

PROTOTIPO DE SOFTWARE
DE REALIDAD VIRTUAL
ORIENTADO AL ESTUDIO DE
ESCENARIOS
ESTRATÉGICOS DE FÚTBOL
A NIVEL COMPETITIVO

MAICOL ESTIVEN ROMERO

JUAN CAMILO OSPINA

SANTIAGO CARVAJAL
ESPEJO

TUTORA

LUISA FERNANDA
CARVAJAL

UNIVERSIDAD EAN
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERÍA DE SISTEMAS

BOGOTA D.C

Junio 7 de 2023

Resumen

Las nuevas tecnologías de la información permiten que el mundo utilice herramientas innovadoras aplicables a la comunicación y al aprendizaje. Una de esas tecnologías es la realidad virtual (RV) y una de sus ramas la realidad virtual aumentada (RVA), la cual permite acercar al usuario hacia la visualización en tres dimensiones de objetos como si lo estuviera viendo en la realidad. Con base en lo expuesto, en este proyecto se pretende explorar esta herramienta para aplicarla en el fútbol y posibilitando que las personas que la usen aprendan conceptos tácticos y estratégicos para su entrenamiento y puedan tener un mejor desempeño en el campo de juego. Por tanto, en este proyecto se explorarán los requerimientos funcionales y no funcionales de la implementación del software para RVA, se determinará el lenguaje de programación y se construirá un prototipo.

1. Introducción

La tecnología ha transformado la forma en que percibimos el mundo, y los avances tecnológicos son esenciales para operar los procesos cotidianos que se pueden encontrar en una empresa de manera efectiva y eficaz. Cada vez se requieren más ajustes en los procesos de las organizaciones para adaptarse a los cambios que ocurren a un ritmo acelerado en la innovación tecnológica. A medida que la tecnología avanza, los procesos se mejoran para satisfacer las necesidades de las personas y crear formas más sencillas de mejorar en una actividad, lo que lleva a la apertura de nuevos proyectos digitales en busca de la transformación de las actividades del día a día en diferentes disciplinas.

La realidad virtual (RV) es una tecnología emergente que está transformando la manera en que interactuamos con el mundo digital. Con la RV, los usuarios

pueden sumergirse en ambientes virtuales generados por computadora y experimentar una sensación de presencia e inmersión en el espacio virtual. Esta tecnología tiene el potencial de tener un impacto significativo en diversos campos, como la educación, la salud, el entretenimiento y la industria.

Los escenarios de realidad virtual aumentada son una tecnología en la que se busca brindar al usuario la posibilidad de recrear una experiencia de la forma y las veces que desee sin necesidad de ocupar recursos adicionales. Esta herramienta facilita el aprendizaje al poder trabajar con situaciones específicas que se traen a la realidad, tantas veces como se desee y con las modificaciones que sean necesarias para el escenario. Cada objeto se puede construir bajo un tema específico y se puede visualizar a través del celular o diferentes dispositivos en el ambiente artificial creado. También permite tener contacto con una realidad que, aunque no es la original, se acerca a la persona que la visualiza hacia el objeto real.

Actualmente tener una sensación lo más cercana posible a la realidad relacionado a una actividad difícil de experimentar o recrear un escenario en el mundo real, es muy usado en todo tipo de disciplinas en la actualidad. En el ámbito militar para entrenamiento de soldados de la fuerza aérea, simulación para escenarios de operaciones especiales, entre otros. (Varón, 2021).

En el presente proyecto de grado se busca las formas correctas de implementar la realidad virtual en el deporte del fútbol para el estudio y creación de tácticas que se desean implementar en un partido profesional disminuyendo el riesgo de tener un completo fracaso. Esta innovación busca proveer una herramienta que permita el perfeccionamiento de las estrategias en un espacio que se asimile lo más posible a un entorno real.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Desarrollar un prototipo de software de realidad virtual con el potencial de ser usado como herramienta para el estudio y aprendizaje de conceptos tácticos y estratégicos dentro del mundo del futbol a nivel competitivo.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar los requerimientos funcionales, no funcionales y riesgos para la implementación de un software de realidad virtual enfocado a la recreación y estudio de las teorías estratégicas más importantes del futbol en ligas profesionales.
- Seleccionar el lenguaje de programación y la metodología de desarrollo sobre el cual se va a trabajar.
- Presentar un escenario de prueba para evaluar la funcionalidad y diseño del prototipo

3. Definición del problema

El deporte en la actualidad se ha convertido en una disciplina muy estudiada, existen diferentes carreras profesionales relacionadas con el aprendizaje de técnicas, sistemas y conceptos del deporte. La dificultad de la teoría lleva a un siguiente nivel todo el tema relacionado con la educación física y el desarrollo de tácticas para emplear en el deporte, creando cada vez estructuras y sistemas más complejos para obtener una ventaja en el mismo.

Por su parte, los entrenadores encuentran retos al momento de explicar e implementar sistemas de ataque y defensa a su equipo. El hecho de crear una nueva forma de juego para un equipo acostumbrado a otro puede ser todo un proceso, que implica sacar a los jugadores de su zona de confort y que requiere una explicación detallada por medio de instrucciones orales y representaciones gráficas en tableros.

La velocidad del proceso del aprendizaje y aplicación de una nueva forma de juego en un equipo de fútbol puede resultar en otro impedimento para lograr una rápida y completa preparación de un equipo. La velocidad de este proceso varía dependiendo de la capacidad de adaptación de los jugadores y las herramientas con las que cuenta el entrenador para dar a entender correctamente estos nuevos sistemas.

El problema recae en que no se requiere únicamente el uso de un sistema o táctica de juego para el campo, por el contrario, se requieren varias tácticas dependiendo del posicionamiento del equipo rival y el estado físico del equipo aliado en dicho momento.

Las herramientas tradicionales no son lo suficientemente dinámicas y rápidas al momento de entrar en el terreno teórico del fútbol, donde se presentan las tácticas a los jugadores que suelen ser personas que entienden el fútbol mayormente de manera práctica. Con un sistema que ayude a comprender de forma más dinámica e interactiva se espera que los jugadores tengan una mejor comprensión de los cambios en el terreno de juego. Por todo el problema planteado anteriormente es necesario contar con herramientas que permitan la asimilación de conceptos al momento de jugar, con el fin de obtener ventaja sobre el equipo rival.

4. Justificación

Como bien sabemos el futbol es uno de los deportes más relevantes de la actualidad, por muchos considerado como el deporte rey, atrayendo millones de personas a nivel mundial.

A nivel competitivo los aspectos tácticos del deporte toman aún más relevancia, los clubes profesionales centran gran parte de sus esfuerzos en mejorar sus estrategias con el objetivo de ser cada vez mejores, estos aspectos tácticos no han sido ajenos al cambio, cada vez se involucra más datos e información, es por esto que vemos una oportunidad de innovación con el uso de una tecnología disruptiva como es la realidad virtual, principalmente buscamos Desarrollar una herramienta que brinde una nueva alternativa para explorar los conceptos estratégicos del deporte.

5. Análisis de requerimientos

El propósito principal del producto a desarrollar es ofrecer una nueva herramienta a los entrenadores o equipos de futbol para dar a entender desde un punto de vista realista en tercera persona el cómo se debe ejecutar un sistema o estrategia en el campo de juego. A continuación, se analizan algunos aspectos importantes y necesarios de aclarar con respecto a la calidad, programas y equipos necesarios para el desarrollo del software.

Diseñar un campo de fútbol y jugadores con una sensación realista es necesario para poder crear en los jugadores un mejor sentido de inmersión al momento de estar comprendiendo una situación estratégicamente importante de un partido.

- Interacción del usuario con el sistema de realidad virtual. El sistema tendrá un único encargado de manejar como se reproduce la secuencia de sucesos en

un escenario. Los demás usuarios serán espectadores que podrán movilizarse por el escenario analizando el campo y la situación, pero no serán capaces de cambiar nada con respecto al escenario.

- Movimiento natural de las representaciones graficas de los jugadores en el sistema RV. El sistema se centrara principalmente en poder tener un sistema rapido y funcional sin tener que gastar capacidad de computo en correr detalladas animacion de los jugadores en el campo de juego. Por lo anterior, la interacción de los jugadores RV pueden llegar a visualizarse poco naturales en algunos casos.

La plataforma de desarrollo que se pretende usar para este proyecto es Unity, además del uso de programas como Maya, Cinema 4D, 3ds Max, Cheetah3D, Modo, Lightwave, Blender, SketchUp que servirán como apoyo para importar animaciones. JetBrains Rider será el compilador con el cual se desarrollará el proyecto.

Equipo necesario para el uso del software. Las gafas de realidad virtual son el equipo esencial para ejecutar el programa. Además de las gafas la persona encargada de ejecutar el escenario deberá tener un control de RV para gestionar las funciones del programa.

El computador con el que se trabajará para el desarrollo del software tendrá como mínimo las siguientes especificaciones: 8 GB de memoria RAM, Windows 7 o superior o MacOSX 10.8 o superior, tarjeta gráfica con DX9 o DX11, tarjeta gráfica INTEL GRAPHIC 4000 o superior, o Nvidia o ATI con un 1G VRAM dedicada o superior, almacenamiento disponible mayor 250 Gb. Estos son los requerimientos mínimos para trabajar con el sistema de información Unity.

6. Marco de referencia

El deporte cada vez incursiona más en el mundo de la tecnología de realidad virtual, tomando como ejemplo inicial el emprendimiento del Fútbol Club Barcelona. La Barça Innovation Hub es una idea del Fútbol Club Barcelona, en el que se busca crear un espacio para sus fanáticos donde se adentren más en el mundo de la realidad virtual conectada con el fútbol. El club en una de las innovaciones propone ofrecerle a los fanáticos del fútbol la experiencia en realidad virtual de vivir un partido de fútbol, además experimentar los entrenamientos que hace el equipo para la preparación de un partido. (González, A. 2021)

Teniendo en cuenta el proyecto propuesto por el Barça Innovation Hub relacionado con la realidad virtual, la idea de implementar la realidad virtual en una disciplina tan competitiva y mundialmente conocida como el fútbol con el objetivo de crear una mejora en el desempeño los equipos no es para nada distante.

En cuanto al futuro de la realidad virtual, esta es una tecnología disruptiva que ha visto un crecimiento importante en los últimos años, por lo que se estima que para 2030 el volumen de negocio habrá aumentado en un billón y medio de dólares en ganancias netas del sector y los empleos relacionados habrán pasado de los 820.000 actuales a 23 millones según nos informa la consultora PwC (González, 2021).

En base a estas estimaciones de crecimiento económico vemos que este apartado tecnológico de la realidad virtual apunta a ser una de las tecnologías más demandadas por su potencial de aplicabilidad en multiplicidad de campos, es por ello que apostar por implementaciones relacionadas con RV desde ya es un total acierto con el fin de explorar sus posibilidades lo antes posible

Actualmente existen programas que permiten visualizar tácticas o escenarios de juego de manera virtual como es tactical-board, pero esta implementación se centra en un campo de juego 2D como podemos ver en la ilustración 1 se presenta la representación de los jugadores por medio de fichas circulares demarcadas por un número y color, permite crear animaciones cortas, resaltar un área específica del terreno de juego.

Esta es una herramienta muy útil para la visualización de ciertas jugadas o movimientos que realizar a un jugador, pero en el aspecto de interactividad con quien la usa es ciertamente limitada, por lo tanto, la posibilidad que presentar un prototipo basado en RV puede ayudar a solventar esta limitación y llegar a ser considerada como una alternativa.

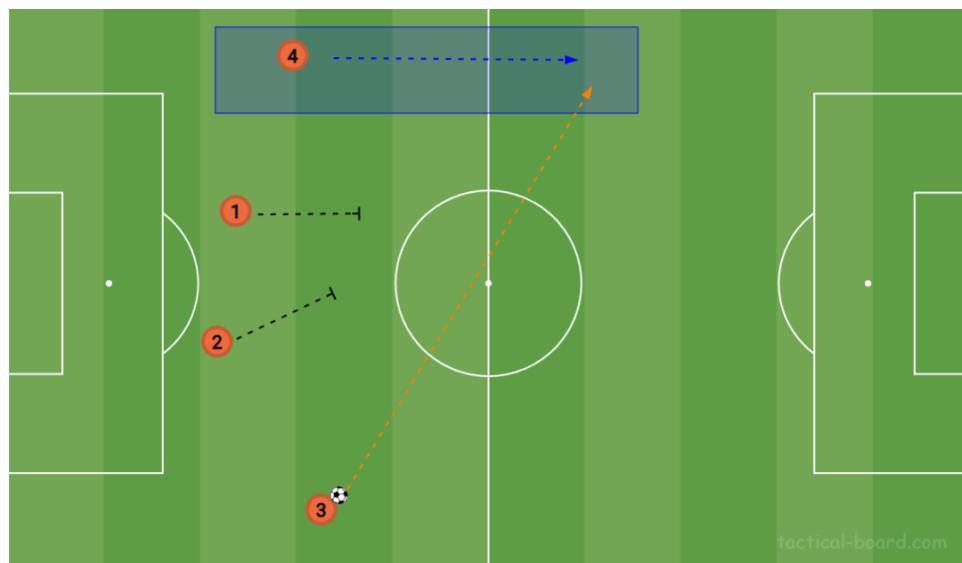


Ilustración 1 Escenario de ejemplo en tactical-board (Autor, 2023)

El desarrollo de un prototipo que brinde estas posibilidades llegaría a ser realmente innovador, debido a que actualmente no existe algún tipo de software de realidad virtual que se enfoque en este segmento del mundo táctico del fútbol, en cuanto a los antecedentes podemos tomar implementaciones como tactical-board que son la

implementación virtual para la representación de los escenarios que nos interesan, el verdadero reto se encuentra en llevarlo al mundo VR.

7. Análisis de restricciones

7.1 Legales

Para el desarrollo del prototipo de software, se deben tener en cuenta diferentes aspectos, partiendo de la plataforma sobre la cual se va a realizar el desarrollo, la cual puede tener licenciamiento abierto o cerrado; En el caso de ser cerrado los propietarios del software establecerán los derechos de uso, distribución y el número de copias que se pueden distribuir dependiendo del fin, todo esto se fundamenta en la ley 603 de 2000 llamada Ley de Licencias de Software, por lo tanto para evitar este tipo de limitaciones decidimos realizar el desarrollo del prototipo sobre un software de código abierto que no presenta ninguna de las restricciones previamente mencionadas, en este caso la más conveniente es Unity.

Otro aspecto legal importante en desarrollo del software viene relacionado con los derechos de autor, ya que en su versión final el prototipo debe ser protegido para evitar apropiaciones indebidas por parte de terceros, esto se fundamenta en el Decreto 1360 de 1989 "Por el cual se reglamenta la inscripción de soporte lógico (software) en el Registro Nacional del Derecho de Autor" (Orjuela, 1989) este proceso se debe realizar en el Registro Nacional del Derecho de Autor diligenciando la solicitud por escrito con la información pertinente para ser aprobada.

Por último, dentro de los recursos relacionados con imágenes, sonidos, música o textos se deben respetar los materiales que se encuentren protegidos por derechos de autor de acuerdo con la Ley 1915 de 2018 por lo tanto el material que sea usado en este proyecto con fines estéticos, no funcionales que venga por parte

de terceros será de uso libre, respetando en todo momento la propiedad intelectual de otros autores.

7.2 Económicas

En términos económicos los recursos virtuales (software, imágenes, sonidos, etc) con los cuales se desarrollará el prototipo serán de libre uso por lo que se pueden adquirir por medio de internet sin la necesidad de realizar ningún pago. En cuanto a los recursos físicos se dispondrá de los computadores personales de cada uno de los miembros del proyecto, apoyándonos en el laboratorio de realidad virtual que se encuentra a nuestra disposición en la Universidad EAN para estos fines de investigación y desarrollo, además el recurso humano que constituye este proyecto se conforma por los propios miembros del proyecto por lo tanto no se contempla ningún tipo de pago para el desarrollo del software, además la versión final del prototipo será de libre acceso para usos de aprendizaje o experimentación sin representar ningún tipo de ganancia económica.

7.3 Ambientales

El prototipo de la herramienta de realidad virtual requerirá una cantidad de energía considerable para funcionar correctamente por largos periodos de tiempo. Esto podría aumentar el consumo de energía del usuario, lo que a su vez aumentaría la huella de carbono del proyecto.

Por motivos de este gasto eléctrico elevado se tiene contemplado implementar advertencias que se presenten en la vista del usuario y avisen cuánto tiempo lleva en el programa.

7.4 Salud y seguridad

Los usuarios de la herramienta de realidad virtual pueden sufrir lesiones físicas. Por ejemplo, podrían tropezar, caerse o chocar con objetos o personas en su entorno físico mientras están inmersos en el mundo virtual.

El uso prolongado de la herramienta de realidad virtual puede causar fatiga ocular y mental, además afectaciones en el sentido de equilibrio en los usuarios, lo que podría afectar su bienestar y rendimiento en el futuro.

Para mitigar las posibles consecuencias de estos riesgos se provisionarán instrucciones claras para el uso seguro de la herramienta. Estas instrucciones se encontrarán al iniciar el programa, incluyendo las precauciones y recomendaciones para no tener futuros problemas al usarla. Además, la misma herramienta de realidad virtual cuenta con sus propias recomendaciones para el uso.

7.5 Socioculturales

El acceso a la herramienta de realidad virtual también podría verse limitado por la brecha tecnológica, lo que significa que los usuarios que no tienen acceso a los visores, controles y la capacidad de cómputo para correr el programa.

El proyecto está diseñado para correr en computadores que no necesiten componentes excesivamente costosos, ya que los gráficos que se implementaran en el programa no son de calidad máxima para optimizar la fluidez de éstos. El software está pensado con el fin de centrarse en la funcionalidad de la herramienta ya que se trata de un prototipo.

El uso excesivo de la herramienta de realidad virtual podría llevar a la dependencia tecnológica, lo que podría tener un impacto negativo en la forma en que los usuarios interactúan entre sí y con el mundo real.

El programa será recomendado únicamente para el uso de contextualización de jugadas específicas de un campo de juego. No es necesario ni recomendable usarla para todas las clases enfocadas a la teoría sobre jugadas y estrategias de fútbol.

La herramienta de realidad virtual puede tener un impacto en la educación si se utiliza como sustituto de la instrucción práctica en el campo, lo que podría afectar la calidad de la educación y el rendimiento de los jugadores en el campo.

Este programa no busca ser un remplazo de las lecciones teóricas y entendimiento del campo de juego de la forma tradicional. El trabajo integro de la práctica de campo, con el trabajo teórico de la herramienta será la forma ideal para tener una correcta mejoría en el desarrollo de habilidades de los jugadores.

8. Metodología para la selección y desarrollo de la solución

Dentro de toda investigación es importante establecer la manera como se van a cumplir los objetivos, esto requiere de una estructura investigativa acorde al tema y a los resultados esperados. Basados en este concepto se definen distintas rutas que permiten la indagación con respecto al objeto de investigación. Es así que para esta investigación se propondrá una ruta cualitativa, cuantitativa.

8.1 Ruta cualitativa

Dado que en el campus del futbol aun no se tienen claros los requisitos para implementar procesos de realidad virtual amentada, se debe establecer inicialmente, una ruta cuantitativa, ya que se debe partir de los conceptos básicos para entender las capacidades con que cuentan los deportistas.

El enfoque propuesto requiere desarrollar el conocimiento teórico para implementar la solución, cumpliendo con los requisitos establecidos por los usuarios, estos no se conocen aún, por tanto, se requiere indagar cuáles pueden ser estos requisitos e interpretar las necesidades de estos para lograr la convergencia entre todos los actores.

Para lograr la convergencia se necesita entonces realizar revisión documental para definir los conceptos teóricos que permitan aplicar la técnica, determinar los actores principales , realizar entrevistas con expertos, entender las necesidades de los usuarios, indagar por los recursos existentes y lo que se podría tener para la implementación, determinar experiencias desde el conocimiento para establecer la hoja de ruta en la determinación de la viabilidad tecnológica para establecer prototipos de realidad virtual aumentada en el Fútbol a nivel competitivo.

8.2 Ruta cuantitativa

Este enfoque requiere la aplicación de procesos secuenciales para determinar la viabilidad económica para producir un ambiente artificial mediante realidad virtual aumentada. Esto implica aplicar modelos matemáticos y económicos que utilizaran parte de la información obtenida en el enfoque cualitativo para responder a la hipótesis respecto a si es viable económicamente o no aplicar prototipos de realidad virtual aumentada y establecer los requisitos para que el proyecto se implementable. De tal manera que se logre aproximar lo mejor posible a la realidad.

El enfoque del diseño de la investigación en este aspecto es no experimental, transversal, descriptivo. Ya que no se va a hacer una manipulación intencionada de las variables independientes, solo a partir de ellas se pretende concluir acerca de la

hipótesis de viabilidad. Los datos que se van a recolectar se tomarán en un solo momento para describir el comportamiento de las variables y evaluar la situación y determinar el estado de cada una de ellas con el fin de concluir que se necesita para la implementación de la realidad aumentada en el fútbol.

8.3 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es importante ya que este determina los pasos a seguir dentro del método científico para cumplir los objetivos propuestos. Es importante pues de esta fase resulta la planeación y la alineación de recursos necesarios para ejecutar los muestreos y análisis posteriores, a continuación, en la tabla 3 se describe la metodología a desarrollar.

Etapas de la investigación	Descripción
Revisión de la literatura	Se debe hacer una revisión bibliográfica a través de las bases de datos, para poder determinar la manera en la cual se va a abordar la solución del problema, aprender los conceptos teóricos, para programar el prototipo, entender el lenguaje de programación. Y entender las especificaciones básicas de un desarrollo en realidad virtual aumentada.
Análisis del perfil del usuario	Se debe definir quiénes van a ser los usuarios de la aplicación en realidad virtual a programar, cuáles son sus intereses y expectativas. Estos se van a clasificar según su rol dentro de la cancha para poder determinar cuáles son los requisitos de nuestro cliente interno
Revisión de los requisitos tecnológicos	A partir del análisis de los desarrollos ya hechos funcionales, de la experiencia del centro de realidad virtual, y de la búsqueda documental, se definirán los requisitos tecnológicos que debe tener la programación, el tipo de software, el backend y el frontend. Cómo se aloja la información, bajo qué dispositivos va a correr el prototipo, cómo se espera la visualización
Entrevistas con expertos	Se necesita el concepto de los expertos para entender cuáles son los requisitos técnicos para la implementación del software y a partir de su experiencia poder hacer un análisis las

	variables de salida, la programación y los tipos de servidores que deben usarse con su capacidad.
Análisis de estudios de caso	El análisis de casos tipo permitirá entender como se ha realizado la implementación y el desarrollo de los objetos en RVA, cuáles has sido las dificultades y cuáles han sido los aciertos en cada caso. Para poder estructurar a profundidad los requisitos para la implementación del prototipo.
Definición del software	A partir de la información obtenida del análisis documental, de las entrevistas con expertos y de los estudios de caso se establecerán los parámetros críticos para la selección del software
Determinación de los requisitos del servidor	A partir de la información obtenida del análisis documental, de las entrevistas con expertos y de los estudios de caso se establecerán los parámetros críticos para la selección del software. Se determinarán de acuerdo con una matriz de selección.
Análisis de los intereses de los usuarios	Se analizarán los resultados de la encuesta con el fin de presentar la mejor opción en cuanto a la salida de los prototipos en RVA para el usuario.
Análisis de viabilidad	A partir de relaciones costo beneficio, tir, vpn se determinará si la propuesta es viable para implementación de acuerdo con los requisitos tecnológicos seleccionados.

Tabla 1 metodología de investigación, Fuente: El autor 2023

8.4 Variables

Para determinar los atributos y elementos claves de la investigación es necesario determinar las variables con las que se va a trabajar para poder determinar cuáles son los requisitos para que el desarrollo de prototipos de realidad virtual aumentada sea implementable. A continuación, en la tabla 2 se definirán las variables con su descripción y enfoque operacional dentro de la investigación.

Variable	Descripción	Enfoque operacional
Requisitos tecnológicos	Aspectos técnicos indispensables para conseguir el funcionamiento de los modelos de RVA	Estos se obtendrán a partir de la revisión bibliográfica y el análisis de las entrevistas a expertos, así como de las compañías que ya

		han desarrollado modelos de RVA
Tipo de software	Sistema formal del soporte lógico de un sistema informático, que hace posible la realización de las tareas específicas en modelación y programación	Estos se obtendrán a partir de la revisión bibliográfica y el análisis de las entrevistas a expertos, así como de las compañías que ya han desarrollado
Diseño	Configuración, función y producción del desarrollo del software, frontend y backend, para el desarrollo de prototipos de RVA	Se define a partir de los requisitos necesarios que necesiten los usuarios finales en visualización y de la programación a desarrollar para cumplir los requisitos.
Tipo del servidor	Tipo de conjunto de computadoras que con procesos internos alojan y procesan la información para dar salidas lógicas a los requerimientos del usuario.	A partir del estudio del estado del arte y de la experiencia de los expertos se mirarán los tipos de servidores y de acuerdo con sus características se escogerá el más idóneo.
Capacidad de servidor	Desempeño del servidor en cuanto a la velocidad de proceso y la cantidad de información que aloja.	Depende del análisis de la velocidad de proceso y de la cantidad de datos que deben almacenarse. Estos se definen con los requisitos de diseño de la aplicación.
Costos	Valor de los recursos identificados dentro del diseño para producir los modelos de RVA	Se desarrolla el análisis de viabilidad determinando los costos del diseño del software, alojamiento en servidor, tiempo de programación y recursos externos e internos para la implementación

Tabla 2. Descripción de las variables para el estudio, Fuente: el autor 2023

9. Resultados

9.1 Levantamiento de requerimientos

Haciendo cumplimiento de los objetivos planteados en este proyecto se presenta la matriz para el levantamiento de requerimientos, se comienza por comprender los aspectos básicos del problema y como se busca dar solución al mismo, primando la comunicación de las partes interesadas y el equipo de software para recolectar la mayor cantidad de información.

Indagar sobre cada uno de los aspectos deseados planteando expectativas realistas para establecer funcionalidades claras y concisas, las cuales ayudan a dar seguimiento al proyecto a medida que avanza y realizar los ajustes necesarios.

En la tabla 3 matriz para el levantamiento de requerimientos se establecen los requerimientos de proyecto levantados por el equipo de desarrollo, estos requerimientos se clasifican entre funcional los cuales implican una funcionalidad directa del software y los no funcionales que se relacionan con los apartados estéticos del software, además cada ítem contiene información relacionada a los aspectos que abarca y quien propone dicho requerimiento.

Por último cuando el requerimiento es aprobado se determina su nivel de complejidad con el fin de entender cuanto tiempo y esfuerzo se le va a dedicar por parte de los encargados.

ID	Título	Tipo	Descripción	Razón por la que se necesita	Origen del requisito	Estado	Nivel de Complejidad	Impacto en el negocio
-----------	---------------	-------------	--------------------	-------------------------------------	-----------------------------	---------------	-----------------------------	------------------------------

ID	<Nombre corto del requisito>	Funcional o no Funcional	<Texto del requisito>	<Razón por la que se necesita el requisito>	<Cómo fue creado el requisito>	Aprobado / Verificado / Rechazado / Aplazado / En desarrollo / Completado / Testeado	Muy Alta / Alta / Media / Baja / Muy Baja	<En caso de que el requisito no sea completado, qué impacto tendrá sobre el negocio>
1	Contar con una interfaz de inicio	Funcional	Interfaz de inicio intuitiva que le permita al usuario entender cómo usar el prototipo	El usuario debe encontrar agradable usar este entorno de realidad virtual y ser de fácil entendimiento	Propuesto por el diseñador para una buena experiencia de usuario	Aprobado	Media	Pérdida de usuarios interesados en el software.
2	Identidad del software	No Funcional	1. Imágenes de calidad que atraigan e informen a los clientes. 2. Colores que se van a utilizar. 3. Tipografía que se va a usar. 4. Modelos reconocibles. 5. Utilizar poco texto.	El diseño del software es indispensable, para que los usuarios identifiquen el software con facilidad.	Propuesto por el diseñador y tener identidad como software	Aprobado	Baja	Un software sin identidad que no se diferencie de los demás.
3	Debe ser actualizable	Funcional	Capacidad para seguir ampliando el software a medida que pasa el tiempo, con facilidades	Es necesario para que el software se mantenga vigente en el mercado con nuevas	Este se recomendó por parte del equipo de desarrollo, entendiend	Aprobado	Media	No existirían opciones de mejora sobre el prototipo final

			de nuevas implantaciones que no comprometan el estado actual del código.	funciones que atraigan nuevo público y mantengan interesados a los ya presentes.	o como pueden crecer este tipo de implementaciones			
4	Identidad de los jugadores	No Funcional	Dentro del software los jugadores rivales deben tener un elemento diferenciador con respecto a los compañeros.	La representación visual de los jugadores debe ser reconocible para diferenciar los rivales de los compañeros y explicar el concepto táctico fácilmente.	Propuesto por el diseñador para una buena experiencia de usuario	Aprobado	Baja	Si los jugadores no son fácilmente diferenciables aumentaría la complejidad para explicar de conceptos tácticos
5	Físicas del Balón	Funcional	El balón debe reaccionar acorde a las físicas establecidas: Velocidad, Movimiento, Rebote, Giro	El balón debe de reaccionar de una manera específica con relación al escenario representado y su interacción con los jugadores	Propuesto por el equipo de desarrollo	Aprobado	Muy alta	En caso de que el jugador se comporte de una manera poco realista aumentaría la complejidad para explicar de conceptos tácticos
6	Físicas de los Jugadores	Funcional	Los jugadores deben tener unas físicas establecidas: Movimiento, Velocidad	El jugador debe de reaccionar de una manera específica con relación al escenario representado y su interacción con el balón	Propuesto por el equipo de desarrollo	Aprobado	Mediana	En caso de que el balón se comporte de una manera poco realista aumentaría la complejidad para

								explicar de conceptos tácticos
7	Campo de juego	No funcional	Recreación de un campo de futbol	Diseño de un campo de futbol con los elementos más relevantes como las líneas de campo y arcos don el fin de representar de manera precisa un campo y el usuario se ubique fácilmente	Propuesto por el diseñador	Aprobado	Baja	Sin una recreación acorde al campo de futbol los usuarios tendrían dificultad para ubicarse y entender los conceptos tácticos

Tabla 3 matriz levantamiento de requerimientos, Fuente: el autor 2023

9.2 Análisis de riesgos

Atendiendo a los objetivos planteados al inicio del proyecto se realiza la evaluación de riesgo entendiendo que pese a que se realice una planeación cuidadosa siempre existiran riesgos a considerar, los cuales pueden comprometer el proyecto afectando variables como costo, tiempo o alcance, como resultado un software de menor calidad.

Es por ello que reconocer los aspectos potencialmete peligrosos del proyecto es una parctica que busca asegurar la calidad del proyecto estableciendo acciones

preventivas desde su identificación y estableciendo planes de acción para actuar de manera rápida y contundente en el peor escenario.

Para identificar los riesgos se comienza por enter la naturaleza de la solución y tomando referencias de proyectos similares que hayan sido realizados en el pasado con el fin de aprender del error.

En la tabla 4 se establecen los riesgos, entendiendo las consecuencias que representan y como afecta al producto final, además se le asigna un valor de probabilidad e impacto de 1 – 5 para entender que tan grave es.

Apartir de ese punto se realizan los planes de respuesta como se puede ver en la tabla 5 con opciones como la transferencia del riesgo para que otra persona se encargue solucionar este problema en caso que se materialice, la otra opción es la mitigación que se centra en disminuir la probabilidad de que suceda al poner a un equipo encargado del problema.

Por último en la tabla 6 se encuentra una representación visual del riesgo tomando en cuenta los valores de probabilidad e impacto que se les asignó en la tabla 4 para entender el nivel de riesgo de cada uno de los escenarios.

Matriz de Evaluación de Riesgo								
ID	RIESGO	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA REAL	CONSECUENCIA POTENCIAL	PROBABILIDAD	IMPACTO	CALIFICACIÓN	INTERPRETACIÓN
1	Problemas de optimización y rendimiento en el código.	Esto dificulta el uso del software en equipos con especificaciones bajas o medias.	Perdida de interés por parte de los usuarios debido a las molestias.	Daño de imagen a la empresa y pérdida de potenciales clientes.	3	4	12	Altamente crítico: Requiere intervención inmediata a través de controles, y evaluación permanente de los controles, documentar el plan de contingencias.

2	Físicas poco realistas	Unas físicas poco trabajadas dificultaran la representación de escenarios reales.	Perdida de interés por parte de los usuarios debido a la poca asemejarían con la realidad.	Mala presentación ante los clientes generando molestias.	4	3	12	Altamente crítico: Requiere intervención inmediata a través controles, y evaluación permanente de los controles, documentar el plan de contingencias.
3	Uso indebido del software	Al momento de que un usuario este interesado en el software se le debe explicar cómo cual es el fin del mismo para no generar falsas expectativas.	Usuarios decepcionados por altas expectativas sobre el producto.	Perdida de ganancias y mala imagen	2	4	8	Catastrófico: Requiere intervención inmediata, a través de controles, y permanente evaluación, plan de contingencias, definir las estrategias que garantizan la continuidad del servicio y realizar evaluación permanente a las estrategias.
4	Entorno que provoque mareos	Es sabido que los equipos de VR pueden causar mareos, fatiga visual y dolores de cabeza esto se debe advertir para evitar disconformidades	Usuarios molestos debido a una mala experiencia que afecte su salud.	Perdida de ganancias y mala imagen	4	4	16	Catastrófico: Requiere intervención inmediata, a través de controles, y permanente evaluación, plan de contingencias, definir las estrategias que garantizan la continuidad del servicio y realizar evaluación permanente a las estrategias.

Tabla 4 matriz de evaluación de riesgo, Fuente: el autor 2023

Matriz de Respuesta al Riesgo

ID	RIESGO	RESPUESTA	PLAN DE CONTIGENCIA	DESENCADENANTE	RESPONSABLE
1	Problemas de optimización y rendimiento en el código.	Transferencia	Revisar el diseño del software para que este optimizado de la mejor manera y pueda ser usado equipos con requerimientos bajos/medios	El software se vuelve más accesible para el público en general, aumentando el número de clientes potenciales.	Equipo de QA
2	Físicas poco realistas	Mitigación	Revisar previamente cómo se comportan los objetos y como se relación entre sí en los diferentes espacios de testeo para conseguir una interacción realista.	Los usuarios se sienten cómodos en espacio de realidad VR y pueden relacionar las tácticas al escenario real.	Equipo de desarrollo

3	Uso indebido del software	Mitigación	En la interfaz del software y su propia descripción se debe explicar con detalle cual es la finalidad del mismo junto con sus posibilidades.	Los usuarios entenderán que escenarios se pueden recrear en el software con un nivel de expectativas adecuado.	Equipo de desarrollo
4	Entorno que provoque mareos	Mitigación	Se darán advertencias previas a su uso en la interfaz y descripción del software junto con un manejo de colores adecuado que no incomode al usuario.	Un mayor número de usuarios entenderá el riesgo que implica usar entornos de VR	Equipo de diseño

Tabla 5 Matriz de respuesta al riesgo, Fuente: el autor 2023

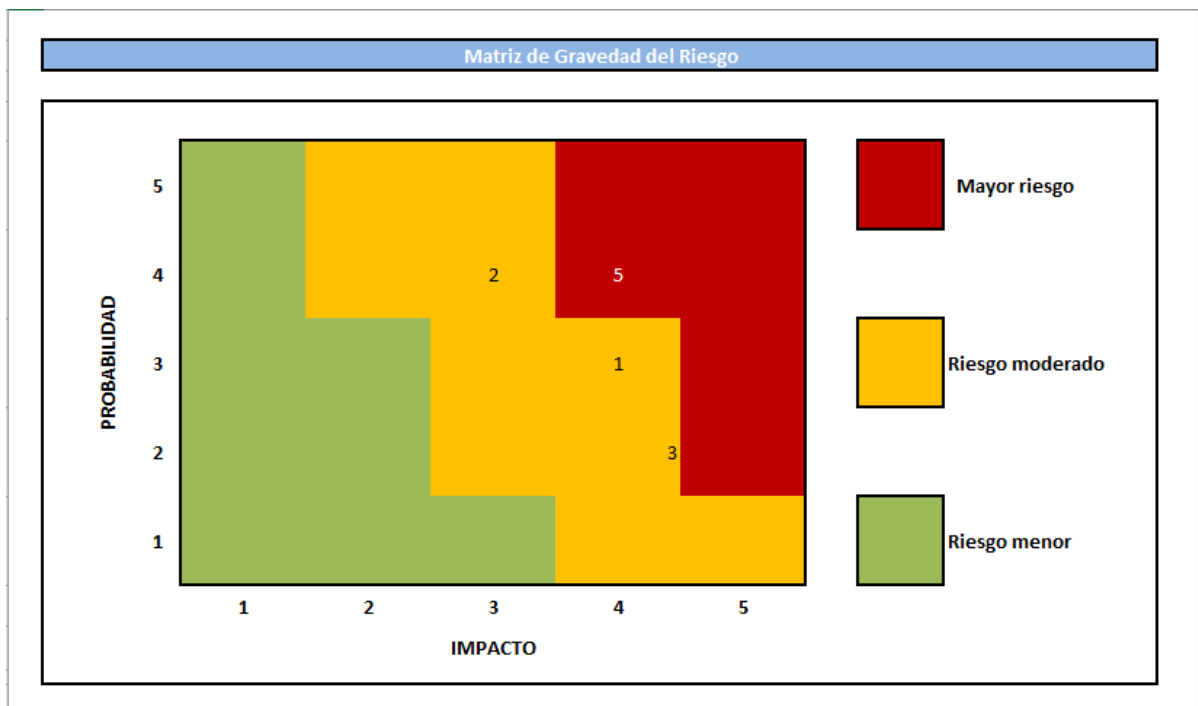


Tabla 6 Matriz de gravedad del riesgo, Fuente: el autor 2023

9.3 Prototipo

El escenario se compone por un campo de fútbol, 20 jugadores, 2 canchas, un balón y diferentes elementos para la creación de un ambiente óptimo para la simulación de un partido de fútbol. Para esta etapa del prototipo la interacción del usuario con el programa se debe hacer completamente por medio de comandos e instrucciones en el editor de Unity.



Ilustración 2. Modelo 3D del escenario del software

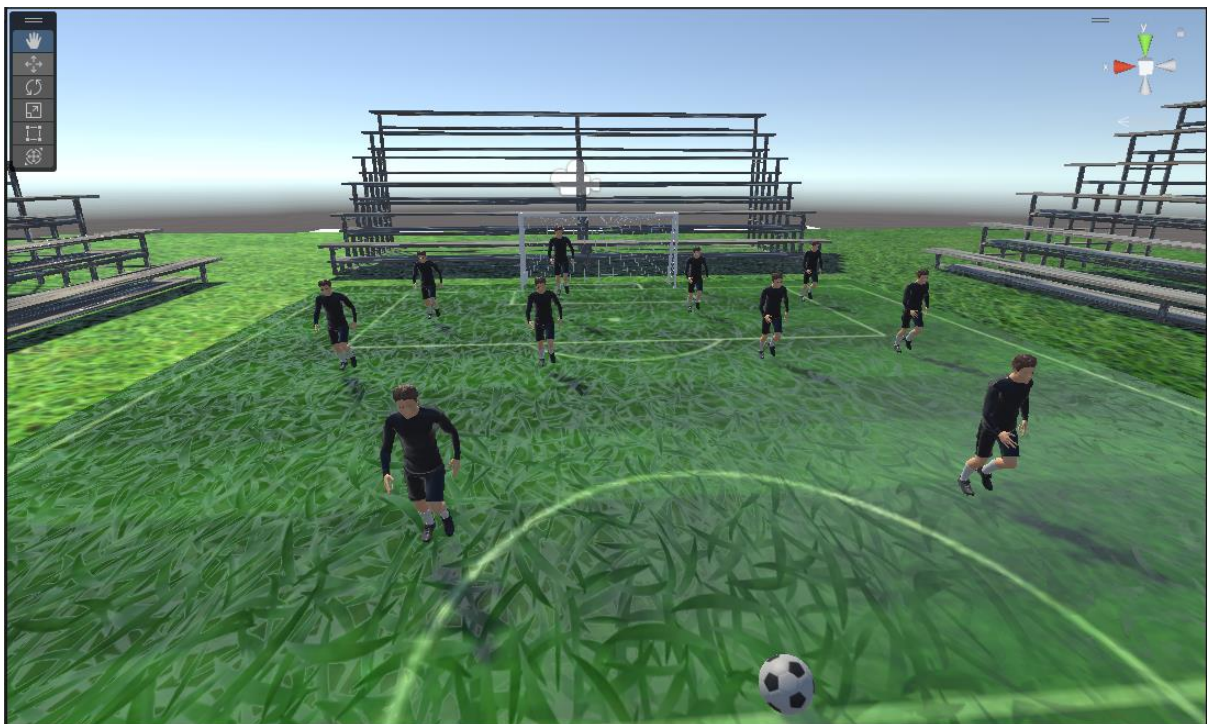


Ilustración 3. Equipo A del modelo 3D

En la ilustración 3 se puede ver la representación del equipo A el cual se compone de 10 jugadores con uniforme negro y cabello café. Los jugadores cuentan

todo el tiempo con una animación de estar en movimiento en forma de trote para dar simulación a una fluidez del personaje.



Ilustración 4. Equipo B del modelo 3D

En la ilustración anterior, se puede observar al equipo B en contraste con su equipo rival, luciendo un uniforme completamente blanco, pero con las mismas características físicas que los jugadores del equipo A.

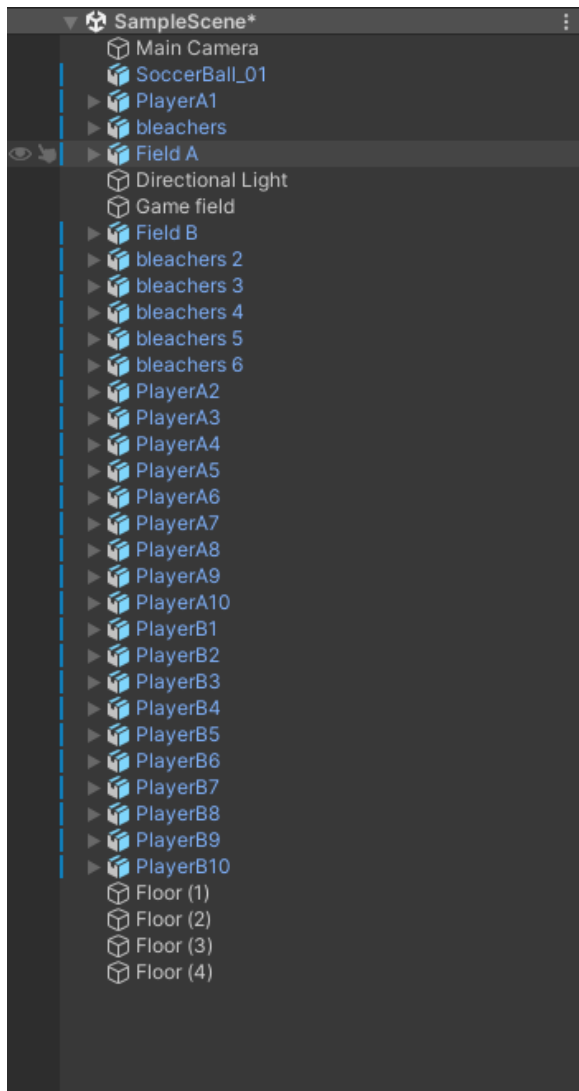


Ilustración 5. Objetos 3D usados en el escenario

En resumen, el listado almacena los 20 jugadores, el campo de juego, los 6 espacios de gradas, las 2 canchas del campo de juego, los cuatro espacios rectangulares que sirven como área para el suelo del escenario y finalmente el balón de fútbol.

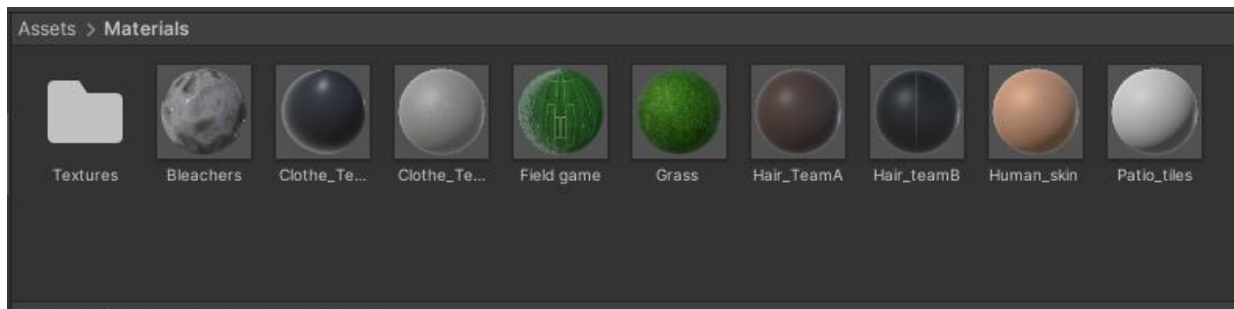


Ilustración 6. Listado de texturas para los objetos 3D

Fueron usadas 9 texturas diferentes para dar color y una sensación mas apta a direntes objetos 3D. Estas texturas fueron creadas con el uso de mas de 32 imágenes extraidas de repositorios gratuitos para desarrolladores de escenarios 3D .

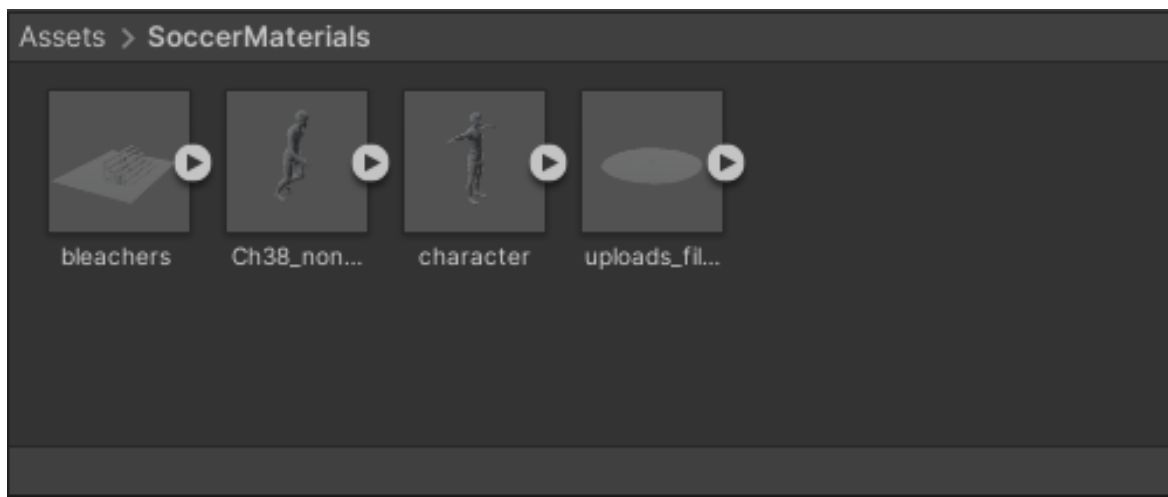


Ilustración 7. Objetos 3D exportados de repositorios externos

Principalmente se usaron estos cuatro modelos 3D para dar vida al escenario, estos representan a las canchas de futbol, los jugadores de ambos equipos y el balón de futbol.

9.4 Análisis de alternativas

Las herramientas propuestas para la creación del programa desde el inicio del proyecto fueron muy claras. El editor Unity ofrece una versión gratuita y

completa para todo el público, lo cual resultó muy beneficioso. Además, existe una gran cantidad de material de apoyo relacionado con la creación de escenarios y videojuegos en Unity, lo que facilitó aún más el proceso de desarrollo. También es importante mencionar que Unity cuenta con un amplio soporte para objetos 3D desarrollados por la comunidad, lo cual fue de gran ayuda para la creación de contenido de realidad virtual y videojuegos indie.

Aunque se consideró la opción de desarrollar el programa en un entorno 2D, se decidió descartar esta alternativa, ya que no era innovadora y no se ajustaba a los intereses del equipo. Por lo tanto, se optó por explorar un espacio más innovador y complejo, que era el desarrollo de escenarios en 3D.

10. Análisis de costos

Para el análisis de costos se tomó en cuenta los factores asociados a la adquisición de hardware y software, gastos de personal y mantenimiento, partiendo de los precios promedios que se pueden encontrar en el mercado actualmente, además se asume que el proyecto comienza sin ningún tipo de equipo o personal contratado.

Como se puede ver en la tabla 7 los costos se desglosan en 6 fases principales: documentación, compra de equipos, diseño, desarrollo, calidad, documentación final y salida al mercado. Para cada ítem se presentan unas tareas a cumplir con un tiempo límite para su cumplimiento, los ítems que presentan equipos se encuentran a cargo del personal designado que tiene conocimiento de esa área en específico y recibe un pago por el cumplimiento de sus labores.

Entendiendo cada uno de estos costos se obtiene que el capital de trabajo para comenzar con el desarrollo de este prototipo se establece en \$21.007.900 COP.

ID	Descripción	Tipo de costo	Tareas/Especificaciones	Costo	Tiempo
1	Realización del documento de análisis			\$ -	1 mes
1.1	Documentación general	Directo	Antecedentes Definición del problema Marco Teórico Requerimientos (Funcionales y no funcionales) Objetivos Propuesta y viabilidad	\$ -	1 mes
2	Compra de equipos			\$ 9.487.900	1 semana
2.1	Compra de computadores para desarrollo	Directo	8 GB de memoria RAM, Windows 7 o superior o MacOSX 10.8 o superior, tarjeta gráfica con DX9 o DX11, tarjeta gráfica INTEL GRAPHIC 4000 o superior, o Nvidia o ATI con un 1G VRAM dedicada o superior, almacenamiento disponible mayor 250 Gb (Portátil HP Victus)	\$ 3.399.000	1 semana
2.2	Compra de lentes VR	Directo	Oculus Quest 2	\$ 2.689.900	1 semana
2.3	Compra de dispositivos para diseño y QA	Directo	8 GB de memoria RAM, Windows 7 o superior o MacOSX 10.8 o superior, tarjeta gráfica con DX9 o DX11, tarjeta gráfica INTEL GRAPHIC 4000 o superior, o Nvidia o ATI con un 1G VRAM dedicada o superior, almacenamiento disponible mayor 250 Gb (Portátil HP Victus)	\$ 3.399.000	1 semana
3	Diseño			\$ 2.500.000	1 mes
3.1	Equipo de diseño	Fijo	1. Diseño Funcional 2. Diseño de la interfaz de usuario 3. Diseño gráfico del prototipo	\$ 2.500.000	1 mes
3.2	Adecuación de los dispositivos con las licencias respectivas	Indirecto	<ul style="list-style-type: none"> • SketchUp • JetBrains • Blender 	\$ -	1 día
4	Desarrollo			\$ 5.000.000	2 meses
4.1	Equipo de desarrolladores	Fijo	1. Realización del prototipo 2. Documentación del código	\$ 5.000.000 (\$ 2.500.000)	2 meses
4.2	Adecuación de los dispositivos con las licencias respectivas	Indirecto	<ul style="list-style-type: none"> • Unity • C# • Visual Studio 	\$ -	1 día
4	Revisión de calidad			\$ 1.800.000	1 mes

4.1	Equipo de QA	Fijo	<ul style="list-style-type: none"> Realización de escenarios para testeo Pruebas unitarias Reporte de errores y rendimiento 	\$ 1.800.000	1 mes
5	Documentación para el uso del prototipo			\$ 750.000	2 semanas
5.1	Documentación de la versión final a cargo del equipo de desarrollo	Directo	<ul style="list-style-type: none"> Compilado de funcionalidades y manual de uso Información de los requerimientos mínimos de uso 	\$ 750.000	2 semanas
6	Salida al mercado			\$ 1.470.000	1 mes
6.1	Publicidad	General	Compra de anuncios en Google Ads	\$310.000	1 mes
6.2	Equipo de manteniendo y soporte	Fijo	Atender solicitudes de los clientes	1.160.000	N/A
6.3	decreto 1360 de 1989	Indirecto	Inscripción de soporte lógico (software) en el Registro Nacional del Derecho de Autor	\$ 0	15 días
TOTAL			\$ 21.007.900		
Capital de trabajo			\$ 21.007.900		

Tabla 7 analisis de costos, fuente: el autor 2023

11. Conclusiones

Para concluir, este proyecto ha brindado un punto de partida hacia la investigación sobre implementación de la realidad virtual orientada al estudio de escenarios estratégicos en el futbol a nivel competitivo, por medio de la entrega del prototipo que se presenta como una alternativa para la visualización de escenarios tácticos.

Prototipo el cual fue desarrollado en Unity, un motor de desarrollo brindó grandes beneficios gracias a ser de código abierto, sin costo alguno, junto a una gran comunidad que proporciona documentación de fácil acceso para su uso, además se destaca que gracias a un correcto levantamiento de requerimientos el prototipo cuenta los elementos visuales más relevantes para generar un representación acorde a la realidad, en cuanto a la metodología de desarrollo se

implementó la metodología SCRUM que permitió concretar los avances dentro de los plazos establecidos.

De igual manera a lo largo del proyecto se encontraron diferentes limitantes, partiendo desde lo novedoso de la tecnología lo que implica pocos espacios dedicados al uso de la misma, con equipos de un costo elevado que lo hace inaccesible para gran parte del público interesado, en cuanto al prototipo la representación de los jugadores de manera estética aún está bastante alejada de la realidad por lo cual la experiencia no llega a ser lo suficientemente inmersiva.

Finalmente se proyecta que este prototipo sea un punto de partida para futuras implementaciones de la realidad virtual aplicada a los aspectos tácticos del fútbol moderno, que permita al usuario interactuar con estos recursos de una forma totalmente interactiva, mejorando principalmente el apartado gráfico con el fin de conseguir un entorno más inmersivo, junto con un incremento del público interesado por estas soluciones tecnológicas, estimando una posible disminución en los precios de equipos VR mejorando su disponibilidad y accesibilidad.

12. Referencias

- XUEAN (2021) universidadean.edu.co/noticias.
<https://universidadean.edu.co/noticias/el-laboratorio-de-rv-de-la-universidad-ean-representa-un-salto-la-sostenibilidad-en-colombia>
- UEAN universidadean.edu.co/la-universidad <https://universidadean.edu.co/la-universidad>

Paulina Iturbide Fernandez, & Judith Pérez Castro. (2020). Dilemas del profesorado en la

inclusión educativa de estudiantes universitarios con discapacidad. IE Revista de Investigación Educativa de La REDIECH, 11, e1007. https://doi.org.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.1007

Lafaurie Molina, A.M., Sinning Ordóñez, P.A. y Valencia Cobo, J.A. 2018. WhatsApp y Facebook como mediación pedagógica en procesos de Orientación Socio Ocupacional. Educación y Educadores. 21, 2 (oct. 2018), 179–199.

Seed, 2021. Las cinco mejores Apps de realidad virtual par la arquitectura, estudioseed.net. <https://www.studioseed.net/blog/proyectos-referencia/las-5-mejores-aplicaciones-para-realidad-virtual-para-la-construccion-y-arquitectura/>

GUTIÉRREZ (2019), ranslated by ContentEngine, L. L. C. (2019, Jan 04). Realidad virtual, realidad aumentada y más allá. *CE Noticias Financieras* Retrieved from <https://login.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/login?url=https://www.proquest.com/wire-feeds/realidad-virtual-aumentada-y-más-allá/docview/2176420613/se-2>

Varón, E. (2021, abril 12). Soldados del futuro estarán equipados con realidad virtual: ¿son todo ventajas? <https://www.defensa.com/cyberseguridad/soldados-futuro-estaran-equipados-realidad-virtual-son-todo>

González, A. (2021, octubre 25). Realidad virtual y aumentada en el deporte: el inicio de una nueva era. <https://barcainnovationhub.com/es/realidad-virtual-y-aumentada-en-el-deporte-el-inicio-de-una-nueva-era/>

Calabuig-Moreno, F., González-Serrano, M. H., Fombona, J., & García-Tascón, M. (2020). The emergence of technology in physical education: A general bibliometric analysis with a focus on virtual and augmented reality. *Sustainability (Switzerland)*, 12(7), 1-23. doi:10.3390/su12072728

Zhao, K., & Guo, X. (2021). Analysis of the application of virtual reality technology in football training. <https://www.hindawi.com/journals/js/2022/1339434/#introduction>

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza Torres, C.P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.