

HERRAMIENTA DE REALIDAD AUMENTADA APLICADA A MARKETING  
EXPERIENCIAL EN INDUSTRIA MUSICAL

AUTOR

MÓNICA FERNANDA MORENO MÉNDEZ

POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO

ESCUELA DE LAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS  
COMUNICACIONES

FACULTAD DE INGENIERIA DISEÑO E INNOVACIÓN

PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

BOGOTÁ D.C.

2020

HERRAMIENTA DE REALIDAD AUMENTADA APLICADA A MARKETING  
EXPERIENCIAL EN INDUSTRIA MUSICAL

AUTOR

MÓNICA FERNANDA MORENO MÉNDEZ

Presentado para optar el titulo de: Ingeniera de sistemas

DIRECTOR

CARLOS IVÁN RIVERA PARRA

POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO

ESCUELA DE LAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS  
COMUNICACIONES

FACULTAD DE INGENIERIA DISEÑO E INNOVACIÓN

PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

BOGOTÁ D.C.

2020



## TABLA DE CONTENIDO

Resumen .....	10
Abstract.....	10
Introducción .....	11
<b>Capítulo 1. Presentación.....</b>	<b>12</b>
1.1 Planteamiento y Formulación del Problema .....	12
1.2 Propuesta de solución.....	13
1.3 Justificación.....	13
1.4 Objetivos .....	14
1.4.1 Objetivo general .....	14
1.4.2 Objetivos específicos .....	14
1.5 Alcance y Entregables.....	15
1.5.1 Alcance .....	15
1.5.2 Entregables .....	15
<b>Capítulo 2. Marco Teórico .....</b>	<b>16</b>
2.1 Marketing Experiencial .....	16
2.2 Industria Musical y Revolución Digital .....	17
2.2.1 Aparición de Redes Peer to Peer .....	19
2.2.2 Mercado de la Música Digital .....	19

<b>Capítulo 3. Marco Referencial.....</b>	<b>22</b>
3.1 Aplicaciones de Realidad Aumentada.....	22
<b>Capítulo 4. Metodología .....</b>	<b>24</b>
4.1 Descripción de Metodología .....	24
4.1.1 Sprint .....	25
4.1.2 Fases del proyecto .....	25
<b>Capítulo 5. Desarrollo del proyecto.....</b>	<b>28</b>
5.1 Diseño del Sistema.....	28
5.1.1 Arquitectura del Sistema .....	28
5.2 Tecnologías a Utilizar .....	34
5.2.1 Unity .....	34
5.2.2 Angular .....	36
5.2.3 Node js .....	36
5.2.4 Mongo DB .....	37
5.3 Requerimientos Funcionales del Sistema.....	38
5.4 Desarrollo del Sistema por Fases .....	39
5.4.1 Fase I. Investigación, Apropiación del conocimiento .....	39
5.4.2 Fase II. Preparación y Adquisición de Datos .....	40
5.4.3 Fase III. Prototipado .....	41
5.4.4 Fase IV. Validación .....	42

<b>Capítulo 6. Resultados .....</b>	<b>43</b>
6.1 Fase I. Investigación, Apropiación del conocimiento .....	43
6.2 Fase II. Preparación y Adquisición de datos .....	47
6.3 Fase III. Prototipado .....	49
6.4 Fase IV. Validación.....	55
<b>Capítulo 7. Conclusiones .....</b>	<b>58</b>
7.1 Sobre la Metodología .....	58
7.2 Sobre el Sistema XPAR .....	58
<b>Capítulo 8. Referencias bibliográficas .....</b>	<b>60</b>
<b>Capítulo 9. Anexos .....</b>	<b>62</b>
9.1 Manual Técnico.....	62
9.2 Manual de Usuario .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

IFPI. (2013). Volumen de ventas discográficas entre 1973 y 2012. [Figura 1]. International Federation of the Phonographic Industry.

Moreno, M. (2019) Arquitectura de tres capas de la arquitectura XPAR. [Figura 2].  
Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Diagrama de paquetes sistema XPAR. [Figura 3]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Diagrama de paquetes capa de servicios. [Figura 4]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Diagrama de paquetes capa de presentación aplicación móvil. [Figura 5].  
Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Diagrama de paquetes capa de presentación aplicación web. [Figura 6].  
Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Tecnologías usadas por capa del sistema XPAR. [Figura 7]. Elaboración  
propia.

Moreno, M (2019) Características del marcador para el rol de voz de la aplicación XPAR.  
[Figura 8]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Prototipo de reconocimiento de marcadores. [Figura 9]. Elaboración  
propia.

Moreno, M (2019) Prototipo con más de un marcador de manera simultánea. [Figura 10].  
Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Escena original del video American Idiot por Green Day sin transparencia  
implementada. [Figura 11]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Prototipo de video con transparencia, escena con transparencia  
implementada. [Figura 12]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Prototipo con seguimiento del objeto video a la cámara. [Figura 13].  
Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Detrás de cámaras, producción del video para el rol de batería por Manuel  
Preciad. [Figura 14]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Postproducción de video rol guitarra por Andrés Montaña. [Figura 15].  
Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Pantalla de experiencia audiovisual, aplicación móvil de baja definición XPAR. [Figura 16]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Pantalla de catálogo de canciones disponibles en la base de datos del sistema. [Figura 17]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Pantalla de descarga de recursos y carga de escena. [Figura 18]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Pantalla de experiencia audiovisual con tres y cuatro marcadores. [Figura 19]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Pantalla de autenticación aplicación web XPAR. [Figura 20]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Componente canciones, función carga de archivos. [Figura 21]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Historias de usuario para el sistema XPAR. [Tabla 1]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Sprint 1. Fase I. Investigación, Apropiación del conocimiento. [Tabla 2]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Sprint 2. Fase I. Investigación, Apropiación del conocimiento. [Tabla 3]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Sprint 3. Fase II. Preparación y Adquisición de Datos. [Tabla 4]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Sprint 4. Fase III. Prototipado aplicaciones móviles. [Tabla 5]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Sprint 5. Fase III. Prototipado implementación API Rest. [Tabla 6]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Sprint 6. Fase III. Prototipado aplicación web. [Tabla 7]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Sprint 7. Fase IV. Validación. [Tabla 8]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Especificaciones de dispositivos para prueba de aplicación XPAR. [Tabla 9]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Uso promedio de CPU, memoria, red y batería en los dispositivos Android de prueba. [Tabla 10]. Elaboración propia.



Moreno, M (2019) Tiempos de carga de recursos en aplicativo web. [Tabla 11]. Elaboración propia.

Moreno, M (2019) Resultado de monitoreo de 1000 peticiones al API Rest. [Tabla 12]. Elaboración propia.

## **Resumen**

El presente trabajo destaca la importancia del uso de tecnología de vanguardia en el Marketing Experiencial enfocado en este caso a la industria musical, muestra algunos de los factores influyentes del paso de Marketing Tradicional a Marketing Experiencial en el modelo de negocio de la industria de la música, así como el proceso de diseño y creación de un prototipo de aplicación móvil con Realidad Aumentada RA como propuesta de solución hacia la pregunta de si la industria de la música debería empezar a hacer uso de estas nuevas tecnologías para crear y enriquecer experiencias del consumidor y el servicio o producto que este consume.

**Palabras clave:** Industria Musical, Marketing Experiencial, Realidad Aumentada, tecnología, aplicación móvil.

## **Abstract**

The present work highlights the importance of the use of vanguard technology in Experiential Marketing focused, in this case, on the music industry, showing some of the influential factors of the transition from Traditional Marketing to Experiential Marketing in the music industry's business model, as well as the process of design and creation of a mobile application prototype with Augmented Reality AR as a proposed solution to the question of whether the music industry should start using these new technologies to create and improve consumer experiences and the service or product he consumes.

**Key words:** Music Industry, Experiential Marketing, Augmented Reality, technology, mobile application.

## **Introducción**

La revolución digital fue la principal causa para que industrias tuviesen que reestructurar su modelo de negocio, en este proyecto hablaremos de como la revolución digital hizo que la industria de la música reestructurara su modelo de negocio para conseguir mantenerse a flote incluso después de la caída de ventas de sus productos físicos como vinilos, casetes y CD a causa de la piratería informática de música por internet.

Se trata de dar respuesta a si la industria de la música debería empezar a hacer uso de nuevas tecnologías para crear y enriquecer experiencias del consumidor como clave fundamental del marketing experiencial. (Schmitt, *Experiential Marketing: A New Framework for Design and Communications*, 2015) Se propone desarrollar una aplicación móvil haciendo uso de nuevas tecnologías como Realidad Aumentada, tratando de hacer con esta un ejemplo de cómo el uso de nuevas tecnologías puede ser utilizadas dentro de la industria musical y como respuesta a la pregunta planteada.

El proyecto contiene la presentación de este, que corresponde a el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos del proyecto, seguido de un marco teórico y referencial que ayudará a entender bajo qué contexto está construido el proyecto, también se menciona la metodología que se usó para la implementación del proyecto, seguido finalmente por el desarrollo y resultados de este.

## **Capítulo 1. Presentación**

Este apartado tiene como intención formular el problema que se pretende solucionar al finalizar el proyecto, la importancia de llevarlo a cabo, los objetivos que se quieren cumplir y el alcance de este.

### **1.1 Planteamiento y Formulación del Problema**

La industria musical a lo largo de los años ha tenido que adaptarse y tomar una postura diferente de acuerdo a los cambios del mercado, fue así como en la década de los años 1970 se pasó del comercio de los vinilos al comercio del casete y luego al comercio de CD (Disco Compacto) en 1982 por empresas como Sony, no fue hasta 1999 con el auge y la expansión de nuevas tecnologías digitales que afectaron el paradigma de los negocios que hasta el momento predominaba en la industria musical y fue reformado hasta no ser una industria basada en la música como producto, sino en la música como servicio, en consecuencia, tuvieron que adoptar modelos de negocio diferentes, se dejó de hablar de Marketing tradicional en el cual el beneficio y las características funcionales del producto prevalecían y eran importantes para el consumidor, para empezar a hablar de Marketing Experiencial el cual se centra en las experiencias del consumidor las cuales crean sensaciones con objetivo de ser positivas al pasar por ciertas situaciones, en otras palabras, la industria musical empieza a pensar más en los deseos del consumidor y a hacer cambios en el modelo de negocio con base a este.

Puesto que el consumidor en el auge de la revolución digital pasó de comprar música en formato físico a descargarla gratuitamente por internet la industria de la música logró reformar su modelo de negocio y usar la tecnología como arma y mantenerse a flote, esta a su vez también ha evolucionado y es cuando resulta casi ineludible pensar en sí la industria de la música debería

empezar a hacer uso de estas nuevas tecnologías para crear y enriquecer experiencias del consumidor y el servicio o producto que este consume.

Finalmente, este trabajo centra su interés en las nuevas tecnologías como propuesta de solución y en como estas pueden ser usadas por la industria musical en este caso, para mantener el interés del cliente al usar tecnología de vanguardia.

## **1.2 Propuesta de solución**

Como propuesta de solución al planteamiento del problema anteriormente descrito se propone desarrollar un prototipo de herramienta tecnológica bajo el concepto de Realidad Aumentada y Marketing experiencial, haciendo uso de tecnología de vanguardia, el cual consistirá en una aplicación móvil enfocada a bandas de cuatro integrantes: Voz, guitarra, bajo y batería, la cual, a través de marcadores (targets) generará una experiencia audiovisual con contenido de una banda.

## **1.3 Justificación**

Realizar el proyecto es relevante no únicamente para la industria musical y como ejemplo de Marketing Experiencial, sino también para los músicos involucrados en este proyecto y el Politécnico Grancolombiano.

En el caso de la Industria musical se puede estar dando un claro ejemplo de cómo la Realidad Aumentada tomando el concepto de marketing experiencial puede ser usado como método para atraer al consumidor y crear expectativas en productos o servicios que estén relacionados con tecnología.

Los músicos involucrados en este proyecto tendrán una manera de compartir contenido con sus seguidores creando experiencias nuevas y difíciles de olvidar con respecto a otras formas de promoción y divulgación.

Finalmente, el Politécnico Grancolombiano, puede usar esta aplicación para adaptarla a eventos como POLI MUSIC FEST y demás eventos que estén o pueden llegar a estar relacionados, creando memorias fuera de las aulas de clase y nutriendo la vida universitaria con eventos que involucren tecnologías actuales y de vanguardia. Esto en conjunto puede llegar a ser motivo de divulgación y reconocimiento de la institución.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Desarrollar un prototipo de plataforma de marketing experiencial basado en realidad aumentada enfocado a bandas que quieran promocionar sus trabajos musicales.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Analizar los referentes de marketing experiencial y el uso de realidad aumentada.
- Diseñar una experiencia de RA para la aplicación de marketing experiencial en la industria de la música a través de dispositivos móviles.
- Diseñar una arquitectura para la plataforma de marketing experiencial con uso de RA.
- Implementar la plataforma y experiencia de RA diseñada.
- Validar el prototipo de la plataforma construido.

## **1.5 Alcance y Entregables**

### **1.5.1 Alcance**

El proyecto se lleva a cabo bajo el entorno de un trabajo de grado, y se limita a hacer entrega de: Una primera versión prototipo de aplicación móvil de baja definición que permita al usuario tener una experiencia audiovisual con RA de una banda en específico, un prototipo de aplicación móvil de alta definición que en adición a la anterior, esta consumirá servicios de una API Rest para mostrar al usuario las canciones que están disponibles y permitirá la descarga de los recursos necesarios para tener la experiencia audiovisual que escoja el usuario, finalmente, un aplicativo web con el propósito de administrar contenido e información de bandas.

### **1.5.2 Entregables**

- Prototipo de aplicación de baja definición con RA
- Prototipo de aplicación de alta definición con RA
- Una aplicación Web con propósito de administrar contenido e información de bandas
- Modelo de Base de Datos
- API Rest
- Manual Técnico
- Manual de Usuario

## Capítulo 2. Marco Teórico

Luego de exponer las razones por las cuales es importante realizar el proyecto se definirán los conceptos clave mencionados hasta el momento con los cuales se trabajará a lo largo del proyecto, así pues, se hablará de Marketing Experiencial e Industria musical y su relación con la Revolución Digital.

### 2.1 Marketing Experiencial

Antes de hablar de Marketing Experiencial es importante tener una clara idea de qué es Marketing tradicional como concepto. Para la Asociación Americana de Marketing (AMA, 2013) "*Marketing is the activity, set of institutions, and processes for creating, communicating, delivering, and exchanging offerings that have value for customers, clients, partners, and society at large*". [Marketing es la actividad, un conjunto de instituciones y procesos para crear, comunicar, entregar, y el intercambio de ofertas que tienen valor para los clientes, socios y la sociedad en general], en otras palabras, Marketing es una herramienta de gestión con el que cuentan las organizaciones y empresas para poner valor y diferenciación con respecto a otras, todo con el fin de la obtención de ingresos y beneficios.

En el libro (Schmitt, 1999) "*Experiential Marketing: How to Get Customers to Sense, Feel, Think, Act and Relate to Your Company and Brands*" Bernd Schmitt, profesor de negocios internacionales del departamento de marketing de la Universidad de Columbia, introduce el concepto experiencia del cliente en el marketing y la gestión de marca, el cual expone la importancia de la experiencia del cliente mencionando cuatro claves del marketing experiencial y



cómo funcionan estas para que el consumidor reemplace el valor funcional del producto o servicio por las emociones de este.

Adicionalmente en el artículo "*Experimental Marketing: A New Framework for Design and Communications*" Schmitt define Marketing experiencial diferenciando este del Marketing tradicional de la siguiente forma: "*In contrast to traditional marketing's narrow focus on functional features and benefits, experiential marketing focuses on customer experiences, which makes for a much wider view. Experiences occur as a result of encountering, undergoing, or living through certain situations. ... Experiences provide sensory, emotional, cognitive, behavioral, and relational values that replace functional values*". [A diferencia del enfoque estrecho del marketing tradicional el cual se centra en características y beneficios funcionales, el marketing experimental se centra en las experiencias del cliente, lo que permite una visión mucho más amplia. Las experiencias ocurren como resultado de encontrarse, experimentar o vivir ciertas situaciones. ... Las experiencias proporcionan valores sensoriales, emocionales, cognitivos, conductuales y relacionales que reemplazan los valores funcionales] (Schmitt, *Experiential Marketing: A New Framework for Design and Communications*, 2015, pág. 21)

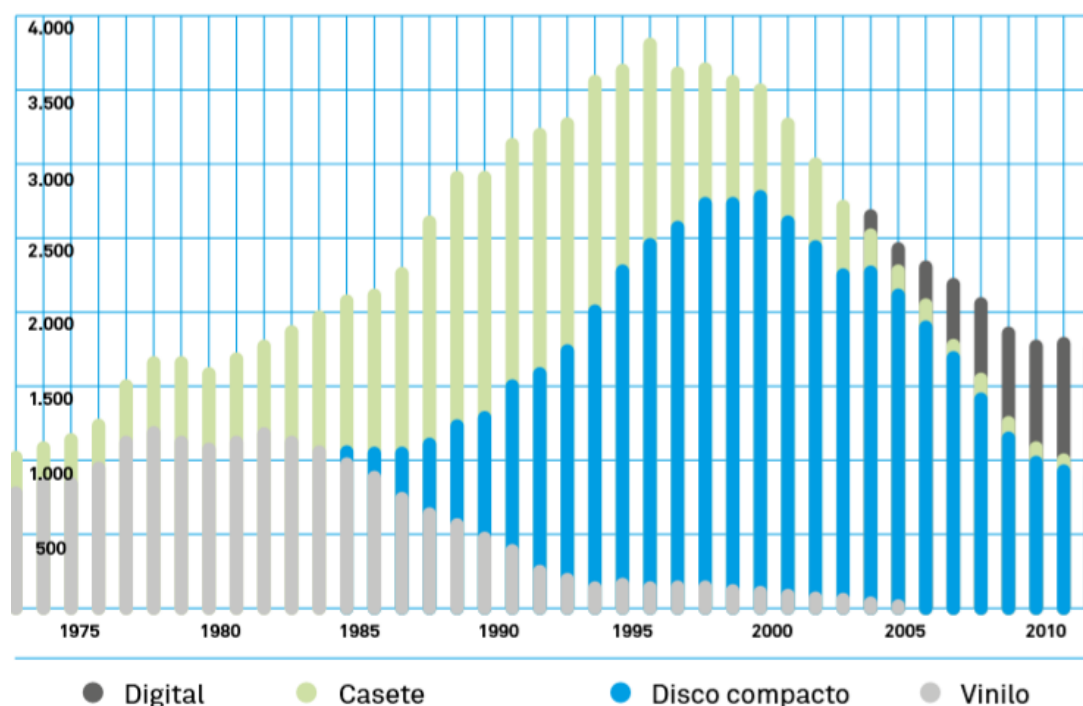
En conclusión, el Marketing Experiencial conecta de manera profunda el cliente con el producto que este consume a través de emociones que son consecuencia de experiencias relacionadas con el producto en cuestión.

## **2.2 Industria Musical y Revolución Digital**

Desde 1999 con la invasión del internet y el fenómeno de la piratería se alteró el curso normal de la producción, distribución y consumo de música trayendo consigo pérdidas en la industria

musical, antes de esto las discográficas traían consigo no más que logros y crecimiento con la distribución de música en formato físico, y al llegar el internet y casi dos décadas después la industria musical ha logrado adaptarse al mercado distribuyendo la música como un servicio y no como un producto.

Si bien la música análoga en formato de comercio físico se sigue produciendo y distribuyendo en la Figura 1 se puede ver claramente cómo evolucionó el mercado entre los años 1973 y 2012; en esta se evidencia como el mercado digital en los últimos años compensó la caída de ventas físicas pero que éstas a su vez han perdido más del 50% de sus ventas solo hasta el año 2012.



**Figura 1. Volumen de ventas discográficas entre 1973 y 2012**

Nota: Digital incluye larga duración y singles. Vinilo incluye LP y EP. No se incluyen DVD musicales.

Fuente: IFPI (2013)

### **2.2.1 Aparición de Redes Peer to Peer**

Como se ha estado mencionando el año 1999 fue un año de inflexión para la industria musical y el comercio de esta, dado el auge informático, Shawn Fanning en 1999 en su momento estudiante de la Universidad de Northeastern junto con otros compañeros suyos crearon y lanzaron un sistema de red Peer to Peer o P2P, software de creado para la distribución archivos de música llamado Napster fue este software el originario de la primera gran red de intercambio de archivos por internet, en el cual los usuarios de este podían descargar y compartir música en formato mp3 sin ningún tipo de compensación hacia los propietarios de los derechos, las grandes disqueras ante la evidente amenaza que representaba Napster para el mercado de estas, obligaron a Napster a interrumpir su servicio, sin embargo, Napster solo fue el primero de muchos más software del mismo tipo; Kazaa, LimeWire, Grokseter, DC++ entre otros, fueron lanzados con el mismo fin, intercambiar música de forma gratuita entre usuarios haciendo uso del internet.

### **2.2.2 Mercado de la Música Digital**

Patrik Wikström, Investigador titular de ARC centre of Excellence of Creative Industries and Innovation de la Universidad de tecnología en Queensland en su artículo del libro *C@mbio: "19 ensayos clave acerca de cómo Internet está cambiando nuestras vidas"* titulado *"La industria musical en una era de distribución digital"*, afirma: En los 15 años transcurridos desde el lanzamiento de Napster, la industria musical se ha transformado por completo y el modelo preponderante durante la mayor parte del siglo pasado ha sido abandonado en gran medida. (Wikström, 2013). Con el gran cambio de la industria musical este deja un claro ejemplo de cómo la innovación puede perturbar toda una industria y hasta hacer obsoletos algunos de los productos que esta distribuye.

Tras muchos traspiés de la industria musical al tratar de acoplarse a la gran revolución digital y nuevas necesidades del consumidor, como tratar de detener la piratería algo que parecía no tener ganas de desaparecer, se creó iTunes, Apple Computer (como se llamaba en esa época) consiguió convencer sellos discográficos para implementar un servicio que permitiera a los consumidores comprar canciones de manera legal, dejando intacto el poder de las discográfías, quienes aún poseían y seguían controlando las regalías por cada canción, sin duda iTunes Music Store de Apple sigue teniendo un enorme éxito aún hoy. en el año en el que Patrik Wikström publicó el artículo dijo lo siguiente refiriéndose a iTunes: En 2013 es el sitio de comercio musical mayor del mundo (offline y online) y ha vendido más de 25.000 millones de canciones desde su lanzamiento en 2003. (Wikström, 2013), y se trató también de otro punto de inflexión para la industria musical y su modelo de mercado, a partir de ese momento empiezan a aparecer los servicios musicales basados en acceso, como lo es hoy Spotify un claro ejemplo de ello.

Spotify a diferencia de iTunes creó un híbrido entre un servicio gratuito y de suscripción, Daniel Ek y Martin Lorentzon fundadores de Spotify en 2006 querían un tipo de servicio que fuese legal, financiado por publicidad y gratuito pero que además generara ingresos por suscripciones o licencias para los propietarios de los derechos de autor.

Finalmente, Spotify es un ejemplo de cómo a partir de nuevas tecnologías digitales cambia el modo en el que la música es comercializada, potencializando el mercado a nivel global a través del internet abatiendo barreras físicas que traía consigo la industria musical antes de la revolución digital. Al potencializar el mercado llevándolo a ser global también tiene el poder de

juntar audiencias que estaban en su momento dispersas, creando una demanda aun mayor, y haciendo que la revolución digital que antes no era rentable ahora lo sea.

### Capítulo 3. Marco Referencial

En este apartado se evidencian investigaciones previas que guardan o conllevan cierta similitud en la línea de desarrollo del presente documento, en específico aplicaciones que tienen que ver de alguna manera con Realidad Aumentada usada en el ámbito musical.

La Realidad Aumentada RA en pocas palabras es una experiencia interactiva en la que hay un ambiente que combina el mundo real con la generación de percepción de información de diferentes maneras, casi siempre se trata de manera visual, pero también puede percibirse de forma auditiva y hasta olfatoria, esto a través del uso de un dispositivo móvil.

#### 3.1 Aplicaciones de Realidad Aumentada

La realidad aumentada está siendo implementada en campos como: Educación, turismo, industria, entretenimiento y publicidad (Totemcat, 2019), dentro de las dos últimas pueden encontrarse algunas aplicaciones enfocadas a música como:

- *Konzerthaus Plus*, una aplicación móvil que da vida al cuarteto de cuerda de la sala de conciertos *Konzerthaus* en Berlín, esta aplicación usa tecnologías de vanguardia como Unity 3D<sup>1</sup> y la biblioteca de RA Vuforia Engine<sup>2</sup>, que permite a los usuarios interactuar libremente con los cuatro músicos al tiempo o con cada uno individualmente. (Thielen, Sieck, Letellier, & Thoma, 2018)
- *David Bowie is*, es una aplicación móvil, desarrollada por el aniversario número tres del fallecimiento del artista David Bowie. La aplicación muestra imágenes, audios e información inédita del artista utilizando RA generando una experiencia audiovisual

---

<sup>1</sup> Unity, Motor de desarrollo 3D.

<sup>2</sup> Vuforia Engine, Librería de desarrollo de software para aplicaciones de RA.

indeleble para los usuarios quienes siguen el trabajo realizado por el artista. (David Bowie is, 2019)

- La Realidad Aumentada también se ha usado en eventos como lo hizo Marshall Bruce Mathers III, conocido en la industria de la música como Eminem, quien ofreció en el año 2018 un espectáculo con RA para su set de Coachella<sup>3</sup>. (Enimem, 2018)
- *BTS*, grupo de K-pop surcoreano, en su Tour *BTS Love Yourself World Tour* del año 2019, durante la presentación en el Wembley Stadium en Londres del track “*Trivia: Love*” por RM uno de los integrantes del grupo usó Realidad Aumentada mientras era proyectado al público vía grandes pantallas y a los fans que estaban conectados viendo el concierto por Streaming<sup>4</sup>. (BTS, 2019)

---

<sup>3</sup> Coachella, festival de música que se desarrolla durante tres días y tiene lugar en indio, California, Estados Unidos en la última semana del mes de abril.

<sup>4</sup> Streaming, La retransmisión en directo, retransmisión o emisión en continuo de contenido multimedia a través de la red.

## Capítulo 4. Metodología

A continuación, se describe la metodología usada durante el desarrollo del proyecto, los motivos principales para la elección de esta y una descripción breve de las fases que conforman el proyecto.

### 4.1 Descripción de Metodología

El presente trabajo basa su carácter metodológico en un proyecto de índole de desarrollo de software, es decir, en este apartado se definirá como se tratará cada una de las fases que conforman el proyecto y que serán descritas a continuación, adicionalmente, se describirá la metodología usada para estructurar, planificar, controlar y ejecutar el proceso de desarrollo del proyecto que de ahora en adelante será referido como *XPAR*.

Dado a que se debía invertir tiempo para exploración de nuevas tecnologías y el tiempo y recursos para llevar a cabo el proyecto eran limitados, se buscó incorporar el uso de metodologías ágiles como marco de trabajo para realizar el proyecto *XPAR*. Scrum<sup>5</sup> fue una guía y se tomó conceptos tales como: Sprint y entrega de valor constante, adicionalmente, historias de usuarios también fue un concepto que se usó como parte del marco de trabajo. Las metodologías ágiles llevan consigo características que se acomodaban a la necesidad del proyecto como *entregas constantes*, al ser de carácter iterativo, por cada Sprint se aseguraba la entrega de valor al producto final, *rápida respuesta a cambios*, al ser constantes las entregas de valor se pudo implementar soluciones durante el proceso de implementación, y finalmente al priorizar tareas durante cada Sprint se aseguró de la eliminación de tareas innecesarias o simplificación de trabajo sobre la marcha.

---

<sup>5</sup> Scrum, marco de trabajo ágil de software



### 4.1.1 Sprint

Scrum en su marco de trabajo trae consigo el concepto Sprint, que hace referencia a un intervalo de tiempo el cual se emplea para realizar entregas de valor constante del producto final. Cada Sprint se ve como un pequeño producto desglosado del producto final y trae consigo un conjunto de tareas que hacen parte de una o más historias de usuario a realizar en el tiempo determinado para dicho Sprint y que al final da como resultado un producto.

### 4.1.2 Fases del proyecto

Las fases del proyecto están divididas de la siguiente forma:

- *Fase I. Investigación, Apropiación del conocimiento.*

Correspondiente a la fase de apropiación del conocimiento en donde se toma el tiempo correspondiente para investigar acerca de tecnologías que permitan la implementación de aplicaciones de Realidad Aumentada con reconocimiento de marcadores (target), adicionalmente se designa tiempo para el desarrollo de pequeños prototipos de reconocimiento de marcadores con un disparador de acciones tales como: aparición de objetos y reproducción de audio o video, todo esto con el fin de apropiación de conocimiento acerca de la tecnología escogida.

- *Fase II. Preparación y Adquisición de Datos*

Fase de adquisición de datos, está designada a la planeación y búsqueda de espacios y personas para adquisición de recursos que serán insumo para el desarrollo del proyecto.

En esta fase también se designa tiempo para la postproducción de insumos adquiridos.

- *Fase III. Prototipado*

Se designa tiempo para el desarrollo de prototipos de baja y alta definición, desarrollo de una capa de servicios, creación de modelo de datos y desarrollo de una aplicación web para administración de contenido.

1. **Prototipo de baja definición:** Este prototipo tendrá únicamente la funcionalidad de experiencia audiovisual que consiste en reconocimiento de marcadores y reproducción simultanea y sincronizada de los videos de la canción de una banda.
2. **Prototipo de alta definición:** Este prototipo será implementado de tal manera que pueda ofrecer un catálogo con las canciones que tengan una experiencia audiovisual independiente, este prototipo incluye, consumo de servicios, y descarga de archivos de video.
3. **Modelo de datos:** Creación de modelo de datos que soporte el uso y almacenamiento de la información utilizada por la aplicación XPAR.
4. **Aplicación web:** Se implementará una plataforma web para la administración del contenido de XPAR
5. **Capa de servicios (API Rest):** Se implementará una capa de servicios la cual tendrá funciones implementadas para administrar contenido, esta capa estará conectada a la aplicación de alta definición, la aplicación web, FileStorage y la base de datos.

- *Fase IV. Validación*

En esta fase se designa tiempo para hacer validaciones del producto final implementado XPAR: Prototipo de alta definición de XPAR. En el cual se busca hacer validación de rendimiento en dispositivos Android de versiones 6, 7, 9 y 10.

A pesar de que se hacían pruebas a medida que se implementaba, se designa tiempo para hacer validaciones del producto final implementado:

*Prototipo aplicación de alta definición XPAR:* se realizarán pruebas de uso de CPU, Memoria, Energía y Red en 5 dispositivos Android de versiones 6, 7, 9 y 10.

*Aplicación web XPAR Administrador:* se realizarán pruebas funcionales para garantizar que la correcta funcionalidad de los módulos de acuerdo con las historias de usuario en relación con la página web.

*API Rest:* se realizarán pruebas al API Rest con una característica de *Postman*, una plataforma que permite diseñar crear y probar API, *Postman Monitor* es una característica de este y permite hacer pruebas a API públicas, estas pruebas son lanzadas en paralelo, indicar el resultado esperado y programarse para lanzarse cada cierto intervalo de tiempo. (Postman, 2019)

## **Capítulo 5. Desarrollo del proyecto**

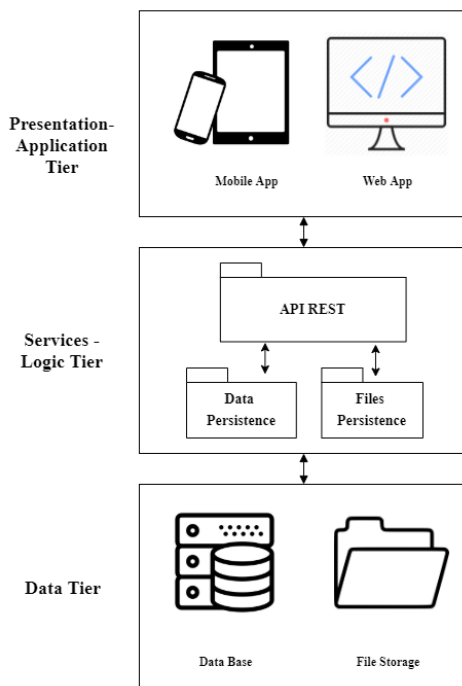
En este capítulo del proyecto se busca describir el diseño del sistema propuesto, las tecnologías que se usaron y el proceso de desarrollo en cada una de las fases propuestas en el capítulo anterior.

### **5.1 Diseño del Sistema**

El diseño de la aplicación está basado en una arquitectura multinivel o multicapa, una arquitectura cliente-servidor en donde las funciones de presentación y lógicas de la aplicación están separadas, esta arquitectura da al desarrollador la opción de agregar o modificar una capa en específico en lugar de reelaborar toda la aplicación.

#### **5.1.1 Arquitectura del Sistema**

La arquitectura de la aplicación se dividió en tres capas Figura 2. La primera capa es la de presentación es el nivel más alto de la aplicación y es también el encargado de mostrar información relacionada con los servicios, en otras palabras, es el nivel al cual el usuario puede acceder directamente, en esta capa estará la aplicación móvil y la aplicación web, el segundo nivel corresponde a la capa de servicios, en este nivel es en el cual se controla la funcionalidad de las aplicaciones de la primera capa, finalmente, la tercera capa es la capa de datos, en este nivel es donde se aloja la base de datos y el FileStorage para persistir datos y archivos de la aplicación.



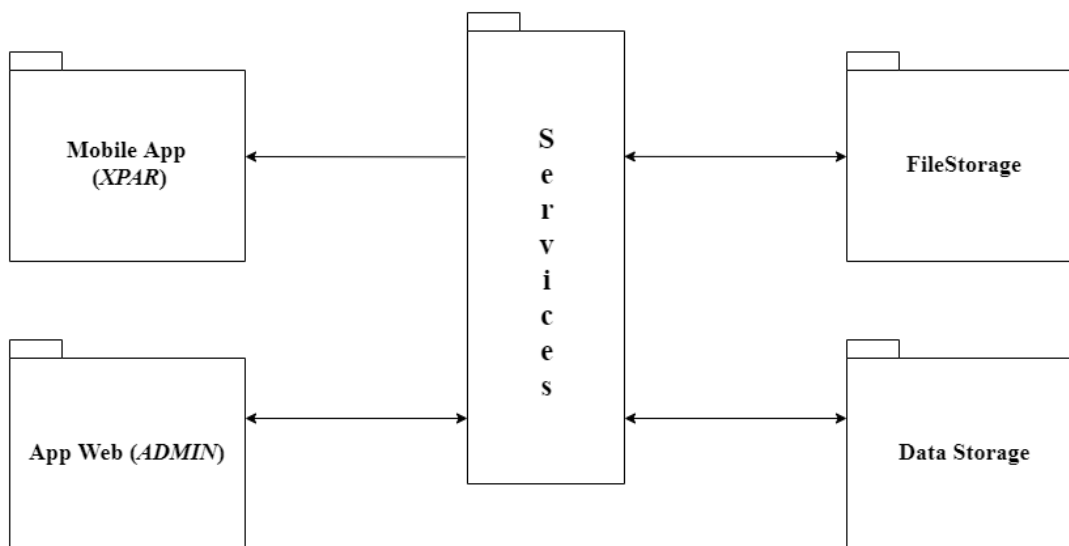
**Figura 2. Arquitectura de tres capas de la aplicación XPAR**

### 5.1.1.1 Diagrama de componentes

Este apartado se designa para ilustrar los diagramas de paquetes de los principales módulos del sistema de software *XPAR*. Estos diagramas fueron divididos en: Diagrama de paquetes del sistema *XPAR*, diagrama de paquetes a nivel de capa de servicios y capa de presentación, en donde en cada uno evidencia la relación y dependencia entre los módulos que lo conforman.

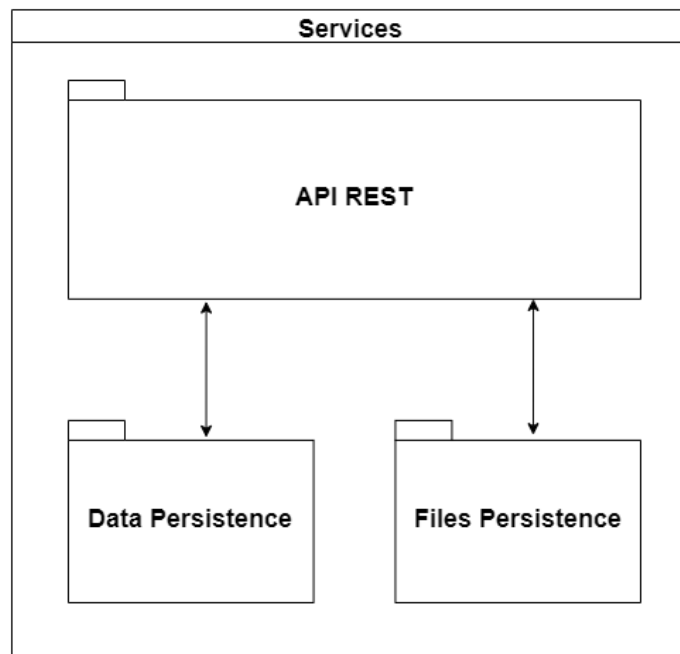
1. Diagrama de paquetes sistema *XPAR*, en la Figura 3 se ilustra en forma de diagrama de paquetes la relación entre las capas que conforman el sistema, el paquete *Mobile App* (*XPAR*) hace parte de la capa presentación de la arquitectura y cumple la función de presentar información al usuario, establece comunicación únicamente con el paquete de servicios y provee la función principal de experiencia audiovisual; el paquete *App Web* (*ADMIN*) también hace parte de la capa presentación, cumple la

función de presentar y capturar información del usuario, establece comunicación con el paquete de servicios y provee la función principal de administrar contenido del sistema XPAR; el paquete Services conforma la capa de servicios, esta capa establece comunicación con la capa de presentación y la capa de datos, así pues, es el encargado de proporcionar un API Rest para obtener datos, generar operaciones sobre estos y ser el puente para que estos sean persistidos; los paquetes DataStorage y FileStorage conforman la capa de datos, establecen comunicación con la capa de servicios y son los encargados de persistir datos y archivos respectivamente.



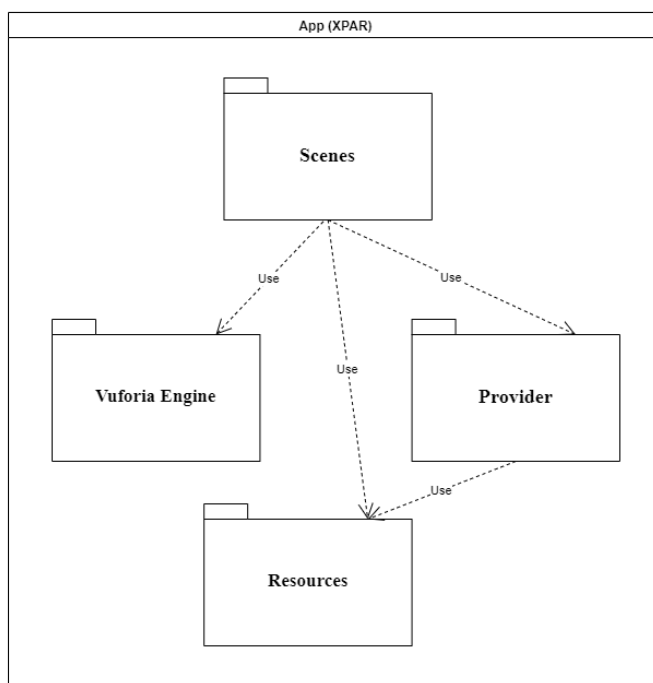
**Figura 3. Diagrama de paquetes sistema XPAR**

2. Diagrama de paquetes capa de servicios, en el diagrama de la Figura 4 se especifica más a profundidad la relación de la capa de servicios con los módulos que la conforman, API Rest es el encargado de proporcionar una interfaz para que las capas de presentación y datos puedan acceder a las funciones de esta, Data Persistence y Files Persistence son módulos dentro del paquete de servicios que representan la interacción que existe entre el API REST y la conexión con la persistencia de datos y archivos del sistema XPAR.



**Figura 4. Diagrama de paquetes capa de servicios.**

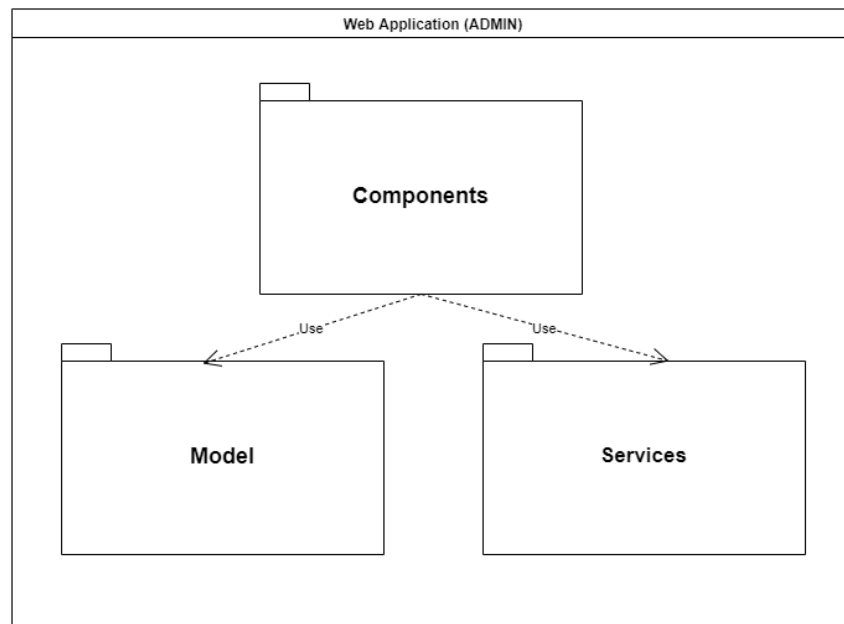
3. Diagrama de paquetes capa de presentación aplicación móvil, en la Figura 5 se especifica la relación de los módulos que conforman la aplicación móvil, Scenes hace referencia a las escenas que conforman la aplicación, estas contienen todos los componentes relacionados con la interfaz de usuario; Vuforia Engine contiene toda la configuración que se requiere para poder utilizar las funciones de RA; Provider es el encargado de realizar las peticiones a la capa de servicios para traer datos y archivos que tengan relación con la aplicación; finalmente Resources es el modulo encargado de proveer recursos a los demás módulos como imágenes, videos, texturas, fuentes y demás recursos que se necesiten almacenar.



**Figura 5. Diagrama de paquetes capa de presentación aplicación móvil.**



4. Diagrama de paquetes capa de presentación aplicación web, en la Figura 6 se especifica la relación de los módulos que conforman la aplicación web, Components hace referencia a los componentes de la aplicación web, cada uno de estos contiene un archivo html, ts y scss que conforman las características funcionales y de apariencia de cada una de las páginas que conforman la aplicación; Model es el paquete encargado de contener las clases que conforman el modelo del sistema XPAR y Services es el encargado de realizar las peticiones a la capa de servicios para adquirir o dar información.



**Figura 6. Diagrama de paquetes capa de presentación aplicación web.**

## 5.2 Tecnologías a Utilizar

En este apartado se presentarán las tecnologías que se usaron para el desarrollo del producto final XPAR en cada una de las capas del sistema como se muestra en la Figura 7, también una breve descripción de cada una de las tecnologías y la razón de su uso.

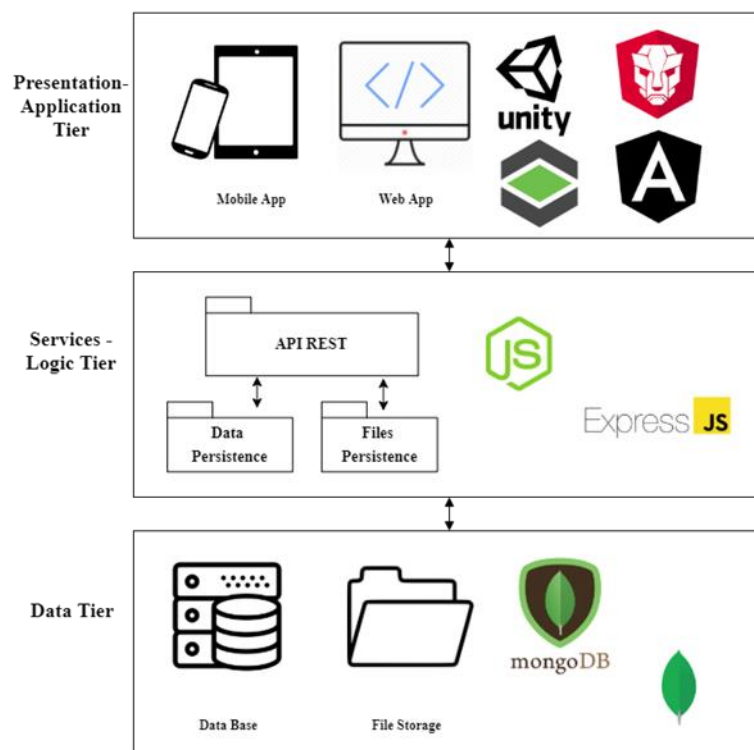


Figura 7. Tecnologías usadas por capa del sistema XPAR.

### 5.2.1 Unity

Capa de presentación. Unity 3D o solo Unity, es un motor de videojuegos 2D y 3D multiplataforma creado por Unity Technologies, disponible para Windows, Mac y Linux como plataforma de desarrollo, esta tecnología nos permitirá desarrollar XPAR como aplicación con Realidad Aumentada con ayuda de la librería de desarrollo para RA Vuforia Engine.

Aunque este proyecto entregará un prototipo de *XPAR*, este será entregado únicamente como apk para dispositivos Android, sin embargo uno de los motivos para usar Unity 3D es dado a que Unity es multiplataforma y el despliegue de la aplicación en dispositivos IOS no debería suponer mayor complicación, otro de los motivos por los cuales se utilizó esta tecnología es por la cantidad de documentación, ejemplos y foros que hay acerca de la implementación de aplicaciones con RA haciendo uso de la librería de Vuforia. (Unity , 2020)

### **5.2.1.1 Vuforia Engine**

Vuforia Engine es una plataforma de software que permite el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada, permite reconocer a través de un lente imágenes y objetos e interactuar con espacios del mundo real, esta puede ser adicionada como como librería a entornos de desarrollo como el editor Unity, Android Studio, entre otros.

Las razones por las cuales se usó Vuforia para implementar RA en el proyecto es que además de ser la librería más popular para RA, posee una nube de base de datos, como desarrollador es posible registrarse en el portal, adquirir una licencia de uso gratuita y adicionar marcadores (target) como se muestra en la Figura 8 en la cual luego de cargar la imagen el portal web de Vuforia está la procesa y encuentra las características más relevantes de la imagen con la cual esta podrá ser reconocida luego como un marcador específico.

Luego de la carga de imágenes para ser transformadas en marcadores, Vuforia permite descargar este como un paquete de base de datos para plataformas de desarrollo, para el caso de *XPAR* se descargó para el ambiente de desarrollo Unity Editor. (Vuforia Engine, 2019)



**Figura 8. Características del marcador para el rol de voz de la aplicación XPAR.**

### **5.2.2 Angular**

Capa de presentación. Angular o Angular 2+, es un Framework de código abierto utilizado para desarrollar aplicaciones web, es soportado por Google y desarrollado en base a TypeScript. Angular facilita el desarrollo dado que además de tener etiquetas prediseñadas hace uso de componentes web lo que facilita la reutilización de código y por ende sea más ágil el desarrollo. Adicional a todo esto tiene la posibilidad de incluir librerías desarrolladas por terceros, como es el caso de PrimeNg, desarrollado por PrimeTek librería para el desarrollo de componentes de interfaz de usuario. (Angular, s.f.)

### **5.2.3 Node js**

Capa de servicios. Node js es un entorno de ejecución de código libre y multiplataforma para JavaScript comúnmente usado en la capa del servidor, con entrada y salida de datos en una arquitectura orientada a eventos.

Se usó esta tecnología por facilidad que posee para implementar la capa de servicios en periodos cortos de tiempo, facilidad de código y la característica de asincronía que posee, se usó un marco de trabajo para la creación de API en Node js llamado Express.js. (Node js, s.f.)

#### **5.2.4 Mongo DB**

Capa de Datos. Es un sistema de base de datos NoSQL de código abierto orientado a documentos, a diferencia de las bases de datos relacionales MongoDB no utiliza tablas sino estructuras en formato BSON (formato que se asemeja a JSON), algunas de sus características principales son:

- Consultas: Soporta búsquedas por campos, consultas de rangos y expresiones regulares.
- Escritura atómica a nivel de documento: Permite “transacciones” a nivel de documentos.
- Almacenamiento de archivos, MongoDB puede llegar a ser utilizado como almacenador de archivos dado su capacidad de balanceo de carga.

MongoDB ofrece MongoDB Atlas (MongoDB Atlas, 2020), el servicio de “Data Base as a Service” que facilita tareas tediosas de instalación y administración. Así mismo, desde esta plataforma ofrece conectividad con *MongoDB Compass*, una interfaz de usuario gráfica GUI para administrar estructuras de documentos de distintas colecciones sin necesidad de saber la sintaxis de CRUD, y *Aplicaciones*, MongoDB ofrece un path para la conexión de la base de datos con aplicaciones como Node Js, PHP y Python. (MongoDB, 2020)

### 5.3 Requerimientos Funcionales del Sistema

En este apartado se encontrará un listado de requerimientos funcionales, listados en forma de historias de usuario épicas, las cuales se documentan a continuación:

- a) Como usuario quiero poder interactuar con un grupo musical a través de una aplicación de Realidad Aumentada.
- b) Como usuario administrador, quiero poder administrar el contenido y recursos de bandas para generar o modificar contenido

En la Tabla 1 se documentan las historias de usuario para el sistema XPAR, en las cuales de la 1 a la 3 corresponden a historias de usuario con requerimientos sobre la aplicación móvil en función de usuario general y de la 4 a la 6 corresponden a historias de usuario con requerimientos sobre la aplicación web en función de usuario administrador.

Tabla 1.  
*Historias de usuario para el sistema XPAR*

N	Como	Quiero	Para
1	Usuario	que la aplicación detecte marcadores para cada músico	poder interactuar con cada uno individualmente haciendo uso de la aplicación
2	Usuario	poder escoger una canción que esté dentro de un catálogo de canciones disponibles de la aplicación	poder disfrutar de una experiencia audiovisual independiente de la canción escogida
3	Usuario	poder ver información sobre la banda de la que pertenece la canción escogida	poder conocer más información de la banda mientras se descargan los recursos de la experiencia
4	Administrador	tener acceso a un apartado del aplicativo web	poder crear un grupo de música
5	Administrador	tener acceso a un apartado del aplicativo web	poder actualizar contenido de un grupo de música
6	Administrador	tener acceso a un apartado del aplicativo web	poder eliminar contenido de grupos de música

## 5.4 Desarrollo del Sistema por Fases

Este apartado se centra en narrar como se distribuyó y organizó el desarrollo durante cada fase del proyecto *XPAR*, se listará y describirá brevemente las tareas principales asignadas para cada una de las fases, que tecnologías se usaron, el número de Sprint y el tiempo dispuesto que se tomó por cada uno, así como herramientas de las que se dispuso para poder llevar a cabo las tareas.

### 5.4.1 Fase I. Investigación, Apropiación del conocimiento

Como bien se mencionó en el capítulo destinado a la metodología, esta fase consistió en investigar acerca de Marketing Experiencial, Realidad Aumentada enfocada a la industria de la música y tecnologías que se pudiesen usar para la fase de la implementación del producto final, para lo cual se ejecutaron dos Sprint cada uno de dos semanas.

El primer sprint consistió en investigación para lo cual se realizaron tres tareas principales las cuales se especifican en la Tabla 2.

Tabla 2.  
*Sprint 1. Fase I. Investigación, Apropiación del conocimiento*

Sprint 1. Fase I. Investigación	
Tareas	Tiempo Estimado
1. Investigación teórica acerca de Marketing experiencial	
2. Investigación referencial acerca de industria musical y Realidad Aumentada	2 semanas
3. Investigación de tecnologías para desarrollo móvil con Realidad Aumentada	

En base a la investigación realizada en el sprint 1 se selecciona Unity 3D como tecnología para desarrollar la aplicación *XPAR*, el segundo sprint consistió en apropiación del conocimiento de la tecnología escogida, para lo cual se realizaron siete tareas principales las cuales se especifican en la Tabla 3.

Tabla 3.  
*Sprint 2. Fase I. Investigación, Apropiación del conocimiento*

Sprint 2. Fase I. Apropiación del conocimiento	
Tareas	Tiempo Estimado
1. Exploración herramienta Unity	
2. Exploración lenguaje de programación C# (lenguaje de implementación de Unity)	6 días
3. Prototipo con reconocimiento de marcadores (Target)	
4. Prototipo con detección de marcadores de video	2 días
5. Prototipo con más de un disparador de manera simultanea	
6. Prototipo con seguimiento de object a la cámara (Look at camera)	1 día
7. Prototipo de videos con transparencia	1 día

#### 5.4.2 Fase II. Preparación y Adquisición de Datos

Para implementar una aplicación de RA enfocada en bandas musicales se debía tener recursos audiovisuales con los cuales se pudiese ilustrar y dar a entender la idea de la aplicación fácilmente, esta fase se centró en la búsqueda, planeación y coordinación para la obtención de videos grabados con Chroma (fondo verde) para después de esto realizar selección y post producción de los videos haciendo uso de la herramienta de edición de video Adobe Premiere Pro CC 2015, para lo cual se contó con un sprint de dos semanas en el que se realizaron seis tareas principales como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4.  
*Sprint 3. Fase II. Preparación y Adquisición de Datos*

Sprint 3. Fase II. Preparación y Adquisición de Datos	
Tareas	Tiempo Estimado
1. Búsqueda de banda musical	
2. Búsqueda de espacio dentro del Politécnico Grancolombiano para hacer la grabación de cada miembro dentro del grupo musical	
3. Búsqueda de recursos: permisos, (Personas a cargo de: Luces, cámaras, trípodes, micrófonos, batería musical, etc.)	2 semanas
4. Logística de producción de videos para: Guitarra, Batería, Bajo y Voz	
5. Post producción los videos en Chroma (corrección de color)	
6. Post producción los videos, sincronización de audio y video	



### 5.4.3 Fase III. Prototipado

Esta fase correspondió a la fase de implementación del sistema XPAR, conformado como ya se mencionó en el diseño del sistema por dos prototipos de aplicación móvil de baja y alta definición con RA, una aplicación web y un API REST, para esto se dispuso de tres sprint cada uno de tres, una y dos semanas respectivamente.

El primer sprint consistió en el desarrollo de prototipos de aplicación móvil de baja y alta definición haciendo uso de Unity 3D, Adobe XD para el diseño de Mockups y Visual Studio Code como editor de código, para lo cual se realizaron tres tareas principales como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5.  
*Sprint 4. Fase III. Prototipado aplicaciones móviles*

Sprint 4. Fase III. Prototipado	
Tareas	Tiempo Estimado
1. Implementación de prototipo aplicación móvil de baja definición	
2. Diseño de prototipo aplicación móvil de alta definición	
3. Implementación de prototipo aplicación móvil de alta definición	3 semanas

El segundo sprint consistió en el desarrollo del API REST, diseño de modelo de datos y conexión de la capa de servicios con la base de datos haciendo uso de Node Js y MongoDB, para lo cual se realizaron dos tareas principales como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6.  
*Sprint 5. Fase III. Prototipado implementación API Rest*

Sprint 5. Fase III. Prototipado	
Tareas	Tiempo Estimado
1. Implementación API Rest	
2. Diseño de modelo de datos y conexión con base de datos	1 semana

El tercer sprint consistió en el desarrollo de la aplicación web haciendo uso de Angular como Framework y Visual Studio Code como editor de código, para lo cual se realizaron dos tareas principales como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7.  
*Sprint 6. Fase III. Prototipado aplicación web*

Sprint 6. Fase III. Prototipado	
Tareas	Tiempo Estimado
1. Diseño de aplicación web	2 semanas
2. Implementación de aplicación web	

#### 5.4.4 Fase IV. Validación

Esta fase da lugar a la validación del funcionamiento del sistema XPAR, en el cual se realizan pruebas de CPU, memoria, red y batería para el prototipo de aplicación móvil de alta definición con diferentes dispositivos Android haciendo uso de Android Studio Profiler, pruebas de funcionalidad y usabilidad para la aplicación web, y monitoreo del estado del API Rest con la herramienta Postman Monitor que ayuda a realizar pruebas lanzando cierto número de peticiones de forma paralela, se dispuso de un sprint de una semana de duración para lo cual se realizaron tres tareas principales como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8.  
*Sprint 7. Fase IV. Validación*

Sprint 7. Fase IV. Validación	
Tareas	Tiempo Estimado
1. Prueba de performance en cada dispositivo Android	1 semanas
2. Pruebas funcionales aplicación web	
3. Pruebas al API Rest	

## Capítulo 6. Resultados

Este apartado da lugar a la muestra de resultados obtenidos fase a fase del proceso de implementación del sistema de *XPAR*.

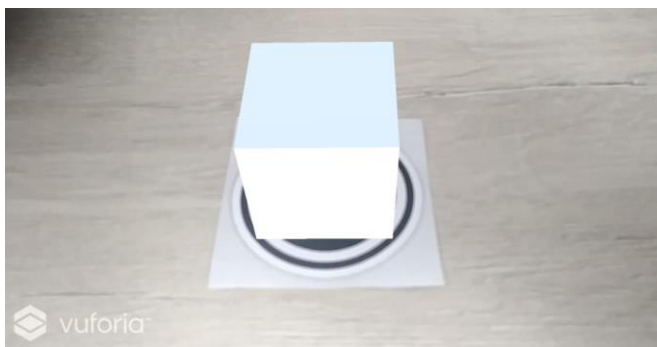
### 6.1 Fase I. Investigación, Apropiación del conocimiento

Esta fase fue dedicada a la investigación correspondiente a Marketing experiencial y exploración referencial acerca de aplicaciones con RA que tuvieran que ver con la industria musical, los resultados de esta investigación pueden verse a lo largo del documento, también fue dedicada a investigar acerca de tecnologías para realizar el prototipo de aplicación de alta definición, como resultado del primer sprint se escogió Unity 3D como tecnología a utilizar.

El segundo sprint de esta fase fue basado en apropiación del conocimiento acerca de la tecnología escogida, así pues, con ánimo de explorar Unity 3D se buscó hacerlo desarrollando prototipos pequeños de aplicación móvil que realizaran diferentes funciones relacionadas con RA, los prototipos exploratorios se muestran a continuación:

1. Prototipo de reconocimiento de marcadores.

En la Figura 9 puede verse como aparece un cubo sobre del marcador como señal exitosa de detección.



**Figura 9. Prototipo de reconocimiento de marcadores.**

2. Prototipo con más de un marcador de manera simultánea.

Para la implementación de este prototipo se modificó el atributo Max simultaneous Tracked Images de la configuración de Vuforia y se adicionó un marcador diferente para cada objeto que se quisiera mostrar en la escena, en la Figura 10 puede verse el resultado de este prototipo detectando marcadores que exponen un cubo y la reproducción de un video de manera simultánea.



**Figura 10. Prototipo con más de un marcador de manera simultánea.**

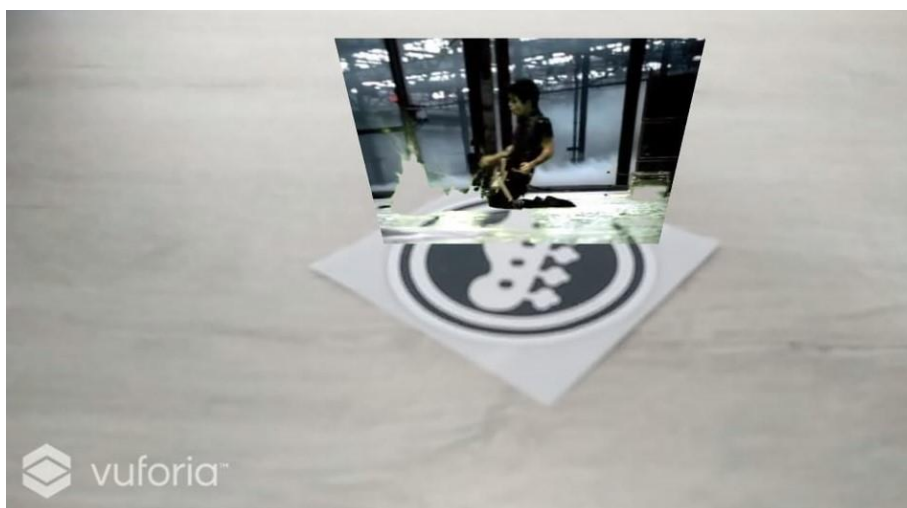
3. Prototipo de reproducción de video con transparencia.

Para la implementación de este prototipo dado que se necesitaba un video realizado con pantalla verde y para este punto no se contaba con uno, se realizó con el video de la banda Green Day, American Idiot dado que tiene muchas escenas que involucran el color verde, en la Figura 11 se muestra la escena original del video.



**Figura 11. Escena original del video American Idiot por Green Day sin transparencia implementada.**

En la Figura 12 se puede observar la misma escena del video, pero esta vez con la transparencia involucrada.

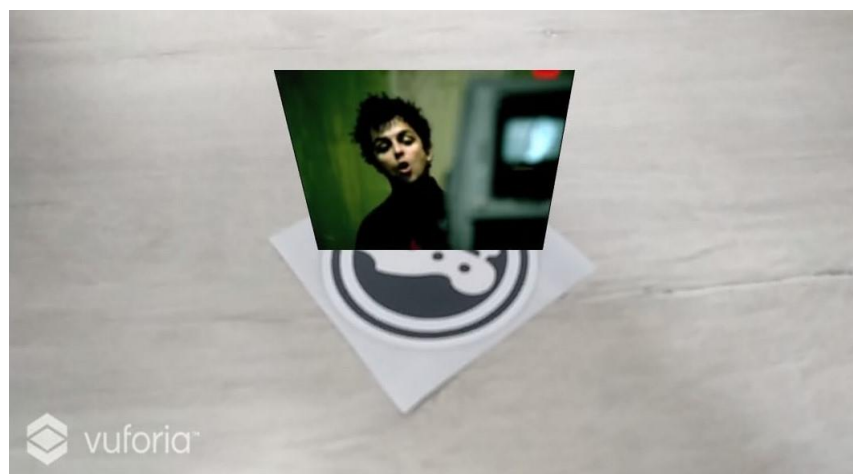


**Figura 12. Prototipo de video con transparencia, escena con transparencia implementada.**

4. Prototipo con seguimiento del objeto video a la cámara (Look at camera).

Look at camera es hacer un objeto en este caso el plano en el cual está renderizando el video apunte su vector de dirección hacia otro objeto en específico, en este caso la cámara, esto se hace con el fin de otorgarle al usuario la opción de mover el marcador a conveniencia.

Para la implementación de este prototipo fue necesario crear un script (El comportamiento de los objetos puede ser modificado mediante fragmentos de código en C# estos son llamados Scripts), en la Figura 13 puede verse el resultado obtenido de la implementación de este prototipo.



**Figura 13. Prototipo con seguimiento del objeto video a la cámara.**

La primera fase del proyecto ayudó a crear bases de desarrollo al tiempo que se aprendía sobre la tecnología, bases que luego se utilizarían como insumo para la fase de prototipado ahorrando tiempo de implementación y pruebas.

## 6.2 Fase II. Preparación y Adquisición de datos

En esta fase se obtuvo los recursos humanos y materiales necesarios para poder llevar a cabo la producción de los videos correspondientes a cada rol de una banda de cuatro integrantes con Chroma (fondo verde), Chroma o clave de color es una técnica ampliamente utilizada en cine, televisión y fotografía para postproducción de videos o fotos que consiste en extraer un color (usualmente el verde) y reemplazar esa área por otro color, imagen o video (Yeager, 2019). Para la aplicación era necesario poseer los videos con esta característica para poder obtener el color y reemplazarlo con transparencia, esto con el fin de mostrar los videos de cada rol con únicamente su silueta.

Para esta fase fue necesario realizar toda la logística correspondiente a la producción de videos de la banda *Los Malditos Oficinistas LMO* conformada por Giselle Geney en la voz, Javier Rodríguez en el bajo, Andrés Montaña en la guitarra y coros y Manuel Preciado en la batería, nos permitieron grabarlos a cada uno interpretando *Vivir en el mar* uno de sus sencillos, la logística de la producción de los videos consistió en: búsqueda de tiempo y espacios adecuados dentro del Politécnico Grancolombiano para el montaje de luces y cámaras, búsqueda de recursos como cámaras, luces, trípodes, utilería como micrófonos, batería musical y tela verde y demás equipo que se pudiese necesitar y finalmente recurso humano que pudiesen hacerse cargo de la configuración del espacio y equipo para la producción de los videos como puede verse en la Figura 14 que se muestra a continuación.



**Figura 14. Detrás de cámaras, producción del video para el rol de batería por Manuel Preciado**

Como resultado se obtuvieron 17 videos de los cuales se seleccionaron los cuatro mejores en función de la actuación del músico y sincronización del video con el audio base. Los cuatro videos seleccionados se sometieron a postproducción, necesaria para para la corrección de color y sincronización del video con el audio track original de la canción como se puede ver en la Figura 15, para la postproducción de los videos se hizo uso de la herramienta de edición de video Adobe Premiere Pro CC 2015, así como disposición de tiempo para aprender a utilizar esta herramienta.





**Figura 15. Postproducción de video rol guitarra por Andrés Montaña.**

### **6.3 Fase III. Prototipado**

Esta fase correspondió a la fase más larga del proyecto dado a la implementación del sistema XPAR, conformado por dos prototipos de aplicación móvil de baja y alta definición, una aplicación web y un API Rest, los cuales se describen a continuación.

#### **1. Prototipo de aplicación móvil de baja definición**

Este prototipo se caracteriza por tener únicamente la escena encargada de la experiencia audiovisual con la banda como se muestra en la Figura 16 y contiene el desarrollo lógico correspondiente a la sincronización de cada video con cada uno de los otros.

Este prototipo se implementó como resultado de los conocimientos adquiridos de la Fase I en donde se desarrolló prototipos de exploración con ánimos de ahorrar tiempo de desarrollo y pruebas mientras se adquiría conocimiento de la herramienta, este prototipo se realizó con ánimo de minimizar errores en el desarrollo del prototipo de alta definición.



**Figura 16. Pantalla de experiencia audiovisual, aplicación móvil de baja definición XPAR.**

## 2. Prototipo de aplicación móvil de alta definición

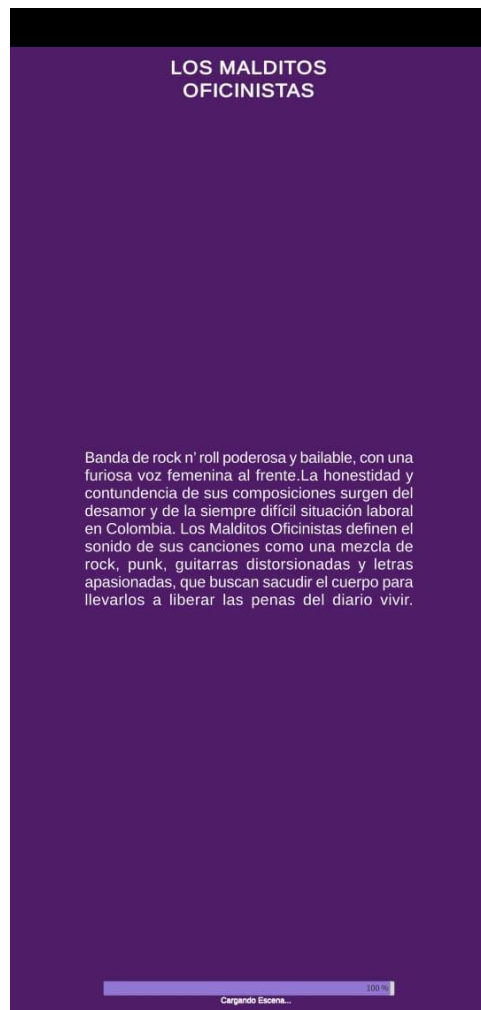
El prototipo de aplicación móvil de alta definición se conforma por cuatro escenas correspondientes a pantalla de comienzo, lista de canciones disponibles, pantalla de descarga de videos y carga de escena, y pantalla de experiencia audiovisual

La pantalla correspondiente a la lista de canciones disponibles como puede verse en la Figura 17 se caracteriza por lanzar una petición al API Rest, en donde este responde con un listado de canciones disponibles existentes en la base de datos y la información necesaria de estos para poder realizar la descarga de recursos correspondientes a la canción.



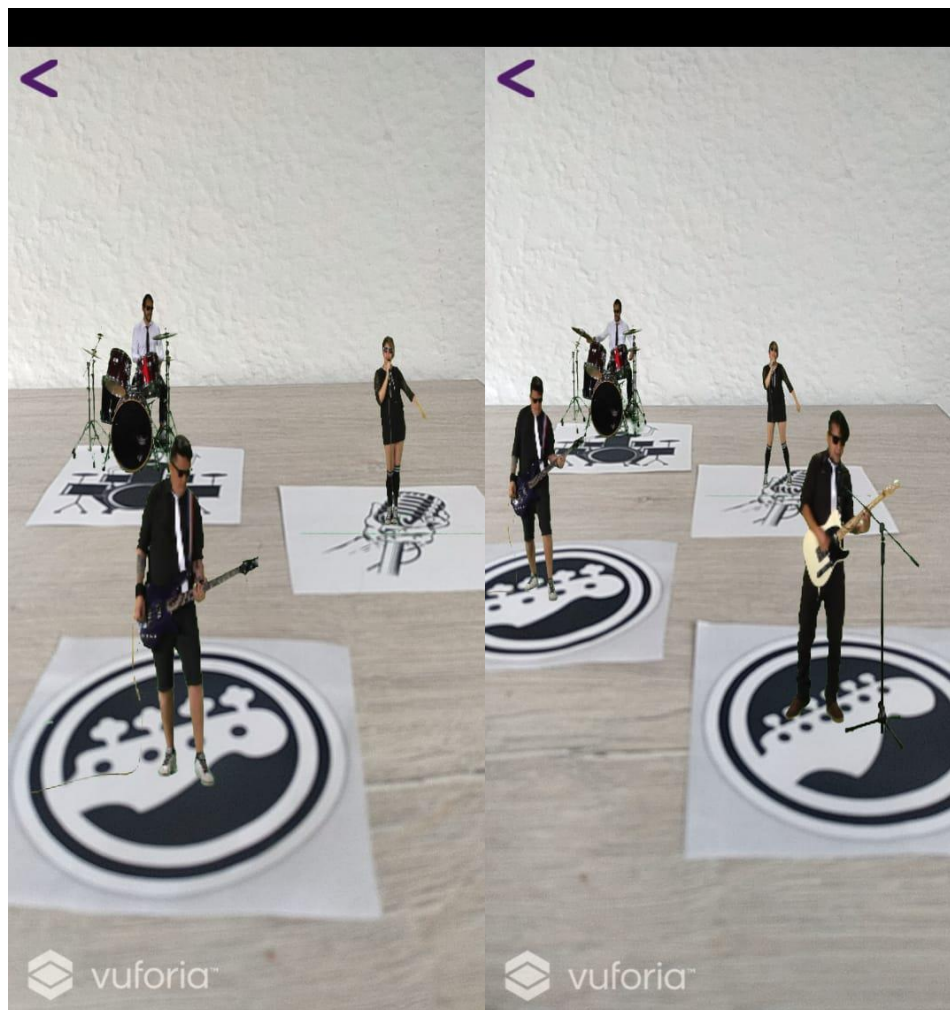
**Figura 17. Pantalla de catálogo de canciones disponibles en la base de datos del sistema.**

La pantalla de descarga de videos y carga de escena, esta pantalla se encarga de lanzar peticiones al API Rest para descargar los recursos necesarios de la canción escogida en la pantalla anterior Figura 17, mientras muestra información de la banda autora de la canción escogida como puede verse en la Figura 18, al momento de terminar la descarga de recursos procede a cargar la escena correspondiente a la pantalla de experiencia audiovisual.



**Figura 18. Pantalla de descarga de recursos y carga de escena.**

Finalmente, la pantalla correspondiente a la experiencia audiovisual es la escena implementada para el prototipo de aplicación móvil de baja definición con la diferencia de que escena utiliza los recursos, en este caso los videos, relacionados con la canción descargada como puede verse en la Figura 19, con la implementación del prototipo de aplicación móvil de alta definición se responde completamente a las historias de usuario de la uno a la tres correspondientes a la aplicación móvil.

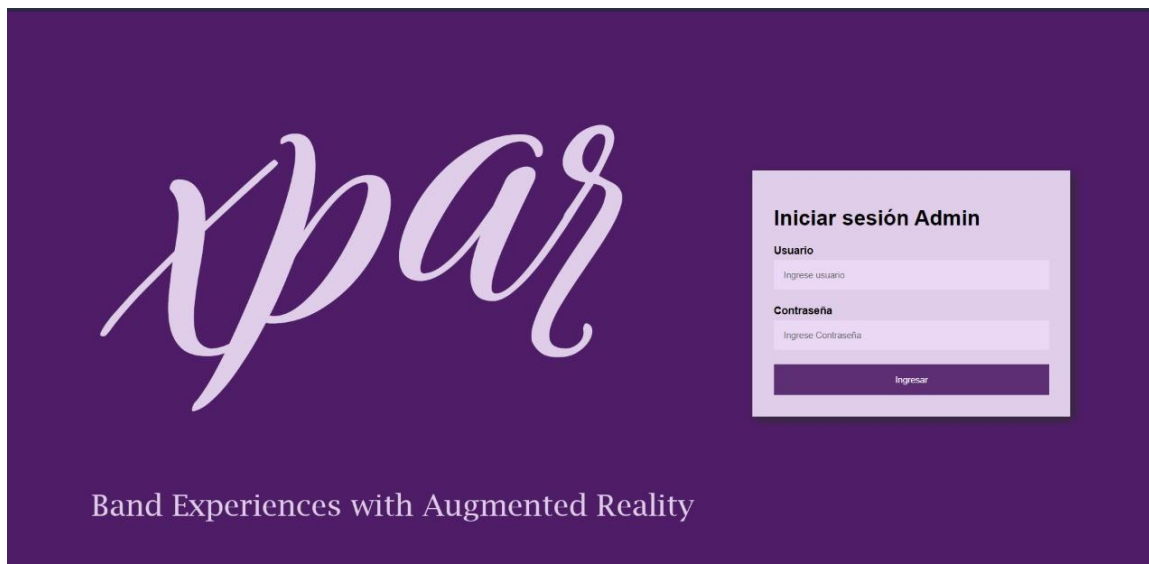


**Figura 19. Pantalla de experiencia audiovisual con tres y cuatro marcadores.**

### 3. Aplicación web

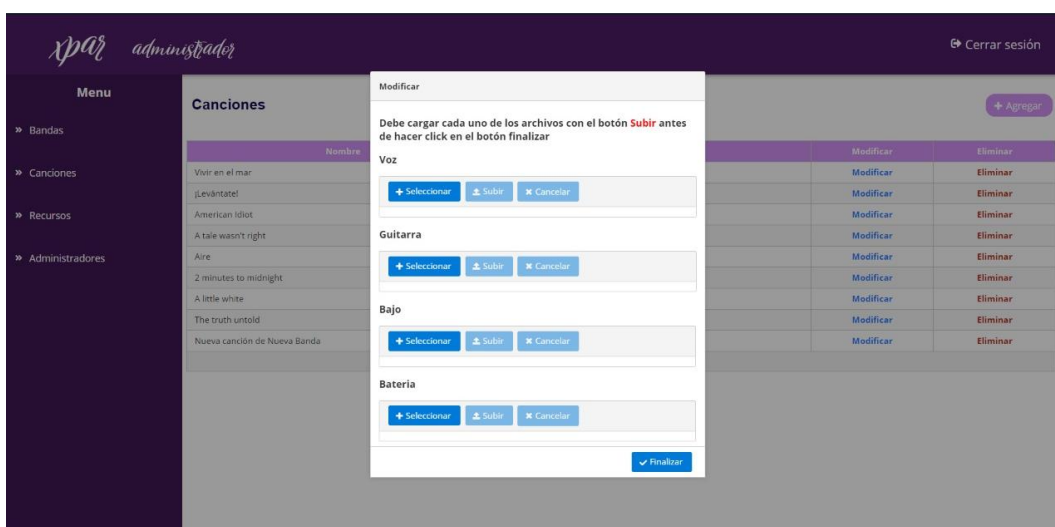
De acuerdo con la arquitectura diseñada y las historias de usuario de la cuatro a la seis correspondientes a la aplicación web, se desarrolló una aplicación con objetivo de administrar contenido del sistema XPAR, se implementó haciendo uso del Framework Angular y una librería de interfaz de usuario grafica Prime ng.

La aplicación esta implementada para uso de administración de contenido por lo tanto esta posee funciones de autenticación como se muestra en la Figura 20.



**Figura 20. Pantalla de autenticación aplicación web XPAR**

Está conformada por componentes, cada uno encargado de lanzar peticiones al API Rest de tipo CRUD<sup>6</sup> en base al modelo de datos XPAR y mostrar una interfaz de usuario en relación con el componente, también posee funciones de autenticación y funciones de carga de archivos como puede verse en la Figura 21.



**Figura 21. Componente canciones, función carga de archivos.**

<sup>6</sup> CRUD, es el acrónimo de "Crear, Leer, Actualizar y Borrar" para referirse a las funciones básicas de las bases de datos o capa de persistencia en un software.

Así pues, con la implementación de la aplicación web se responde completamente a las historias de usuario correspondientes a la aplicación web.

#### 4. API Rest

Se implementó una capa de servicios haciendo uso de Node js y Express js, la cual tiene funciones implementadas para administrar contenido del sistema XPAR, esta capa está conectada a el prototipo de aplicación móvil de alta definición, la aplicación web, el FileStorage y la base de datos.

### 6.4 Fase IV. Validación

Esta fase se ejecutó al terminó de la implementación del sistema XPAR, se basó en hacer pruebas en el prototipo de aplicación móvil, aplicación web y el API Rest, como se muestra a continuación.

#### 1. Prototipo de aplicación móvil

La validación del prototipo se basó en pruebas CPU, memoria, red, batería y fluidez a cinco dispositivos móviles Android de versiones 6, 7, 9 y 10, la especificación de los dispositivos usados para pruebas se lista en la Tabla 9.

Tabla 9.  
*Especificaciones de dispositivos para prueba de aplicación XPAR.*

N /dis	Marca   Tipo de dispositivo	OS	RAM	Procesador
1	Samsung SM-J701M   Dispositivo celular	Android 7.0	2 GB	Octa-core 1.6GHz
2	Xiaomi Redmi Note 5   Dispositivo celular	Android 9.0	3 GB	Snapdragon 636 1.8GHz
3	NVIDIA SHIELD   Dispositivo Tablet	Android 6.0	2 GB	Nvidia Tegra K1
4	Xiaomi Redmi Note 6 Pro   Dispositivo celular	Android 9.0	4 GB	Qualcomm Snapdragon 636 Octa-core
5	Xiaomi Mi 9   Dispositivo celular	Android 10	6 GB	Qualcomm Snapdragon 855, 7nm

Las pruebas se realizaron con la herramienta de Profiler de Android Studio, la cual muestra un promedio de consumo de CPU es 35.76 %, promedio de memoria es 210.8 MB y en red es 5.5 MB y el uso de batería a nivel medio.

Tabla 10.

*Uso promedio de CPU, memoria, red y batería en los dispositivos Android de prueba.*

N / dis	CPU	Memoria	Red	Batería	Fluidez
1	37.5 %	226.4 MB	5.5 MB	No disponible	Media
2	35.9 %	196 MB	5.5 MB	Media	Alta
3	41.9 %	270 MB	5.6 MB	No disponible	Baja
4	32.9 %	182 MB	5.5 MB	Media	Alta
5	30.6 %	180 MB	5.4 MB	Media	Alta

La fluidez de la aplicación fue medida en base a la cantidad de marcadores que el dispositivo podía detectar al mismo tiempo sin presentar lentitud del video, desincronización de audio del video y desincronización de la canción, es decir perder la sincronización de todos los videos entre sí. Los dispositivos que presentaron fluidez alta son dispositivos con características como: Android superior a la versión 9, y memoria RAM superior a 3 GB correspondientes a los dispositivos 2, 4 y 5.

Finalmente se midieron tiempos de descarga de recursos con un peso de aproximadamente 120 MB en total y fue de 47.31 segundos.



## 2. Aplicación web.

Se realizaron pruebas funcionales y de usabilidad con diferentes usuarios para asegurar que fuese entendible la distribución gráfica y de funcionamiento de los componentes que la conforman.

Finalmente se tomaron tiempos de carga de recursos a través de la aplicación web con dos diferentes velocidades de red, los recursos cargados poseen un tamaño de promedio de 30MB y los resultados se ilustran en la Tabla 11.

Tabla 11.  
*Tiempos de carga de recursos en aplicativo web.*

Tamaño del recurso	Velocidad de red de carga	Tiempo de carga
30 MB	10 MB	393.69 ms
30 MB	1 MB	982 ms

## 3. API Rest

Se hizo uso de la herramienta Postman, creando un monitor de servicios el cual se encargó de realizar pruebas de manera paralela y detectar posibles fallas al realizar peticiones a la interfaz, en la Tabla 12, puede verse el número de peticiones realizadas de manera paralela, el número de peticiones con resultado exitoso, el número de peticiones con resultado fallido y tiempo promedio que tomo el API Rest en otorgar respuesta por cada petición realizada.

Tabla 12.  
*Resultado de monitoreo de 1000 peticiones al API Rest*

Número de peticiones	Número de peticiones exitosas	Número de peticiones fallidas	Tiempo promedio de respuesta por petición
1000	1000	0	520 ms

## Capítulo 7. Conclusiones

Este apartado tiene como función nombrar las principales conclusiones acerca de la implementación del proyecto XPAR sobre la metodología empleada y el sistema implementado.

### 7.1 Sobre la Metodología

- Al tomar como marco de trabajo un desarrollo iterativo y de entrega de valor constante, permitió realizar pruebas de cada sistema múltiples veces durante el desarrollo de este, de esta manera se minimizó errores durante la etapa designada a la validación de componentes del sistema *XPAR*.
- Contemplar tiempo para la exploración de tecnologías de vanguardia y tecnologías de las que no se tenía conocimiento previo dentro del marco de desarrollo, permitió la minimización de riesgos dentro de la implementación del sistema *XPAR*.
- El uso de Sprint como forma de estructurar las tareas a lo largo de las fases permitió monitorear el estado de este en base a las tareas realizadas, mantener control y priorizar tareas en función de su necesidad y dependencia.

### 7.2 Sobre el Sistema XPAR

- Se implementó una arquitectura de multicapa o multinivel la cual permite modular el sistema en capas y otorga la flexibilidad de cambiar o modificar alguna de estas capas sin tener que recurrir al desarrollo del sistema completo.
- El uso de nuevas tecnologías asegura que durante un periodo de tiempo estas no se conviertan en tecnologías obsoletas y se deba recurrir al desarrollo del sistema con tecnologías nuevas.

- El uso de Unity 3D como tecnología para la implementación de los prototipos de aplicación móvil garantiza al ser multiplataforma que no se deba desarrollar nuevamente para un sistema operativo diferente como IOS, adicionalmente cuenta con una plataforma sencilla e intuitiva, y existe una gran cantidad de documentación relacionada con desarrollo haciendo uso de esta tecnología.

Finalmente, el sistema XPAR fue implementado con ánimos de ser un ejemplo de cómo las tecnologías de vanguardia pueden ser utilizadas dentro de la industria de la música bajo el concepto de Marketing experiencial, como modo de enriquecer las experiencias de los usuarios que consumen estos servicios, XPAR como herramienta de Realidad Aumentada aplicada a marketing experiencial en industria musical, se desarrolla cumpliendo con los objetivos y el alcance propuesto al inicio del proyecto.

## Capítulo 8. Referencias bibliográficas

- (2018). Obtenido de Enimem: <https://www.eminem.com/news/eminem-releases-new-augmented-reality-app-2018-live-shows>
- (2019). Obtenido de David Bowie is: <https://davidbowieisreal.com>
- (2019). Obtenido de Postman: <https://learning.getpostman.com/docs/postman/monitors/intro-monitors/>
- (2020). Obtenido de MongoDB Atlas:  
[https://www.mongodb.com/cloud/atlas/lp/general/try?utm\\_source=google&utm\\_campaign=gs\\_americas\\_colombia\\_search\\_brand\\_atlas\\_desktop&utm\\_term=mongo%20atlas&utm\\_medium=cpc\\_paid\\_search&utm\\_ad=e&gclid=CjwKCAiAx\\_DwBRAfEiwA3vwZYqi3paDd66UE\\_K7XpzIlCHhFxOZI99eb0-Jb](https://www.mongodb.com/cloud/atlas/lp/general/try?utm_source=google&utm_campaign=gs_americas_colombia_search_brand_atlas_desktop&utm_term=mongo%20atlas&utm_medium=cpc_paid_search&utm_ad=e&gclid=CjwKCAiAx_DwBRAfEiwA3vwZYqi3paDd66UE_K7XpzIlCHhFxOZI99eb0-Jb)
- AMA. (2013). Obtenido de [www.ama.org](http://www.ama.org)
- Angular*. (s.f.). Obtenido de <https://angular.io>
- BTS. (2019). *BTS Love Yourself World Tour - Augmented Reality Stage, Wembley Stadium, London, U.K.* Obtenido de <https://vimeo.com/341610605>
- MongoDB*. (2020). Obtenido de [www.mongodb.co](http://www.mongodb.co)
- Node.js*. (s.f.). Obtenido de <https://nodejs.org/es/>
- Schmitt, B. (1999). *Experiential Marketing: How to Get Customers to Sense, Feel, Think, Act and Relate to Your Company and Brands*.
- Schmitt, B. (2015). *Experiential Marketing: A New Framework for Design and Communications*.
- Thielen, E., Sieck, J., Letellier, J., & Thoma, A. (2018). *Providing additional content to print media using Augmented Reality*.

*Totemcat.* (2019). Obtenido de <http://totemcat.com/usos-y-aplicaciones-de-la-realidad-aumentada/>

*Unity .* (2020). Obtenido de <https://unity.com>

*Vuforia Engine.* (2019). Obtenido de <https://developer.vuforia.com>

Wikström, P. (2013). La industria musical en una era de distribución digital. *C@mbio: 19 ensayos clave sobre cómo internet está cambiando nuestras vidas.*

Yeager, C. (2019). *Premium Beat.* Obtenido de <https://www.premiumbeat.com/blog/chroma-key-green-screen-guide/>

## **Capítulo 9. Anexos**

### **9.1 Manual Técnico**

### **9.2 Manual de Usuario**