Universidad ORT Uruguay

Facultad de Ingeniería

Not an oasis: Videojuego de extracción acción y aventura.

Entregado como requisito para la obtención del título
Ingeniero en Sistemas

Javier de Mattos - 222439

Tutora: Helena Garbarino

2025

Declaratoria de Autoría

Yo, Javier de Mattos, declaro que el trabajo que se presenta en esa obra es de mi propia mano. Puedo asegurar que:

- La obra fue producida en su totalidad mientras realizaba el Proyecto Final de Carrera;
- Cuando he consultado el trabajo publicado por otros, lo he atribuido con claridad;
- Cuando he citado obras de otros, he indicado las fuentes. Con excepción de estas citas, la obra es enteramente mía;
- En la obra, he acusado recibo de las ayudas recibidas;
- Cuando la obra se basa en trabajo realizado juntamente con otros, he explicado claramente qué fue contribuido por otros, y qué fue contribuido por mí;
- Ninguna parte de este trabajo ha sido publicada previamente a su entrega, excepto donde se han realizado las aclaraciones correspondientes.

Javier de Mattos

10 de abril de 2025

Abstract

Este documento presenta el desarrollo de Not an Oasis, un videojuego de extracción, acción y aventura ambientado en un desierto postapocalíptico. El proyecto busca crear una experiencia inmersiva basada en la exploración de un mundo hostil, donde el jugador debe recolectar recursos y mejorar sus capacidades junto a su compañero, un robot autónomo equipado con habilidades especiales como disparar, excavar, hackear e interactuar con el entorno. Estas habilidades pueden personalizarse mediante la instalación de distintos módulos (mods), incorporando así un componente estratégico y de personalización en la jugabilidad.

El desarrollo se realizó utilizando el motor Unity y metodologías ágiles adaptadas a un equipo pequeño. Se documentaron todas las etapas del proceso, incluyendo diseño, implementación, aseguramiento de la calidad del software (SQA) y gestión de riesgos. A lo largo del proyecto se priorizó la iteración y el testeo continuo, lo que permitió mantener un avance controlado y evaluar el impacto de cada cambio.

Como resultado se obtuvo un prototipo funcional que combina exploración, combate y toma de decisiones tácticas, con una narrativa centrada en la supervivencia y la búsqueda del oasis oculto. El trabajo refleja la aplicación práctica de conocimientos técnicos y de gestión, así como la integración efectiva entre arte, programación y diseño en un entorno académico.

Palabras Clave

Unity, videojuego, C#, metodologías ágiles, proyecto colaborativo, jugabilidad, pruebas con usuarios, desierto, post apocalíptico, 3D, estilizado, Universidad ORT Uruguay.

Glosario

API: Interfaz de programación de aplicaciones que permite la interacción entre diferentes aplicaciones o sistemas.

Assets: Recursos del juego (modelos, texturas, sonidos, animaciones, etc.).

Backlog: Lista priorizada de tareas pendientes.

Betatester: Persona que prueba el juego antes de su lanzamiento en un beta testing.

Beta Testing: Fase de pruebas previa al lanzamiento de un juego.

Branch: Una versión independiente del código fuente que se crea para desarrollar una nueva funcionalidad o solucionar un problema específico.

Bug: Error o defecto en el *software* que causa un comportamiento no deseado o incorrecto.

Clean code: Conjunto de prácticas para mantener el código legible y mantenible.

Cooldown: Tiempo de espera antes de poder reutilizar una habilidad u objeto.

Developer: Persona o equipo responsable del desarrollo técnico de un videojuego, incluyendo programación, implementación de mecánicas y aspectos funcionales del producto.

Dual Track Scrum: Metodología ágil con dos flujos paralelos: discovery y delivery.

Escala de Likert: Herramienta de medición utilizada en encuestas para evaluar el grado de acuerdo o satisfacción de una persona respecto a una afirmación, mediante una escala ordinal (por ejemplo, de 1 a 5).

Feature: Funcionalidad específica implementada en el juego.

Frame rate / FPS (*Frames per second*): Tasa de cuadros por segundo, métrica de rendimiento.

Game Designer / Game Design: Rol y disciplina dentro del desarrollo de videojuegos.

Gameplay: Conjunto de mecánicas y reglas que definen la experiencia de juego.

Gameplay Loop: Secuencia repetitiva principal que estructura la jugabilidad.

GDD (*Game Design Document*): Documento guía del desarrollo de un videojuego.

GitFlow: Modelo de ramificación y fusión de ramas en Git.

Hardware: Componentes físicos de un sistema informático.

Historia de usuario: Descripción de una funcionalidad de una aplicación escrita desde la perspectiva del usuario final.

Hitbox: Zona de detección de colisiones o impactos.

HUD (*Heads-Up Display*): Elementos gráficos superpuestos que muestran información al jugador.

IA: Inteligencia artificial, conjunto de tecnologías y técnicas que permiten a las máquinas realizar tareas que requieren inteligencia humana o bien sistema que controla el comportamiento de enemigos o aliados

Inmersión: Grado de absorción del jugador en el entorno del juego.

Kanban: Metodología ágil de gestión de proyectos que se centra en la visualización del flujo de trabajo (*To Do, Doing, Done*).

Level Design: Diseño estructural de los niveles o entornos.

LOD (*Level of Detail*): Técnica de optimización visual.

Mergear (hacer *merge*): Proceso de combinar cambios de diferentes ramas de código en una sola rama.

Merged: Rama de código en la que se han fusionado cambios de diferentes ramas.

Metodología ágil: Enfoque de gestión de proyectos que se centra en la adaptabilidad, la colaboración y la entrega continua.

Middleware: Software intermedio.

Milestone: Hito o entrega intermedia del proyecto.

Mínimo producto viable (MVP): Producto que tiene suficientes características para satisfacer a los primeros usuarios y obtener retroalimentación valiosa, pero que aún está en fase de desarrollo.

Mods: Componentes o módulos que añaden o modifican funcionalidades.

NPC (*Non-Player Character*): Personaje no controlado por el jugador.

Occlusion Culling: Técnica de renderizado que evita dibujar objetos no visibles.

Post-apocalíptico: Género narrativo del juego, situación o ambiente que existe después de un desastre apocalíptico de gran magnitud.

Prefab: (Del inglés *prefabricated object*). En Unity, recurso reutilizable que agrupa un conjunto de componentes y configuraciones de un objeto del juego, permitiendo instanciarlo o modificarlo de forma consistente en distintas partes del proyecto.

Publisher: Empresa o entidad encargada de la publicación, distribución y promoción comercial de un videojuego, así como en algunos casos de su financiamiento o supervisión.

Pull request: Solicitud de incorporación de cambios realizados en una rama de código a otra rama del repositorio.

Refactor: Proceso de reorganización del código existente con el objetivo de mejorarlo, hacerlo más legible o fácil de mantener, o mejorar su rendimiento.

Rejugabilidad: Capacidad del juego para mantener interés en múltiples partidas.

Release: Lanzamiento de una nueva versión de un *software* o aplicación.

SCM (*Software Configuration Management*): Gestión de la configuración del software.

Script: Archivo de código que define comportamientos en Unity.

Scrum: Marco de trabajo utilizado en el desarrollo de *software* que se basa en metodologías ágiles y se enfoca en la entrega continua de valor al cliente.

Serialización / Persistencia: Proceso de guardar y recuperar datos del juego.

Software: Conjunto de programas, datos y archivos necesarios para el funcionamiento de una computadora o sistema informático.

Sprint: Iteración de trabajo de duración fija en el marco de un proyecto ágil.

SQA (*Software Quality Assurance*): Aseguramiento de la calidad del software.

Stakeholders: Interesados o involucrados clave en el proyecto.

UI/UX: Siglas de "User Interface" y "User Experience", conjunto de disciplinas relacionadas con la experiencia del usuario en la utilización de una aplicación o sitio *web*.

Vista en tercera persona: Perspectiva de cámara en la que el jugador observa al personaje principal desde una posición externa, generalmente ubicada detrás o ligeramente sobre él, permitiendo visualizar su entorno y movimientos.

Índice

1. Introducción

Not an Oasis es un juego de acción-aventuras en tercera persona con arte 3D estilizado, donde el jugador asume el rol de Gobi, un sobreviviente que, junto a su compañero robótico TA-2, busca recursos para asegurar su supervivencia y respuestas acerca del origen del mundo desolado en el que viven.

Combina agilidad y combate estratégico para superar terrenos hostiles y enfrentar enemigos carroñeros. TA-2 será tu mayor aliado, ya que su apoyo puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte.

La narrativa te transporta a un entorno árido y peligroso, donde cada batalla es un desafío por la supervivencia. Regresa a la Aldea para descansar, mejorar tus habilidades y las de tu compañero robótico y prepararte para la próxima incursión.
Este juego promete acción constante y la emoción de sobrevivir en un mundo donde incluso los lugares más desolados esconden sorpresas.

1.1 Integrantes del equipo

El equipo fue un equipo multidisciplinario conformado por estudiantes de diferentes carreras, por este motivo, debido a las distintas duraciones de los proyectos, exceptuando al estudiante de ingeniería, quien presenta la tesis, los miembros del proyecto no participaron en el desarrollo completo del juego que se muestra en este documento.

A continuación presento una lista de miembros que integraron el equipo y sus respectivas carreras cursadas:

- **Javier de Mattos:** De la carrera Ingeniería en Sistemas. (Entrega realizada el 16/10/2025)

- **Daniel Komés:** De la carrera Licenciatura en Sistemas. (Presente hasta la entrega realizada el 10/04/2025)

- **Franco Barretto:** De la carrera Licenciatura en Animación y Videojuegos. (Presente hasta la entrega realizada el 06/02/2025)

- **Martina Abascal:** De la carrera Licenciatura en Animación y Videojuegos. (Presente hasta la entrega realizada el 06/02/2025)

1.2 Objetivos

Al comienzo del proyecto, el equipo definió los objetivos a cumplir para considerarlo exitoso, logrando de esta forma visualizar una meta definida desde el inicio del proyecto.

Se dividió estos objetivos en tres categorías: objetivos académicos, objetivos del proyecto y objetivos del juego.

Académicos:

Como proyecto final de carrera, los objetivos académicos deben representar los conocimientos adquiridos por cada integrante a lo largo de sus carreras.

Los objetivos propuestos fueron:

- **Coordinar un equipo de trabajo multidisciplinario:** Uno de los objetivos planteados y de los mayores desafíos enfrentados fue el de coordinar un equipo que abarcaba diferentes disciplinas, donde los integrantes no se conocían previamente, con diferentes niveles de experiencia en las distintas herramientas usadas, y diferente disponibilidad horaria.

- **Adaptación a un proyecto existente:** Otro gran objetivo fue el de adaptarse a un proyecto el cual ya había sido concebido previamente, definiendo métodos para integrar nuevos requerimientos y sus criterios de aceptación.

- **Aplicar conocimientos adquiridos durante la carrera:** Este objetivo se relaciona con desarrollar código de forma correcta, extensible, prolija y gestionando un equipo de forma eficiente, aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera a fin de cumplir los estándares de calidad esperados en un proyecto de esta índole.

- **Producir documentación completa y comprensible:** En relación con el objetivo anterior, también se tomó como objetivo que la documentación del proyecto abarque su totalidad, y represente correctamente los estándares de calidad esperados por la Universidad ORT.

Del Proyecto

- **Creación de una experiencia inmersiva, limpia y estética:** El proyecto buscó generar una experiencia de juego envolvente y visualmente coherente, donde todos los elementos contribuyeran a mantener la inmersión del jugador. Se priorizó un diseño minimalista y

claro, que facilitara la comprensión sin necesidad de instrucciones extensas, pero sin sacrificar la calidad visual ni la identidad artística del mundo desértico.

- **Implementar mecánicas interesantes de movimiento, combate y gestión de recursos:** Uno de los pilares del desarrollo fue la implementación de un conjunto de mecánicas que aportaran dinamismo y variedad a la jugabilidad. Se buscó equilibrar la acción del combate con momentos de exploración y una rejugabilidad y evolución basada en la gestión de recursos, garantizando que cada sistema se integrara de manera natural en la progresión del jugador.

- **Diseñar situaciones que requieran estrategia:** Además del componente de acción, el juego se concibió con la intención de que el jugador debiera planificar sus decisiones. Se planeó trabajar en crear encuentros y desafíos donde el posicionamiento, la gestión de los recursos obtenidos y las habilidades del robot acompañante influyeran en la estrategia a adoptar.

- **Diseñar armas variadas:** El diseño de armas se orientó a ofrecer opciones que promovieran la experimentación y la rejugabilidad. Se buscó desarrollar diferentes tipos de armas con comportamientos y efectos distintos, buscando que el jugador pudiera adaptar su estilo de juego y encontrar combinaciones que se ajustaran mejor a cada situación o preferencia personal.
- **Desarrollar una historia interesante:** Otro de los objetivos fundamentales fue construir una narrativa que acompañara la jugabilidad, otorgando un sentido a la exploración y al progreso. Se optó por una historia fragmentada, revelada a través del entorno y las acciones del jugador, lo que reforzó el misterio y la sensación de descubrimiento dentro del mundo postapocalíptico del juego.

- **Aplicar arte estilizado con temática tribal y desértica:** El apartado artístico se desarrolló con la intención de diferenciar al juego a través de un estilo visual propio. Se aplicó una estética estilizada y coherente con la temática tribal y desértica, utilizando paletas cálidas,

formas simplificadas y contrastes marcados para crear una identidad visual distintiva y memorable.

- **Lograr una vista 3D en tercera persona:** Como último objetivo de este apartado, se buscó consolidar una perspectiva en tercera persona que favoreciera tanto la inmersión como la jugabilidad. Esta elección permitió al jugador observar el entorno de forma amplia, apreciar el trabajo artístico y mantener una relación más directa con su compañero robótico, integrando de manera orgánica las mecánicas de exploración, combate y colaboración.

- **Implementar una gestión del proyecto eficiente y una comunicación constante y clara:** Durante el desarrollo, se estableció como prioridad mantener una gestión eficiente que permitiera cumplir los objetivos dentro de los plazos establecidos. La comunicación entre los integrantes del equipo fue un factor clave, buscando siempre la transparencia en el seguimiento de tareas, la resolución temprana de inconvenientes y la alineación con la visión general del proyecto. Este enfoque permitió sostener la coherencia y la productividad incluso ante cambios en la estructura del equipo.

Del Juego:

- **Lograr un mundo estilizado, con aspectos únicos mezclando una temática tribal con un mundo post-apocalíptico:** Se buscó construir un mundo visualmente distintivo que combinara elementos tribales con un entorno post-apocalíptico. El objetivo fue lograr una identidad artística coherente que evocara tanto el misticismo de lo ancestral como la desolación de un paisaje devastado, utilizando una dirección de arte estilizada que reforzara el tono narrativo del juego.

- **Desarrollar un conjunto de mecánicas que permitan una movilidad fluida:** Uno de los objetivos principales fue garantizar que el desplazamiento del jugador resultara natural y satisfactorio. Para ello, se desarrollaron mecánicas que permitieran recorrer el entorno con dinamismo, incluyendo saltos, escaladas y transiciones suaves entre superficies. La fluidez

en el movimiento se consideró esencial para mantener la inmersión y reforzar la sensación de control y libertad dentro del mundo de juego.

- **Toma de decisiones guiada por el jugador, dando variedad a cada incursión:** El diseño del juego se orientó a que cada incursión del jugador ofreciera una experiencia diferente. Para ello, se integraron sistemas que permiten distintas formas de abordar los desafíos, incentivando la toma de decisiones basada en el estilo de juego, los recursos disponibles y las estrategias personales. Este enfoque fue planeado con el fin de favorecer la rejugabilidad.

- **Aplicar buenas prácticas para desarrollar un producto extensible y mantenible:** Desde el punto de vista técnico, se procuró aplicar principios de programación y arquitectura que facilitaran la extensión futura del juego y su mantenimiento a largo plazo. Se utilizaron patrones de diseño apropiados, un código modular y documentación clara, con el objetivo de garantizar que el proyecto pueda seguir creciendo y adaptándose sin comprometer su estabilidad ni su legibilidad.

1.3 Hitos

A continuación se detallan los principales hitos ocurridos durante el transcurso del proyecto, con el fin de contextualizar procedo a realizar una breve introducción, el proyecto comenzó solamente con alumnos de Producción 4, quienes tuvieron la idea original que sirvió de base para progresar en la tesis.

En el Betatesting del primer semestre de 2024 los desarrolladores asistieron con el fin de buscar un equipo que hubiera comenzado el desarrollo de un juego para sumarse a este y continuarlo, a partir de esa reunión y una vez que comenzó la tesis de la Licenciatura en Animación y Videojuegos, se dio comienzo al desarrollo del juego, migrándolo en primer lugar a Unity (el proyecto estaba realizado en Unreal Engine).

Sin más preámbulos, estos fueron los principales hitos realizados a lo largo del desarrollo del proyecto:

20/07/2024: Sprint 0: se comienza el trabajo preliminar de preparación.
20/08/2024: Comienzo de Sprint 1.
13/11/2024: Presentación mutua con los proyectos de animación.
11/12/2024: Betatesting
13/02/2025: Informe de avance de Licenciatura.
04/03/2025: Revisión de proyecto.
10/04/2025: Entrega final de Licenciatura.
10/04/2025: Informe de avance de Ingeniería.
09/07/2025: Betatesting
02/08/2025: Evento Zone Montevideo Shopping
11/08/2025: Tercera revisión de Ingeniería.
16/10/2025: Entrega final de Ingeniería.

Figura 1: Línea de tiempo

1.4 Análisis del mercado

Se analizaron proyectos similares en el mercado como inspiración y referencia.

Sable:

Figura 2: Portada del juego Sable

Analizado por su diseño del entorno y mundo, estilo de arte y flujo general de juego.

Developer: Shedworks

Publisher: Raw Fury

First Release Date: 22 de septiembre, 2021

Cantidad de ventas: 165.000 de unidades vendidas

Monto de ventas: $2.8 millones en ventas.

Mad Max:

Figura 3: Portada del juego Mad Max

Analizado por la ambientación y temática de la historia.

Developer: Avalanche Studios

Publisher: Warner Bros. Interactive Entertainment, Warner Bros. Games

First Release Date: 1 de octubre, 2015

Cantidad de ventas: 3 millones de unidades vendidas

Monto de ventas: $71.8 millones en ventas

Conclusión:

Estos juegos destacan por sus mecánicas en común:

Supervivencia: desafíos y amenazas que presentan obstáculos en el camino del jugador.

Personalización: capacidad de mejorar herramientas, armas y otras habilidades para cambiar su comportamiento y poder adaptarlas a la situación según se desee.

Historia: narrativa inmersiva que el jugador va descubriendo a medida que juega, haciendo todo el proceso más divertido y atrapante.

Ambiente inmersivo: el mundo da la sensación de estar vivo y ser independiente, y permitir al jugador interactuar y tomar ventaja de él como parte de su estrategia.

1.5 Propuesta de valor

Teniendo en cuenta el análisis del mercado realizado, se concluyó que la propuesta de valor de este proyecto sería la historia, estética, mecánicas y flujo del juego.

Para la historia se planificó una narrativa de misterio y supervivencia, y que el jugador fuera descubriéndola al explorar, en pequeños fragmentos.

Para la estética, se pretendía crear arte estilizado con estilo cartoon.

Para las mecánicas y flujo del juego, se pretendía crear algo único, entretenido, que empujara al jugador a planear y probar distintas estrategias.

1.6 Descripción del problema

Se concluyó que el género más adecuado para la situación es el de extracción, donde el jugador se prepara en su base y luego viaja y explora el nivel principal con un límite de tiempo, con el objetivo de visitar distintas áreas en cada exploración.

Además, un factor importante es la rejugabilidad, por lo que se debían idear mecánicas y flujos de juego que hicieran que el jugador encuentre valor en repetir los niveles para conseguir más recursos opcionales, y también repetir el juego entero, para encontrar diferentes estrategias posibles.

1.7 Descripción de la solución

La solución se enfocó principalmente en la rejugabilidad, para lo que se diseñó un sistema de mejoras modulares instalables en TA-2, el robot que acompañaría constantemente al jugador, permitiéndole enfrentar distintas situaciones con las herramientas que decidiera instalar.

Flujo del juego:

El objetivo del jugador es explorar el mundo descubriendo su historia, derrotar enemigos, y recoger recursos para construir mejoras que le permitan explorar nuevas zonas.

El juego consta de dos mapas: la aldea para preparar el equipo, comprar mejoras y descansar sin peligro, y el desierto, donde los enemigos son frecuentes y la supervivencia es difícil.

El bucle del juego es:

- Desde la aldea, prepararse para la siguiente misión equipando las armas y herramientas deseadas, y cambiando las habilidades de TA-2.

- Ir al nivel principal en el desierto, derrotar enemigos, conseguir recursos y explorar.

- Volver a la aldea y desbloquear mods o gadgets que permitirán explorar nuevas zonas o ayudar en combate.

- Repetir

2. Ingeniería de requerimientos

2.1 Introducción

El proceso de ingeniería de requerimientos fue un esfuerzo conjunto entre las áreas de arte y programación, un punto a destacar y en el que ampliaremos más adelante, es que estos requerimientos eran, al comienzo, muy dependientes de las opiniones del docente Álvaro Azofra, y del equipo de arte, ya que el primero cumplía el rol de cliente además de docente, y el equipo de arte ocupaba el rol de Game Design.

2.2 Proceso de ingeniería de requerimientos

El proceso de ingeniería de requerimientos en este proyecto se estructuró de forma iterativa, integrando elementos del enfoque ágil y adaptándose a la realidad del equipo, el alcance progresivo del proyecto y las recomendaciones del docente a cargo. En una primera instancia, se tomó como base el juego ya existente, desarrollado por Franco y Alejo en la materia que para Ingeniería en Sistemas y Licenciatura en Sistemas corresponde a Desarrollo de Videojuegos 2, que si bien presentaba un esqueleto funcional, carecía de claridad en sus objetivos y tenía mecánicas limitadas. A partir de esta base, y a través de un proceso colaborativo entre los miembros del nuevo equipo y Franco (el diseñador original del proyecto, quien permaneció como parte activa del equipo), se redefinió la dirección del juego.

Durante las primeras semanas, se generó una visión general de los objetivos del proyecto, priorizando aspectos de jugabilidad, claridad, coherencia narrativa y rejugabilidad. Esta visión fue la base para derivar los primeros requerimientos funcionales y no funcionales. A partir de allí, y siguiendo la estructura de trabajo sugerida por el docente, se dividió el desarrollo en milestones de duración variable, cada uno enfocado en una temática o conjunto de mecánicas específicas, las que definimos fueron: prototipo inicial, combate básico, combate avanzado, preparación de entrega final, entrega final y entrega para licenciatura. Los requerimientos que surgían se asociaban directa

o indirectamente a estos bloques de trabajo, permitiendo que cada iteración del desarrollo estuviera alineada con un conjunto de objetivos claros.

La generación de requerimientos fue incremental. A medida que se implementaban nuevas funcionalidades, se detectaban oportunidades de mejora, problemas de claridad, errores de implementación o necesidades estéticas que derivaban en nuevos requerimientos. Asimismo, se recibían sugerencias tanto desde el equipo de desarrollo como desde las instancias de revisión con el docente (Álvaro) y el game designer (Franco), quienes cumplían un rol crucial en la validación de ideas. Esto permitió mantener una coherencia estética, técnica y de alcance a lo largo del proceso, también un factor clave en el añadido de requerimientos fueron las opiniones dadas por los beta testers en la instancia de Beta test ocurrida en diciembre.

A partir de la entrega por parte del equipo dedicado al arte, como ya no se contaban con las opiniones ni del equipo de arte ni del docente y, además, al no tener la certeza de poder contar con nuevas adiciones de diseño, se tomaron como objetivos los planes realizados a futuro y de la entrega de arte, y se comenzaron a aplicar mejoras y corregir errores sobre el trabajo previamente realizado. Luego de la entrega de Licenciatura en abril, se trabajó tanto en mejoras sobre features existentes, como en algunos añadidos funcionales planteados por el estudiante de Ingeniería, este plan de acción fue consultado principalmente con la tutora a cargo quien dio el visto bueno a dichos requerimientos planteados. Para la elaboración de estos requerimientos se tuvo en cuenta las opiniones recabadas en el betatesting realizado en Julio y, para aceptar o declinar un requerimiento fue muy importante tener en cuenta que cualquier agregado que se realizara, muy probablemente no contaría con diseños realizados por los miembros del equipo de arte.

2.3 Documentación

Como parte de los requerimientos se creó documentación importante con el fin de formalizar y consolidar dicha información, además de facilitar el seguimiento del proceso de desarrollo y aportar claridad a los requerimientos obtenidos, estos documentos incluyeron el GDD, que es un documento utilizado en desarrollo de videojuegos que sirve como hoja de ruta para el desarrollo

de un videojuego, explicando detalles de todos los aspectos del juego, así como incluyendo su concepto, mecánicas, personajes, arte, entre otros aspectos fundamentales.

También se documentó de manera informal a través de discord y whatsapp donde se anotaba el feedback brindado por el docente y los debates dados en clase acerca de qué cambios implementar, usualmente esto derivaba en una lista de tareas o, en ocasiones, en algún punto a tratar en una reunión próxima. El conjunto de esta documentación informal fue de vital importancia a la hora de confeccionar documentación oficial como el GDD o la documentación entregable por Ingeniería y Licenciatura en Sistemas.

Más adelante en el proyecto la documentación de los requerimientos, al ser solamente un miembro del equipo trabajando, los nuevos requerimientos se comenzaron a almacenar en un documento simple de texto.

2.4 Validación

Los requerimientos eran aceptados o descartados en función de una combinación de criterios técnicos, funcionales, estéticos y estratégicos, que se fueron consolidando como parte del proceso interno del equipo.

La validación de los requerimientos aceptados se realizaba a través de la planificación de tareas por sprint, el seguimiento mediante tableros colaborativos, y las instancias de revisión en sprint reviews. Cada requerimiento debía tener una implementación concreta que pudiera ser evaluada por el equipo y validada por el docente, ya sea a través de pruebas de jugabilidad o de presentaciones realizadas al docente.
Estos criterios de aceptación fueron los que se detallan a continuación.

2.4.1 Relevancia con respecto a la visión del juego

Solo se aceptaban requerimientos que aportaran valor claro a la experiencia de juego, ya sea mejorando la jugabilidad, la comprensión del jugador, la estética general o la rejugabilidad. Ideas que se alejaban de esta visión, aunque técnicamente viables, eran descartadas o reformuladas.

2.4.2 Viabilidad técnica y temporal

Uno de los criterios más importantes fue la estimación de complejidad y tiempo de desarrollo. Si una funcionalidad representaba un riesgo de sobrecarga para el equipo, o bien era difícil de integrar sin comprometer otras partes del proyecto, se decidía postergarla o descartarla, priorizando el pulido de lo ya implementado.

2.4.3 Coherencia con la milestone actual

Cada milestone tenía un enfoque temático definido (por ejemplo, combate básico, combate avanzado, etc.). Los requerimientos eran priorizados en función de su relación directa con los objetivos de la milestone. Esto evitaba dispersión y mantenía al equipo enfocado, si el requerimiento no encajaba con la milestone actual pero cumplía con los otros criterios de aceptación, este requerimiento entraba al backlog en forma de tareas para ser agregado luego.

2.4.4 Feedback del docente y del game designer

La opinión de Álvaro (docente a cargo) y Franco (diseñador del juego) funcionaba como filtro decisivo. Si cualquiera de los dos consideraba que una propuesta no sumaba valor, rompía con la estética, o simplemente no era viable por cuestiones de tiempo o alcance, se discutía con el equipo para intentar reformularla. Si no era posible justificarla dentro del marco general del proyecto, se descartaba.

2.4.5 Impacto sobre la experiencia del usuario

Se priorizaban requerimientos que facilitaran la comprensión del jugador, que dieran más claridad sobre las acciones posibles dentro del juego o que mejoraran la forma en que se presentaban las mecánicas principales (por ejemplo, mejorar la visibilidad del robot, mostrar mejor los estados de los enemigos, etc.).

2.4.6 Pulido vs. nuevas funcionalidades

En varias instancias del desarrollo, especialmente en la milestone relacionada al combate avanzado, se priorizó el refinamiento de sistemas ya implementados por encima de agregar nuevas mecánicas. Esto respondía a una estrategia consciente de mejorar la calidad general del producto en lugar de expandirlo sin control, para esto tomamos la recomendación de Juan Rodríguez (quien integra la organización de Jam2Jam en Uruguay y cuenta con amplia experiencia en el desarrollo de videojuegos), quien fue nuestro mentor temporalmente, y nos recomendó priorizar el mejorar funcionalidades ya desarrolladas por sobre funcionalidades nuevas.

2.4.7 Necesidad de modelos o features visuales

En los últimos meses del proyecto, donde solamente quedaba el estudiante de Ingeniería realizando las tareas de desarrollo, para aceptar o declinar un nuevo requerimiento, se tomó en consideración que cualquier feature nueva que se agregara, no contaría con el equipo de arte y por lo tanto debería no incluir elementos visuales.

2.5 Requerimientos funcionales

2.5.1 Menú de inicio

La pantalla que se muestra al iniciar el juego. Con opciones para iniciar la partida, borrar el progreso, y salir del juego.

Figura 4: Menú de inicio

2.5.2 Menú de pausa

Menú que aparece al presionar la tecla correspondiente (Escape) durante el juego. El juego se pausa (el tiempo se detiene) mientras está visible. Tiene opciones para continuar, ver los controles, cambiar opciones, y salir al menú principal.

Figura 5: Menú de pausa

2.5.3 Gobi

El personaje principal controlado por el jugador. Tiene distintas mecánicas de movimiento e interacciones para moverse por el mundo.

Movimiento:

- **Caminar:** presionando las teclas de movimiento (WASD) se puede mover lentamente en la dirección presionada respecto a la dirección que la cámara apunta.

- **Correr:** sosteniendo shift izquierdo mientras se camina se puede mover rápidamente con la misma lógica que caminar.

- **Saltar:** presionando espacio se puede impulsar hacia arriba, despegándose del suelo. Se puede controlar el movimiento en el aire con las teclas de movimiento.

- **Trepar:** presionando espacio mientras Gobi está en el aire se puede alcanzar bordes cercanos en el entorno: se ejecuta una pequeña animación de trepado durante la que se impide cualquier input del jugador, y al terminar, Gobi estará posicionado sobre el borde al que trepó.

- **Rodar:** presionando y soltando shift izquierdo se puede rodar mientras se está en el suelo: Gobi ejecuta una pequeña animación de rodar mientras se desplaza rápidamente una distancia corta sobre el suelo.

2.5.4 TA-2

Compañero de Gobi. Un pequeño robot que ayuda al jugador durante el combate y con distintas interacciones en el entorno.

Habilidades:

- **Seguir:** TA-2 sigue a Gobi. Si Gobi está quieto, cada cierto tiempo se reposiciona en un área cercana, para darle una sensación de autonomía.

- **Moverse a ubicación:** el jugador puede indicar una posición en el terreno apuntando la cámara en la dirección deseada y presionando el botón de dar órden (número "1" del teclado). No se pueden indicar posiciones demasiado lejanas a Gobi. Una vez que TA-2 llega a la posición indicada se mantiene allí sin moverse.

- **Atacar:** el jugador puede marcar enemigos para ser atacados por TA-2 (click izquierdo del ratón). Los enemigos marcados tienen un contorno blanco para indicarlo. Si Gobi está cerca del objetivo, TA-2 se posicionará entre Gobi y el objetivo y lo atacará. Si Gobi se aleja del objetivo, TA-2 lo seguirá con su comportamiento de seguir. Si Gobi se aleja aún más del

objetivo, será desmarcado. Sólo puede haber un objetivo marcado. Si ya había uno, el anterior se desmarcará.

- **Cavar:** TA-2 cava montículos en la arena, y luego de su animación, aparece encima el objeto que estaba enterrado. Si TA-2 está siguiendo a Gobi (no tiene ninguna orden manual) automáticamente encontrará y cavará montículos que tenga cerca en un pequeño radio a su alrededor. El jugador puede impedir esto dándole una orden de posicionarse en otro lugar. También el jugador puede ordenar manualmente que cave, en caso de que TA-2 esté priorizando otra acción, apuntando la cámara al montículo deseado y presionando el botón de moverse a ubicación (número "1" del teclado).

- **Hackear:** el jugador puede ordenar a TA-2 interactuar con una terminal apuntándole con la cámara y presionando el botón de moverse a ubicación (número "1" del teclado). TA-2 se dirigirá a ella y, luego de unos segundos, la terminal ejecutará su acción y TA-2 volverá a su comportamiento de seguir a Gobi.

2.5.5 Mods

Objetos recolectables que se guardan en el inventario del jugador cuando Gobi los toca. Son usados para instalar comportamientos en TA-2 usando una terminal de mods. Algunos mods pueden estar bloqueados y requieren recursos para desbloquear.

Figura 6: Mods

2.5.6 Terminal de mods

Una computadora con la que Gobi puede interactuar. Al usar, se muestra una pantalla donde se listan los mods en el inventario del jugador, los mods instalados en TA-2, y los recursos en el inventario del jugador para desbloquear mods. Haciendo clic en los mods en la lista del inventario, se instalan en TA-2, dándole el comportamiento correspondiente. Haciendo clic en los mods de la lista de instalados, se desinstalan y TA-2 pierde el comportamiento correspondiente.
Haciendo clic en un mod bloqueado, si el jugador tiene en su inventario los recursos suficientes, se desbloquea y se descuentan los recursos del inventario usados.

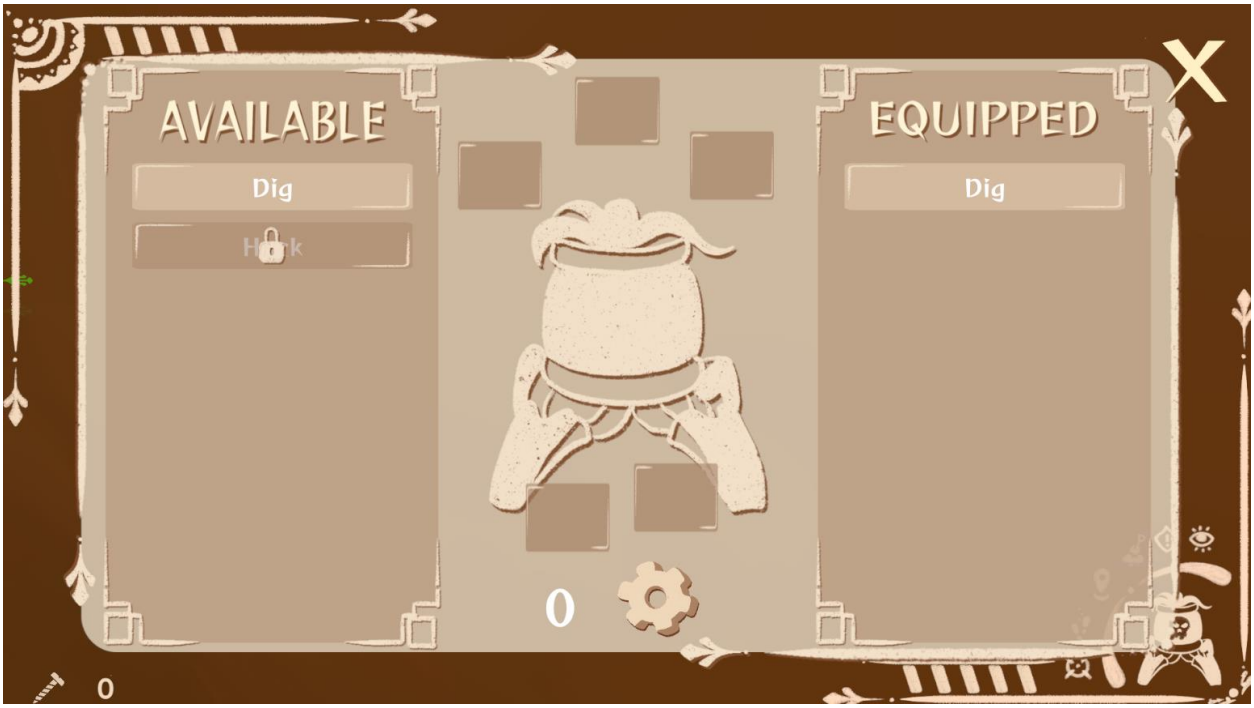


Figura 7: Terminal de mods

2.5.7 Enemigos

Los enemigos son robots hostiles hacia Gobi y TA-2 con los que se puede entrar en combate. Son la principal amenaza para el jugador. Los enemigos tienen un campo de visión limitado en ángulo y distancia que les da un comportamiento dinámico.

Los enemigos en combate alertarán a otros enemigos cercanos para que investiguen la posición donde fue avistado el jugador.

Los enemigos investigarán a su alrededor si reciben daño.

Los personajes en la misma facción no pueden dañarse entre sí (los enemigos no pueden dañar a otros enemigos, y el jugador y TA-2 no pueden dañarse entre ellos).

Los enemigos son marcados por un indicador en la pantalla, que apunta en la dirección donde están, con un color que representa su estado (comportamiento) actual.

Figura 8: Enemigos

Los enemigos tienen varios estados con comportamientos diferentes:

- **Desactivado:** un estado inicial especial, sólo encontrado en algunos enemigos en el nivel. El enemigo está inmóvil, ciego, no se muestra su indicador en la pantalla y no se puede seleccionar como objetivo. Una vez fuera de este estado, no regresan a él. En este estado su modelo 3D tiene una posición especial parecida a dormir sentado.

- **Patrullar:** estado por defecto. indicador color verde. El enemigo sigue una ruta predefinida en el mapa. Se usa este estado cuando el enemigo está "tranquilo" (no se cumplen las condiciones para ningún otro estado).

- **Distraído por TA-2:** indicador color violeta. Si un enemigo ve a TA-2 pero no ve al jugador, el enemigo sigue inofensivamente a TA-2. El propósito de este estado es permitir trazar estrategias de sigilo distrayendo a los enemigos utilizando los comandos de movimiento de TA-2.

- **Combate:** indicador color rojo. Un enemigo puede tener distintos ataques, dependiendo de sus condiciones. Si tiene un arma del tipo indicado a continuación, puede usar el ataque asociado.

- **Cuerpo a cuerpo:** el enemigo puede golpear a su objetivo, impidiéndole actuar por unos segundos y empujándolo hacia atrás. Durante el combate, el enemigo puede decidir usar este ataque, deteniendo otros ataques y corriendo hacia su objetivo para golpearlo cuando esté suficientemente cerca. También puede usar este ataque cuando su objetivo se acerca demasiado mientras está usando otros ataques. Mientras está ejecutando su animación de golpear, el enemigo no puede caminar ni girar.

- **A distancia:** el enemigo usa su arma a distancia en la dirección de su objetivo. Este es el ataque más frecuente que los enemigos realizan. Las armas a distancia pueden ser la pistola láser, u objetos lanzables que puedan encontrarse cerca en el entorno.

- **Buscar arma a distancia:** indicador color naranja. Si el enemigo no tiene equipada un arma a distancia (pistola láser u objeto lanzable) buscará en el entorno, a intervalos regulares, un arma a distancia. Si la encuentra, se dirigirá hacia ella, ignorando a sus objetivos hasta que la alcance y la equipe.

- **Investigar:** indicador color amarillo. Cuando un enemigo que está en combate pierde de vista a sus objetivos, entra en este estado, donde se dirigirá a la última posición donde vio a su objetivo. Al llegar, se detendrá y observará a su alrededor, buscando. Luego de unos segundos, si no encuentra objetivos, volverá a patrullar.

2.5.8 Economía

Durante el juego se pueden encontrar recursos necesarios para avanzar desbloqueando mods. Estos recursos son agregados al inventario del jugador cuando Gobi los toca. Se pueden obtener haciendo

que TA-2 excave en montículos en la arena, y derrotando enemigos. Los enemigos tienen un 50% de probabilidades de soltar una unidad del recurso.

Figura 9: TA-2 excavando por recursos.

2.5.9 Niveles

El juego cuenta con 2 niveles principales:

Aldea: donde se inicia el juego. Una zona pacífica, sin peligros, donde el jugador puede prepararse para la siguiente incursión. Tiene una zona de práctica de tiro y una terminal de mods para preparar las habilidades de TA-2.

Incursión: el nivel principal, donde el jugador puede combatir con los enemigos, recolectar recursos y resolver puzzles para terminar la misión.

Figura 10: TA-2 excavando por recursos.

2.5.10 Armas

Existen armas de distintos tipos usadas por los enemigos y TA-2.

- **Pistola láser:** arma a distancia. Dispara una bala que viaja en línea recta a cierta velocidad hasta que impacta con el terreno o un objetivo, o viaja la distancia máxima permitida. Es el arma de TA-2 y de algunos enemigos.

- **Melee:** arma cuerpo a cuerpo. Empuja a su objetivo si está a su alcance luego de unos momentos de carga. Impide el movimiento mientras carga. Debe recargarse durante unos momentos luego de usarse. Algunos enemigos tienen esta arma.

- **Cajas lanzables:** arma a distancia. Empuja a su objetivo si lo golpea. Los enemigos sin arma a distancia pueden buscar, recoger y lanzar estas cajas. Usan el motor de físicas de Unity (son afectadas por la gravedad y por colisiones del entorno).

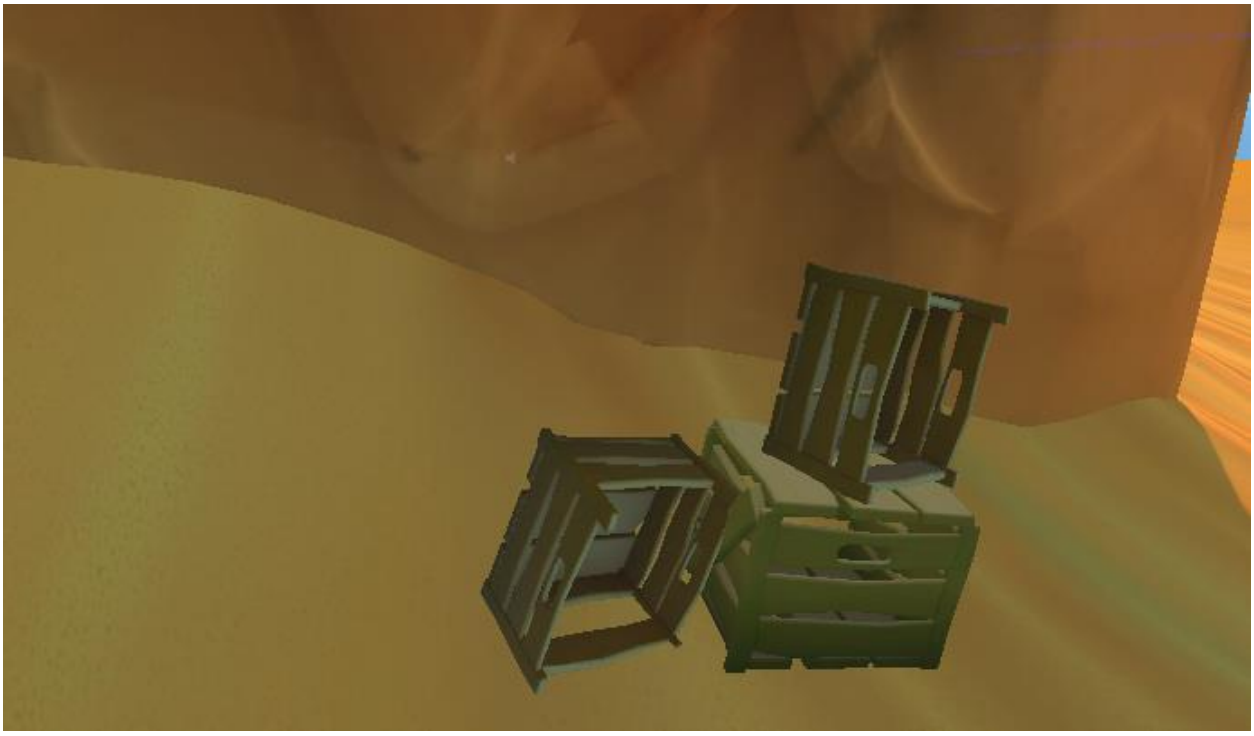


Figura 11: Cajas arrojables por los enemigos.

2.5.11 Gadgets

Existen gadgets utilizables por Gobi en combate los cuales ayudan a combatir a los enemigos de forma más estratégica o evitar el combate evadiendo a los enemigos, gracias a estos. Es importante que los gadgets no hagan daño ya que restarían importancia al papel de TA-2.

- **Granada de *stun*:** Estas granadas son lanzadas por Gobi y al impactar con una superficie, crean un área de interferencia que provoca que los enemigos dejen de reaccionar correctamente, interrumpiendo sus ataques y su capacidad de detección, permitiendo el reposicionamiento de Gobi y TA-2. Estas granadas tienen un *cooldown* interno con el fin de que no se pueda abusar de su uso.

- **Granada de escudo:** La funcionalidad de estas granadas es crear un escudo temporal en Gobi y TA-2 que provoca que pierdan este escudo antes que su vida mientras dure el escudo.

Figura 12: Campo generado por la granada de stun.

2.6 Requerimientos no funcionales

2.6.1 RNF1 - Diseño atractivo e intuitivo

El juego debe contar con una interfaz visual clara y estética, acompañada de una disposición lógica de los elementos interactivos, de forma que el jugador pueda comprender rápidamente cómo jugar sin necesidad de instrucciones extensas. La experiencia visual y la navegación dentro del juego deben seguir principios de diseño de interfaces centradas en el usuario, manteniendo la coherencia estética con la temática general del proyecto.

2.6.2 RNF2 - Rendimiento aceptable

El juego debe ser capaz de ejecutarse de forma fluida en los equipos objetivo, manteniendo una tasa de cuadros por segundo (FPS) estable en situaciones normales de juego. No deben producirse congelamientos, caídas abruptas de rendimiento ni tiempos de respuesta elevados ante las acciones

del jugador. El umbral mínimo considerado aceptable es de 30 FPS sostenidos, con un objetivo recomendado de 60 FPS.

2.6.3 RNF3 - Carga rápida

Los tiempos de carga del juego, tanto al iniciar como al realizar transiciones entre escenas o niveles, deben mantenerse dentro de márgenes razonables para no afectar la inmersión del jugador. Idealmente, el tiempo de carga total desde la apertura de la aplicación hasta la jugabilidad no debe superar los 10 segundos en equipos con las especificaciones mínimas.

2.6.4 RNF4 - Uso aceptable de memoria RAM

Durante la ejecución, el uso de memoria RAM del juego debe mantenerse dentro de un rango eficiente y controlado, optimizando el uso de texturas, modelos y efectos visuales. El consumo de memoria no debe generar problemas de estabilidad, especialmente en dispositivos que solo cuentan con los recursos mínimos. Se considera un máximo aceptable de 6 GB de RAM en uso activo.

2.6.5 RNF5 - Requerimientos de hardware mínimos y recomendados

El juego debe funcionar correctamente en equipos con las características que se detallan a continuación:

Componentes	Mínimos	Recomendados
Sistema Operativo	Windows 10/11 (64 bits)	Windows 10/11 (64 bits)
Procesador	Intel Core i5-6400 / AMD Ryzen 3 1200	Intel Core i7-9700K / AMD Ryzen 5 5600X
Memoria RAM	6 GB	12 GB

Almacenamiento	15 GB en HDD	15 GB en SDD
Tarjeta gráfica (GPU)	Intel HD Graphics 4000 o superior	NVIDIA GTX 1050/AMD RX 560 o superior
DirectX	Versión 11	Versión 12

2.6.6 RNF6 - Manejo del audio

Para el manejo del audio del juego debe utilizarse FMOD Studio como middleware de sonido, con el fin de facilitar la gestión modular de eventos, efectos, música y ambiente, y permitir una integración escalable con Unity.

3. Arquitectura de la solución

A diferencia de los sistemas empresariales tradicionales, que suelen estar compuestos por una arquitectura distribuida con componentes bien definidos como frontend, backend, bases de datos y servicios intermedios, este proyecto no responde a ese esquema. El videojuego fue concebido como una aplicación autónoma y autocontenida, sin requerimientos de conectividad a servidores externos ni integración con sistemas de terceros. Su arquitectura está centrada exclusivamente en la lógica del juego, y aunque cuenta con una funcionalidad de guardado de partida para conservar el progreso del jugador, no incorpora una base de datos relacional ni un backend persistente. Todo el procesamiento y almacenamiento se realiza de forma local.

3.1 Desarrollo C#

El desarrollo técnico del proyecto se llevó a cabo utilizando el lenguaje C# dentro del motor Unity, aplicando principios de diseño modular y prácticas de programación orientadas a objetos.
Esta sección describe la arquitectura interna del código, la organización de sus módulos principales y las estrategias utilizadas para mantener un sistema flexible, mantenible y escalable.

En primer lugar, se detalla la estructura general del proyecto y los módulos que componen sus principales funcionalidades, explicando el propósito de cada uno y su relación con los demás componentes.

Posteriormente, se aborda la aplicación de principios de Clean Code y buenas prácticas de desarrollo, con el fin de garantizar la claridad, reutilización y extensibilidad del código fuente a lo largo del ciclo de vida del juego.

3.1.1 Estructura y módulos

La estructura del proyecto en C# se diseñó con el objetivo de favorecer la organización, la escalabilidad y la claridad del código, permitiendo aislar responsabilidades y facilitar futuras extensiones del juego.

En esta sección se presenta la arquitectura interna del software, detallando los principales módulos que componen el sistema y la función que cumple cada uno dentro del flujo general del juego. Cada módulo agrupa clases relacionadas por su propósito, siguiendo principios de cohesión alta y acoplamiento bajo, lo que permite mantener independencia entre componentes y simplificar el mantenimiento.

A continuación, se describen los módulos más relevantes acompañados de sus diagramas estructurales y la explicación de sus interacciones. Esta organización modular refleja el enfoque adoptado para mantener un desarrollo ordenado, flexible y alineado con los principios de diseño orientado a objetos.

Damage

Contiene elementos usados para el cálculo y aplicación de daño. Creada en anticipación a futuros planes de agregar tipos de daño y efectos a los personajes.

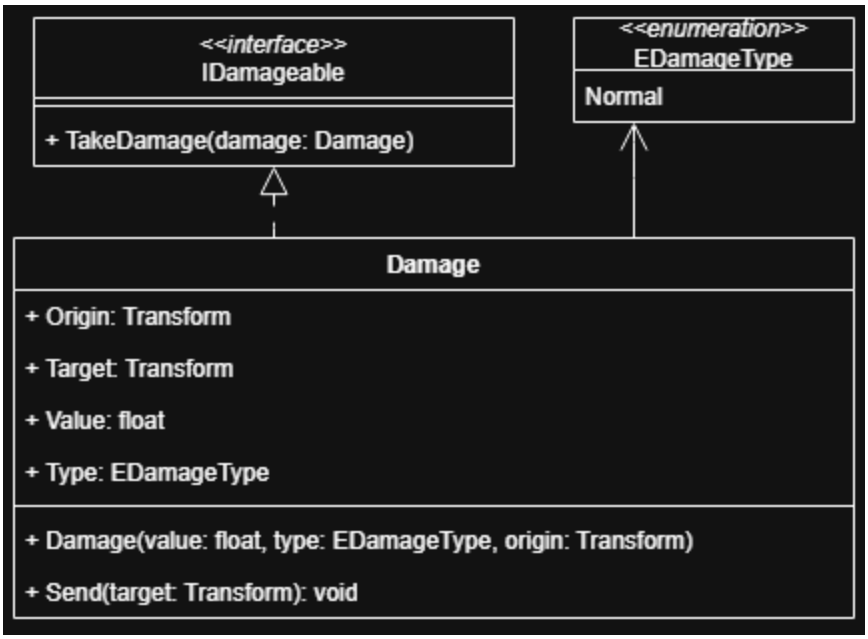


Figura 13: Diagrama de clases (UML) del módulo *Damage*.

Enemy

Clases relacionadas a los enemigos y su lógica, comportamiento, animaciones, y otros elementos de esta índole.

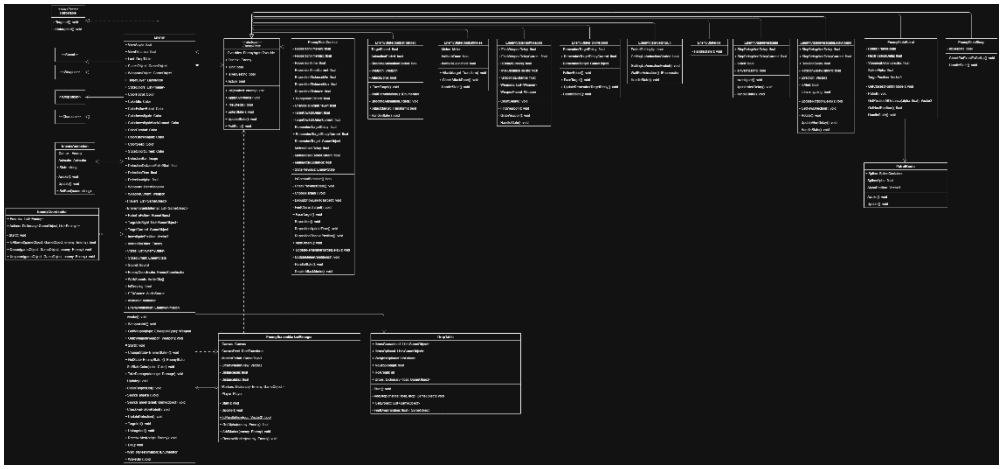


Figura 14: Diagrama de clases (UML) del módulo *Enemy*.

Menu

Clases relacionadas a la UI: HUD, menú principal y menú de pausa.

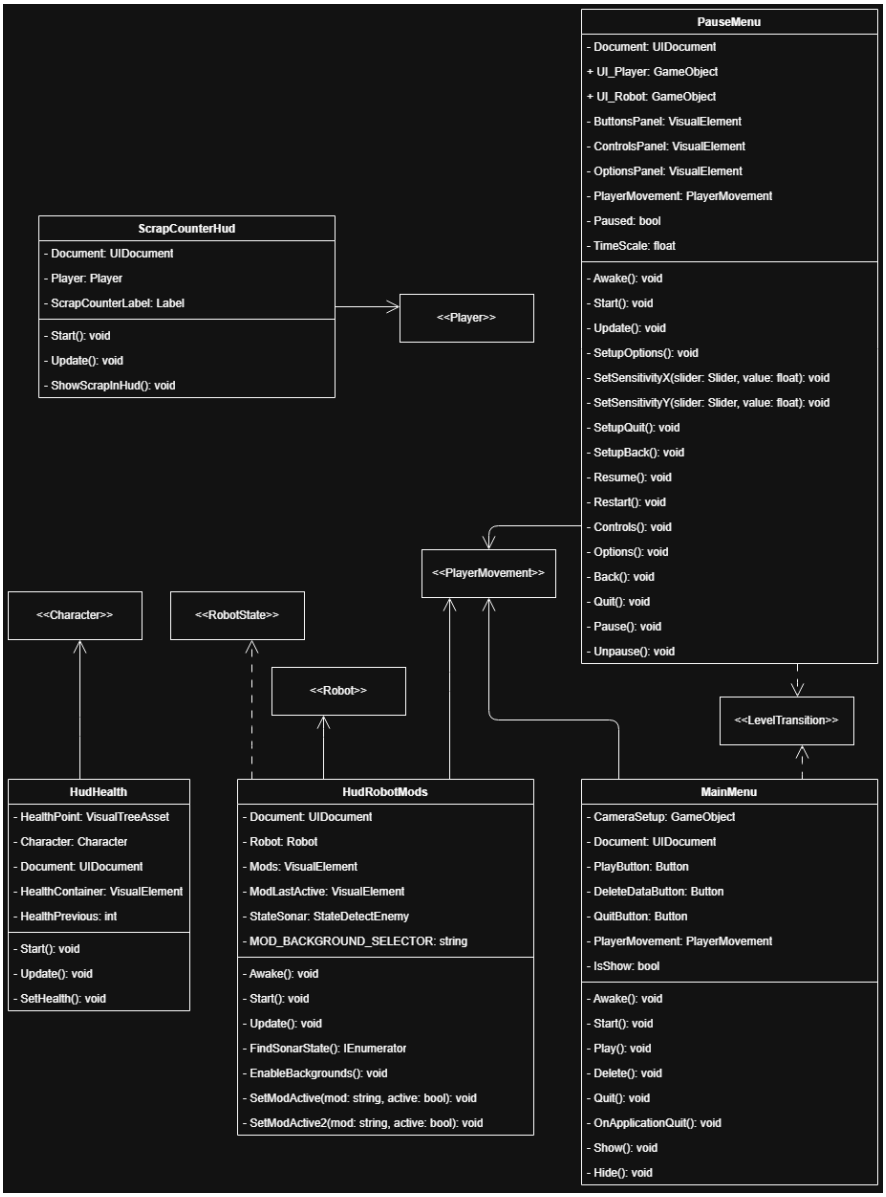


Figura 15: Diagrama de clases (UML) del módulo *Menu*.

Robot

Clases relacionadas a TA-2 y su lógica, comportamiento, configuraciones, animaciones, mods, y otros elementos relacionados.

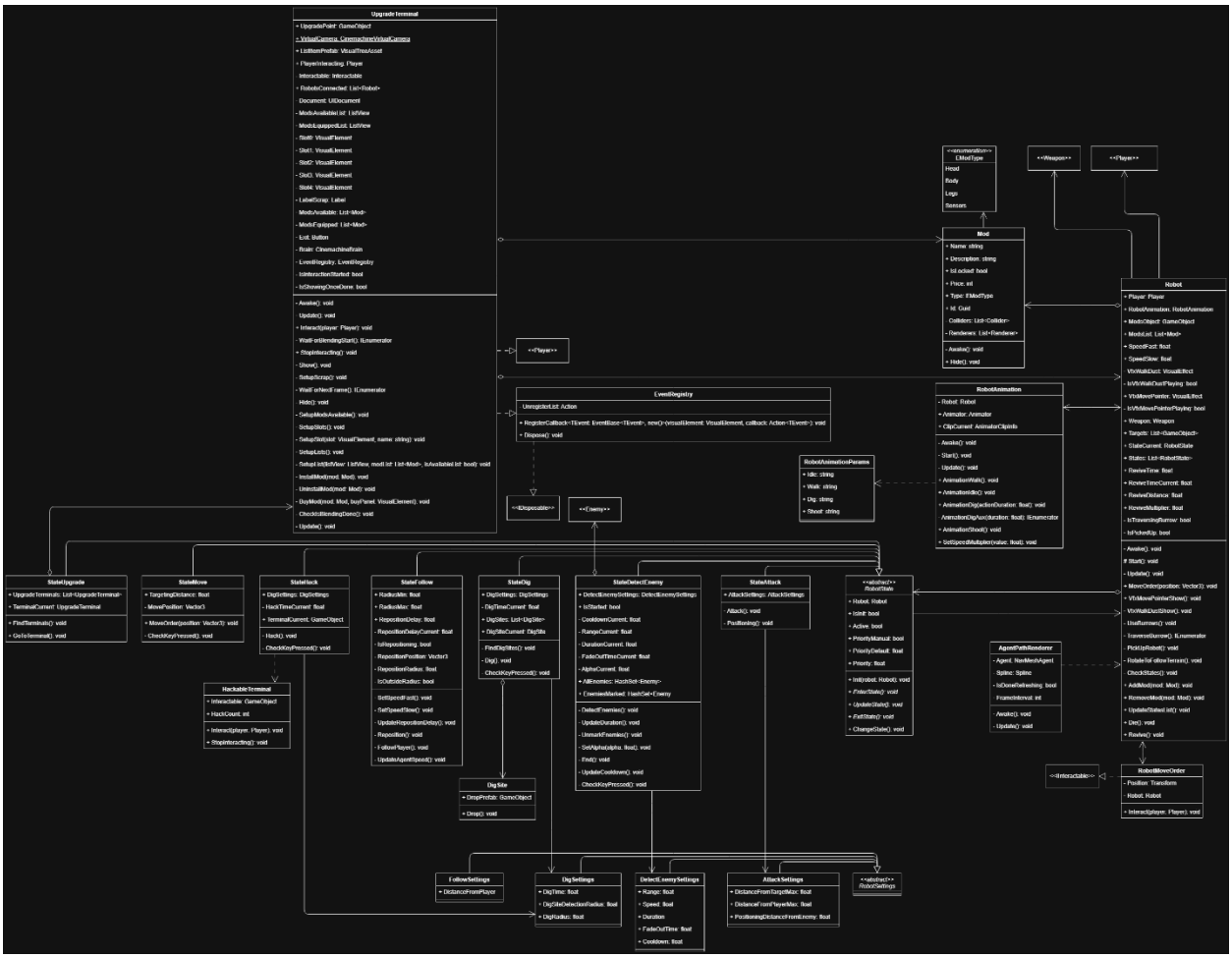


Figura 16: Diagrama de clases (UML) del módulo *Robot*.

Player

Clases relacionadas a Gobi y su lógica, comportamiento, acciones, animaciones, interacciones, y otros elementos relacionados.

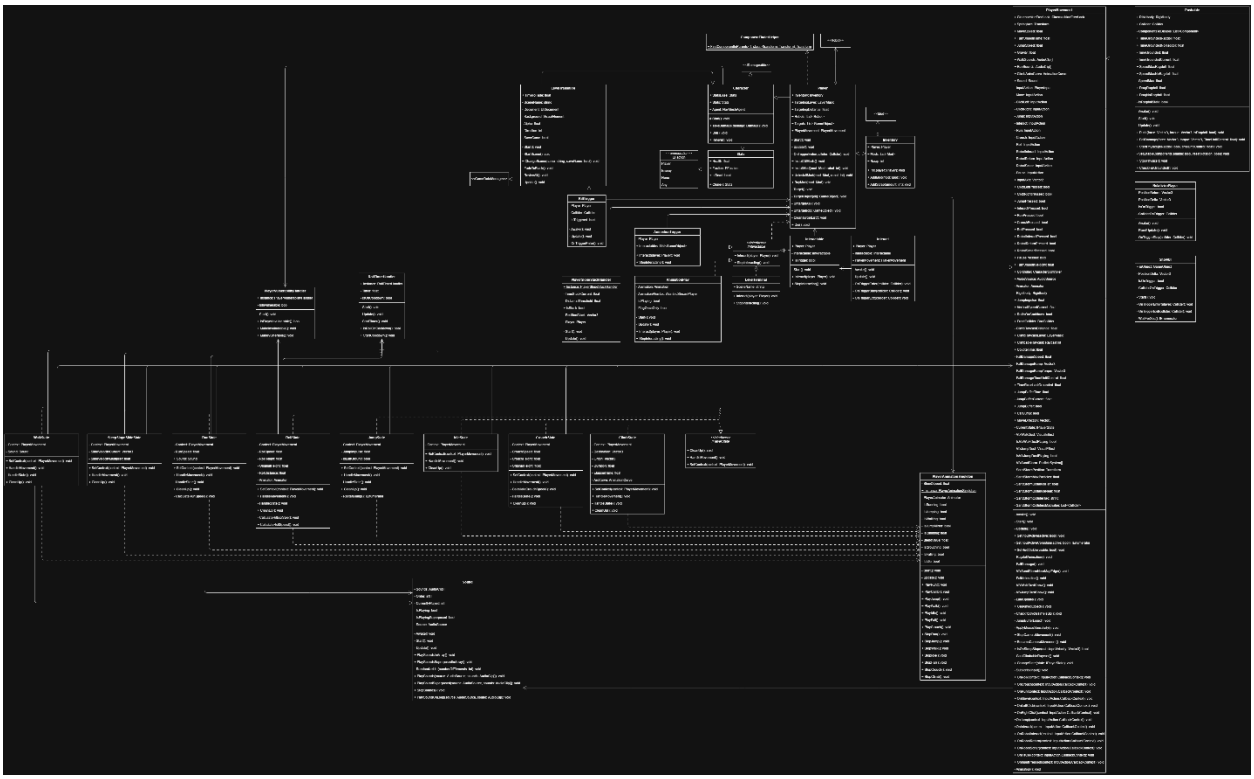


Figura 17: Diagrama de clases (UML) del módulo *Player*.

Weapon

Clases relacionadas a las armas y su lógica, tipo de arma, tipo de daño, tipo de proyectil, entre otros elementos relacionados.

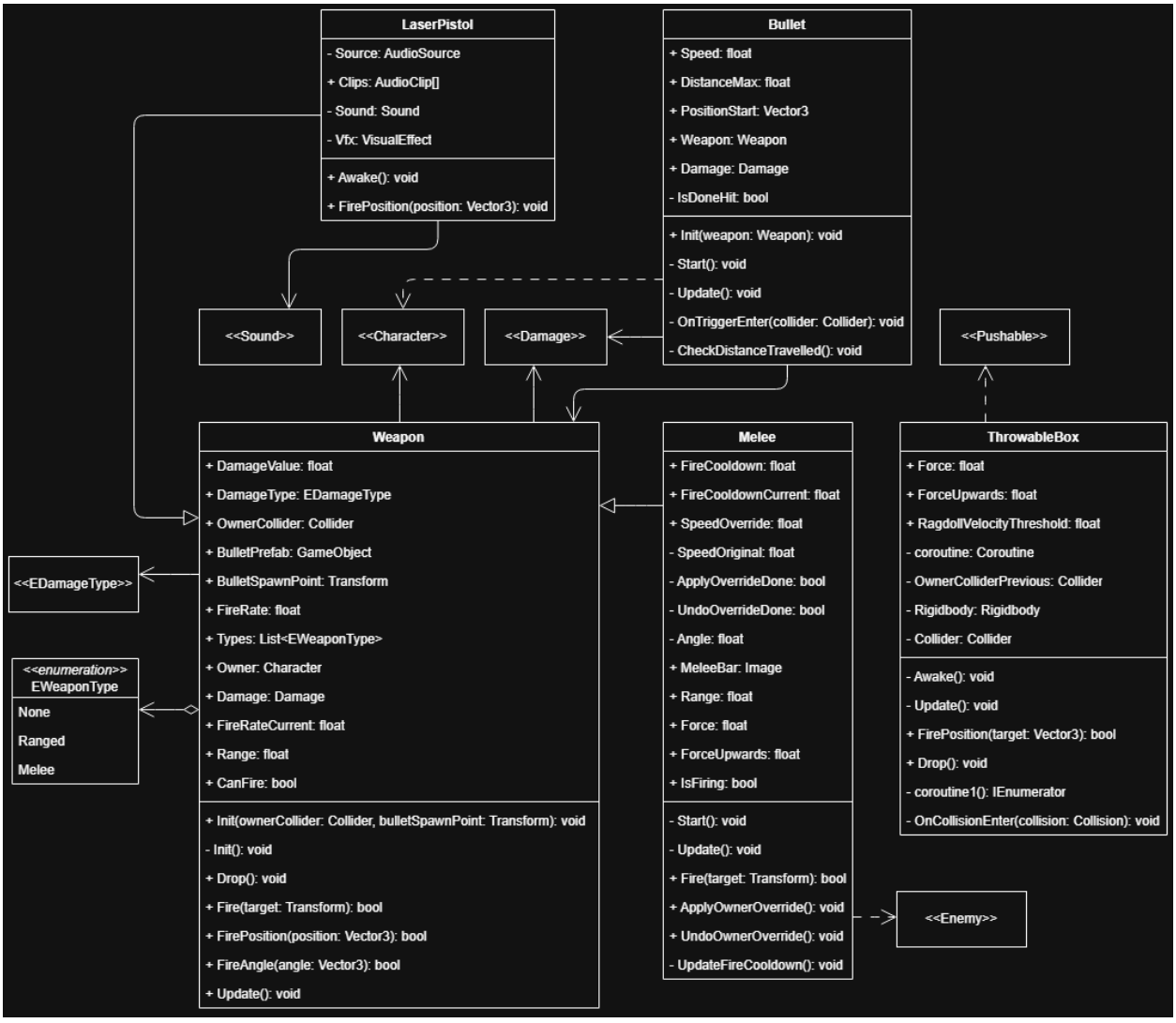


Figura 18: Diagrama de clases (UML) del módulo *Weapon*.

Utils

Clases de utilidades, como el handler para volver a la aldea al terminar el juego, el handler para reproducir música y sonidos, y el generador de caminos para la navegación de TA-2 en el terreno.

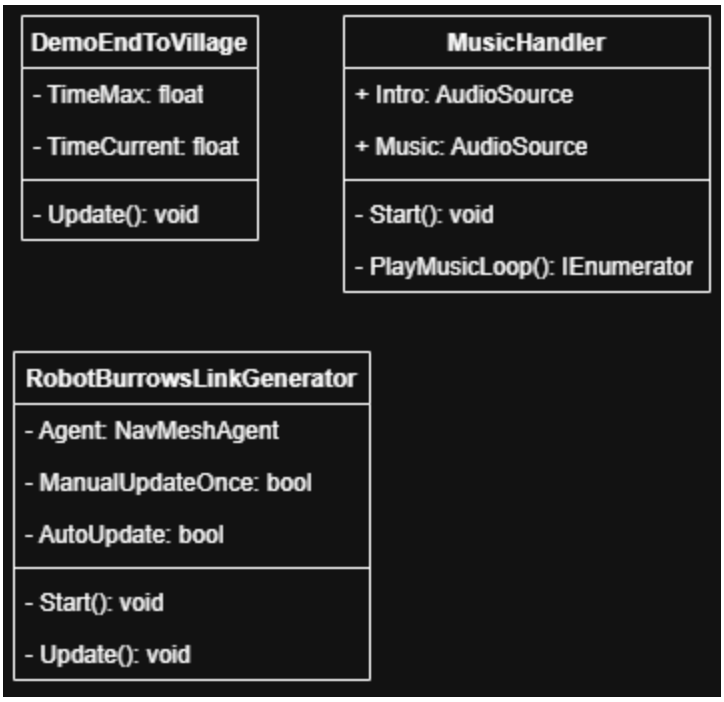


Figura 19: Diagrama de clases (UML) del módulo *Utils*.

Persistence

Clases relacionadas a la persistencia de los datos, como clases serializables y deserializables para registrar eventos ocurridos en el juego, y una clase *manager* usada como interfaz para acceder a la lógica de guardado y cargado.

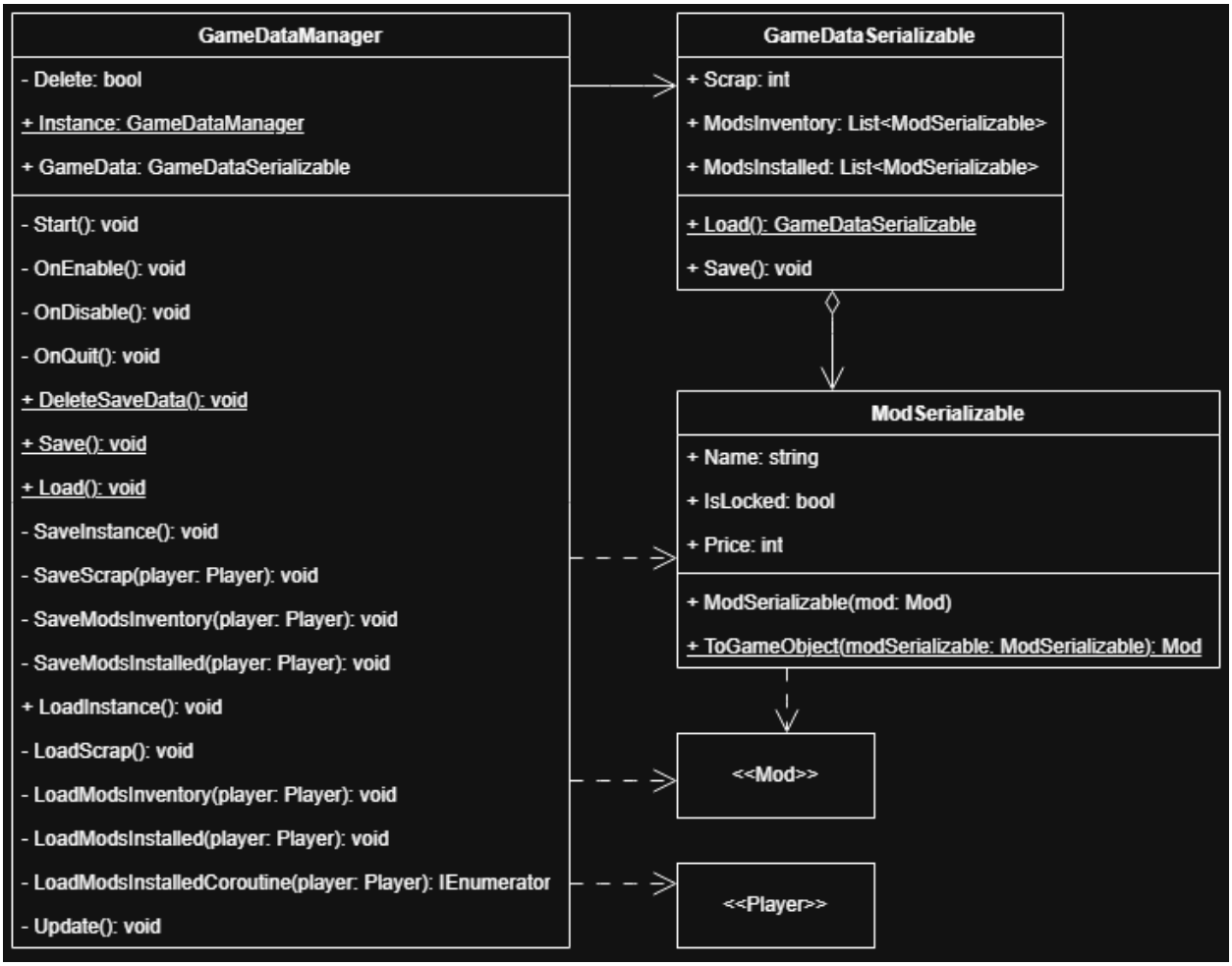


Figura 20: Diagrama de clases (UML) del módulo *Persistence*.

PlayerGadgets

Clases relacionadas al uso de los *gadgets* usados por el *player*, tanto su efecto, como su configuración, entre otros elementos relacionados.

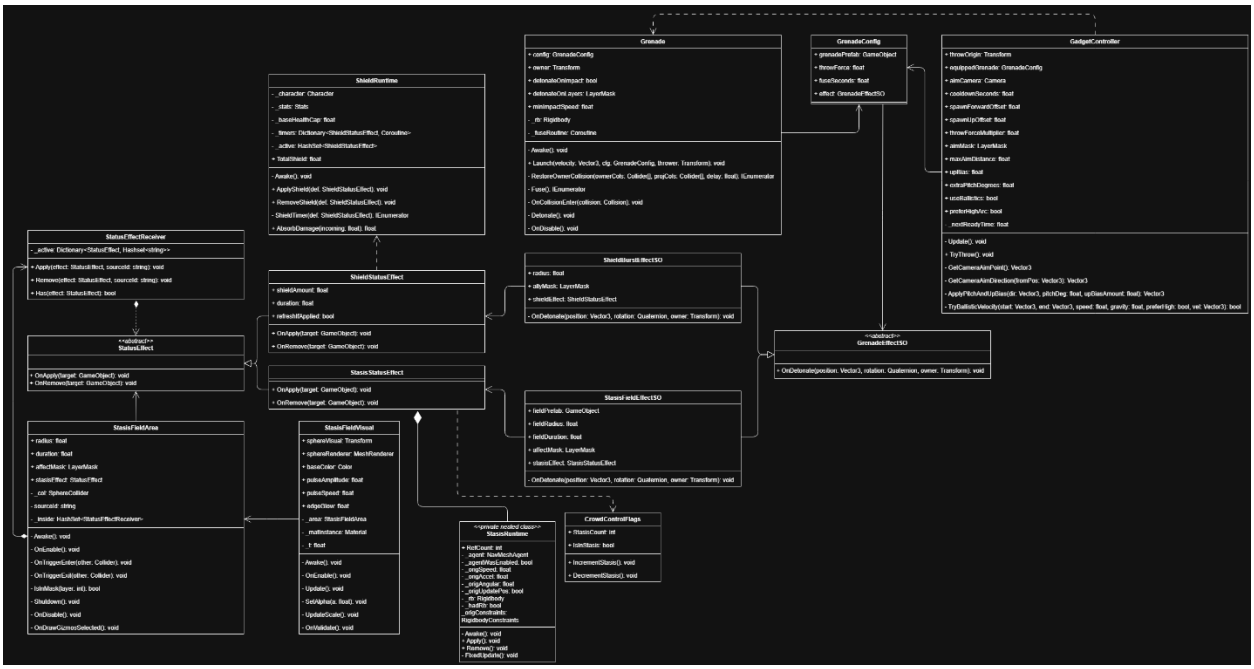


Figura 21: Diagrama de clases (UML) del módulo *PlayerGadgets*.

3.1.2 Clean Code

En el desarrollo de software, Clean Code (popularizado por Robert C. Martin en su libro Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship) [4] se refiere a un conjunto de principios y buenas prácticas cuyo fin es que el código escrito sea claro, mantenible y eficiente. Esto se logra haciendo que el código sea fácil de entender, modificar y escalar con el tiempo. Dada la naturaleza del proyecto, el reducido tamaño del equipo (2 programadores), y su extendida duración, se pretendió cumplir con los lineamientos de Clean Code para evitar retrasos o errores a causa de no comprender el código escrito por otro integrante o uno mismo, un problema conocido en la industria, cuyo riesgo aumenta a medida que pasa el tiempo.

Se procuró hacer el código lo más legible posible para que fuera autoexplicativo. Aunque las ventajas que proporciona el uso de Clean Code son múltiples se decidió utilizarlo principalmente por los siguientes beneficios.

- **Legibilidad:** Un proyecto con código legible mejora la mantenibilidad, reduce tiempos de comprensión, tanto de otros integrantes como del mismo autor, y facilita en general la creación de futuro código.

- **Mantenibilidad:** Dada la naturaleza evolutiva del proyecto y los posibles cambios en los requerimientos basados en *feedback* de los potenciales usuarios, interesados, *testers* y opinión de personas con experiencia en el área, es crucial en el desarrollo que el código esté escrito de forma prolija, a fin de favorecer la mantenibilidad a futuro, ya que un código poco prolijo se torna difícil de entender y, por lo tanto, de modificar.

- **Profesionalismo:** Importante de mantener en general, se nota su utilidad especialmente en caso de integrar nuevos colaboradores al proyecto. Además, ayuda a generar la costumbre de mantener la calidad.

- **Integración:** Es una realidad que un proyecto de esta índole requiere muchas veces la integración con diversas herramientas de terceros, y facilita enormemente el trabajo que el código se encuentre organizado y lo más simple posible. Además, esto proporciona una mayor seguridad de que un error en la integración de una nueva herramienta en una sección del código no afecte a otras secciones del código.

Para lograr obtener estos beneficios las prácticas utilizadas se listan a continuación en conjunto con imágenes a modo de ejemplo.

Comentarios

Durante el desarrollo del proyecto se evitó el uso de comentarios innecesarios, por lo que los comentarios utilizados en el código solamente se realizaron en ocasiones donde era necesario añadir un mayor contexto a una función o método existente.

Nombres de variables y funciones descriptivos

A la hora de nombrar variables y funciones, se procuró en todo momento que tuvieran nombres autodescriptivos y lo más comprensibles posible, para que, de esta forma, no necesiten ningún tipo de comentario extra.

Funciones pequeñas y con una sola responsabilidad

Se procuró que cada función del juego tuviera una sola responsabilidad y que no se tornaran demasiado extensas, en los casos en que las funciones constaban de demasiadas líneas de código, se dividió en funciones más pequeñas con responsabilidades únicas, para que no hubiera funciones difíciles de mantener o modificar, o que, por ser demasiado grandes, facilitaran la duplicación de código.

Evitar "números mágicos"

En el caso de los valores invariables utilizados, se intentó que estuvieran contenidos dentro de una constante con un nombre explicativo de ellas, para que, de esta forma se entendiera su significado y no cause que un lector externo, o el mismo autor del código, desconozca su origen en un futuro, en el caso que requiera revisión sobre el código que involucra esos valores.

Evitar duplicación de código

En ocasiones se notó que código resultaba necesario en múltiples sitios, por lo que en lugar de copiar y pegarlo en los lugares donde se necesitara, se consolidó en funciones reutilizables, reduciéndolo y haciéndolo más legible, además de ahorrar tiempo, al utilizar llamadas a las funciones en lugar de reprogramar una función ya existente en múltiples sitios.

Evitar funciones con demasiados parámetros

En los casos en que una función tomaba demasiados parámetros, si era posible, se creaban clases contenedoras para englobar los parámetros y evitar que se pasaran demasiados parámetros a una función.

Manejo correcto de excepciones y errores

En cada oportunidad que se detectara que una excepción podría ocurrir, se capturó y lanzó un mensaje claro y concreto detallando la razón de su ocurrencia, evitando errores críticos en la ejecución, y manejando correctamente los errores que pudieran surgir.

Uso adecuado de estructuras de control

Finalmente, en las ocasiones donde fue necesario el uso de estructuras de control, se procuró evitar, en la medida de lo posible, el uso de estructuras "if" anidadas, ya que esto puede aumentar la probabilidad de provocar errores lógicos. Se prefirió utilizar "early return" siempre que fuera posible, provocando que la lógica no se encuentre contenida dentro de bloques "if" que pudieran provocar los ya mencionados errores lógicos.

3.2 Decisiones de diseño

A lo largo del proyecto se tomaron diferentes decisiones de diseño con el fin corregir errores, prevenirlos, o facilitar futuros cambios a clases (o conjuntos de ellas) que lo requieran por su naturaleza. A continuación, enumeraremos los más relevantes.

3.2.1 Utilización del patrón *State*

El patrón *State* es un patrón de diseño de comportamiento muy utilizado en la industria de videojuegos, ya que está estrechamente relacionado con el concepto de máquina de estados finitos, donde en un momento dado, un programa puede encontrarse en un número finito de estados, variando su comportamiento según el estado en el que se encuentre, esto se ve con mucha frecuencia en los videojuegos donde los personajes, objetos o cualquier componente del juego,

puede cambiar constantemente su comportamiento debido a estímulos o interacciones con los distintos elementos de su entorno o comandos del jugador.

Un juego en sí puede considerarse una máquina de estados desde cierta perspectiva, así que con frecuencia se consideraron apropiadas máquinas de estados para manejar de forma correcta, ordenada y eficiente los comportamientos de ciertos elementos.

En los sitios donde fue mayormente utilizado este patrón de diseño fue en las clases de comportamiento de los distintos personajes. Se utilizó en el caso de los enemigos, ya que podían realizar una amplia gama de acciones que determinaban comportamientos diferentes según los estímulos que recibieran. En este caso fue particularmente útil a la hora de agregar nuevos comportamientos a los enemigos, sin afectar los comportamientos ya añadidos en iteraciones anteriores, además de permitir manejar de manera adecuada las diferentes animaciones para cada acción y los sonidos emitidos al realizarlas.

En el caso de Gobi fue particularmente útil a la hora de manejar el movimiento, permitiendo que acciones como trepar que fueron añadidas más tarde en el desarrollo, no interfirieran con el resto de las acciones agregadas previamente.

Finalmente, en el caso de TA-2 también se utilizó este patrón de diseño a la hora de implementar las diversas acciones a las que tiene acceso de acuerdo con los *mods* que tenga equipados en el momento, además, al ser acciones independientes entre sí, ya que cada acción es un estado diferente, ayudó a que, por ejemplo, la acción “Seguir” pueda habérsele añadido comportamiento extra sin detrimento o riesgo de afectar las otras habilidades de TA-2.

3.2.2 Utilización del patrón *Singleton*

En el caso de este patrón creacional, su utilidad y aplicabilidad viene derivada de la necesidad de garantizar la existencia de una instancia única de una clase, y proporcionar un único punto de acceso a dicha clase una vez creada.

En el caso de los videojuegos este patrón se torna particularmente útil en el caso de que existan instancias que deban ser accesibles por diversos elementos a lo largo del juego, pero que no se deban crear cada vez ya que todos los elementos deban acceder a esa misma instancia única.

Este patrón fue especialmente notable con el caso de las pistas de audio, donde se consideró apropiada la creación de un *singleton* que manejara la pista de audio base, porque en caso contrario, si se creara un nuevo objeto cada vez, las pistas podrían sobreponerse entre sí provocando una disonancia en los sonidos. Por otro lado, aunque no fue utilizado por el momento, fue considerado que resulta también particularmente útil para manejar el pausado y resumido de las pistas.

También se utilizó para manejar al personaje principal, ya que teníamos valores que debían ser persistidos al realizar transiciones entre las distintas escenas, como por ejemplo los contadores de *scrap* del inventario.

Por último, se utilizó un *Singleton* con el fin de administrar el flujo principal del juego y las transiciones entre escenas.

3.2.3 Utilización de herencia

La herencia es un patrón básico y vital en la programación orientada a objetos. En este proyecto fue usada para introducir comportamiento diferente a versiones similares de un mismo objeto, es decir que comparten lógica o características similares, aunque no se utilizaron versiones demasiado variadas de un mismo objeto. En los casos en que se detectó que podrían existir variantes a futuro o que tenían al menos dos versiones que compartían un comportamiento base, se crearon las clases de forma que heredaran de un padre en común, por lo que clases como las armas de los personajes, que comparten el comportamiento de realizarle daño a un objeto de una facción enemiga, son clases hijas de un padre *"Weapon"* común, que contiene funciones comunes como por ejemplo *"Fire"* que corresponde al disparo del arma, con las clases hijas sobrescribiendo la implementación para ejecutar su funcionalidad individual.

También se crearon las clases de personajes de modo que todos ellos (Enemigos, TA-2 y Gobi) hereden de un padre en común *"Character"* ya que funciones tales como recibir daño o morir son comunes a todos ellos.

3.3 Herramientas y tecnologías

El desarrollo del proyecto requirió la utilización de diversas herramientas y tecnologías que facilitaron tanto la implementación técnica como la gestión del trabajo en equipo. La selección de estas herramientas se realizó en función de los objetivos del proyecto, buscando un equilibrio entre eficiencia, compatibilidad con el motor de desarrollo y facilidad de integración.

En esta sección se describen las principales tecnologías empleadas, incluyendo aquellas utilizadas para la programación, el control de versiones, la gestión del proyecto, la comunicación entre los integrantes y la documentación técnica. Cada herramienta cumplió un rol específico dentro del flujo de trabajo, contribuyendo a optimizar los procesos de desarrollo, seguimiento y validación del producto final.

3.3.1 Documentación

La documentación constituyó un aspecto esencial del proceso de desarrollo, tanto para garantizar la trazabilidad del proyecto como para mantener una comunicación clara entre los distintos integrantes del equipo.

En esta subsección se presentan las herramientas utilizadas para registrar el progreso, definir requerimientos, estructurar la información técnica y mantener un historial actualizado de decisiones y cambios. Estas herramientas permitieron unificar criterios, conservar la coherencia del proyecto a lo largo del tiempo y facilitar la adaptación del trabajo cuando se produjeron cambios en la composición del equipo o en los objetivos del desarrollo.

Google Drive

Servicio de almacenamiento en la nube que permite compartir archivos por internet. Usado en este proyecto para compartir e intercambiar documentos entre el equipo.

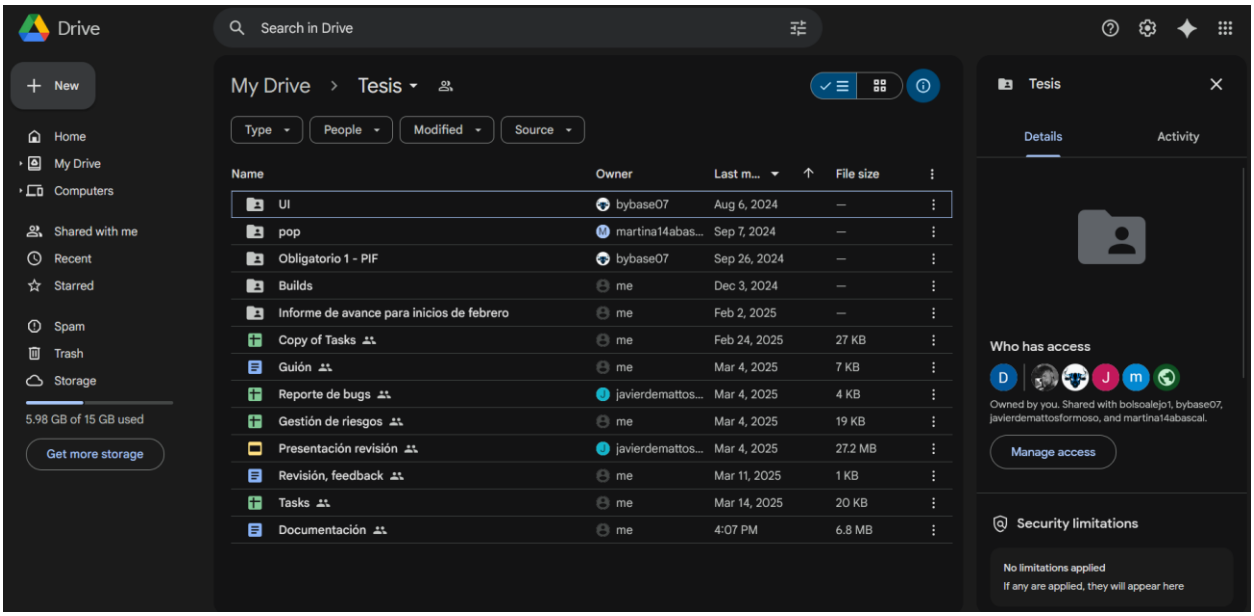


Figura 22: Carpeta del proyecto en Google Drive.

Google Docs

Procesador de texto colaborativo en el navegador. Permite crear, editar, guardar y compartir documentos de texto en internet. Usado en este proyecto para registrar documentación de forma colaborativa.

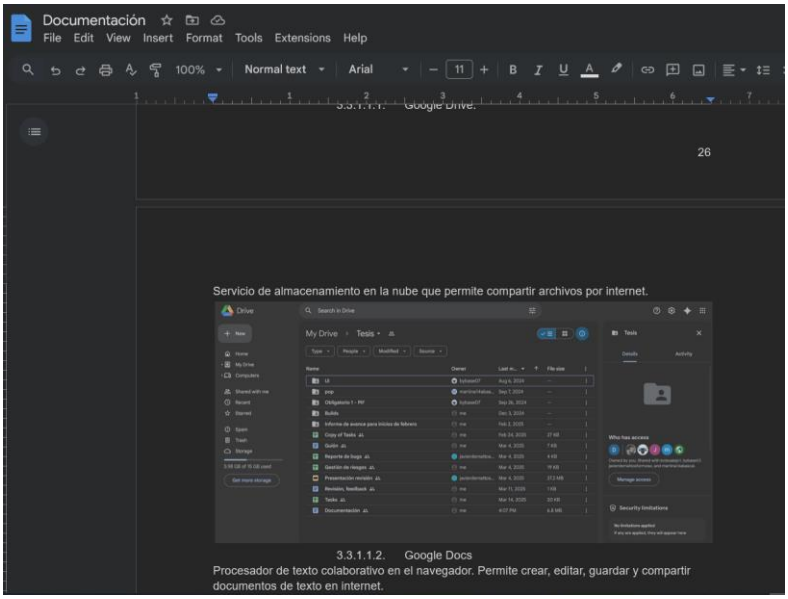


Figura 23: Archivo de la Documentación en Google Docs.

Google Sheets

Aplicación de hojas de cálculo colaborativa en el navegador. Permite crear, editar, guardar y compartir hojas de cálculo en internet. Usadas en este proyecto principalmente para registrar tareas y hacer cálculos, estimaciones y gráficas.

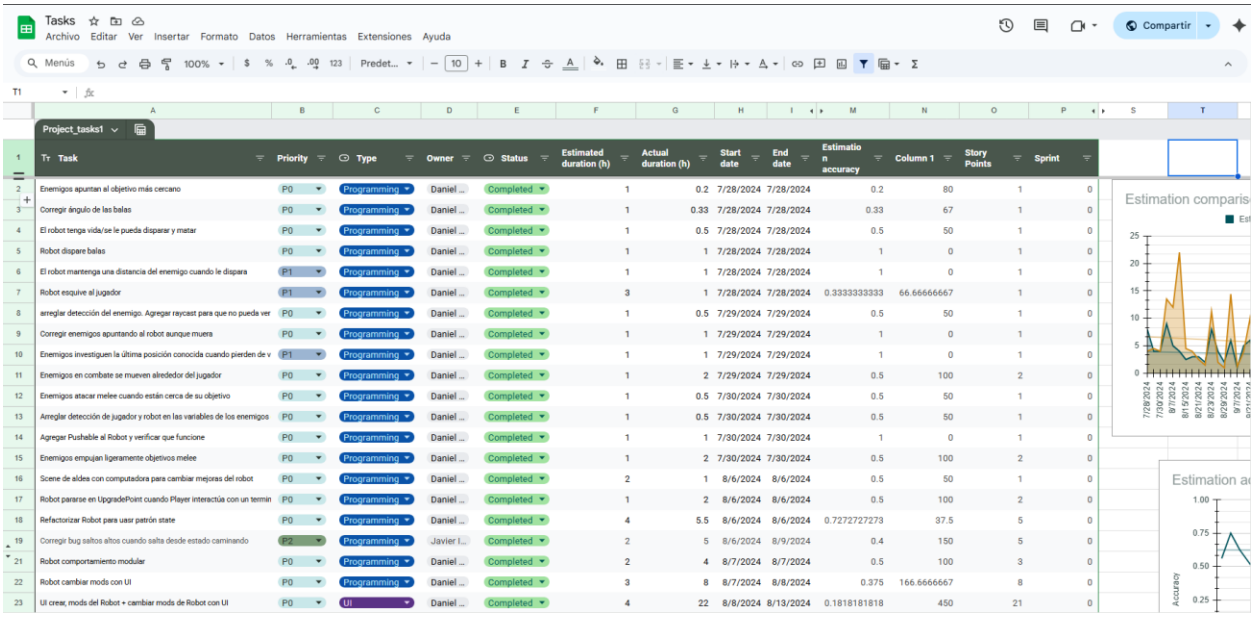


Figura 24: Planilla de tareas en Google Sheets.

Draw.io

Aplicación colaborativa para construir diagramas. Usada en este proyecto para estructurar la lógica del juego y diagramar la estructura de clases del lenguaje de programación usado (C#).

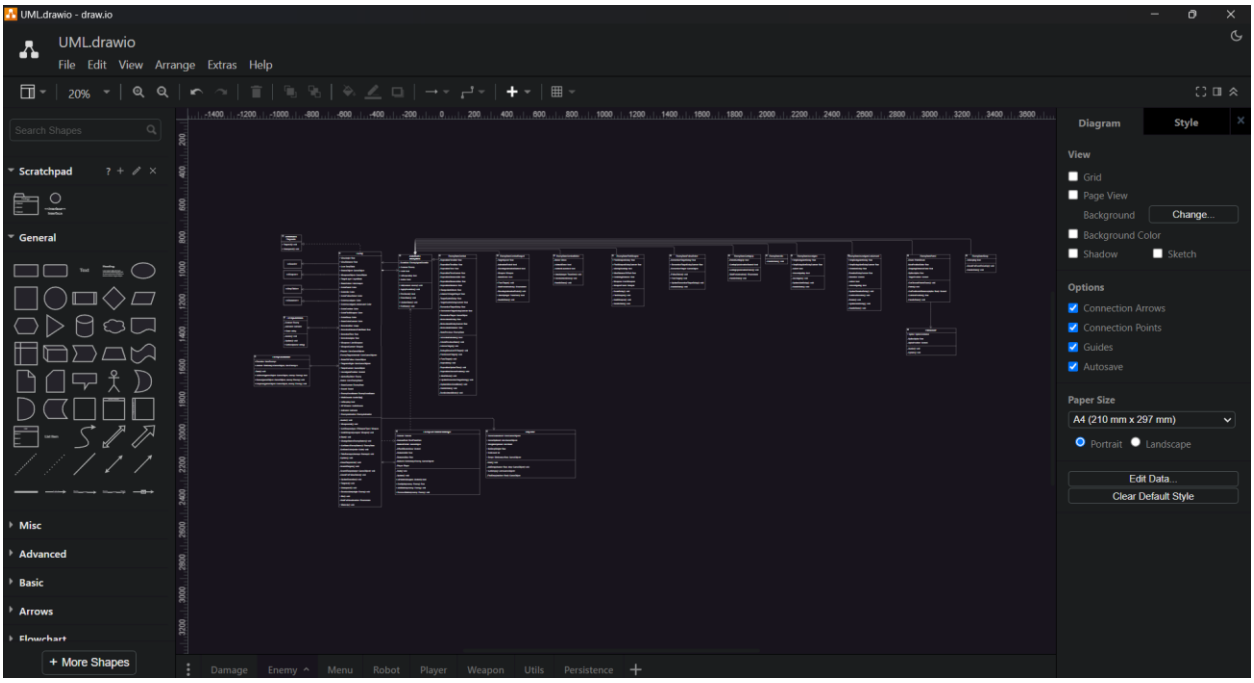


Figura 25: Diagrama en Draw.io.

3.3.2 Gestión del equipo

La gestión del equipo desempeñó un papel fundamental en la organización y desarrollo del proyecto. Dado que el grupo estaba conformado por integrantes de distintas disciplinas, con diferentes niveles de experiencia y disponibilidad horaria, fue necesario establecer una estructura de trabajo que facilitara la coordinación, la comunicación efectiva y la toma de decisiones conjunta.

En esta sección se detalla el enfoque adoptado para la planificación, asignación y seguimiento de tareas, así como las herramientas que permitieron sostener la colaboración, la transparencia en los avances y la adaptación ante los cambios que se produjeron durante el transcurso del proyecto.

Git

Sistema de control de versiones de archivos. Usado en este proyecto para guardar e intercambiar versiones del proyecto entre los integrantes.

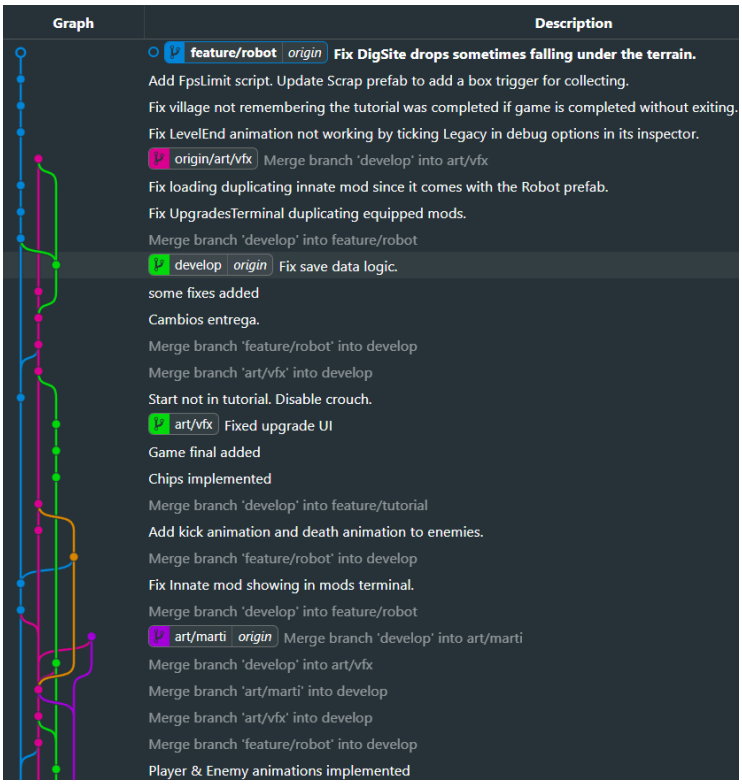


Figura 26: Flujo de trabajo en Git.

Github

Plataforma web que usa Git para compartir proyectos principalmente de programación. Usada en este proyecto para distribuir actualizaciones entre los integrantes.

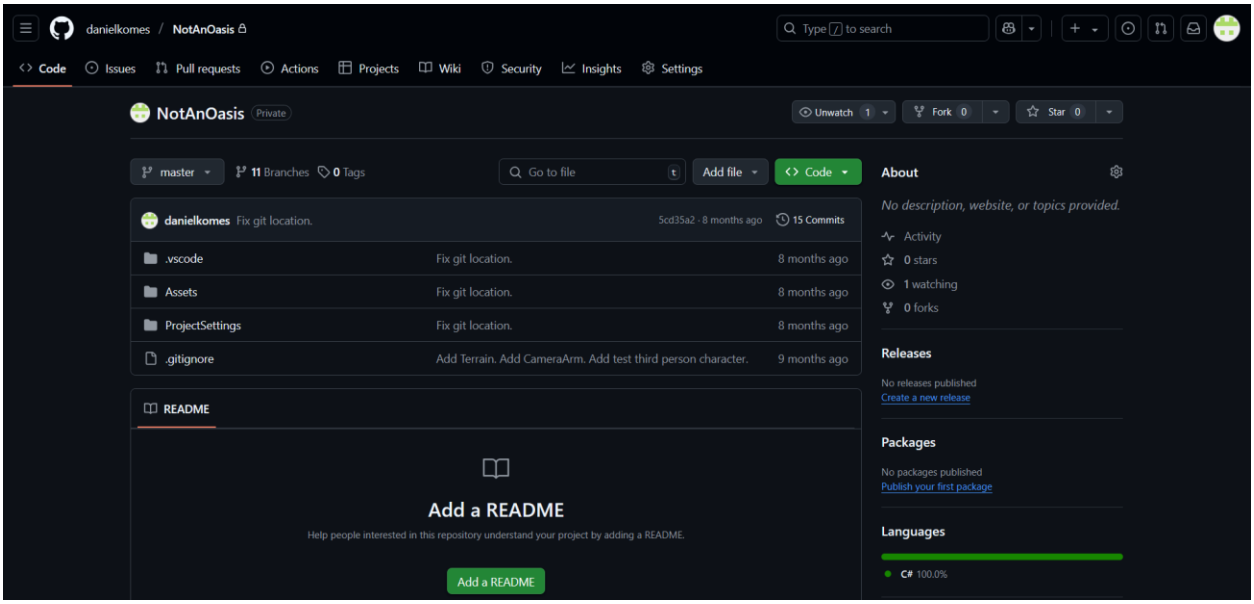


Figura 27: Proyecto web en Github.

Trello

Herramienta de gestión de proyectos colaborativa en el navegador, con interfaz visual, con estilo Kanban, para organizar, planear y colaborar en proyectos usando tablas, listas y cartas, facilitando el seguimiento de progreso y la administración de flujo de trabajo.

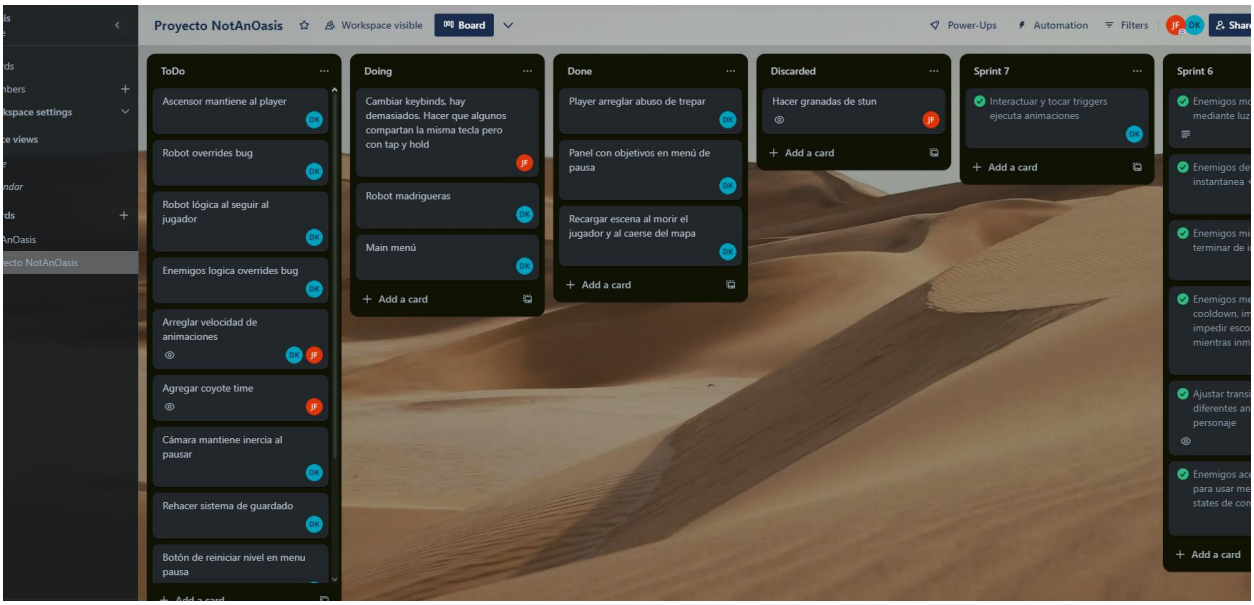


Figura 28: Tablero Kanban en Trello.

3.3.3 Desarrollo

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron diversas herramientas especializadas que abarcan las áreas de programación, arte y sonido. La selección de estas tecnologías respondió tanto a su disponibilidad y accesibilidad como a su amplia adopción dentro de la industria de los videojuegos, especialmente en el ámbito de los estudios independientes.

Se buscó emplear un conjunto de herramientas que resultaran eficientes, integrables y adecuadas para un equipo reducido, permitiendo mantener un flujo de trabajo ágil sin sacrificar la calidad del resultado final. En las siguientes secciones se detallan las herramientas utilizadas en cada área.

Unity

Plataforma de desarrollo de aplicaciones interactivas en 2D y 3D multiplataformas, como juegos, simulaciones, entre otros, popular por su versatilidad y accesibilidad. Usado en este proyecto como motor principal en el diseño y desarrollo del juego.

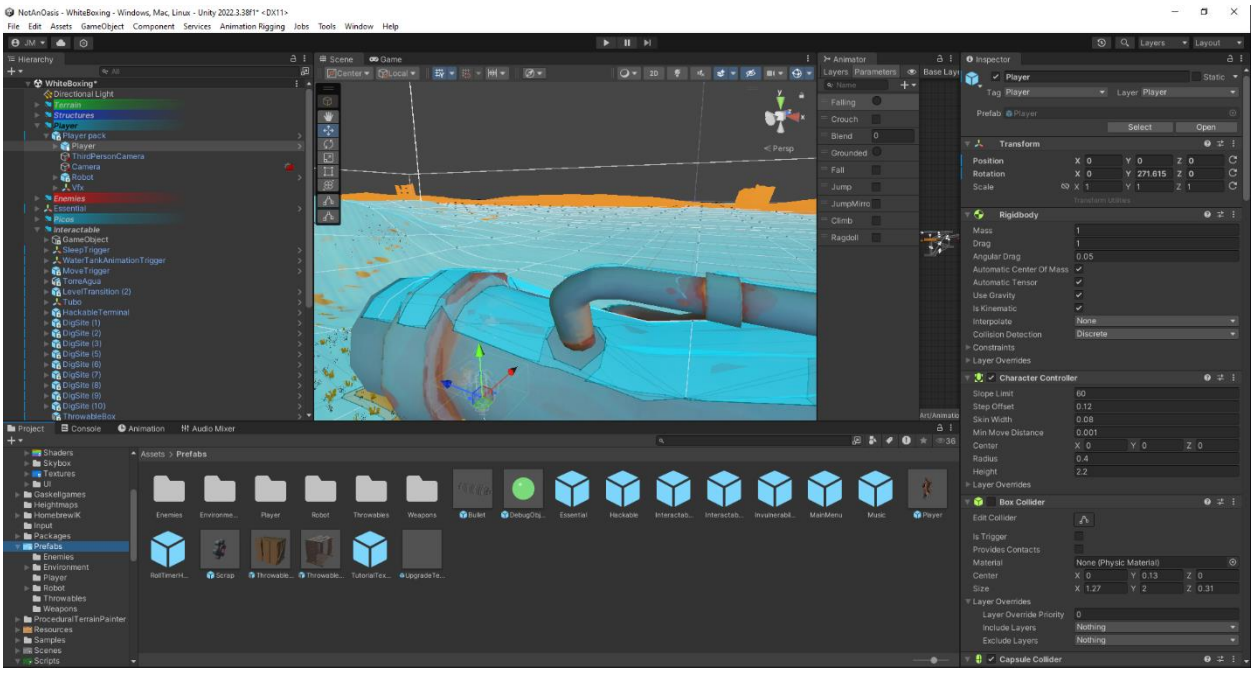


Figura 29: Proyecto en Unity.

Visual Studio Code

Editor de código fuente ligero y extensible. Usado en este proyecto para desarrollar el código del juego.

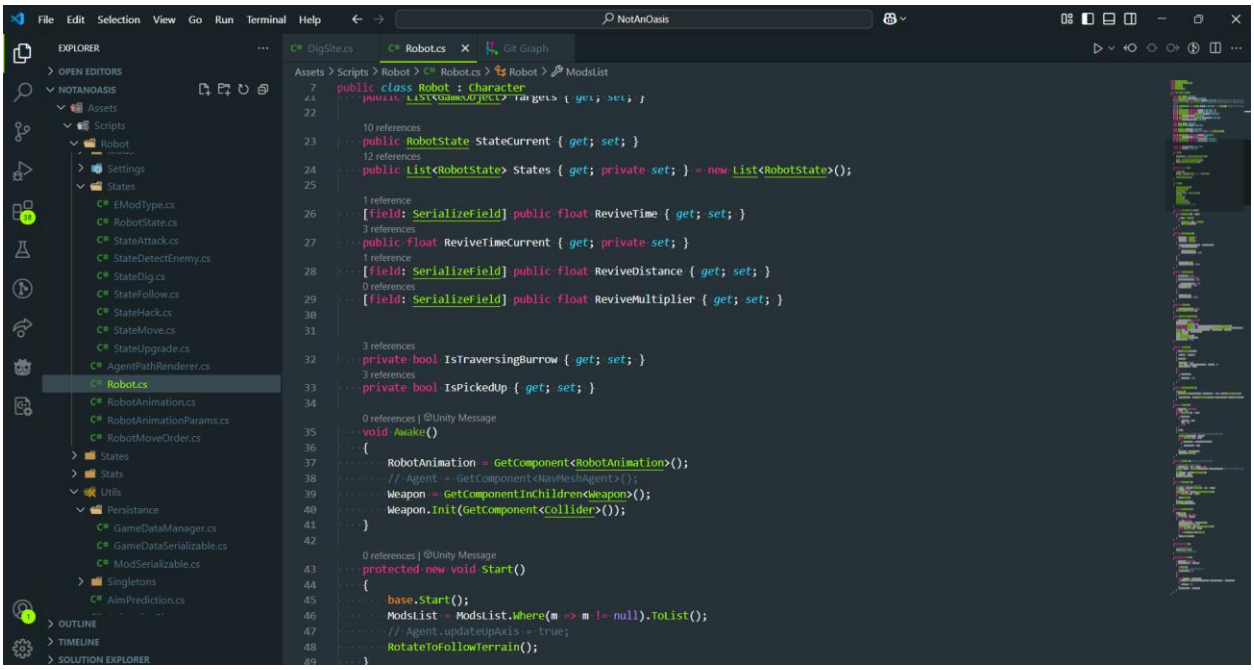


Figura 30: Scripts en Visual Studio Code.

Blender

Aplicación de creación de modelos 3D, animación, edición de video, entre otros. Usado en este proyecto para diseñar y animar los modelos 3D, y diseñar y modelar el ambiente de los niveles.

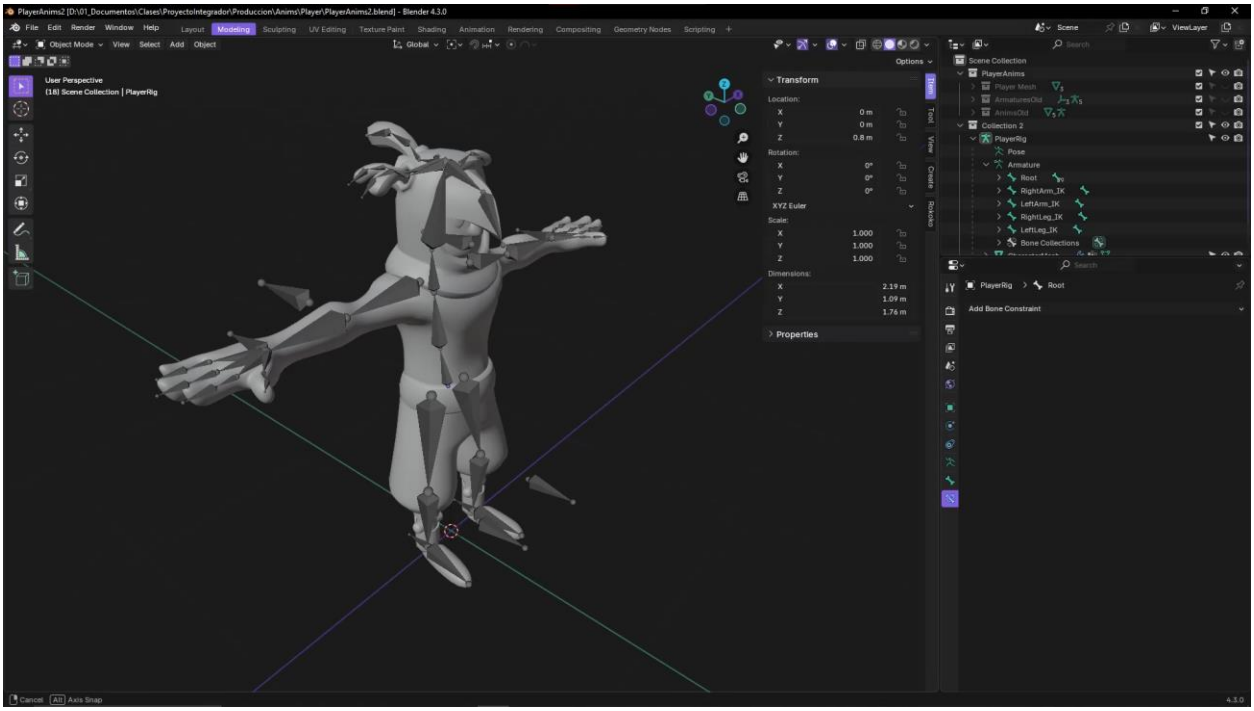


Figura 31: Modelado de Gobi en Blender.

Substance Painter

Aplicación de pintado y texturizado de modelos 3D.

Figura 32: Texturizado de Gobi en Substance Painter.

Substance Designer

Aplicación de diseño por nodos para crear materiales, texturas, patrones, entre otros archivos 3D, con gran control y flexibilidad.

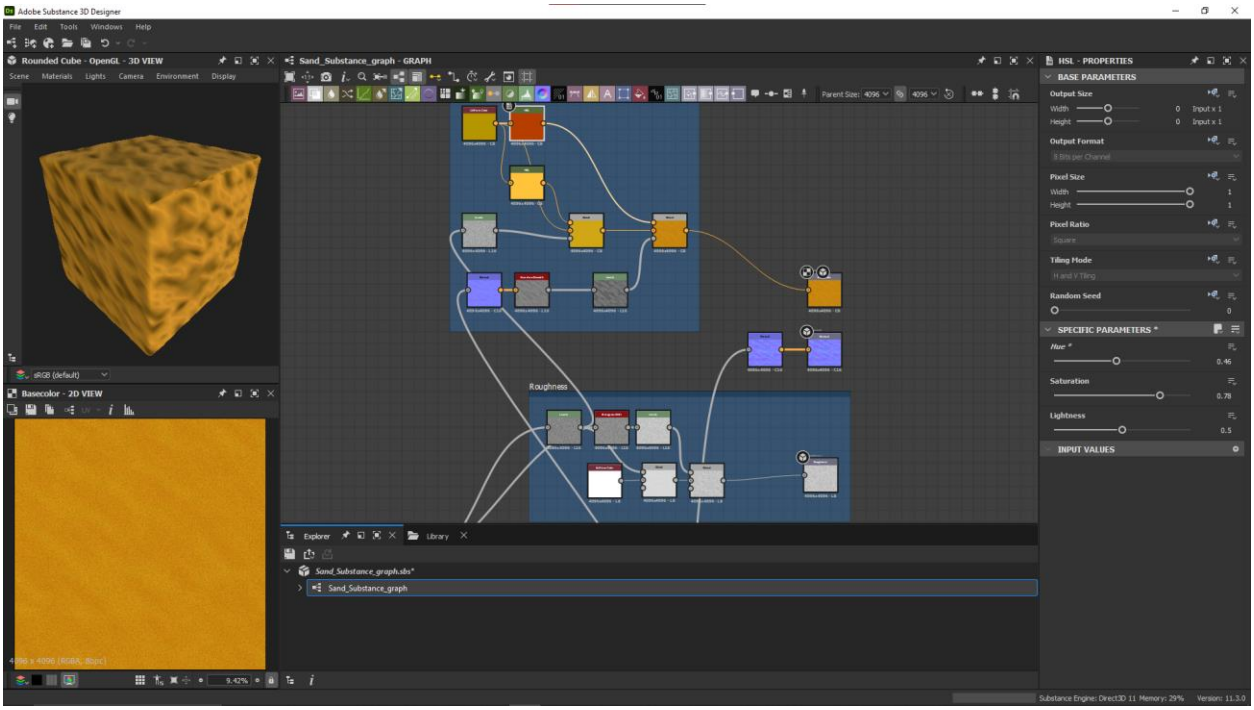


Figura 33: Patrón utilizado en la arena en Substance Designer.

Photoshop

Aplicación de edición de imágenes y creación de arte digital.

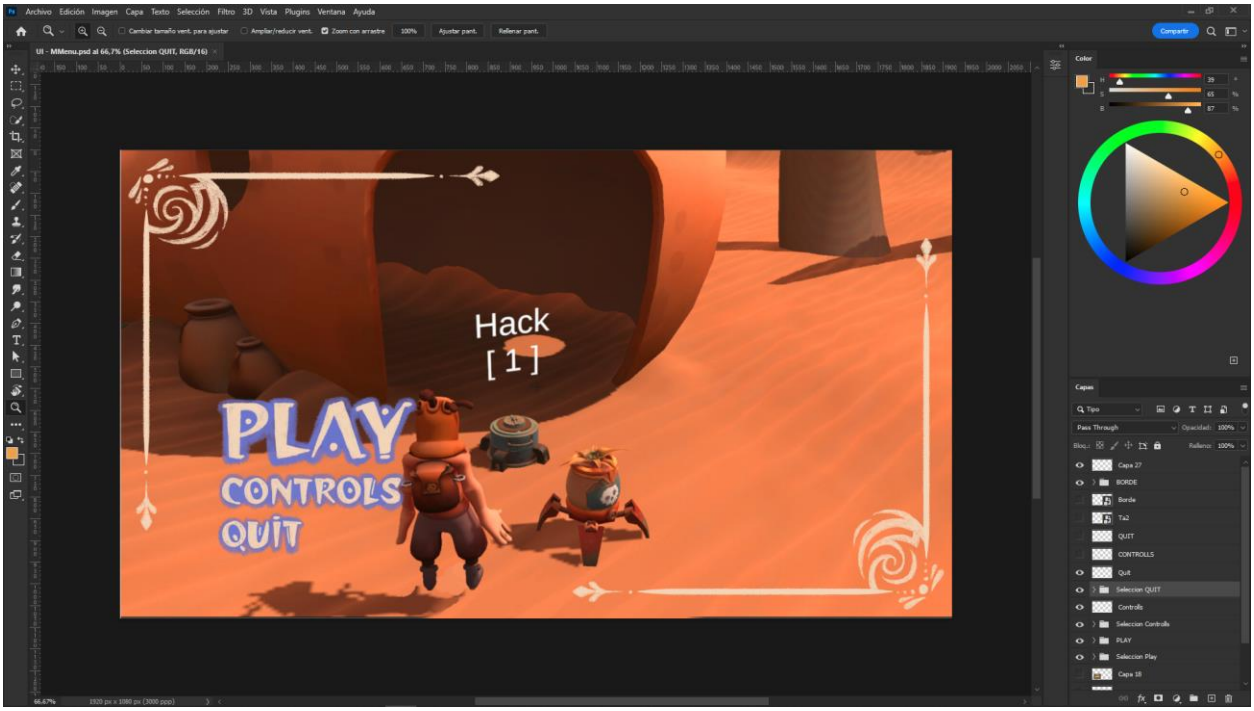


Figura 34: HUD en Photoshop.

FMOD

Es una herramienta profesional para la implementación y diseño de audio interactivo en videojuegos, que facilita una gestión más flexible, eficiente y dinámica del sonido dentro del motor de juego.

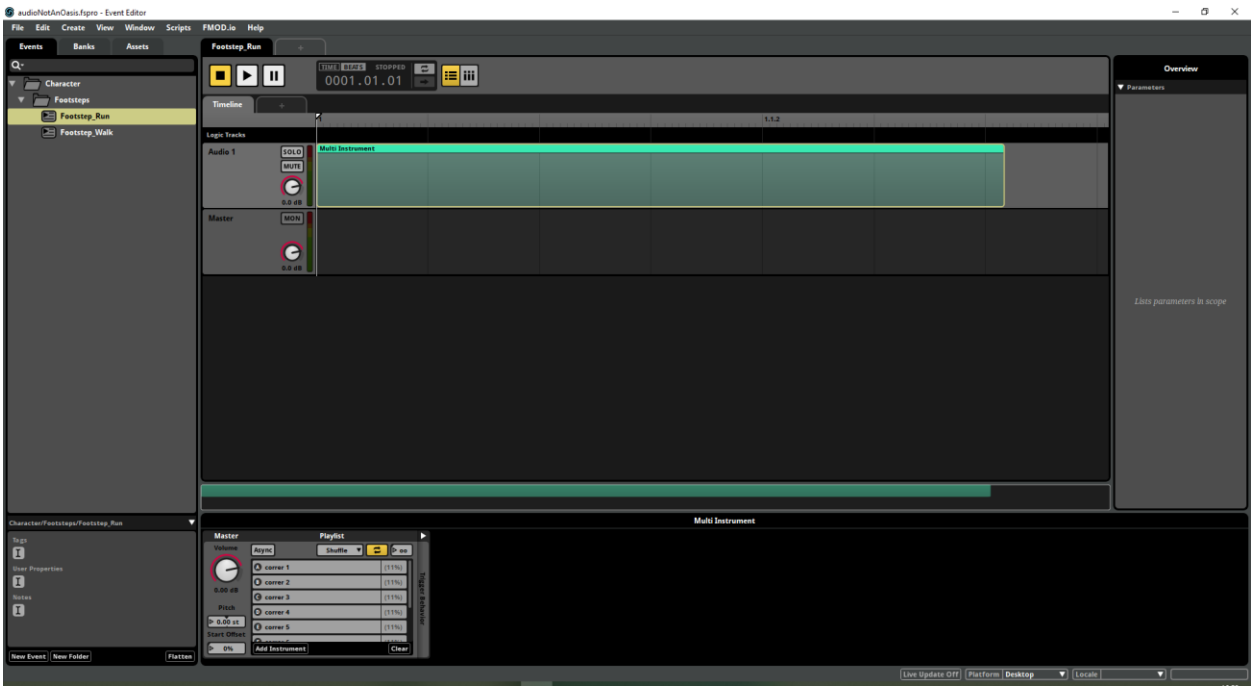


Figura 36: Proyecto en FMOD

3.3.4 Comunicación del equipo

La comunicación fue un componente clave para asegurar la coordinación efectiva entre los integrantes del equipo y el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Dado que los miembros contaban con diferentes perfiles, horarios y niveles de experiencia, se establecieron canales de comunicación claros y accesibles que facilitaron el intercambio de información, la planificación de tareas y la resolución de problemas en tiempo real.

En esta sección se detallan los medios utilizados para mantener la comunicación interna, tanto sincrónica como asincrónica, y las dinámicas adoptadas para garantizar una colaboración fluida durante todas las etapas del desarrollo.

Discord

Plataforma de comunicación por voz, video y texto organizada en comunidades. Usada en este proyecto para comunicación y organización del equipo, mostrar avances, compartir soluciones a problemas comunes con las herramientas, y coordinar reuniones entre el equipo.

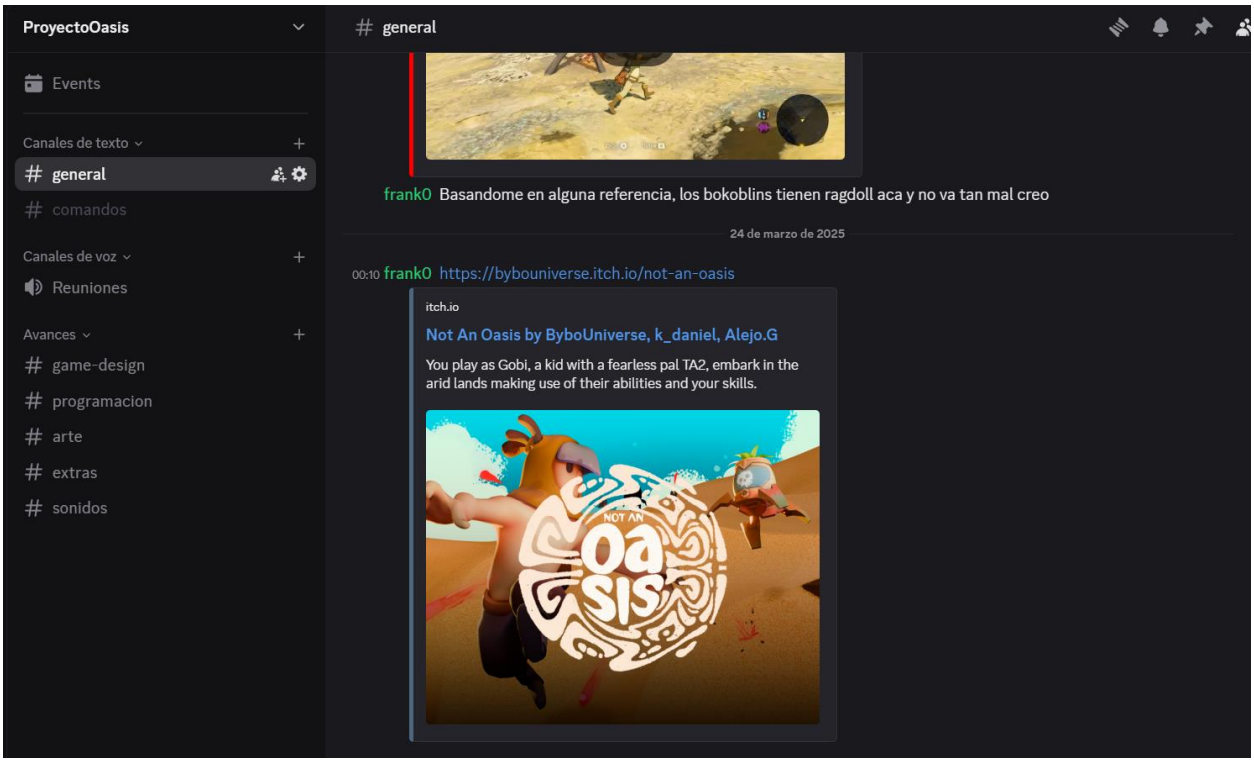


Figura 37: Servidor del proyecto en Discord.

Whatsapp

Plataforma de mensajería instantánea multiplataforma. Permite enviar texto, audio, imágenes, videos, documentos, ubicaciones, hacer llamadas de voz y video. Usado en este proyecto para coordinar temas rápidos y mostrar actualizaciones simples.

3.4 Justificación de herramientas y tecnologías

La selección de las herramientas utilizadas durante el desarrollo del proyecto respondió a criterios de eficiencia, accesibilidad y adecuación al tamaño del equipo. Se priorizaron soluciones

ampliamente empleadas en la industria de los videojuegos y en entornos de desarrollo colaborativo.

En esta sección se justifica la elección de las tecnologías adoptadas en cada etapa del desarrollo, destacando los motivos técnicos y prácticos que las hicieron convenientes dentro del contexto académico y de trabajo de un equipo reducido.

3.4.1 Documentación

Para la documentación del proyecto se optó por herramientas que facilitaran el registro, la organización y la colaboración en línea. La elección priorizó plataformas accesibles, compatibles entre sí y que permitieran mantener la información actualizada de manera simultánea entre los integrantes del equipo. Estas herramientas resultaron esenciales para conservar la trazabilidad del proyecto y asegurar la coherencia en los distintos entregables.

Google Apps (Drive, Docs, Sheets)

Se optó por utilizar las herramientas de Google Apps (Drive, Docs y Sheets) debido a su carácter gratuito, accesibilidad y amplio uso dentro del ámbito académico y profesional. Estas aplicaciones ofrecen un entorno colaborativo en línea que permite a múltiples usuarios trabajar simultáneamente sobre los mismos documentos, manteniendo un historial automático de cambios y versiones.

Su integración entre plataformas y dispositivos facilitó la organización general del proyecto, centralizando tanto la documentación técnica como los registros de planificación. Además, el equipo ya contaba con experiencia previa en su uso, lo que permitió reducir la curva de aprendizaje y asegurar una comunicación y gestión documental más fluida.

Draw.io

Para la elaboración de diagramas y representaciones gráficas de la arquitectura del proyecto se empleó Draw.io, una herramienta gratuita y de uso libre que combina simplicidad, versatilidad y disponibilidad multiplataforma. Su interfaz intuitiva permitió generar diagramas de clases, flujos y módulos de manera rápida, manteniendo una organización visual clara sin requerir software especializado.

La posibilidad de utilizarla tanto de forma online como offline, junto con la facilidad para integrarse con Google Drive, la convirtieron en una opción conveniente para la documentación del proyecto. Además, su equilibrio entre funcionalidad y ligereza la hace especialmente adecuada para equipos pequeños que necesitan producir material técnico sin depender de licencias de software de pago.

3.4.2 Gestión del equipo

En cuanto a la gestión del equipo, se seleccionaron herramientas que permitieran coordinar tareas, controlar versiones y monitorear el avance del desarrollo de forma clara y organizada. Se buscó replicar un flujo de trabajo ágil, similar al de equipos profesionales, pero adaptado a la escala del grupo. Las herramientas elegidas permitieron mantener la transparencia, el control de cambios y la colaboración efectiva a lo largo del proyecto.

Git

Se eligió Git como sistema de control de versiones por ser una de las herramientas más utilizadas en la industria del software y un estándar en la gestión colaborativa de código. Su capacidad para registrar y revertir cambios, mantener ramas paralelas de desarrollo y facilitar la integración entre múltiples contribuyentes resultó esencial para la organización y el seguimiento del trabajo técnico del equipo.

A lo largo del proyecto, Git permitió mantener un historial detallado de modificaciones, asegurando la trazabilidad del código y reduciendo el riesgo de pérdida de información. Además,

su integración con plataformas como GitHub facilitó el almacenamiento en la nube, la revisión de código y la colaboración remota, adaptándose perfectamente a las necesidades de un equipo pequeño y multidisciplinario.

Trello

Para la planificación y el seguimiento de tareas se utilizó Trello, una herramienta basada en la metodología Kanban, que permite visualizar el flujo de trabajo mediante tableros organizados en columnas (por ejemplo, To Do, Doing y Done). Su interfaz intuitiva y su naturaleza colaborativa facilitaron la asignación de tareas, el control del progreso y la priorización de objetivos de forma ágil y transparente.

La elección de Trello respondió tanto a su simplicidad y accesibilidad como a su capacidad de adaptarse a proyectos con pocos integrantes, sin requerir configuraciones complejas ni capacitación previa. Además, permitió centralizar la gestión del proyecto y mantener la comunicación sobre el estado de las tareas, contribuyendo a una organización más clara y eficiente durante todo el proceso de desarrollo, tomando especial relevancia en las etapas finales del proyecto donde quedaba solamente un integrante, ya que era la forma de manifestar de forma visual el progreso y gestionarlo adecuadamente.

3.4.3 Desarrollo del juego

Las herramientas empleadas para el desarrollo del juego se eligieron en función de su capacidad técnica, compatibilidad e integración dentro del flujo de trabajo. Se priorizaron motores, lenguajes y softwares ampliamente utilizados en la industria, que ofrecieran flexibilidad y soporte para la creación de contenido artístico, visual y sonoro.

Estas herramientas permitieron cubrir todas las etapas del desarrollo, desde el modelado y texturizado hasta la programación y la implementación final en el motor.

Unity

Se eligió Unity como motor principal de desarrollo por ser una herramienta ampliamente utilizada en la industria de los videojuegos y por ofrecer una licencia gratuita adecuada para proyectos de carácter académico e independiente. Su entorno completo y su compatibilidad con el lenguaje C# permitieron implementar tanto las mecánicas de juego como los sistemas de interfaz, animación y físicas de manera integrada.

Unity ofrece un rendimiento óptimo incluso en equipos de hardware intermedio, lo que resultó fundamental para las pruebas y el desarrollo colaborativo. Además, la familiaridad previa del equipo con la herramienta y su amplia comunidad de soporte y documentación facilitaron la resolución de problemas y aceleraron el proceso de aprendizaje y desarrollo.

Blender

Para el modelado y la animación 3D se utilizó Blender, una herramienta gratuita, de código abierto y estándar en la industria, especialmente reconocida por su versatilidad y constante evolución. Blender permitió generar modelos de personajes, estructuras y elementos del entorno con un nivel de detalle adecuado a los requerimientos del juego.

Su gran comunidad de usuarios y la amplia disponibilidad de tutoriales y recursos en línea fueron factores determinantes para su elección, ya que facilitaron la capacitación y la resolución de dudas. Además, el equipo contaba con experiencia previa en su uso, lo que permitió mantener una producción fluida y coherente con el estilo artístico planteado.

Substance Painter

Se seleccionó Substance Painter para el proceso de texturizado por su flujo de trabajo eficiente y su alta compatibilidad con otros programas de diseño y motores de juego, particularmente con Blender y Unity. La herramienta permite crear materiales y texturas de forma visual e intuitiva, con un alto nivel de control sobre capas, proyecciones y efectos de iluminación.

Su versatilidad y capacidad de personalización la convirtieron en una opción ideal para lograr un acabado estilizado y coherente con la estética tribal y desértica del proyecto. La familiaridad del equipo con el software también facilitó la integración de los recursos dentro del pipeline de producción artística.

Substance Designer

Substance Designer fue elegida como herramienta complementaria al flujo de trabajo artístico, permitiendo la creación procedural de materiales y texturas personalizadas con un alto grado de control sobre cada parámetro visual. Esta herramienta resultó especialmente útil para generar materiales coherentes con el entorno del juego, tales como arena, piedra o metal envejecido, garantizando uniformidad estética y optimización en el rendimiento.

Su integración directa con Substance Painter y Unity facilitó la exportación y ajuste de materiales dentro del motor, manteniendo consistencia entre las distintas etapas de producción. La experiencia previa del equipo con la herramienta permitió aprovechar su potencial sin requerir una curva de aprendizaje significativa.

Photoshop

Para la edición de imágenes, creación de texturas y producción de material gráfico 2D se utilizó Adobe Photoshop, una herramienta estándar en la industria por su potencia, precisión y variedad de funcionalidades. Photoshop permitió crear y ajustar elementos visuales esenciales, como mapas de texturas, interfaces y material promocional, garantizando un acabado profesional y coherente con la identidad artística del proyecto.

La elección también se basó en la familiaridad del equipo con su uso y en su compatibilidad con otros programas del flujo de trabajo, lo que facilitó la integración de recursos en las distintas etapas del desarrollo.

3.4.4 Comunicación del equipo

La comunicación fue un factor determinante para la coordinación del equipo, especialmente considerando las diferencias en cuanto a horarios de trabajo y la disponibilidad variable de los integrantes. Se seleccionaron herramientas que facilitaran tanto la comunicación asincrónica (para mantener el registro de decisiones y mensajes) como la comunicación sincrónica (para reuniones o consultas rápidas).

Estas plataformas resultaron esenciales para sostener la colaboración, la claridad en los acuerdos y el seguimiento del trabajo durante todo el desarrollo.

Whatsapp

Se utilizó WhatsApp como uno de los principales medios de comunicación interna del equipo, principalmente por su accesibilidad, facilidad de uso y disponibilidad multiplataforma. Al ser una herramienta ampliamente conocida, no requirió ningún tipo de configuración ni curva de aprendizaje, lo que permitió establecer canales de comunicación inmediatos desde el inicio del proyecto.

Su carácter gratuito y ubicuo facilitó la coordinación rápida de tareas cotidianas, el envío de recordatorios y la resolución de dudas en tiempo real. Además, resultó especialmente útil para mantener la comunicación asincrónica entre los miembros del equipo, considerando las diferencias de horarios y disponibilidad.

Discord

Discord fue seleccionada como la principal plataforma de comunicación para las reuniones, seguimiento del progreso y coordinación de trabajo. Su combinación de canales de texto, voz y videollamadas la convirtió en una herramienta versátil que permitió mantener conversaciones estructuradas y registrar el historial de discusiones relevantes.

La elección se debió a que ofrece un entorno gratuito, personalizable y estable, con opciones de organización adecuadas a las necesidades del proyecto, como la creación de canales separados por temas (desarrollo, arte, documentación, etc.). Además, su uso extendido dentro de comunidades de desarrollo y su baja demanda de recursos la hicieron ideal para un equipo pequeño que necesitaba mantener comunicación constante sin depender de herramientas empresariales más complejas.

4. Jugabilidad

4.1 Introducción

En un videojuego, la jugabilidad constituye uno de los pilares fundamentales, ya que define la forma en que el jugador se relaciona con el entorno, las mecánicas y los objetivos planteados. Es el conjunto de interacciones, sensaciones y decisiones que determinan la calidad de la experiencia, y por lo tanto, uno de los factores más determinantes en la percepción final del producto.

En esta sección se abordan los principales atributos, factores y métricas que permiten evaluar la jugabilidad desde un enfoque tanto cualitativo como cuantitativo. Se analizan aspectos como la satisfacción, el aprendizaje, la efectividad, la inmersión y la motivación, entre otros, así como su correlación y la forma en que influyen sobre la experiencia global del jugador.

A su vez, se presentan las facetas de la jugabilidad que permiten entender el videojuego desde distintos niveles (técnico, artístico, interactivo y emocional), junto con las métricas obtenidas mediante un proceso de beta testing, las cuales permitieron identificar fortalezas y oportunidades de mejora en el diseño del juego.

4.2 Atributos de jugabilidad

Los atributos de jugabilidad permiten analizar la experiencia del jugador a partir de criterios observables y medibles, en lugar de depender únicamente de percepciones subjetivas sobre lo que hace que un videojuego sea “divertido”. Estos atributos fueron considerados durante el desarrollo del proyecto como guía para la implementación de funcionalidades, el diseño de mecánicas y la evaluación de la experiencia final.

Cada atributo aborda un aspecto particular de la relación entre el jugador y el juego, desde la satisfacción y la inmersión hasta la motivación, la emoción y la socialización. En conjunto,

permiten obtener una visión más completa y objetiva de la calidad interactiva del videojuego. A continuación, se describen los principales atributos tomados como referencia para el análisis del proyecto. Estos atributos se presentan a continuación.

- **Satisfacción:** Agrado o complacencia del jugador ante el videojuego completo o en algunos aspectos concretos de éste, como mecánicas, gráficos, sistema interactivo, historia, etc.

- **Aprendizaje:** Facilidad para comprender y dominar el sistema y la mecánica del videojuego, es decir, los conceptos definidos en el Gameplay/Game Mechanic del juego: objetivos, reglas y formas de interactuar con el videojuego.

- **Efectividad:** Tiempo y recursos necesarios para ofrecer diversión al jugador mientras éste logra los objetivos propuestos en el videojuego y alcanza la meta final de éste.

- **Inmersión:** Capacidad para creerse lo que se juega e integrarse en el mundo virtual mostrado en el juego.

- **Motivación:** Característica del videojuego que mueve a la persona a realizar determinadas acciones y persistir en ellas para conseguir sus objetivos.

- **Emoción:** Impulso involuntario originado como respuesta a los estímulos del videojuego que induce sentimientos y que desencadena conductas de reacción automática.

- **Socialización:** Atributos y elementos del juego que fomentan el factor social o la experiencia en grupo, lo que provoca apreciar el videojuego de distinta manera, gracias a las relaciones que se entablan con otros jugadores o con otros personajes y que complementan las acciones a realizar y los retos a resolver en el juego.

4.3 Correlación entre atributos de jugabilidad

Para realizar un análisis de la correlación entre los atributos de jugabilidad, nos basamos en una Tesis Doctoral realizada en la Universidad de Granada por el ahora Doctor José Luis González Sánchez quien la realizó sobre Jugabilidad [1].

Como analizaba en su Tesis, con la tabla que se incluye a continuación extraída de esta, el favorecer una experiencia positiva en algún atributo de jugabilidad implica un aumento positivo en el resto de los atributos. Esto implica, que a la vez que favorecemos o mejoramos un atributo de jugabilidad, el resto de los atributos también presentan una mejoría, consiguiendo en consecuencia una mejora a la experiencia global del jugador.

En la tabla que se presenta a continuación se expresa con un signo de "+" que el atributo presenta "un alto grado de" y el signo de "-" representa un "bajo grado" de un determinado atributo de la jugabilidad.

Atributos		Satisfacción	Aprendizaje	Eficiencia	Inmersión	Motivación	Emoción	Socialización
Satisfacción	+		+	+	+	+	+	+
	-		-	-	-	-	-	-
Aprendizaje	+	-		-	-	-	-	-
	-	+		+	+	+	+	+
Efectividad	+	+	+		+	+	+	+
	-	-	-		-	-	-	-
Inmersión	+	+	+	+		+	+	+
	-	-	-	-		-	-	-
Motivación	+	+	+	+	+		+	+
	-	-	-	-	-		-	-
Emoción	+	+	+	+	+	+		+
	-	-	-	-	-	-		-
	-	-	-	-	-	-	-	

Figura 38: Tabla de relación entre atributos de jugabilidad.

Al encontrarse tan estrechamente relacionados estos atributos, se vuelve crucial en el desarrollo conocer cada aspecto de la jugabilidad para poder monitorearlo adecuadamente.

4.4 Factores y atributos de calidad en videojuegos

Además de los atributos de jugabilidad, existen ciertos factores de calidad que permiten evaluar un videojuego desde una perspectiva más amplia, considerando no solo la experiencia del jugador, sino también la eficiencia, la estabilidad y la seguridad del sistema. Estos factores complementan el análisis de jugabilidad al ofrecer una mirada integral sobre el desempeño general del producto.

En esta sección se describen los principales factores de calidad aplicados al proyecto, los cuales fueron seleccionados por su relevancia en la evaluación de videojuegos interactivos. Su análisis permite establecer una base sólida para la definición de métricas objetivas y la validación de los resultados obtenidos durante las pruebas con usuarios.

- **Efectividad:** Grado en que el jugador puede lograr las metas propuestas con precisión y completitud en el videojuego.

- **Eficiencia:** Grado en que el jugador puede lograr las metas propuestas invirtiendo una cantidad adecuada de recursos con relación a la efectividad lograda en el juego. Este factor es determinado por la facilidad de aprendizaje y la inmersión.

- **Seguridad y prevención:** Grado aceptable de riesgo para la salud del jugador, o sus datos, en el contexto del videojuego.

- **Satisfacción:** Grado en el que los usuarios están satisfechos con el videojuego. Algunos atributos que se pueden considerar en este factor son: agrado, atracción, placer, confort, confiabilidad, motivación, emoción y sociabilización.

4.5 Facetas de la jugabilidad

Las facetas de la jugabilidad permiten acotar y estructurar el análisis de la experiencia del jugador en relación con los distintos elementos que componen un videojuego. Cada faceta aborda una dimensión específica, ya sea técnica, interactiva, artística o emocional, y, en conjunto, ofrecen una visión más completa del comportamiento del juego y de cómo este impacta en la experiencia del usuario.

Este enfoque posibilita realizar un análisis detallado y diferenciado de los componentes del videojuego, considerando tanto su funcionamiento interno como la percepción del jugador. A continuación, se presentan las principales facetas de la jugabilidad y los aspectos evaluados en cada una.

- **Jugabilidad intrínseca:** El videojuego como juego, la esencia que lo caracteriza: sus mecánicas, objetivos, rejugabilidad, recompensas y penalizaciones, balance, dificultad, libertad de acciones y estrategias, entre otros.

- **Jugabilidad mecánica:** El videojuego como software, sus elementos y módulos: el motor y su efectividad, la correctitud de la apariencia visual, las correcciones de errores ante acciones del jugador, instrucciones y ayudas dinámicas ante retos nuevos, la interacción con los elementos del mundo y sus reacciones, la inmersión del sistema de guardado, la posibilidad de elección de estrategias, la capacidad de la cámara de captar correctamente los eventos del juego, entre otros.

- **Jugabilidad interactiva:** El videojuego como sistema interactivo, los elementos de interfaz entre el juego y el jugador: la inmersión del sistema de control, menús y diálogos, la forma de los controles de seguir el estándar del género, la satisfacción y facilidad del aprendizaje de controles, la personalización de los controles, la forma del juego de mostrar el estado al jugador en todo momento, entre otros.

- **Jugabilidad artística:** El videojuego como elemento artístico: los gráficos, sonidos, historia, la capacidad de los objetos en el juego de ser reconocidos y relacionados con objetos del mundo real por el jugador, el atractivo visual de los elementos, el atractivo de los sonidos, la capacidad del jugador de elegir la parte de la historia que desea descubrir, entre otros.

- **Jugabilidad intrapersonal:** La visión personal del jugador sobre el videojuego al jugarlo, basado en sus experiencias pasadas: el tiempo invertido por el jugador concretamente en ciertas áreas, retos o metas, la voluntad del jugador por repetir ciertos retos, el deseo del jugador por conseguir ciertas recompensas, entre otros.

- **Jugabilidad interpersonal:** Aspectos que aparecen al jugar acompañado por otros jugadores: la existencia de nuevos retos y reglas en modo multijugador, el agrado por los nuevos retos y reglas, la similitud general del flujo del juego con los nuevos retos y reglas, la capacidad de la historia por ser coherente y completa para todos los jugadores, la capacidad de los jugadores de compartir recursos, la existencia de variaciones en la gestión de recursos, la correcta implementación de mecanismos de comunicación, entre otros.

4.6 Métricas de jugabilidad

Las métricas de jugabilidad permiten cuantificar y evaluar objetivamente la experiencia del jugador a partir de los factores y atributos definidos previamente. A través de ellas es posible medir el grado en que el videojuego cumple con sus objetivos de diseño y detectar posibles áreas de mejora en aspectos como la efectividad, la eficiencia, la satisfacción y la estabilidad del sistema.

Estas métricas se establecieron tomando como referencia los criterios teóricos de calidad y jugabilidad descritos en las secciones anteriores, adaptándolos a las características específicas del proyecto. Los valores obtenidos a partir de las pruebas con usuarios proporcionan una base concreta para el análisis posterior de resultados y la validación del diseño general del juego.

4.6.1 Efectividad

Para medir la efectividad se tomaron diferentes enfoques con el fin de abarcar el máximo posible de áreas a analizar. A continuación, se presentan estos enfoques.

Del objetivo: Se desea evaluar el porcentaje de jugadores que logran completar el juego.

- **Deseado:** 75% o más
- **Aceptable:** 50% - 75%
- **No deseado:** 50% o menos

Movilidad: Se desea evaluar si el jugador logró dominar las mecánicas de movimiento de Gobi y TA-2.

- **Deseado:** 3 - 4
- **Aceptable:** 2
- **No deseado:** 1

4.6.2 Eficiencia

En cuanto a la eficiencia también solamente se analizó desde el punto de vista del objetivo, ya que es lo más crucial en este aspecto.

Del objetivo: Si el jugador logró llegar al final del juego en un tiempo razonable o cuánto tiempo tardó en rendirse. Esta métrica fue registrada personalmente por los miembros del equipo que supervisaron a los jugadores que probaron el juego.

- **Deseado:** 3 - 5 minutos
- **Aceptable:** 5 - 10 minutos
- **No deseado:** 10 minutos o más

4.6.3 Seguridad y prevención

Se desea evaluar la cantidad y severidad de bugs encontrados y algún otro comportamiento inesperado.

- **Deseado:** 25% o menos
- **Aceptable:** 25% - 50%
- **No deseado:** 50% o más

4.6.4 Satisfacción

Algo crucial en los videojuegos es conocer las opiniones de los jugadores acerca de qué tanto les agrada el juego, por lo que buscamos analizar desde todos los ángulos posibles el grado de satisfacción que sentían al jugarlo.

Arte: Se desea evaluar el grado de satisfacción del aspecto visual del juego (gráficos, animaciones, modelos, texturas, efectos, etc.).

- **Deseado:** 4 - 5
- **Aceptable:** 3
- **No deseado:** 1 - 2

Movimiento: Se desea evaluar el grado de satisfacción de las mecánicas de movimiento (correr, saltar, rodar, trepar, de Gobi).

- **Deseado:** 4 - 5
- **Aceptable:** 3

- **No deseado:** 1 - 2

Interacción: Se desea evaluar el grado de satisfacción de las mecánicas de interacción (hackear, cambiar mods, cavar, dar órdenes a TA-2).

- **Deseado:** 4 - 5
- **Aceptable:** 3
- **No deseado:** 1 - 2

Sonido: Se desea evaluar el grado de satisfacción del aspecto de sonido (efectos, música, inmersión, coordinación, etc.). Cabe aclarar que en esta métrica hay un limitante de que contamos solamente con la música proveída por el proyecto original, por lo que el margen de acción es un poco más limitado que en otras secciones.

- **Deseado:** 4 - 5
- **Aceptable:** 2
- **No deseado:** 1

Diseño de nivel: Se desea evaluar el grado de satisfacción del diseño del nivel (posicionamiento de obstáculos, posicionamiento de enemigos, recorrido esperado, interacciones necesarias, capacidad de explorar distintas rutas, etc.).

- **Deseado:** 4 - 5
- **Aceptable:** 3
- **No deseado:** 1 - 2

Dificultad: Se desea evaluar el grado de satisfacción de la dificultad (balance de recompensas, dificultad del combate, dificultad de efectuar mecánicas, penalización por errores, etc.).

- **Deseado:** 4 - 5
- **Aceptable:** 3

- **No deseado:** 1 - 2

Manejo de TA-2: Se desea evaluar el grado de satisfacción del manejo de TA-2 (dar órdenes, percepción de tiempo de reacción, percepción de utilidad de TA-2, etc.).

- **Deseado:** 4 - 5
- **Aceptable:** 3
- **No deseado:** 1 - 2

Combate: Se desea evaluar el grado de satisfacción del combate (comprensión del comportamiento de enemigos, reacción ante distintos ataques, percepción de dificultad, diversión, etc.).

- **Deseado:** 4 - 5
- **Aceptable:** 3
- **No deseado:** 1 - 2

General: Se desea evaluar el grado de satisfacción general del juego. Con esta métrica se pretende analizar cualquier incongruencia entre las demás respuestas, y en caso de notar la ausencia de alguna métrica importante.

- **Deseado:** 4 - 5
- **Aceptable:** 3
- **No deseado:** 1 - 2

4.7 Análisis de métricas jugabilidad

Una vez definidas y aplicadas las métricas de jugabilidad, se procedió a analizar los resultados obtenidos durante el proceso de evaluación con usuarios. Este análisis permitió identificar patrones

de comportamiento, validar los aspectos del juego que funcionaron según lo esperado y detectar aquellos que requieren ajustes o mejoras.

Los datos recopilados se organizaron según los factores principales, con el fin de evaluar de manera comparativa el desempeño del videojuego en cada uno de ellos. A partir de estos resultados se obtuvieron conclusiones sobre la calidad general de la experiencia de juego y la coherencia entre el diseño planteado y la percepción del jugador.

4.7.1 Efectividad

Del Objetivo:

Pregunta	¿Pudiste completar el juego?	
Respuesta	Jugadores	Valoración
Sí	4	(1 x 4) = 4
No	5	(0 x 5) = 0
Total	9	4
Resultado	44.44%	No deseado

Figura 39: Resultados encuesta beta testing, métrica efectividad del objetivo.

Movilidad de Gobi:

Pregunta	¿Qué te pareció la movilidad de Gobi?	
Respuesta	Jugadores	Valoración
1	0	(1 x 0) = 0
2	0	(2 x 0) = 0
3	5	(3 x 5) = 15
4	4	(4 x 4) = 16
Total	9	31
Resultado	3.444444444	Deseado

Figura 40: Resultados encuesta beta testing, métrica efectividad de movilidad de Gobi.

Movilidad de TA-2:

Pregunta	¿Qué te pareció la movilidad de TA-2?	
Respuesta	Jugadores	Valoración
1	0	(1 x 0) = 0
2	3	(2 x 3) = 6
3	3	(3 x 3) = 9
4	3	(4 x 3) = 12
Total	9	27
Resultado	3	Deseado

Figura 41: Resultados encuesta beta testing, métrica efectividad de movilidad de TA-2.

4.7.2 Eficiencia

Del Objetivo:

	Medición de tiempo hasta completar el juego	
Minutos	Jugadores	Valoración
3	1	(3 x 1) = 3
6	2	(6 x 2) = 12
7	1	(7 x 1) = 7
Total	4	22
Resultado	5.5	Aceptable

Figura 42: Resultados encuesta beta testing, métrica eficiencia del objetivo.

4.7.3 Seguridad y prevención

Pregunta	¿Te encontraste con algún bug?	
Respuesta	Jugadores	Valoración
Sí	3	(1 x 3) = 3
No	6	(0 x 6) = 0
Total	9	3
Resultado	33.33%	Aceptable

Figura 43: Resultados encuesta beta testing, métrica seguridad y prevención.

4.7.4 Satisfacción

Del arte:

Pregunta	¿Cuánto te gustó el juego respecto al arte?	
Respuesta	Jugadores	Valoración
1	0	(1 x 0) = 0
2	0	(2 x 0) = 0
3	2	(3 x 2) = 6
4	1	(4 x 1) = 4
5	6	(5 x 6) = 30
Total	9	40
Resultado	4.444444444	Deseado

Figura 44: Resultados encuesta beta testing, métrica satisfacción respecto al arte.

Del movimiento:

Pregunta	¿Cuánto te gustó el juego respecto al movimiento?	
Respuesta	Jugadores	Valoración
1	0	(1 x 0) = 0
2	1	(2 x 1) = 2
3	4	(3 x 4) = 12
4	1	(4 x 1) = 4
5	3	(5 x 3) = 15
Total	9	33
Resultado	3.666666667	Aceptable

Figura 45: Resultados encuesta beta testing, métrica satisfacción respecto al movimiento.

De la interacción:

Pregunta	¿Cuánto te gustó el juego respecto la interacción?	
Respuesta	Jugadores	Valoración
1	0	(1 x 0) = 0
2	3	(2 x 3) = 6
3	2	(3 x 2) = 6
4	2	(4 x 2) = 8
5	2	(5 x 2) = 10
Total	9	30
Resultado	3.333333333	Aceptable

Figura 46: Resultados encuesta beta testing, métrica satisfacción respecto a la interacción.

Del sonido:

Pregunta	¿Cuánto te gustó el juego respecto al sonido?	
Respuesta	Jugadores	Valoración
1	1	(1 x 1) = 1
2	0	(2 x 0) = 0
3	6	(3 x 6) = 18
4	1	(4 x 1) = 4
5	1	(5 x 1) = 5
Total	9	28
Resultado	3.111111111	Aceptable

Figura 47: Resultados encuesta beta testing, métrica satisfacción respecto al sonido.

Del diseño del nivel:

Pregunta	¿Cuánto te gustó el juego respecto al diseño del nivel?	
Respuesta	Jugadores	Valoración
1	0	(1 x 0) = 0
2	0	(2 x 0) = 0
3	4	(3 x 4) = 12
4	3	(4 x 3) = 12
5	2	(5 x 2) = 10
Total	9	34
Resultado	3.777777778	Aceptable

Figura 48: Resultados encuesta beta testing, métrica satisfacción respecto al diseño del nivel.

De la dificultad:

Pregunta	¿Cuánto te gustó el juego respecto a la dificultad?	
Respuesta	Jugadores	Valoración
1	0	(1 x 0) = 0
2	1	(2 x 1) = 2
3	3	(3 x 3) = 9
4	3	(4 x 3) = 12
5	2	(5 x 2) = 10
Total	9	33
Resultado	3.666666667	Aceptable

Figura 49: Resultados encuesta beta testing, métrica satisfacción respecto a la dificultad.

Del manejo de TA-2:

Pregunta	¿Cuánto te gustó el juego respecto al manejo de TA-2?	
Respuesta	Jugadores	Valoración
1	0	(1 x 0) = 0
2	2	(2 x 2) = 4
3	4	(3 x 4) = 12
4	2	(4 x 2) = 8
5	1	(5 x 1) = 5
Total	9	29
Resultado	3.222222222	Aceptable

Figura 50: Resultados encuesta beta testing, métrica satisfacción respecto al manejo de TA-2.

Combate:

Pregunta	¿Cuánto te gustó el juego respecto al combate?	
Respuesta	Jugadores	Valoración
1	1	(1 x 1) = 1
2	3	(2 x 3) = 6
3	2	(3 x 2) = 6
4	2	(4 x 2) = 8
5	1	(5 x 1) = 5
Total	9	26
Resultado	2.888888889	No deseado

Figura 51: Resultados encuesta beta testing, métrica satisfacción respecto al combate.

General:

Pregunta	¿Cuánto te gustó el juego en general?	
Respuesta	Jugadores	Valoración
1	0	(1 x 0) = 0
2	1	(2 x 1) = 2
3	1	(3 x 1) = 3
4	5	(4 x 5) = 20
5	2	(5 x 2) = 10
Total	9	35
Resultado	3.888888889	Aceptable

Figura 52: Resultados encuesta beta testing, métrica satisfacción general.

4.8 Conclusión métricas de jugabilidad

A partir del análisis de las métricas de jugabilidad, se determinó que los resultados generales fueron satisfactorios, especialmente en los aspectos relacionados con la experiencia visual, el movimiento y la interacción del jugador con el entorno. No obstante, se identificaron dos áreas críticas que requieren revisión: el sistema de combate, que obtuvo un nivel de satisfacción catalogado como

“no deseado”, y la efectividad del objetivo principal, ya que una cantidad menor a la esperada de jugadores logró completar el juego.

Estos resultados sugieren la necesidad de reevaluar el diseño del combate, ajustando su ritmo, claridad y balance, así como reconsiderar la extensión y estructura del nivel, incorporando ayudas o indicadores que faciliten la comprensión de los objetivos y la progresión. En conjunto, los hallazgos obtenidos constituyen una base sólida para orientar futuras iteraciones del desarrollo, priorizando la mejora de la experiencia general del jugador.

5. Gestión de la calidad

5.1 Introducción

En esta sección se detallan las acciones y lineamientos adoptados para asegurar la calidad tanto del proceso de desarrollo como del producto final. El Aseguramiento de la Calidad del Software (SQA, por sus siglas en inglés) cumple un rol esencial en proyectos interactivos como los videojuegos, donde la experiencia del usuario, el rendimiento y la estabilidad son factores determinantes.

Para alcanzar los niveles de calidad deseados, se establecieron estándares específicos que guiaron el trabajo del equipo a lo largo de las distintas etapas del desarrollo. Asimismo, se implementaron prácticas de evaluación y control orientadas a detectar de forma temprana posibles desviaciones, errores o incumplimientos.

Finalmente, esta sección presenta las herramientas utilizadas para medir la calidad, las estrategias aplicadas para su mejora continua y los objetivos de calidad definidos al inicio del proyecto.

5.2 Objetivos de calidad del producto

Los objetivos de calidad del producto se centran en garantizar la solidez, coherencia y funcionalidad del videojuego resultante. Buscan asegurar que la experiencia ofrecida al jugador sea estable, intuitiva y satisfactoria, tanto desde el punto de vista técnico como estético y narrativo. Estos objetivos orientaron las decisiones de diseño y validación durante el desarrollo, priorizando la jugabilidad, la coherencia visual y el correcto funcionamiento de las mecánicas principales.

- **Estabilidad:** Garantizar la estabilidad del juego a lo largo del desarrollo, minimizando la presencia de errores críticos que afecten la jugabilidad.

- **Experiencia de usuario:** Validar la experiencia de los usuarios durante el desarrollo para que sea lo más fluida posible, esto logrado mediante uso de controles responsivos y mecánicas intuitivas.

- **Coherencia:** Asegurar la coherencia estética y narrativa del juego.

- **Mecánicas:** Verificar el funcionamiento correcto de las mecánicas principales del juego.

5.3 Objetivos de calidad del proceso

Los objetivos de calidad del proceso apuntan a mantener la eficiencia, trazabilidad y control durante todas las etapas de desarrollo. Se enfocan en optimizar la gestión de tareas, minimizar el retrabajo y asegurar un manejo adecuado de errores y cambios. De esta manera, se busca consolidar un proceso de desarrollo ordenado, transparente y en constante mejora.

- **Gestión de errores:** Asegurar una gestión efectiva y eficiente de errores mediante un sistema de reporte y seguimiento con prioridades asignadas.

- **Tasa de retrabajo:** Reducir la tasa de retrabajo aplicando revisiones por pares y control de versiones.

- **Mejora continua:** Promover la mejora continua trabajando en ciclos iterativos y evolutivos.

- **Control de versiones:** Controlar los cambios implementados pudiendo gestionarlos adecuadamente, utilizando herramientas de control de cambios como Git.

5.4 Objetivos de calidad académicos

Los objetivos académicos se relacionan con la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la carrera y la integración de buenas prácticas de ingeniería en un contexto educativo. Además, contemplan el cumplimiento de los estándares institucionales en cuanto a documentación, presentación y evaluación del proyecto, promoviendo una experiencia formativa integral y profesional.

- **Aplicar conocimientos:** Aplicar buenas prácticas y conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en un proyecto real.

- **Metodologías ágiles:** Integrar elementos ágiles y tradicionales de QA adaptados al contexto educativo.

- **Documentación:** Realizar una documentación adecuada a los estándares establecidos por el centro educativo.

- **Métricas:** Analizar y evaluar métricas obtenidas y tomar decisiones en base a sus resultados.

- **Presentación:** Realizar una presentación clara y correctamente estructurada del proyecto.

5.5 Aseguramiento de la calidad (SQA)

El Aseguramiento de la Calidad del Software (SQA) se aplicó de forma transversal durante todo el desarrollo, con el objetivo de garantizar la estabilidad del juego y la mejora continua del proceso. Parte de este aseguramiento consistió en registrar y evaluar el esfuerzo dedicado a diferentes tipos de tareas clave, con el fin de comprender cómo evolucionó el trabajo y en qué áreas era necesario reforzar controles o ajustar prioridades.

En particular, se comparó el tiempo invertido en distintos tipos de actividades de ingeniería (sin incluir las tareas de arte):

- **Desarrollo:** implementación de nuevas funcionalidades o modificaciones planificadas.
- **Corrección:** resolución de errores en funcionalidades ya existentes.
- **Pruebas de regresión:** verificación de que cambios recientes no afectaran módulos previamente funcionales.
- **Pruebas de jugabilidad:** evaluaciones de integración para confirmar la completitud y estabilidad del juego.

El Sprint 0 constituyó un período especial previo al inicio formal del proyecto, destinado a la preparación del entorno de trabajo y la migración del motor de Unreal Engine a Unity, un cambio técnico clave que permitió optimizar la compatibilidad con las herramientas y recursos disponibles.

A lo largo de los sprints posteriores se evidenció una evolución gradual del enfoque de calidad. Durante el Sprint 3, por ejemplo, el tiempo dedicado a la corrección de errores superó al de desarrollo, lo que motivó la implementación de pruebas de regresión y jugabilidad periódicas. Estas prácticas evitaron la acumulación de errores derivados de nuevas integraciones y mejoraron la estabilidad general del producto.

En el Sprint 7, se observó una disminución en la actividad de desarrollo, ya que el foco del equipo se centró en tareas de arte, planificación y revisión estética. Más adelante, durante el Sprint 9, la pausa en el registro de actividades coincidió con el período de receso académico (diciembre-enero), tras el primer betatesting realizado el 11 de diciembre de 2024, donde se recogió información valiosa sobre la experiencia del jugador.

A partir de abril de 2025, el proyecto pasó a una nueva etapa individual, adaptando la metodología de trabajo a una estructura basada en milestones mensuales. En esta fase, el SQA continuó enfocado en la revisión de estabilidad, corrección de errores y validación de nuevas funcionalidades, destacando la incorporación del sistema de audio mediante FMOD (junio-julio 2025) y la posterior evaluación de jugabilidad en el evento Zone Montevideo Shopping (agosto 2025), que sirvió como instancia práctica de control de calidad frente a público externo.

Finalmente, las últimas iteraciones del proyecto (septiembre-octubre 2025) se concentraron en el balance final de jugabilidad y documentación completa del proceso, asegurando que las versiones presentadas en la tercera revisión (agosto) y la entrega final (16 de octubre de 2025) cumplieran con los objetivos de calidad definidos.

En conjunto, el sistema de SQA implementado permitió mantener una visión clara del estado del proyecto, identificar desvíos a tiempo y consolidar prácticas que aseguraron tanto la consistencia técnica como la madurez del proceso de desarrollo.

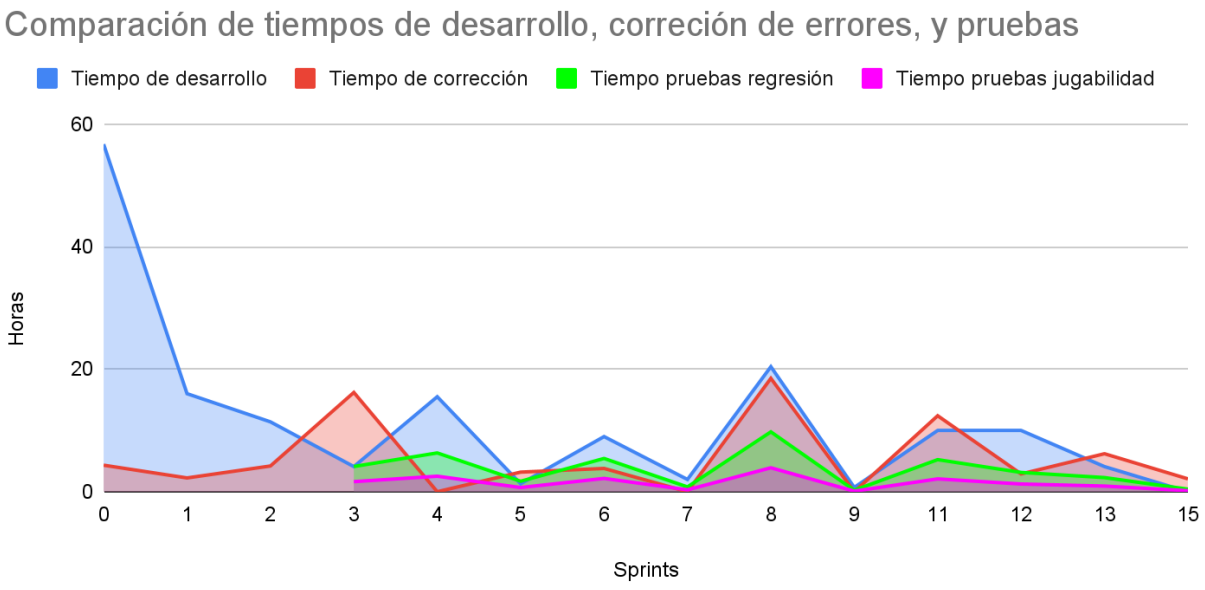


Figura 53: Gráfica comparativa del esfuerzo dedicado a cada categoría de trabajo por sprint.

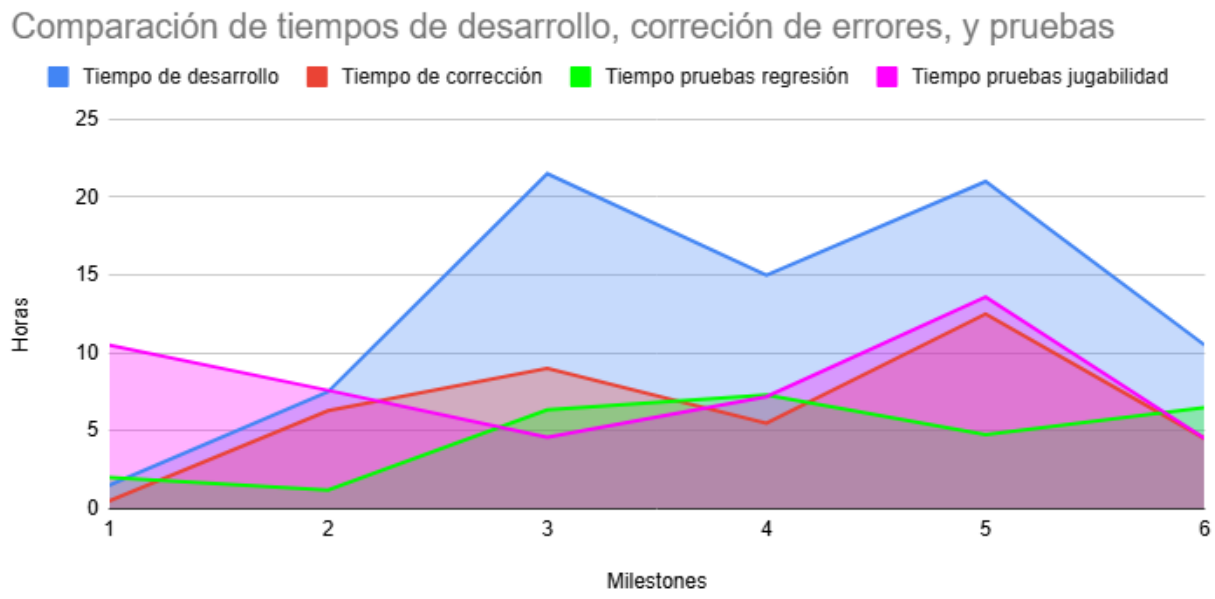


Figura 54: Gráfica comparativa del esfuerzo dedicado a cada categoría por Milestone a partir de abril 2025.

5.6 Actividades principales de SQA

Para asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad requeridos en un proyecto de este tipo (videojuego) se realizaron las siguientes actividades que responden a objetivos de calidad como se puede ver en la siguiente tabla, luego de esto se realiza una descripción a detalle de cada una de ellas:

Actividad	Descripción	Principales objetivos relacionados
Revisión por pares	Validación cruzada de código, diseño y contenido	Objetivos 1 y 2 del proceso.
Pruebas de usabilidad	Evaluación interna y externa de la experiencia de usuario	Objetivos 2 y 3 del producto

Pruebas de integración	Verificación de completitud del nivel ante nuevas funcionalidades	Objetivo 1 del producto Objetivo 2 del proceso
Pruebas de regresión	Corroborar el correcto funcionamiento de funcionalidades existentes luego del agregado de nuevas funcionalidades	Objetivos 1 y 4 del producto Objetivos 2 y 4 del proceso
Pruebas de jugabilidad internas	Revisar internamente de forma periódica el look and feel del juego	Objetivos 1, 3 y 4 del producto
Gestión de errores	Uso de una tabla de gestión de incidencias.	Objetivo 1 del producto Objetivo 1 del proceso
Control de versiones	Gestionar el código y permitir la colaboración en simultáneo mediante el uso de Git	Objetivo 4 del proceso
Uso de prototipos	Validación temprana de ideas y ajustes sobre bosquejos, niveles de prueba, whiteboxing, etc..	Objetivo 3 del producto Objetivo 3 del proceso

5.6.1 Revisión por pares

Con el fin de mejorar la calidad de cada funcionalidad o elemento de arte introducido durante el desarrollo, se procuró que, antes de su introducción, estos debían ser revisados por al menos un integrante del equipo diferente al dueño del cambio a introducir; preferentemente, perteneciendo este a la misma área del dueño del cambio, siendo así los cambios introducidos por un artista, validados por el otro artista del grupo, y los cambios introducidos por un desarrollador, validados por el otro desarrollador del equipo. De esta forma, cada cambio o nueva funcionalidad, tenía una

segunda opinión sobre sí, permitiendo la detección de errores por parte de otros miembros del equipo.

Esta práctica se realiza habitualmente en proyectos que utilizan metodologías ágiles como forma de trabajo ya que permite la detección temprana de errores.

Cabe aclarar que a partir de abril de 2025, donde quedó solo un integrante del equipo como programador, la realización de esta práctica resultó imposible, por lo cual se dejó de realizar.

5.6.2 Pruebas de usabilidad

Para evaluar la experiencia de usuario y la facilidad de uso de los distintos controles y claridad de los mismos, se realizaron pruebas de uso directamente con potenciales usuarios finales del juego, de esta forma se obtuvo valiosa retroalimentación acerca de distintos aspectos del juego, tanto al escuchar la opinión de los usuarios, como observar su desempeño y mediante la realización de una encuesta donde pudieron expresar sus opiniones acerca de puntos como facilidad de los controles, opinión acerca del arte, satisfacción respecto al juego en general, al uso del personaje, al uso del robot, a la dificultad tanto mecánica como del combate con los enemigos, y los aspectos artísticos (visuales y de sonido), entre otros.

En base a estas opiniones y la observación realizada de la interacción de los usuarios con el juego, se implementaron cambios atacando los diversos aspectos a mejorar que consideramos relevantes.

Estas pruebas se centran en el usuario y permitieron identificar y corregir barreras de accesibilidad, comprensión y satisfacción con el estado del juego.

5.6.3 Pruebas de integración

Dado que el desarrollo se realizó de forma iterativa, cada nueva funcionalidad desarrollada debía integrarse correctamente con el resto del juego. Para asegurar que un nuevo cambio no comprometa la conclusión correcta de una incursión, o volviera el nivel imposible de superar de alguna manera, se procuró que, en caso de que el cambio afecte el diseño o recorrido del nivel, quien haya introducido el cambio debía realizar un recorrido completo del nivel antes de integrar el cambio al flujo principal de trabajo (realizar el merge a develop). De esta forma se evitó que un cambio o agregado de nuevo contenido provoque la introducción de errores que comprometa la jugabilidad.

5.6.4 Pruebas de regresión

A partir de cierto punto en el desarrollo, conforme el juego fue creciendo, se volvió necesario realizar pruebas de las funcionalidades previamente agregadas al introducir nuevas, ya que el agregado de una nueva funcionalidad podía provocar el mal funcionamiento de una previamente agregada. Aunque se procuró siempre el apoyo en patrones de diseño para asegurar la facilidad del agregado de nuevas mecánicas sin comprometer el correcto funcionamiento de las anteriores, se consideró necesario probar las ya existentes.

Esta práctica suele ser necesaria en proyectos que crecen iterativamente, como en un desarrollo ágil.

5.6.5 Pruebas de jugabilidad

Además de las pruebas de usabilidad en las que se les proporcionó el juego a testers ajenos al desarrollo, también se realizaron pruebas de jugabilidad internas, donde los miembros del equipo probaban el juego y daban sus opiniones acerca de aspectos a mejorar, detectaban errores y

verificaban que la experiencia se sintiera fluida y fuera satisfactoria, apuntando a verificar el balance, fluidez y satisfacción general del gameplay, además de la detección temprana de errores.

A partir de abril, se tuvo que prescindir de las instancias de discusión interna en el equipo por las razones expresadas en puntos anteriores.

5.6.6 Manejo de control de versiones y gestión de merge

Durante el desarrollo se usó Github para tener un control correcto de versiones y resolver o revertir cualquier problema detectado con facilidad. Además internamente y para mayor comodidad del equipo de arte, se acordó que el "merge" de una rama de arte al flujo principal de trabajo sea realizado siempre con un miembro del equipo de desarrollo presente, ya que al comienzo del desarrollo surgieron algunos problemas con el uso de la herramienta que provocaron retrabajo por parte de los artistas.

Esto es una parte crucial en el control de calidad del proceso de desarrollo ya que redujo considerablemente el riesgo de errores en el repositorio.

A partir de febrero, cuando el equipo de arte realizó su entrega, se dejó de realizar esta práctica, salvo en momentos excepcionales, como algunos cambios realizados de cara al evento en el Montevideo Shopping.

5.6.7 Gestión de errores y bugs

Se contaba durante el desarrollo con una lista de errores conocidos a corregir, y según la gravedad de los mismos, se les asignaba una prioridad, si esta era alta, el error se convertía en una tarea a realizar con la mayor antelación posible, si era media se tomaba entre las tareas a realizar pero cuando el desarrollador lo considerara conveniente, y si su prioridad era baja se postergaba hasta el momento en que se pudiera realizar, priorizando todo el resto de tareas y errores a corregir.

Adaptado mediante una tabla de gestión de incidencias nos permitió gestionar y responder de forma eficiente ante fallos críticos.

5.6.8 Uso de prototipos

Se usó la técnica whiteboxing para prototipar el nivel antes de la versión definitiva esto permitió validar la experiencia del juego antes de invertir tiempo y esfuerzo en el trabajo de arte final, lo cual es muy valorado en SQA, ya que asegura que no existan defectos que afecten negativamente la experiencia del usuario, y en la gestión del proyecto, puesto que previene la inversión de horas en retrabajo.

5.7 Definición de métricas

5.7.1 Introducción

Con la finalidad de garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad planteados y para medir las actividades de SQA realizadas, se definió y aplicó un conjunto de métricas para mejorar y asegurar la calidad tanto del producto como del proceso de desarrollo. Las métricas de software constituyen medidas cuantitativas que permiten analizar atributos tanto del proceso de desarrollo como del producto final, facilitando la toma de decisiones y la mejora continua. Según Pressman en su libro Software Engineering: A Practitioner's Approach [3], las métricas permiten comprender, evaluar y controlar distintos aspectos del software, lo cual es fundamental en entornos donde la calidad es un factor crítico, como en el desarrollo de videojuegos.

Antes de comenzar, algunos puntos a considerar son los siguientes:

- **Sprint 0:** El sprint 0 ocurrió previo al comienzo de la tesis, ya que el equipo determinó cambiar de motor de Unreal Engine a Unity y, por lo tanto, se debió volver a programar

todo el juego en Unity (recordar que el proyecto es una continuación de un juego comenzado previamente).

- **Sprint 7:** El sprint 7 comprende una fecha en la que se realizó una muestra en conjunto con el curso de animación de la universidad, por lo que ese sprint estuvo enfocado en tareas de arte principalmente.

- **Sprint 9:** El sprint 9 corresponde a la etapa de final de semestre y comprende el beta testing, por lo que no hubo grandes cambios sobre el proyecto sino ajustes sobre lo que ya se tenía de cara a poner a punto el juego para el beta testing.

- **Sprint 10:** El sprint 10 comprende el 25 y 1 de enero fechas en las cuales resultaba difícil coordinar para el equipo (más aún teniendo en cuenta que las reuniones con el equipo eran los miércoles y que ambas festividades ocurrieron un miércoles), por lo que el equipo consideró sensato realizar una reunión para analizar los resultados del beta testing pero se planeó un número muy reducido de tareas.

- **Sprint 13 en adelante:** A partir del sprint 13, el equipo de arte (Martina y Franco) dejaron de formar parte activa del proyecto, ya que realizaron su entrega final.

5.7.2 Métricas del producto

A continuación se presenta una tabla que contiene las métricas utilizadas para medir la calidad en el producto desarrollado, estas métricas fueron monitoreadas regularmente con el fin de encontrar problemas de calidad, rendimiento, estabilidad y jugabilidad/usabilidad.

Métrica	Descripción	Fórmula/Método	Valor esperado
Tasa de fallos críticos en pruebas de	Porcentaje de errores de impacto alto	(Cantidad fallos críticos/total de	< 10%

regresión	introducidos al introducir nuevas funcionalidades	pruebas de regresión) * 100	
Errores encontrados por usuarios	Cantidad de bugs no conocidos detectados por testers	Cantidad de errores únicos detectados solamente por testers	≤ 1 bug reportado por sesión
Rendimiento promedio (FPS)	Cuadros por segundo medidos durante el gameplay	FPS medido por unity	30 (> 60 caso ideal)
Estabilidad	Cantidad de sesiones de prueba con cierre inesperado del juego	(Cantidad de cierres inesperados + cantidad de fallos críticos/sesiones de prueba totales) * 100	< 1%
Satisfacción general del usuario	Opinión subjetiva de los testers mediante encuesta	Promedio escala Likert (1-5)	3.5/5

5.7.3 Métricas del proceso

La siguiente sección corresponde a las métricas del proceso, cuyo fin fue el de evaluar la eficiencia y efectividad del proceso de desarrollo, estas métricas fueron cruciales para conocer el estado del proceso en todo momento.

Métrica	Descripción	Fórmula/Método	Valor esperado

Número de bugs reportados por sprint	Total de errores detectados por iteración	Observación directa de la tendencia del gráfico	Disminución progresiva
Tiempo promedio de tareas por sprint	Tiempo medio para completar tareas por sprint	Suma de tiempos reales/cantidad de tareas	Estable entre sprints
Porcentaje de retrabajo vs desarrollo	Proporción del trabajo que debió rehacerse	(Horas de retrabajo/horas totales) * 100	< 10%
Velocidad del equipo	Qué tan rápido avanza el equipo por sprint	SP cerrados por sprint	Constante a lo largo del desarrollo o creciente
Porcentaje de tareas completadas en fecha	Cumplimiento correcto de milestones	(Tareas a tiempo/Tareas totales) * 100	≥ 90%

5.7.4 Métricas del proyecto

A continuación se presentan las métricas definidas para evaluar el proyecto, tanto desde una perspectiva de gestión como de desempeño general. Estas métricas permitieron monitorear correctamente el avance del proyecto, identificar desviaciones respecto a los plazos y objetivos iniciales, y tomar decisiones clave durante su desarrollo.

Métrica	Descripción	Fórmula/Método	Valor esperado
Precisión de estimaciones	Diferencia entre tiempo estimado y	(Tiempo real/Tiempo estimado) * 100	80 - 120%

	real		
Avance del proyecto en porcentaje	Porcentaje de avance respecto al cronograma	(Tareas finalizadas / Tareas totales del backlog) * 100	≥ 90% al final del proyecto (con funcionalidades claves totalmente implementadas)
Desviación de cronograma	Porcentaje de desviación del cronograma	(Duración real - duración planificada)	±10% de diferencia máximo
Story Points por sprint	Cantidad de story points realizados por sprint por miembro del equipo	SP realizados por cada miembro del equipo en cada sprint	13 SP por sprint por cada miembro del equipo

5.8 Análisis y desarrollo de métricas

A continuación se presentan los distintos resultados obtenidos de las mediciones realizadas, en conjunto con el análisis de cada una de ellas, y las conclusiones y decisiones que tomó el equipo en base a los resultados obtenidos.

5.8.1 Resultado de métricas del producto

Tasa de fallos críticos en pruebas de regresión:

A partir del sprint 3, debido al crecimiento del juego y para no afectar el funcionamiento de partes del proyecto que ya se encontraban funcionando correctamente al introducir nuevos cambios, se comenzaron a realizar pruebas de regresión para corroborar su funcionamiento correcto previo al agregado de nuevos cambios.

Para esta métrica se definió como un porcentaje aceptable un valor menor al 10% utilizando este cálculo (# fallos críticos/total de pruebas de regresión) * 100, donde fallos críticos correspondían a fallos que impidieran el correcto funcionamiento del juego o de funcionalidades ya implementadas, y el total de pruebas de regresión corresponde al total de pruebas de regresión realizadas al introducir nuevas funcionalidades. El valor del 10% se tomó como aceptable dado que un porcentaje superior podría ser indicador de que las clases del proyecto dependen demasiado entre sí y que, por lo tanto, el juego sería poco mantenible y extensible a futuro, ya que cualquier cambio incluido afectaría muchas otras clases y se tornaría difícil el agregar nuevos requerimientos.

Como se puede ver en el gráfico a continuación, ese porcentaje de fallos críticos encontrados tuvo un valor estimado del 2%, por lo que se mantuvo por debajo del índice esperado, los datos utilizados para el cálculo fueron un total de 50 pruebas de regresión a lo largo del proyecto con solo una de ellas conteniendo errores críticos. En el caso de error fue dado por desconocimiento de las clases sobre las que se trabajaba, por lo que el error, al ser analizado y resuelto se determinó que no fue por problemas respecto a la independencia de las clases, ya que fue dado por una introducción de un nuevo estado a los estados de los enemigos, por lo que estando dentro de los estándares deseados no se realizaron acciones al respecto.

Previo a la entrega de abril de 2025 se habían realizado 24 pruebas, siendo la de la falla ocurrida en este período de tiempo.

Figura 55: Gráfica de torta mostrando la comparativa entre pruebas fallidas y correctas.

Errores encontrados por usuarios

Esta sección corresponde a los errores encontrados por usuarios dentro de las instancias en que se les dio a probar el juego a personas externas al proyecto, como lo fue el beta testing de diciembre de 2024. En este caso obtuvimos 3 respuestas de casos de error cuando nuestro resultado esperado fue que los errores reportados fueran uno o ninguno, por lo que se analizaron los errores reportados para saber dónde ocurrían y poder actuar en consecuencia, de esa forma podríamos saber si la calidad del producto estaba siendo la esperada o no.
Los errores reportados se pueden ver en la siguiente imagen:

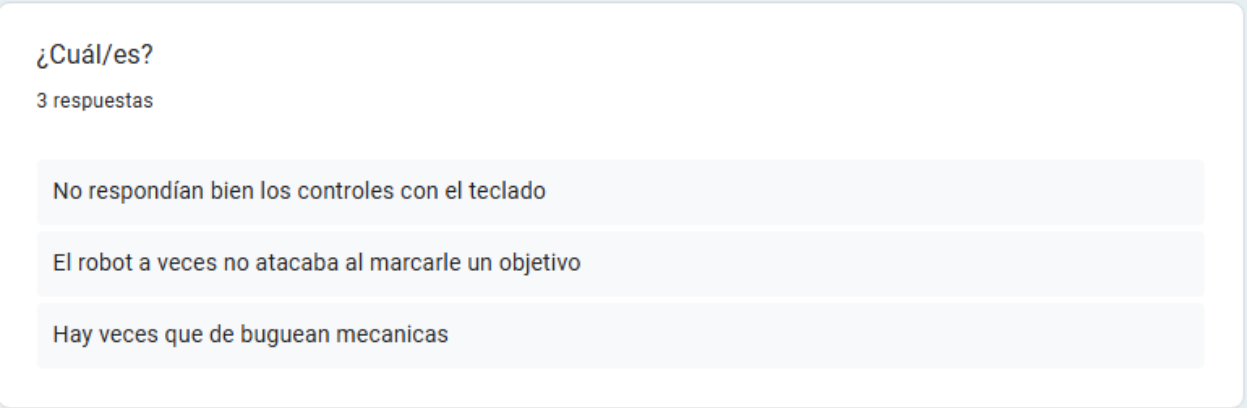


Figura 56: Errores reportados por usuarios en fases de beta testing.

Respecto al primer error reportado por los beta testers, se determinó que no se trataba de un error en el juego, sino que estaba relacionado a una limitación del hardware utilizado, que se da en teclados antiguos o de oficina. En ellos, al presionar múltiples teclas de manera simultánea (por ejemplo varios comandos de movimiento, tecla de correr y tecla de salto), algunas de esas pulsaciones no son registradas correctamente debido al Key Rollover (KRO), esto varía según el teclado, en algunos casos solo permiten registrar 2 o 3 teclas a la vez, en caso de que ese límite se supere, las teclas que se presionen luego no son detectadas, provocando que le juego no responda.

Sobre el segundo bug, se determinó que tampoco era un bug sino que era falta de claridad, ya que a cierta distancia máxima entre el jugador y los enemigos, TA-2 deja de atacar, para esto se acordó trabajar en una mayor claridad en las acciones del robot.

Finalmente, analizando el tercer error reportado, aunque fue poco detallado el reporte, se marcó una tarea para reevaluar las mecánicas y se planeó realizarles algunas mejoras, así como también un par de mejoras al terreno, ya que en ocasiones las mecánicas parecían estar fallando cuando en verdad el problema era el nivel en sí. Este error aún así si fue contado como tal, pues se realizaron tareas correctivas al respecto luego de realizar pruebas.

En conclusión, si bien el indicador se halló por encima del valor esperado, los errores reportados fueron catalogados como errores equivocadamente, por lo que el indicador dio dentro de los

valores esperados, aún así, queda clara la importancia de brindar una buena experiencia de usuario y se observaron varias oportunidades de mejora sobre el nivel y las mecánicas implementadas.

Rendimiento promedio (FPS)

Al comienzo del proyecto se detectaron problemas de FPS en computadoras de la facultad, lo cual no ocurría en equipos más potentes. Visto que los FPS se encontraban por debajo de lo esperado se tomaron las medidas relacionadas al rendimiento detalladas en el plan de gestión de riesgos con el fin de solucionar estos problemas de rendimiento por debajo de lo esperado aplicando técnicas de occlusion culling y LODs.

Actualmente los valores se encuentran dentro de lo esperado en un equipo con los requerimientos mínimos como se puede ver en la captura que se encuentra a continuación.

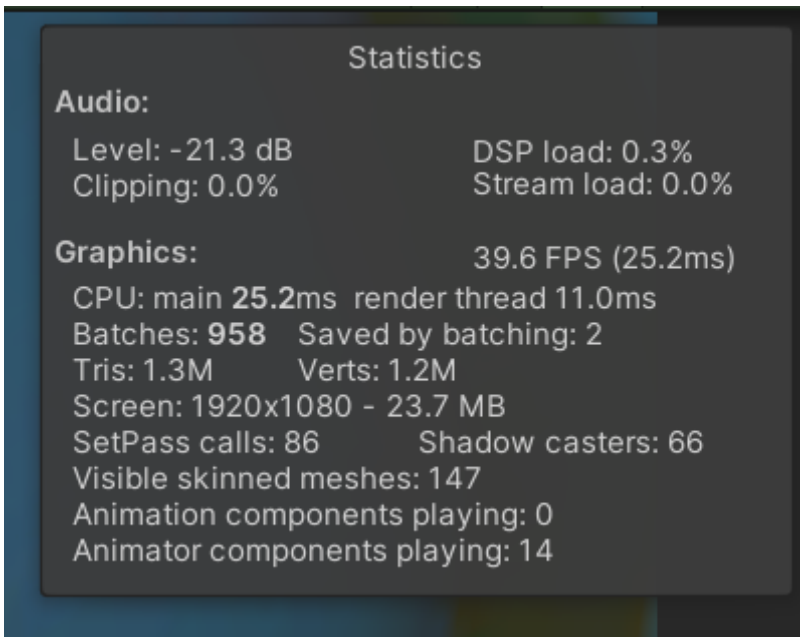


Figura 57: FPS observados en Unity.

Estabilidad

El total de sesiones de prueba de jugabilidad, regresión, integración y usabilidad fue 237, de las cuales 7 tuvieron cierres inesperados y fallos críticos. Realizando el cálculo, esto representa un 0,029% de sesiones de prueba con cierres inesperados, por lo que se considera que el juego se encontraba estable salvo casos puntuales. Algunos de estos casos fueron la inclusión por error de un objeto duplicado causando un cierre forzado de la aplicación, y problemas ocurridos a la hora de mezclar cambios sobre las escenas o prefabs corruptos. En todos los casos se solucionaron los errores antes de hacer el merge a rama principal.

Si nos limitamos a contar errores críticos en pruebas con beta testers, este indicador es 0.

Satisfacción general del usuario

Para medir esto se realizó una encuesta a los beta testers utilizando la escala de Likert (del 1-5) sobre diferentes aspectos del juego que se encuentran detallados en profundidad en la sección de jugabilidad, también se les solicitó una calificación general del juego. En esta calificación se esperaba una valoración entre 3.5 y 5 como aceptable para etapas tempranas del proyecto y se planeó que para el siguiente hito, en octubre, la calificación supere el 4.0 en puntaje.

La puntuación obtenida en este punto fue de 3.83, que está dentro de los valores deseados y no muy lejanos a la próxima meta. De la desambiguación en distintos aspectos particulares de las respuestas de los usuarios se tomaron medidas para seguir mejorando las áreas con puntajes más bajos, sin descuidar nuestros puntos fuertes.

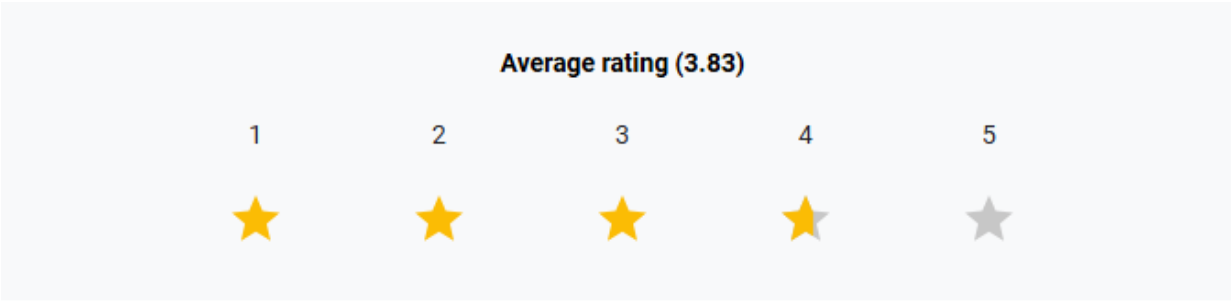


Figura 58: Puntaje dado por los usuarios en las encuestas.

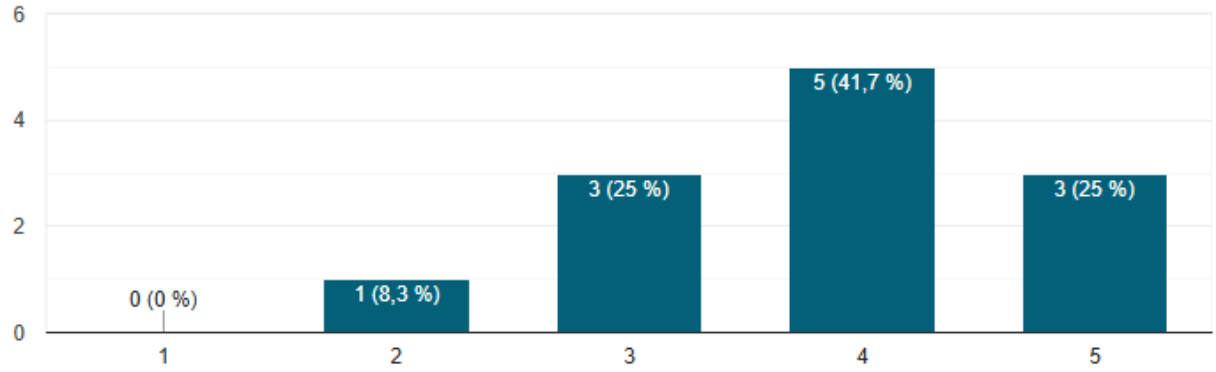


Figura 59: Distribución del puntaje dado por los usuarios en las encuestas.

5.8.2 Resultado de métricas del proceso

Número de bugs reportados por sprint

Lo esperable en un proyecto de este tipo es que, a medida que el proyecto va avanzando, se vuelva cada vez más estable, por lo que decidimos graficar la cantidad de bugs reportados por sprint, esperando una tendencia a descender conforme pasaran los sprints. Esto fue lo que ocurrió efectivamente como se puede observar en la siguiente gráfica. Para realizarla se tomó como referencia la tabla de reporte de incidencias y se contó la cantidad de errores nuevos reportados en cada sprint.

Figura 60: Gráfica de bugs reportados por sprint.

Como se puede observar la gráfica presenta una clara tendencia a la baja, mostrando así que a medida que transcurrió el tiempo, el juego se volvió cada vez más estable.

A partir de abril de 2025 se decidió discontinuar el uso de la métrica, debido a que dejó de resultar representativa del estado real del proyecto. Este cambio se fundamenta en dos motivos principales.

En primer lugar, a partir de esa fecha el estudiante adoptó una dinámica de trabajo basada en milestones mensuales en lugar de sprints quincenales. Este cambio en la cadencia de desarrollo implicó que los períodos de medición fueran más extensos y heterogéneos, lo que redujo la sensibilidad de la métrica para reflejar el comportamiento del sistema entre iteraciones. En consecuencia, la cantidad de bugs por milestone ya no permitía inferir con precisión si el proyecto se encontraba en una fase de mayor o menor estabilidad, especialmente considerando la variabilidad introducida por las sesiones de testeo con usuarios externos.

En segundo lugar, durante esta etapa el equipo de desarrollo se redujo a un único integrante, lo que modificó la dinámica de detección y corrección de errores. La mayoría de los bugs que surgían estaban directamente asociados a la incorporación de nuevas funcionalidades, y eran solucionados dentro del mismo proceso de desarrollo de dichas *features*. En este contexto, continuar contabilizando los bugs de forma aislada dejaba de aportar información útil sobre la calidad o estabilidad del producto.

Como medida alternativa, se optó por realizar pruebas periódicas de usabilidad con testers externos, enfocadas en verificar el correcto funcionamiento de las nuevas funcionalidades y detectar eventuales regresiones. Esta estrategia resultó más alineada con la etapa de madurez del proyecto y con el objetivo de validar la experiencia de usuario final, más que el volumen de incidencias técnicas.

Tiempo promedio de tareas por sprint

Esta métrica fue utilizada con la finalidad de saber qué tan bien se estaban dividiendo las tareas en los sprints. El resultado esperado era que fuera una gráfica lo más estable posible, ya que en caso de que presentara resultados demasiado altos y alejados de la media, significaría que las tareas podrían haberse subdividido en tareas más pequeñas. En caso de que los resultados hubieran dado demasiado bajos, para un número bajo de tareas sería indicador de que quizás el número de tareas por sprint se podría incrementar, ya que en promedio las tareas asignadas tardaron poco tiempo en cumplirse. Como cota superior se propuso 3 horas de todas maneras, ya que se consideró que en promedio una tarea simple no debería tardar más que eso y como cota inferior 1 hora. En caso de que los promedios estuvieran alejados de las cotas se analizó la razón para saber si se estaban tomando correctamente las tareas o no.

Porcentaje de retrabajo vs desarrollo

Este indicador muestra en porcentajes qué cantidad de tiempo fue invertido en retrabajo comparado con tiempo invertido en desarrollo de nuevas funcionalidades. El valor esperado fue que el tiempo dedicado al retrabajo se mantuviera por debajo del 10% del tiempo total dedicado al desarrollo.

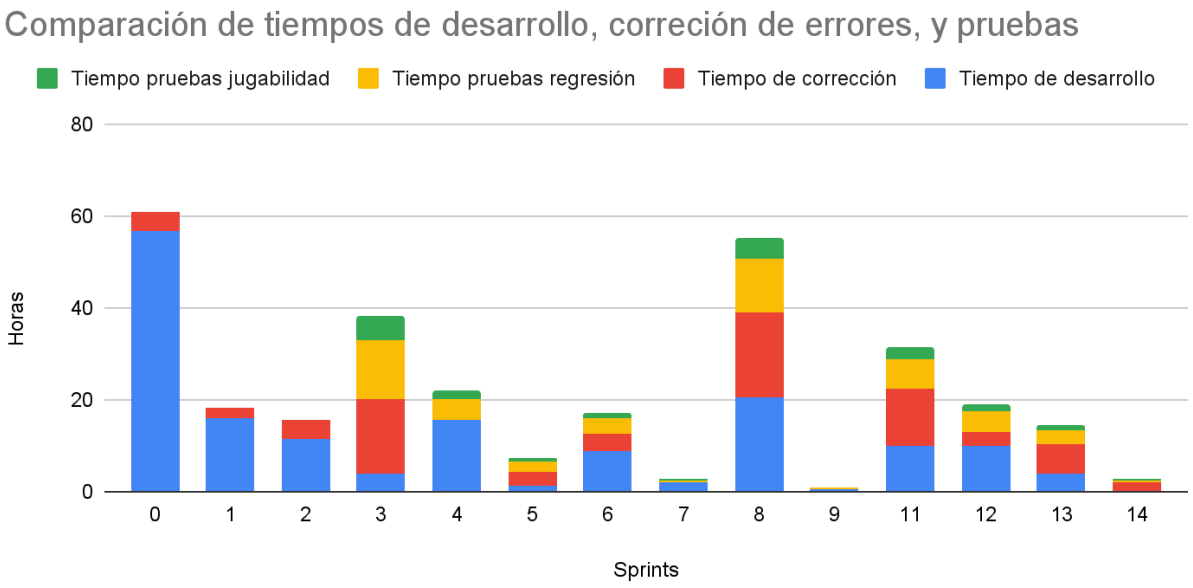


Figura 61: Gráfica de tiempo dedicado a cada tipo de tarea por sprint.

Como se puede observar en la gráfica, los primeros sprints la tasa de retrabajo fue bastante baja, pero para el sprint 3 esa tasa creció considerablemente debido a la introducción de bugs a medida que se iban añadiendo nuevas funcionalidades que muchas veces entraban en conflicto con otras funcionalidades existentes. En ese caso se tomó la medida de incluir nuevos tipos de pruebas para disminuir la cantidad de errores introducidos en nuevas versiones sobre funcionalidades ya implementadas, disminuyendo la tasa de retrabajo en futuros sprints.

Otro detalle a destacar es que, aún con la cota propuesta, este indicador no fue determinante para indicar si se estaba introduciendo una cantidad excesiva de errores que ocupaba tiempo de desarrollo. Esto a veces el Game Designer tenía una cantidad pequeña de tareas que asignar (sobre todo de en fechas cercanas a hitos en el cronograma, donde se debía mantener el juego en el mejor estado posible), y se ocupaba el tiempo que ocuparía el desarrollo en corregir errores. Considerando esto, aunque este indicador nos resultó muy útil al comienzo, no fue determinante para demostrar que el método estaba fallando, ya que la distribución del tiempo variaba según la inserción de nuevos requerimientos al backlog, lo cual estaba dado por el Product Owner y el Game Designer.

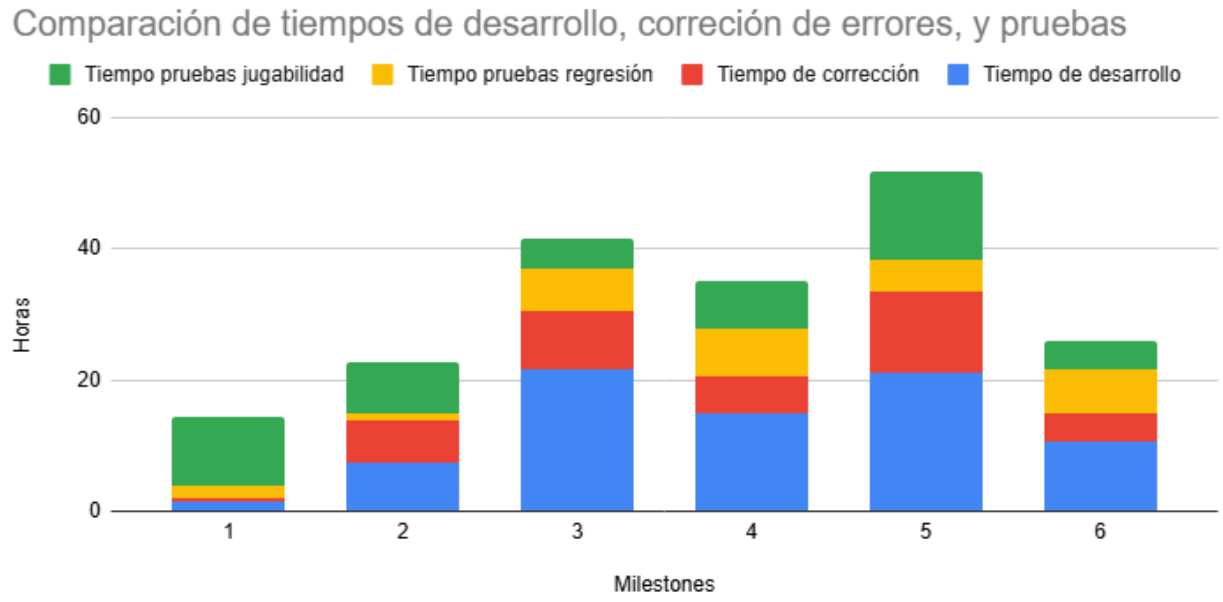


Figura 62: Gráfica de tiempo dedicado a cada tipo de tarea por sprint.

La segunda gráfica presenta la distribución del esfuerzo en cada *milestone*, diferenciando las tareas de desarrollo, corrección de errores y distintos tipos de pruebas. En la primera *milestone*, el tiempo de desarrollo fue considerablemente menor al de las siguientes, ya que se destinaron esfuerzos a reorganizar la metodología de trabajo, evaluar el estado general del proyecto, redefinir el alcance según la nueva composición del equipo y preparar la defensa del compañero de Licenciatura.

Durante la segunda *milestone*, una parte significativa del tiempo se dedicó a planificar los siguientes pasos a partir del *feedback* recibido en la defensa de Licenciatura, así como a delinear las mejoras a implementar de cara al *betatesting* programado para julio de 2025. Por esta razón, el tiempo invertido en desarrollo y en pruebas de regresión fue inferior al de los meses posteriores.

En las *milestones* siguientes, el volumen de trabajo de desarrollo aumentó junto con la complejidad de las tareas, particularmente en la implementación y ajuste de las nuevas funcionalidades, como el sistema de granadas. Finalmente, en la última *milestone* se concentraron los esfuerzos en la documentación final, con el objetivo de obtener una devolución previa de la tutora y aplicar las correcciones necesarias antes de la entrega final.

Si bien la métrica no alcanzó el valor esperado (inferior al 10%), es importante destacar que gran parte del retrabajo registrado no correspondió a la corrección de errores en sistemas previamente estables, que era el tipo de retrabajo que se buscaba minimizar, sino a la depuración de defectos surgidos dentro de las propias funcionalidades agregadas. Por ejemplo, durante la *milestone* 5 se trabajó en la corrección de problemas relacionados con los *colliders* y los ángulos de lanzamiento de las granadas, ajustes inherentes al proceso de integración y afinado de nuevas mecánicas, y no a fallas regresivas del sistema.

Velocidad del equipo

Para analizar la velocidad del equipo durante el desarrollo del proyecto, se utilizó la métrica de Story Points completados por sprint. Los Story Points fueron asignados a cada tarea en función de su complejidad técnica, volumen de trabajo e incertidumbre, utilizando una escala inspirada en la secuencia de Fibonacci (1, 2, 3, 5, 8, 13, …). Esta escala permitió una evaluación relativa del esfuerzo requerido para completar cada tarea.

Además se incluyeron en el análisis las tareas planificadas pero luego descartadas, lo que permitió calcular tanto la productividad como la capacidad de planeación del equipo.

Un detalle a considerar es que, por la forma del dictado de la materia de los artistas del equipo, el rol del Game Designer era quien determinaba las tareas asignadas a los desarrolladores, y, a su vez cada parte (desarrolladores y artistas) se encargaban del análisis y asignación de sus tareas. Las tareas que se listan debajo corresponden al equipo de programación.

Otra consideración es que el sprint 10 que se encuentra sin tareas corresponde a fin de año, el sprint 14 corresponde a la preparación de la revisión de la tesis y el sprint final, el 16, se trabajó únicamente en la documentación.

A continuación se presenta la tabla con los story points para cada sprint del equipo de desarrollo.

Sprint	Story Points planeados	Story Points finalizados	Cantidad de miembros
1	20	20	2
2	17	17	2
3	30	30	2
4	9	9	2
5	6	3	2
6	16	8	2
7	3	3	2
8	54	54	2
9	6	6	2
10	0	0	2
11	23	23	2
12	23	23	2
13	28	17	2
14	0	0	2
15	6	6	2
16	0	0	2

Como se puede ver no se consiguió mantener la métrica definida al comienzo. Hubo sprints en que, al depender de los requerimientos solicitados por el equipo de arte, esa cota no se alcanzaba, y en otros en que la cota se superaba. Otro detalle es que la cota fue creada en base al sprint 0, el cual duró 2 meses (tiempo aproximado de 4 sprints) en que se creó el juego de cero en el nuevo

motor y ese sprint fue de 103 story points, así que se realizó un aproximado de la norma en los sprints realizando el siguiente cálculo:

(total de Story Points/cantidad de sprints)/cantidad de integrantes = (103/4)/2 ≈ 12,9.

Sin embargo es lógico que el avance al comienzo fuera más rápido que más adelante, ya que en la primera parte, todos los requerimientos ya estaban definidos de antemano y no se añadían nuevos, ya que el juego debía ser igual al que ya había creado en el otro motor. Más adelante dependía de la cantidad de requerimientos nuevos que se añadieran.

A continuación se presentan estos datos en forma de gráfico para mostrar de manera más simple los datos.

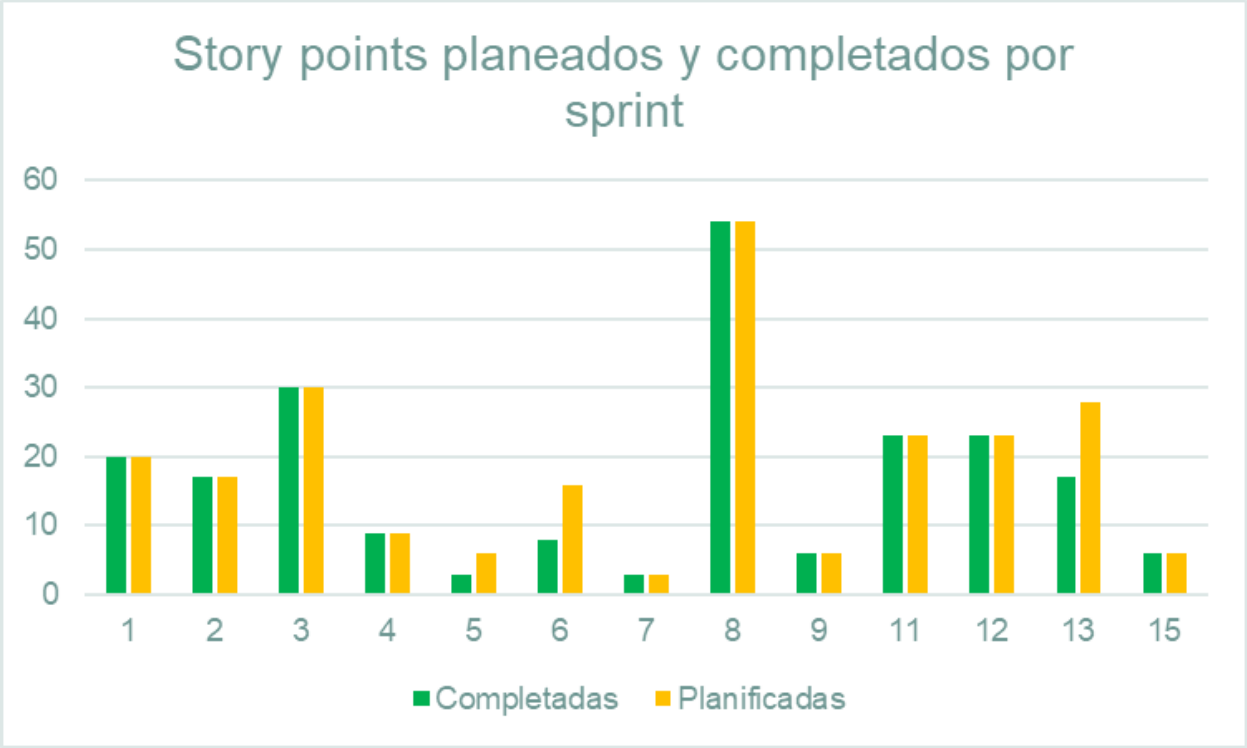


Figura 63: Gráfica de story points planeados y completados por sprint.

Comparando Story Points planeados y completados, se observa una diferencia en algunos de los sprints porque los requerimientos eran variables por la naturaleza del proyecto, por lo que hubo

casos donde un requerimiento que se había planeado se descartaba luego, siguiendo los criterios definidos para aceptación o descarte de requerimientos.

A partir de abril se redefinió la cantidad de *story points* por sprint a 26, esto surgió de que la cantidad de *story points* planeados por sprint eran aproximadamente de 13, por lo que se realizó el siguiente cálculo:

(duración de milestone*cantidad de story points por sprint)/duración de sprint = (4/13)/2 ≈ 26

Milestone	Story Points planeados	Story Points finalizados	Cantidad de miembros
1	26	18	1
2	26	24	1
3	26	30	1
4	26	26	1
5	26	34	1
6	26	24	1

En esta fase del proyecto fue más sencillo realizar la estimación y el cálculo ya que no se dependía de factores externos, por lo que el flujo de trabajo se pudo mantener más estable, un punto a considerar es que en la *milestone* 4 la idea original planeada era otra, se quería integrar nuevas armas al robot, pero luego se determinó que esto no aportaba a la jugabilidad, esto provocó que el contenido de la *milestone* se redefiniera por tareas del mismo peso en cuanto a story points refiere. La milestone 7 no se presenta en la tabla ya que no corresponde al desarrollo.

Porcentaje de tareas completadas en fecha

Finalmente la última métrica del proceso utilizada se realizó con el fin de observar el seguimiento correcto del cronograma definido, garantizando el cumplimiento de plazos. Se procuró que en ningún momento la cantidad de tareas sin completar superara el 10% de las tareas totales del sprint. Hubo un caso en que uno de los integrantes del equipo percibió un posible atraso en el cronograma, por lo que, para seguir cumpliendo con los estándares de calidad, invirtió horas extra tomándose días libres del trabajo.

En el burndown chart del proyecto que se presenta a continuación se puede ver en los sprints 4 al 8 donde el flujo de tareas empezó a ser inferior al esperado. En el sprint 8 se utilizó el plan de contingencia, dedicándole más horas al proyecto con el fin de compensar las tareas que comenzaban a acumularse. Esta burndown chart no fue posible realizarla desde el comienzo debido a los cambios en el backlog y en los requerimientos.

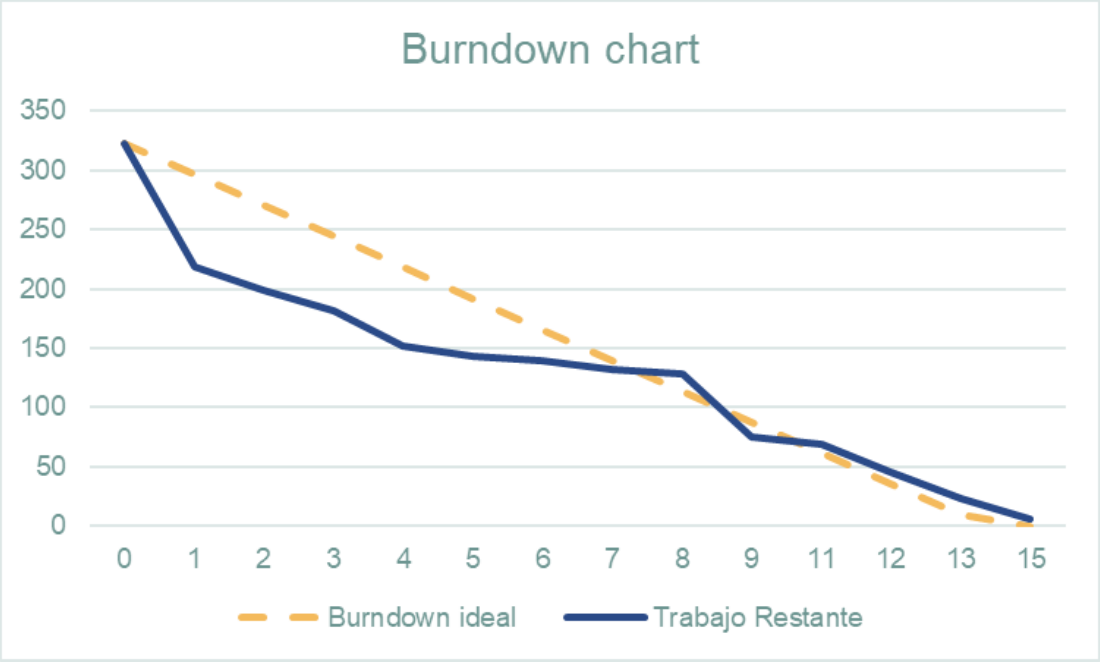


Figura 64: Burndown chart del proyecto hasta el sprint 15.

La segunda imagen corresponde al *burndown chart* de la segunda parte del proceso de desarrollo, para esta fase, como se puede ver no hubo grandes desviaciones del cronograma, ya que los intervalos de tiempo fueron más largos y el equipo más pequeño fue más sencillo de gestionar.

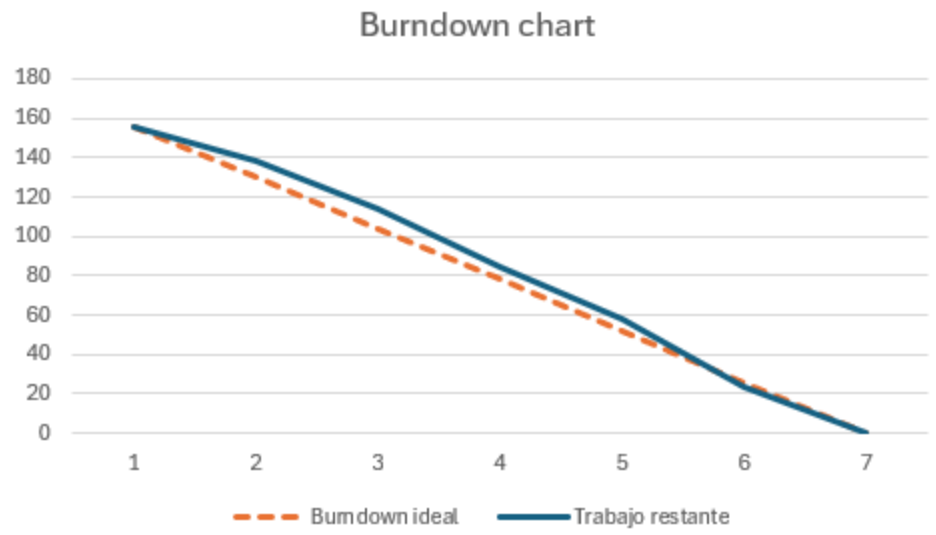


Figura 65: Burndown chart a partir de abril de 2025.

5.8.2 Resultado de métricas del proyecto

Precisión de estimaciones

Una métrica usada para confirmar la precisión de las estimaciones de tareas fue verificar si la tasa de estimación de tareas se encontraba dentro de los valores esperados (entre 80% y 120% de precisión en la estimación). Esta métrica fue crucial durante el desarrollo ya que estaba muy relacionada a los criterios de aceptación de requerimientos. Si las estimaciones no eran demasiado imprecisas, existía el riesgo de descartar funcionalidades que podían ser positivas para el juego para no retrasar el cronograma cuando en realidad lo que ocurría era que no se estaban estimando correctamente los tiempos.

En el gráfico a continuación se puede ver cómo esta estimación fue mejorando a lo largo del tiempo. Observando la mediana se puede ver como en los últimos sprints, la gráfica se fue manteniendo cada vez más en el rango de las cotas.

Se excluyen en la gráfica los sprints 10, 14 y 16 enfocados en documentación y el sprint 9 ya que contuvo tareas de agregado de audio solamente, las cuales tomaron más tiempo del estimado

porque se tuvo que trabajar sobre las pistas de audio editándolas (en lo cual no se tenía experiencia y tampoco se previó que sería necesario) y buscar y agregar nuevos sonidos apropiados a los cambios recientes de estilismo y ambientación.

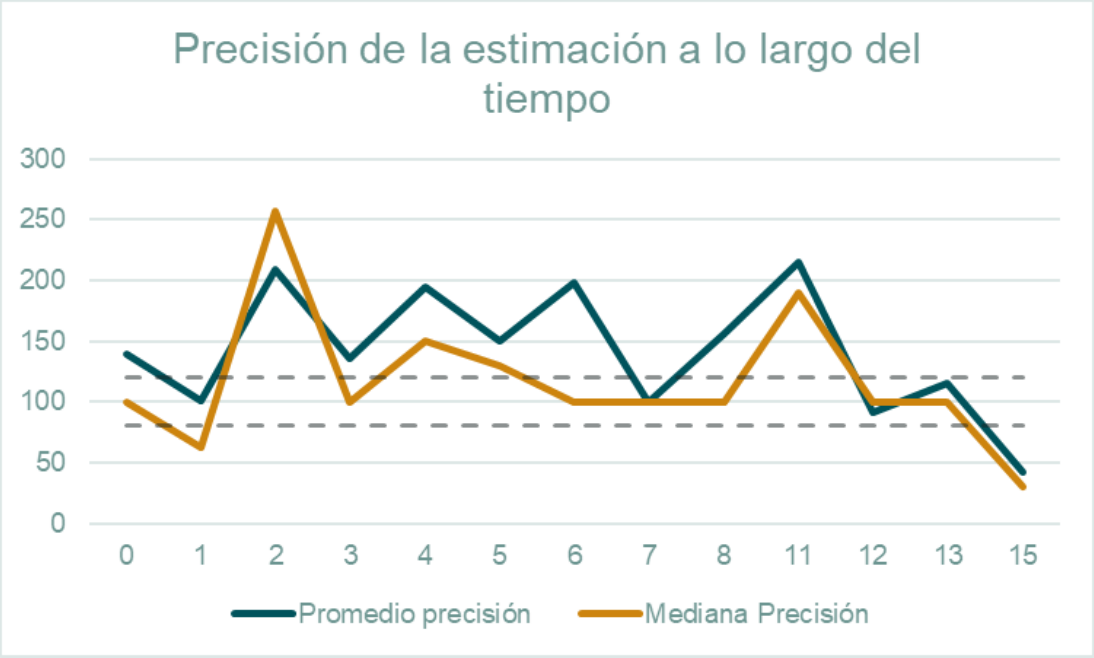


Figura 66: Comparativa de la precisión de la estimación a lo largo del proyecto.

Avance del proyecto en porcentaje

Esta métrica a la fecha actual se encuentra con un 100% de completitud de las tareas estimadas para realizarse a día de hoy, por lo que se concluye que se cumplió con la meta planteada. Por otra parte aún quedan tareas en el backlog ya que el proyecto continuará con un estudiante de ingeniería. Sin embargo las funcionalidades clave planeadas para la fecha se encuentran completamente implementadas y se completaron todas las tareas planeadas para esta fase del desarrollo del proyecto.

Desviación del cronograma

Como se puede ver en la siguiente imagen, se contaba con un cronograma durante el proyecto en el que se anotaban las tareas correspondientes a cada milestone y del que se podía obtener el

cumplimiento con plazos. En el único momento que la desviación del cronograma fue mayor al 10%, se resolvió invirtiendo más horas de trabajo con el fin de volver a los plazos establecidos. Esto ocurrió en el sprint 8.

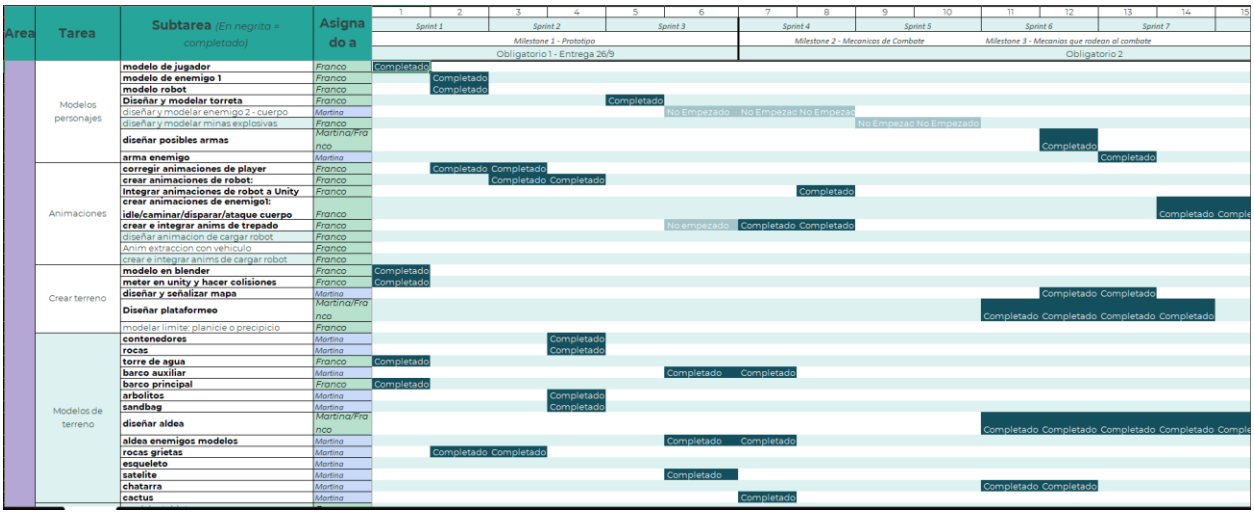


Figura 67: Lista de tareas en forma de Gantt Chart.

Story points por sprint

Se procuró que la asignación de tareas para cada sprint fuera lo más equitativa posible, a fin de no sobrecargar a miembros del equipo con más tareas que a otros, aunque en ocasiones, sujeto a disponibilidad, miembros del equipo se ofrecían a realizar más trabajo a fin de cubrir a los otros miembros del equipo con menos disponibilidad horaria o que estuvieran en fechas comprometidas por otras entregas o carga de trabajo. Esto fue algo totalmente voluntario y que surgió de la buena comunicación y coordinación en el equipo.

5.9 Conclusión de plan de calidad

Definir un plan de calidad correctamente fue una pieza fundamental en el desarrollo del juego, ya que nos permitió garantizar, no solo un producto que cumpla con los estándares de calidad deseados y las expectativas puestas en él, sino que permitió, mediante las métricas corregir diversos errores y gestionar adecuadamente el proceso de desarrollo y el proyecto en general.

Se observa la importancia de monitorear constantemente las métricas, detectando en fases tempranas falencias en la calidad y sus razones y permitiéndonos tomar acciones correctivas con el fin de mejorar la calidad y reducir la tasa de retrabajo por defectos introducidos, ya que un error no detectado en fases tempranas del desarrollo puede provocar un sistema defectuoso y difícil de corregir a futuro.

Además, permitió gestionar adecuadamente el cumplimiento de plazos conforme al cronograma y ayudó con los criterios de aceptación o rechazo de requerimientos, definiendo muchas veces el rumbo del proyecto de manera realista.

6. Gestión del proyecto

6.1 Proceso de desarrollo

El proceso de desarrollo del proyecto se estructuró tomando como base el enfoque conocido como Dual Track Scrum, aunque adaptado a las necesidades y limitaciones concretas del equipo. Dual Track Scrum es una metodología ágil que propone dividir el trabajo en dos flujos paralelos: uno enfocado en la exploración y validación de ideas (discovery track) y otro centrado en la implementación técnica de las funcionalidades (delivery track). Esta separación tiene como objetivo evitar que se desarrollen funcionalidades innecesarias, permitiendo validar tempranamente el valor real de lo que se planea construir. En el desarrollo de videojuegos, esta metodología resulta especialmente útil, ya que muchas decisiones clave, como la claridad de las mecánicas, la experiencia de usuario, o el impacto de ciertas interacciones, sólo pueden validarse una vez que se prototipan o prueban directamente con el jugador.

Este modelo sirvió como marco conceptual, pero fue adaptado a las características específicas del proyecto. El equipo estaba compuesto por cuatro personas (dos desarrolladores y dos artistas), por lo que mantener dos flujos de trabajo formales en paralelo habría implicado una sobrecarga operativa considerable. En lugar de separar los roles en discovery y delivery de forma estricta, el equipo optó por una única línea de trabajo integrada, en la cual las ideas, funcionalidades y decisiones de diseño se discutían colectivamente, se validaban con el docente a cargo y con el Game Designer, y luego se incorporaban directamente al desarrollo según la prioridad del momento.

A pesar de no contar con una estructura formal de discovery, muchos de los principios del Dual Track Scrum sí estuvieron presentes. Por ejemplo, existía una validación constante de funcionalidades antes de su implementación definitiva. Esta validación se daba a través de discusiones con el Game Designer, experimentación directa en el juego, revisión entre pares, y sobre todo, por medio del feedback recibido en las sprint reviews con el docente. Estas instancias cumplían el rol de control de calidad y alineación con la visión general del proyecto, evitando

avanzar con desarrollos que no aportaran valor o que pudieran generar problemas en etapas futuras o atrasos en el cronograma.

A lo largo del proceso también se mantuvo una alta flexibilidad en la priorización del backlog, permitiendo que ciertas ideas o ajustes surgieran en función de la evolución del juego, y no necesariamente desde una planificación rígida previa. Este enfoque iterativo y adaptativo es coherente con la lógica de descubrimiento continuo que propone el Dual Track Scrum, pero llevado a cabo de forma simplificada y orgánica.

La decisión de no aplicar la metodología en su totalidad respondió a motivos concretos. En primer lugar, el tamaño del equipo hacía inviable la existencia de dos tracks paralelos con roles diferenciados. En segundo lugar, el tiempo limitado por fechas de entregables y estrictamente marcado en el caso de los artistas por el cronograma del curso y las fechas marcadas de los entregables hacía necesario optimizar cada instancia de trabajo, evitando duplicar procesos o generar documentación que no aporte valor inmediato. Finalmente, la comunicación directa con los stakeholders (el docente y el Game Designer) permitía validar rápidamente ideas o prototipos sin necesidad de procesos de investigación separados.

A partir de la revisión de junio, cuando el equipo se había reducido a un único integrante, se decidió abandonar el enfoque de Dual Track Scrum, ya que la dinámica colaborativa y las instancias de validación propias de esa metodología dejaron de ser posibles. En su lugar, el proceso de trabajo se reestructuró siguiendo los principios de Kanban, una metodología ágil más adecuada para la gestión individual.

Bajo este esquema, las tareas se organizaban en un tablero dividido en columnas según los estados de las tareas, priorizando los objetivos a corto plazo y permitiendo una visión clara del progreso general del proyecto. Este método facilitó mantener la continuidad del desarrollo, ajustar la planificación de acuerdo con el tiempo disponible y centrarse en la finalización progresiva de funcionalidades prioritarias, sin requerir reuniones formales ni roles diferenciados, ya que con la composición final del equipo carecían de sentido al estar concentrados en una única persona.

El cambio metodológico permitió sostener la productividad y mantener la coherencia del desarrollo a pesar de la reducción del equipo, conservando el espíritu iterativo y flexible característico de las metodologías ágiles.

En definitiva, el proyecto transitó dos etapas metodológicas complementarias (al comienzo también se utilizó Kanban como complemento a Dual Track Scrum) en una primera etapa se desarrolló a través de un enfoque ágil adaptado basado en la filosofía del Dual Track Scrum, pero ajustado a la escala y dinámica del equipo. Se priorizó la colaboración constante, la validación continua y la flexibilidad en la toma de decisiones, manteniendo una estructura lo suficientemente ágil para sostener el desarrollo del juego sin sacrificar la calidad ni la visión de diseño. En una segunda etapa se utilizó solamente Kanban adaptándose a la dinámica individual. Esta evolución metodológica permitió adaptarse a los cambios en la composición del equipo sin perder agilidad ni coherencia con los objetivos del desarrollo.

6.2 Roles

Para asignar los roles se tomó en cuenta la preferencia personal de cada miembro del equipo. Aunque cada uno se centró principalmente en su rol acordado, el equipo se permitió cierta flexibilidad en los roles a la hora de enfrentar desafíos y tareas inesperadas, sólo en situaciones determinadas, por tiempo limitado, y si era estrictamente necesario para cumplir con el cronograma.

6.2.1 Product owner

Supervisa el avance del proyecto y la gestión general del equipo. Ayuda a establecer los objetivos del producto. Participa en la priorización de tareas del backlog.

Rol ocupado por: Álvaro Azofra (profesor y tutor de Licenciatura en Animación y Videojuegos).

6.2.2 Project manager

Establece la gestión del proyecto. Supervisa los procesos, objetivos y métricas. Es el principal encargado de la gestión de riesgos. Ajusta la planificación de acuerdo al cronograma, alcance e impacto.

Rol ocupado por: Javier de Mattos.

6.2.3 Scrum master

Facilita reuniones, supervisa el cumplimiento del proceso, garantiza la comunicación efectiva y gestiona adaptaciones al marco de trabajo.

Rol ocupado por: Javier de Mattos.

6.2.4 Ingeniero de requerimientos

Investiga y coordina con el Product Owner estándares existentes para especificar requerimientos funcionales y no funcionales del proyecto, validando su necesidad e impacto.

Rol ocupado por: Todo el equipo.

6.2.5 Responsable de SQA

Desarrolla el plan de calidad, define los estándares a cumplir y coordina actividades para asegurar la calidad del proyecto.

Rol ocupado por: Javier de Mattos.

6.2.6 Responsable de SCM

Administra las herramientas, establece estándares y capacita al equipo en el uso de las herramientas para garantizar su uso efectivo en el proyecto.

Rol ocupado por: Daniel Komés.

6.2.7 Game designer

Planifica y diseña la experiencia de juego, idea y define las mecánicas, narrativa, diseño de ambiente y niveles, apariencia y personalidad de personajes, entre otros. Coordina con los otros roles para asegurar la experiencia del producto final, balance de la dificultad y recompensas. Analiza el feedback de pruebas con usuarios para ajustar el diseño y mejorar la experiencia de usuario final.

Rol ocupado por: Franco Barretto.

6.2.8 Director de arte

Dirige el aspecto visual y estético, gestionando el estilo y paleta de colores. Participa en la decisión del diseño del entorno, niveles y efectos visuales. Lidera y coordina a otros miembros del equipo de arte para lograr un resultado atractivo y coherente.

Rol ocupado por: Franco Barretto.

6.2.9 Artista técnico

Artista gestionado por el director de arte. Diseña texturas, materiales, modelos, entre otros elementos necesarios para el aspecto visual. Usa su experiencia técnica con otros programas usados por el proyecto para integrar archivos diferentes en un entorno común para permitir que el resto del equipo los use.

Rol ocupado por: Franco Barretto.

6.2.10 Artista

Artista gestionado por el director de arte. Diseña texturas, materiales, modelos, entre otros elementos necesarios para el aspecto visual. Produce la mayoría de elementos visuales a usar.

Rol ocupado por: Franco Barreto, Martina Abascal.

6.2.11 Diseñador UX / UI

Diseña la estructura y aspecto visual de las interfaces de usuario para mantener una experiencia intuitiva, conveniente, fácil de usar y coherente con el estilo acordado por el director de arte.

Rol ocupado por: Franco Barreto, Martina Abascal.

6.2.11 Desarrollador

Desarrollar la implementación técnica, resolver problemas complejos de programación y garantizar la calidad del código.

Rol ocupado por: Daniel Komés, Javier de Mattos.

6.3 Artefactos

Los artefactos que usamos en nuestra metodología ágil, con el fin de gestionar correctamente todos los aspectos del proyecto, fueron los siguientes.

- **Product Backlog:** lista de tareas desprendidas de los requerimientos aceptados según los criterios de aprobación.

- **Reporte de incidencias:** lista de reporte de errores e incidencias con prioridad asignada, basada en su gravedad y urgencia por ser corregida.

- **Sprint Backlog:** era un subconjunto del product backlog, donde se marcaban las tareas propias de cada sprint.

- **Board de tareas (Trello):** se contaba con un trello donde los miembros del equipo movían sus tareas entre las distintas columnas “ToDo”, “Doing” y “Done” según su estado actual.

- **Burndown chart:** gráfico que mostraba el progreso del proyecto, mostrando el trabajo restante comparado con el tiempo restante.

6.4 Ceremonias

Durante el desarrollo del proyecto, el equipo aplicó un enfoque ágil adaptado a su estructura y dinámica de trabajo. Si bien no se implementaron todas las ceremonias de Scrum de forma estricta, se llevaron a cabo aquellas instancias que resultaron clave para organizar y sostener el progreso continuo del desarrollo. Se realizaron sprints de 2 semanas donde se realizaba una sprint review al

finalizar cada uno. Esta instancia se utilizaba para mostrar al docente el avance del proyecto y recibir feedback necesario para seguir mejorando el producto.

Luego de cada sprint también se realizaba una Sprint Retrospective donde el equipo analizaba el funcionamiento del trabajo en conjunto a lo largo de ese sprint. En estas reuniones se compartían experiencias sobre lo que había funcionado bien, lo que podía mejorarse y las dificultades que surgieron. Esto permitió ajustar dinámicas internas, mejorar la comunicación entre arte y desarrollo, y mejorar la calidad global del producto ya que en estas reuniones se tomaban o comunicaban las decisiones basadas en los resultados de los resultados de las métricas de SQA que derivaban en actividades nuevas de SQA en algunos casos como por ejemplo la inclusión de pruebas de regresión del sprint 3.

Todos los miércoles el equipo se reunía de forma sincrónica para revisar el estado general del proyecto, coordinar los avances del sprint en curso, y resolver dudas o bloqueos específicos. Estas reuniones reemplazaron el formato de “daily meetings” tradicional, ya que la frecuencia semanal resultó más adecuada por ser un equipo reducido y multidisciplinario y el volumen de trabajo que manejaban, la mayor parte de las comunicaciones de coordinación se realizaban mediante charlas informales por los canales de comunicación definidos. Esto ocurría ya que, a pesar de ser un equipo en su totalidad, internamente existían 2 equipos autogestionados que se encontraban en constante comunicación (desarrollo y diseño). De todas formas, en caso de que hubiera alguna deliberación importante que tomar que involucrara a todo el equipo se realizaba una reunión donde todos pudieran estar presentes.

6.5 Medición del trabajo

Dado el tamaño reducido del equipo y la variedad de tiempo disponibles de los integrantes, experiencia con distintas herramientas y al ser un equipo multidisciplinario por sobre todo, se optó por, en lugar de realizar la medición del trabajo mediante horas trabajadas, utilizar como unidad de medida los Story Points planeados para cada miembro del equipo por sprint. Estos Story Points dependían de las siguientes características de una tarea.

- **Complejidad técnica o artística:** se evaluaba cuán difícil era implementar o realizar una tarea, considerando conocimientos previos, herramientas a utilizar, integración con otras partes del sistema, o el nivel de detalle artístico necesario.

- **Tiempo estimado de dedicación:** si bien no se expresaba el esfuerzo en horas concretas, sí se consideraban rangos aproximados de duración para estimar el tamaño de cada tarea. Esta estimación se basaba en experiencia previa o referencias de tareas similares.

- **Riesgo e incertidumbre:** tareas que implicaban exploración técnica, posibles bloqueos, o poca claridad en sus requerimientos eran puntuadas más alto, ya que representaban una mayor carga mental y riesgo de retrabajo.

- **Dependencias:** se tenía en cuenta si una tarea dependía de la entrega o avance de otro miembro del equipo. Las tareas con muchas dependencias requerían mayor coordinación y, por lo tanto, solían considerarse de mayor esfuerzo relativo.

- **Impacto en la jugabilidad o en la entrega:** aquellas tareas que eran clave para una entrega específica (por ejemplo, una milestone) o que impactaban directamente en la experiencia del jugador, eran cuidadosamente ponderadas, tanto en tiempo como en prioridad.

Para mantener consistencia, los Story Points asignados seguían una escala basada en la serie de Fibonacci modificada (1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34). Esta elección permitió representar con más claridad la diferencia entre tareas pequeñas, medianas y grandes, evitando una linealidad artificial en el esfuerzo estimado.

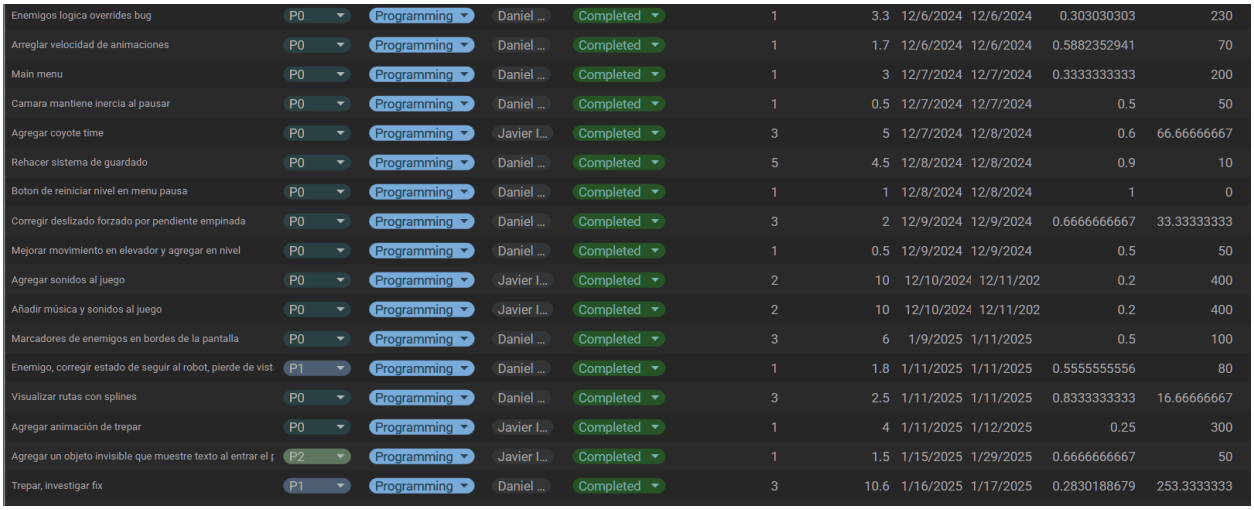
6.6 Definición de backlog

El backlog es la lista de tareas pendientes. Estas tareas están sujetas a modificaciones y revisiones, sobre todo cuando ha pasado cierto tiempo entre su definición y su realización, ya que el proyecto podría haber avanzado en direcciones inesperadas que causaran que haya que replantear la tarea.

Al definir la tarea se registraba su descripción, tipo de actividad (programación, arte, UI, game design), horas estimadas de trabajo, prioridad, y opcionalmente, responsable.

Al terminar la tarea se completaban los datos de su fecha de inicio y fin de realización y horas de trabajo.

Tener este documento fue extremadamente útil para organizar las tareas y entender cómo avanzaba el proyecto en el tiempo.



Enemigos logica overrides bug	P0	Programming	Daniel ...	Completed	1	3.3	12/6/2024	12/6/2024	0.303030303	230
Arreglar velocidad de animaciones	P0	Programming	Daniel ...	Completed	1	1.7	12/6/2024	12/6/2024	0.5882352941	70
Main menu	P0	Programming	Daniel ...	Completed	1	3	12/7/2024	12/7/2024	0.3333333333	200
Camara mantiene inercia al pausar	P0	Programming	Daniel ...	Completed	1	0.5	12/7/2024	12/7/2024	0.5	50
Agregar coyote time	P0	Programming	Javier I...	Completed	3	5	12/7/2024	12/8/2024	0.6	66.66666667
Rehacer sistema de guardado	P0	Programming	Daniel ...	Completed	5	4.5	12/8/2024	12/8/2024	0.9	10
Boton de reiniciar nivel en menu pausa	P0	Programming	Daniel ...	Completed	1	1	12/8/2024	12/8/2024	1	0
Corregir deslizado forzado por pendiente empinada	P0	Programming	Daniel ...	Completed	3	2	12/9/2024	12/9/2024	0.6666666667	33.33333333
Mejorar movimiento en elevador y agregar en nivel	P0	Programming	Daniel ...	Completed	1	0.5	12/9/2024	12/9/2024	0.5	50
Agregar sonidos al juego	P0	Programming	Javier I...	Completed	2	10	12/10/2024	12/11/202	0.2	400
Añadir música y sonidos al juego	P0	Programming	Javier I...	Completed	2	10	12/10/2024	12/11/202	0.2	400
Marcadores de enemigos en bordes de la pantalla	P0	Programming	Daniel ...	Completed	3	6	1/9/2025	1/11/2025	0.5	100
Enemigo, corregir estado de seguir al robot, pierde de vist	P1	Programming	Daniel ...	Completed	1	1.8	1/11/2025	1/11/2025	0.5555555556	80
Visualizar rutas con splines	P0	Programming	Daniel ...	Completed	3	2.5	1/11/2025	1/11/2025	0.8333333333	16.66666667
Agregar animación de trepar	P0	Programming	Javier I...	Completed	1	4	1/11/2025	1/12/2025	0.25	300
Agregar un objeto invisible que muestre texto al entrar el p	P2	Programming	Javier I...	Completed	1	1.5	1/15/2025	1/29/2025	0.6666666667	50
Trepar, investigar fix	P1	Programming	Daniel ...	Completed	3	10.6	1/16/2025	1/17/2025	0.2830188679	253.3333333

Figura 68: Backlog de tareas.

6.7 Estimación y planificación

El equipo del proyecto se compuso por dos artistas y dos desarrolladores, y la supervisión de dos tutores, uno para cada facultad: Facultad de Ingeniería y Facultad de Diseño y Animación.

Se estableció que los sprints serían de 2 semanas cada uno, lo que resultó en 16 sprints hasta la primera entrega final (de Licenciatura).

Debido a la incertidumbre de tiempos, se fueron definiendo milestones a medida que avanzaba el proyecto.

A continuación se muestra una comparación entre estimaciones de duración de tareas y duración real de tareas.

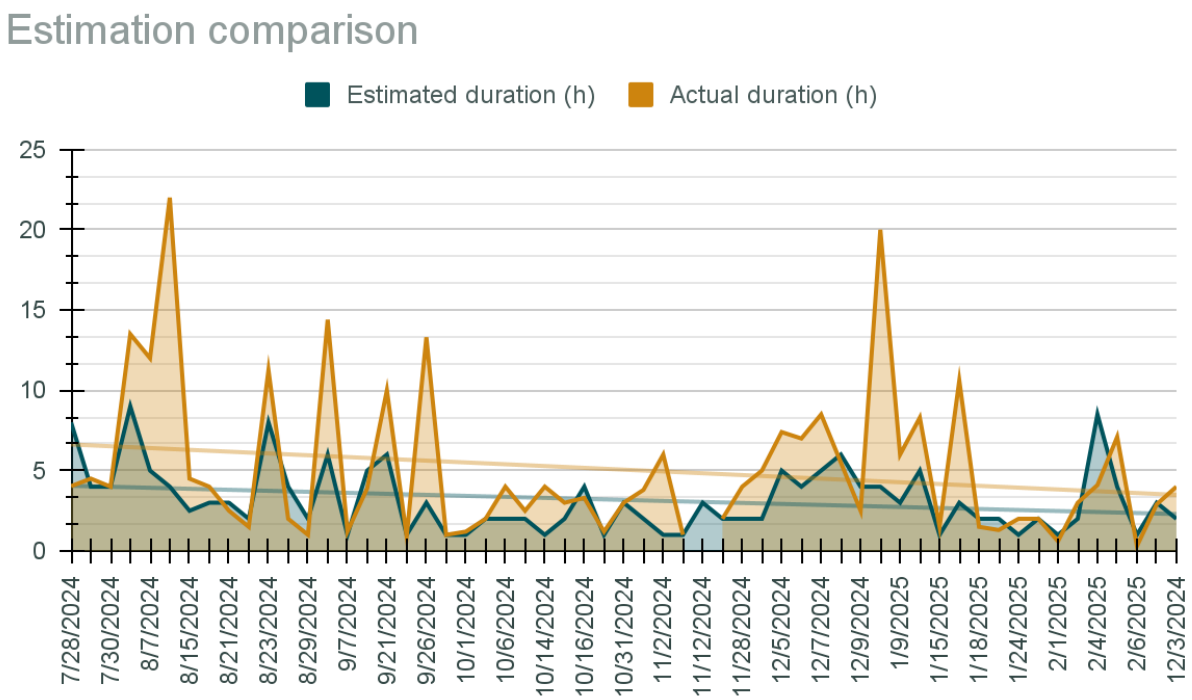


Figura 69: Gráfica comparativa entre la duración estimada vs la duración actual de las tareas con líneas de tendencia.

Las líneas de *trend* descendientes significan que ambas, las estimaciones y la realidad, fueron descendiendo con el paso del tiempo. Esto significa que a medida que avanzaba el proyecto fuimos capaces de separar tareas en fracciones más pequeñas.

Además, ambas líneas de *trend* se acercan una a la otra con el paso del tiempo. Esto significa que fuimos aumentando, aunque sea ligeramente, nuestra precisión al estimar la duración de las tareas.

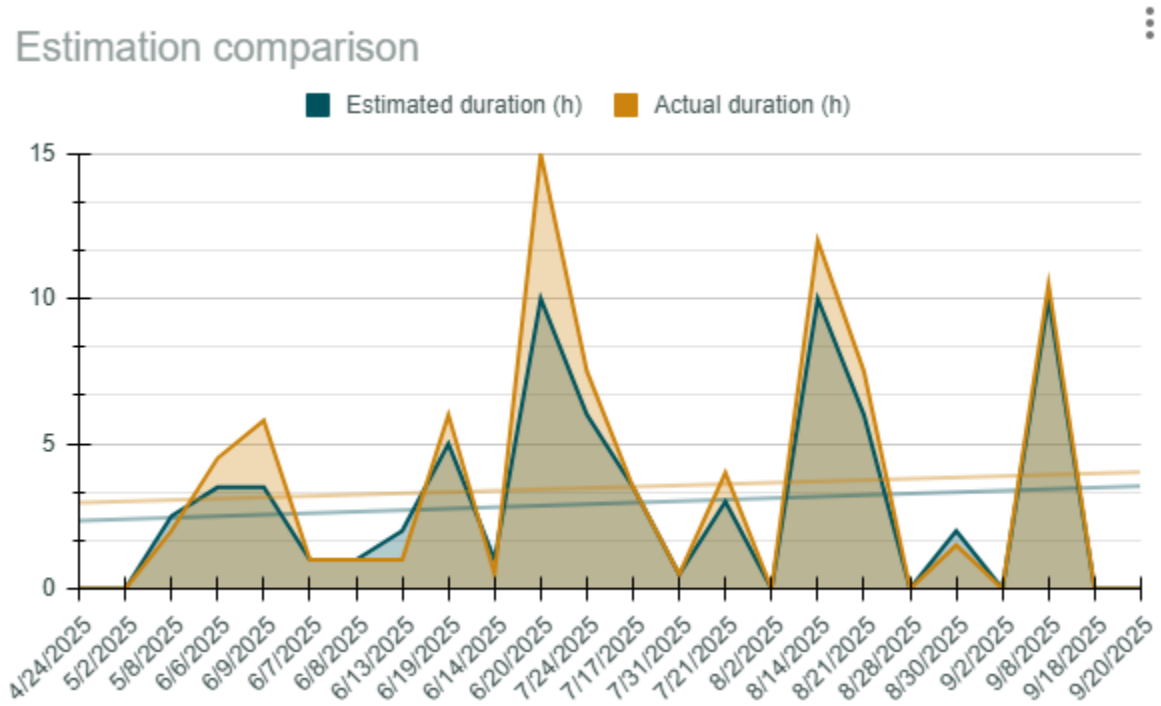


Figura 70: Gráfica comparativa entre la duración estimada vs la duración actual de las tareas con líneas de tendencia a partir de abril.

Si fijamos nuestra atención en las líneas de tendencia a partir de abril de 2025 se puede observar que la forma de estimar fue aún mejor, la duración de las tareas presenta diferencias mucho menores que en la primera mitad, lo cual indica que se fue mejorando en cuanto a estimación de tiempos refiere.

La siguiente es una comparación entre la precisión de la estimación con respecto a la duración real de cada tarea.

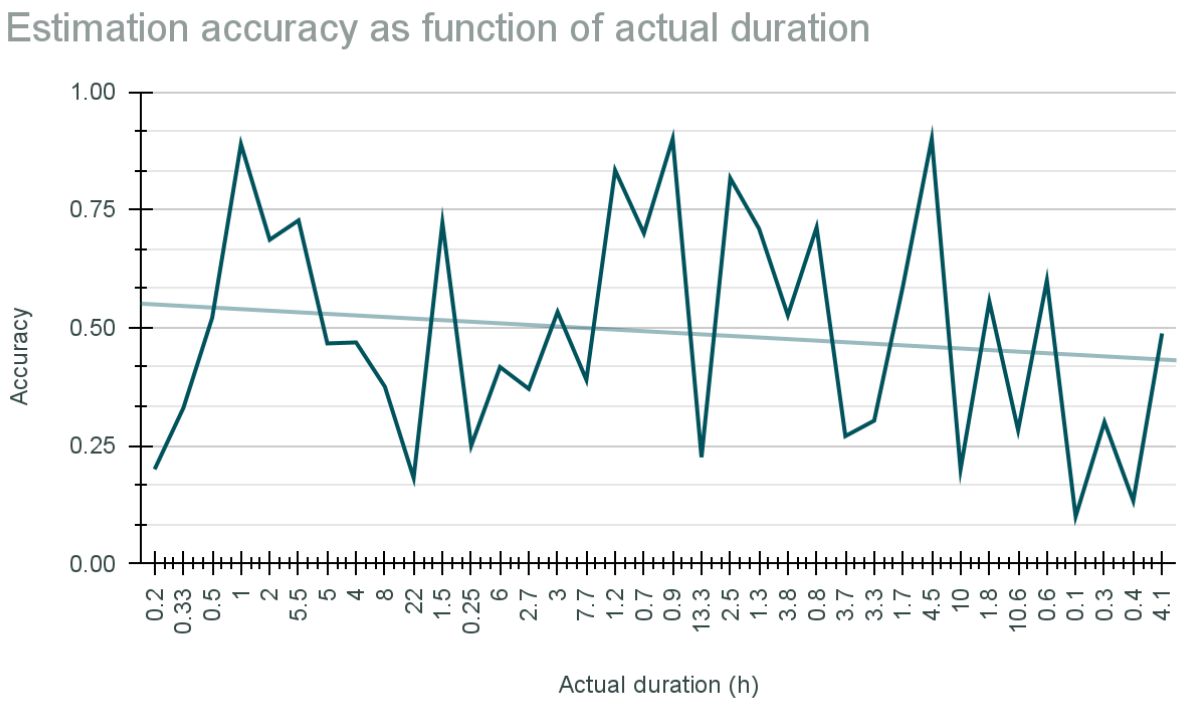


Figura 71: Gráfica mostrando la precisión de la estimación según la duración de la tarea.

La precisión de las estimaciones desciende cuando la duración real aumenta. Esto significa que nuestras estimaciones fueron más precisas al estimar tareas que terminaron requiriendo menos esfuerzo.

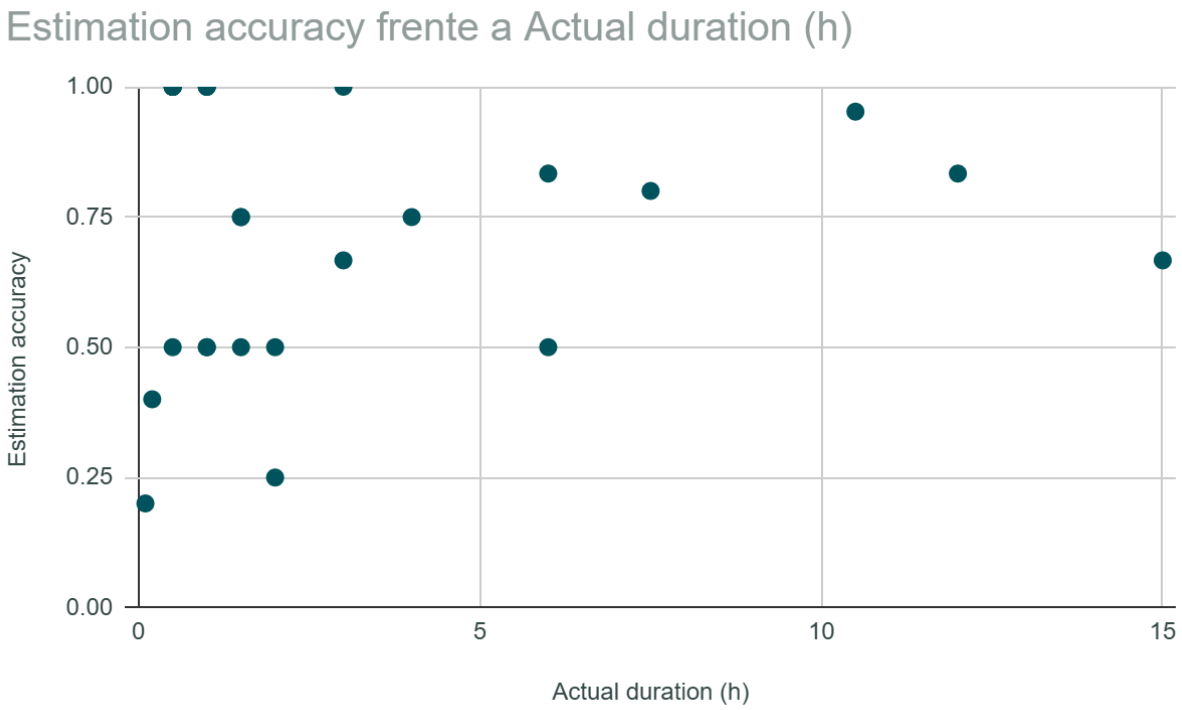


Figura 72: Gráfica de dispersión mostrando la precisión de la estimación según la duración de la tarea en la segunda mitad del proyecto.

Como se puede ver en esta segunda mitad las tareas más difíciles de estimar su duración en este caso siguen siendo las de mayor y menor duración, las de duración menor a 30 minutos de hecho deberían ser ignoradas ya que, por norma general, toda tarea que era anotada en la lista de tareas su duración se anotaba como mínimo con ese valor.

La siguiente gráfica refleja la precisión de las estimaciones en función del tiempo

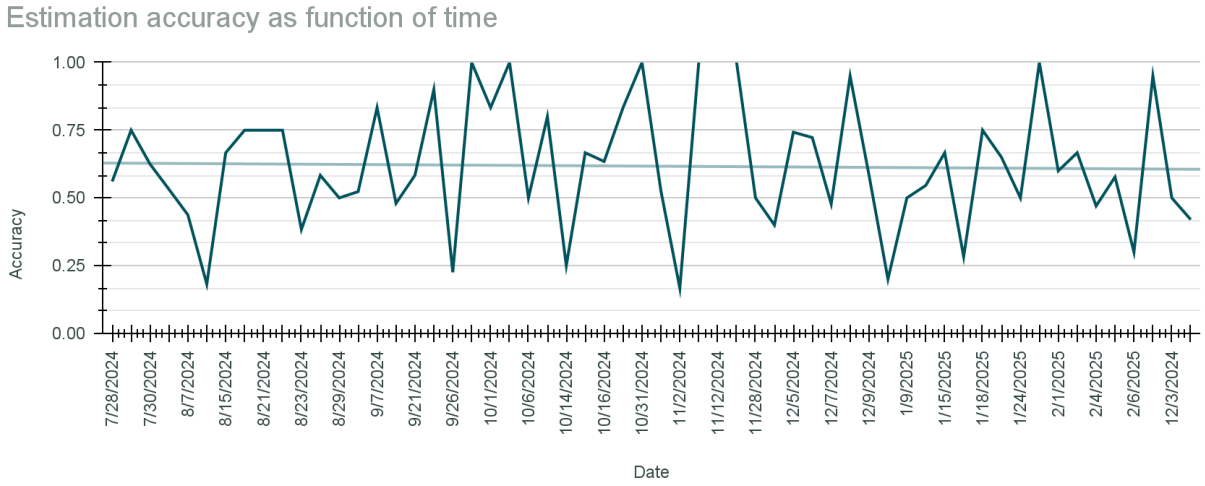


Figura 73: Gráfica mostrando la precisión de la estimación a lo largo del tiempo.

La precisión de las estimaciones decrece ligeramente cuando la fecha de inicio de la tarea aumenta. Esto significaría que a medida que avanzaba el proyecto, la precisión de las estimaciones bajó. Sin embargo, es posible que errores de redondeo u otras circunstancias causen que el trend descienda.

6.8 Gestión de riesgos

Durante el desarrollo del proyecto se registraron y categorizaron varios riesgos que deberían ser monitorizados.

6.8.1 Categorización de riesgos

En esta tabla se muestran los riesgos identificados, su tipo, impacto, probabilidad, estrategia general a usar y fecha de identificación.

Tipo	Título	Impacto	Probabilidad	Estrategia	Fecha de identificación
Técnicos	Compatibilidad con hardware	Medio	Muy baja	Aceptar	11/4/2024
	Rendimiento	Muy alto	Media	Reducir	11/4/2024
	Fallo de integración	Alto	Muy baja	Evitar	11/4/2024
Desarrollo	Cambio de tecnología	Crítico	Muy baja	Evitar	11/4/2024
	Retraso en el cronograma	Alto	Alta	Reducir	11/4/2024
	Falta de personal o recursos clave	Muy alto	Muy baja	Aceptar	11/4/2024
	Problemas de comunicación y	Alto	Baja	Reducir	11/4/2024
	Problemas de comunicación con tutor	Alto	Muy baja	Reducir	11/4/2024
Calidad	Problemas de usabilidad	Medio	Media	Reducir	11/4/2024
	Bugs	Medio	Alta	Reducir	11/4/2024
	Problemas de balance del juego y experiencia	Alto	Media	Reducir	11/4/2024
	Features incrementales	Alto	Alta	Reducir	11/4/2024

Figura 74: Tabla de riesgos.

6.8.2 Definición de riesgos técnicos

Esta sección de riesgos corresponde a los relacionados con la tecnología utilizada y los problemas derivados de sus limitaciones.

Compatibilidad con hardware

Riesgo: Problemas de compatibilidad con distintos dispositivos.
Impacto: los dispositivos afectados tendrían una mala experiencia de juego o incluso podrían no lograr ejecutarlo.
Medidas de prevención: investigar las configuraciones que ofrece Unity para estos casos.

Rendimiento

Riesgo: Requerimientos de hardware demasiado altos para la mayoría de dispositivos objetivo.

Impacto: los dispositivos afectados tendrían una mala experiencia de juego o incluso podrían no lograr ejecutarlo.
Medidas de prevención: aplicar occlusion culling, una técnica que facilita Unity que desactiva el renderizado de objetos que la cámara no capta, ya que siguen consumiendo recursos aunque no sean visibles. Probar regularmente el juego en dispositivos con el hardware objetivo para asegurar que el rendimiento es aceptable.
Plan de contingencia: si el problema se presenta en demasiados dispositivos, hacer más eficiente las partes del código (donde sea posible) que se ejecutan más frecuentemente, y/o reducir su frecuencia. Aplicar LOD, una técnica que reduce la resolución de objetos lejanos a la cámara, ya que no se pueden apreciar sus detalles, pero siguen consumiendo recursos.

Fallo de integración

Riesgo: Al usar un motor de terceros (Unity) pueden ocurrir fallos de integración que requieran soluciones adicionales. Esto requeriría investigar interacciones externas con el motor.
Impacto: un cambio de tecnología requiere cambiar el motor, lo que afectaría enormemente al proyecto, hasta el punto de potencialmente cancelarlo por completo.
Medidas de prevención: investigar funcionalidades sobre las que el equipo tiene poca experiencia de implementación. Descartar funcionalidades difíciles o imposibles.

6.8.3 Definición de riesgos de desarrollo

Esta clasificación corresponde a los riesgos propios del desarrollo y gestión del proyecto.

Cambio de tecnología

Riesgo: El equipo decide o necesita cambiar de motor.
Impacto: se requeriría rehacer por completo ciertas partes de diseño, cambiar el código para conectar con la API del nuevo motor, o incluso reescribir todo el código en otro lenguaje si el nuevo motor no es compatible con el lenguaje actual (C#).

Medidas de prevención: reducir alcance para que el juego sea realizable en el motor actual.

Retraso en el cronograma

Riesgo: Problemas para cumplir plazos y tiempos establecidos.
Impacto: reduciría la calidad del resultado final. Forzaría una reducción del alcance.
Medidas de prevención: reuniones periódicas de informes de avances con el equipo para mantener actualizado el cronograma y expectativas.
Plan de contingencia: Reducir el alcance y/o aumentar la carga horaria de los miembros del equipo.

Falta de personal o recursos clave

Riesgo: Los miembros del equipo abandonan el proyecto, o surge la carencia de algún recurso vital (hardware o software específico usado).
Impacto: el proyecto sería retrasado y tendría menos calidad y funcionalidades.
Medidas de prevención: monitorear actualizaciones del software usado para detectar cambios de compatibilidad con hardware disponible. Reuniones periódicas con el equipo para mantenerse al tanto de cambios relevantes.
Plan de contingencia: reducir alcance. Justificar reducción de calidad.

Problemas de comunicación y coordinación del equipo

Riesgo: Malentendidos, poca coordinación, errores de interpretación, trabajo duplicado, inconsistencias, etc.
Impacto: bajaría la calidad del resultado final, posiblemente causaría retrasos en el cronograma, y por lo tanto, reducción en el alcance.
Medidas de prevención: reuniones periódicas para asegurar un buen clima de trabajo. Informes de avances en el equipo para mantener la coordinación. Mantener una lista de tareas asignadas con responsable designado y plazos definidos.

Problemas de comunicación con tutor

Riesgo: Problemas de comunicación entre el tutor y los miembros del equipo que causan conflicto entre las partes y entorpecen el avance del proyecto.
Impacto: reduciría la calidad de la documentación y procesos referentes a la tesis.
Medidas de prevención: mantener comunicación periódica. Interacción abierta y respetuosa. Reuniones semanales de informe de avances para evitar malentendidos.
Plan de contingencia: recurrir a coordinadores de la cátedra de Software Factory.

6.8.4 Definición de riesgos de calidad

Esta sección corresponde a los riesgos asociados a la calidad final del producto.

Problemas de usabilidad

Riesgo: No cumplir las expectativas de facilidad de uso y percepción de calidad.
Impacto: causaría una mala experiencia de uso. Si se intenta corregir usando feedback de testing, podría causar reducción del alcance.
Medidas de prevención: especificar requerimientos de calidad. Reuniones y testing periódico de funcionalidades e integración para opinar en equipo posibles mejoras.
Plan de contingencia: dedicar tiempo en mejorar el producto, a cambio de reducir el alcance. O mantener el alcance aceptando la calidad subóptima.

Bugs

Riesgo: Errores y comportamiento no esperado durante el juego.
Impacto: reduciría la experiencia del usuario dependiendo de la gravedad de los comportamientos inesperados.

Medidas de prevención: pruebas frecuentes al implementar cada funcionalidad y pruebas de integración con el resto de funcionalidades. Durante el desarrollo, dar acceso al proyecto a personas de confianza externas para que lo prueben. Supervisar y registrar errores encontrados.
Plan de contingencia: priorizar corregir y registrar bugs graves (que impidan el funcionamiento de la aplicación o impidan de forma evidente el progreso del juego). Dedicar tiempo en mejorar el producto, a cambio de reducir el alcance, si los bugs son críticos. O mantener el alcance aceptando la calidad subóptima, si los bugs no son críticos.

Problemas de balance del juego y experiencia

Riesgo: Incorrecto balance en el juego. Ej: recompensas demasiado escasas o demasiado abundantes. Combate demasiado fácil o difícil. Mecánicas demasiado simples o complejas. Enemigos demasiado pasivos o agresivos. Exploración demasiado tediosa, aburrida y/o inútil.
Impacto: afectaría la comprensión, inmersión y/o diversión general del jugador.
Medidas de prevención: pruebas con terceros seleccionados que opinen sobre su experiencia de juego durante el desarrollo. Considerar hacer cambios basados en opiniones repetidas entre los usuarios.
Plan de contingencia: dedicar tiempo en mejorar el producto, a cambio de reducir el alcance. O mantener el alcance aceptando la calidad subóptima.

Features incrementales

Riesgos: Funcionalidades que cambian una vez que el balance del juego tiene una estabilidad aceptable.
Impacto: potencialmente causarían retrasos y descoordinaciones en el cronograma.
Medidas de prevención: monitorear constantemente las funcionalidades agregadas. Evaluar el costo de cambio de cada una.
Plan de contingencia: aceptar la funcionalidad, pero requiere más tiempo para balancear el juego. O rechazar los cambios, pero una funcionalidad potencialmente valiosa se descarta.

6.8.5 Reevaluación de riesgos

A partir de abril, tras la reducción del equipo a un único integrante, se realizó una reevaluación de los riesgos del proyecto. Este proceso tuvo como objetivo identificar nuevos factores de riesgo asociados al cambio de dinámica de trabajo y actualizar las estrategias de mitigación según la nueva realidad del desarrollo.

Entre los principales ajustes, se reconoció un aumento del impacto y probabilidad de ciertos riesgos intrínsecamente relacionados a la colaboración con otros miembros, tales como la falta de recursos clave, el retraso en el cronograma, los bugs, entre otros. Aunque por otro lado se notó una nulidad de los riesgos vinculados a la comunicación interna. Además se añadieron nuevos riesgos a los ya existentes, a continuación se muestra la nueva tabla de riesgos ajustada a la nueva realidad, además de la explicación de los nuevos riesgos identificados.

Tipo	Título	Impacto	Probabilidad	Estrategia	Fecha de identificación
Técnicos	Compatibilidad con hardware	Medio	Muy baja	Aceptar	11/4/2024
	Rendimiento	Muy alto	Media	Reducir	11/4/2024
	Fallo de integración	Alto	Muy baja	Evitar	11/4/2024
Desarrollo	Cambio de tecnología	Crítico	Muy baja	Evitar	11/4/2024
	Retraso en el cronograma	Muy alto	Alta	Reducir	11/4/2024
	Falta de personal o recursos clave	Crítico	Muy baja	Aceptar	11/4/2024
	Problemas de comunicación y	Muy bajo	Muy baja	Reducir	11/4/2024
	Problemas de comunicación con tutor	Alto	Muy baja	Reducir	11/4/2024
	Sobrecarga de trabajo	Alto	Media	Reducir	5/22/2025
Calidad	Problemas de usabilidad	Medio	Alta	Reducir	11/4/2024
	Bugs	Medio	Muy alta	Reducir	11/4/2024
	Problemas de balance del juego y experiencia	Alto	Alta	Reducir	11/4/2024
	Features incrementales	Medio	Baja	Reducir	11/4/2024
	Ausencia de validación externa	Alto	Alta	Aceptar	5/22/2025

Figura 75: Segunda versión de la tabla de riesgos.

Técnicos

En esta sección no se presentaron cambios.

Desarrollo

1. **Retraso en el cronograma:**

   Este riesgo aumentó su nivel de impacto debido a que en caso de que se produzcan retrasos en el cronograma no se cuenta con más miembros del equipo que puedan suplir el trabajo del miembro causante del retraso.

   Medidas de prevención: revisiones periódicas de backlog de tareas para mantener actualizado el cronograma y expectativas.

   Plan de contingencia: Reducir el alcance y/o aumentar la carga horaria semanal dedicada al proyecto.

2. **Falta de personal o recursos clave**

   El impacto de este riesgo pasó a tener un impacto crítico en el proyecto, ya que como se mencionaba en el punto anterior también, no hay posibilidad de suplencia de parte de otro miembro del equipo.

3. **Problemas de comunicación y coordinación del equipo**

   Este riesgo dejó de ser tal en el momento en que el equipo pasó a estar conformado por una sola persona.

4. **Sobrecarga de trabajo**

   Este riesgo surge al no haber división de tareas, ya que toda la responsabilidad recae

sobre una sola persona. Esto puede afectar el rendimiento, la motivación o la calidad del trabajo.

Impacto: afectaría el rendimiento y la calidad del trabajo.

Medidas de prevención: dividir tareas grandes en subtareas semanales, evaluar el flujo de trabajo periódicamente y el alcance de las tareas y trabajar en milestones razonables priorizadas por impacto.

Plan de contingencia: reducir el alcance, tomar descansos en caso de fatiga o enfermedad

Calidad

1. **Problemas de usabilidad**

La probabilidad de que ocurra este riesgo aumentó debido a que hay menos cantidad de gente realizando pruebas sobre el juego, y por lo tanto la opinión acerca del estado actual del juego pasaron a estar sesgadas por la visión de una única persona.

Medidas de prevención: especificar requerimientos de calidad. Testing periódico de funcionalidades y consultar segundas opiniones con personas familiarizadas con el proyecto a fin de identificar posibles mejoras.

Plan de contingencia: dedicar tiempo en mejorar el producto, a cambio de reducir el alcance. O mantener el alcance aceptando la calidad subóptima.

2. **Bugs**

   La probabilidad de que este riesgo ocurra aumentó debido a que se redujo la cantidad de testers, por lo que la cantidad de pruebas realizadas disminuyó la probabilidad de detectar bugs y corregirlos. Como el impacto sigue siendo el mismo, los planes no sufrieron cambios.

3. **Problemas de balance del juego y experiencia**

   La probabilidad de que este riesgo ocurra aumentó ya que nuevamente la opinión puede estar sesgada al reducirse el tamaño del grupo de testers. Los planes y medidas de prevención se mantienen sin cambios.

4. **Features incrementales**

   El impacto de este riesgo disminuyó ya que al haber disminuido también su probabilidad debido a que las features dependen únicamente de las decisiones tomadas por un miembro, es sumamente difícil que eso provoque descoordinaciones en el cronograma o retrasos. Los planes y medidas de prevención se mantienen iguales.

5. **Ausencia de validación externa**

   Ya no hay revisiones de pares ni feedback del docente. Esto afecta directamente la usabilidad, el balance y la claridad de mecánicas. Estrategia: realizar tests con jugadores externos o docentes cuando sea posible.

   Impacto: reduciría la experiencia del usuario.

   Medidas de prevención: realizar tests con jugadores externos cuando sea posible. Buscar la opinión de personas externas al proyecto.

Plan de contingencia: dedicar tiempo en mejorar el producto, a cambio de reducir el alcance. O mantener el alcance aceptando la calidad subóptima.

6.8.6 Conclusiones de riesgos

El análisis de riesgos presentado permite anticipar los principales factores que podrían afectar negativamente el desarrollo y la calidad del proyecto, agrupándolos en categorías técnicas, de desarrollo y de calidad.

Identificar estos riesgos desde etapas tempranas facilita la planificación de medidas preventivas y planes de contingencia apropiados, lo que incrementa las posibilidades de éxito del proyecto. Si bien es imposible eliminar por completo la incertidumbre, el enfoque adoptado busca minimizar el impacto de los eventos adversos mediante una gestión proactiva, coordinada y realista.

A medida que avanzó el proyecto, se observó la utilidad de la gestión de riesgos, ya que algunos de ellos efectivamente se presentaron. Gracias al monitoreo constante y a la aplicación de las estrategias previstas, fue posible abordarlos de manera oportuna, evitando que tuvieran un impacto negativo significativo sobre el desarrollo.

6.9 Gestión de la comunicación

El principal medio de comunicación durante el proyecto fue Discord, debido a sus funcionalidades de organización por “canales”. Los canales de texto en la sección “Avances” fueron usados para discutir los temas correspondientes.

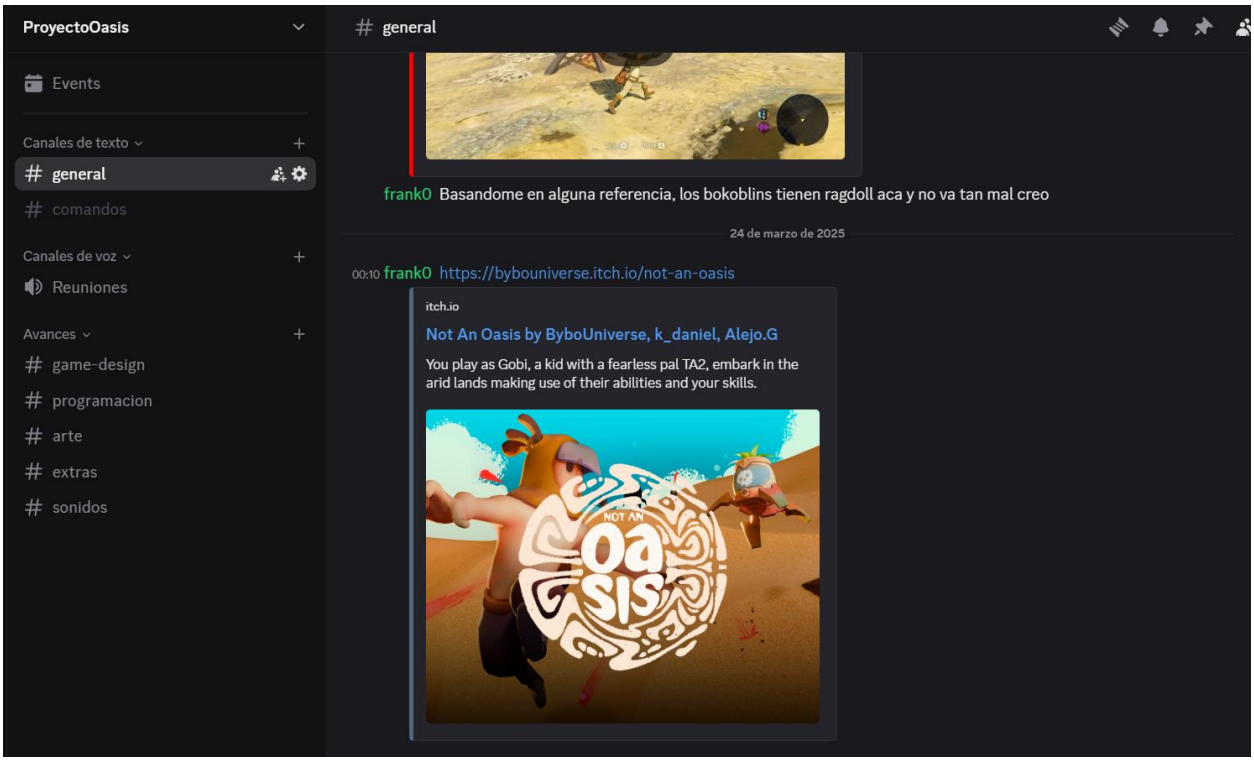


Figura 76: Captura del servidor de discord utilizado.

A continuación se describen los canales usados en el proyecto.

Canal game-design

En “game-design” se discutían temas de diseño del juego.

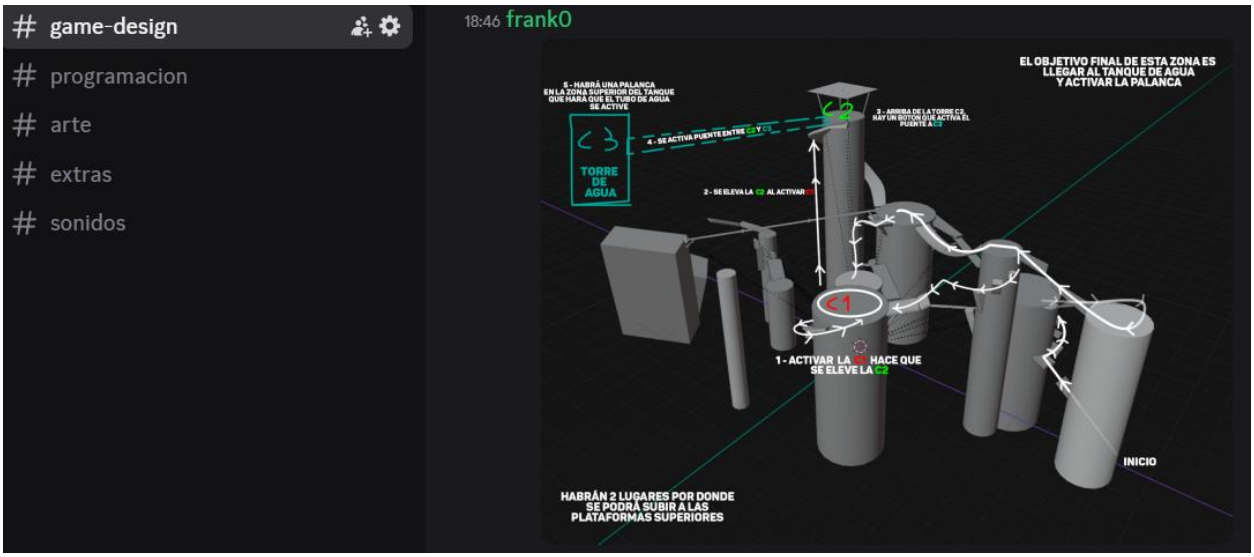


Figura 77: Ejemplo de contenido del canal game-design.

Canal programacion

En “programacion” se mostraban avances y discutían temas de la programación.

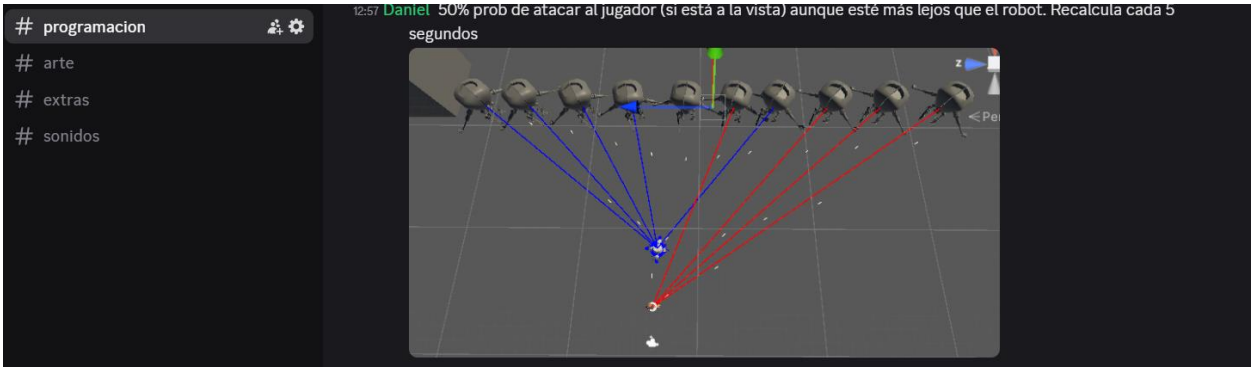


Figura 78: Ejemplo de contenido del canal programacion.

Canal arte

En “arte” se mostraban avances y discutían temas de arte.

Figura 79: Ejemplo de contenido del canal arte.

Canal extras

En “extras” se compartían plugins, y tutoriales útiles de temas varios.

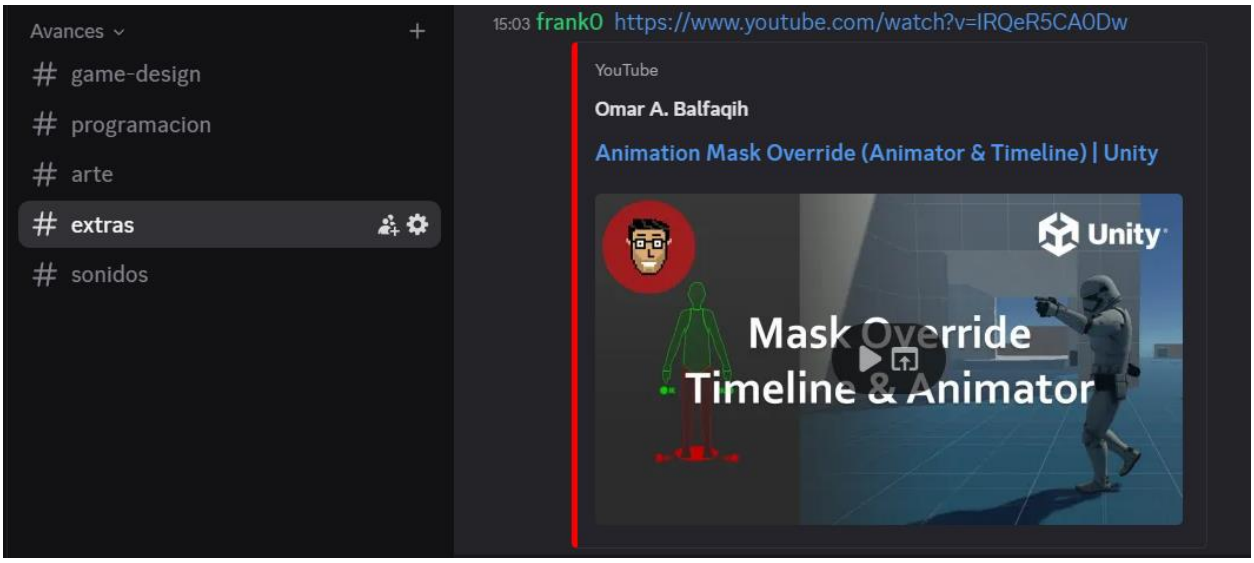


Figura 80: Ejemplo de contenido del canal extras.

Canal sonidos

En “sonidos” se compartían posibles sonidos para evaluar con el equipo.

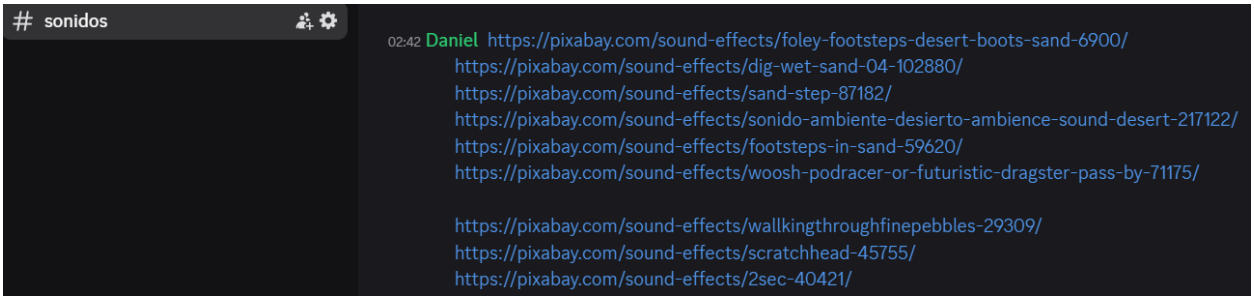


Figura 81: Ejemplo de contenido del canal sonidos.

6.10 Resultado de sprints

En esta sección realizaremos un listado de los distintos sprints y sus principales hitos.

6.10.1 Sprint 1 (21-08-2024)

En el primer sprint se organizaron los canales de comunicación para el equipo en Discord y Whatsapp.

Milestone 1: prototipo.

Tareas realizadas:

- Se diseñaron los modelos de Gobi, TA-2 y enemigo.
- Se creó el terreno en blender y se configuró para importar en Unity. Se agregaron las colisiones y algunos modelos de objetos del ambiente (torre de agua, barco destruido, rocas).
- Se texturizaron algunos modelos.
- Se crearon varios efectos especiales de chispas al disparar las armas láser.
- Se programaron algunos comportamientos del enemigo y TA-2, y algunos comportamientos de los proyectiles.

Sprint Review: En esta primera versión, de la aplicación (recordemos que el proyecto había comenzado a construirse en el semestre anterior al comienzo de clases), si bien la opinión del docente fue positiva, se indicaron algunas correcciones a las animaciones, así como se hizo mención a algunas de ellas faltantes, además se solicitó una versión del recorrido del nivel principal para poder brindar feedback.

Como era el primer sprint no se realizó una Sprint Retrospective.

6.10.2 Sprint 2 (04-09-2024)

Milestone 1: prototipo.

Tareas realizadas:

- Se mejoraron las animaciones de Gobi.
- Se crearon las animaciones de TA-2 de idle, cavar y caminar.
- Se modelaron decoraciones varias (rocas, contenedores, árboles).
- Se texturizaron los modelos de Gobi, TA-2, mochila de Gobi, barco.
- Se creó el material para la arena.
- Se modelaron la casa y algunas decoraciones de la aldea.
- Se presentó un esquema del recorrido del nivel principal para feedback.
- Se implementó la terminal de mods para cambiar mods de TA-2.
- Se agregaron comportamientos al enemigo: investigar, seguir a TA-2, ataque melee al acercarse.
- Se agregaron comportamientos a TA-2: hackear, cavar.
- Se modificó la lógica de TA-2 para que sus comportamientos sean modulares e independientes.
- Se implementó la lógica de interactuar de Gobi con otros objetos interactuables.

Sprint Review: En este sprint el docente nos brindó feedback acerca del recorrido del nivel principal, así como solicitó un “white boxing” del nivel principal para así poder tener un prototipo jugable sobre el cual continuar trabajando.

Sprint Retrospective: el equipo se encuentra conforme con el flujo actual de tareas, ninguno de los integrantes del equipo expresa encontrarse sobrecargado de trabajo. Sin embargo, por algunas complicaciones a la hora de realizar cambios en el repositorio por parte del equipo de arte, se llega a la decisión en conjunto de que siempre haya un desarrollador presente a la hora de realizar la integración del trabajo de los artistas en git, evitando de esta forma que puedan tener algún tipo de problema que les implique realizar retrabajo, además se determinó necesario realizar pruebas de regresión a fin de que nuevos cambios no entren en conflicto con cambios ya integrados. Se discutieron ajustes finales para la entrega del primer obligatorio.

6.10.3 Sprint 3 (18-09-2024)

Milestone 1: prototipo.

Tareas realizadas:

- Se modeló la torreta (descartada).
- Se planificó el modelo del enemigo 2 con temática cuerpo a cuerpo (descartado).
- Se planificó la animación de trepar de Gobi.
- Se modeló el barco secundario.
- Se modelaron algunos enemigos para la aldea.

- Se modeló la antena parabólica del nivel.
- Se modelaron algunas decoraciones para la casa en la aldea.
- Se modeló el vehículo de Gobi (descartado).
- Se crearon efectos visuales de tormenta de arena.
- Se trabajó en el “white boxing” del nivel.
- Se discutió el alcance preliminar del juego.
- Se creó el menú de pausa para la primera entrega.
- Se agregó comportamiento en los enemigos para que alerten a enemigos cercanos cuando entran en combate.
- Se cambió la lógica de TA-2 al seguir al jugador para que no se ponga en el camino del jugador, entorpeciendo el movimiento.
- Se cambió la lógica de marcado de enemigos para que se desmarquen al alejarse demasiado, e impedir marcar desde demasiado lejos.
- Se realizaron pruebas de regresión sobre el movimiento y mecánicas del jugador.
- Se creó el ejecutable para entregar en el primer obligatorio.

Sprint Review: se mostró el “white boxing” del nivel al profesor, el cual realizó sugerencias y aspectos a mejorar sobre el prototipo presentado.

Sprint Retrospective: Se notó una mejora positiva respecto a los problemas con la integración de nuevas características a la hora de generar nuevos errores, aunque se esperó ver en un futuro cuando se tuvieran más datos si realmente el cambio fue positivo. Se coordinaron horarios de disponibilidad de los integrantes para tener reuniones. Se planteó como objetivo la inclusión de nuevos comportamientos en los enemigos y Gobi.

6.10.4 Sprint 4 (02-10-2024)

Milestone 2: combate básico.

Tareas realizadas:

- Se crearon e implementaron las animaciones de trepar de Gobi.
- Se agregaron algunas animaciones de TA-2.
- Se modelaron algunas decoraciones del terreno.
- Se texturizaron algunos objetos decorativos y la mochila de Gobi y terminal de mods.
- Se creó el material general para las rocas.
- Se crearon efectos visuales de la habilidad Sonar de TA-2, de impacto de balas en enemigos y polvo al saltar.
- Se agregaron comportamientos al enemigo: patrullar siguiendo rutas predefinidas, atacar melee cuando el objetivo está suficientemente cerca, buscar y lanzar cajas del entorno, probabilidad de priorizar atacar a Gobi en vez de TA-2, armas modulares de forma que cambien su comportamiento según el arma que tengan, capacidad de buscar y equipar armas del suelo.

- Se implementó la capacidad de agacharse de Gobi (descartado).

Sprint Review: El docente indicó que el combate no se sentía bien.

Sprint Retrospective: Se comentó acerca de un problema que surgió a la hora de integrar cambios en la estructura del nivel, el problema surgido fue que, con las nuevas texturas, resultó perjudicado el correcto recorrido del nivel, es decir, el completar el nivel se volvió demasiado complejo. Visto esto se determinó la necesidad de incluir pruebas de integración, de esta forma, cada vez que se introducía un cambio o ajuste que impactara directamente sobre el nivel, se debía realizar una prueba de todo el nivel (es decir jugarlo completo o al menos hasta el sitio del cambio en caso de que este sea de algún modelo del terreno) a fin de garantizar que dicho cambio no perjudicara la experiencia del jugador a la hora de completar el nivel o que directamente se lo impidiera. Se planificó para el próximo sprint una forma de esquivar los ataques, y tomando en cuenta los comentarios del docente, se realizaron cambios a TA-2 y a Gobi para intentar mejorar el combate.

6.10.5 Sprint 5 (16-10-2024)

Milestone 2: combate básico.

Tareas realizadas:

- Se planificó el modelado de minas explosivas (descartado).
- Se texturizó la casa de la aldea y algunas decoraciones.
- Se creó el material para una variante de la arena (descartado).
- Se planificó el modelado del faro para la aldea (descartado).

- Se creó el efecto visual de polvo al correr y se modificó el efecto visual de tormenta de arena.

- Se hicieron pruebas de integración y se corrigieron errores encontrados.

- Se modificó el comportamiento de TA-2 para que se sienta más dinámico e independiente.

- Se implementó la lógica de rodar de Gobi.

Sprint Review: El comportamiento de TA-2 se sentía mejor pero aún así el combate no se sentía del todo bien, el jugador sentía no tener el control o se sentía directamente inútil, se plantea la posibilidad de plantear al jugador la posibilidad de tomar una ruta alternativa para limitar los encuentros con enemigos, una de los principales problemas del combate era el sentirse abrumado debido a la cantidad de enemigos y la incapacidad de atacar, por lo que se planeó que en la ruta alternativa, los encuentros con enemigos estuvieran limitados a combates contra solo un enemigo a la vez, la idea era que la verticalidad del nivel lograra esto, manteniendo los enemigos en la parte inferior. En base a eso se declaró como necesario implementar una mecánica que permitiera trepar a superficies.

6.10.6 Sprint 6 (30-10-2024)

Milestone 3: combate avanzado.

Tareas realizadas:

- Se discutió el diseño de posibles armas.

- Se trabajó en el diseño del nivel, creando señalizaciones y diseñando el flujo de plataformas.

- Se diseñó el terreno de la aldea.
- Se modeló la chatarra usada como recurso.
- Se planificó la creación del material para arena movediza (descartada).
- Se trabajó en el whiteboxing de la aldea.
- Se implementó la mecánica de trepar de Gobi.
- Se planificó la mecánica de granadas explosivas (descartado).

Sprint Review: Si bien los cambios implementados se sentían mejor aún se sentía mal la mecánica de trepar del jugador, además era notoria la falta de modelos y animaciones.

Sprint retrospective: El equipo de arte, considerando el feedback proporcionado y que la siguiente iteración contenía una muestra del juego a una clase de la facultad de animación, se propone agregar las animaciones ausentes, en las mejoras a la fluidez del recorrido del nivel, y en los modelos faltantes, también comentan que la mecánica de trepar se siente inconsistente y es fácilmente utilizable para escalar superficies verticales, lo cual hace que se pueda ignorar todas las plataformas, por lo que, por su parte el equipo de desarrollo se propone pulir dicha mecánica.

6.10.7 Sprint 7 (13-11-2024)

Milestone 3: combate avanzado.

Tareas realizadas:

- Se modeló el arma de los enemigos.

- Se crearon las animaciones del enemigo de idle, caminar, disparar, ataque cuerpo a cuerpo.
- Se continuó trabajando en el flujo de plataformas del nivel y en el diseño de la aldea.
- Se diseñó el sketch de la portada.
- Se trabajó en mejorar la mecánica de trepar.
- Se planificó la creación de granadas de repulsión usables por Gobi y un ataque en área para TA-2 (descartados).

Sprint Review: En este sprint se recibió feedback importante por parte de docentes del área de arte y de estudiantes avanzados en este fin en una jornada impulsada por parte del docente, la mayor parte de este feedback fue acerca del arte presente en el juego, las mejoras propuestas fueron sobre el aspecto del personaje, las texturas del mapa y el agregado de más assets para que el mapa se vea más vivo.

Sprint retrospective: En base al feedback el equipo de arte se propuso implementar las mejoras propuestas además de agregar la UI correspondiente a las mejoras del robot. El equipo de desarrollo se propuso mejorar los controles para controlar a TA-2 e implementar la plataforma móvil que conduce al final del nivel.

6.10.8 Sprint 8 (27-11-2024)

Milestone 4: preparación de entrega final.

Tareas realizadas:

- Se trabajó en el arte de UI.

- Se texturizó la estructura del objetivo final del nivel.
- Se planificó la creación del efecto visual para los ojos de TA-2 (descartado).
- Se diseñó la portada.
- Se mejoraron los controles para dar órdenes de interacción a TA-2.
- Se implementó la lógica para plataformas móviles.
- Se creó la animación de uso de terminal.
- Se crearon objetivos secundarios en el nivel (puntos de excavación).

Sprint Review: El docente realizó algunas correcciones de cara al beta testing que ocurrió el 11 de diciembre de 2024 en Universidad ORT, como la inclusión de todas las animaciones al juego, el acabado de texturizados, las pantallas de pausa e inicio, mejoras a los controles.

Sprint retrospective: Se definen las tareas de cara al beta testing, el enfoque se aboca mayormente en corregir errores y pulir las partes que no contaban con el acabado deseado, también se añaden instrucciones a modo de placeholder para que los jugadores comprendan los controles.

6.10.9 Sprint 9 (11-12-2024)

Milestone 4: preparación de entrega final.

Tareas realizadas:

- Se texturizó el modelo de las terminales.

- Se creó el material para caminos de piedra en el suelo del terreno.
- Se diseñaron iconos para comportamientos de TA-2.
- Se creó la pantalla con la explicación de controles en el menú de pausa.
- Se creó la animación de caída de Gobi.
- Se continuó trabajando en los objetivos secundarios del nivel.

Sprint Review: Esta semana se realizó el beta testing, aunque las opiniones fueron bastante variadas, la opinión fue bastante positiva, los puntos más destacables a corregir fueron mayor claridad en cuanto a las acciones de TA-2, mayor claridad general acerca de qué ocurre, y mejoras generales al movimiento.

Sprint retrospective: En cuanto a las actividades para el siguiente sprint, considerando la indisponibilidad de los miembros del equipo, se planeó un número muy reducido de tareas, entre estas agregar los indicadores de los estados de los enemigos.

6.10.10 Sprint 10 (25-12-2024)

Milestone 5: entrega final.

Tareas realizadas:

- Se planificó crear la animación de Gobi cargando a TA-2 (descartada).
- Se diseñó el indicador de los enemigos en la UI.

- Se planificó la implementación de la mecánica de Gobi de empujar cajas (descartada).
- Se planificó el diseño del ataque cuerpo a cuerpo de Gobi (descartado).
- Se planificó el diseño de ataque en sigilo de Gobi (descartado).
- Se planificó la mecánica de arena movediza (descartada).
- Se continuó trabajando en los objetivos secundarios del nivel.

Sprint Review: Dado que el curso de los artistas finalizó y teniendo en cuenta las fechas no se dio en este sprint.

Sprint retrospective: Se discutió acerca del feedback obtenido en el beta testing y se planearon actividades del lado del equipo de arte para mejorar la claridad de lo que ocurría en todo momento en el nivel, incluyendo un HUD (basándose en el feedback del beta testing), y maniquíes de práctica para la zona inicial del juego, es decir, la aldea.

6.10.11 Sprint 11 (08-01-2025)

Milestone 5: entrega final.

Tareas realizadas:

- Se planificó la cinemática de llegada y salida al nivel (descartada).
- Se planificó la integración de la animación de Gobi cargando a TA-2 (descartada).
- Se planificó el modelo de la tablet de Gobi (descartada).

- Se creó el material para las montañas.
- Se planificó la creación del material para arena movediza (descartada).
- Se modelaron los maniquíes de prueba de la aldea.
- Se diseñó el arte de las barras de vida en el HUD.
- Se planificó el diseño del contador de recursos en la tablet (descartado).
- Se planificó la integración de la animación de ataque cuerpo a cuerpo de Gobi (descartada).
- Se planificó la implementación de la mecánica de ataque cuerpo a cuerpo de Gobi (descartada).

Sprint Review: No se realizó dadas las fechas y la ausencia de miembros del equipo.

Sprint retrospective: Siendo que no se encontraba todo el equipo presente, se propuso un número más reducido de tareas para completarlas cumpliendo los tiempos, se habló de corregir varias cosas, crear un nivel de tutorial en la zona inicial y de las actividades necesarias para la entrega del equipo de arte.

6.10.12 Sprint 12 (22-01-2025)

Milestone 5: entrega final.

Tareas realizadas:

- Se mejoró la mecánica y animación de trepar de Gobi.

- Se diseñó el nivel tutorial.

- Se planificó el diseño de variante de tutorial (descartado).

- Se trabajó en la presentación del stand en ORT.

Sprint Review: Se mostró el juego a la tutora y nos recomendó coordinar una reunión con el docente, realizó comentarios acerca de tener feedback en la jugabilidad previos a la entrega, además de remarcar la importancia del feedback del docente.

Sprint retrospective: El equipo conversó acerca de los puntos a abarcar de cara a la entrega final de los artistas, se comentó la importancia del tutorial, se comentó acerca de la importancia de agregar un nuevo comportamiento a los enemigos.

6.10.13 Sprint 13 (05-02-2025)

Milestone 5: entrega final.

Tareas realizadas:

- Se implementó el final de la demo.

- Se integraron las animaciones del enemigo ataque cuerpo a cuerpo, despertarse, muerte.

- Se integró la animación de ragdoll de Gobi.

- Se mejoró el nivel tutorial agregándole formas de probar las habilidades.

- Se creó la animación del tanque de agua del final del nivel.

- Se grabaron videos sobre el juego para la entrega de artistas.

- Se trabajó en la presentación del stand en ORT.

- El equipo de desarrollo trabajó en el informe de avance de la carrera de Licenciatura que se entregó el 13/02/2025.

6.10.14 Sprint 14 (19-02-2025)

Milestone 6: entrega final licenciatura.

Este sprint se utilizó para la preparación de la revisión, por lo que no se realizaron tareas, se trabajó en la documentación, en la presentación para la revisión y se ensayó la presentación.

6.10.15 Sprint 15 (05-03-2025)

Milestone 6: entrega final licenciatura.

Tareas realizadas:

- Se corrigió la detección de si el jugador tocó la zona que lleva al final del nivel, que no funcionaba.

- Se arregló un error que hacía que el juego repitiera el tutorial si se ganaba sin salir de la aplicación.

- Se creó un script para limitar fps manualmente para pruebas.

- Se revisó el duplicado de mods y scrap al agarrar con bajos fps.

- Se corrigió un error que provocaba que los drops de montículos excavables cayeran bajo el terreno.

6.10.16 Sprint 16 (19-03-2025)

Milestone 6: entrega final licenciatura.

Se trabajó en la documentación.

6.11 Milestones y gestión del trabajo a partir de abril 2025

A continuación, se detallarán los trabajos realizados mes a mes en los meses restantes del año, hasta la entrega el 16 de Octubre, al cambiar la metodología de trabajo a una basada en milestones de un mes (ciclos de 4 semanas) cada una, se procede a registrar de esta forma los avances realizados.

6.11.1 Ajustes a la gestión del proyecto y mejoras (16-04-2025 al 14-05-2025)

Tareas realizadas:

- Se realizaron mejoras a la UI de la terminal de mejoras.

- Se redefine la metodología de trabajo.

- Se ajusta el volumen general del juego.

- Se realizaron pruebas para determinar el estado actual del juego e identificar aspectos de mejora y errores a corregir.

- Se preparó la defensa de Licenciatura.

6.11.2 Ajustes al juego de cara al betatesting (15-05-2025 al 18-06-2025)

Tareas realizadas:

- Se extrajo y documentó el feedback obtenido en la defensa de Licenciatura.

- Se realiza la planificación de los próximos pasos considerando el tamaño actual del equipo.

- Se realizan mejoras a la movilidad y a la recuperación del personaje al caer.

- Se realizaron mejoras visuales y se corrigieron errores a la terminal de mods.

- Se corrigen errores relacionados al audio.

6.11.3 Ajustes al juego de cara al betatesting y agregado de FMOD (19-06-2025 al 09-07-2025)

Tareas realizadas:

- Se realizan ajustes de jugabilidad a TA-2 para que no se aleje demasiado.

- Se agregan mejoras visuales a la escena.

- Se agrega el mod de scan.

- Se agrega FMOD al proyecto para administrar el audio de mejor forma.

6.11.4 Ajustes a jugabilidad de cara al evento en Montevideo Shopping (10-07-2025 al 06-08-2025)

Tareas realizadas:

- Se prueban diferentes cambios al arma de TA-2 con el fin de incluir nuevas armas en el juego. (Descartado debido al poco impacto en la jugabilidad).

- Se agregan mejoras visuales a la escena.

- Se agrega previsualización de habilidades en la consola de mejoras y otras mejoras visuales.

- Se corrigen errores con los mods.

- Se agregan opciones de ajustes de audio desde el menú.

- Se actualiza la documentación y se prepara la tercera revisión.

6.11.5 Tercera revisión y gadgets del player (07-08-2025 al 03-09-2025)

Tareas realizadas:

- Se prepara la presentación para la tercera revisión.

- Se crea el sistema de lanzamiento de granadas.
- Se modifica la lógica de los enemigos para impedir sus acciones al ser golpeados por el área de efecto de las granadas.
- Se corrigen errores con el funcionamiento de las granadas.
- Se agregan elementos visuales a la zona de detonación de las granadas.
- Se realizan ajustes de jugabilidad a las granadas.
- Se modifica el cronograma para priorizar la documentación.

6.11.6 Agregado de la granada de escudo y documentación (04-09-2025 al 01-10-2025)

Tareas realizadas:

- Se crean las granadas de escudo.
- Se corrigen errores con las granadas de escudo.
- Se agregan elementos visuales a la zona de detonación de las granadas de escudo.
- Se realizan ajustes de balance a las granadas de escudo y de stun.
- Se comienza a trabajar en la documentación.

6.11.7 Finalización de la documentación y balance del juego, entrega final (02-10-2025 al 16-10-2025)

Tareas realizadas:

- Se trabaja en la documentación.

- Se realizan ajustes a la vida de los enemigos.

7. Gestión de la configuración

Para el proyecto se usó git y GitHub como repositorios ya que son confiables, fácil de usar, gratuitos y el equipo tenía cierto nivel de familiaridad con su uso.

Para intercambiar archivos relevantes por fuera de git se usó Google Drive, en situaciones donde los integrantes querían planear la realización de alguna funcionalidad entre todos. Esto permitía mantener prolijo el repositorio. Principalmente se usó para almacenar e intercambiar modelos, texturas, imágenes, builds y documentos a entregar.

7.1 Control de versiones

Se usó versionado semántico para numerar las versiones: **a.b.c**
a: número de release. Será 0 durante todo el desarrollo. Se cambiará a 1 cuando se distribuya la primera versión estable completa.
b: milestone. Cambia para representar el milestone actual.
c: bug fix. Incrementa al corregir bugs menores.
Cada número se reinicia a cero cuando el número anterior cambia.

7.2 Estructura de ramas

Para organizar el repositorio se comenzó con el estándar master y develop, y estableció que se crearían ramas cuando fuera necesario para cada funcionalidad, además de otras ramas intermedias para cada miembro del equipo, de forma que pudieran explorar la herramienta y verificar sus cambios sin temor a crear conflictos con otras ramas.

Las ramas de funcionalidades se separaron en dos categorías, feature/, conteniendo cambios de código, y art/, conteniendo cambios de modelos, animaciones y texturas.

En los casos donde surgían conflictos al unir ramas, el equipo se reunía y se discutía entre todos la mejor forma de resolverlos.

Se estableció que las ramas nacidas de feature y art debían volcarse en develop cuando se completara un cambio relevante y fuera necesario que los demás integrantes actualizaran el proyecto. Desde develop se volcaría hacia master cuando se requiriera entregar una versión estable.

8. Conclusiones

Este proyecto fue una experiencia de aprendizaje muy valiosa para todos los integrantes. La oportunidad de colaborar con estudiantes de otras áreas presentó un desafío interesante y refleja la realidad de la industria fuera de lo académico, por lo que esta oportunidad de interactuar es extremadamente educativa.

El desarrollo de Not an Oasis permitió aplicar de manera práctica conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, integrando programación, diseño de videojuegos, trabajo en equipo y gestión de proyectos. A lo largo del proceso se enfrentaron desafíos tanto técnicos como organizativos, que fueron abordados mediante planificación iterativa, documentación constante y una gestión activa de riesgos.

El enfoque de jugabilidad basado en la relación entre el jugador y su compañero robótico resultó ser un elemento diferenciador clave, que enriqueció las posibilidades estratégicas y de exploración del juego. Además, la implementación de mejoras modulares aportó profundidad a la personalización y rejugabilidad, consolidando una experiencia lúdica coherente con el entorno postapocalíptico planteado.

El uso de herramientas como Unity y metodologías ágiles resultó adecuado para el tamaño y necesidades del equipo, permitiendo mantener un ritmo de desarrollo sostenible y adaptable. A pesar de limitaciones de tiempo y recursos, se logró construir un prototipo funcional que refleja la visión original del proyecto y sienta una base sólida para su posible expansión futura.

Fue una experiencia enriquecedora el haber tenido que adaptarse a los cambios en el tamaño del equipo. Esto representó un desafío importante, ya que involucró no solo la gestión sino tomar en cuenta nuevos riesgos, analizar y corregir los previamente identificados y redefinir el alcance del proyecto tomando en cuenta la carencia de nuevos elementos artísticos. Al mismo tiempo, también permitió trabajar tanto en equipo como de forma individual y experimentar ambas metodologías de primera mano, comprendiendo sus particularidades y exigencias. Esta adaptación resultó

particularmente valiosa en el contexto de la carrera, donde la capacidad de ajustarse a distintos entornos de trabajo y mantener la continuidad del desarrollo de un producto sin reducir su calidad es una pieza clave para desarrollar una ventaja competitiva y mantener los estándares profesionales.

Finalmente, este proyecto no solo permitió desarrollar un producto interactivo con valor lúdico y técnico, sino que también fortaleció competencias clave para el trabajo profesional, como la resolución de problemas, la toma de decisiones en contexto real, y la colaboración efectiva en equipo.

9. Referencias bibliográficas

[1] J.L.G. Sanchez. “Jugabilidad: Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos”, M.S. tesis, Dept. Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Granada, Granada, España, 2010.

[2] Project Management Institute, Mohammed Ahmad S Al-Shamsi, Project Management Body of Knowledge (2017).

[3] Pressman, R. S. (2010). Software Engineering: A Practitioner’s Approach (7th ed.). McGraw-Hill.

[4] R. Martin, and J. Coplien. Clean code: a handbook of agile software craftsmanship. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ etc., (2009)

10. Anexo

10.1 Descarga del juego

Página de itch.io donde el juego será actualizado en el futuro.
Link: https://javidmf.itch.io/notanoasis
Build original, producida al momento de la entrega de este documento: build_tesis

10.2 GDD (Game Design Document)

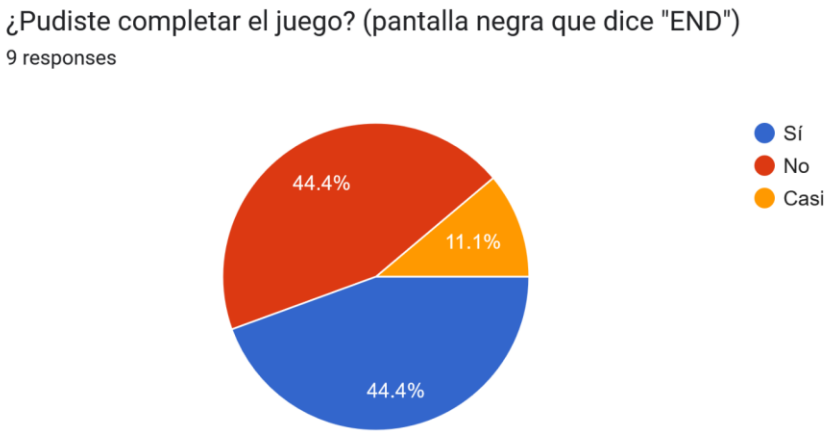
El GDD es un documento presentado por el equipo de arte en su entrega final. Contiene toda la información relacionada al juego, su historia, arte conceptual, planes pasados, descripción de mecánicas, etc..

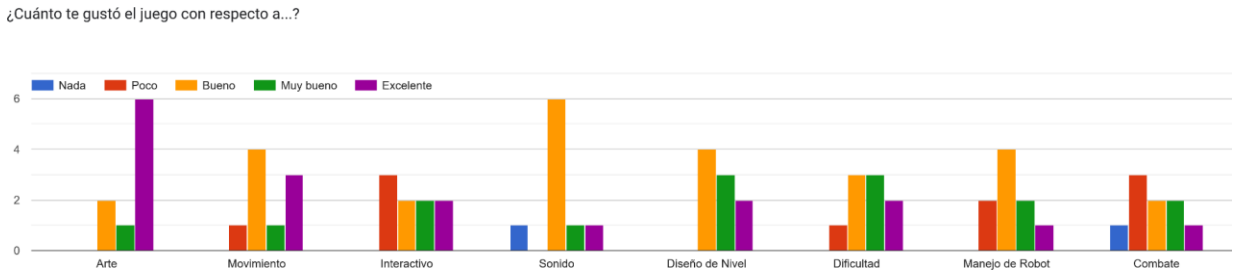
Link: NotAnOasisGDD.pdf

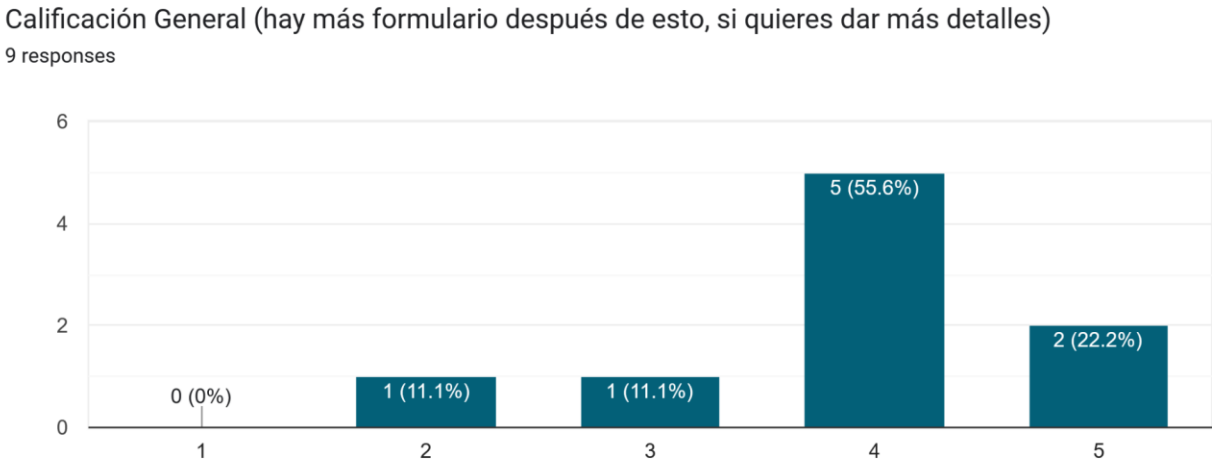
10.3 Lista de tareas

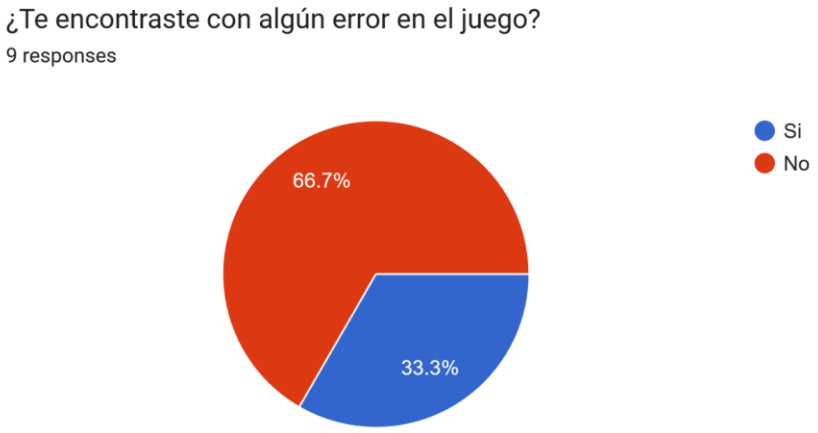
Tareas realizadas previas a abril 2025
Link: Tasks
Tareas realizadas luego de abril 2025 y gestión de riesgos
Link: Gestión de riesgos

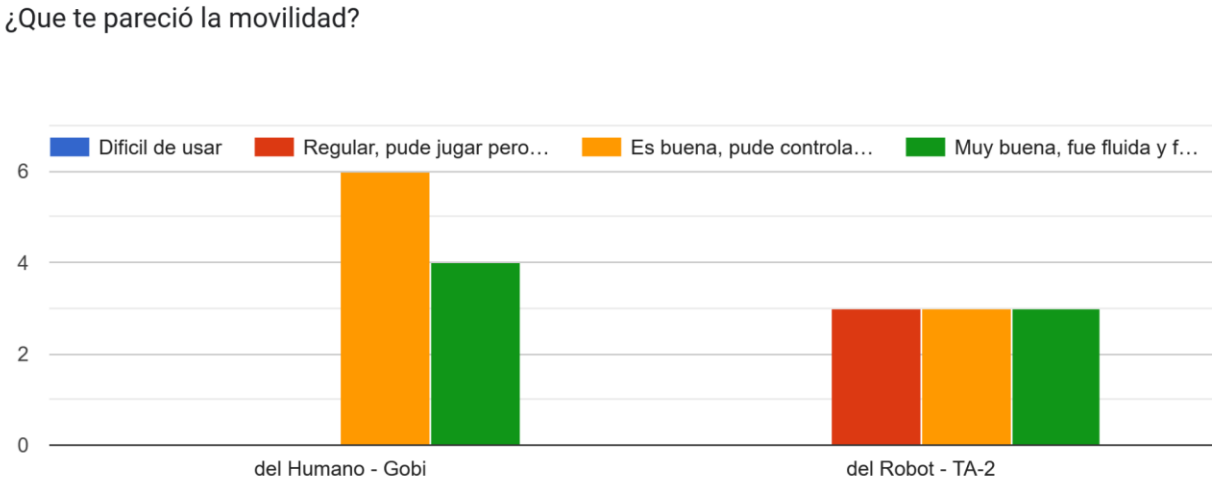
10.4 Resultados encuestas











10.5 Tráiler del juego

Link: Trailer NotAnOasis.mp4