



**UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE MÉRIDA**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

**Gestión de un proyecto DevOps: migración a la nube y nuevas  
funcionalidades. Caso práctico de un proyecto real.**

**Elia Pacioni**

Mérida, Febrero, 2024





**UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE MÉRIDA**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

**Gestión de un proyecto DevOps: migración a la nube y nuevas  
funcionalidades. Caso práctico de un proyecto real.**

Autor: **Elia Pacioni**

Fdo:

Director: **Prof. Francisco Chávez De La O**

Fdo:

Codirector: **Prof. Francisco Fernández De Vega**

Fdo:



## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a mis directores, el profesor Francisco Cha´vez De La O y el profesor Francisco Fern´andez De Vega, por supervisarme y apoyarme en el desarrollo de este trabajo y de mi carrera universitaria. Tambie´n quiero agradecer a todos los miembros del grupo de investigaci3n GEA por ayudarme siempre y por los momentos que compartimos juntos, dentro y fuera de la universidad.

Un agradecimiento especial a mi familia, siempre presente en mi vida. Gracias por creer en m´i siempre y por todo lo que hace´is por m´i.

Quiero agradecer a Rossella, gracias porque si he alcanzado metas acad´emicas y profesionales tan importantes es principalmente gracias a ti.

Gracias a todos mis amigos, algunos cerca y otros m´as lejos, pero cada vez que nos reencontramos es como si hubie´ramos estado juntos todos los d´ias. Gracias por todos los momentos que hemos compartido.

Gracias a Fede por compartir otro logro conmigo, por alegrarte y sufrir conmigo cada vez.

A todos vosotros, con todo mi coraz3n, muchas gracias.





# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
1.1	Sharpmony	2
1.2	Armonía SATB	2
1.3	Objetivos	3
1.4	Impacto esperado de los resultados	3
<b>2</b>	<b>Innovación propuesta</b>	<b>5</b>
2.1	OMR	5
2.2	Desarrollo multiplataforma	10
2.2.1	Backend	10
2.2.2	Frontend	15
2.3	Infraestructura cloud	17
<b>3</b>	<b>Planificación</b>	<b>19</b>
3.1	Acta de constitución del proyecto	19
3.2	Identificar a los interesados	22
3.2.1	Descripción de los interesados	23
3.2.2	Clasificación de los interesados	24
3.2.3	Matriz de poder de los interesados	25
3.2.4	Planificar la involucración de los interesados	26
3.2.5	Gestión de las comunicaciones	27
3.3	Plan de Gestión del Alcance	30
3.3.1	Recopilar los requisitos	30
3.3.2	Definir el alcance	32
3.4	Estructura del Desglose del Trabajo (EDT)	33
3.5	Definir las actividades	35

3.5.1	Secuenciar las actividades y cronograma	42
3.6	Planificar la gestión de los riesgos	44
3.6.1	Identificación y Categorización de Riesgos	44
3.6.2	Ana´lisis cualitativo de riesgos	47
3.6.3	Ana´lisis cuantitativo de riesgos	50
3.6.4	Planificar la respuesta a los riesgos	51
3.7	Desarrollar el cronograma	53
3.7.1	Estimar la duración de las actividades	54
3.7.2	Cronograma	57
3.8	Planificar la gestión de la calidad	57
<b>4</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>61</b>
4.1	Planificar la gestión de recursos	61
4.2	Estimación costes de difusión	68
4.3	Planificar la gestión de las adquisiciones	68
4.4	Determinar el presupuesto	69
<b>5</b>	<b>Explotación de resultados</b>	<b>71</b>
5.1	Valorización de los resultados	71
5.2	Protección de los resultados	72
<b>6</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>75</b>
	<b>Referencias</b>	<b>77</b>

## Índice de Figuras

1.1	Ejemplo de partitura de armonización SATB	3
2.1	Búsquedas sobre OMR en Google. Fuente: Google Trends.	9
2.2	Países con mayor interés por el OMR según Google. Fuente: Google Trends.	9
2.3	Lenguajes de programación más utilizados. Fuente: Github.	11
2.4	Lenguajes de programación más utilizados. Fuente: RedMonk.	12
2.5	Framework backend más utilizados. Fuente: Github.	14
2.6	Framework móviles más utilizados. Fuente: Statista.	16
2.7	Uso en la nube frente a uso local. Fuente: Statista.	17
2.8	Infraestructuras de nube más utilizadas. Fuente: Medium Website.	18
3.1	Matriz de poder de los interesados.	26
3.2	Diagrama EDT	34
3.3	Diagrama de GANTT	59
4.1	Diagrama de los recursos humanos.	62

## Índice de Tablas

3.1	Acta de constitución del proyecto.	22
3.2	Partes interesadas en el proyecto clasificadas por nivel de intere´s y poder.	28
3.3	Definición de las actividades del proyecto.	42
3.4	Cronograma de las actividades del proyecto.	44
3.5	Riesgos identificados en el proyecto.	46
3.6	Ana´lisis cualitativo de riesgos.	49
3.7	Ana´lisis cuantitativo de riesgos.	51
3.8	Respuesta a los riesgos.	53
3.9	Estimaciones de la duración de las actividades.	57
4.1	Recursos tecnológicos.	62
4.2	Costes de los recursos humanos.	63
4.3	Costes de los recursos materiales.	64
4.4	Costes estimados de los recursos de actividades.	67
4.5	Costes estimados de difusión.	68
4.6	Presupuesto de los recursos.	69



## **Resumen**

El trabajo descrito en este TFM representa un proceso de gestión de actualización, migración e incorporación de nuevas funcionalidades a una aplicación utilizada en producción: Sharpmony. Para desarrollar el plan de gestión se siguieron las indicaciones del Project Management Body of Knowledge. Los resultados incluyen la supervisión tecnológica de los temas tratados y un plan de gestión del proyecto que comprende la gestión de las partes interesadas, las actividades, los riesgos, el calendario y el presupuesto. De este modo se ofrece una visión general de cómo debe gestionarse un proyecto de software de esta magnitud. Además, se define un programa para explotar y proteger los resultados obtenidos.

## **Abstract**

The work described in this TFM represents an upgrade management process, migration and integration of new functionality to an application used in production: Sharpmony. To develop the management plan, we followed the guidelines of the Project Management Body of Knowledge. The results include a technology monitoring of the issues addressed and a project management plan that includes stakeholder management, activities, risks, schedule and budget. This provides an overview of how a software project of this magnitude should be managed. It also defines a program for the exploitation and protection of the results obtained.



# 1. Introducción

Hoy en día, estamos acostumbrados a utilizar la inteligencia artificial (IA) en muchos ámbitos, a veces se utiliza como apoyo para facilitar el trabajo de una persona, en otros casos se ha intentado sustituir a los trabajadores por la IA. La historia nos enseña que todas las innovaciones pueden tener aplicaciones correctas y otras menos éticas, la elección como siempre se delega en las personas. De cualquier forma, a favor o en contra de su uso, no podemos evitar darnos cuenta de cómo la IA está cambiando la vida de todos.

Desde el punto de vista educativo, la importancia de la IA aumenta cada día, recientemente, hemos asistido a la implantación de plataformas que emplean la IA para facilitar el estudio de un amplio espectro de disciplinas. Un ejemplo emblemático es GitHub Copilot<sup>1</sup>, que ha ganado una aceptación considerable entre los estudiantes y los entusiastas de la programación. Además, los profesores están empezando a explotar el potencial que ofrecen los modelos de IA, por ejemplo GPT-3, GPT-3.5 e GPT-4, desarrollado por OpenAI<sup>2</sup>, para enriquecer la experiencia de aprendizaje de los alumnos [1].

El uso de la IA, tal y como se ha presentado hasta ahora, se ha centrado principalmente en la programación o en aplicaciones más bien amplias. Sin embargo, Sharpmony está introduciendo el uso de la IA en el campo de la educación musical. Este trabajo de fin de máster ilustra una estrategia de innovación y migración a la nube para Sharpmony.

El trabajo realizado para este proyecto se basa enteramente en las orientaciones del Project Management Body of Knowledge (PMBOK), que es una de las mejores normas de gestión de proyectos [2].

---

<sup>1</sup><https://github.com/features/copilot/>

<sup>2</sup><https://openai.com>



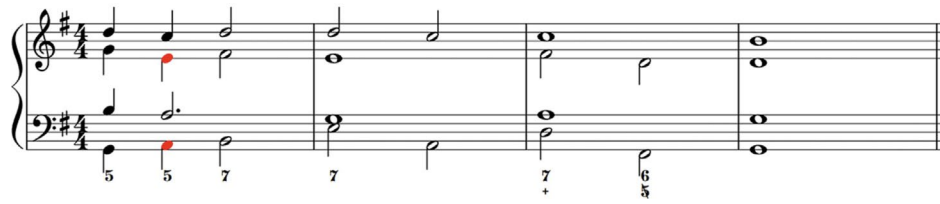
## 1.1 Sharpmony

Sharpmony es la primera herramienta basada en IA para ayudar a los estudiantes de armonía y a sus profesores [3]. Integra una aplicación móvil y un portal web que permiten a los alumnos revisar ejercicios de armonía clásica (soprano, contralto, tenor y bajo, SATB). Por su parte, los profesores de armonía pueden gestionar a sus alumnos, crear y asignar ejercicios a grupos de alumnos y revisar su trabajo diario, con un histórico de correcciones recibidas online. Durante el curso 2019/2020, los primeros conservatorios colaboraron con sus alumnos en el proceso de pruebas ‘alfa’, con 500 ejercicios realizados con Sharpmony y corregidos automáticamente. A partir de 2020/2021, Sharpmony se ha puesto a disposición de todos los conservatorios interesados en utilizarlo. Actualmente, Sharpmony cuenta con unos 2.000 usuarios registrados, 16 conservatorios activos y más de 10.000 ejercicios corregidos. Esto supuso un ahorro estimado de 560 horas de tiempo de corrección para los profesores, dándoles la oportunidad de centrarse en la mejora de los alumnos en lugar de en la corrección mecánica de los ejercicios [4, 5].

## 1.2 Armonía SATB

Para comprender mejor la Sharpmony y su uso real, es necesario introducir algunos conceptos básicos de armonía. La armonía puede definirse como el arte de combinar varias notas musicales tocadas simultáneamente, generando un sonido complejo; la armonización, a su vez, es el proceso de selección o creación de acordes, simples o complejos, que componen una melodía.

La armonización SATB es un método de arreglo vocal o instrumental muy utilizado en la música, sobre todo en la música coral. Esta técnica alcanzó su forma más consolidada en el periodo barroco con Johann Sebastian Bach, que explotó y desarrolló en gran medida este tipo de armonización en sus composiciones, codificando las reglas para construir corales. Desde entonces, muchos estudiosos han continuado el desarrollo de la armonización SATB, modificando y mejorando las reglas. Estas reglas abarcan aspectos como la progresión de los acordes, la prohibición de determinadas combinaciones disonantes y el equilibrio sonoro entre las distintas voces.



**Figura 1.1:** Ejemplo de partitura de armonización SATB. Fuente: Sharpmony Web App.

### 1.3 Objetivos

Los objetivos de este trabajo son múltiples: en primer lugar, la implementación de la tecnología optical music recognition (OMR) dentro de Sharpmony; seguido de la refactorización de la API actual y la migración de la pila tecnológica, adoptando un enfoque de desarrollo multiplataforma que permita a los usuarios utilizar Sharpmony en cualquier dispositivo. En este trabajo se define el plan de gestión de todo el proyecto y la vigilancia tecnológica, elemento fundamental para la innovación.

### 1.4 Impacto esperado de los resultados

El desarrollo de nuevas funcionalidades, así como la migración y la refactorización, pueden aportar grandes beneficios a la aplicación Sharpmony. En particular, la incorporación del OMR permite a los usuarios escribir sus propias partituras utilizando cualquier soporte, para después digitalizarlas e integrarlas en el ecosistema. De este modo, el usuario puede utilizar la aplicación incluso para una parte del proceso, simplificando lo que habría sido una laboriosa transcripción de las partituras. Además, el modelo resultante puede licenciarse u ofrecerse como servicio web a otras aplicaciones, lo que representa una excelente oportunidad de ingresos. En cuanto a la migración y la refactorización, su impacto es sobre todo visible para los desarrolladores, ya que reducen los costes y el tiempo necesarios para la implantación y la gestión de la infraestructura, y simplifican futuros desarrollos gracias al uso de tecnologías de vanguardia.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera: el capítulo 2 presenta la revisión bibliográfica y la vigilancia tecnológica, un paso fundamental en el desarrollo del proyecto. El capítulo 3 describe la planificación del proyecto, desde su establecimiento hasta la gestión de

riesgos. El capítulo 4 presenta los recursos y costes necesarios para el desarrollo del proyecto. A continuación, el capítulo 5 describe la estrategia de explotación de los resultados obtenidos. Por último, el capítulo 6 expone las conclusiones.

## 2. Innovación propuesta

El proyecto se desarrolla en tres frentes diferentes: la implementación de la tecnología OMR, la refactorización de la arquitectura con un enfoque multiplataforma y la migración a la nube. Por lo tanto, el trabajo de readaptación y vigilancia tecnológica se ha desarrollado también para cubrir lo mejor posible cada aspecto del proyecto propuesto.

### 2.1 OMR

El reconocimiento óptico de partituras se posiciona en el centro de una revolución tecnológica. Esta tecnología, que convierte la notación musical escrita en papel en formatos digitales editables, tiene el potencial de impactar a millones de personas, desde músicos y compositores hasta educadores y estudiantes. Con la creciente digitalización de la educación y el entretenimiento, la demanda de herramientas avanzadas de OMR se ha intensificado, impulsando la búsqueda de soluciones innovadoras y accesibles para una amplia gama de usuarios.

Este estudio se dedica a explorar las tendencias emergentes y las innovaciones en el campo del OMR, con un enfoque particular en la aplicación de IA, redes neuronales y aprendizaje automático.

El objetivo principal es conocer las fortalezas y debilidades de los sistemas actualmente en uso, para proponer un sistema innovador capaz de minimizar los errores y dar soporte a los usuarios, mejorando la accesibilidad y extendiendo la aplicación de esta funcionalidad tanto a aplicaciones móviles como de escritorio. Este enfoque revoluciona el concepto de aprendizaje musical, representando el punto de unión entre el clásico desarrollo de partituras y el uso de software de IA para la corrección y evolución de las partituras producidas.

Para llevar a cabo con eficacia la vigilancia tecnológica se ha adoptado una metodología estructurada. Inicialmente, se han identificado palabras clave estratégicas como ‘optical music recognition’, ‘machine learning on OMR’, ‘music notation in information technology’ y ‘neu-

ral network for OMR'. Luego se recopilaron los datos obtenidos consultando bases de datos académicas de alto nivel como Scopus, WebOfScience, CINDOC/SCIC y Google Scholar. El uso de estas diversas fuentes garantizó una revisión amplia y equilibrada de la información disponible. Aunque el software en sí no es patentable, se realizó un análisis preliminar de bases de datos de patentes como WPI, EPAT y OEPM para identificar cualquier tecnología o método relacionado con OMR que estuviera protegido por patentes.

Paralelamente, se realizó una revisión de las aplicaciones disponibles en las tiendas de los principales sistemas operativos para identificar soluciones existentes en el campo del OMR. Este examen ofreció una panorámica crítica del estado actual del sector, destacando posibles lagunas y oportunidades. Simultáneamente, se llevó a cabo una investigación en línea para adquirir datos sobre el tamaño del mercado del OMR, las tendencias actuales y las estadísticas relevantes.

Este enfoque integral no solo proporciona una comprensión profunda del campo, sino que también establece una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos en esta área en rápida evolución.

La búsqueda en las plataformas científica ha producido 280 artículos, resaltando un incremento significativo en publicaciones en los últimos 4 años, lo que refleja un creciente interés en este campo.

La investigación en el campo del OMR ha evolucionado considerablemente a lo largo de los años. Desde sus orígenes en las décadas de 1960 y 1970, cuando pioneros como Pruslin [6] y Prerau [7] han percibido la posibilidad de traducir la notación musical impresa a un formato legible por máquina, este campo ha experimentado avances significativos. Los dos trabajos son retomados por Kassler en 1972, que examina críticamente los límites y el potencial de las técnicas propuestas, destacando la importancia de tales estudios en el campo de la musicología y del tratamiento digital de la música [8].

A lo largo del tiempo, los sistemas OMR han pasado por varias fases de desarrollo:

- Sistemas basados en reglas: estos primeros sistemas se basaban en un conjunto predefinido de reglas para interpretar las partituras musicales. Sin embargo, estaban limitados por su incapacidad para manejar variaciones en la notación.

- Sistemas basados en reconocimiento óptico de Caracteres (OCR, del inglés: optical character recognition): estos sistemas evolucionaron paralelamente a los avances en la tecnología OCR, aplicando técnicas similares a la lectura de la notación musical.
- Enfoques basados en aprendizaje automático e IA: con la introducción del aprendizaje automático y la IA, los sistemas OMR comenzaron a utilizar algoritmos de aprendizaje profundo, redes neuronales y otros métodos basados en datos para mejorar la precisión y versatilidad.

Esencialmente, la OMR ha adquirido mayor relevancia y viabilidad técnica con la llegada de algoritmos más avanzados de IA y aprendizaje automático, especialmente en las últimas décadas [13]. Hoy en día, el OMR es un campo de investigación activo y en evolución, con aplicaciones que van desde el archivo y la catalogación digital de partituras musicales hasta su análisis e interpretación automáticos.

Concretamente, se utilizan tecnologías avanzadas como las redes neuronales convolucionales (CNN, del inglés: convolutional neural network) para reconocer imágenes de partituras, las redes neuronales recurrentes (RNN, del inglés: recurrent neural network) para analizar secuencias temporales en la música, y arquitecturas basadas en transformadores y atención para mejorar la comprensión del contexto y las relaciones entre elementos musicales.

El artículo de Ana Rebelo et al. (2012), se encuentra entre los más citados del sector y ofrece una visión global del campo del OMR. El artículo aborda todo el proceso, desde el preprocesamiento de la imagen, el reconocimiento de los símbolos musicales, la construcción de la notación musical, hasta la representación final de la música; también sirve de referencia para investigadores y profesionales del sector, resumiendo el estado de la tecnología OMR y áreas que requieren mayor exploración y desarrollo. Además, se analizan retos específicos del campo de la OMR, como la complejidad multidimensional de la notación musical y la variedad de notaciones existentes [9].

El estudio TrOMR introduce una metodología innovadora que supera a los enfoques tradicionales en precisión y eficiencia, destacando la importancia de la percepción contextual en la transcripción de partituras complejas [10]. Por otro lado, Zhang et al. (2023) propone un modelo avanzado para la identificación de objetos musicales manuscritos, empleando una ver-

si3n mejorada de YOLO-V4, demostrando ser altamente eficaz en la detecci3n de s3mbolos musicales a nivel de pa3gina [11].

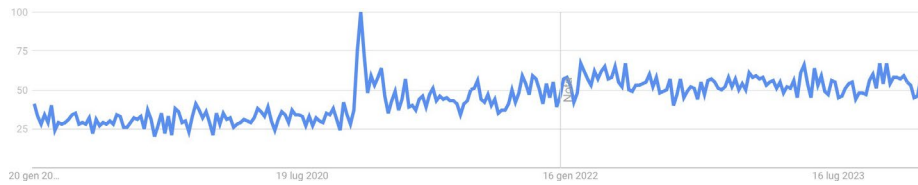
Adema's, el trabajo de Alfaro-Contreras et al. (2023) explora el uso de redes neuronales convolucionales recurrentes (CRNN, del ingl3's: convolutional recurrent neural network) y la generaci3n de m3sica sint3tica para entrenar modelos de OMR enfocados en partituras homof3nicas [12].

Entre los estudios de revisi3n recientes se incluye el de Calvo-Zaragoza et al. (2023), que abarca una amplia gama de temas, como la mejora de las t3cnicas de reconocimiento de la notaci3n musical manuscrita e impresa, la aplicaci3n de redes neuronales convolucionales y recurrentes, y el uso de modelos h3bridos de Markov y redes neuronales [13]. Tambi3n examina enfoques innovadores como el an3lisis de documentos musicales y la integraci3n de modelos de atenci3n y transformadores para OMR de extremo a extremo, destacando la importancia de estos avances para el futuro de la automatizaci3n en la transcripci3n musical.

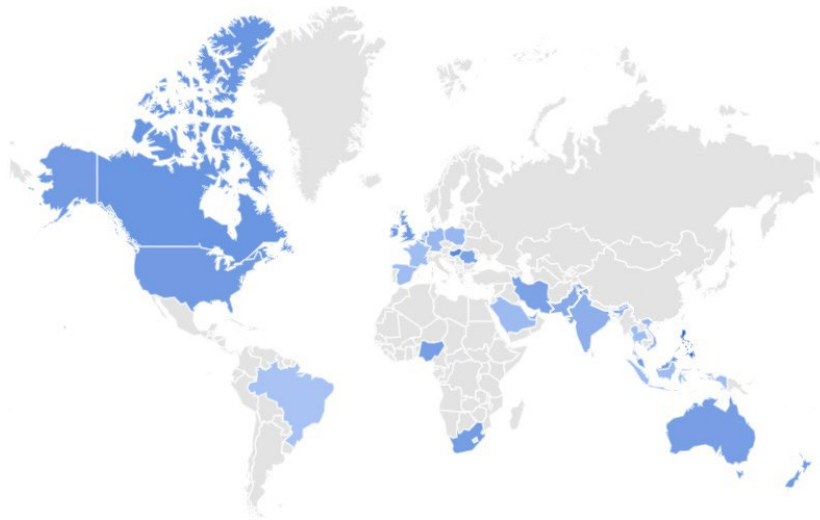
Estos hallazgos subrayan no solo la evoluci3n tecnol3gica en el campo del OMR, sino tambi3n la variedad de aplicaciones y metodolog3as que est3n impulsando mejoras significativas. El an3lisis del mercado actual de productos comerciales de OMR revela una diversidad de soluciones con diferentes grados de eficacia y funcionalidad. Productos como Audiveris, capella-scan, FORTE, MIDI-Connections Scan y MuseScore representan una gama de soluciones que var3an desde software de c3digo abierto hasta aplicaciones comerciales especializadas. Estos productos, aunque efectivos en ciertos contextos, a menudo enfrentan limitaciones en cuanto a la precisi3n y velocidad, especialmente en partituras complejas o manuscritas.

Analizando el flujo de b3squedas realizadas en Google Trends [14] sobre el intere's en el OMR y compar3ndolo con las publicaciones cient3ficas, podemos ver que ambos est3n creciendo. La Figura 2.1 representa las b3squedas OMR en los 3ltimos cinco a3os, mientras que la Figura 2.2 muestra los estados donde se realizaron las b3squedas: los tonos m3s oscuros de azul indican una mayor densidad de b3squedas.

Como hemos visto, existen m3ltiples investigaciones que abordan el problema del reconocimiento de partituras musicales, sin embargo, ninguna de ellas cumple plenamente los requisitos para ser utilizada en entornos de producci3n. Por lo tanto, es necesario probar nuevos enfoques del problema.



**Figura 2.1:** Búsquedas sobre OMR en Google. Fuente: Google Trends.



**Figura 2.2:** Países con mayor interés por el OMR según Google. Fuente: Google Trends.

En este contexto, la integración del modelo Keypoint R-CNN en un sistema de OMR podría representar un avance significativo. Este modelo, destacado por su precisión en el reconocimiento y localización de objetos específicos en imágenes, ofrece potencial para abordar algunas de las limitaciones actuales en el campo del OMR, como el procesamiento de partituras complejas y la rápida identificación de símbolos musicales.

La propuesta de incorporar Keypoint R-CNN en un software de OMR podría posicionarse en el mercado como una solución de vanguardia, capaz de ofrecer una precisión y eficiencia superiores. Este enfoque no solo sería atractivo para músicos y educadores, sino también para instituciones que requieren la digitalización y análisis de grandes volúmenes de partituras. Además, la colaboración con instituciones musicales y la personalización del software para diferentes segmentos de mercado podrían fortalecer la posición del producto.

Para probar los nuevos sistemas, existen conjuntos de datos públicos, utilizados en el en-



trenamiento de las principales aplicaciones OMR, por ejemplo, la Universal Music Symbol Collection.

## 2.2 Desarrollo multiplataforma

La elección de un lenguaje de programación viene dictada por varios factores. Para analizar correctamente esta área de desarrollo, es necesario consultar principalmente datos del entorno empresarial, buscando estadísticas de uso de lenguajes, frameworks y sus principales características.

Teóricamente, para maximizar los resultados, lo ideal sería utilizar el mismo lenguaje tanto para el backend como para el frontend. Aunque esto no siempre es posible, sí se puede limitar el número de lenguajes utilizados y buscar la máxima compatibilidad entre ellos. Teniendo esto en cuenta, la API REST se revela como la mejor opción para desarrollar una aplicación tecnológica de vanguardia.

Los datos que se muestran a continuación proceden principalmente de GitHub<sup>1</sup>, una conocida plataforma de versionado de código y red social para informáticos, que se considera una de las mejores fuentes disponibles para realizar este análisis.

### 2.2.1 Backend

El desarrollo del backend se considera el punto crítico de cualquier aplicación, ya que un error en el backend puede crear innumerables problemas de seguridad y mal funcionamiento en todas las plataformas utilizadas. Para ello, se eligen desarrolladores con experiencia que utilicen lenguajes sólidos y ampliamente experimentados.

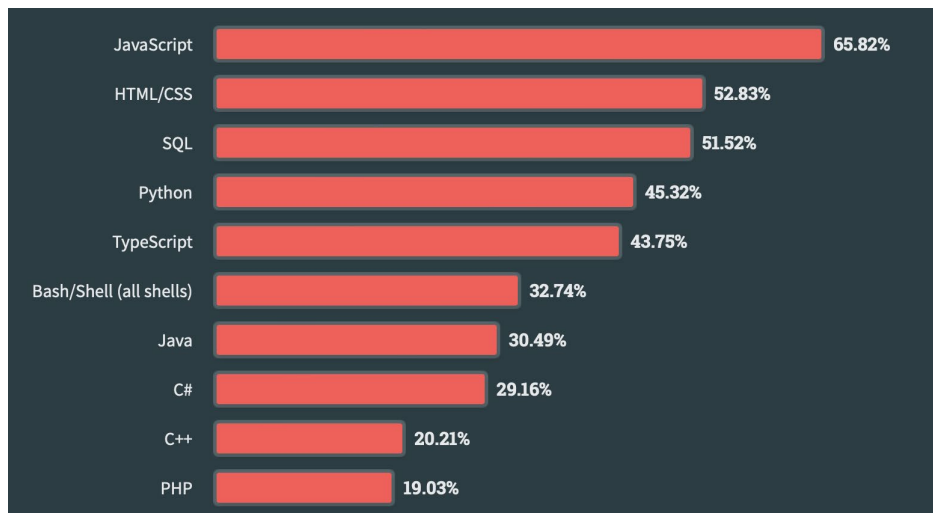
La Figura 2.3 muestra los lenguajes más utilizados según GitHub, mientras que la Figura 2.4 presenta un análisis proporcionado por el sitio Redmonk<sup>2</sup> que relaciona los lenguajes más utilizados en GitHub y StackOverflow<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup><https://www.github.com>

<sup>2</sup><https://redmonk.com>

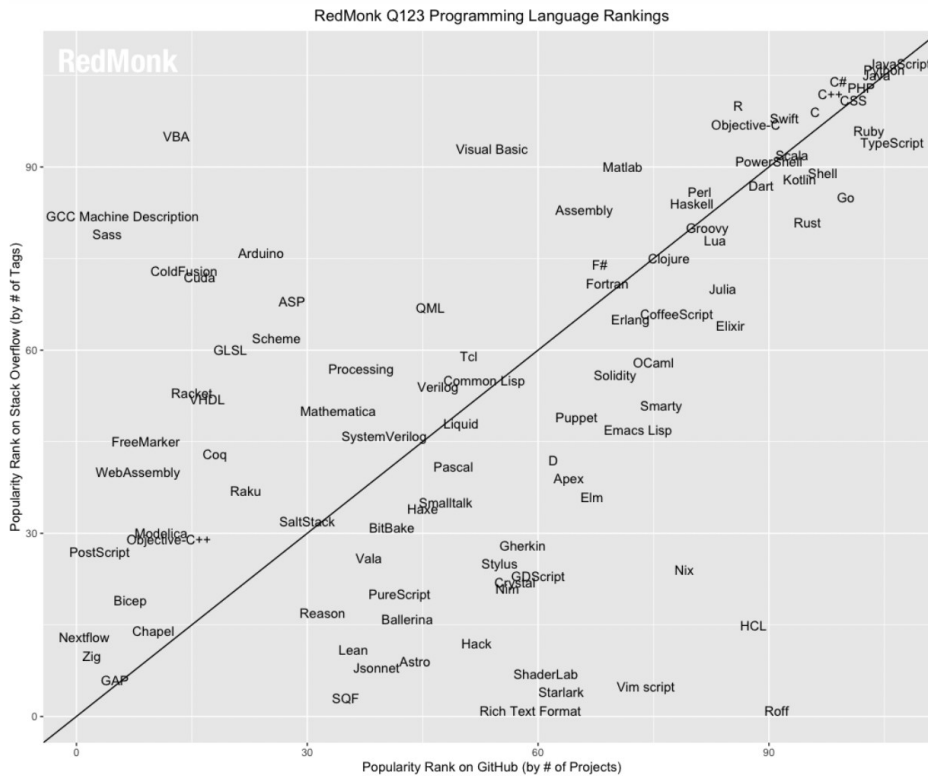
<sup>3</sup><https://stackoverflow.com/questions>



**Figura 2.3:** Lenguajes de programación más utilizados. Fuente: Github.

Entre los lenguajes más interesantes que pueden utilizarse para el backend se encuentran:

- JavaScript o Typescript: son sin duda los lenguajes más utilizados en la actualidad porque permiten utilizar el mismo lenguaje para el backend y para muchos frontends. Inicialmente, Javascript se diseñó únicamente como lenguaje de scripting para crear animación y dinamismo en las aplicaciones web. En los últimos diez años, ha experimentado un notable auge con la aparición de numerosos frameworks que lo soportan. Typescript es un dialecto de Javascript creado por Microsoft con la intención de resolver los problemas conocidos de Javascript e introducir la tipificación, un elemento esencial para disminuir el número de errores en el desarrollo.
- Python: muy utilizado en el campo de la IA, Python se ha extendido a todos los ámbitos de la programación, sobre todo gracias a su sintaxis sencilla e intuitiva.
- Java: es sin duda uno de los lenguajes más longevos y utilizados, gracias al apoyo del gigante tecnológico Oracle. Es muy utilizado para aplicaciones empresariales que requieren un soporte continuo y constante. A menudo se le califica de poco innovador, con una sintaxis pesada y de bajo rendimiento.
- C#: lenguaje propio de Microsoft, inspirado en gran medida en Java, es la respuesta de Microsoft a este último. Su sintaxis es más ágil y recientemente se ha convertido en



**Figura 2.4:** Lenguajes de programación más utilizados. Fuente: RedMonk.

código abierto. Se utiliza principalmente para aplicaciones de escritorio en el entorno Windows.

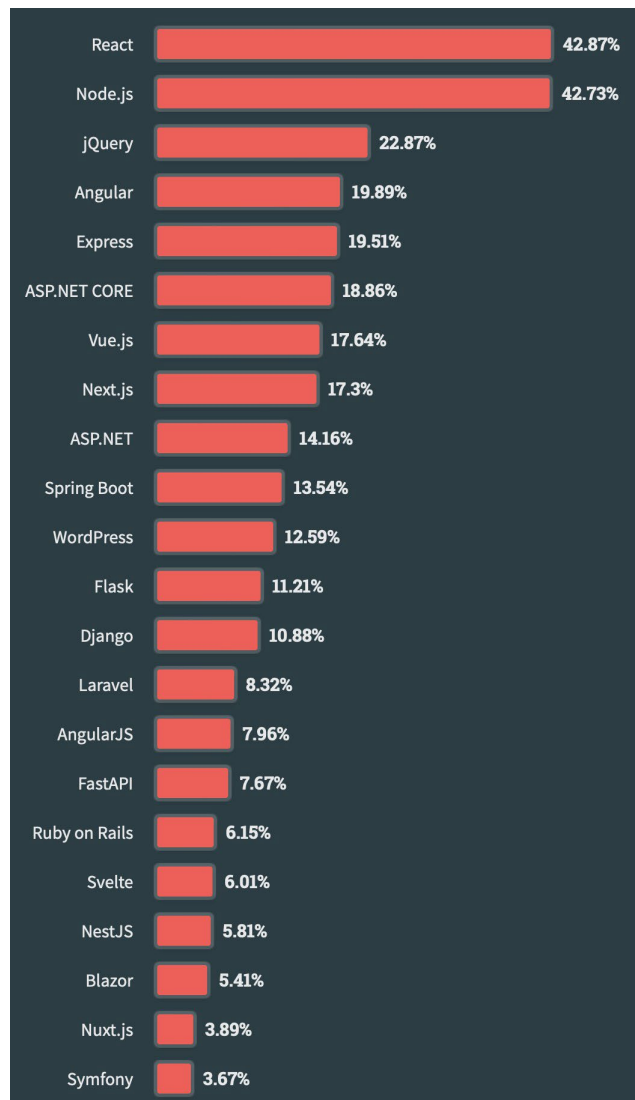
- Php: fue el primer lenguaje para el desarrollo web, descrito por muchos desarrolladores como excesivamente anticuado, sigue siendo ampliamente utilizado y soportado por multitud de frameworks. No es uno de los lenguajes con mejor rendimiento, pero cuenta con una comunidad muy activa que continúa su desarrollo. Desde la versión 8, ha introducido un compilador JIT (Just In Time) que mejora significativamente el rendimiento, tratando de cerrar la brecha con otros lenguajes.

Además del lenguaje, es importante elegir un framework con el soporte adecuado. La Figura 2.5 muestra los más utilizados según GitHub. Lamentablemente, no se distingue entre frameworks frontend y backend. Sin embargo, con un análisis cuidadoso podemos identificar los siguientes frameworks backend: Node.js, ASP.NET CORE / ASP.NET, Spring Boot, Django, Laravel.

Como se desprende del análisis realizado, hoy en día el desarrollo backend está estrechamente ligado al mundo Javascript/Typescript junto con el framework Node.js. Esta combinación representa una excelente solución para programadores experimentados que deseen desarrollar software orientado a microservicios y altamente escalable. Node.js, con su modelo de E/S no bloqueante, está optimizado para aplicaciones en tiempo real altamente concurrentes, como chat, aplicaciones web en tiempo real y servicios API. TypeScript añade tipificación estática a JavaScript, mejorando la mantenibilidad, legibilidad y robustez del código, especialmente en grandes proyectos.

Sin embargo, son posibles otras tantas configuraciones interesantes, por ejemplo:

- **C# y ASP.NET:** esta stack ofrece un entorno robusto y escalable para el desarrollo de aplicaciones web, servicios web y aplicaciones de escritorio. Ideal para aplicaciones empresariales complejas, la única desventaja puede ser el vínculo directo con el mundo Microsoft.
- **Java y Spring Boot:** Java combinado con Spring Boot permite un desarrollo rápido y simplificado de aplicaciones empresariales de escritorio, web y microservicios. Ofrece configuraciones predefinidas que reducen el boilerplate y aceleran el time-to-market. Las principales desventajas se deben al peso de la JVM, a un rendimiento no demasiado alto y a las licencias para su uso en el entorno empresarial.
- **Python y Django:** esta combinación es ideal para el desarrollo rápido de aplicaciones web gracias a su arquitectura 'baterías incluidas'. Django promueve las mejores prácticas y se encarga de muchos aspectos comunes del desarrollo web (como la seguridad y la base de datos ORM), lo que permite a los desarrolladores centrarse en la lógica específica de la aplicación.
- **Php e Laravel:** Laravel hace que el desarrollo en PHP sea agradable y productivo, ofreciendo una excelente sintaxis, sólidas funciones de gestión de bases de datos, migraciones, un potente sistema de enrutamiento y un sistema de plantillas integrado. Es especialmente adecuado para proyectos que necesitan un desarrollo rápido y escalabilidad.



**Figura 2.5:** Framework backend ma's utilizados. Fuente: Github.

La elección está puramente relacionada con la arquitectura que se quiera adoptar para la aplicación y los conocimientos del equipo de desarrollo. Cada lenguaje y framework tiene sus ventajas, por lo que es mucho más importante prestar atención a las necesidades del equipo y a las especificaciones del proyecto que fiarse únicamente de las estadísticas de uso.

### 2.2.2 *Frontend*

El desarrollo frontend es un área crucial del diseño y desarrollo que se centra en el aspecto visual y la interactividad de sitios web y aplicaciones. Es el proceso de convertir datos en una interfaz gráfica mediante el uso de lenguajes de programación y marcado. Históricamente, el desarrollo frontend se ha asociado al uso de la pila: HTML, CSS y Javascript, respectivamente para definir la estructura, el estilo, la animación y la dinamicidad.

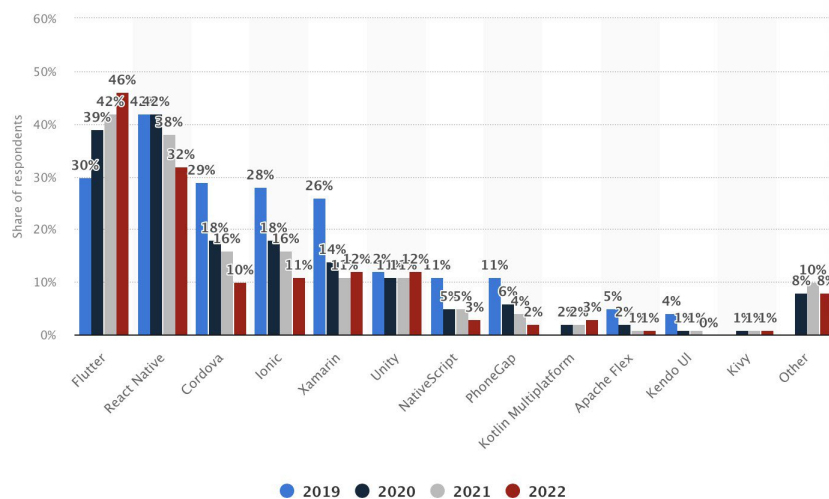
Con la evolución de la web y el desarrollo móvil, el desarrollo frontend se ha vuelto cada vez más complejo y sofisticado. Los frameworks y las librerías ofrecen herramientas avanzadas para crear interfaces de usuario ricas e interactivas. Además, aspectos como el diseño responsivo, la accesibilidad y el rendimiento se han vuelto cruciales para garantizar que las aplicaciones ofrezcan una experiencia de usuario óptima en diversos dispositivos y contextos.

Examinando las Figuras 2.5 e 2.6 podemos ver que los frameworks o librerías más utilizados para el frontend son:

- **React / React Native:** React es una librería JavaScript de código abierto creada por Facebook para construir interfaces de usuario, en particular para aplicaciones web de una sola página. Utiliza un enfoque basado en componentes. React Native amplía React, lo que permite a los desarrolladores crear verdaderas aplicaciones móviles nativas para iOS y Android.
- **jQuery:** es una biblioteca JavaScript muy ligera que simplifica la manipulación del Object Document Model (DOM), el manejo de eventos, la animación y las llamadas Ajax, gracias a una API fácil de usar que funciona en multitud de navegadores. A pesar de la creciente popularidad de los frameworks modernos, jQuery sigue siendo útil para determinados contextos, principalmente debido a su facilidad de uso y a la gran base de

plugins disponibles.

- Vue.js: es un framework JavaScript progresivo utilizado para construir interfaces de usuario y aplicaciones de una sola página. Similar a React en su enfoque basado en componentes, Vue.js está diseñado para ser adaptable e integrable con otras librerías o proyectos existentes.
- Flutter: es un framework de código abierto creado por Google para el desarrollo de aplicaciones móviles, web y de escritorio a partir de una única base de código. Utiliza el lenguaje de programación Dart y proporciona su propio conjunto de widgets, que siguen las directrices de Material Design de Google y Apple Cupertino, lo que permite crear aplicaciones de aspecto nativo en diferentes plataformas. Flutter es conocido por su alto rendimiento y su capacidad para ofrecer una experiencia de usuario fluida y con capacidad de respuesta.



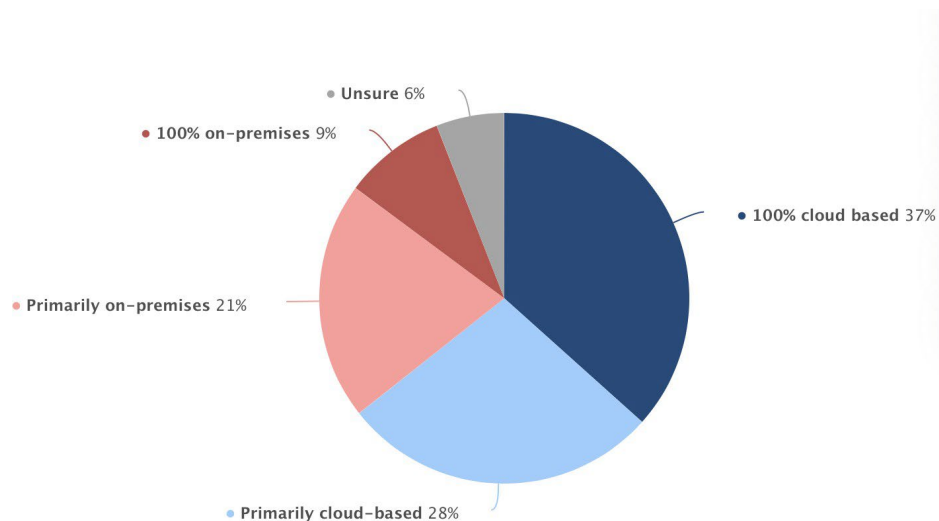
**Figura 2.6:** Framework mobile's más utilizados. Fuente: Statista.

Para el proyecto tratado en este trabajo, con el fin de permanecer en el mundo Javascript y utilizar el mismo lenguaje para frontend y backend, la elección más adecuada podría recaer entre React y Vue.js. Sin embargo, es muy importante tener en cuenta Flutter, ya que permite no sólo el desarrollo web, sino también el desarrollo móvil y de escritorio, todo ello utilizando la misma base de código. En este contexto, es necesario apostar por el estudio de un nuevo lenguaje: Dart.

### 2.3 Infraestructura cloud

Hoy en día, la escalabilidad, la eficiencia y la agilidad se han convertido en características indispensables para las empresas que buscan mantener una ventaja competitiva. La adopción de la nube responde perfectamente a estas necesidades, ofreciendo una infraestructura flexible y dinámica que permite a las empresas reaccionar con rapidez a las cambiantes necesidades del mercado. Con la nube, las organizaciones pueden escalar recursos a demanda, optimizar costes y acelerar la comercialización de sus servicios y productos.

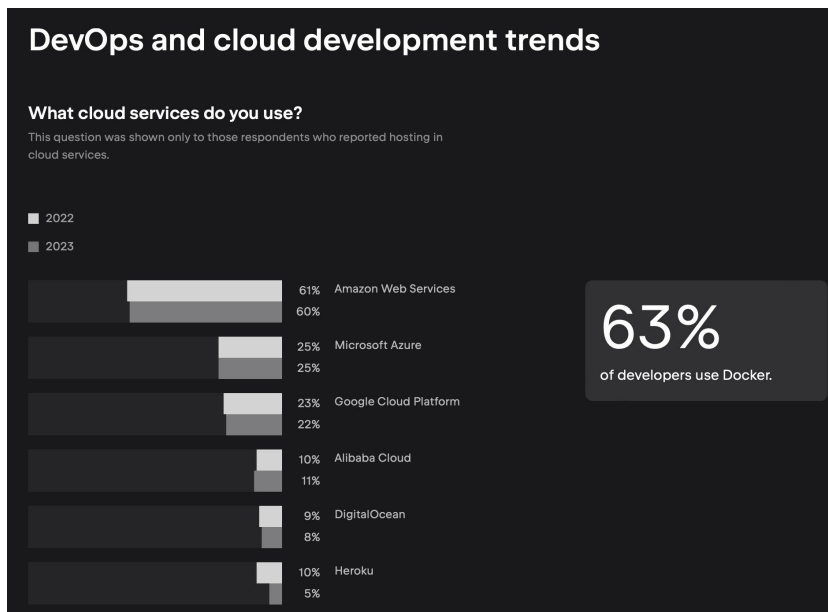
La Figura 2.8 muestra las tendencias en el uso de la nube y las implantaciones locales y destaca cómo los servicios en la nube se están convirtiendo cada vez más en un componente clave de las estrategias DevOps. El 65 % de las aplicaciones hacen un uso total o parcial de la nube.



**Figura 2.7:** Uso en la nube frente a uso local. Fuente: Statista.

Como muestra la Figura 2.8, Amazon Web Services (AWS) sigue dominando el mercado, aunque con un ligero descenso del 61 % al 60 %. Microsoft Azure mantiene un sólido 25 %, mientras que Google Cloud Platform (GCP) muestra un crecimiento del 22 % al 23 %. Esto subraya una amplia aceptación de múltiples plataformas, con desarrolladores y empresas que recurren a diferentes proveedores en función de sus necesidades y preferencias específicas. Además, un significativo 63 % de los desarrolladores utilizan Docker, lo que pone de relieve la prevalencia del uso de contenedores en el panorama actual de desarrollo de software.






**Figura 2.8:** Infraestructuras de nube más utilizadas. Fuente: Medium Website.

La decisión sobre qué servicio en la nube adoptar debe guiarse por factores clave como la escalabilidad, los servicios ofrecidos, la ubicación del centro de datos, el coste, el ecosistema y las integraciones, el soporte y la comunidad, así como el cumplimiento y la seguridad. Proveedores como AWS, Azure y GCP ofrecen soluciones sin servidor, que permiten a las empresas ejecutar aplicaciones y servicios sin necesidad de gestionar la infraestructura subyacente. Estas soluciones sin servidor no solo se limitan a funciones (FaaS, Function as a Service), sino que también se extienden a contenedores (CaaS, Container as a Service), proporcionando flexibilidad para ejecutarse en entornos sin servidor con escalabilidad automática y pago basado en el uso real. Con la estrategia de nube adecuada, las empresas pueden garantizar no solo una infraestructura de IT resistente y adaptable, sino también un motor para el crecimiento y la innovación continua.

### 3. Planificación

#### 3.1 Acta de constitución del proyecto

Esta sección contiene el acta fundacional del proyecto. Al tratarse de un documento oficial, se reproduce íntegramente en la Tabla 3.1.

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	
	PROYECTO: Gestión de un proyecto DevOps: migración a la nube y nuevas funcionalidades. Caso práctico de un proyecto real.
	NOMBRE DEL DOCUMENTO: Acta de constitución del proyecto
	FECHA DE CREACIÓN: 08/01/2023
	AUTOR: Elia Pacioni
	REVISIÓN: 1.0

#### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Sharpmony es la primera herramienta basada en IA para ayudar a los estudiantes de armonía y a sus profesores [2017]. Integra una aplicación móvil y un portal web que permiten a los alumnos revisar ejercicios de armonía clásica. Por su parte, los profesores de armonía pueden gestionar a sus alumnos, crear y asignar ejercicios a grupos de alumnos y revisar su trabajo diario, con un histórico de correcciones recibidas online. Durante el curso 2019/2020, los primeros conservatorios colaboraron con sus alumnos en el proceso de pruebas 'alfa', con 500 ejercicios realizados con Sharpmony y corregidos automáticamente. A partir de 2020/2021, Sharpmony se ha puesto a disposición de todos los conservatorios interesados en utilizarlo.

Actualmente, Sharpmony cuenta con unos 2.000 usuarios registrados, 16 conservatorios activos y más de 10.000 ejercicios corregidos. Esto supuso un ahorro estimado de 560 horas de tiempo de corrección para los profesores, dándoles la oportunidad de centrarse en la mejora de los alumnos en lugar de en la corrección mecánica de los ejercicios. El proyecto en cuestión trata de la implementación de una nueva función dentro del proyecto Sharpmony, concretamente la tecnología de reconocimiento óptico de música, necesaria para ampliar las técnicas de escritura de partituras y llegar a una base de usuarios más amplia. Y de la revisión de la arquitectura hacia un concepto multiplataforma, con la consiguiente migración a la nube.

### **DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

La tecnología OMR puede asimilarse al más conocido reconocimiento óptico de caracteres; a diferencia de este último, OMR se ocupa del reconocimiento y la digitalización de partituras. En el campo de la música, el estándar más extendido para partituras es MusicXML, una tecnología ya implementada a través del editor web de Sharpmony. Por tanto, la nueva funcionalidad de reconocimiento debe ser capaz de crear una partitura compatible con MusicXML a partir de una foto tomada por el usuario. Esta herramienta debe implementarse tanto en la aplicación móvil como en la aplicación web, convirtiendo así la partitura desarrollada en papel en una partitura que pueda utilizarse en el ecosistema Sharpmony. La reestructuración de la arquitectura no produce un cambio visible en el producto, sin embargo, supone un cambio muy importante desde el punto de vista de los desarrolladores. Lo mismo ocurre con la migración a la nube. Todo esto se traduce en una mayor usabilidad y estabilidad de la aplicación.

### **OBJETIVOS**

Los objetivos de este trabajo son múltiples: en primer lugar, la implementación de la tecnología OMR dentro de Sharpmony; seguido de la refactorización de la API actual y la migración de la pila tecnológica, adoptando un enfoque de desarrollo multiplataforma que permita a los usuarios utilizar Sharpmony en cualquier dispositivo. En este trabajo se define el plan de gestión de todo el proyecto y la vigilancia tecnológica, elemento fundamental para la innovación.

### **CRITERIOS DE ÉXITO**

Para que el proyecto tenga éxito, el despliegue de la nueva funcionalidad introducida debe completarse con una precisión mínima del 80 % por parte del modelo de aprendizaje automático. La reestructuración de la arquitectura debe completarse y la aplicación final debe ejecutarse en la nube.

### **REQUISITOS DE APROBACIÓN DEL PROYECTO**

Para que el proyecto sea aprobado, debe completarse a tiempo, dentro del presupuesto y con una fiabilidad del modelo de al menos el 80 %. Además, la herramienta debe ser utilizable por todos los usuarios, una vez superada la fase de pruebas.

### **FINALIDAD DEL PROYECTO**

El desarrollo de esta nueva funcionalidad puede aportar grandes beneficios a la aplicación Sharpmony, ya que permite a los usuarios escribir sus propias partituras como mejor les parezca y, a continuación, digitalizarlas e integrarlas en el ecosistema. Por lo tanto, un usuario puede utilizar la aplicación incluso para una parte del proceso, agilizando lo que habría sido una laboriosa transcripción de las partituras. El modelo resultante también puede licenciarse u ofrecerse como servicio web a otras aplicaciones, lo que representa una excelente oportunidad de ingresos.

Además, estos cambios se realizan para dar soporte a todos los dispositivos del mercado y proporcionar a Sharpmony una mayor estabilidad.

### **ENTREGABLES PRINCIPALES**

Software de OMR integrado en la plataforma Sharpmony, nueva API y frontend completo, código fuente, documentación técnica, y reportes de pruebas y validación.

### **JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Las razones para el desarrollo de este proyecto son varias, en primer lugar, la incorporación de una funcionalidad muy importante a la aplicación que permite aumentar el número de usuarios, fidelizando a aquellas personas que quieren seguir desarrollando sus partituras en papel, sin renunciar a las ventajas de la corrección a través de Sharpmony.

Adema´s, el desarrollo de esta funcionalidad, si se configura como un servicio, puede suponer una excelente oportunidad de ingresos y posterior fuente de sustento para futuros desarrollos. Por último, la incorporación de esta herramienta, así como la nueva arquitectura capaz de soportar cualquier dispositivo, aumentaría el valor actual de la aplicación, haciéndola más atractiva para una posible venta futura.
<b>PRINCIPALES INTERESADOS</b> Grupo GEA (Universidad de Extremadura), Universidad Autónoma Metropolitana, Conservatorios y usuarios que utilizan Sharpmony, Junta de Extremadura.
<b>RIESGOS INICIALES</b> Retrasos tecnológicos, superación del presupuesto, pocas imágenes de partituras para examinar y desafíos en la integración del OMR con la plataforma existente.
<b>DURACIÓN E HITOS</b> 12 meses con hitos mensuales de revisión y evaluación.
<b>PRESUPUESTO</b> €250.000,00
<b>SPONSOR</b> Junta de Extremadura
<b>DIRECTOR DEL PROYECTO</b> Elia Pacioni

**Tabla 3.1:** Acta de constitución del proyecto.

### 3.2 Identificar a los interesados

En el ámbito de la gestión de proyectos, la identificación y el análisis exhaustivo de los interesados constituyen una etapa fundamental para el éxito de cualquier iniciativa. Este proceso implica reconocer y comprender a todas las personas, grupos o entidades que tienen un interés directo o indirecto en el proyecto, ya sea que puedan afectarlo o ser afectados por él. Entre estas partes interesadas se incluyen el equipo de proyecto, los usuarios finales, los financiadores, las instituciones asociadas, entre otros actores relevantes.

La fase de análisis es crítica, ya que permite evaluar su nivel de interés e influencia en el

proyecto. Dicha evaluación es vital para la formulación de estrategias de comunicación y participación efectivas, así como para la identificación y mitigación de posibles riesgos asociados a las expectativas y necesidades de estos grupos.

El entendimiento profundo de las expectativas y necesidades de cada parte interesada permite la alineación de los objetivos del proyecto con los intereses de los distintos grupos, incrementando de esta manera las probabilidades de éxito del proyecto. Para ello, se establece un plan de gestión que detalla los métodos y la frecuencia de comunicación, así como las estrategias específicas para satisfacer y gestionar las expectativas de cada grupo. La implementación efectiva de este plan es esencial para fomentar relaciones positivas y productivas con todos, asegurando así el progreso eficiente y armónico del proyecto.

### *3.2.1 Descripción de los interesados*

Examinamos las distintas entidades implicadas y su interés específico en el proyecto. Este análisis nos permite comprender mejor cómo cada parte interesada influye o se ve influida por el desarrollo y la implantación de la funcionalidad de OMR.

- Universidad de Extremadura (Grupo GEA): esta institución tiene un interés directo en el éxito y la mejora de la aplicación Sharpmony. El grupo GEA, en particular, participa en la investigación y el desarrollo del proyecto y tiene como objetivo producir publicaciones científicas destacadas. Su participación es crucial para garantizar que la aplicación sea puntera y que los resultados tengan interés académico.
- Universidad Autónoma Metropolitana: se centran en el desarrollo del modelo de aprendizaje automático para Sharpmony. Esto no solo contribuye al avance tecnológico de la aplicación, sino que también es una importante oportunidad para la investigación científica y la publicación de artículos en el campo de la IA y el aprendizaje automático.
- Conservatorio de Mérida: como institución de enseñanza musical, el Conservatorio de Mérida está especialmente interesado en la mejora de Sharpmony. La aplicación es una herramienta fundamental tanto para la investigación como para la enseñanza, ofreciendo

a estudiantes y profesores un servicio más avanzado y completo para el análisis y la práctica musical.

- Todos los conservadores y usuarios registrados que utilicen Sharpmony: este grupo, que incluye una amplia gama de usuarios, desde estudiantes a profesionales de la industria musical, está muy interesado en utilizar Sharpmony en todo su potencial. Están atentos a cualquier novedad o mejora que pueda enriquecer su experiencia y utilidad en el uso de la aplicación.
- Junta de Extremadura: como principal financiador y patrocinador del proyecto, la Junta de Extremadura tiene un interés significativo en el éxito del proyecto. Su participación no sólo aporta los recursos financieros necesarios, sino que también representa un compromiso con la innovación y el desarrollo tecnológico en la región.

### 3.2.2 *Clasificación de los interesados*

Una vez identificados los interesados y sus intereses, es útil clasificarlos en internos y externos al proyecto.

Los principales involucrados internos incluyen: la Universidad de Extremadura, específicamente el Grupo GEA, Francisco Fernández de Vega y Elia Pacioni. Los dos últimos juegan un papel directo en el proyecto y en la investigación relacionada con Sharpmony, siendo fundamentales para su desarrollo técnico y científico. Elia Pacioni, miembro del Grupo GEA, desempeña un papel interno importante, siendo responsable de la gestión y coordinación de las actividades del proyecto.

Las partes interesadas externas son: Universidad Autónoma Metropolitana; Conservatorio de Mérida; usuarios finales, representados por todos los conservadores registrados y usuarios activos de Sharpmony; Junta de Extremadura.

Un conocimiento profundo de estos interesados, tanto internos como externos, es crucial para el éxito de la ejecución del proyecto. Por tanto, será esencial establecer estrategias de comunicación y participación específicas para cada grupo.

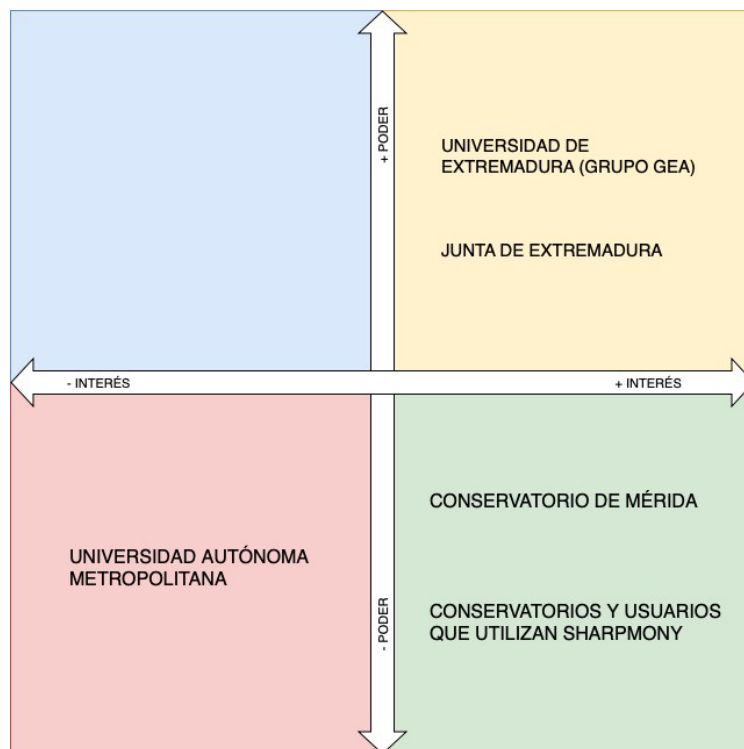
### 3.2.3 Matriz de poder de los interesados

La matriz de poder e intere's es una herramienta de gesti3n de las partes interesadas que ayuda a visualizar la importancia relativa de los distintos grupos implicados en un proyecto. Esta matriz se divide en cuatro cuadrantes, cada uno de los cuales representa una combinaci3n diferente de niveles de poder e intere's:

1. Alto poder y alto intere's (cuadrante amarillo): este cuadrante incluye actores cruciales como la *Universidad de Extremadura (Grupo GEA)* y la *Junta de Extremadura*, que tienen tanto influencia como un gran intere's en el proyecto. Estas partes interesadas requieren una atenci3n prioritaria y una gesti3n activa para garantizar su apoyo continuo y su alineaci3n con los objetivos del proyecto.
2. Alto poder y bajo intere's (cuadrante azul): aunque este cuadrante est1 vac'io en el caso concreto de Sharpmony, por lo general incluye a partes interesadas que poseen poder para influir significativamente en el proyecto, pero tienen un intere's relativamente menor. Es importante mantenerlos satisfechos y asegurarse de que no se convierten en obst1culos.
3. Bajo poder y alto intere's (cuadrante verde): en este cuadrante se encuentran el *Conservatorio de M3rida*, los dem1s conservatorios registrados y los usuarios de Sharpmony. Aunque estas partes interesadas no tengan mucho poder de decisi3n, su elevado nivel de intere's exige que se les mantenga informados y se les haga part'icipes de las decisiones que afectan al proyecto.
4. Bajo poder y bajo intere's (cuadrante rojo): aqu'1 encontramos la *Universidad Aut3noma Metropolitana*, que tienen un intere's y un poder relativamente limitados. Aunque no son el objetivo principal de la gesti3n de las partes interesadas, sigue siendo importante supervisarlas con un m'ınimo esfuerzo para asegurarse de que no se pasen por alto.

La matriz, representada en la Figura 3.1, est1 dise'ñada para ayudar a los gestores de proyectos a desarrollar estrategias adecuadas para cada grupo de interesados, equilibrando su participaci3n y garantizando que los recursos de gesti3n se asignen de forma eficiente.





**Figura 3.1:** Matriz de poder de los interesados.

### 3.2.4 Planificar la involucración de los interesados

La gestión de las partes interesadas es crucial en el contexto de los proyectos de investigación y desarrollo, especialmente los que implican la colaboración entre distintas entidades académicas y el apoyo de organismos de financiación. Una gestión eficaz de las partes interesadas no sólo garantiza la convergencia de objetivos y expectativas, sino que también ayuda a construir una base sólida para la colaboración, la comunicación y la innovación.

En la gestión de las partes interesadas, los ‘niveles de confianza’ suelen referirse a cómo percibe el equipo del proyecto la confianza y el apoyo de las partes interesadas al proyecto. Estos niveles pueden variar con el tiempo e influir en la estrategia de participación de los interesados. A continuación se ofrece una posible clasificación:

1. Desconoce: las partes interesadas de este nivel tienen poco o ningún conocimiento del proyecto o no muestran ningún interés, pueden no ser conscientes del impacto que el proyecto puede tener sobre ellos o viceversa.

2. Se resiste: las partes interesadas son conscientes del proyecto y de sus posibles repercusiones, pero no participan ni se comprometen activamente. Por lo general, muestran resistencia a participar activamente en el proyecto.
3. Neutral: partes interesadas que conocen el proyecto y comprenden sus repercusiones, pero que actualmente no tienen una actitud positiva o negativa hacia él. Estas pueden calificarse de neutrales, a la espera de nuevos acontecimientos.
4. Apoya: las partes interesadas de este nivel apoyan el proyecto, pero su nivel de participación activa puede ser limitado, pueden ofrecer apoyo moral o aprobación, pero aún no participan plenamente en las actividades.
5. Participa: estas partes interesadas no sólo apoyan el proyecto, sino que participan activamente en él.
6. Líder: en el nivel más alto de confianza, las partes interesadas son firmes partidarias del proyecto. Trabajan activamente para influir en los demás, movilizar recursos y superar obstáculos en favor del proyecto. Son los 'líderes' del proyecto, tanto dentro como fuera de la organización.

Estos niveles de confianza no son fijos y pueden cambiar en el transcurso del proyecto en función de cómo se gestionen las comunicaciones, las relaciones y los acontecimientos. Es importante que los directores de proyecto supervisen y cultiven estas relaciones para obtener el máximo apoyo posible de cada parte interesada. La Tabla 3.2 muestra a los actores del proyecto ofreciendo una clasificación más profunda, se describe el nivel de compromiso, el poder, el interés y su impacto en el proyecto.

### 3.2.5 *Gestión de las comunicaciones*

La planificación de la gestión de comunicaciones implica identificar las necesidades de información de los interesados y los recursos disponibles de la organización. Es crucial asegurar que la creación, recolección, distribución, almacenamiento, recuperación y disposición final de la información del proyecto sean adecuados y se realicen en el momento correcto.

Matriz de interesados									
Interesados	Compromiso						Poder	Interes	Impacto
	Desconoce	Se resiste	Neutral	Apoya	Participa	Líder			
Universidad de Extremadura (Grupo GEA)						X	A	A	A
Junta de Extremadura				X			A	M	A
Universidad Autónoma Metropolitana					X		M	M	M
Conservatorio de Mérida				X			M	A	M
Conservatorios inscritos en Sharpmony			X				B	M	B
Usuarios de Sharpmony			X				B	M	B

A = Alto; M = Medio; B = Bajo.

**Tabla 3.2:** Partes interesadas en el proyecto clasificadas por nivel de interés y poder.

Durante este proceso, se deben considerar varias preguntas clave:

- ¿Qué información requieren los interesados?
- ¿Cuándo la necesitarán?
- ¿Cuántos canales de comunicación se usarán?
- ¿Quién se comunicará con quién?
- ¿Quién recibirá la información?
- ¿Cómo y quién distribuirá la información?
- ¿Qué tecnologías se utilizarán?
- ¿Con qué frecuencia se comunicarán?

El plan de comunicaciones de la empresa se basa en el plan general del proyecto, que detalla cómo se llevará a cabo, se supervisará, se controlará y se concluirá el proyecto. Los elementos del Plan de Gestión de Comunicaciones se revisan y ajustan regularmente a lo largo del proyecto para garantizar que sigan siendo relevantes y efectivos. La respuesta a las preguntas relativas a la comunicación es diferente para cada agente del proyecto y también debe evaluarse en función del interés, el poder y la repercusión que éste tenga en el proyecto o en una

fase concreta de este, mientras que los canales de comunicación para todo el proyecto son los mismos:

- E-mail: comunicaciones técnicas y newsletter.
- Social: actualizaciones públicas, difusión del proyecto.
- Reuniones en persona: gestión y detalles técnicos.

En concreto, al analizar las comunicaciones podemos distinguir para cada participante un plan diferente:

- Universidad de Extremadura: actualizaciones constantes, técnicas y de gestión. Se utiliza el método ágil, por lo que hay varias reuniones a la semana y comunicación constante.
- Junta de Extremadura: actualizaciones de las fases principales, frecuencia trimestral para informes sobre gastos y tiempos del proyecto.
- Universidad Autónoma Metropolitana: actualizaciones constantes en la fase relacionada con el OMR; para el resto del proyecto solo recibirá las actualizaciones destinadas a los usuarios finales y aquellas sobre publicaciones.
- Conservatorio de Mérida: actualizaciones mensuales sobre el progreso, comunicaciones sobre colaboraciones con los profesores, solicitudes de soporte y pruebas.
- Otros conservatorios y usuarios de Sharpmony: solo reciben actualizaciones sociales y boletines informativos, es importante mantenerlos informados y hacerles entender la importancia del nuevo proyecto, pero no son parte activa, por lo tanto, un nivel bajo de actualización es el más adecuado.

Las comunicaciones serán gestionadas por los responsables de cada paquete de trabajo si afectan al mismo y por el director del proyecto para las comunicaciones generales y económicas.

### 3.3 Plan de Gestión del Alcance

El plan de gestión del alcance para el proyecto Sharpmony se estructura de la siguiente manera:

1. Administración del alcance del proyecto: las iniciativas de alcance serán coordinadas a través de reuniones con el equipo de proyecto y revisadas por el director del proyecto. Se buscará la aprobación del alcance por parte de los líderes del proyecto y los principales stakeholder.
2. Evaluación de la estabilidad del alcance: se controlará el alcance del proyecto a través de un proceso de gestión de cambios. Cualquier ajuste o modificación será evaluado en términos de su impacto en el proyecto.
3. Identificación y clasificación de cambios de alcance: se revisarán las solicitudes de cambio de alcance y se tomarán las decisiones necesarias para mantener la coherencia del proyecto con los objetivos establecidos.
4. Descripción y adecuación de los cambios de alcance: integraremos los cambios de alcance que no alteren significativamente los objetivos del proyecto y que aporten valor al resultado final.

La definición del alcance se llevará a cabo a través de reuniones con el equipo de proyecto y los stakeholder. Se desarrollará una declaración de alcance que será revisada y aprobada por todas las partes involucradas antes de su implementación final.

#### 3.3.1 *Recopilar los requisitos*

Para establecer una base sólida para el proyecto, se ha empleado un enfoque polifacético en la recopilación de requisitos, utilizando herramientas y técnicas avanzadas:

- Entrevistas y observación: se realizarán entrevistas con usuarios finales, educadores musicales y profesionales de la música para entender sus necesidades y expectativas respecto a la funcionalidad OMR.

- Grupos de enfoque: se organizarán sesiones con los principales interesados para obtener una visión profunda de los requisitos comerciales y técnicos.
- Estudios comparativos de soluciones existentes: se analizarán competidores y tecnologías similares para establecer benchmarks de rendimiento y funcionalidades deseadas.
- Análisis de documentos: se evaluará documentación de proyectos anteriores, estándares de la industria y estudios de caso relevantes para alinear nuestro proyecto con las mejores prácticas. Además, se evaluará documentación de investigación y científica.
  - Revisión de literatura académica para comprender el estado del arte de la tecnología OMR, del desarrollo web y multiplataforma y de las infraestructuras de nube.
  - Investigación de patentes existentes para asegurar la alineación con la propiedad intelectual y explorar oportunidades de innovación.
  - Benchmarking de algoritmos de OMR que se destacan en publicaciones científicas, identificando aquellos que ofrecen los mejores resultados.

El producto debe ser capaz de integrar la herramienta OMR con un aumento mínimo de los costes operativos y de infraestructura y debe ser compatible con diferentes plataformas y dispositivos para la enseñanza de la música. Además, el proyecto debe presentar un diseño moderno y responsivo compatible con todos los dispositivos disponibles en el mercado. En cuanto a la calidad, la solución debe ofrecer una gran precisión en la conversión de partituras impresas y manuscritas a formatos digitales y cumplir las normas internacionales de notación musical, alcanzando al menos un 80 % de precisión. Los tiempos de carga de la aplicación deben ser mínimos. El diseño y el estilo deben ser uniformes en todos los tipos de pantalla. El proyecto debe ser completado en un plazo de 12 meses, con hitos definidos y revisiones periódicas para asegurar el cumplimiento de los objetivos. Se mantendrá una comunicación clara y constante con todas las partes interesadas, y se adoptará un enfoque ágil para la gestión del proyecto, permitiendo una adaptación rápida a los cambios y una iteración efectiva.

### 3.3.2 Definir el alcance

El alcance de un proyecto es la base sobre la que se asienta todo el plan operativo y determina la dirección de las actividades a realizar. En esta sección sobre la definición del alcance de nuestro proyecto para Sharpmony, delimitamos con precisión los límites en los que se moverá la iniciativa, especificando las funcionalidades esperadas, los entregables y los requisitos de éxito.

El proyecto pretende integrar un sistema de OMR en la actual plataforma Sharpmony, con el objetivo de transformar partituras en papel en formatos digitales editables e interactivos. También pretende modernizar toda la arquitectura de Sharpmony mediante un proyecto de refactorización y migración a la nube.

El objetivo de estos cambios es: hacer más eficiente el acceso y el tratamiento de los materiales didácticos musicales, lo que redundará en una mejora cualitativa del aprendizaje y la enseñanza de la música; reducir el coste y el tiempo de gestión de la aplicación; y mejorar la usabilidad en todos los dispositivos.

A continuación figuran todos los materiales que se entregará n a lo largo del proyecto y a su conclusión, siguiendo un calendario claro, necesario para garantizar el éxito del proyecto:

- Documento de definición del proyecto: documento clave que establece el alcance, los objetivos y los requisitos del proyecto. Incluye información sobre el alcance del proyecto, los resultados previstos y los recursos necesarios.
- Propuesta de solución: descripción detallada de la solución propuesta para alcanzar los objetivos del proyecto. Este documento describe el enfoque técnico, las metodologías y los procesos que se utilizará n.
- Estimación de costes y duración: un análisis en profundidad de los costes asociados al proyecto y una estimación de su duración. Incluye un presupuesto detallado y un calendario del proyecto con hitos.
- Informes de evolución: informes periódicos que documenten el progreso del proyecto. Estos informes proporcionan información actualizada sobre el estado del proyecto,

incluidas las cuestiones resueltas y pendientes.

- Acta de entrega y finalización del proyecto: documento que certifica la finalización del proyecto. Incluye la confirmación de que se han entregado todos los entregables y de que se han cumplido todos los criterios de aceptación.
- Código fuente comentado: el código fuente desarrollado para el proyecto, con comentarios detallados para facilitar su comprensión y mantenimiento.
- Documentación técnica: documentación que detalla la estructura y el funcionamiento del modelo de aprendizaje automático, las API y su proceso de integración con los sistemas existentes. La documentación relativa a la renovación, con la elección de tecnologías y el informe de compatibilidad entre ellas.
- Documentación de la arquitectura: documentación técnica, de mantenimiento y de uso de la infraestructura de nube elegida.
- Manual de uso: guía del usuario final que explica cómo utilizar los productos o sistemas desarrollados. Incluye instrucciones paso a paso, consejos para solucionar problemas e información de soporte.

El proyecto no debe superar el presupuesto previsto de 250.000 euros y debe entregarse completo en el plazo estipulado de 12 meses.

En la fase preliminar se identificaron varios riesgos relacionados con distintos factores, el primero de los cuales se refiere a los retrasos tecnológicos durante el proceso de desarrollo; otro riesgo importante está relacionado con la migración a una nueva infraestructura y la escalabilidad futura. Además, un riesgo especialmente relevante se refiere a la cantidad de datos que pueden recuperarse y utilizarse para entrenar el modelo de aprendizaje automático. Por último, podría haber riesgos relacionados con la normativa sobre el uso de IA en los países en los que se utiliza Sharpmony.

### 3.4 Estructura del Desglose del Trabajo (EDT)

El equipo del proyecto, junto con los expertos en OMR, desarrollo e infraestructura, trabaja en la creación de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT). Esta herramienta es esencial



para garantizar que todas las actividades necesarias estén incluidas y bien definidas.

La EDT es una representación jerárquica del trabajo que debe realizar el equipo del proyecto para completar los objetivos y producir los entregables requeridos. La creación de una EDT es un proceso crítico en la fase inicial de planificación del proyecto, ya que proporciona un marco organizativo que profundiza en el trabajo total a realizar.

En esencia, la EDT desglosa el proyecto en componentes más pequeños y manejables, lo que permite una estimación más precisa del trabajo, los recursos necesarios y la duración total del proyecto. Cada nivel de la estructura proporciona una descripción cada vez más detallada de las actividades del proyecto, garantizando que no se pasa nada por alto y que se tienen en cuenta y se asignan todos los aspectos del proyecto. El resultado, que se muestra en la Figura 3.2, es un diagrama que describe cada fase desde la concepción del proyecto hasta su entrega. Las fases principales son: gestión del proyecto, vigilancia tecnológica, análisis y diseño, desarrollo y creación de prototipos, pruebas y control de calidad, formación, difusión y sostenibilidad.

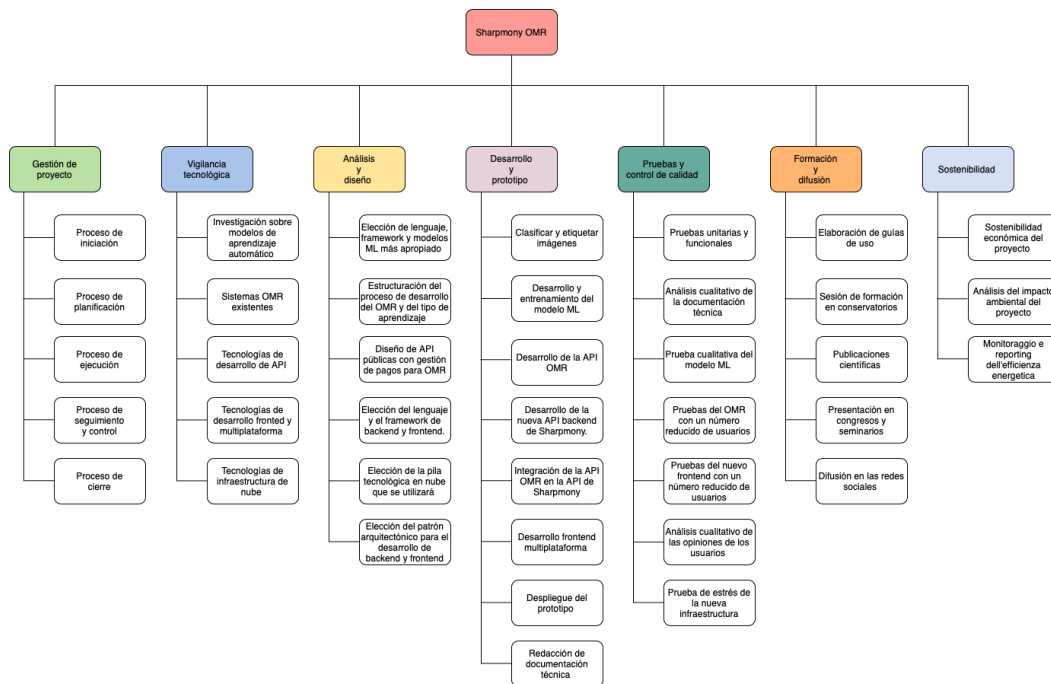


Figura 3.2: Diagrama EDT

### 3.5 Definir las actividades

Partiendo de la EDT propuesta en el apartado anterior, en los siguientes apartados se procederá a la definición de las actividades y su secuenciación, con el objetivo final de obtener el cronograma completo. Para establecer las actividades y su secuenciación de la forma más adecuada, partiremos del estudio de los entregables, recorriendo así todas las actividades necesarias para su creación.

A efectos de gestión de las actividades y del cronograma, se considera una jornada laboral de 8 horas por persona. El cronograma debe revisarse semanalmente para comprobar la evolución respecto a los plazos previstos.

Todas las solicitudes de cambio deben ser aprobadas por el director del proyecto y deben seguir un procedimiento específico: rellenar el formulario adecuado para solicitar el cambio, realizar un estudio del impacto que puede generar el cambio, estudiar los riesgos que pueden surgir y describir y justificar adecuadamente el cambio propuesto. Tras la solicitud, en función de la envergadura del cambio, éste puede ser gestionado exclusivamente por el director del proyecto o, si se considera necesario, se puede convocar una reunión con las personas autorizadas a solicitar cambios en el calendario.

La Tabla 3.3 presenta todas las actividades con sus responsables y una descripción asociada para comprender mejor su finalidad. Las actividades mapean todas las fases del EDT y se distribuyen en función de los intereses y el poder de las partes implicadas en el proyecto.

ID	Actividades	Responsable	Descripción
1.1	Reunión de inicio del proyecto	Elia Pacioni	Reunión necesaria para establecer el inicio del proyecto y planificar los siguientes pasos.

ID	Actividades	Responsable	Descripción
2.1	Vigilancia tecnológica en modelos de machine learning (ML)	Universidad Autónoma Metropolitana	Es necesario comprender qué modelos de aprendizaje automático se utilizan en el mercado y qué tecnologías se están utilizando para el desarrollo.
2.2	Vigilancia tecnológica en sistemas OMR	Conservatorio de Mérida, Universidad Autónoma Metropolitana	El trabajo de vigilancia tecnológica es esencial para comprender el estado actual de la tecnología y permite que el proyecto tome la dirección correcta sin perder tiempo y recursos valiosos.
2.3	Vigilancia tecnológica en desarrollo de API web	Universidad de Extremadura	Tecnologías utilizadas actualmente para ofrecer API escalables y de alto rendimiento.
2.4	Vigilancia tecnológica en desarrollo frontend y multiplataforma	Universidad de Extremadura	Tecnologías utilizadas actualmente para ofrecer API escalables y de alto rendimiento.
2.5	Vigilancia tecnológica en infraestructuras de nube	Universidad de Extremadura	De momento, la aplicación sólo está en servidores locales. Esta documentación se utiliza para evaluar el paso a la nube.

ID	Actividades	Responsable	Descripción
3.1	Elección de lenguaje, framework y modelos ML más apropiado	Universidad Autonoma Metropolitana	Al examinar las relaciones tecnológicas de supervisión y los requisitos de la aplicación, es necesario elegir los marcos y lenguajes adecuados para el desarrollo del modelo ML. Esta elección puede simplificar el entrenamiento posterior, partiendo de modelos preentrenados.
3.2	Estructuración del proceso de desarrollo del OMR y del tipo de aprendizaje	Universidad Autonoma Metropolitana	Elección del tipo de aprendizaje que se utilizará para el modelo OMR, qué variables considerar y cómo estructurar el aprendizaje.
3.3	Diseño de API públicas con gestión de pagos	Universidad de Extremadura	A partir de los documentos elaborados por la vigilancia tecnológica, se eligen el lenguaje y el marco que se van a utilizar, y se diseña una API escalable con el objetivo de dar servicio también a aplicaciones de terceros.
3.4	Elección del lenguaje y del framework de backend y frontend	Universidad de Extremadura	A partir de los documentos elaborados por la vigilancia tecnológica, se eligen el lenguaje y el marco que se van a utilizar, y se diseña una API escalable y sólida.

ID	Actividades	Responsable	Descripción
3.5	Elección de la pila tecnológica de nube que se utilizará	Universidad de Extremadura	A partir de los documentos elaborados por la vigilancia tecnológica, se eligen el proveedor de la nube, las tecnologías y los servicios que se utilizarán para el proyecto.
3.6	Elección del patrón arquitectónico para el desarrollo de backend y frontend	Universidad de Extremadura	A partir de los documentos elaborados por la vigilancia tecnológica, se elige la arquitectura para la creación de la aplicación.
4.1	Clasificar y etiquetar imágenes	Conservatorio de Mérida	Se recopilan y clasifican todas las imágenes de partituras. Si es necesario, se aplican etiquetas útiles para los sistemas de aprendizaje.
4.2	Desarrollo y entrenamiento del modelo ML	Universidad Autónoma Metropolitana	A partir de las especificaciones proporcionadas y de las imágenes clasificadas, se configura el entorno y se desarrolla y entrena el modelo ML.
4.3	Desarrollo de la API OMR	Universidad de Extremadura	Desarrollo de la API web que proporciona acceso al modelo ML. Definición de rutas, creación de documentación con Swagger <sup>1</sup> y despliegue en el servidor de pruebas.

---

<sup>1</sup><https://swagger.io>

ID	Actividades	Responsable	Descripción
4.4	Desarrollo de la API backend de Sharpmony	Elia Pacioni	Desarrollo de la API backend que proporciona acceso a toda la aplicación Sharpmony. Definición de rutas, creación de documentación con Swagger y despliegue en el servidor de pruebas.
4.5	Integración de la API OMR en la API de Sharpmony	Universidad de Extremadura y Universidad Autónoma Metropolitana	Integración de la API en la aplicación existente de Sharpmony.
4.6	Desarrollo frontend multi-plataforma	Universidad de Extremadura	Desarrollo del frontend conectado a la API Sharpmony. Frontend web, de escritorio y móvil.
4.7	Despliegue del prototipo	Universidad de Extremadura y Universidad Autónoma Metropolitana	Despliegue completo del modelo entrenado, la API y la nueva versión de Sharpmony con la integración de la nueva función en la nube.
4.8	Redacción de documentación técnica	La persona responsable de cada actividad	Redacción de la documentación técnica de cada fase de desarrollo.
5.1	Pruebas unitarias y funcionales	Universidad de Extremadura, Conservatorio de Mérida	Pruebas exhaustivas en el prototipo puesto a disposición. Examen de los casos límite e informe final de las pruebas.

ID	Actividades	Responsable	Descripción
5.2	Análisis cualitativo de la documentación técnica	Elia Pacioni	Análisis de la documentación de cada fase de desarrollo, necesaria para garantizar la continuidad del desarrollo incluso después del cierre del proyecto.
5.3	Prueba cualitativa del modelo ML	Universidad Autónoma Metropolitana	Prueba aislada del modelo ML en busca de un funcionamiento anormal en casos extremos.
5.4	Pruebas del OMR con un número reducido de usuarios	Universidad de Extremadura	Selección de un pequeño grupo de usuarios y prueba sobre el terreno. Complimentación de cuestionarios por los participantes en la prueba beta.
5.5	Pruebas del nuevo frontend con un número reducido de usuarios	Universidad de Extremadura	Selección de un pequeño grupo de usuarios y pruebas sobre el terreno del nuevo frontend en varios dispositivos. Complimentación de cuestionarios por los participantes en las pruebas beta.
5.6	Análisis cualitativo de las opiniones de los usuarios	Conservatorio de Mérida	Análisis de los comentarios de los usuarios, clasificación y estudio de los niveles de satisfacción. Necesario para identificar problemas con la nueva funcionalidad.

ID	Actividades	Responsable	Descripción
5.7	Prueba de estrés de las infraestructuras	Elia Pacioni	Pruebas de carga de la infraestructura para ver las configuraciones relacionadas con la escalabilidad y los tiempos de respuesta bajo cargas elevadas.
6.1	Elaboración de guías de uso	Conservatorio de Mérida	Creación de manuales de usuario, necesarios en el momento del despliegue público.
6.2	Sesión de formación en conservatorios	Francisco Fernández de Vega	Presentación de la aplicación final en conservatorios con sesiones de formación para profesores y estudiantes.
6.3	Publicaciones científicas	Universidad Autónoma Metropolitana	Redacción de artículos para revistas especializadas.
6.4	Presentación en congresos y seminarios	Universidad de Extremadura	Publicación del trabajo realizado como póster o artículo de conferencia. Publicación de nuevos avances y de la aplicación en sí.
6.5	Difusión en las redes sociales	Conservatorio de Mérida	Dar a conocer el proyecto y sus avances en las principales redes sociales para que el público no profesional pueda acercarse al proyecto.
7.1	Sostenibilidad económica del proyecto	Junta de Extremadura	Viabilidad económica del proyecto.



ID	Actividades	Responsable	Descripción
7.2	Análisis del impacto ambiental del proyecto	Universidad de Extremadura	Impacto que el desarrollo y mantenimiento del proyecto puede tener en el medio ambiente, informe sobre cómo mitigar los problemas encontrados.
7.3	Seguimiento e informes sobre eficiencia energética	Universidad Autónoma Metropolitana	Informes y estudios sobre el consumo de energía en diferentes condiciones de entrenamiento y aplicación del modelo ML.
1.2	Proceso de cierre	Elia Pacioni	Cierre oficial del proyecto.

**Tabla 3.3:** Definición de las actividades del proyecto.

### 3.5.1 Secuenciar las actividades y cronograma

La Tabla 3.4 proporciona la secuencia de las actividades que componen el proyecto, indicando claramente qué actividades pueden realizarse en paralelo y cuáles deben esperar necesariamente a la finalización de una actividad anterior. Secuenciar correctamente las actividades es un punto fundamental para poder cumplir los plazos y tiempos de entrega del proyecto.

ID	Actividades	Precedentes
1.1	Reunión de inicio del proyecto	No
2.1	Vigilancia tecnológica en modelos de ML	1.1
2.2	Vigilancia tecnológica en sistemas OMR	1.1
2.3	Vigilancia tecnológica en desarrollo de API web	1.1
2.4	Vigilancia tecnológica en desarrollo frontend y multiplataforma	1.1

ID	Actividades	Precedentes
2.5	Vigilancia tecnológica en infraestructuras de nube	1.1
3.1	Elección de lenguaje, framework y modelos ML más apropiado	2.1, 2.2
3.2	Estructuración del proceso de desarrollo del OMR y del tipo de aprendizaje	2.1, 2.2
3.3	Diseño de API públicas con gestión de pagos	2.3
3.4	Elección del lenguaje y del framework de backend y frontend	2.4
3.5	Elección de la pila tecnológica de nube que se utilizará	2.5
3.6	Elección del patrón arquitectónico para el desarrollo de backend y frontend	3.4
4.1	Clasificar y etiquetar imágenes	3.2
4.2	Desarrollo y entrenamiento del modelo ML	3.1, 3.2
4.3	Desarrollo de la API OMR	3.3
4.4	Desarrollo de la API backend de Sharpmony	3.6
4.5	Integración de la API OMR en la API de Sharpmony	4.4
4.6	Desarrollo frontend multiplataforma	4.5
4.7	Despliegue del prototipo	4.6
4.8	Redacción de documentación técnica	4.2, 4.3, 4.4
5.1	Pruebas unitarias y funcionales	4.7
5.2	Análisis cualitativo de la documentación técnica	4.8
5.3	Prueba cualitativa del modelo ML	5.1
5.4	Pruebas del OMR con un número reducido de usuarios	5.3
5.5	Pruebas del nuevo frontend con un número reducido de usuarios	5.1

ID	Actividades	Precedentes
5.6	Análisis cualitativo de las opiniones de los usuarios	5.5
5.7	Pruebas de estrés de las infraestructuras	5.1
6.1	Elaboración de guías de uso	5.6
6.2	Sesión de formación en conservatorios	5.7
6.3	Publicaciones científicas	5.3, 5.4
6.4	Presentación en congresos y seminarios	5.3, 5.4
6.5	Difusión en las redes sociales	5.3, 5.4
7.1	Sostenibilidad económica del proyecto	3.1, 3.2, 3.3
7.2	Análisis del impacto ambiental del proyecto	3.1, 3.2, 3.3
7.3	Seguimiento e informes sobre eficiencia energética	4.2
1.2	Proceso de cierre	6.1, 6.2

**Tabla 3.4:** Cronograma de las actividades del proyecto.

### 3.6 Planificar la gestión de los riesgos

La administración eficaz de riesgos en el proyecto requiere un enfoque sistemático y proactivo para garantizar la identificación y el tratamiento adecuado de posibles obstáculos. Considerando la naturaleza y magnitud del proyecto, se ha estimado oportuno asignar un 6 % del presupuesto total a la gestión de riesgos, reflejando su clasificación como un proyecto de riesgo moderado.

#### 3.6.1 Identificación y Categorización de Riesgos

Los riesgos específicos del proyecto han sido categorizados como sigue:

- Riesgos Tecnológicos: obsolescencia tecnológica, fallos de software/hardware, problemas de seguridad de la información.

- Riesgos de Gestión de Proyecto: desviaciones del alcance, retrasos en la entrega, problemas de coordinación.
- Riesgos Organizativos: cambios en la estructura del equipo, rotación del personal, conflictos internos.
- Riesgos Legales y de Conformidad: incumplimiento de normativas, violaciones de licencias, disputas contractuales.
- Riesgos Ambientales y Externos: desastres naturales, pandemias, factores socio-políticos.

Teniendo en cuenta las posibles categorías de riesgo, la Tabla 3.5 identifica los riesgos asociados al proyecto y para cada uno de ellos se indica la categoría de riesgo, una descripción y sus consecuencias.

Riesgo	Tipo	Descripción
Dificultades en la integración de microservicios	Tecnológico	Al integrar el nuevo servicio OMR pueden surgir problemas de incompatibilidad tecnológica.
Volumen limitado de datos para entrenar el modelo OMR	Tecnológico	Una de las mayores dificultades es encontrar los datos para entrenar el modelo ML, las fotos necesarias deben ser etiquetadas por profesiones y esto compone un gran obstáculo para la realización del proyecto.

Riesgo	Tipo	Descripción
Obsolescencia tecnológica durante el desarrollo del proyecto	Tecnológico	El riesgo de elegir una tecnología que podría dejar de recibir soporte o no ser compatible con la pila tecnológica utilizada.
Falta de disponibilidad o rendimiento de la nube durante la actualización	Infraestructura	Es posible que los servidores utilizados no cumplan las exigencias de la aplicación tras la actualización.
Retrasos en el plan de algunos paquetes de trabajo	Gestión de proyectos	Pueden producirse retrasos en la entrega por problemas internos y externos.
Incumplimiento de la normativa sobre privacidad de datos en todos los países	Legal / Conformidad	Cada país tiene una normativa diferente para las aplicaciones web y, en los últimos tiempos, para el uso de la IA y su ética. Es importante respetar toda la normativa para no incurrir en retrasos o multas.
Rotación del equipo técnico que puede causar pérdida de conocimientos y retrasos	HR	La gran demanda de personal en el ámbito tecnológico puede dar lugar a rotaciones inesperadas dentro del equipo. Estas situaciones provocan retrasos imprevistos.

**Tabla 3.5:** Riesgos identificados en el proyecto.

El proceso de gestión de riesgos se realizará a través de las siguientes etapas:

1. Análisis Cualitativo de Riesgos: evaluación de la probabilidad e impacto de cada riesgo.

2. Análisis Cuantitativo de Riesgos: uso de modelos estadísticos para cuantificar impactos.
3. Planificación de Respuestas a Riesgos: desarrollo de estrategias específicas para cada riesgo.
4. Asignación de Responsabilidades: roles claros para la implementación de estrategias de respuesta.
5. Monitoreo y Control de Riesgos: procedimientos para seguimiento continuo de riesgos.

### 3.6.2 Análisis cualitativo de riesgos

La gestión proactiva de riesgos es esencial para la integridad y la viabilidad de cualquier proyecto. La presente sección detalla la metodología adoptada para la evaluación cualitativa de riesgos, que es fundamental para identificar y priorizar los riesgos basándose en su probabilidad de ocurrencia e impacto potencial. Este enfoque estructurado proporciona una base para formular estrategias de mitigación efectivas.

Mediante la implementación de una escala estandarizada, se ha cuantificado la probabilidad e impacto de cada riesgo, asignando una clasificación de gravedad correspondiente. La Tabla 3.6 sintetiza los resultados, destacando los riesgos más significativos que podrían influir en el curso del proyecto, y orienta la asignación de recursos para las acciones de mitigación.

Hemos adoptado una escala bifactorial que clasifica la probabilidad en cinco niveles: 'Muy Bajo', 'Bajo', 'Mediano', 'Alto', y 'Muy Alto'. Análogamente, el impacto se mide en una escala similar para estimar el efecto potencial en los objetivos del proyecto.

- Probabilidad (Prob.): se ha asignado un valor numérico a cada nivel de probabilidad, comenzando con 0,10 para 'Muy Bajo' hasta 0,90 para 'Muy Alto'.
- Impacto (Imp.): se ha determinado de manera correspondiente, asignando un valor de 0,05 a 'Muy Bajo' hasta 0,80 para 'Muy Alto'.

La clasificación (Clas.) de riesgos resultante se obtiene de la multiplicación de estos valores, proporcionando una medida cuantitativa de gravedad. Los resultados de esta evaluación se

resumen en la Tabla 3.6, donde se articulan las estrategias de mitigación pertinentes.

Riesgo	Tipo	Descripción	Prob.	Imp.	Clas.
Dificultades en la integración de microservicios	Tecnológico	Al integrar el nuevo servicio OMR pueden surgir problemas de incompatibilidad tecnológica.	Media	Alto	Media
Volumen limitado de datos para entrenar el modelo OMR	Tecnológico	Una de las mayores dificultades es encontrar los datos para entrenar el modelo ML, las fotos necesarias deben ser etiquetadas por profesiones y esto compone un gran obstáculo para la realización del proyecto.	Alta	Alto	Alta
Obsolescencia tecnológica durante el desarrollo del proyecto	Tecnológico	El riesgo de elegir una tecnología que podría dejar de recibir soporte o no ser compatible con la pila tecnológica utilizada.	Baja	Medio	Baja

Riesgo	Tipo	Descripción	Prob.	Imp.	Clas.
Falta de disponibilidad o rendimiento de la nube durante la actualización	Infraestructura	Es posible que los servidores utilizados no cumplan las exigencias de la aplicación tras la actualización.	Baja	Medio	Baja
Retrasos en el plan de algunos paquetes de trabajo	Gestión de proyectos	Pueden producirse retrasos en la entrega por problemas internos y externos.	Media	Medio	Media
Incumplimiento de la normativa sobre privacidad de datos en todos los países	Legal / Conformidad	Cada país tiene una normativa diferente para las aplicaciones web y, en los últimos tiempos, para el uso de la IA y su ética.	Media	Alto	Media
Rotación del equipo técnico que puede causar pérdida de conocimientos y retrasos	HR	La gran demanda de personal en el ámbito tecnológico puede dar lugar a rotaciones inesperadas dentro del equipo.	Alta	Alto	Alta

**Tabla 3.6:** Análisis cualitativo de riesgos.



### 3.6.3 Análisis cuantitativo de riesgos

El análisis cuantitativo de riesgos es un proceso más detallado y numérico que el cualitativo. Mientras que el análisis cualitativo clasifica los riesgos en función de su probabilidad e impacto percibidos, el análisis cuantitativo intenta asignar valores numéricos específicos a estos factores para calcular el efecto potencial global de los riesgos en el proyecto. La Tabla 3.7 muestra el análisis realizado.

Riesgo	Tipo	Prob.	Imp.	Clas.	Coste	Reserva
Dificultades en la integración de microservicios	Tecnológico	Media	Alto	Media	€ 5.000,00	€ 2.250,00
Volumen limitado de datos para entrenar el modelo OMR	Tecnológico	Alta	Alto	Alta	€ 3.500,00	€ 2.625,00
Obsolescencia tecnológica durante el desarrollo del proyecto	Tecnológico	Baja	Medio	Baja	€ 1.700,00	€ 425,00
Falta de disponibilidad o rendimiento de la nube durante la actualización	Infraestructura	Baja	Medio	Baja	€ 1.200,00	€ 300,00
Retrasos en el plan de algunos paquetes de trabajo	Gestión de proyectos	Media	Medio	Media	€ 3.000,00	€ 1.350,00

Riesgo	Tipo	Prob.	Imp.	Clas.	Coste	Reserva
Incumplimiento de la normativa sobre privacidad de datos en todos los países	Legal / Conformidad	Media	Alto	Media	€ 2.500,00	€ 1.125,00
Rotación del equipo técnico que puede causar pérdida de conocimientos y retrasos	HR	Alta	Alto	Alta	€ 5.000,00	€ 3.750,00
Total reserva						€ 11.825,00

**Tabla 3.7:** Análisis cuantitativo de riesgos.

A la luz del análisis cuantitativo de riesgos realizado y presentado en la Tabla 3.7, considerando un presupuesto de reserva para riesgos de 15.000 euros, la reserva para imprevistos calculada asciende a 11.825 euros. Este resultado indica que la planificación financiera de la gestión de riesgos fue prudente y generó una reserva suficiente para cubrir las hipótesis de riesgo previstas, con un excedente de 3.175 euros. Este margen de seguridad proporciona una capacidad de absorción adecuada para algún riesgo aún no identificado o para la intensificación de las actuales estrategias de mitigación de riesgos. Sin embargo, es imperativo mantener un enfoque proactivo de la supervisión de riesgos, ajustando la reserva en función de los cambios en el perfil de riesgo del proyecto durante su ciclo de vida.

#### 3.6.4 Planificar la respuesta a los riesgos

La planificación de la respuesta al riesgo es un aspecto fundamental que requiere una cuidadosa consideración tanto de los riesgos positivos (oportunidades) como de los negativos (amenazas). Esta sección está dedicada a desarrollar estrategias específicas para gestionar

ambas categorías de riesgos, garantizando no sólo la mitigación de los impactos adversos sino también la capitalización de las oportunidades.

Para los riesgos que podrían afectar negativamente al proyecto, se desarrollan estrategias de mitigación, evitación, transferencia y aceptación. El objetivo es reducir la probabilidad de que se produzcan o minimizar su impacto para salvaguardar los objetivos de tiempo, coste y calidad del proyecto. Paralelamente, se identifican las oportunidades que podrían aportar beneficios significativos. La Tabla 3.8 presenta las respuestas a los riesgos, las estrategias en este contexto incluyen explotar, compartir y mejorar estas oportunidades para maximizar los beneficios del proyecto.

Riesgo	Tipo	Clas.	Respuesta
Dificultades en la integración de microservicios	Tecnológico	Media	Adoptar estándares de comunicación, prever pruebas de integración exhaustivas.
Volumen limitado de datos para entrenar el modelo OMR	Tecnológico	Alta	Aprovechar al máximo las técnicas de aumento de datos y estudiar la posibilidad de establecer asociaciones para la adquisición de datos.
Obsolescencia tecnológica durante el desarrollo del proyecto	Tecnológico	Baja	Seguimiento constante de las tecnologías emergentes y previsión de flexibilidad en la arquitectura.
Falta de disponibilidad o rendimiento de la nube durante la actualización	Infraestructura	Baja	Elija uno o varios proveedores responsables, realice pruebas de estrés y cuente con un plan de restauración.
Retrasos en el plan de algunos paquetes de trabajo	Gestión de proyectos	Media	Definir un proceso de gobernanza claro y establecer planes de contingencia para los retrasos.

Riesgo	Tipo	Clas.	Respuesta
Incumplimiento de la normativa sobre privacidad de datos en todos los pa'ises	Legal / Conformidad	Media	Realizar un ana'lysis previo del cumplimiento de la normativa y organizar sesiones de formaci3n sobre el GDPR. Posiblemente deshabilitar temporalmente la recogida de datos de los usuarios.
Rotaci3n del equipo t3cnico que puede causar p3rdida de conocimientos y retrasos	HR	Alta	Aplicar un plan de sucesi3n y retenci3n de conocimientos.

**Tabla 3.8:** Respuesta a los riesgos.

### 3.7 Desarrollar el cronograma

El cronograma, o calendario del proyecto, es una herramienta fundamental en la gesti3n de proyectos, ya que proporciona una visi3n detallada de los plazos y fechas l'mite asociados a cada componente del proyecto. Mediante el uso de t3cnicas avanzadas de planificaci3n y la consideraci3n de factores cr'iticos como las dependencias entre actividades, los recursos disponibles y las limitaciones de tiempo, esta secci3n pretende establecer un cronograma operativo que no s3lo sea factible, sino que tambie'n este' optimizado para garantizar la eficiencia y la puntualidad en la ejecuci3n del proyecto.

Este ana'lysis se servira' de la informaci3n recopilada en las fases previas del proyecto, incluida la EDT y la secuenciaci3n de actividades, para garantizar que todos los aspectos del proyecto se tienen en cuenta con precisi3n y que el cronograma final refleja una estrategia bien pensada y realista.

### 3.7.1 Estimar la duración de las actividades

Estimar la duración de las actividades es un componente crucial en la planificación de un proyecto. Requiere un análisis preciso de las tareas que deben completarse, teniendo en cuenta los recursos disponibles y las interdependencias entre actividades. La precisión en esta fase es indispensable para construir un cronograma fiable, que será la piedra angular para supervisar y controlar el avance del proyecto.

Para estimar la duración de las actividades, utilizamos el método project evaluation and review technique (PERT), que utiliza tres estimaciones de tiempo para cada actividad: optimista (O), más probable (P) y pesimista (L), combinándolas para calcular una duración media ponderada:

$$TE = \frac{O+4P+L}{6}$$

Este enfoque estadístico ayuda a gestionar las incertidumbres y proporciona una base realista para planificar y optimizar los calendarios de los proyectos. El PERT se utiliza ampliamente en diversos sectores, como la construcción, la ingeniería y el desarrollo de software, para mejorar la visualización, la gestión de recursos y la mitigación de riesgos en los proyectos. Todas las estimaciones de la Tabla 3.9 se expresan en días.

ID	Actividades	O	P	L	TE
1.1	Reunión de inicio del proyecto	5	10	15	10
2.1	Vigilancia tecnológica en modelos de ML	40	60	80	60
2.2	Vigilancia tecnológica en sistemas OMR	40	60	80	60
2.3	Vigilancia tecnológica en desarrollo de API web	40	60	80	60
2.4	Vigilancia tecnológica en desarrollo frontend y multiplataforma	40	60	80	60

2.5	Vigilancia tecnológica en infraestructuras de nube	40	60	80	60
3.1	Elección de lenguaje, framework y modelos ML más apropiado	5	10	15	10
3.2	Estructuración del proceso de desarrollo del OMR y del tipo de aprendizaje	15	20	30	21
3.3	Diseño de API públicas con gestión de pagos	10	20	25	19
3.4	Elección del lenguaje y del framework de backend y frontend	5	10	15	10
3.5	Elección de la pila tecnológica de nube que se utilizará	5	10	15	10
3.6	Elección del patrón arquitectónico para el desarrollo de backend y frontend	5	10	15	10
4.1	Clasificar y etiquetar imágenes	30	40	50	40
4.2	Desarrollo y entrenamiento del modelo ML	40	60	90	62
4.3	Desarrollo de la API OMR	20	30	60	33
4.4	Desarrollo de la API backend de Sharpmony	40	60	90	62
4.5	Integración de la API en Sharpmony	20	30	40	30
4.6	Desarrollo fronted multiplataforma	20	30	60	33
4.7	Despliegue del prototipo	10	15	20	15

4.8	Redacción de documentación técnica	20	30	40	30
5.1	Pruebas unitarias y funcionales	20	30	40	30
5.2	Análisis cualitativo de la documentación técnica	10	15	20	15
5.3	Prueba cualitativa del modelo ML	5	10	20	11
5.4	Pruebas del OMR con un número reducido de usuarios	10	15	20	15
5.5	Pruebas del nuevo frontend con un número reducido de usuarios	10	15	20	15
5.6	Análisis cualitativo de las opiniones de los usuarios	10	15	20	15
5.7	Pruebas de estrés de las infraestructuras	10	15	20	15
6.1	Elaboración de guías de uso	10	15	20	15
6.2	Sesión de formación en conservatorios	10	15	20	15
6.3	Publicaciones científicas	20	30	40	30
6.4	Presentación en congresos y seminarios	10	15	20	15
6.5	Difusión en las redes sociales	10	15	20	15
7.1	Sostenibilidad económica del proyecto	5	15	20	14
7.2	Análisis del impacto ambiental del proyecto	10	15	30	17
7.3	Seguimiento e informes sobre eficiencia energética	20	30	40	30
1.2	Proceso de cierre	5	10	15	10

---

**Tabla 3.9:** Estimaciones de la duración de las actividades.

### 3.7.2 Cronograma

Para representar correctamente el cronograma, se utiliza el diagrama de Gantt, que permite visualizar y planificar en el tiempo las actividades con un único diagrama. La Figura 3.3 muestra muestra el cronograma completo con las actividades secuenciadas y las relaciones temporales para todo el tiempo del proyecto.

### 3.8 Planificar la gestión de la calidad

La gestión de la calidad en este proyecto se centra en la integración del modelo ML, la calidad alcanzada y el buen funcionamiento de la aplicación y la infraestructura actualizadas en todas sus partes. Para medir correctamente la calidad, es preciso definir normas claras y cuantificables:

- Se debe alcanzar y mantener una precisión del 80% en el modelo de ML, lo que garantizará resultados fiables y precisos para los usuarios.
- El tool de OMR debe integrarse sin problemas en la plataforma existente, asegurando la compatibilidad y la eficiencia.
- Las API de backend y frontend deben estar correctamente desacopladas.
- Las API de backend y frontend deben estar correctamente desacopladas.
- La infraestructura debe escalar en tiempo real en función de la carga requerida.
- Las guías deben ser claras, concisas y fácilmente comprensibles, permitiendo a los usuarios nuevos utilizar el sistema eficientemente desde el principio.

Para garantizar el cumplimiento de las normas de calidad establecidas, hay que implantar un sistema de control de calidad. Entre las actividades más importantes se encuentran las



revisiones técnicas para validar los pasos de desarrollo realizados y las pruebas con usuarios centradas exclusivamente en el correcto funcionamiento; los resultados de las pruebas deben introducirse en un programa de retroalimentación, que se utiliza para el seguimiento continuo de la calidad.

Cada mes, se debe crear un informe de calidad sobre lo que se ha desarrollado, incluyendo los resultados obtenidos y los problemas que han surgido, ya que a través del seguimiento continuo se evitan problemas mayores que pueden surgir al final del proyecto.

Es necesario establecer un proceso claro para revisar y aprobar cualquier cambio en la gestión de la calidad, asegurando que todos los cambios sean documentados y comunicados adecuadamente.

Por último, deben crearse indicadores clave de rendimiento (KPI, del inglés: key performance indicator) para medir la precisión del modelo de ML, la eficacia de la integración del OMR y el rendimiento de la infraestructura utilizada.

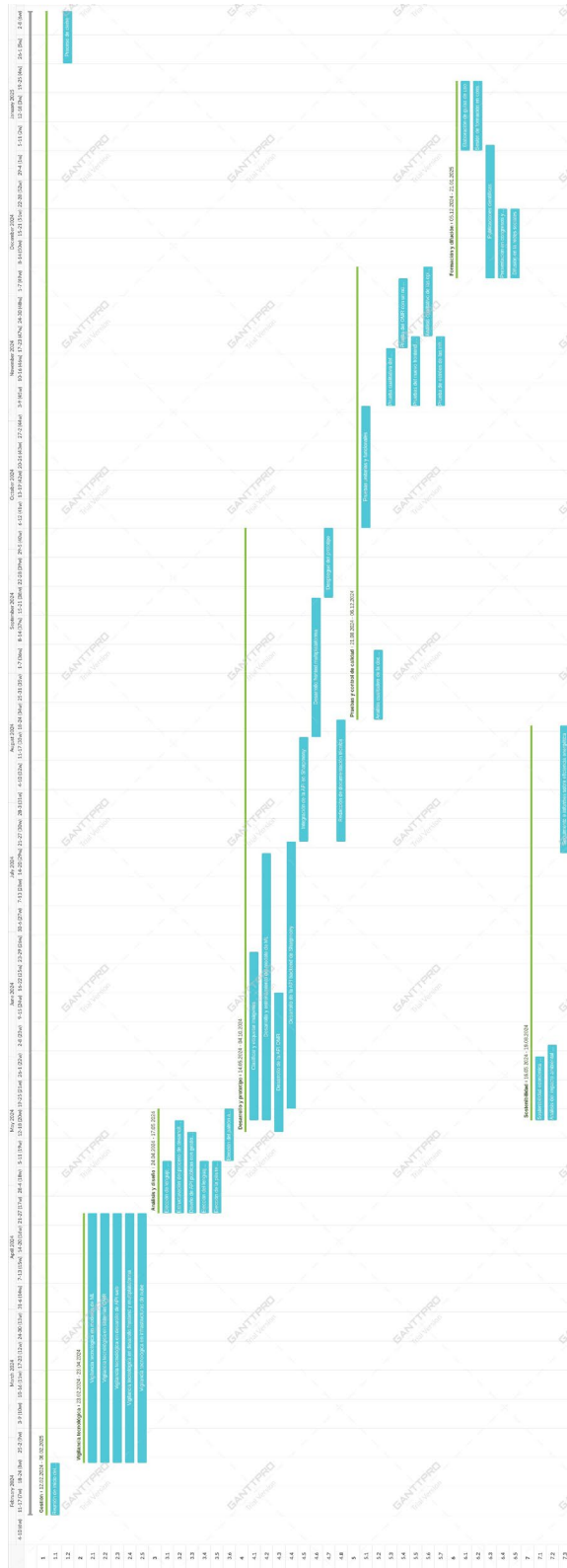


Figura 3.3: Diagrama de GANTT



## 4. Presupuesto

El objetivo principal de este proyecto no es obtener beneficios económicos, sin embargo es importante planificar correctamente los costes para no encontrarse con problemas durante el desarrollo del proyecto. Todos los costes del proyecto corren a cargo de la Junta de Extremadura, que apoya el proyecto con financiación europea del programa ‘HorizonEU’<sup>1</sup>.

Los costes cubren todos los aspectos del proyecto, desde los recursos humanos hasta el equipo necesario para su desarrollo, sin olvidar los costes de viajes, publicaciones y difusión del proyecto. Por lo tanto, cada fase tiene unos costes claramente definidos que pueden estimarse al principio del proyecto y utilizarse para definir el presupuesto del mismo. En la sección siguiente se hace una estimación detallada de los costes, justificando la utilidad de cada uno.

El objetivo de la actividad de estimación es definir con la mayor precisión posible el presupuesto necesario para ejecutar las actividades del proyecto, teniendo en cuenta todos los recursos necesarios. Este proceso debe llevarse a cabo con rigor metodológico, utilizando técnicas y herramientas validadas, como el análisis ascendente, el cálculo paramétrico de costes o las estimaciones analógicas, para garantizar la mayor fidelidad posible a los costes reales.

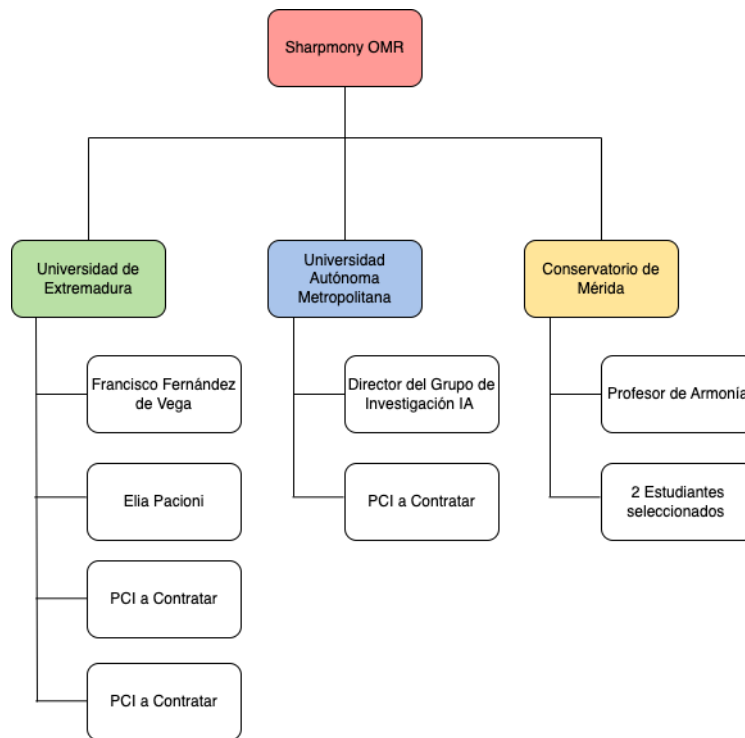
### 4.1 Planificar la gestión de recursos

La gestión de los recursos, tanto humanos como tecnológicos, es crucial para el progreso eficaz de los proyectos. Es imperativo asignar los recursos humanos de manera que se potencien las competencias específicas de cada miembro del equipo, fomentando un entorno de trabajo productivo y mitigando el riesgo de rotación. Del mismo modo, la adquisición y utilización óptima de los recursos tecnológicos son esenciales para garantizar las operaciones y la innovación constante. Una planificación y un seguimiento meticulosos permiten anticipar

---

<sup>1</sup><https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe.en>

y satisfacer las necesidades de los proyectos, fomentando una asignación de recursos eficaz.



**Figura 4.1:** Digrama de los recursos humanos.

La Figura 4.1 muestra la estructura de los recursos humanos necesarios para el proyecto, divididos según la entidad de origen. La Tabla 4.1 de esta sección muestra todos los recursos materiales necesarios para el buen funcionamiento del proyecto.

Recurso	Unidades	Justificación
Macbook Pro 14"	5	Para los miembros de la Universidad de Extremadura y el PCI de la Universidad Autónoma Metropolitana.
Pantalla Samsung S5 S50GC	5	En combinación con porta'tiles.
Teclado y ratón Apple	5	En combinación con porta'tiles.
NVIDIA Tesla A100 Ampere 40 GB	2	Para potenciar el clúster para el entrenamiento de modelos ML.

**Tabla 4.1:** Recursos tecnológicos.

Todos los contratos realizados al inicio del proyecto tienen una duración de 12 meses. En caso de cambios imprevistos durante el proyecto, las posibles nuevas contrataciones podrá'n prorrogarse hasta la duración del proyecto. Para definir los salarios de las personas que trabajan en el proyecto se utiliza la tabla definida por la Universidad de Extremadura para la contratación de investigadores <sup>2</sup>.

Los profesores de la Universidad de Extremadura y de la Universidad Autónoma Metropolitana no esta'n incluidos en los costes del proyecto ya que su contrato es directamente con la universidad y no esta'n pagados por el proyecto.

Los costes indicados son por persona contratada individualmente, la reserva total indica el coste total que debe asumir la universidad para realizar ese contrato, incluidos todos los costes obligatorios. A partir de ah'ı se calcula el salario bruto anual que son los ingresos reales de la persona contratada. La Tabla 4.2 resume los costes relacionados con el personal.

Recurso	Reserva total	Coste bruto anual	N
Director del proyecto	€ 50.000,00	€ 36.840,00	1
PCI	€ 30.000,00	€ 21.996,24	3
Total	€ 140.000,00		

**Tabla 4.2:** Costes de los recursos humanos.

Adema's de los costes de recursos humanos, existen costes de recursos materiales, que son necesarios para disponer del equipamiento adecuado para poder desarrollar el proyecto y completar correctamente cada actividad. La Tabla 4.3 muestra que' equipamiento se necesita y los costes asociados.

<sup>2</sup><https://www.unex.es/organizacion/servicios-universitarios/servicios/gestion-recursos-humanos-investigacion/convocatorias-y-ayudas/normativas-y-documentos/documentos-pci-para-concurso/COSTESDEPCIDURACINDETERMINADA2023MEI.pdf>

Recurso	Unidades	Coste
Macbook Pro 14"	5	€ 2.500,00
Pantalla Samsung S5 S50GC	5	€ 400,00
Teclado y ratón Apple	5	€ 200,00
NVIDIA Tesla A100 Ampere 40 GB	2	€ 10.000,00
Total		€ 33.000,00

**Tabla 4.3:** Costes de los recursos materiales.

Una vez determinados los recursos, se asignan a las respectivas actividades. Los recursos materiales se utilizan a lo largo de todo el proyecto, por lo que en esta fase nos centramos en los recursos humanos de cada actividad. La Tabla 4.4 ofrece una visión general de las actividades, los gestores y los recursos asignados a cada actividad.

ID	Actividades	Responsable	Recursos
1.1	Reunión de inicio del proyecto	Elia Pacioni	Francisco Fernández de Vega, Elia Pacioni, Representante Junta de Extremadura y UAM
2.1	Vigilancia tecnológica en modelos de ML	Universidad Autónoma Metropolitana	Representante y PCI UAM
2.2	Vigilancia tecnológica en sistemas OMR	Conservatorio de Mérida, Universidad Autónoma Metropolitana	PCI UAM, Profesor Conservatorio de Mérida
2.3	Vigilancia tecnológica en desarrollo de API web	Universidad de Extremadura	Elia Pacioni, PCI UEx
2.4	Vigilancia tecnológica en desarrollo frontend y multiplataforma	Universidad de Extremadura	Elia Pacioni, PCI UEx

ID	Actividades	Responsable	Recursos
2.5	Vigilancia tecnológica en infraestructuras de nube	Universidad de Extremadura	Elia Pacioni, PCI UEx
3.1	Elección de lenguaje, framework y modelos ML más apropiado	Universidad Autónoma Metropolitana	Elia Pacioni, Representante UAM
3.2	Estructuración del proceso de desarrollo del OMR y del tipo de aprendizaje	Universidad Autónoma Metropolitana	Representante y PCI UAM, PCI UEx
3.3	Diseño de API públicas con gestión de pagos	Universidad de Extremadura	PCI UEx
3.4	Elección del lenguaje y del framework de backend y frontend	Universidad de Extremadura	Elia Pacioni, PCI UEx
3.5	Elección de la pila tecnológica de nube que se utilizará	Universidad de Extremadura	Elia Pacioni, PCI UEx
3.6	Elección del patrón arquitectónico para el desarrollo de backend y frontend	Universidad de Extremadura	Elia Pacioni, PCI UEx
4.1	Clasificar y etiquetar imágenes	Conservatorio de Mérida	Profesor y estudiantes Conservatorio de Mérida
4.2	Desarrollo y entrenamiento del modelo ML	Universidad Autónoma Metropolitana	PCI UAM y UEx
4.3	Desarrollo de la API OMR	Universidad de Extremadura	PCI UEx y UAM



ID	Actividades	Responsable	Recursos
4.4	Desarrollo de la API backend de Sharpmony	Elia Pacioni	PCI UEx y UAM
4.5	Integración de la API en Sharpmony	Universidad de Extremadura	PCI UEx
4.6	Desarrollo frontend multiplataforma	Universidad de Extremadura	PCI UEx y UAM
4.7	Despliegue del prototipo	Universidad de Extremadura y Universidad Autónoma Metropolitana	Elia Pacioni, Representante UAM, PCI UEx y UAM
4.8	Redacción de documentación técnica	La persona responsable de cada actividad	PCI UEx y UAM
5.1	Pruebas unitarias y funcionales	Universidad de Extremadura, Conservatorio de Mérida	PCI UEx, Profesor Conservatorio de Mérida
5.2	Análisis cualitativo de la documentación técnica	Elia Pacioni	Elia Pacioni, Francisco Fernández de Vega
5.3	Prueba cualitativa del modelo ML	Universidad Autónoma Metropolitana	Elia Pacioni, Responsable UAM, PCI UEx
5.4	Pruebas del OMR con un número reducido de usuarios	Universidad de Extremadura	Elia Pacioni, Francisco Fernández de Vega, PCI UEx, Profesor y Estudiantes Conservatorio de Mérida
5.5	Pruebas del nuevo frontend con un número reducido de usuarios	Universidad de Extremadura	Profesor Conservatorio de Mérida, PCI UEx

ID	Actividades	Responsable	Recursos
5.6	Análisis cualitativo de las opiniones de los usuarios	Conservatorio de Mérida	Profesor Conservatorio de Mérida, Francisco Fernández de Vega, PCI UEx
5.7	Prueba de estrés de las infraestructuras	Elia Pacioni	PCI UEx
6.1	Elaboración de guías de uso	Conservatorio de Mérida	PCI UEx, Profesor Conservatorio de Mérida
6.2	Sesión de formación en conservatorios	Francisco Fernández de Vega	Francisco Fernández de Vega, Profesor Conservatorio de Mérida
6.3	Publicaciones científicas	Universidad Autónoma Metropolitana	Responsable UAM, Elia Pacioni, Francisco Fernández de Vega, PCI UEx, UAM
6.4	Presentación en congresos y seminarios	Universidad de Extremadura	Francisco Fernández de Vega, Elia Pacioni
6.5	Difusión en las redes sociales	Conservatorio de Mérida	Profesor Conservatorio de Mérida, PCI UEx
7.1	Sostenibilidad económica del proyecto	Junta de Extremadura	Representante Junta de Extremadura, Elia Pacioni
7.2	Análisis del impacto ambiental del proyecto	Universidad de Extremadura	Elia Pacioni, PCI UEx
7.3	Seguimiento e informes sobre eficiencia energética	Universidad Autónoma Metropolitana	Responsable y PCI UAM
1.2	Proceso de cierre	Elia Pacioni	Elia Pacioni

**Tabla 4.4:** Costes estimados de los recursos de actividades.

## 4.2 Estimación costes de difusión

Además de los costes de desarrollo del proyecto, es conveniente reservar algo de dinero para ocuparse de la difusión del proyecto, la formación y los viajes necesarios. La Tabla 4.5 muestra los costes de las actividades de difusión, incluidos los de las publicaciones científicas.

Recurso	Costes
Publicaciones en revistas especializadas	€ 5.000,00
Presentación en congresos del sector	€ 15.000,00
Talleres y jornadas de formación	€ 10.000,00
Gastos de viaje para reuniones	€ 8.000,00
Total	€ 38.000,00

**Tabla 4.5:** Costes estimados de difusión.

## 4.3 Planificar la gestión de las adquisiciones

El proyecto en cuestión implica a la Universidad de Extremadura, que es una entidad pública española, por lo que todas las compras deben gestionarse a través del sistema de punto general de entrada de facturas electrónicas (FACE).

El director del proyecto debe asegurarse de que su proyecto está presente en FACE, en caso contrario procederá a su registro a través de las oficinas correspondientes. Posteriormente, se debe dar una formación básica al equipo para facilitar futuras compras; todos deben seguir el mismo procedimiento para evitar errores o sorpresas desagradables, independientemente del importe del bien a adquirir.

Antes de iniciar el proceso de compra, se debe verificar que los proveedores son conscientes de la necesidad de facturar a través de FACE y que pueden cumplir con este requisito. Cada compra debe ser aprobada por el responsable del proyecto, que debe informar periódicamente a la Junta de Extremadura de los gastos realizados.

#### 4.4 Determinar el presupuesto

Para calcular el presupuesto, podemos utilizar las estimaciones realizadas anteriormente y considerar los costes relacionados con los recursos humanos, los materiales, los costes de difusión y los imprevistos. La Tabla 4.6 presenta todos los costes del proyecto y muestra cómo para todo el proyecto se necesitan € 225.825,00, por tanto el importe total está dentro del máximo que podría conceder la Junta de Extremadura como financiación de proyectos.

<b>Recurso</b>	<b>Costes</b>
Recursos humanos	€ 140.000,00
Recursos materiales	€ 33.000,00
Costes de difusión	€ 38.000,00
Riesgos	€ 11.825,00
<b>Total</b>	<b>€ 225.825,00</b>

**Tabla 4.6:** Presupuesto de los recursos.



## 5. Explotación de resultados

### 5.1 Valorización de los resultados

Una vez completada la actualización general de la aplicación, incluida la integración de nuevas funcionalidades y la transición a soluciones basadas en la nube, la siguiente fase se refiere a la valorización de los resultados obtenidos. En un contexto académico, este proceso de valorización comienza con la difusión de los resultados mediante la publicación en revistas científicas y la participación en conferencias y seminarios internacionales.

En el contexto de la valorización desde una perspectiva estrictamente empresarial, es esencial hacer algunas distinciones fundamentales: Sharpmony se configura actualmente como una aplicación sin ánimo de lucro, cuyo objetivo primordial no reside en generar beneficios, sino en prestar un servicio a los conservatorios de música y a sus alumnos. A pesar de su carácter no lucrativo, es innegable que la prestación de un servicio de estas características conlleva costes, en ocasiones considerables, por lo que resulta imprescindible disponer de fuentes de financiación fiables. En este contexto, la Junta de Extremadura podría plantearse apoyar el proyecto mediante una aportación económica anual, destinada tanto a apoyar el desarrollo posterior de la aplicación como a cubrir los costes de los servicios en la nube. En ausencia de dicho apoyo, sería necesaria la implantación de mecanismos de suscripción. Una primera iniciativa podría ser la introducción de un modelo de pago por uso de las API de OMR, que ofrezca a los profesionales la posibilidad de integrar esta funcionalidad en sus propias aplicaciones. En un segundo paso, podría considerarse la idea de una suscripción dedicada a los académicos, que concediera a los estudiantes acceso gratuito a la aplicación.

Es fundamental reconocer que el proceso de valorización trasciende la mera dimensión económica; en consecuencia, la estrategia prevista para Sharpmony contempla su expansión inicialmente a escala nacional y después internacional. Hasta la fecha, la plataforma cuenta con 2.000 usuarios registrados sin que se haya emprendido ninguna iniciativa específica de promoción. Esta elección se deriva principalmente de consideraciones técnicas, relacionadas con

la falta de infraestructura y de personal cualificado necesarios para gestionar un mayor número de usuarios. Con el traslado de la aplicación a una infraestructura en la nube, que ofrece capacidades de escalabilidad automática, deberá diseñarse una estrategia de marketing para aumentar la notoriedad de Sharpmony.

Las colaboraciones estratégicas con los conservatorios desempeñan un papel crucial, ya que estas instituciones son los principales puntos de contacto con los estudiantes de armonía, que constituyen la base real de usuarios de la plataforma y perfilan el grupo destinatario principal. Estas sinergias permiten no sólo perfeccionar la oferta de formación en función de las necesidades educativas específicas de este grupo, sino también garantizar que la plataforma esté calibrada para satisfacer de forma óptima sus necesidades prácticas y teóricas, aumentando así la eficacia de la enseñanza y el compromiso de los usuarios.

## 5.2 Protección de los resultados

Para garantizar una protección óptima del software de Sharpmony y de los activos intelectuales relacionados, se han emprendido varias iniciativas estratégicas dentro del marco legal vigente de la propiedad intelectual. Para salvaguardar la originalidad e integridad del software, Sharpmony está protegido por leyes de derechos de autor, que proporcionan cobertura legal contra el uso, reproducción, distribución o modificación no autorizados del código y la documentación relacionada.

Además de esta protección fundamental, se ha hecho hincapié en la importancia de la confidencialidad de la información mediante la aplicación de acuerdos de no divulgación (NDA, del inglés: non-disclosure agreement). Estos acuerdos se han celebrado con cada empleado, colaborador y patrocinador que entra en contacto con datos sensibles del proyecto, garantizando así que todas las partes implicadas comprendan la seriedad e importancia de la no divulgación de la información adquirida durante su participación en el proyecto.

Reconociendo la importancia de mantener el control exclusivo sobre el software y todas sus futuras evoluciones, Sharpmony se ha distribuido bajo una licencia propietaria. Esta elección permite definir claramente los términos y condiciones de uso del software, protegiendo así la inversión y fomentando el desarrollo de nuevas innovaciones de forma segura y controlada.

Por último, para reforzar aún más la protección de los derechos asociados al software, el nombre y los logotipos de Sharpmony se han registrado como marca. Esto no sólo impide el uso no autorizado del nombre y las marcas por terceros, sino que también ayuda a construir y mantener una identidad fuerte y reconocible en el mercado.

Con estas medidas coordinadas, el proyecto Sharpmony demuestra un compromiso inquebrantable con la protección de sus valores y activos intelectuales, consolidando la confianza entre usuarios, colaboradores y socios, y subrayando su dedicación a la calidad, la innovación y el cumplimiento de la normativa sobre propiedad intelectual.





## 6. Conclusiones

Este documento trata de la actualización, migración a la nube e introducción de una nueva función en el software Sharpmony, concretamente define un plan para la ejecución del proyecto. La dirección del proyecto Sharpmony hizo hincapié en que una planificación adecuada es indispensable en el ámbito del desarrollo de software.

Un análisis en profundidad del ámbito profesional pertinente, permitió identificar las necesidades reales de la aplicación en términos de funcionalidad. Este planteamiento garantiza que las nuevas aplicaciones se ajusten a las expectativas de los usuarios finales y cumplan sus requisitos. La elaboración de un plan de gestión preciso permite definir concretamente las acciones que deben realizarse con los costes y plazos correspondientes. Un buen plan de gestión puede determinar el éxito o el fracaso de un proyecto.

Las partes interesadas en el proyecto desempeñan un papel crucial; en concreto, la cuidadosa selección de los socios y el equipo de desarrollo es un paso muy importante, al igual que la comunicación constante con las partes interesadas.

En conclusión, la gestión de proyectos de Sharpmony demuestra como una planificación técnica, económica y temporal eficaz, unida a un profundo conocimiento del sector, son cruciales para el éxito de un proyecto.



## Referencias

1. LINARES, Luis Jiménez; LÓPEZ-GÓMEZ, Julio Alberto; MARTÍN-BAOS, José Ángel; ROMERO, Francisco P y SERRANO-GUERRERO, Jesús. ChatGPT: reflexiones sobre la irrupción de la inteligencia artificial generativa en la docencia universitaria. En: Actas de las Jenui, 2023.
2. INSTITUTE, Project Management. PMBOK Guide. Sitio web: <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok>. [Visitado 2023-01-30].
3. FERNÁNDEZ DE VEGA, Francisco. Revisiting the 4-part harmonization problem with GAs: A Critical Review and proposals for improving. En: IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), 2017, págs. 1271-1278.
4. FERNÁNDEZ DE VEGA, Francisco; ALVARADO, Jorge; SÁNCHEZ, Abel; SERRANO, Manuel y PACIONI, Elia. Evolutionary Algorithms: A new hope for the future of music teaching. En: Gecco, 2023.
5. PACIONI, Elia y FERNÁNDEZ DE VEGA, Francisco. On the impact of directed mutation applied to Evolutionary 4-part harmony models. En: EvoStar, 2024.
6. PRUSLIN, Dennis Howard. Automatic Recognition of Sheet Music. 1966.
7. PRERAU, David S. Computer pattern recognition of printed music. En: *Fall Joint Computer Conference*. 1971, págs. 153-162.
8. KASSLER, M. Optical Character-Recognition of Printed Music: A Review of Two Dissertations. *Perspectives of New Music*. 1972, vol. 11, n.º 1, págs. 250-254. Sitio web DOI: 10.2307/832471. [Review of Automatic Recognition of Sheet Music; Computer Pattern Recognition of Standard Engraved Music Notation, by D. H. Pruslin & D. S. Prerau].

9. REBELO, Ana; FUJINAGA, Ichiro; PASZKIEWICZ, Filipe; MARCAL, Andre R. S.; GUEDES, Carlos y CARDOSO, Jaime S. Optical music recognition: state-of-the-art and open issues. *International Journal of Multimedia Information Retrieval*. 2012, vol. 1, n.º 3.
10. LI, Yixuan; LIU, Huaping; JIN, Qiang; CAI, Miaomiao y LI, Peng. TrOMR: Transformer-Based Polyphonic Optical Music Recognition. En: *NetEase Cloud Music*. 2023, pa'gs. 1-5.
11. ZHANG, Yusen; HUANG, Zhiqing; ZHANG, Yanxin y REN, Keyan. A detector for page-level handwritten music object recognition based on deep learning. *Neural Computing and Applications*. 2023, vol. 35, n.º 13, pa'gs. 9773-9787.
12. ALFARO-CONTRERAS, Mar'ia; IÑESTA, Jose' M. y CALVO-ZARAGOZA, Jorge. Optical music recognition for homophonic scores with neural networks and synthetic music generation. *International Journal of Multimedia Information Retrieval*. 2023, vol. 12, n.º 1.
13. CALVO-ZARAGOZA, Jorge; MARTINEZ-SEVILLA, Juan C.; PENARRUBIA, Carlos y RIOS-VILA, Antonio. Optical Music Recognition: Recent Advances, Current Challenges, and Future Directions. En: *ICDAR 2023 Workshops*. 2023, pa'gs. 94-104.
14. TRENDS, Google. Music Recognition Trends. Sitio web: <https://trends.google.it/trends/explore?date=today%5C%205-y&q=Music%5C%20Recognition>. [Visitado 2023-01-30].