la fase inicial del proyecto (5 primeros años) con el objetivo de evaluar objetivamente la viabilidad económica del modelo de negocio. Para ello se ha construido un escenario base siguiendo unas estimaciones operativas sólidas, prudentes y contrastadas con expertos del sector. Este escenario será además la base para los escenarios de sensibilidad que se desarrollan en el apartado 6.4.

El modelo parte de la premisa de que el volumen de actividad se mantiene prácticamente constante durante los cinco primeros ejercicios, con una capacidad anual de 5.050 vehículos, y que el taller opera bajo una relación B2B exclusiva con al menos una aseguradora colaboradora. El análisis se ha elaborado en términos reales, sin aplicar inflación, y bajo una estructura fiscal basada en el tipo general del Impuesto de Sociedades vigente en España (25 %).

#### **6.3.1 PROYECCIÓN DE INGRESOS**

Como se ha desarrollado en el Business Model Canvas, la principal fuente de ingresos será por la prestación de servicios de reparación, facturados por expediente cerrado. Se han definido tres tarifas diferenciadas en función de la gravedad del siniestro, con márgenes sostenibles respecto al coste medio sectorial. Además, se estimarán unos ingresos residuales

provenientes de las bonificaciones por cumplimiento de KPIs, por servicios complementarios y de monetización de datos (esta fuente de ingresos se espera que aumente y cobre mayor importancia conforme aumente la base de datos de información).

En la Tabla 23 se resume la proyección de ingresos brutos derivados de la reparación de siniestros. Se pretende mantener las tarifas constantes al menos durante los primeros 5 años para mantener y fidelizar a las aseguradoras. Las tarifas están basadas en:

1. Las tarifas actuales del sector, aunque no son públicas, tras entrevistas con expertos se ha obtenido una estimación. Las tarifas propuestas son entre un 25% y un 50% más competitivas.
2. Cubrir al menos los gastos operativos por cada tipo de siniestro con mínimo un 10% de margen.

*Tabla 23. Proyección de ingresos directos de reparaciones*

<b>Proyección de ingresos</b>			
<b>Reparación directa de siniestros</b>			
<b>Tipo de siniestro</b>	<b>Nº anual estimado</b>	<b>Tarifa media (€)</b>	<b>Ingresos anuales (€)</b>
<b>Leve</b>	<b>3.030</b>	<b>680</b>	<b>2.060.400</b>
<b>Medio</b>	<b>1.515</b>	<b>1.400</b>	<b>2.121.000</b>
<b>Grave</b>	<b>505</b>	<b>2.400</b>	<b>1.212.000</b>
<b>TOTAL INGRESOS SINIESTROS</b>			<b>5.393.400</b>

Esto da una tarifa media por vehículo que ronda los 1.068€.

En la siguiente Tabla 24 se resumen todos los ingresos brutos previstos para los 5 años (la monetización de datos es 0 hasta el tercer año debido a que aún no habrá datos suficientes). Los aumentos directos de las reparaciones están basados en un crecimiento muy leve del 2% anual en la cantidad de coches reparados y los servicios adicionales crecerán conforme haya recursos disponibles:

Tabla 24. Proyección de ingresos brutos totales

<b>Proyección de ingresos</b>					
<b>Ingresos brutos totales</b>					
Categoría	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Reparaciones de siniestros	5.393.400	5.501.268	5.611.293	5.723.519	5.837.990
Bonificaciones cumplimiento (3%)	161.802	165.038	168.339	171.706	175.140
Servicios adicionales	50.000	60.000	100.000	110.000	200.000
Monetización datos	-	-	100.000	150.000	150.000
<b>INGRESOS TOTALES</b>	<b>5.555.202</b>	<b>5.666.306</b>	<b>5.779.632</b>	<b>5.895.225</b>	<b>6.013.129</b>

### 6.3.2 COSTES OPERATIVOS

En el apartado 6.2 ya se desglosa la estructura de costes operativos en detalle mientras que en la Tabla 25 de este apartado se desarrolla la proyección para los primeros 5 años. Los costes variables se espera que aumenten ligeramente de la mano del aumento de vehículos anuales. Por el contrario, se espera que los costes fijos se mantengan constantes, esto deriva de que: gracias a la experiencia que se vaya acumulando, sea posible prescindir de algunos operarios gracias a la mejor implementación de los robots automatizados, esta reducción en costes compensará los aumentos que puedan sufrir conceptos como los suministros o los seguros.

Tabla 25. Proyección de gastos totales

<b>Proyección de gastos</b>					
<b>Gastos totales</b>					
Categoría	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costes fijos	2.335.000	2.335.000	2.335.000	2.335.000	2.335.000
Costes variables	2.004.850	2.044.947	2.085.846	2.127.563	2.170.114
<b>COSTES TOTALES</b>	<b>4.339.850</b>	<b>4.379.947</b>	<b>4.420.846</b>	<b>4.462.563</b>	<b>4.505.114</b>

### 6.3.3 AMORTIZACIÓN

La inversión inicial requerida para la puesta en marcha del modelo asciende a 2.900.000 €, desarrollado en el apartado 6.1. Se ha estimado una amortización lineal a 10 años (lo normal en el sector), equivalente a 290.000 € anuales, y se asume que la financiación será íntegramente con recursos propios.

### 6.3.4 PROYECCIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA A 5 AÑOS

Se presenta a continuación la evolución proyectada de las principales magnitudes financieras del taller durante los cinco primeros ejercicios. El caso presentado en esta apartado es el escenario base que servirá para el estudio de sensibilidad. El Free Cash Flow se calcula como Beneficio neto + Amortización.

*Tabla 26. Proyección económico-financiera base*

<b>Proyección de económico-financiera</b>					
<b>Ingresos y gastos totales</b>					
<b>Categoría</b>	<b>Año 1 (€)</b>	<b>Año 2 (€)</b>	<b>Año 3 (€)</b>	<b>Año 4 (€)</b>	<b>Año 5 (€)</b>
Ingresos totales	5.555.202	5.666.306	5.779.632	5.895.225	6.013.129
Costes variables	2.004.850	2.044.947	2.085.846	2.127.563	2.170.114
Costes fijos	2.335.000	2.335.000	2.335.000	2.335.000	2.335.000
<b>EBITDA</b>	<b>1.215.352</b>	<b>1.286.359</b>	<b>1.358.786</b>	<b>1.432.662</b>	<b>1.508.015</b>
Amortización	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000
<b>EBIT</b>	<b>925.352</b>	<b>996.359</b>	<b>1.068.786</b>	<b>1.142.662</b>	<b>1.218.015</b>
Impuesto de Sociedades (25%)	231.338	249.090	267.197	285.665	304.504
<b>Beneficio neto</b>	<b>694.014</b>	<b>747.269</b>	<b>801.590</b>	<b>856.996</b>	<b>913.511</b>
Free Cash Flow	984.014	1.037.269	1.091.590	1.146.996	1.203.511
Acumulador FCF	984.014	2.021.283	3.112.873	4.259.869	5.463.381

De la proyección se pueden extraer varios apuntes:

- Se genera un margen operativo neto de 12,5% sobre ventas.
- El modelo alcanza resultados netos estables y positivos desde el primer año completo, con márgenes robustos gracias a la eficiencia operativa.
- El flujo de caja disponible supera el millón de euros anuales, lo que permite recuperar la inversión inicial antes de finalizar el tercer ejercicio completo.
- A partir del cuarto año, el modelo genera un excedente acumulado capaz de financiar una expansión territorial o reinversión tecnológica sin necesidad de endeudamiento externo.
- El mantenimiento de un volumen constante en los primeros cinco años refleja una estrategia prudente de consolidación y optimización operativa, dejando margen para un crecimiento escalonado a partir del año 6.

### 6.3.5 RETURN ON INVESTMENT (ROI)

El Retorno sobre la Inversión (Return on Investment, ROI) es uno de los indicadores clave para evaluar la rentabilidad de un proyecto intensivo en capital como el propuesto. Su cálculo permite estimar la eficiencia financiera con la que la inversión inicial genera beneficios netos a lo largo del tiempo, siendo una métrica de referencia en la toma de decisiones estratégicas por parte de inversores y socios financieros.

En este modelo, el ROI se ha calculado sobre un horizonte de cinco años, considerando la inversión inicial (CAPEX) estimada en 2.900.000 €, y la generación acumulada de beneficios netos durante dicho período, de acuerdo con el escenario base presentado en la Tabla 26.

La fórmula utilizada para su cálculo ha sido:

$$ROI_{5a} = \frac{\text{Beneficio neto acumulado 5 años}}{\text{Inversión inicial}} \cdot 100\%$$

Sustituyendo los valores del modelo:

$$ROI_{5a} = \frac{(694.014 + 747.269 + 801.590 + 856.996 + 913.511)€}{2.911.500€} \cdot 100\% = 137,85\%$$

Este resultado indica que el modelo genera, en cinco años, un retorno superior al 100 % de la inversión inicial, situándose en niveles muy competitivos para proyectos industriales de alta inversión inicial.

Además, si se analiza el ROI anual promedio, útil para evaluar el retorno efectivo año a año de forma estandarizada, se obtiene:

$$ROI_{anual} = \left( \frac{\text{Beneficio neto acumulado 5 años} + \text{Inversión inicial}}{\text{Inversión inicial}} \right)^{\frac{1}{5}} - 1$$

$$ROI_{anual} = \left( \frac{4.013.380€ + 2.911.500€}{2.911.500€} \right)^{\frac{1}{5}} - 1 = 18,92\%$$

Este ROI anual ajustado indica que el modelo ofrece una rentabilidad media constante del 18,92% sobre el capital invertido durante el periodo de análisis, manteniéndose por encima del coste medio ponderado de capital (WACC) estimado para el sector y ofreciendo una tasa sostenible y atractiva para inversores institucionales o industriales con visión a medio plazo.

### 6.3.6 PAYBACK

El periodo de recuperación o Payback es un indicador clásico en la evaluación de proyectos de inversión, que permite estimar en cuántos años se recupera el desembolso inicial a partir de los flujos de caja generados por la actividad. Se trata de un criterio ampliamente utilizado en análisis de viabilidad, especialmente en proyectos industriales con un fuerte componente de inversión inicial (CAPEX), como es el caso del presente modelo de taller automatizado.

Para el cálculo del Payback se ha tenido en cuenta la inversión inicial (CAPEX) de 2.9M€ y se ha usado el FCF, ya que tiene en cuenta la amortización contable que no implica una salida real de caja.

*Tabla 27. Desarrollo Payback*

<b>PAYBACK</b>				
<b>Periodo de recuperación de la inversión</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Año 0 (€)</b>	<b>Año 1 (€)</b>	<b>Año 2 (€)</b>	<b>Año 3 (€)</b>
<b>Inversión</b>	- 2.911.500	-	-	-
<b>FCF</b>	-	984.014	1.037.269	1.091.590
<b>Beneficio operativo acumulado</b>	- 2.911.500	- 1.927.486	- 890.217	201.373

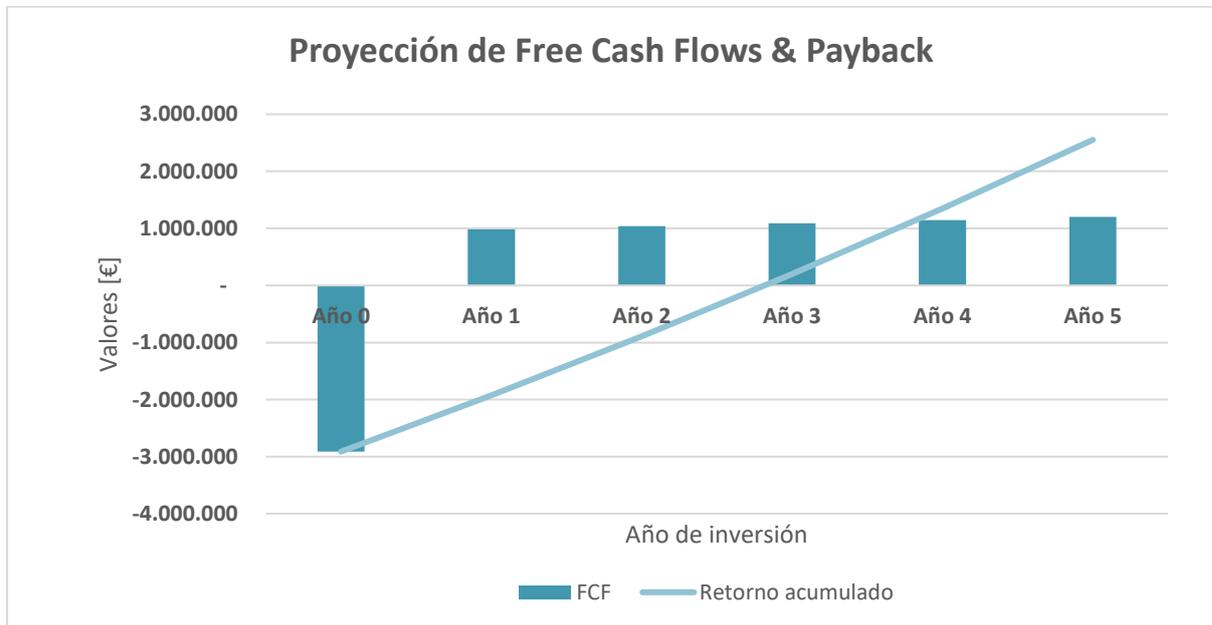


Ilustración 18. Proyección de FCF, retorno de inversión acumulado y periodo de Payback

### 6.3.7 PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio o break-even es el volumen de ingresos (o de producción) necesario para cubrir la totalidad de los costes operativos del proyecto, sin generar ni pérdidas ni beneficios. Es un umbral clave para evaluar la robustez del modelo ante fluctuaciones en la actividad o en las condiciones del mercado.

En este caso, el punto de equilibrio se ha calculado como el nivel mínimo de ingresos necesarios para cubrir los costes variables, los costes fijos anuales, sin considerar la amortización ni el impuesto de sociedades, ya que se busca un análisis puramente operativo.

#### 1. Cálculo del margen de contribución medio:

El margen de contribución por euro facturado se define como la diferencia entre 1 € de ingreso y el coste variable correspondiente. A partir del primer año:

- Ingresos totales: 5.555.202€
- Costes variables: 2.004.850€

*Margen de contribución absoluto = Ingresos tot. – Costes var. = 3.550.352€*

$$\text{Margen de contribución \%} = \frac{\text{Margen de cont. abs.}}{\text{Ingresos tot.}} = \frac{3.550.352\text{€}}{5.555.202\text{€}} = 63,9\%$$

## 2. Cálculo del punto de equilibrio en ingresos:

Para cubrir los costes fijos del primer año (2.335.000€), se necesita generar ingresos suficientes para alcanzar esa cifra a través del margen de contribución:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{2.335.000\text{€}}{63,9\%} = 3.654.147\text{€}$$

Con estos resultados, se concluye que el modelo alcanza el punto de equilibrio cuando la facturación anual supera los 3,65M€, lo cual representa aproximadamente un 65 % del volumen total de ingresos previstos en el primer año. Estos ingresos se alcanzarían con tan solo 3.400 vehículos anuales (Ingresos totales/Tarifa media por vehículo), operando muy por debajo de la capacidad nominal.

Este umbral relativamente bajo proporciona un amplio colchón operativo, permitiendo absorber caídas de volumen sin entrar en pérdidas, y reforzando la resiliencia del modelo ante escenarios adversos.

### **6.4 SIMULACIÓN DE ESCENARIOS: OPTIMISTA, CONSERVADOR Y ADVERSO**

Con el fin de evaluar la robustez financiera del modelo propuesto ante posibles desviaciones en las hipótesis iniciales, se han simulado tres escenarios diferenciados: optimista, conservador (base) y adverso. Estos escenarios permiten analizar la sensibilidad del resultado a variaciones razonables en los tres factores clave de la explotación:

- **Nivel de ingresos:** variación de tarifas o volumen.
- **Costes variables unitarios:** sensibilidad a precios de materiales, recambios o energía (factores externos).

- **Costes fijos estructurales:** posibles ajustes de plantilla, alquiler o mantenimiento (factores internos).

En entornos con alta densidad de estaciones automatizadas, robots colaborativos y servidores para IA o ERP, el coste energético se convierte en una variable relevante. Un incremento sostenido del precio del kWh podría afectar directamente la rentabilidad, especialmente en escenarios con baja rotación de vehículos. Por este motivo, se ha introducido esta variable como parte de la simulación de escenarios conservador y adverso.

#### 6.4.1 HIPÓTESIS DE ESCENARIOS

*Tabla 28. Hipótesis de escenarios financieros*

<b>Escenarios financieros</b>			
<b>Hipótesis</b>			
<b>Escenario</b>	<b>Ingresos totales</b>	<b>Costes variables</b>	<b>Costes fijos</b>
<b>Optimista</b>	<b>+10%</b>	<b>-5%</b>	<b>-5%</b>
<b>Conservador</b>	<b>BASE</b>		
<b>Adverso</b>	<b>-10%</b>	<b>+5%</b>	<b>+5%</b>

Estos ajustes reflejan realidades operativas plausibles en el contexto sectorial: desde una mayor eficiencia y capacidad negociadora (optimista) hasta presiones inflacionarias o desajustes operativos (adverso).

#### 6.4.2 RESULTADO POR ESCENARIO – AÑO 1

A continuación, se muestra la tabla resumen de los resultados tras aplicar las hipótesis planteadas para cada escenario. El escenario base es el usado en el año 1 en la Tabla 26.

Tabla 29. Resumen escenarios financieros

<b>Escenarios financieros</b>			
<b>Resultado escenarios</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Optimista (€)</b>	<b>Base (€)</b>	<b>Adverso (€)</b>
Ingresos totales	6.110.722	5.555.202	4.999.682
Costes variables	1.904.608	2.004.850	2.105.093
Costes fijos	2.218.250	2.335.000	2.451.750
<b>EBITDA</b>	<b>1.987.865</b>	<b>1.215.352</b>	<b>442.839</b>
Amortización	290.000	290.000	290.000
<b>EBIT</b>	<b>1.697.865</b>	<b>925.352</b>	<b>152.839</b>
Impuesto de Sociedades (25%)	424.466	231.338	38.210
<b>Beneficio neto</b>	<b>1.273.399</b>	<b>694.014</b>	<b>114.629</b>
<b>Free Cash Flow</b>	<b>1.563.399</b>	<b>984.014</b>	<b>404.629</b>

- **Escenario optimista:** el taller genera un beneficio neto un 83% superior al del escenario base y un FCF cercano a 1,6M€. Esto permitiría recuperar la inversión en menos de 2 años, favoreciendo una expansión rápida o reparto de dividendos.
- **Escenario base:** refleja el funcionamiento del modelo bajo condiciones normales y realistas. Se obtiene un flujo de caja superior a 980.000€ anuales y un payback inferior a 3 años.
- **Escenario adverso:** incluso con ingresos un 10% inferiores y costes más elevados, el modelo mantiene en beneficio positivo (114.629€) y genera flujo de caja operativo suficiente para sostener su actividad. No obstante, el payback se retrasa a más de 6 años, lo que obliga a extremar el control financiero.

## 6.5. INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPIs)

El éxito operativo y financiero del modelo de taller automatizado requiere un sistema de seguimiento continuo basado en indicadores clave de desempeño (Key Performance Indicators, KPIs) que permitan evaluar la eficiencia, la rentabilidad y la calidad del servicio ofrecido. Estos indicadores deben ser medibles, comparables en el tiempo y relevantes tanto para la dirección del taller como para sus principales clientes (aseguradoras) [44].

A continuación, se presenta una propuesta preliminar de cuadro de mando con KPIs seleccionados, clasificados en cinco dimensiones estratégicas: productividad operativa, eficiencia financiera, calidad del servicio, integración digital y sostenibilidad.

## Productividad operativa

Tabla 30. Cuadro de mandos Productividad operativa

KPI	Objetivo inicial	Periodicidad
Takt time real	≤ 96 minutos	Diaria
Lead time medio por vehículo	≤ 2 días de media	Diaria
Tasa de ocupación por estación	85% - 95%	Diaria
Número de vehículos terminado al día	≥ 23 vehículos/día	Semanal

## Eficiencia financiera

Tabla 31. Cuadro de mandos Eficiencia financiera

KPI	Objetivo inicial	Periodicidad
Coste medio por reparación	≤ 860€	Mensual
EBITDA sobre ingresos	≥ 20%	Anual
Pronóstico de payback	< 3 años	Semestral
Margen por vehículo	≥ 10%	Mensual

## Calidad del servicio

Tabla 32. Cuadro de mandos Calidad del servicio

KPI	Objetivo inicial	Periodicidad
Retrabajos por cada 100 vehículos	< 2	Mensual
Nivel de satisfacción cliente final	≥ 8,5/10	Trimestral
Entregas dentro de plazo previsto	≥ 95%	Trimestral
Nivel de satisfacción aseguradora	≥ 8,5/10	Trimestral

## Integración digital y trazabilidad

Tabla 33. Cuadro de mandos Integración digital y trazabilidad

KPI	Objetivo inicial	Periodicidad
Expedientes con trazabilidad completa	100%	Semestral
Interoperabilidad con aseguradora	≥ 90%	Trimestral
Tasa de automatización del diagnóstico	≥ 65%	Trimestral

## Sostenibilidad y eficiencia energética

Tabla 34. Cuadro de mandos Sostenibilidad y eficiencia energética

KPI	Objetivo inicial	Periodicidad
% de piezas reparadas vs. Sustituidas	≥ 70%	Anual

## Capítulo 7. VALIDACIÓN, RIESGOS E IMPLEMENTACIÓN

### 7.1 VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS MEDIANTE ENTREVISTAS

Con el fin de validar las hipótesis técnicas y operativas del modelo de taller automatizado, se realizaron entrevistas cualitativas con siete profesionales del sector:

- 1 directivo de MAPFRE,
- 2 peritos con más de diez años de experiencia.
- 2 propietarios de talleres tradicionales en Málaga.
- 3 agentes de seguros con contacto directo con clientes durante la tramitación de siniestros.

Estas entrevistas se centraron en evaluar la viabilidad técnica, la aceptación operativa y las barreras reales de adopción del modelo planteado. El feedback recogido se utilizó para ajustar aspectos funcionales del flujo de trabajo, el diseño modular del taller y la propuesta de valor al cliente asegurador.

#### **Aseguradora (perfil directivo)**

Desde la perspectiva aseguradora, el modelo fue valorado como una solución alineada con los retos actuales del ramo de autos: control de costes, reducción del ciclo de reparación y trazabilidad del expediente. El directivo consultado valoró positivamente la posibilidad de automatizar estimaciones de coste y tiempos, así como de monitorizar el proceso en tiempo real mediante indicadores integrados. No obstante, insistió en que cualquier modelo externo debe conectarse con los sistemas ya existentes en la compañía: “Si el sistema no se conecta con lo que ya usamos, no es viable”.

Además, durante la entrevista se le preguntó el motivo por el cual MAPFRE no desarrolla un modelo de negocio similar, ya que cuentan con el conocimiento gracias a CESVIMAP. Lo cierto es que la aseguradora intentó desarrollar un taller propio con tecnologías avanzadas

hace muchos años, pero se paralizó (a pesar de ser rentable) por problemas políticos internos. Tras la reunión, se determina oportuno incluir el riesgo en el plan de mitigación de riesgos.

### **Peritos**

Los peritos mostraron cierto escepticismo respecto al uso generalizado de inteligencia artificial en la valoración de daños, pero reconocieron que ya existen herramientas tecnológicas que facilitan la peritación, como el reconocimiento automático de daños a partir de fotografías o la estimación asistida mediante bases de datos normalizadas (ej. GT Estimate o Audatex Visual Intelligence). Consideran que estas herramientas son útiles para siniestros sencillos o repetitivos, pero insistieron en que su presencia sigue siendo imprescindible en casos de mayor complejidad, especialmente cuando hay daños estructurales o discrepancias entre versiones.

También señalaron que el modelo automatizado, al generar una trazabilidad completa del expediente y registrar digitalmente cada intervención, contribuirá de forma directa a reducir intentos de fraude por sobredimensionamiento de daños o sustituciones no autorizadas. Uno de ellos apuntó: “con este nivel de control, será más difícil que el cliente intente colar una pieza que no toca cambiar”.

### **Talleres tradicionales**

Los responsables de talleres tradicionales aportaron una validación operativa clave del modelo. Aunque mostraron reservas iniciales por la inversión necesaria y el posible desplazamiento de volumen hacia centros automatizados, confirmaron que la lógica productiva basada en estaciones especializadas tiene sentido desde el punto de vista técnico y organizativo.

Destacaron que, en la práctica diaria, uno de los principales problemas de eficiencia es la polivalencia forzada de los operarios, que deben dominar múltiples técnicas para completar una reparación completa. En cambio, el modelo propuesto permite que cada técnico se especialice en una única tarea repetitiva y controlada, lo que mejora la calidad del trabajo y disminuye la curva de aprendizaje.

## Agentes de seguros

Los agentes consultados pusieron el foco en el impacto que el modelo puede tener sobre la experiencia del cliente asegurado. Coincidieron en que gran parte de las reclamaciones actuales derivan de la falta de información durante la reparación, más que del resultado técnico final. Consideraron especialmente valioso que el asegurado pueda consultar en tiempo real el estado de su expediente, recibir notificaciones automáticas y conocer la fecha estimada de finalización.

Además, insistieron en que el proceso debería comenzar con una asignación automatizada de cita en el taller en cuanto se notifica el siniestro, sin necesidad de llamadas ni gestiones intermedias. Según explicaron, una de las mayores fuentes de fricción actual es el retraso o la confusión en la coordinación de citas, que suele implicar al cliente, al mediador y al taller de forma redundante.

Un agente fue claro: “Si el cliente puede elegir la cita desde el móvil en el momento del parte, nos evitamos el 90 % de las llamadas”.

## 7.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

La puesta en marcha del modelo de taller automatizado conlleva riesgos técnicos, operativos y organizativos que deben ser evaluados y gestionados preventivamente. En la siguiente tabla se identifican los principales riesgos asociados, su probabilidad e impacto en una escala del 1 (muy bajo) al 5 (muy alto), y se describe la estrategia de mitigación propuesta en cada caso.

*Tabla 35. Riesgos y estrategias de mitigación del modelo automatizado*

Riesgo	Descripción	Prob	Impac	Estrategia de mitigación
<b>Desalineación con plataformas de aseguradoras</b>	Incompatibilidad con sistemas como GT Motive o Audatex, lo que dificultaría la integración operativa.	3	5	Garantizar desde el diseño la interoperabilidad con plataformas sectoriales mediante estándares abiertos y conectores personalizados.
<b>Fallo en la automatización del diagnóstico</b>	Diagnósticos incorrectos en siniestros no estandarizados.	3	3	Limitar el uso de IA a siniestros simples, asegurando revisión humana y trazabilidad documental en casos límite.

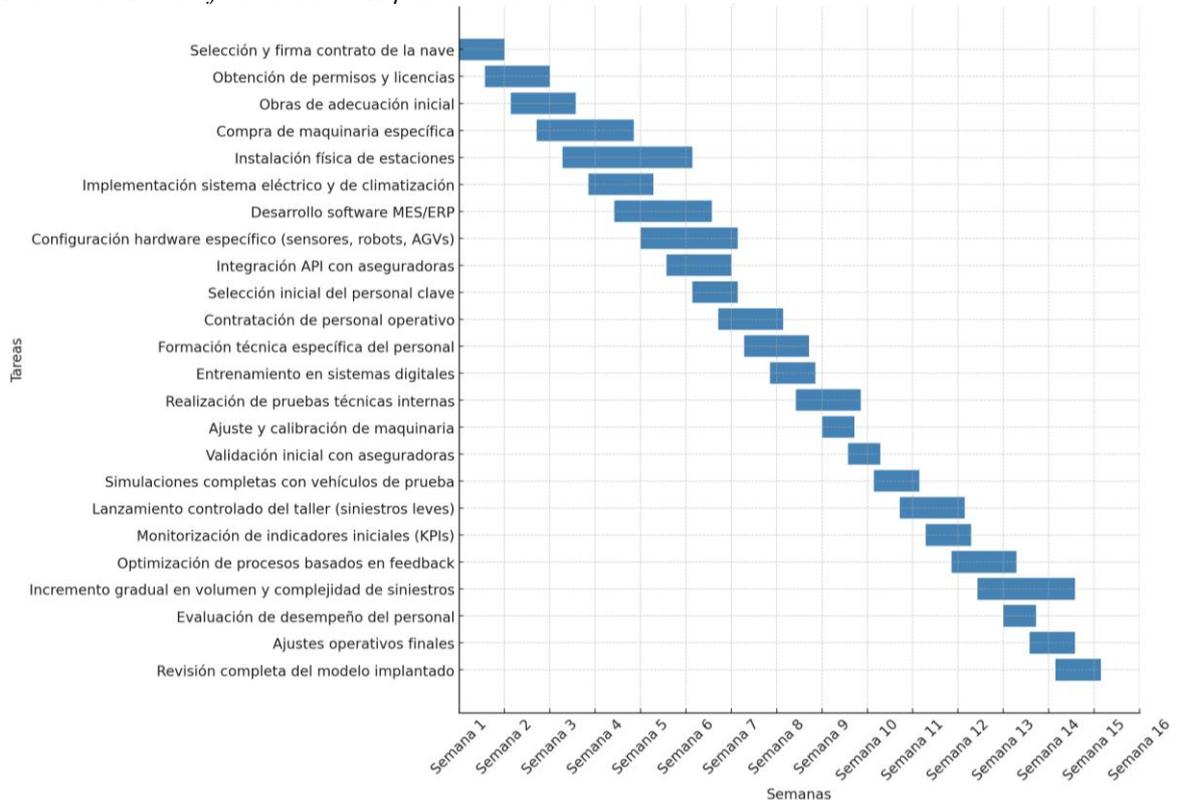
<b>Resistencia al cambio por parte del personal técnico</b>	Dificultad para adaptarse a nuevas rutinas especializadas y herramientas digitales.	4	3	Aplicar formación específica por estación, con seguimiento individual e incentivos alineados con la productividad.
<b>Desajustes en la secuencia operativa</b>	Cuellos de botella o descoordinación entre estaciones.	3	5	Simular flujos completos, incorporar buffers estratégicos y habilitar ajustes dinámicos ante desviaciones.
<b>Fallo en sensores o captura de datos</b>	Lecturas erróneas por fallo o desajuste de sensores.	3	5	Calibrar y verificar sensores en puntos críticos, con redundancia funcional y revisión manual ante fallos.
<b>Errores en la interfaz operario-sistema</b>	Problemas de usabilidad o ambigüedad en las instrucciones digitales.	3	3	Diseñar interfaces simples, probadas con operarios reales y apoyadas en protocolos visuales estandarizados.
<b>Fallo en la gestión de recambios</b>	Stock insuficiente o errores en la asignación de piezas.	3	5	Automatizar el inventario con alertas y controles cruzados para evitar errores en la asignación de piezas.
<b>Problemas de mantenimiento preventivo/correctivo</b>	Paradas inesperadas por averías o falta de mantenimiento.	2	5	Implementar mantenimiento predictivo y estaciones de respaldo en tareas clave para minimizar tiempos muertos.
<b>Ciberseguridad y acceso no autorizado</b>	Riesgos de ataques externos o manipulación de datos del sistema.	2	5	Proteger el sistema con encriptación, autenticación robusta, backups automáticos y auditorías periódicas.
<b>Sobreestimación de la demanda</b>	Volumen de siniestros menor al proyectado.	3	5	Establecer acuerdos de volumen mínimo con aseguradoras y adaptar la operativa mediante diseño modular.
<b>Fallo en trazabilidad o control de calidad</b>	Errores en el seguimiento del expediente del vehículo.	3	5	Duplicar registros críticos y validar digitalmente cada fase del proceso, con protocolos manuales de respaldo.
<b>Falta de percepción de valor por parte del cliente asegurado</b>	El usuario no percibe mejoras respecto a un taller convencional.	3	3	Comunicar de forma clara los beneficios operativos y ofrecer herramientas digitales de autogestión.
<b>Bloqueo político interno en aseguradoras</b>	Reticencias dentro de las aseguradoras por conflictos internos o resistencia de mandos intermedios.	3	5	Involucrar desde el inicio a los departamentos clave y demostrar alineación con objetivos estratégicos mediante pilotos medibles.

<b>Retrasos en pedidos de recambios</b>	Un grave pain point es que haya retrasos estructurales en la recepción de recambios.	4	5	Acuerdos con varios proveedores e implementar IA para determinar proveedor más rápido para cada pedido. También se optará por buscar acuerdos directamente con los fabricantes.
<b>Fallo en los AGVs u otros sistemas automatizados</b>	Interrupciones en el flujo interno por fallos en los vehículos de transporte autónomo, sensores o redes IoT.	2	5	Incorporar redundancia operativa, mantenimiento predictivo y planes de contingencia manual para tareas críticas.
<b>Restricciones en el acceso a datos del vehículo</b>	Limitaciones regulatorias o contractuales para acceder a datos de la caja negra necesarios para diagnóstico automático.	4	2	Incluir cláusulas de acceso en convenios con aseguradoras y explorar soluciones legales o APIs homologadas por fabricantes.
<b>Rechazo por parte de talleres tradicionales</b>	Baja aceptación o resistencia de talleres colaborativos ante el nuevo modelo automatizado por miedo a pérdida de control o independencia	2	2	Diseñar programas de integración progresiva, formación específica y fórmulas de participación conjunta (joint ventures o franquicias).
<b>Dependencia de grandes aseguradoras</b>	Concentración del volumen de trabajo en pocas aseguradoras durante las primeras fases, elevando el riesgo estratégico del modelo.	5	2	Diversificar clientes desde el inicio, firmar acuerdos con varias compañías y crear servicios complementarios directos al cliente.

El análisis y cuantificación de estos riesgos permite establecer prioridades y diseñar una implantación sólida basada en prevención, flexibilidad operativa y mecanismos de ajuste progresivo. La monitorización continua permitirá adaptar las medidas a medida que avance el despliegue real.

### 7.3 IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO: PRIMEROS 100 DÍAS

Ilustración 19. Gráfico de Gantt: Implementación del modelo



Este apartado tiene como objetivo demostrar que el modelo de taller automatizado propuesto es teóricamente sólido, y operativamente viable. La planificación detallada de los primeros 100 días permite anticipar tareas clave, validar el diseño en condiciones reales y demostrar la posibilidad de llevarlo a cabo. Se parte del trabajo previo de búsqueda de espacio físico y adecuación de este con la compra e instalación de maquinaria en estado muy avanzado.

#### Fase 1. Puesta en marcha técnica y operativa (Día 0 a Día 30)

- Finalización de la instalación física de estaciones, sensores y sistemas de control.
- Integración de software ERP, trazabilidad y conectores con plataformas de aseguradoras.
- Validación técnica mediante simulaciones completas con vehículos de prueba.
- Formación específica del personal, segmentada por estación y función.
- Activación en entorno pre-operativo sin intervención de clientes reales.

## **Fase 2. Inicio operacional en entorno real controlado (Día 31 a Día 70)**

- Apertura progresiva a trabajos reales, limitada inicialmente a siniestros leves.
- Aprendizaje y gestión de la logística de entrada y salida de coches.
- Seguimiento diario de KPIs: tiempos por tarea, errores por estación, eficiencia del flujo.
- Ajuste de procesos según resultados reales y retroalimentación del personal.
- Inicio de generación de informes técnicos por expediente para auditoría interna.

## **Fase 3. Escalado operativo y normalización (Día 71 a Día 100)**

- Ampliación del volumen de siniestros gestionados.
- Inclusión controlada de siniestros de mayor complejidad.
- Validación de la operativa estándar en condiciones reales.
- Comparativa entre tiempos estimados y datos reales por proceso.
- Análisis completo de la trazabilidad y calidad del servicio prestado.
- Cierre de fase con revisión de desviaciones, propuestas de ajuste y plan de consolidación.

### **7.4 ESTRATEGIAS DE ESCALABILIDAD**

Una vez validado el modelo automatizado se puede escalar fácilmente gracias a su diseño modular. Esta escalabilidad se puede realizar en dos direcciones:

- **Escalabilidad territorial:** la replicación del modelo en otros entornos urbanos es viable siempre que se cumplan dos condiciones básicas: volumen mínimo de siniestros y acuerdos operativos con aseguradoras para derivación de expedientes. La infraestructura, los flujos y la formación pueden adaptarse con rapidez mediante una plantilla base ajustada a cada nueva localización.
- **Escalabilidad funcional:** la integración de nuevas estaciones o servicios (por ejemplo, peritación presencial, personalización estética o reparación exprés) puede incorporarse sin rediseñar el sistema completo. La segmentación por tareas y el uso

de herramientas digitales permiten introducir o eliminar funcionalidades sin alterar la trazabilidad ni los estándares de calidad.

La escalabilidad está soportada tanto por el diseño físico como por la estructura lógica del sistema, lo que permite reducir el riesgo en la expansión y garantizar tiempos de activación controlados en cada nueva implantación. Además, una escalabilidad en el mismo territorio para admitir mayor volumen de vehículos maximizaría el retorno de la inversión.

## Capítulo 8. CONCLUSIONES

### *8.1 CONTRIBUCIONES GENERALES DEL TRABAJO*

Este trabajo se ha desarrollado con el objetivo de analizar en profundidad el estado actual del sector asegurador de automóviles en España y, a partir de ese análisis, diseñar y validar un modelo de negocio orientado a la automatización del proceso de reparación de vehículos siniestrados. La propuesta combina un enfoque estratégico, técnico y operativo, con base en datos reales del sector y un planteamiento orientado a la implantación práctica.

En la primera parte del documento se ha llevado a cabo un estudio detallado del sector asegurador del automóvil en España, basados en datos y estudios de los diferentes observatorios del sector. Se han analizado su evolución reciente, las principales tendencias de digitalización, automatización y control de costes, y la posición de los principales operadores del mercado. Asimismo, se ha descrito en profundidad el proceso actual de gestión de siniestros, identificando los distintos actores involucrados (aseguradora, taller, cliente y perito), así como las ineficiencias más relevantes del modelo tradicional: falta de trazabilidad, tiempos de reparación elevados, baja capacidad de control técnico y escasa integración digital entre partes.

Sobre esta base, se ha formulado una propuesta concreta de modelo de taller de reparación automatizado, sustentada bajo la estructura del Business Model Canvas y validada mediante herramientas de análisis estratégico (DAFO, Porter). El diseño contempla una operativa basada en estaciones de trabajo especializadas orientados al trabajo en serie, trazabilidad completa del expediente, diagnóstico técnico apoyado en inteligencia artificial y coordinación continua con aseguradoras mediante integración digital. Se ha estudiado la alineación del modelo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y se ha llevado a cabo una comparativa con modelos internacionales similares, identificando buenas prácticas y diferencias clave respecto al contexto nacional.

La propuesta ha sido evaluada desde el punto de vista técnico y económico, incluyendo una estimación de inversión (CAPEX), estructura de costes (OPEX), modelización financiera,

cálculo del punto de equilibrio y simulación de escenarios de ingresos a cinco años. También se ha definido un cuadro de mando preliminar con indicadores clave de rendimiento (KPIs), orientado a la gestión operativa y al seguimiento de objetivos.

Para reforzar la validez del modelo, se ha realizado un proceso de contraste con profesionales del sector, incluyendo directivos de aseguradoras, peritos, responsables de talleres tradicionales y agentes de seguros. Las entrevistas permitieron identificar riesgos críticos y oportunidades de mejora, que han sido incorporados al diseño final del sistema.

Finalmente, se ha desarrollado una hoja de ruta operativa para la activación del modelo durante los primeros 100 días, así como una estrategia de mitigación de riesgos técnicos, operativos y organizativos. Se ha definido también un esquema básico de escalabilidad, tanto territorial como funcional, con el objetivo de facilitar la replicación del modelo en otros entornos urbanos o segmentos del mercado.

El conjunto del trabajo demuestra que es posible diseñar un nuevo modelo de negocio innovador que revolucione tanto el sector asegurador de autos como los talleres tradicionales de reparación de vehículos.

## **8.2 SUGERENCIAS A LEGISLADORES**

El desarrollo de modelos automatizados en la posventa asegurada requiere un entorno normativo adaptado a la innovación, sin comprometer la trazabilidad ni la seguridad jurídica. A continuación, se proponen medidas legislativas orientadas a facilitar su implantación.

- **Certificado digital obligatorio por reparación.** Establecer la obligatoriedad de emitir un certificado digital normalizado tras cada intervención, vinculado al número de bastidor del vehículo y con trazabilidad completa del proceso. Este documento actuaría como justificante oficial ante aseguradoras, clientes y organismos de control técnico, recogiendo información clave sobre la reparación, las piezas sustituidas y las pruebas realizadas. De este modo, se refuerza la responsabilidad técnica del taller reparador y se genera un incentivo directo a la calidad de la intervención. En países

como Estados Unidos existen sistemas similares para registrar reparaciones estructurales importantes, lo que permite advertir a futuros propietarios sobre posibles riesgos asociados al historial del vehículo.

- **Reforma del modelo de peritación tradicional.** Adaptar el marco pericial para permitir valoraciones automáticas en siniestros simples, integradas con el sistema de reparación. La intervención presencial del perito quedaría restringida a siniestros complejos, sin que se pierda capacidad de supervisión ni trazabilidad.
- **Incentivos a la modernización tecnológica.** Introducir líneas de ayuda, deducciones fiscales u otros mecanismos de apoyo a la implantación de modelos que mejoren la eficiencia, reduzcan el fraude o aumenten la trazabilidad en la reparación asegurada. Los criterios deben basarse en impacto operativo medible.
- **Apoyo público a la inversión inicial.** Facilitar el acceso a subvenciones, fondos europeos e incentivos fiscales para impulsar la implantación de talleres automatizados, especialmente en pymes. La inversión en tecnología y trazabilidad debe ser apoyada como parte de la modernización del sector.
- **Creación de un Registro Nacional de Reparaciones.** Vinculado al certificado digital, se propone establecer una base de datos pública con trazabilidad de todas las intervenciones realizadas sobre vehículos asegurados, accesible por administraciones, peritos y aseguradoras. Este registro facilitaría el control antifraude, la responsabilidad ante malas prácticas y la generación de estadísticas sectoriales.
- **Regulación del acceso a los datos del vehículo.** Definir un marco legal que permita a los talleres acceder a los datos de accidente registrados en los vehículos (cajas negras). Es clave para habilitar el diagnóstico automatizado avanzado.

### **8.3 CONTRIBUCIONES AL SECTOR ASEGURADOR Y AUTOMOVILÍSTICO**

El modelo de taller automatizado propuesto en este trabajo aporta una serie de contribuciones específicas y diferenciadoras tanto al sector asegurador como al sector de la reparación de vehículos, dos ámbitos tradicionalmente interrelacionados, pero con escaso grado de innovación y de integración tecnológica y operativa.

### En el sector asegurador:

- Reducción directa de costes operativos por siniestro
- Mejora de la eficiencia en la tramitación de siniestros
- Aumento de la trazabilidad y control del proceso
- Mejora de la experiencia del cliente asegurado
- Generación de datos estructurados para análisis actuarial y antifraude

### En el sector automovilístico y de reparación:

- Modernización del proceso de reparación
- Incremento de la productividad y reducción del tiempo medio de reparación
- Profesionalización del perfil técnico y creación de nuevos roles
- Mejora en la gestión de materiales y sostenibilidad
- Potencial para estandarización sectorial

## 8.4 LÍNEAS FUTURAS DE DESARROLLO

Además de su aplicación inmediata, el modelo propuesto abre la puerta a desarrollos de mayor alcance. A continuación, se enumeran posibles líneas futuras que podrían transformar el rol del taller, del asegurador y del proceso de reparación como hoy se entiende, algunas son más inmediatas que otras, pero the sky is the limit si se asientan las bases de este modelo de negocio.

- **Autoperitación autónoma en origen.** Desarrollo de apps móviles o dispositivos embebidos en el vehículo que generen un pre-diagnóstico completo tras una colisión, utilizando sensores del coche y visión artificial, con envío automático del expediente al taller sin intervención humana y de esta manera generar la hoja de ruta incluso antes de recibir el coche para reducir aún más los tiempos de reparación.
- **Centros de reparación en cada gran ciudad europea.** Implantar una red de talleres automatizados en las principales ciudades. Sería especialmente eficaz en Europa,

donde los altos costes de mano de obra hacen rentable automatizar tareas. Podría operar como franquicia técnica o infraestructura compartida entre aseguradoras.

- **Reparación predictiva con impacto en la prima del seguro.** Integrar los datos operativos del taller con el historial del conductor para ajustar dinámicamente la prima. Las aseguradoras bonificarían la conducción responsable, y la rapidez en intervenir ante anomalías. El taller dejaría de ser un punto de reparación y pasaría a ser un indicador de riesgo actuarial.
- **Generación de valor a partir del dato.** El modelo captura datos estructurados del proceso de reparación. Su explotación permite optimizar primas, detectar fraude, ajustar operaciones y mejorar decisiones técnicas. El taller se convierte en fuente de información útil para aseguradoras, fabricantes y gestores de flotas.
- **Reparaciones mecánicas, centrado en vehículos industriales.** El modelo es aplicable a reparaciones mecánicas recurrentes, especialmente en vehículos industriales donde el tiempo de inactividad tiene alto impacto económico. La automatización por estaciones permite reducir tiempos de intervención y planificar tareas críticas sin dependencia de un único técnico.



## Capítulo 9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Kotler, H. Kartajaya y I. Setiawan, *Marketing 4.0: Moving from Traditional to Digital*, 2017.
- [2] J. Harrington, *Business Process Improvement*, McGraw-Hill, 1991.
- [3] T. Hill y R. Westbrook, «SWOT analysis: It's time for a product recall,» *Long Range Planning*, vol. 30, nº 1, pp. 46-52, 1997.
- [4] M. E. Porter, «Las cinco fuerzas competitivas,» *Harvard Business Review*, pp. 1-15, 2008.
- [5] K. T. Ulrich y S. D. Eppinger, *Diseño y desarrollo de productos*, Mc Graw Hill, 2004.
- [6] A. Osterwalder y Y. Pigneur, *Business Model Generation*, 2010.
- [7] T. Al-arbi, *CAPEX and OPEX expenditures*, 2020.
- [8] E. Ries, *The Lean Startup*, Crown Business, 2011.
- [9] UNESPA, «Memoria Social del Seguro 2023,» Madrid, 2023.
- [10] DGSFP, «Ley 50/1980, de 8 de octubre, de Contrato de Seguro,» Madrid, 1980.
- [11] «Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones,» [En línea]. Available: <https://dgsfp.mineco.gob.es/es/Paginas/Iniciocarrousel.aspx>. [Último acceso: 21 07 2025].
- [12] «Consortio Compensación de Seguros,» [En línea]. Available: <https://www.conorseguros.es/>. [Último acceso: 21 07 2025].
- [13] MAPFRE Economics, «El mercado español de seguros en 2022,» *Economía y seguros MAPFRE*, 2023.
- [14] MAPFRE Economics, «El mercado español de seguros en 2023,» *Fundación MAPFRE*, Madrid, 2024.
- [15] MAPFRE Economics, «El mercado español de seguros en 2021,» *Fundación MAPFRE*, Madrid, 2022.
- [16] D. Manzano, «Balance del seguro español en 2023 y perspectivas 2024,» *funcas*, julio 2024.
- [17] C. d. I. Posventa, «Mapfre aumenta sus pérdidas en el ramo de 'autos',» *Autopos*, 04 03 2024.
- [18] H. Gutiérrez, «Las aseguradoras superan el golpe de la pandemia al ingresar casi 65.000 millones en 2022, un 4,65% más,» *El País*, 18 enero 2023.
- [19] «Cambio de tendencia: factores detrás de la reducción de siniestros leves en Autos en 2024,» *Inese*, 11 marzo 2025.

- [20] A. Navarrina, «Seguros de vehículos: tendencias tecnológicas para 2024,» *Blog de Bdeo*, 28 diciembre 2023.
- [21] R. AEFI, «LA AEFI presenta junto a UNESPA el informe de la digitalización del sector asegurador,» *Asociación español Fintech e Insurtech*, 23 marzo 2023.
- [22] «Ranking de las 10 mejores compañías de seguros de coche por ventas,» [En línea]. Available: <https://www.activaseguro.com/seguros/coche/ranking-de-las-10-mejores-aseguradoras-de-coche-por-ventas.html#:~:text=,Top%20%3A%20Pelayo>.
- [23] Solera, «El 72 por ciento de los consumidores prefiere gestionar los siniestros y reparaciones del vehículo a través de IA,» *Solera*, 5 marzo 2022.
- [24] A. P., «ICEA presenta las aseguradoras líderes de cada ramo en 2022,» *Pymeseguros*, 16 febrero 2023.
- [25] ICEA, «Ranking de total automóviles pro grupos y entidades 2022,» [En línea]. Available: <https://segurosnews.com/wp-content/uploads/2022/07/Ranking-seguro-de-Autos-por-grupos-primer-semester-de-2022.pdf#:~:text=2%20GRUPO%20MUTUA%20MADRILE%20C3%91A,3%20ALLIANZ>.
- [26] A. Bonilla, «Mutua Madrileña pierde la ‘pole’: Mapfre recupera la primera posición en seguros de coches,» *ok diario*, 7 marzo 2025.
- [27] «Estas son las aseguradoras que más crecen en Autos en la primera mitad de 2022,» *inese*, 24 agosto 2022.
- [28] Accigest, «Sistema CICOS en daños a vehículos por accidentes de tráfico,» [En línea]. Available: <https://accigest.com/sistema-cicos-en-danos-a-vehiculos-por-accidentes-de-trafico/#:~:text=m%20C3%A1xima%20del%20Seguro%20Obligatorio%29>. [Último acceso: 21 julio 2025].
- [29] DGSFP, «CONVENIO ENTRE ENTIDADES ASEGURADORAS DE AUTOMÓVILES PARA LA INDEMNIZACIÓN DIRECTA DE DAÑOS MATERIALES A VEHÍCULOS Y SU SISTEMA DE COMPENSACION ELECTRÓNICA CICOS,» [En línea]. Available: <https://dgsfp.mineco.gob.es/es/Regulacion/DocumentosRegulacion/CONVENIO%20DE%20INDEMNIZACION%20DIRECTA.pdf#:~:text=Con%20motivo%20de%20la%20entrada,de%20Indemnizacion%20Directa%20de%20da%C3%B1os>. [Último acceso: 21 julio 2025].
- [30] Autoelecar, «Todo lo que necesitas saber sobre la reparación de chapa y pintura,» [En línea]. Available: <https://autoelecar.com/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-la-reparacion-de-chapa-y-pintura/#:~:text=4,adherencia%20adecuada%20de%20la%20pintura>. [Último acceso: 21 julio 2025].

- [31] Ganvan, «El taller de chapa y pintura solo ha subido un 4% el precio de su mano de obra en los últimos tres años,» 10 julio 2024. [En línea]. Available: <https://ganvam.es/el-taller-de-chapa-y-pintura-solo-ha-subido-un-4-el-precio-de-su-mano-de-obra-en-los-ultimos-tres-anos/#:~:text=Entrando%20en%20detalle%2C%20los%20talleres,frente%20a%20las%20redes%20oficiales>. [Último acceso: 21 julio 2025].
- [32] Infotaller, «La relación talleres-aseguradoras es un modelo obsoleto. Hasta que no se entienda, es imposible salir de donde estamos,» *Infotaller*, 25 marzo 2025.
- [33] Redacción, «El coste medio de reparación alcanza los 660 euros,» *Posventa.info*, 22 febrero 2024.
- [34] R. Infotaller, «El coste de las reparaciones volvió a repuntar hasta los 657 euros en 2023, un 6,3% más,» *Infotaller*, 22 febrero 2024.
- [35] t. gp, «Los costes de reparación aumentan a más de 700 euros en 2025,» *taller gp*, 11 abril 2025.
- [36] A. -. S. Group, «Informe del Mercado de Reparaciones 2023,» 2023.
- [37] «El precio medio de la hora de taller sube hasta los 45 euros en 2023,» *La Tribuna de Automoción*, 28 noviembre 2023.
- [38] Faconauto, «Panorama del taller postventa en España,» de *Congreso Nacional de Talleres 2023*, 2023.
- [39] G. Motive, «Estudio de tiempos medios de reparación y coste medio por siniestro en España 2022,» 2022.
- [40] CONEPA, «Costes estructurales de los talleres de reparación en España 2023,» 2023.
- [41] «Kinetic Automation,» [En línea]. Available: <https://www.kinetic.auto/>.
- [42] «Dürr,» [En línea]. Available: <https://www.durr.com/es>.
- [43] DGT, «Datos municipales – información general 2024,» [En línea]. Available: <https://www.dgt.es/menusecundario/dgt-en-cifras/dgt-en-cifras-resultados/dgt-en-cifras-detalle/Datos-municipales-informacion-general-2024/>. [Último acceso: 21 julio 2025].
- [44] D. Norton y R. S. Kaplan, *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action.*, Harvard Business Review Press, 1996.



## **ANEXO I: PLANO TALLER**

En la página a continuación se muestra la distribución en planta del taller con sus estaciones repartidas de manera lineal para que los vehículos sigan un camino recto y unidireccional durante el proceso de reparación.

