



# Voxel racer

**Facundo Giacconi**

Grau d'enginyeria informatica  
Enginyeria del Programari

**Albert Sánchez Amo**

**Joan Arnedo Moreno**

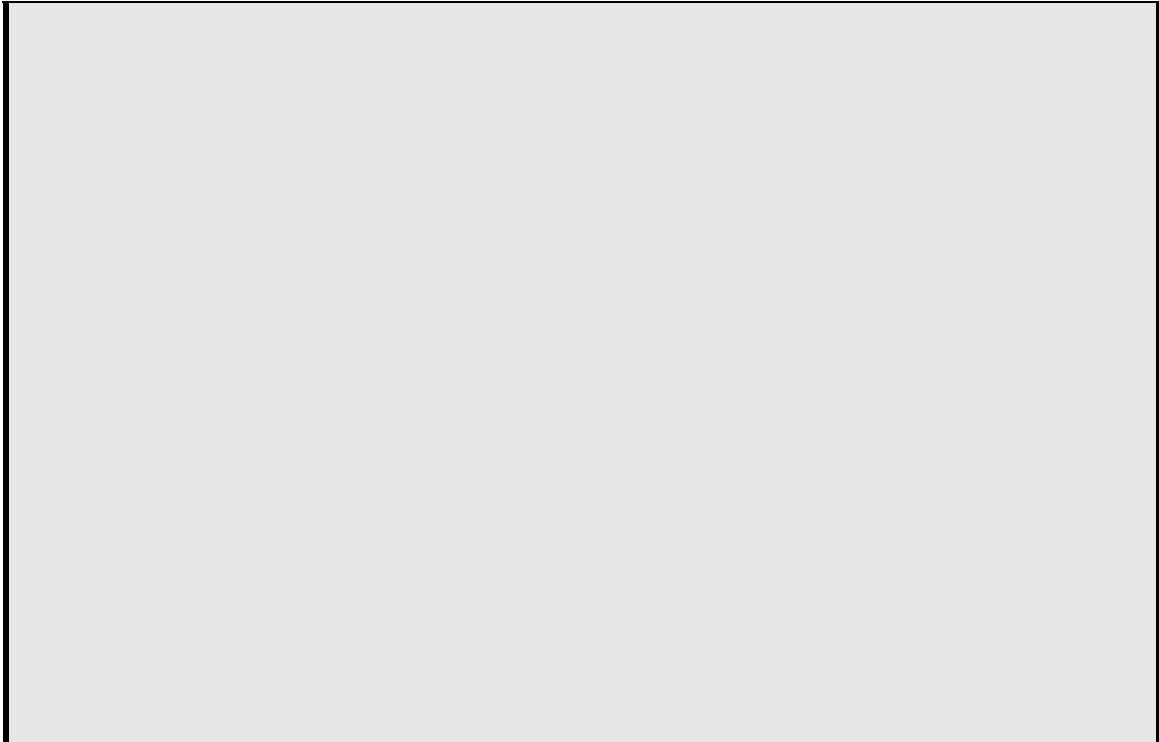
02-01-2022



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

## FITXA DEL TREBALL FINAL

<b>Títol del treball:</b>	<i>Voxel Racer</i>
<b>Nom de l'autor:</b>	<i>Facundo Ezequiel Giacconi Fernández</i>
<b>Nom del consultor/a:</b>	<i>Albert Sánchez Amo</i>
<b>Nom del PRA:</b>	<i>Joan Arnedo Moreno</i>
<b>Data de lliurament (mm/aaaa):</b>	<i>01/2022</i>
<b>Titulació o programa:</b>	<i>Enginyeria Informàtica</i>
<b>Àrea del Treball Final:</b>	<i>Enginyeria del Programari</i>
<b>Idioma del treball:</b>	<i>Català</i>
<b>Paraules clau</b>	<i>Unity, videojoc, 3D, cotxes, endless, runner</i>
<b>Resum del Treball (màxim 250 paraules):</b> <i>Amb la finalitat, context d'aplicació, metodologia, resultats i conclusions del treball</i>	
<p>La execució, construcció i creació del videojoc Voxel racers ha tingut la finalitat de adquirir tot el coneixement possible sobre l'entorn el qual s'ha escollit per desenvolupar el videojoc, que ha estat el motor Unity.</p> <p>La creació del videojoc Voxel Racers ha estat un repte de programació, ja que s'ha anat adquirint tota la informació, experiència, game design patterns i coneixement possibles des de la seva posada en marxa i sense cap coneixement previ en aquest motor gràfic, sempre mirant cap a garantir unes entregues amb el millor codi possible.</p> <p>Amb aquest projecte he après que, tant en el sector de la programació de videojocs com la programació en general s'ha de tenir clar totes les característiques del projecte des de un principi, ja que, per exemple hi ha hagut casos on conceptes bàsics del videojoc es varen poder plasmar de manera exitosa, però han anat variant de forma diferent per events inesperats.</p> <p>En poques paraules, es podria dir que, amb Voxel racers he adquirit una quantitat molt gran de coneixement sobre el desenvolupament de videojocs i ha estat una experiència molt enriquidora no només el haver-lo dissenyat i programat sinó també el plaer que es te quan veus la teva creació compilada i feta realitat.</p>	



**Abstract (in English, 250 words or less):**

The execution, construction and creation of the video game Voxel racers has been aimed at acquiring all possible knowledge about the environment that has been chosen to develop the video game, which has been the Unity engine.

The creation of the Voxel Racers video game has been a programming challenge, as it has acquired all the information, experience, game design patterns and knowledge possible since its launch and without any prior knowledge in this graphics engine, always looking to ensure deliveries with the best possible code.

With this project I have learned that, both in the field of video game programming and programming in general, all the characteristics of the project must be clear from the beginning, since, for example, there have been cases where basic concepts of video games were able to be successfully translated, but they have varied differently due to unexpected events.

In short, with Voxel racers I have gained a great deal of knowledge about video game development and it has been a very enriching experience not only to have designed and programmed it but also to have the pleasure of watching it. your creation compiled and made a reality.



## Índex

1. Introducció.....	1
1.1 Context i justificació del Treball.....	1
1.2 Objectius del Treball.....	6
1.3 Enfocament i mètode seguit.....	7
1.4 Planificació del Treball.....	8
1.5 Breu sumari de productes obtinguts.....	11
1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria.....	11
2 Estat del art:.....	13
2.1 Introducció.....	13
2.2 Magica Voxel.....	14
2.3 Outline System.....	15
2.3 Efectes visuals del joc (Shaders).....	19
2.4 Disseny del mapa principal.....	20
3 Definició del joc.....	21
3.1 Idea del joc.....	21
3.1.1 Breu descripció del joc.....	21
3.1.2 Subgènere i referències a videojocs existents.....	22
3.2 Tipus d'interacció joc-jugador.....	24
3.3 Plataforma de destí:.....	25
3.4 Conceptualització.....	27
3.4.1 Història, ambientació i trama.....	27
3.4.2 Definició de personatges i elements.....	28
3.4.3 Interacció entre els actors del joc.....	32
3.4.4 Objectius plantejats al jugador.....	33
3.4.5 Concept art, animació... ..	35
3.4.5 Desenvolupament i roadmap.....	37
4 Technical design.....	42
4.1 Desenvolupament específic de parts clau.....	42
4.1.1 Core tècnic del joc:.....	42
4.1.2 WayPoint manager:.....	46
4.1.3 Stunt System.....	47
4.2.4 UI.....	48
4.2 Us d'assets i llibreries existents.....	50
5 Level design.....	53
6 Manual d'usuari.....	54
6.1 Requisits mínims del sistema:.....	54
6.2 Controls.....	54
6.3 Elements diferenciables al joc.....	55
6.3 Fases diferenciables al joc.....	61
7. Valoració econòmica del projecte.....	63
8. Conclusions.....	67
4. Glossari.....	69
5. Bibliografia.....	70

## Llista de figures

**¡Error! No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.**

# 1. Introducció

## 1.1 Context i justificació del Treball

Com a apassionat del món dels videojocs, durant els últims anys he pogut apreciar com, any rere any les empreses més grans del sector han patit una reducció d'innovació preocupant degut a un intent de no sortir de la seva zona de confort per por a no rentabilitzar les seves inversions, producte d'aquest fet són per exemple la producció de masses versions d'una idea bàsica de joc que de manera primària acontenta als jugadors i garanteix un retorn de les inversions segur.

Podem apreciar aquest estancament en èxits passats en empreses com Ubisoft amb la producció de la seva saga Assassin's Creed, la qual porta ja més de 40 jocs produïts:





O també podem exposar com a exemple el cas d'Activision amb la seva saga Call of duty:



Aquests exemples els exposen com exemple de que les empreses grans del sector han deixat d'optar per la innovació en els seus títols per passar a tenir un mode mes passiu en el mon dels videojocs.

Aquesta manca d'innovació, amb el pas dels anys, avenços tecnològics i l'apropament d'eines de desenvolupament multimèdia a mans publiques de qui estigues interessat en aprendre va produir un nou estil de videojocs en el mercat, els anomenats videojocs indie.

Aquesta nova variant de desenvolupador de videojocs complia unes normes:

- Videojocs simples però efectius amb tècniques trencadores e innovadores.
- Equips de desenvolupament petits (normalment d'una persona o dos).
- Costos de desenvolupament petits, ja que es feien per passio al art de programar videojocs.

Gracies a aquests nou tipus de videojocs hem pogut jugar per exemple:

Al èxit sense precedents Minecraft:



El metroidvania espanyol anomenat Blasphemous:



O el videojoc australià anomenat Untitled goose game:



Tots aquests exemples son reflexes de les característiques que normalment es poden trobar en un videojoc indie:

- Es un Joc senzill amb regles bàsiques.
- Es un Joc inspirat en jocs anteriors però amb pinzellades pròpies del autor (per exemple Minecraft va ser inspiració del videojoc Dwarf fortress)
- Un punt fort que el caracteritza, pot ser per varis factors:
  - Per el lore o apartat artístic del joc (Blasphemous)
  - Capacitat de personalització del joc (Minecraft)
  - Entreteniment i capacitat d'innovació del joc (Untitled goose game)

Partint d'aquesta petita explicació donem el punt de partida al concepte del meu TFG, que vol esser el mapa de desenvolupament d'un videojoc Indie i cobrir un apartat que, fins ara no ha estat cobert per cap videojoc.

El punt de partida del meu projecte recau sobre els següents pilars basics:

- El videojoc a realitzar ha de ser senzill de jugar però tenir una curvatura d'aprenentatge que no faci dependre al jugador de tenir els millors equips, sinó de la seva experiència.
- El videojoc ha de ser simple, amb un motor intern que permeti el seu us de diferents formes, per variar molt el joc i evitar que el jugador s'avorreixi al poc temps de començar a jugar.
- El videojoc ha de tenir resultats efectius i/o jugabilitat bàsica en, almenys 4 mesos.
- El videojoc ha de tenir un artwork que agilitzi el apartat artístic del joc, ja que no es prioritari donat el temps emprat

Amb aquestes característiques i tenint en compte les condicions esmentades la idea del TFG es la producció d'un videojoc de caràcter [1][Endless runner](#) però amb pinzellades que el facin menys lineals i més dinàmic per al jugador, com un món que recorre, dificultats en el mode principal, diferents usuaris a escollir, desafiaments per aconseguir elements del joc i molt més.

S'opta per la producció del joc Voxel racers ja que, s'ha fet una investigació exhaustiva del sector actual i dels principals jocs i tipus de videojoc i no s'ha trobat cap producte que tingui aquestes característiques ni jocs que guardin semblança amb el projecte exposat en aquest projecte exceptuant els endless runner que no surten del apartat més estricte del tipus de joc esmentat. Per tant podem dir que, si el nostre projecte està ben fet i es converteix en un videojoc apreciat per la comunitat, no tindrà competidors directes ni jocs sospitosament semblants a ell.

## 1.2 Objectius del Treball

El projecte Voxel racer te com a principal objectiu aplicar tot el coneixement adquirit durant la carrera i aplicar-ho en el sector on hi ha interès en expandir els meus coneixements, en el meu cas es el sector multimèdia i mes concretament el dels videojocs.

A mes a mes, també podem comentar que tenim com a objectiu secundari adquirir tot el coneixement possible sobre el desenvolupament de videojocs en el motor escollit, en aquest cas Unity, i posar a prova tant al alumne com al motor mitjançant la producció d'un producte real, amb els pros i contres que pugui tenir, atenint-se a les condicions donades del projecte per així, extreure'n conclusions sobre el motor i el coneixement adquirit

Per a la realització d'aquest projecte, s'ha esglaonat la generació d'aquest en objectius mes petits e identificables per poder aconseguir-ne la seva exitosa producció, aquests objectius redactats a continuació també seran dividits en altres de mes petits, encara que aquesta explicació es donarà al apartat.

Objectius destacables per a la producció del projecte:

### 1- Disseny del core principal del joc:

El core del joc es un dels objectius principals per poder prosseguir amb la resta dels objectius, ja que es la base del projecte i sobre aquesta fase esta l'elaboració de totes les altres descendents.

El core de Voxel racers pretén ser un algoritme configurable mitjançant inputs registrables a partir d'objectes LevelSettings. Aquest objecte contindrà tota la configuració necessària per, quan el joc canviï a una escena on s'utilitza el algoritme (es a dir, a un nivell del joc) automàticament el core canviarà i adaptarà tot el nivell a les especificacions donades per l'objecte LevelSettings, des de els objectius a complir per superar el nivell fins al nivell de la llum del mapa en qüestió.

Pot semblar que, per la realització d'aquest objectiu es triga innecessàriament, però la raó es la de que, al ser un codi que aglutina tantes opcions i variacions diferents, s'ha de estimar mes temps per analitzar i depurar el codi resultant.

### 2- Creació de les escenes principals del joc

Perquè Voxel racers tingui una estructura lògica ordenada, i tenint en compte que la composició normalitzada d'un videojoc en el sector es basa en conjunts d'escenes, s'ha arribat a la decisió de crear un

conjunt d'escenes diferents que, interactuant entre elles mantinguin el joc ordenat i estructurat d'una manera correcte i professional.

A mes a mes, separant les escenes- alleugera la carrega en memòria del joc, ja que només renderitzarà allò que la escena actual estigui ocupant, evitant així carrega a la GPU i memòria RAM.

També cal remarcar que, la separació del joc en escenes té com a valor afegit la

### 3- Generació del sistema multi jugador

Un objectiu molt important per al nostre projecte és el fet d'incloure d'un sistema multi jugador a Voxel racer, ja que aquesta característica fa que el videojoc guanyi una quantitat molt gran d'hores d'entreteniment per als jugadors.

Donades les condicions sobre les quals es va produir el projecte s'ha adaptat aquest objectiu perquè hi hagi una versió jugable en la última entrega d'aquest tfg.

#### 1.3 Enfocament i mètode seguit

Per a la realització d'aquest treball i per cada pas important d'aquest s'ha seguit una estratègia basada en tres parts:

- Investigació de millora o implementació a realitzar
- Consulta i recerca en assets existents per facilitar implementació
- Aplicació i/o creació de la solució per a la implementació
- Prova de la implementació o afectacions a altres implementacions existents.

Amb aquesta metodologia de treball podem cerciorar-nos de que les nostres implementacions tenen només afectacions positives sobre el nostre projecte i no entren en conflicte sobre altres implementacions ja introduïdes anteriorment.

## 1.4 Planificació del Treball

Per al seguiment de tot el projecte i de les fites que es volien aconseguir segons la data específica, des de la entrega de la PAC 1 es va començar a treballar amb un diagrama de Gantt.

Aquest diagrama s'ha fet servir no només per anar prenent dades i necessitats sobre implementacions a realitzar segons anava passant el temps, també ha estat útil per:

- Calibrar la meua capacitat per estimar temps segons cada issue a realitzar.
- Ordenar cada issue de manera que es poguessin realitzar el major nombre de tasques de manera més efectiva possible.
- Contemplar i preveure fallides i manques de temps en el fluxe de desenvolupament del nostre projecte

A continuació s'exposa a mode de resum una imatge que conte una part del diagrama esmentat, dita imatge no representa tot el diagrama, encara que el diagrama complet pot trobar-se en el següent fitxer:



quantificacio.zip

		Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesos
1			➤ Generar escena Core del joc	37 días	dom 26/09/21	lun 15/11/21	
2			➤ Generar primera versió del jugador controlable.	4 días	lun 27/09/21	jue 30/09/21	
3			Generar primera versió de mesh de jugador.	1 día	lun 27/09/21	lun 27/09/21	
4			Generar sistema de moviment del jugador.	1 día	mar 28/09/21	mar 28/09/21	3
5			Generar sistema de col·lisions per al jugador.	1 día	mié 29/09/21	mié 29/09/21	4
6			Generar sistema de desarmament de mesh del jugador.	1 día	jue 30/09/21	jue 30/09/21	5
7			➤ Generar objectes mini mapa perquè el jugador pugui recórrer.	2 días	vie 01/10/21	lun 04/10/21	
8			Generar sistema de col·lisions per mini mapa	1 día	vie 01/10/21	vie 01/10/21	
9			Generar part d'herba i asfalt	0 días	vie 01/10/21	vie 01/10/21	
10			Generar sistema de detecció de jugador dintre el mini mapa	1 día	lun 04/10/21	lun 04/10/21	
11			Generar sistema que generi mini mapes al pas que l'objecte jugador vagi recorrent la escena.	2 días	mar 05/10/21	mié 06/10/21	
12			➤ Generar primera versió d'obstacles estàtics per al Core.	2 días	jue 07/10/21	vie 08/10/21	
13			Generar obstacle estatic	1 día	jue 07/10/21	jue 07/10/21	
14			Generar sistema de colisions d'obstacle estatic	1 día	vie 08/10/21	vie 08/10/21	
15			➤ Generar UI dinàmica i reutilitzable per a la resta del joc.	8 días	lun 11/10/21	mié 20/10/21	
16			Dissenyar i implementar barra de gasolina.	2 días	lun 11/10/21	mar 12/10/21	
17			Dissenyar i implementar barra d'energia stunt.	1 día	mar 12/10/21	mar 12/10/21	
18			➤ Dissenyar i implementar vides del jugador.	2 días	mié 13/10/21	jue 14/10/21	
19			Disseny de sistema de comptador de vides.	1 día	mié 13/10/21	mié 13/10/21	
20			Adaptar objecte jugador per admetre vides.	1 día	jue 14/10/21	jue 14/10/21	19
21			➤ Dissenyar i implementar sistema de stunts.	4 días	vie 15/10/21	mié 20/10/21	
22			Implementar sistema d'activació/desactivació del panel.	1 día	vie 15/10/21	vie 15/10/21	
23			Crear sistema per detecció de tecles.	1 día	lun 18/10/21	lun 18/10/21	
24			Crear sistema per validar stunts.	2 días	mar 19/10/21	mié 20/10/21	
25			➤ Generar primera versió d'obstacles dinàmics per al Core.	3 días	jue 21/10/21	lun 25/10/21	
26			Generar sistema de rails o waypoints que hagin de seguir els obstacles.	1 día	jue 21/10/21	jue 21/10/21	
27			➤ Adaptar Obstacles dinàmics per fer que segueixin els waypoints.	2 días	vie 22/10/21	lun 25/10/21	26
28			Sentit dret de carretera	1 día	vie 22/10/21	vie 22/10/21	
29			Sentit esquerra de carretera (contrari)	1 día	lun 25/10/21	lun 25/10/21	
30			➤ Generar primera versió d'obstacles interactius per al Core.	2 días	mar 26/10/21	mié 27/10/21	
31			Generar triggers genèrics.	1 día	mar 26/10/21	mar 26/10/21	
32			Generar events genèrics annexos a trigger.	1 día	mié 27/10/21	mié 27/10/21	31
33			➤ Generar pla per simular aigua en la partida.	3 días	jue 28/10/21	lun 01/11/21	
34			Generar pla amb aigua per la partida.	1 día	jue 28/10/21	jue 28/10/21	
35			Generar shader per simulacio d'aigua	1 día	vie 29/10/21	vie 29/10/21	34
36			Crear sistema de scroll que segueixi al jugador	1 día	lun 01/11/21	lun 01/11/21	35
37			➤ Generar manera per la qual el jugador acabi la partida.	4 días	mar 02/11/21	vie 05/11/21	
38			Generar mini mapa especial que fa guanyar al jugador quan el toca (aquest mini mapa només apareixerà si es compleixen les mesures del nivell exigides)	1 día	mar 02/11/21	mar 02/11/21	
39			➤ Generar sistema per el qual el jugador perdi	3 días	mié 03/11/21	vie 05/11/21	
40			Generar sistema de consum de gasolina per al jugador	1 día	mié 03/11/21	mié 03/11/21	



41	★	Detectar manca de vides en el jugador.	1 día	jue 04/11/21	jue 04/11/21	
42	★	Detectar quan el jugador hagi caigut al aigua	1 día	vie 05/11/21	vie 05/11/21	
43	★	✦ Generar il·luminació per la escena.	3 días	<b>lun 08/11/21</b>	<b>mié 10/11/21</b>	
44	★	Crear sistema d'il·luminació general (dia tarda nit) configurable.	1 día	lun 08/11/21	lun 08/11/21	
45	★	Crear sistema d'ombres basic	1 día	mar 09/11/21	mar 09/11/21	
46	★	Posada a prova luminaria	1 día	mié 10/11/21	mié 10/11/21	
47	★	✦ Generar decoracions background per escena.	3 días	<b>jue 11/11/21</b>	<b>lun 15/11/21</b>	
48	★	Generar skybox per escena	1 día	jue 11/11/21	jue 11/11/21	
49	★	Generar objectes background per escena.	2 días	vie 12/11/21	lun 15/11/21	
50	★	✦ Generació de mon principal.	27 días	<b>mar 16/11/21</b>	<b>mié 22/12/21</b>	<b>1</b>
51	★	Generació de mapa general del mon 1.	3 días	mar 16/11/21	jue 18/11/21	
52	★	✦ Generació d'accessos a escena Core proporcionant paràmetres que variaran cada nivell.	3 días	<b>vie 19/11/21</b>	<b>mar 23/11/21</b>	<b>51</b>
53	🛠️	Dissenyar objecte per tractar a enviar des de escena de mon princi	1 día	vie 19/11/21	vie 19/11/21	
54	🛠️	Adaptar enviament d'objecte d'escena Mon principal.	1 día	lun 22/11/21	lun 22/11/21	53
55	🛠️	Adaptar rebuda del objecte a escena Core.	1 día	mar 23/11/21	mar 23/11/21	54
56	★	▷ Generació d'edificis interactuables amb el jugador.	21 días	<b>lun 22/11/21</b>	<b>lun 20/12/21</b>	
78	★	✦ Generació panells explanatoris per explicar cada opció.	2 días	<b>mar 21/12/21</b>	<b>mié 22/12/21</b>	
79	🛠️	Generar sistema perquè el panell surti només una vegada i que de	1 día	mar 21/12/21	mar 21/12/21	
80	🛠️	Generar panell explanatori de "Pont de peatge"	0 días	mar 21/12/21	mar 21/12/21	
81	🛠️	Generar panell explanatori de "Concessionari de cotxes"	0 días	mar 21/12/21	mar 21/12/21	
82	🛠️	Generar panell explanatori de "Edifici general de tràfic"	0 días	mar 21/12/21	mar 21/12/21	
83	🛠️	Generar panell explanatori de "Edifici de telecomunicacions"	0 días	mar 21/12/21	mar 21/12/21	
84	🛠️	Generar panell explanatori de "Edifici biblioteca"	0 días	mar 21/12/21	mar 21/12/21	
85	🛠️	Generar panell explanatori de "Pont de pas"	1 día	mar 21/12/21	mar 21/12/21	84
86	★	✦ Generació Menú principal	5 días	<b>jue 23/12/21</b>	<b>mié 29/12/21</b>	<b>50</b>
87	🛠️	✦ Generació UI de "Menú principal"	5 días	<b>jue 23/12/21</b>	<b>mié 29/12/21</b>	
88	🛠️	Generació opció "Jugar"	1 día	jue 23/12/21	jue 23/12/21	
89	🛠️	Generació opció "Opcions" i interconnectar amb UI d'Opcions ja cre	3 días	vie 24/12/21	mar 28/12/21	88
90	🛠️	Generació opció "Sortir"	1 día	mié 29/12/21	mié 29/12/21	89
91	★	✦ Generar sistema multi jugador.	15 días	<b>jue 30/12/21</b>	<b>mié 19/01/22</b>	<b>86</b>
92	🛠️	Generar sistema d'emparellament	5 días	jue 30/12/21	mié 05/01/22	
93	🛠️	Generar sistema d'inici de partida (connexió amb escena Core i adapt	3 días	jue 06/01/22	lun 10/01/22	92
94	🛠️	Generar sistema de seguiment d'estat d'altres jugadors durant la par	4 días	mar 11/01/22	vie 14/01/22	93
95	🛠️	Generar terminis de partida (guanyar, perdre)	3 días	lun 17/01/22	mié 19/01/22	94
96	★	✦ Generació de mapa general del mon 2	18 días	<b>jue 20/01/22</b>	<b>lun 14/02/22</b>	<b>91</b>
97	🛠️	Generació de mapa general del mon 2	4 días	jue 20/01/22	mar 25/01/22	
98	🛠️	Generació accessos des de mon 1	1 día	mié 26/01/22	mié 26/01/22	97
99	🛠️	Generació d'edificis interactuables amb el jugador.	2 días	jue 27/01/22	vie 28/01/22	98
100	🛠️	✦ Generar pont de peatge per connexió amb nivells.	3 días	<b>lun 31/01/22</b>	<b>mié 02/02/22</b>	<b>99</b>
101	🛠️	Dissenyar nivells per a mon 2.	3 días	lun 31/01/22	mié 02/02/22	
102	🛠️	✦ Generar concessionari de cotxes.	3 días	<b>jue 03/02/22</b>	<b>lun 07/02/22</b>	<b>100</b>
103	🛠️	Generar posició en mapa	1 día	jue 03/02/22	jue 03/02/22	
104	🛠️	Generació de UI de selecció de cotxe	2 días	vie 04/02/22	lun 07/02/22	103
105	🛠️	✦ Generar edifici general de tràfic	3 días	<b>mar 08/02/22</b>	<b>jue 10/02/22</b>	<b>102</b>
106	🛠️	Generar posició en mapa	1 día	mar 08/02/22	mar 08/02/22	
107	🛠️	Generar escenes de desafiament.	2 días	mié 09/02/22	jue 10/02/22	106
108	🛠️	Generar edifici de telecomunicacions	1 día	vie 11/02/22	vie 11/02/22	105
109	🛠️	Generar edifici biblioteca	1 día	lun 14/02/22	lun 14/02/22	108

## 1.5 Breu sumari de productes obtinguts

Com a resultat del projecte, s'espera l'obtenció dels següents factors:

- Aplicació amb extensió \*.exe amb la última compilació del videojoc.
- Vídeo explicatiu del funcionament del joc.
- Repositori virtual Github amb el projecte i el codi que el compon.

## 1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

S'ha estructurat la resta de capítols del document de manera que es puguin explicar de manera lògica i aïllada. La disposició de la resta dels capítols es la següent:

### *Capítol 1, introducció:*

Capítol dedicat a la introducció del joc i a la explicació de tota la resta de capítols que compondran la resta de la memòria

### *Capítol 2, Estat del art:*

Capítol dedicat al anàlisi del art utilitzat en el videojoc, presa de decisions artístiques i aplicacions de assets tant propis com de la comunitat.

### *Capítol 3, Definició del joc:*

Capítol dedicat a l'explicació exhaustiva de tot el relacionat amb la generació i idea inicial sobre el joc, inspiracions tant culturals com digitals, referències a jocs anteriors, conceptes generals sobre el joc i esquematització de costos totals del projecte.

### *Capítol 4, Technical design:*

Capítol dedicat a l'explicació de la totalitat de components desenvolupats i relacionats amb l'arquitectura per al projecte, el seu funcionament, propòsits i la presa de decisions per arribar a la versió actual en la que radica en el projecte.

### *Capítol 5, Level design:*

Capítol dedicat a explicar tot el relacionat amb el disseny dels nivells creats per al projecte, configuració dels nivells, corba de dificultat del joc i definicions dels camins a seguir per superar el joc.

### *Capítol 6, Manual d'usuari:*

Capítol dedicat a definir el manual que utilitzarà el jugador real, amb factors com els següents:

- Requisits mínims del joc
- Descripció breu del joc
- Explicació de controls i disposició de tecles d'acció del joc
- Explicació sobre els diferents tipus d'interaccions que te el videojoc
- Explicació sobre el sistema de stunts del joc

### *Capítol 7, valoració econòmica del projecte:*

Capítol dedicat a explicar els detalls econòmics dels que consta el videojoc i el seu cost total.

### *Capítol 8, Conclusions:*

Capítol dedicat a recopilar els forts i febleses del projecte, reflexions sobre el projecte, lliçons i coneixement apresos gracies a l'elaboració del projecte.

## 2 Estat del art:

### 2.1 Introducció

El videojoc esta pensat per tenir un art amb format toon i desenfadat, amb tonalitats alegres i colorides, amb mons amb colors vistosos tant de dia com de nit. Amb aquesta configuratiu de colors i factors alegres podrem:

- Obtenir millors resultats amb un joc de temàtica arcade com es Voxel racers.
- Permetrà definir els efectes especials del joc d'una manera mes senzilla i amb millors resultats que amb un sistema de detalls estesos.
- Les tasques d'animació, renderitzat i maquetació serà mes senzilla.
- La creació de menús serà mes fàcil de desenvolupar i posar en practica.
- El rendiment del joc es veurà beneficiat d'aquesta condició.
- Facilitar tasques de post processat al tractar-se d'un art menys vistos.
- Adaptar-se millor a les necessitats del joc.



## 2.2 Magica Voxel

Una vegada adoptada el tipus d'art toon per al joc va sorgir la idea de implementar un toc més voxel al joc, aquesta idea va agradar des de el principi perquè hi havia molts avantatges, entre els quals:

- El descobriment de que hi ha una gran comunitat de creadors de contingut totalment gratuït i contingut amb creativitat CC04 ([megavoxels.com](http://megavoxels.com))



- El descobriment d'un programa que ajuda a desenvolupar, prototipar i exportar al nostre motor gràfic (Unity) qualsevol creació que es faci al seu entorn ([2][MagicaVoxel](http://MagicaVoxel.com)):

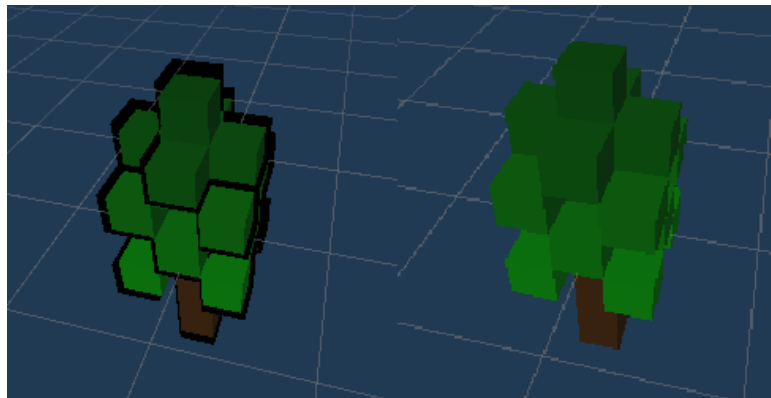


- La facilitat per crear contingut mitjançant el programa MagicaVoxel i senzillesa per fer-la efectiva al projecte va acurtar les tasques artístiques que, si fossin amb un altre estil, haurien trigat molt mes en obtenir resultats.
- La temàtica voxel es una temàtica molt de moda i es molt utilitzada al territori Indie justament per la seva facilitat de desenvolupament i els bons resultats que dona en jocs que no se centren en una historia o art aprofundits.

*Encara que el descobrir l'eina MagicaVoxel ha facilitat la generació de contingut artístic per al joc, cal remarcar la gran quantitat de temps empleat en la creació del art el qual es pot veure al executable del joc, on la gran majoria dels objectes han estat creats i dissenyats manualment.*

### 2.3 Outline System

Una vegada integrat l'art base dels vòxels i el seu estil desenfadat, a mes a mes, s'afegeix durant el desenvolupament del videojoc la instal·lació d'un sistema d'Outlines que enriqueixi encara mes el art del joc, donant-li mes personalitat i expressió:



*Podem apreciar la diferencia entre l'aplicació del sistema d'outlines i la manca d'aquest, com es pot veure, aquest detall li dona molta mes personalitat al model*

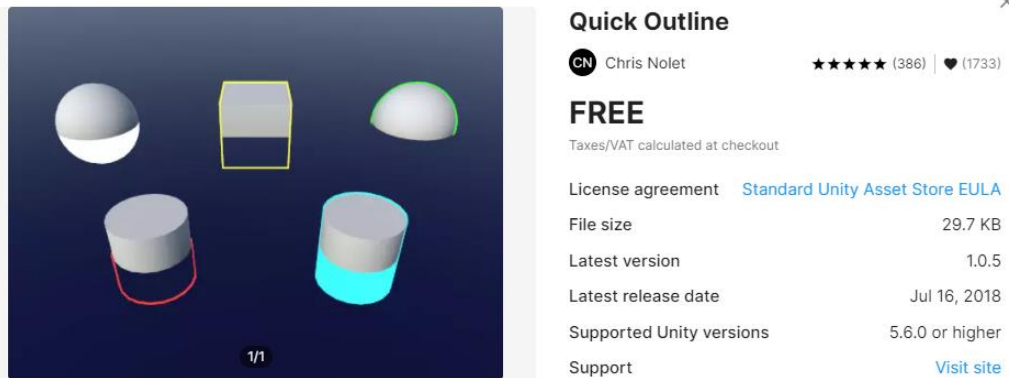
Per fer possible el sistema Outline al final es va optar per dos vies clarament diferenciades:

- Via shader pre renderitzat com a postprocess:

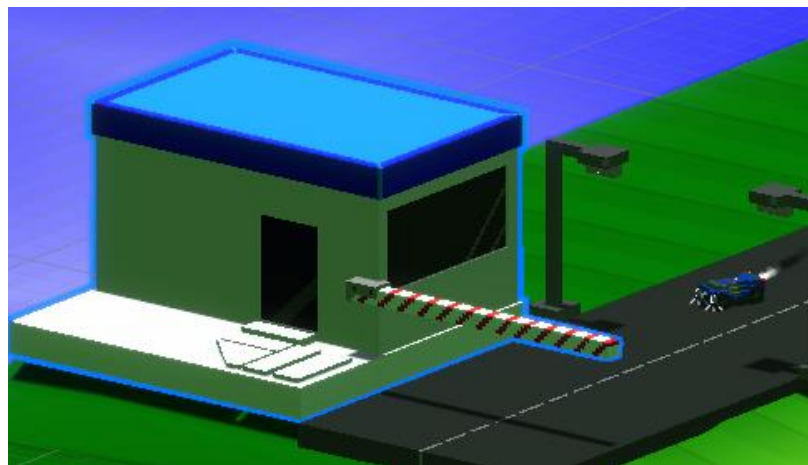
Amb aquesta via, hem aplicat un filtre amb un shader pre computeritzat al sistema Unity, que crea l'efecte outline a tots els models que es renderitzin a un layer específic de la càmera del joc.

D'aquesta manera, s'aconsegueix l'efecte d'una manera eficient i sense desperdiciar recursos.

- Via l'asset de unity QuickOutline:



Després de desenvolupar la primera versió del sistema Outline es va trobar aquest asset gratuït en els sistemes de Unity que facilitava la tasca. L'asset funcionava correctament i n'hi havia previsió d'una implantació substitutiva davant l'altre sistema, però em vaig donar compte d'un detall, la manera d'implantació d'aquest sistema d'Outline era fàcil e intuïtiva, però aplicada de manera massiva repercutiria negativament sobre el projecte, sobretot en extensions de terreny, ja que per cada component declarat com a Outline es devia implementar una copia del codi perquè funcionés de manera independent (poder aplicar outlines de colors, gruix, etc), aquest fet va provocar que la solució es pogués implantar al final si, però només a petita escala i per donar més profunditat a les diferents opcions del joc mentre juguem, com per exemple en els edificis interactuables del joc amb outlines de diferents colors i gruixuts per diferenciar-los dels altres edificis, etc:



Curve / Bend shader effect:

Durant tot el projecte es va jugar sobre la possibilitat d'implementar-li al videojoc un efecte de bending per donar la sensacio al jugador de que el cotxe estava en un mon, l'efecte es famos per ser un esser distintiu de jocs propis de la saga Animal Crossing:



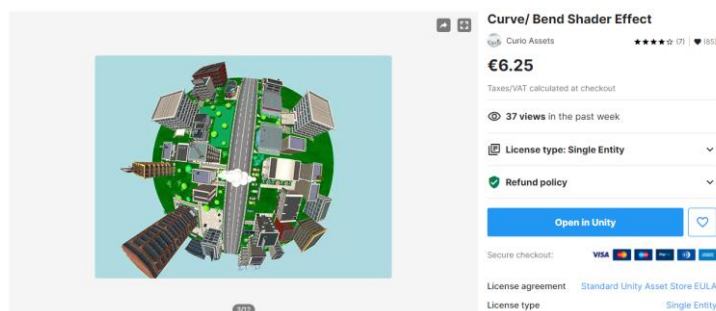


S'havia pensat que era un bon efecte per donar a un joc amb temàtiques d'exploració i amb fases endless runner, i es varen trobar diverses opcions per poder realitzar la seva implementació:

- Mitjançant tutorials online:



- Mitjançant assets implementables:

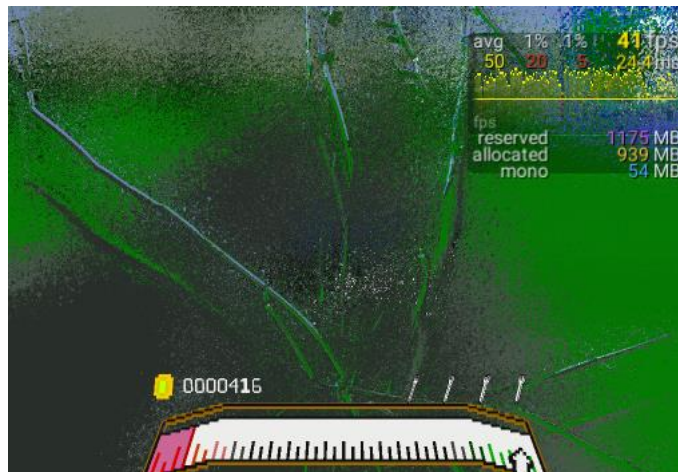


Malauradament es va intentar la seva implementació per totes dues opcions però finalment no va poder ser, ja que el seu cost era massa alt computacionalment parlant i l'efecte no acabava de donar el resultat esperat.

### 2.3 Efectes visuals del joc (Shaders)

Durant el desenvolupament de voxel racers es varen incloure diversos efectes visuals a la camara del joc per augmentar la immersio, sensacio de velocitat i conseqüències dels nostres actes durant fases especificques.

- Broken screen shader effect:



Efecte visual incorporat a la càmera del joc principal per major inversió per casos on el protagonista s'estavellava contra un obstacle o tenia algun accident.

Aquest efecte es va dissenyar interpolant una imatge especial amb temàtica de cristall trencat amb el contingut que esta renderitzant la càmera mitjançant un shader de Unity i afegint-lo al stack del renderitzador de la càmera principal del joc, d'aquesta manera el efecte sembla que la càmera esta amb el cristall trencat, un efecte simple d'implementar però que dona un detall extra al joc.

El desenvolupament, creació i implementació d'aquest efecte especial es va realitzar seguint un vídeo tutoria gratuït.

- Radial blur shader effect



Efecte visual incorporat a la càmera del joc principal per major inversió per casos on el protagonista es propulsava o obtenia potencia extra, com, per exemple en els cassos on agafava l'item del potenciador de velocitat.



Aquest efecte es va dissenyar a partir dels càlculs matemàtics d'una interpolació, es varen aplicar en els càlculs del shader en qüestió i s'apliquen amb el contingut que esta renderitzant la càmera mitjançant un shader de Unity i afegint-lo al stack del renderitzador de la càmera principal del joc. D'aquesta manera el efecte sembla que la càmera esta en propulsió i augmentarà l'efecte de que el cotxe va mes ràpid del que sembla, un efecte simple d'implementar però que dona un detall extra al joc.

El desenvolupament, creació i implementació d'aquest efecte especial es va realitzar seguint un vídeo tutoria gratuït.

## 2.4 Disseny del mapa principal

Disseny del mapa del mon principal (Terrain tools):

Per el disseny del mapa principal, al no tractar-se d'una zona automatitzada del joc que no requeria ser multi propòsit ni adoptar una complexa forma canviant per adaptar-se a diferents estats del joc, s'ha optat per aplicar un component anomenat Terrain tools:

**Terrain Tools**  
 mgear ★★★★★ (17) | ❤️ (1094)  
**FREE**  
 👁️ 1131 views in the past week  
[Open in Unity](#) [❤️](#)  
 License agreement [Standard Unity Asset Store EULA](#)  
 License type [Extension Asset](#)  
 File size 138.2 MB  
 Latest version 2.7  
 Latest release date Nov 5, 2018  
 Supported Unity versions 5.2.4 or higher  
 Support [Visit site](#)

Aquesta eina afegeix un component funcional al motor de Unity, en concret afegeix el component Terrain, una manera de realitzar mapes que el fa molt més dinàmic i personalitzable en comparació a la creació del mapa manual, entre molts altres aspectes destaquem:

- Creació de mapes de manera fàcil i senzilla
- Alteració de mapes eficient i amb bons resultats
- Capacitat per crear muntanyes, elevacions i baixades de terreny sense dependre de tercers component.
- Capacitat per crear holes per el pas de túnels
- Capacitat per afegir fauna als mapes creats
- Habilitat d'afegir detalls als mapes
- Capacitat per pintar textures de manera única al mapa per afegir
- parts d'herba, de platja, de muntanya, etc..

## 3 Definició del joc

### 3.1 Idea del joc

#### 3.1.1 Breu descripció del joc

El meu videojoc Voxel racer parteix d'una descripció molt ràpida

*“videojoc endless runner que vol ser més que un joc de cinc minuts a un dispositiu”.*

El meu videojoc vol ser un joc per entretenir-se un cert temps i no ser més gran del que en realitat pot arribar a ser, però al mateix temps vol complir amb unes expectatives:

- Ha de ser un videojoc capaç d'entretenir per el sol fet d'apreciar la seva jugabilitat.
- Ha de ser un videojoc on el jugador pugui aplicar el seu temps en diferents tasques i al mateix temps sentir-se com que ha aplicat correctament el seu temps a totes elles.

- El joc ha de tenir una corba de dificultat que no es defineixi per un nivell de dificultat, sinó que nomes l'experiència en joc et faci millor jugador.

### 3.1.2 Subgènere i referències a videojocs existents

El subgènere el qual podem situar el videojoc Voxel racer es podria dir que encaixa dins l'apartat de videojoc de carreres i també dins del tipus de videojoc acrobàtic, essent aquesta ultima definició el factor en el que es vol diferenciar els jugadors nous dels jugadors experimentats.

A mes a mes podríem parlar d'una tercera definició, la de "joc d'aventures" ja que, les implementacions i idees que s'han anat programat per el videojoc, com un mon obert, diferents nivells, objectes amagats i col·leccionables, etc.. el fan entrar una mica en aquest subgènere també.

#### ***Inspiracions en videojocs existents:***

Podem nombrar un ampli abanic de videojocs, els quals ens hem basat petits aspectes per donar una forma unica a Voxel racer, de tots aquests exemples es prenen diferents característiques aïllades, les quals s'ha pensat que eren bona idea replicar al nostre videojoc per donar-li punts forts al nostre títol, podem destacar uns quants exemples:

#### ***Out run:***



El videojoc Out run es basa en una temàtica molt simple, accelerar i evitar obstacles mentres s'adquireix la major velocitat possible per guanyar el joc. Precissament aquesta simplicitat i el concepte d'esquivar obstacles es el que va agradar del títol per prendre com a exemple i aplicar-ho a Voxel Racer, agrada la idea bàsica però entretinguda, i en aquest factor es va aplicar la idea inicial del joc.

## Saga Mario kart



La saga mario kart es una saga de carreres de karts molt coneguda que te una premissa bàsica “acabar primer en la cursa fent us correcte dels items que et toquen”, principalment la idea dels items i la d’un sistema de conducció desenfadat i arcade varen ser les que van trucar l’atenció a l’hora de realitzar inspiracions en aquest joc.

El que necessita Voxel Racer es una conducció fàcil i fluida, amb poques decoracions però efectives per fer una conducció entretinguda, i així es deixa la complexitat per el sistema de stunts del joc, factor on es vol radicar la veritable dificultat i expertesa, per tant, el sistema de conducció de Mario kart es perfecte per la seva implantació a Voxel Racer, sobretot per el seu funcionament fàcil i intuïtiu programàticament parlant:



## Saga Tony Hawk’s



La saga Tony Hawk’s es un saga de jocs on radica principalment la dificultat la qual es volia implantar en el joc. Un jugador normal només pot arribar a ser un bon jugador d’un Tony Hawk’s jugant i practicant, aquesta simple norma s’aplica d’una manera molt eficient a la saga de jocs i es la principal característica que em va atraure a l’hora d’implantar

el sistema de stunts del joc Voxel Racer, aquest sistema vol esser un sistema on, només practicant molt es pogués treure el màxim rendiment, i, per tant, em volia allunyar dels típics jocs on l'expertesa i millors resultats estaven condicionats al que pagava el jugador o els items que portava, sinó que el condicionava la quantitat d'hores invertides al joc per tal de perfeccionar Stunts, seleccionar els adequats i saber com executar-los en el moment idoni.

### ***Banjo Kazooie/ Tooie***



Amb La saga de Banjo vaig veure una manera molt ben posada a la practica de com entretenir a un jugador tant amb una historia principal ben muntada sinó que també amb uns elements secundaris col·leccionables que impulsessin al jugador a la seva cerca i recuperació, la quantitat d'elements col·leccionables inspirava el recórrer els mapes del joc i això el jugador ho apreciava perquè eren hores molt entretingudes per al jugador, on descansava de la trama principal i, al mateix temps anava completant el joc.

Aquest aspecte abans mencionat es l'aspecte que es volia implementar al Voxel racer, el fet d'animar al jugador no només a completar nivells fins haver-los realitzat tots, sinó que també premiar-lo si recorria el mapa i descobria tots els items secrets, cotxes desbloquejables, stunts del joc, etc..

### 3.2 Tipus d'interacció joc-jugador

Voxel racer es va programar per tenir una interacció el mes senzilla e intuïtiva possible amb els jugadors que hi juguen, podem distingir els següents controls al joc:

- Up arrow: indicador de fletxa superior, utilitzada per registrar steps per realitzar stunts que requereixin d'aquesta tecla a les seves combinacions.
- Down arrow: indicador de fletxa inferior, utilitzada per
  - Registrar steps per realitzar stunts que requereixin d'aquesta tecla a les seves combinacions.
  - Anar cap endarrere amb el cotxe seleccionat en cas de no estar accelerant ni en mode stunt.

- Left/right arrow: indicador de fletxa esquerra i dreta, utilitzades per:
  - Enregistrar steps per realitzar stunts que requereixin d'aquestes tecles a les seves combinacions.
  - Girar el volant a la direcció la qual pertany cada tecla.
  - Desplaçar-se per els menús de la UI en cas de ser necessari.
- Accelerate key: Tecla encarregada d'accelerar el cotxe.
- Stunt mode key: Tecla encarregada de mantenir el mode stunt del cotxe per executar combinacions de tecles, mentre aquesta tecla estigui premuda, el mode stunt del jugador estarà habilitat.
- Altres botons de presa de decisions (Intro, escape): per fer el joc el mes senzill possible en qüestió de mapeig de botons, els botons d'intro i escape ofereixen decisions rapides en quant a accedir o sortir de panells de la UI.

Les tecles abans esmentades suggereixen una combinació de teclat amb ratolí com la que s'exposa a continuació:



### 3.3 Plataforma de destí:

En un principi, Es cerca una plataforma de destí que acompleixi els següents requisits:

- El jugador pugui jugar preferiblement partides curtes i intenses amb la fi de matar el temps (depenent de la quantitat de temps que vulgui passar el jugador al joc) o de poder aprofitar tasques en segon pla per a la seva distracció momentània.
- El joc es farà el mes optimitzat possible per poder-se executar en maquines de pocs recursos o de recursos limitats, la raó es perquè el primordial que s'ha de respectar en aquest tipus de



videojocs es el framerate, ja que, amb un framerate alt tindrem mes capacitat de reacció com a jugadors, factor que es vital en aquest tipus de títol.

- El joc podria gaudir d'un mode online competitiu, per tant, interessa que la plataforma d'execució d'aquest tingui accés fàcil a connectivitat online.

Per aquestes raons primerament escolliríem un Desktop PC com a plataforma de sortida del nostre videojoc, sota una plataforma de venda amb experiència amb developers petits com Gog o Steam, ja que es tractaria d'un videojoc compatible amb les configuracions abans esmentades, les maquines pc empararien sobradament les necessitats del videojoc i serien unes plataformes idònies, ja que el títol es podria jugar en segon pla tal i com s'especifica anteriorment en els requisits d'aquest. A mes a mes no es descartarien les següents plataformes:

- Nintendo Switch sota la plataforma del seu sistema de market "Nintendo EShop" ja que compleix amb tots els requisits i ens dona l'avantatge de tenir una disposició de jugabilitat millor que la d'una pantalla tàctil i botons específics per jugar, encara que aquest factor dependria del èxit que tingues el videojoc a la plataforma PC Desktop i la disponibilitat de l'empresa Nintendo en donar-nos l'oportunitat de vendre'ns un kit de desenvolupament.
- Dispositiu mòbil: Gracies als smartphones i a la capacitat d'adaptació del engine escollit, es podria realitzar un portatge molt ben adaptat cap a dispositius mòbils, ja que compleix amb la amplia majoria dels requisits tècnics i de control necessaris com per poder emular el joc desenvolupar sense perdre qualitat.

## 3.4 Conceptualització

### 3.4.1 Historia, ambientació i trama

#### *Historia*

En un món on els éssers humans tenien accés a una alta tecnologia i les màquines gaudien d'una intel·ligència artificial superior, va sorgir una invenció trencadora, l'autopista Intertemporal, una estructura gegantina que era capaç de transportar vehicles d'una època a altres mitjançant la seva composició amb forma d'autopista, permetent travessar el temps i accedir a territoris d'altres èpoques i dimensions.

Aquest nou invent va permetre als vehicles viatjar a diferents mons i aprendre que no només eren màquines de transport, en alguns mons els vehicles havien inventat unes tècniques per aprofitar el 100% de les seves capacitats i, amb combinacions estudiades durant mil·lennis i desades en forma de papirs amagats per els diferents mons, poder executar maniobres i accions impossibles per un vehicle normal.

Durant molt temps l'autopista intertemporal va portar riquesa i pau als diferents plans, permetent crear relacions entre humans d'èpoques diferents i permetent a les màquines d'intel·ligència avançada visitar les seves anteriors versions, però l'invenció va començar a provocar conflictes sobre el seu ús, ja que els humans també varen descobrir com potenciar les seves capacitats al 100% i, malauradament aquesta va ser la raó del començament d'una guerra per el control de l'autopista i de les seves capacitats de trobar scrolls.

Aquesta guerra va provocar una explosió que va provocar l'erradicació total de la humanitat del pla temporal, el repartiment de la seva cultura en forma de relíquies i el repartiment totalment aleatori dels diferents scrolls en tot el món. Malauradament aquesta explosió també va provocar l'apagament de l'accés a l'autopista intertemporal, causant la total incomunicació per a tots els vehicles, deixant-los repartits entre els diferents plans.

A aquesta situació arriba el nostre protagonista, un vehicle autònom que pren consciència de si mateix i es dona compte del que ha passat, a partir d'aquestes accions i després de assabentar-se de la seva capacitat per llegir i poder equipar-se els scrolls dispersats per el món decideix intentar arreglar i restablir totes les parades de l'autopista intertemporal, per poder trobar tots els scrolls dels diferents plans i poder comunicar a tots els sectors que comunicava la autopista.

## Ambientació

El joc consta d'una ambientació principal basada en la temàtica del món 1, una temàtica ambientada en un barri urbanitzat típic dels estats units. Aquesta ambientació pretén només ésser l'ambientació del primer món, ja que estem parlant d'un joc que té com a principal objectiu arreglar una màquina que permet visitar diferents èpoques, per tant es preveu que els altres mons tinguin altres tipus d'ambientació que es desenvoluparan en un futur.

## Trama

La trama del joc parteix per un total de tres objectius:

- Reparar tot el possible l'autopista intertemporal, superant tots els nivells possibles i travessant les diferents èpoques de cada època que el protagonista visiti.
- Aconseguir totes les relíquies humanes repartides per els diferents mons, fruits d'una civilització extinta i d'un gran valor sentimental per el protagonista, ja que cada reliquia compta amb una història.
- Aconseguir tots els scrolls per capturar totes les tècniques possibles, aquest objectiu té com a premi afegit que els scrolls aconseguits es podran utilitzar activament en el joc per superar nivells o per practicar la conducció del cotxe.

### 3.4.2 Definició de personatges i elements

En qüestió de personatges, el joc només tindrà principalment com a personatges els diferents vehicles disponibles que, per al moment són els següents:

- **Cotxe normal:** Cotxe amb el que iniciem una partida.
- **Utilitari vermell:** Cotxe vermell que té més potència que el cotxe normal però relisca una mica més.
- **Cotxe toro mecànic(en projecte):** Cotxe que té la capacitat de, en el moment just, treure per els aires els obstacles en front seu, guanyant així energia stunt
- **Cotxe blindat:** Cotxe del exercit amb slot extras de reparació però menys velocitat

- Cotxe híbrid(en projecte): Cotxe amb capacitat per convertir part dels stunt capsules que s'aconsegueixen en gasolina.
- Paper Car(en projecte) : Cotxe fet de paper amb reparacions reduïdes però amb mínimes afectacions gravitatòries.
- Cotxe StuntMan(en projecte): cotxe amb capacitat per aplicar stunts d'una manera mes rapida.

Al joc tindrem els següents tipus d'elements:

**Opcions del joc:** opcions creades perquè el jugador s'apropi a elles per tal d'interactuar i accedir a les opcions que representen.

**Obstacles de carretera mòbils:** ja siguin des de cotxes circulant com a dragons o naus espacials, als nivells hi haurà un assortit d'obstacles mòbils que intentaran fer-nos acabar la partida.

**Obstacles de carretera estàtics:** Arbres, arbustos, edificis, cubells d'escombraries, a cada nivell es repartiran una quantitat d'obstacles estàtics que poden tant servir-nos d'avantatges i donar-nos accés a beneficis i puntuació extra com costar-nos la partida.

**Bosses de carretera:** Des de tifons fins a trens que es creuaran al nostre camí, en alguns nivells haurem d'abatre grans colossos que ens complicaran la circulació i ens voldran fer estavellar a cada pas per la carretera.

**Palanques/botons:** el joc tindrà repartits un seguit d'accionables que ens ajudaran o desbloquejaran recursos essencials per travessar parts del joc.

**Stunts:** el jugador gaudirà d'un sistema que li permetrà realitzar piruetes configurables mitjançant un mode stunt activable als nivells.

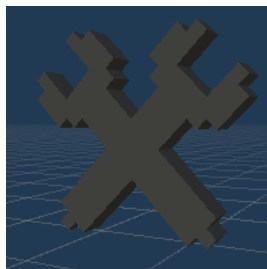
Aquest mode stunt registrarà la combinació de tecles que prenem per analitzar-les i veure si coincideixen amb un stunt que tinguem configurat al nostre vehicle, en cas positiu es realitzarà el stunt i el jugador es veurà recompensat:

- Stunts de nivell 1: (combinació de màxim 2 tecles) combinació bàsica de stunt que ens farà guanyar 5 punts de stunt i una millora de velocitat del 1.25x
- Stunts de nivell 2: (combinació de màxim 3 tecles) combinació de stunt que ens farà guanyar 10 punts de stunt i una millora de velocitat de 1.5x i a vegades desplaçament gravitacionals.

- Stunts de nivell 3: (combinació de màxim 4 tecles) Combinació més complexa que ens donarà una millora de velocitat de 1.75x, costarà 10 punts de stunt i ens serviran de defensa davant obstacles.
- Stunts de nivell 4: (combinació de màxim 5 tecles), piruetes llegendàries i difícils d'aconseguir, costen 50 punts de stunt i poden provocar des de gasolina, reparacions o monedes extra fins a explosions, canvis de temps i efectes en el jugador tals com poder llençar foc, invulnerabilitat, flotació, etc.

**Power ups:** Aquests elements ens donaran un cop de ma depenent del seu tipus:

- **Reparació:** Inicialment un cotxe te un cert nombre de parts (vides) que, en veure's afectat per col·lisions amb l'entorn, s'anirà disminuint, la interacció amb aquest tipus d'element repararà completament el nostre cotxe.

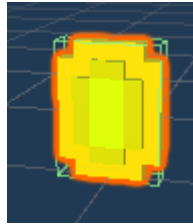


- **Gasolina:** Als nivells del joc el nostre cotxe anirà consumint gasolina i, si no li posem una mica de tant en tant, acabarà sense, i costant-nos la partida. Per aquesta raó el jugador quan es vegi amb els nivells de gasolina baix necessitarà aconseguir aquest powerup per guanyar més kilòmetres de recorregut per al seu objectiu.

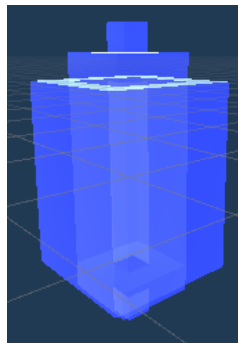


- **Monedes:** Aquestes monedes s'aconsegueixen als modes de joc i a mon de cotxes del joc, es el material monetari per el qual

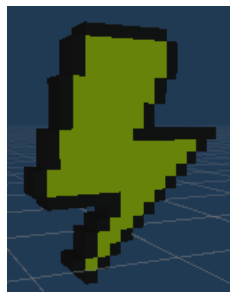
comprar altres cotxes/ comprar skins/ passar a altres nivells, etc..., cada moneda té el seu valor per unitat.



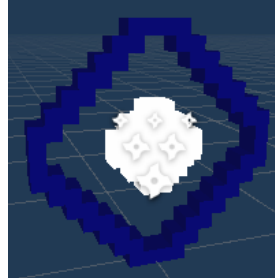
- **Diamants:** Bàsicament són monedes amb més valor i més difícils de trobar durant els nivells, estan posicionades en llocs on és més difícil accedir i l'intent et podria costar una reparació, valen un total de 10 monedes cadascuna.



- **Nitro:** en moments on necessitem donar-li al accelerador i no tinguem manera de realitzar stunts per aconseguir velocitat, aquest ítem ens donarà una empenta per poder obtenir un impuls extra.



- **Capsules d'energia stunt:** Hi haurà fases o nivells en els quals la energia stunt no es podrà obtenir fàcilment, en aquests casos seran de molta utilitat les capsules d'energia stunt, que ens donaran 5 punts per cada capsula.



### 3.4.3 Interacció entre els actors del joc

Al joc, al tractar-se d'un títol arcade, tindrem una gamma variada de npcs, encara que, molt orientada a ser de caràcter hostil amb el jugador:

- **Npcs hostils:**

Obstacles estàtics: Aquest tipus d'actor es veurà representat per una amplia gamma d'objectes quotidians que serviran com a enemic del jugador, aquests npc no tenen una missió mes enllà de la de obstaculitzar al jugador perquè perdi vides al envestir-ho. Els següents exemples es faran servir com a obstacles estàtics:

- Arbres
- Arbustos
- Cubells d'escombraries
- Faroles
- Bancs
- Panells d'obra

- **Obstacles dinàmics:**

Aquest tipus d'actor es mes complex que el primer, ja que representarà un obstacle mòbil, com per exemple:

- Autobusos
- Cotxes turisme
- Cotxes esportius
- Motos
- Bicicletes
- Carros
- Naus
- Plantes rodadores

- **Obstacles interactuables:**

Aquest tipus d'actor tindrà un trigger que actuarà quan el jugador entri en contacte amb alguna de les seves parts, provocant una acció que, en la majoria de casos, intentarà treure vides al jugador, son tals com:

- Peixos hostils que surten a la superfície quan el cotxe passa
- Generadors de boles de foc que detecten presència
- Pàrquings amb cotxes que surten quan el jugador passa

- **Npcs Bosses:**

En alguns nivells haurem d'abatre grans colossos que ens complicaran la circulació i ens voldran fer estavellar a cada pas per la carretera, com per exemple:

- Tifons
- Naus espacials que tiren rajos
- Trens

- **Npcs interactuables:**

Hi haurà una gamma d'estructures i màquines a les que podrem realitzar interaccions per poder avançar en el joc:

- Edificis d'accés a opcions: Npcs als quals recorrerem per accedir a opcions del joc, ja sigui per:
  - Accés a nivells del joc.
  - Accés a opcions de personalització del nostre jugador.
  - Accés a altres mapes del joc.
  - Accés a informació del joc.
  - Accés a altres cotxes.

#### 3.4.4 Objectius plantejats al jugador

Com s'ha dit anteriorment, aquest joc parteix de les bàsiques d'un *endless runner*, però, degut a la ràpida sensació de repetició que pot adquirir el jugador, es cerca amplificar el món que envolta al avatar en el joc. Aquesta ampliació afecta directament als objectius plantejats al jugador, ja que ja no tindrà com a únic objectiu el de marcar la major puntuació possible, sinó que, al obrir el món del joc Voxel Racer a un sandbox on escollir el que es vol fer, els objectius també augmenten, atorgant al jugador una nova perspectiva i oportunitats d'entretenir-se.



Primer de tot podem donar coneixement de l'objectiu principal del joc, que no es ni mes ni menys que el de aconseguir superar tots els nivells de cada pla de l'autopista, aquest es l'objectiu principal del joc i principal propulsor de descobriments per el jugador, ja que, gracies als premis generats per superar els nivells i el fet de superar-los, el jugador podrà adquirir nous vehicles, fet que produirà el descobriment de noves zones del joc per ell.

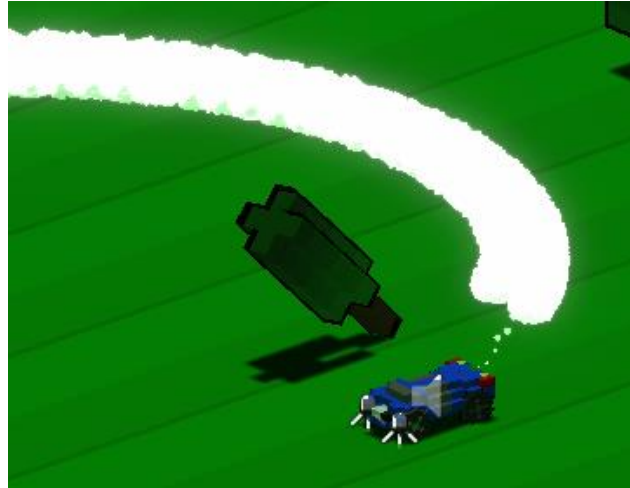
Com s'ha comentat en apartats anteriors, la guerra que hi ha com antesala al començament de la trama del joc fa que els humans desapareguin i que una explosió dispersi tots per tots els plans connectats per l'autopista intertemporal, aquest fet fa que també es dispersin tots els col·leccionables (relíquies) que els humans tenien com referencies culturals i, que serà un d'aquests objectius del joc, poder recollir totes les referencies culturals del joc.

Apart de les relíquies repartits per tots els plans del joc, també cal remarcar com a objectiu la recol·lecció de tots els scrolls perduts i que donen capacitats especials als vehicles seleccionables, aquest objectiu te les següents funcions:

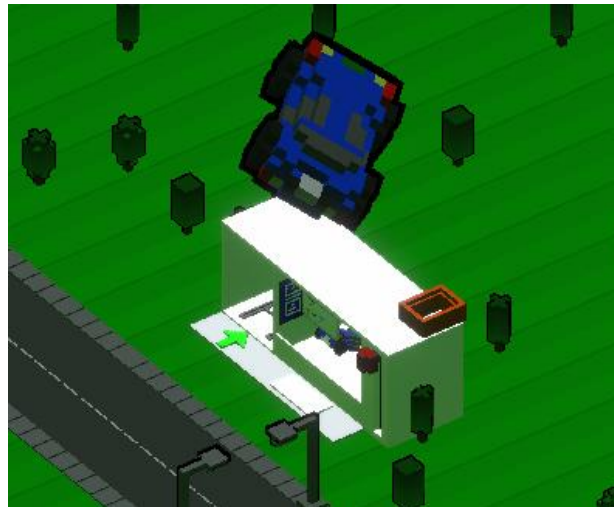
- Donar entreteniment i un impuls lúdic al jugador per col·leccionar tots els stunts.
- Aprofundir la trama de joc, donant a conèixer dades sobre els extints humans i sobre les capacitats dels vehicles en el pla del joc.
- Donar un objectiu d'interès al jugador de cares a la implementació d'un mode online (en projecte), ja que, en aquest mode l'us dels diferents stunts donarà avantatges sobre els oponents.
- Enriquir i donar capacitat als jugadors perquè puguin realitzar configuracions de scrolls adients a la seva estratègia com a jugadors per superar els nivells o per combatre altres jugadors en el multijugador online (en projecte).

### 3.4.5 Concept art, animació...

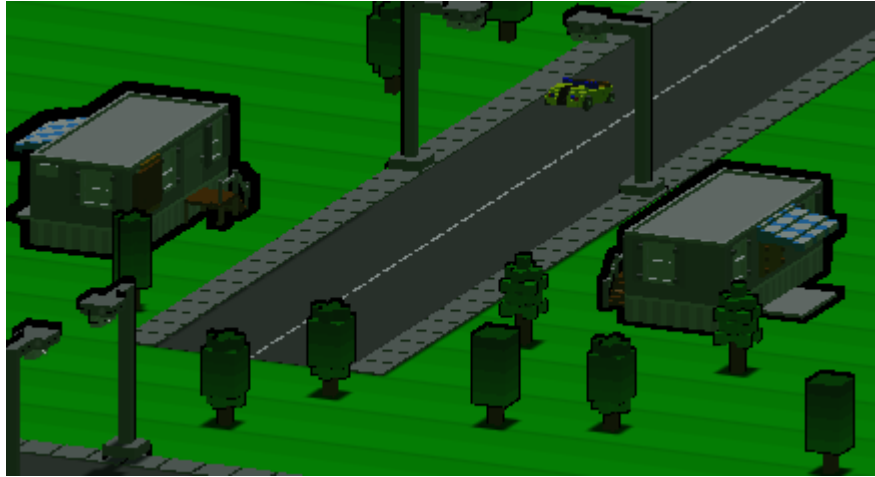
Com s'ha comentat en apartats anteriors, per motius estètics i de rendiment de treball s'ha escollit una temàtica píxel voxel amb un cel shading lleuger per donar un acabat més animat al joc, podem mostrar els resultats de l'aplicació del art sobre el joc a continuació:



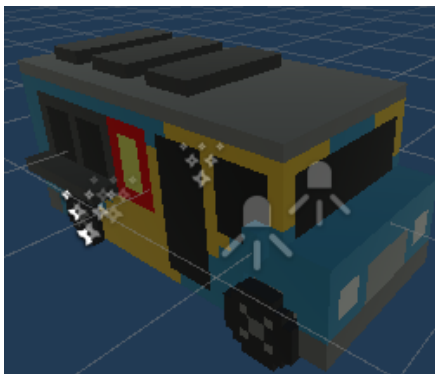
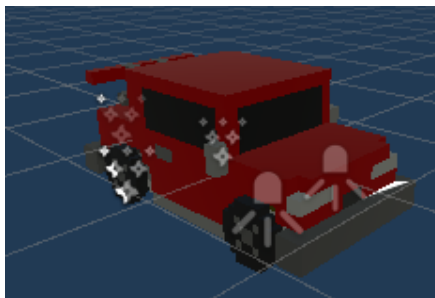
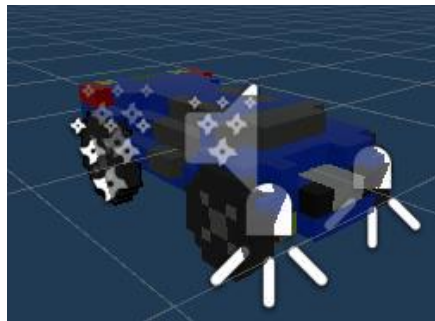
*Fotografia d'exemple de derrapament amb cotxe per defecte*



*Concessionari de cotxes, on seleccionar el vehicle a conduir*



*Exemple part de mon 1, amb cotxes npc que circulen per els carrers del mon.*



*Mostra artistica de diferents vehicles jugables del videojoc*

### 3.4.5 Desenvolupament i roadmap

#### a) Avaluació d'engines i kits de desenvolupament

Per a la creació d'aquest treball s'ha optat per inicialitzar-se en el món dels videojocs amb una eina que tingui:

- Alta capacitat d'aprenentatge
- Molta documentació
- Varietat d'assets per personalitzar projecte i complementar-lo en molts aspectes, desde assets gratuïts fins a assets de pagament.
- Sistema robust per detectar fuites de rendiment i amb mesures i informació per preveure i solucionar aquest tipus de problemes desde una etapa molt temprana del projecte
- Molts exemples per poder veure i aprendre, tant oficials com de gent semi professional que vol ensenyar tècniques de renderitzat i optimització de codi.
- Sistema facil de portar el resultat programat als dispositius esmentats anteriorment com a plataforma de sortida principal del videojoc (Mobil, Nintendo Switch i PC).

Dels kits de desenvolupament investigats i motors analitzats s'ha arribat a la conclusió de que el motor de videojocs Unity compleix amb la gran majoria de necessitats que te el nostre projecte i, per tant serà l'escollit per desenvolupar el nostre títol.

#### b) Planificació d'objectius

S'ha examinat el sistema que ha de seguir el videojoc per avançar satisfactòriament sense tenir que tornar enrere per realitzar canvis i s'ha realitzat una pauta de tasques generalitzades en un ordre específic per fer que es puguin aprofitar tot el possible els factors temps i recursos dels quals disposem:

Com s'ha comentat en apartats anteriors, primer de tot necessitarem tenir el core del joc completat, ja que es tractaria d'un joc endless runner amb variacions per mantenir el factor entreteniment el major temps possible, per tant, el core del joc es priomerial per continuar amb la resta d'implementacions que giraran al seu voltant. Tenint en compte aquest concepte la distribució de tasques es tradueix en:

**1) Generar escena Core del joc**

- a) Generar primera versió del jugador controlable.
  - a. Generar primera versió de mesh de jugador.
  - b. Generar sistema de moviment del jugador.
  - c. Generar sistema de col·lisions per al jugador.
  - d. Generar sistema de desarmament de mesh del jugador.
- b) Generar objectes mini mapa perquè el jugador pugui recórrer.
  - a. Generar sistema de col·lisions per mini mapa
  - b. Generar part d'herba i asfalt
  - c. Generar sistema de detecció de jugador dintre el mini mapa
- c) Generar sistema que generi mini mapes al pas que l'objecte jugador vagi recorrent la escena.
- d) Generar primera versió d'obstacles estàtics per al Core.
- e) Generar UI dinàmica i reutilitzable per a la resta del joc.
  - a. Dissenyar i implementar barra de gasolina.
  - b. Dissenyar i implementar barra d'energia stunt.
  - c. Dissenyar i implementar vides del jugador.
    - i. Adaptar objecte jugador per admetre vides.

**2) Dissenyar i implementar sistema de stunts.**

- a) Implementar sistema d'activació/desactivació del panel.
- b) Crear sistema per detecció de tecles.
- c) Crear sistema per validar stunts.
- d) Generar primera versió d'obstacles dinàmics per al Core.
  - a. Generar sistema de rails o waypoints que hagin de seguir els obstacles dinàmics per simular tràfic.
  - b. Adaptar Obstacles dinàmics per fer que segueixin els waypoints.
    - 1. Sentit dret de carretera
    - 2. Sentit esquerra de carretera
- e) Generar primera versió d'obstacles interactius per al Core.
- f) Generar triggers genèrics.

- a. Generar events genèrics annexos a trigger.
- g) Generar pla amb aigua per la partida.
- h) Generar manera per la qual el jugador acabi la partida.
  - a. Generar mini mapa especial que fa guanyar al jugador quan el toca (aquest mini mapa només apareixerà si es compleixen les mesures del nivell exigides)
  - b. Generar sistema per el qual el jugador perdi
    1. Generar sistema de consum de gasolina per al jugador
    2. Detectar manca de vides en el jugador.
    3. Detectar quan el jugador hagi caigut al aigua
- i) Generar il·luminació per la escena.
  - a. Crear sistema d'il·luminació general (dia tarda nit) configurable.
- j) Generar decoracions background per escena.
  - a. Generar skybox per escena
  - b. Generar objectes background per escena.
- k) Generació de Boto de menú (Enter).
  - a. Generació acció "reprendre partida".
  - b. Generació acció "opcions"
    1. Generació UI d'opcions de so.
  - c. Generació acció "sortir a menú principal".
  - d. Implementar Boto de menú en Core

### **3) Generació de mon principal.**

- a) Generació de mapa general del mon 1.
- b) Generació d'accessos a escena Core proporcionant paràmetres que variaran cada nivell.
  - a. Dissenyar objecte per tractar a enviar des de escena de mon principal i cada nivell per configurar-lo com es vulgui.
  - b. Adaptar enviament d'objecte d'escena Mon principal.
  - c. Adaptar rebuda del objecte a escena Core.

#### 4) **Generació sistema de selecció de stunts per als nivells**

- a) Generació d'edificis interactuables amb el jugador.
  - a. Generar pont de peatge per connexió amb nivells.
    - 1. Generar UI de selecció de nivell.
    - 2. Dissenyar nivells per a mon 1.
  - b. Generar concessionari de cotxes.
    - 1. Generació de UI de selecció de cotxe
    - 2. Generació de sistema de compra de vehicle.
- b) Generar edifici general de tràfic
  - 1. Generar UI de selecció de nivell challenge.
  - 2. Generar escenes de desafiament.
- c) Generar edifici de telecomunicacions
  - a. Generar UI de mode multi jugador.
- d) Generar edifici biblioteca
  - a. Generació UI de consulta
  - b. Generació part UI d'items col·leccionables descoberts
  - c. Generació part UI de consulta de scripts stunts descoberts.
  - d. Generació part UI de consulta de records de challenges.
  - e. Disseny objecte stunt script
  - f. Disseny sistema per habilitar stunts descoberts.
- e) Generar edifici "Pont de pas" per poder continuar amb el següent mon.
- f) Generació panells explanatoris per explicar cada opció.
  - 1. Generar sistema perquè el panell surti només una vegada i que després només es pugui accedir voluntàriament mitjançant un boto específic dintre de cada panell.
- g) Generar panell explanatori de "Pont de peatge"
- h) Generar panell explanatori de "Concessionari de cotxes"
- i) Generar panell explanatori de "Edifici general de tràfic"
- j) Generar panell explanatori de "Edifici de telecomunicacions"
- k) Generar panell explanatori de "Edifici biblioteca"
- l) Generar panell explanatori de "Pont de pas"

**5) Generació Menú principal**

- a) Generació UI de “Menú principal”
  - a. Generació opció “Jugar”
  - b. Generació opció “Opcions”
    - 1. Interconnectar amb UI d’Opcions ja creat
  - c. Generació opció “Sortir”

**6) Generar sistema multi jugador.**

- a) Generar sistema d’emparellament
- b) Generar sistema d’inici de partida (connexió amb escena Core i adaptació)
- c) Generar sistema de seguiment d’estat d’altres jugadors durant la partida.
- d) Generar terminis de partida (guanyar, perdre)

**7) Generació de mapa general del mon 2**

- a) Generació accessos des de mon 1
- b) Generació d’edificis interactuables amb el jugador.
- c) Generar pont de peatge per connexió amb nivells.
  - 1. Dissenyar nivells per a mon 1.
- d) Generar concessionari de cotxes.
  - 1. Generació de UI de selecció de cotxe.
- e) Generar edifici general de tràfic
  - 1. Generar escenes de desafiament.
- f) Generar edifici de telecomunicacions.
- g) Generar edifici biblioteca.



## 4 Technical design

### 4.1 Desenvolupament específic de parts clau.

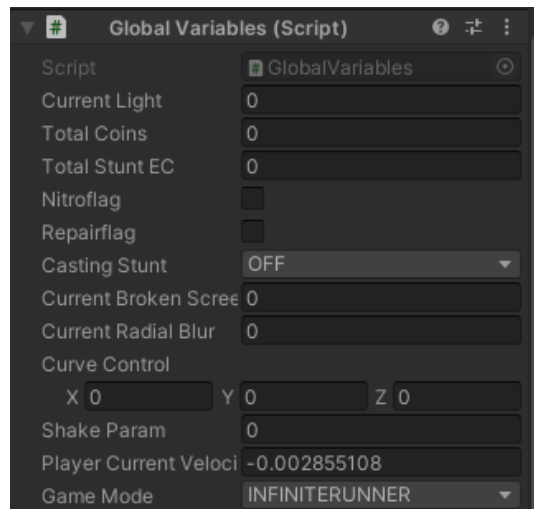
Per aconseguir desenvolupar certes parts del projecte s'han desenvolupat des de zero, aquestes parts, com no eres prou específiques com no tenir el necessari suport de la comunitat s'ha hagut de descompondre en tasques mes petites per poder finalitzar-les, a continuació expliquem les mes rellevants per el projecte:

#### 4.1.1 Core tècnic del joc:

El core tècnic del joc en Voxel racers es tracta d'un motor diversificat en diferents parts del sistema per fer-lo mes flexible i adaptatiu a les circumstancies que pugui tenir. Aquest motor esta adaptat a ser un Game Object anomenat **GlobalVariables**, i aquest estarà present a cada escena del joc, encarregant-se de les següents tasques:

- Generació de contingut dels nivells del joc.
- Control de contingut en pantalla (creació, pooling, desactivació i detecció de game objects) per estalviar el màxim de memòria possible.
- Control de dades important de manera activa del joc, ja sigui assignació de tecles de control com idioma seleccionat actualment en el programa.
- Detecció d'estats importants del joc on el jugador te part:
  - Menú principal.
  - Menú lliure del mon.
  - Menú d'opcions UI
  - Menú d'opcions actiu.
  - In game.
- Control de valors importants del joc actiu, tant d'informació del jugador com d'informació que s'emmagatzema en el terminal a mode de dades d'avenç del jugador sobre el joc.

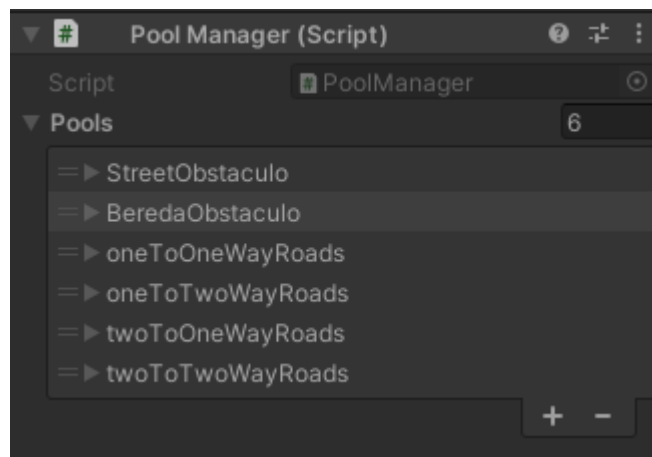
El core de Voxel Racers es compon de cinc parts importants:

**Global Variables:**

*Representació de subsistema GlobalVariables en programa de desenvolupament Unity.*

El sub sistema de variables globals *GlobalVariables* es la part del motor encarregada de la interconnexió i representació global de totes les variables importants del joc quan esta actiu. Entre altres s'encarrega de les següents tasques:

- Centralització i control únic de situació de variables importants del joc i l'estat d'aquest per adaptar-se al comportament d'aquest dependent del estat que tingui en tot moment.
- Consulta situacional per part dels altres game objects volàtils per adaptar comportament d'aquests (ex: comportament de col·lisions del jugador amb entorn dependent de si l'escena es tracta del el mon principal o en una fase del joc).
- Interconnexió amb els altres sub sistemes e instanciacio primària d'aquests al inici del programa.
- Font de consulta entre el motor principal i els altres game objects per efectuar canvis de forma passiva del joc (ex: desar dades de configuració, alterar variables de forma que actuïn de manera global a tot el joc, etc...).
- Pont de trobada entre diferents game objects que necessiten una interconnexió sense fils, per mantenir una comunicació síncrona entre, per exemple, parts de la UI que necessitin elements e informació del jugador, no disponible degut a que estan situats jeràrquicament molt lluny i la seva interconnexió expressa per aquest motiu afectaria al rendiment del joc negativament.

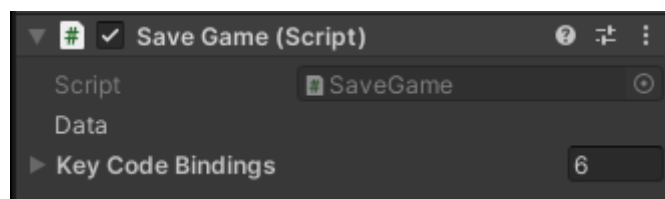
**Pool manager:**

Representació de subsistema PoolManager en programa de desenvolupament Unity.

Aquesta part del sistema té el control dels game objects que podem identificar com objectes recurrents a les escenes del joc que siguin nivells superables, ja siguin:

- Npcs
- parts del mapa
- Enemics.
- Efectes de so.
- Sistemes de partícules.
- Etc.

L'objectiu que té aquest sub sistema és el de tenir el control dels elements instanciables i repetitius del joc seguint la tècnica de [3] [pooling](#) (recomanada per tenir un sistema controlat i ben administrat en termes de rendiment).

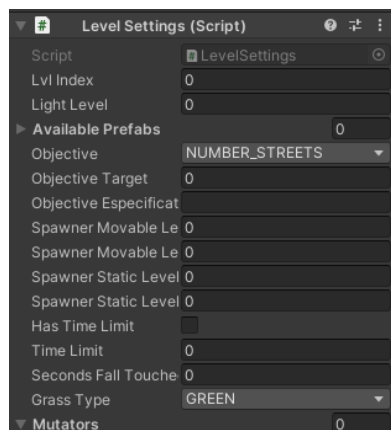
**Save Game manager:**

Representació de subsistema SaveGame en programa de desenvolupament Unity.

El subsistema de SaveGame s'encarrega de la creació, manteniment, actualització i conservació de les dades desades del joc respecte al terminal que l'executa. Aquest sub sistema està dissenyat per adaptar-se a qualsevol tipus de terminal, ja que, les dades desades són classes serialitzades que s'emmagatzemen dintre d'un directori pre configurat per el framework Unity de manera automàtica, adaptant-se al terminal que executa el programa.

Apart de conservar dades importants del jugador, ja sigui el seu progrés, els objectes descoberts o els elements adquirits dintre del joc, també s'encarrega de conservar la configuració desada per el jugador, de manera que aquest no ha de reconfigurar res una vegada desades les dades de les opcions de jugador.

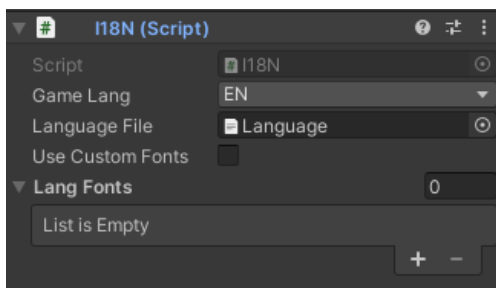
### **Level Settings:**



*Representació de subsistema LevelSettings en programa de desenvolupament Unity.*

El subsistema *LevelSettings* es la part del motor encarregada de la conservació de la configuració del nivell actual de la escena del joc, d'aquesta manera, quan el jugador accedeix a un nivell específic, entre l'escena del món principal i la escena del nivell del joc es produeix un intercanvi d'un objecte de tipus *LevelSettings*, aquest objecte conte tota la configuració necessària per adequar el motor a les necessitats del nivell, amb dades com les següents:

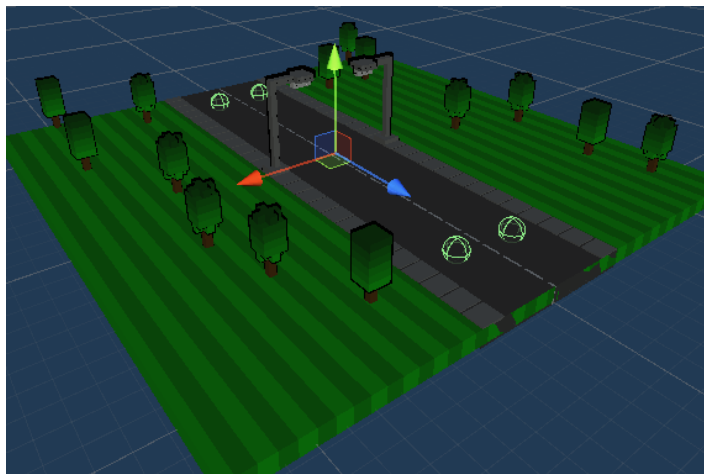
- Nom del nivell.
- Part del dia on s'efectua el nivell (mati, migdia, tarda, nit).
- Nivell d'aparicions de diferents obstacles (estàtics, dinàmics, interactius).
- Mutacions del joc (gespa relliscant, asfalt ralentitzant, etc...).
- Tipus de nivell (tipus d'objectiu que s'ha de completar per superar-lo).
- Temps límit en cas de tenir-ne.
- Tipus de gespa.
- Nivel de boira.
- Minimapes disponibles al nivell per assignar al pool del motor.
- Premi que s'aconsegueix per superar el nivell.

**I18N:**

*Representació de subsistema I18N en programa de desenvolupament Unity.*

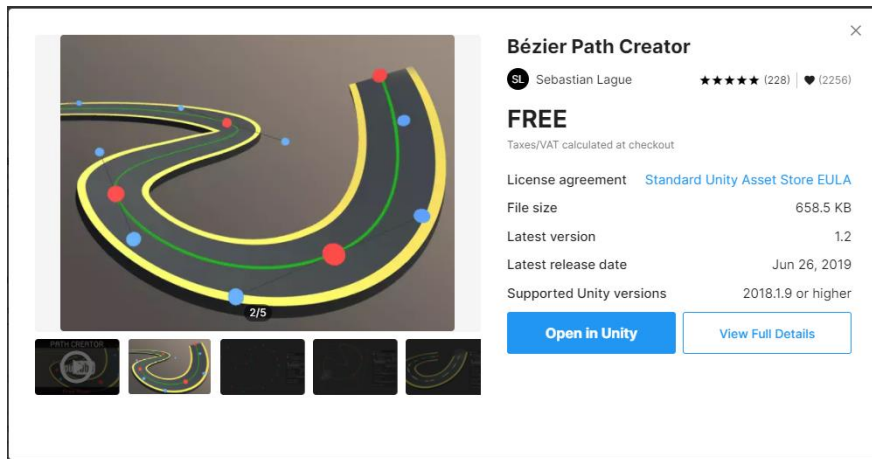
El subsistema *I18N* es l'encarregat del control global dels literals explicatius basats en panells d'explicació de la UI del joc, en altres paraules, aquest subsistema esta present de forma global per mantenir l'idioma a totes les escenes del joc, essent configurat només des del propi motor passant per el subsistema *GlobalVariables* i agafant les dades d'idioma establert del subsistema *SaveGame*.

#### 4.1.2 WayPoint manager:



*Representació del sistema de waypoints implementat en un minimapa del joc.*

Per a disposar d'un sistema que simules tràfic d'una manera eficient es va cercar primer per els continguts gratuïts i de pagament del sistema Unity un asset que complís un requisit molt simple, que es el d'obtenir un sistema el qual permetés a una sèrie de game objects poder recórrer distàncies planificades entre diferents punts. Així mateix sota aquesta premissa es va trobar el generador de waypoints per [4][Cami Bèzier](#):



El asset Bézier path creator es un asset creat per realitzar connexions entre punts, amb l'objectiu de donar un punt de seguiment i/o circuit als diferents *game objects*.

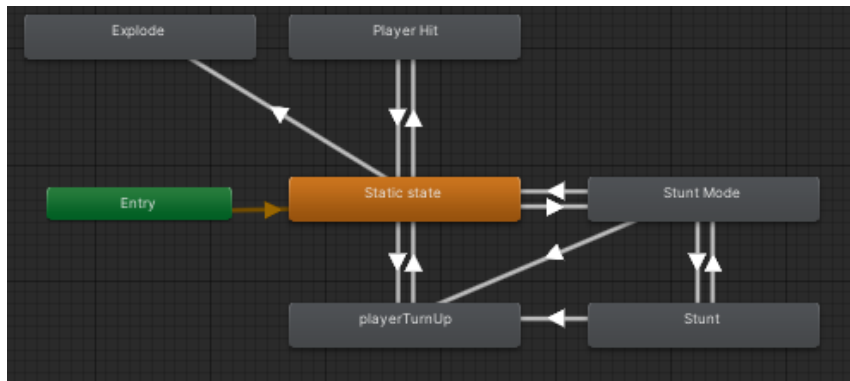
Durant les primeres etapes del projecte es va aplicar aquest asset amb bons resultats a escenes de demostració, ja que contenia l'avantatge de ser *plug and play* i la seva implementació a nivell dels *game objects* era molt petita. Malauradament, durant el pas del temps i el creixement del projecte, durant realitzacions de manteniments de codi i refinament d'aquest es va detectar que el asset internament estava creat per seguir circuits estàtics, factor que, en lloc com el mon principal podria arribar a funcionar, ja que es una escena que no varia molt en qüestió de terreny, però no es així als nivells principals del joc, precisament on es necessitava mes aquesta direccionalitat dels NPC.

Es va estudiar l'error i es va comprovar que la manutenció dels circuits realitzats amb aquest asset cada vegada pesaven mes a la memòria, arribant a ser una molèstia seriosa en quant a us de requisits i fluïdesa del joc, per aquesta raó aquest asset es va descartar, però amb els coneixements adquirits durant la investigació d'aquest es va poder començar la nostra pròpia versió dels waypoints, versió que va sacrificar característiques respecte a l'asset com, per exemple la capacitat de modificar la curvatura del gir entre nodes però que va corregir i simplificar aquesta part del codi, eliminant recurrències, bucles iteratius i consultes innecessàries per estalviar i utilitzar la mínima memòria possible.

#### 4.1.3 Stunt System

Donada la seva naturalesa innovadora, el sistema de stunts es va tenir que realitzar des de zero bàsicament perquè no hi havia res semblant a tota la biblioteca d'assets de Unity.

El sistema de stunts es basa en un anàlisi que, examina les tecles que es prenen durant el stunt mode activat i les tradueix als stunts que el jugador tingui equipats en aquell moment. Si un Stunt del jugador coincideix amb la seqüència de tecles premudes per aquest, es procedirà a activar l'animació del stunt i a aplicarla a l'arbre d'animacions del jugador per activar l'animació de Stunt corresponent.



Imatge de diagrama de transició d'animacions (Animator controller) del objecte PlayerController

S'ha realitzat el diagrama d'animacions tenint en compte el factor rendiment en tot moment, ja que s'ha hagut de modificar per fer el diagrama logic i eficient, substituint totes les accions dels diferents Stunt per una animacio intercanviable per a tots els Stunts, d'aquesta manera el codi va quedar molt mes eficient i el diagrama molt mes facil d'entendre.

#### 4.2.4 UI

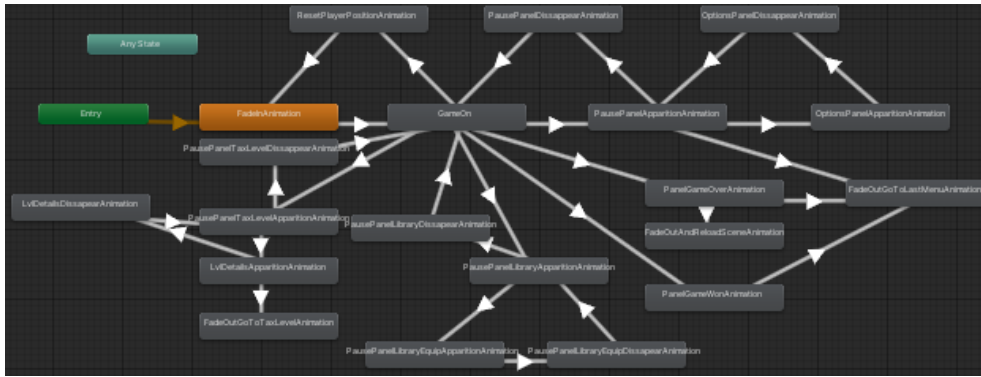
Durant la creació de la UI del joc es va observar que el joc necessitava que els menús fossin una mica mes animats, i, investigant i demanant consell es va poder arribar a comprimir el sistema de UI en tres sectors importants:

- **UI Activa:** Denominem a la UI activa com la part del objecte UI que representa tota la informació del estat del jugador, a destacar:
  - Barra de gasolina
  - Comptador de monedes
  - Indicador d'objectiu de missió
  - Indicador d'energia Stunt
  - Indicador de mode Stunt quan aquest esta activat
  - Comptador de gasolina del vehicle.
  - Indicador d'estat del objectiu del nivell actual

- **UI Passiva:** Denominem a la UI passiva a aquella part de la UI que es compon de menús i sub menús on el jugador no juga sinó que configura i utilitza per accedir i navegar per el joc, composta per:
  - Menú principal
  - Menú d'opcions de configuració del joc
    - Menú de configuració d'àudio.
    - Menú de configuració de vídeo.
    - Menú de configuració de tecles.
  - Menú de pausa del joc actiu.
  - Menú de gestió de Scrolls del joc.
  - Menú de selecció de nivells d'autopista
  - Menú de nivell perdut
  - Menú de nivell completat
  - Menú de cotxe bolcat
- **UI exterior:** Aquesta part de la UI es denomina així perquè, per augmentar l'efecte immersiu del joc, s'ha aplicat gestió de la UI en casos on no es mostra directament un panell al usuari, sinó que la camara s'adapta al terreny i es poden veure elements de la UI a nivell de joc, com per exemple:
  - Indicador d'informació
  - Panells de missió independents de l'autopista
  - Concessionari de cotxes
  - Comptador de combo de stunts

Tota aquesta infraestructura s'ha creat per girar al voltant del objecte Panels-canvas, que amb ajuda d'estats especials i animacions de transició serveix per interaccionar per els menús de manera que aquests tinguin una animació especial de transició entre ells:



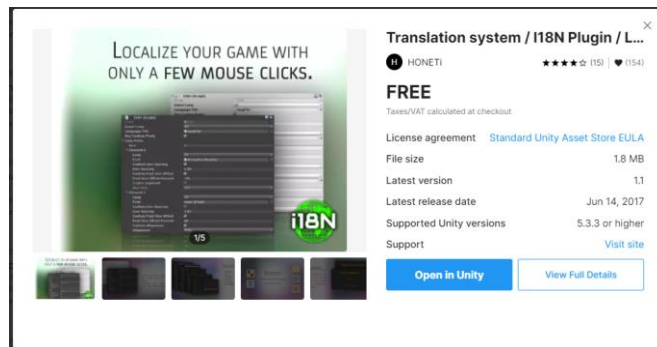


Imatge representant el diagrama d'animacions (Animator controller) de tot el sistema de panells-Canvas.

#### 4.2 Us d'assets i llibreries existents

En aquest apartat explicarem la descarrega, aplicació i us dels diferents assets instal·lats durant la creació de Voxel Racers i que s'estiguin utilitzant avui dia a la seva release:

##### ***I18N:***

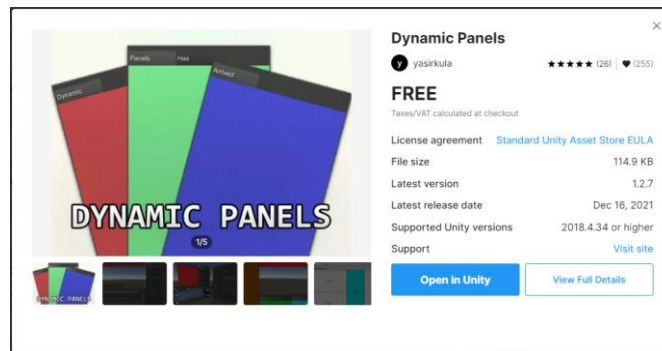


Imatge explicativa del asset de la pagina <https://assetstore.unity.com/>

Per un sistema de dialectes multi idioma i centralitzat, es va instal·lar aquest asset, que permet, amb l'us d'un fitxer language.csv l'interpretació en molts idiomes dels diferents textos, chunks i meshes que el joc pugui tenir, provocant que el joc pugui jugar-se en varis idiomes i, d'aquesta manera, augmentar el seu radi d'aplicació territorial:

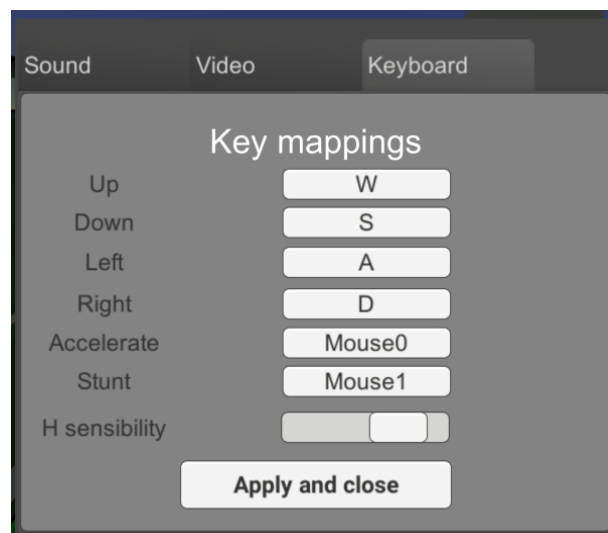


Imatge explicativa del funcionament del asset I18N

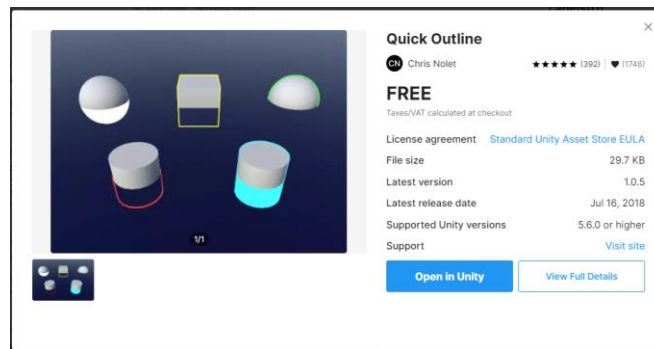
**Dynamic panels:**

La instal·lació d'aquest asset va néixer de la necessitat d'implementar un sistema d'opcions eficient i fluït que, a la vegada d'estar ben assortit d'opcions per al jugador també era necessari disposar d'un ordre temàtic i que no ofusques al jugador amb moltes opcions de cop, d'aquesta manera es va cercar per les llibreries d'assets de Unity a la recerca d'un asset que permetés realitzar diferents pàgines d'un sol panel UI, per poder categoritzar i diferenciar les diferents temàtiques d'opcions que volíem proveir el panel d'opcions principal fins que, finalment es va trobar Dynamic Panels.

Aquest asset gratuït permet realitzar una tasca que, actualment amb la UI de Unity no es permet de manera nativa i es té que recórrer a tècniques avançades d'edició UI i programació. Aquest asset ens ha servit molt be per implementar el menú d'opcions d'una manera correcta i ordenada per temàtiques:

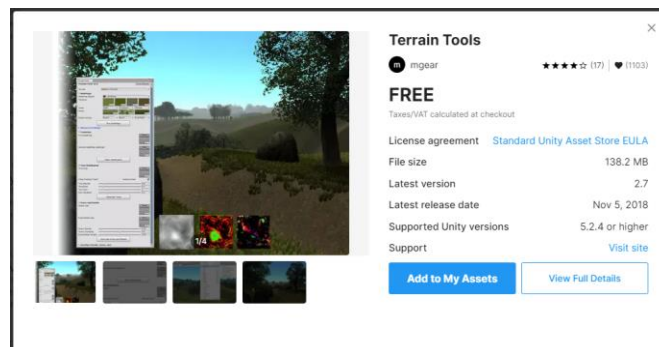


*Exemple del us que es va donar al asset Dynamic panels en el projecte Voxel Racer*

**Quick Outline:**

Imatge explicativa del asset de la pagina <https://assetstore.unity.com/>

Com es va comentar en capítols anteriors, aquest asset es va instal·lar per donar més personalitat als elements interactuables i, per tant més importants per al jugador en el joc, d'aquesta manera es pot controlar millor l'atenció del jugador i aquest no estarà tan perdut quan s'apropi als elements interactuables del joc.

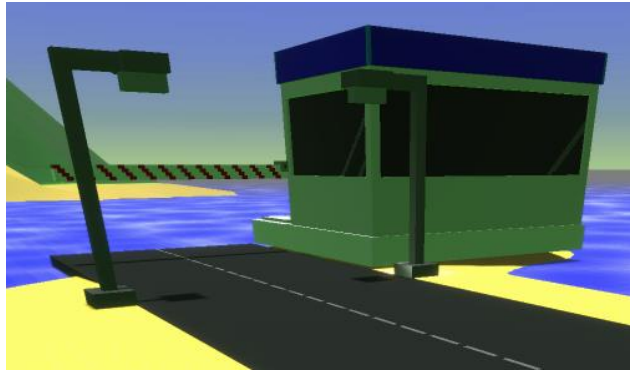
**Terrain tools:**

Amb l'objectiu de proveir als diferents mons del joc d'una GEO localització menys dependent de minimapes, diferenciar-los d'una manera efectiva dels diferents nivells a completar i donar la sensació de estar en un mon emulant un joc [5][sandbox](#), es va cercar un sistema el qual permetés realitzar no només un pla molt llarg de terreny per crear els mons, sinó que també emplenar-lo de diferents detalls que li donessin vida a més dels detalls que s'inclourien després durant el desenvolupament.

D'aquesta premissa va néixer la necessitat d'incloure Terrain Tools al videojoc, aquest asset proveeix d'una superfície eficient i molt personalitzable no només per àmbits de modificació de terreny, sinó que també per personalització i detalls d'aquest, essent un asset imprescindible en molts altres projectes donada les seves capacitats.

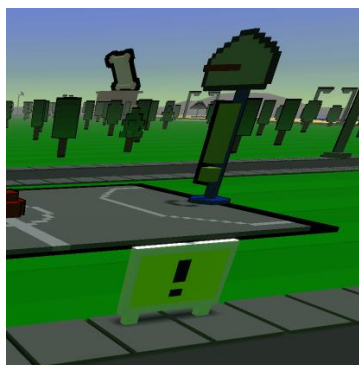
## 5 Level design

Durant la realització del projecte, es va estar seguint una tècnica de disseny de nivells basada en la generació de trams de l'autopista intertemporal (path principal del joc) la qual segueix una corba de dificultat que té la característica de que, com més difícil pugui ser el nivell, més recompensa podrà tenir aquest.



A mes a mes, s'ha anat seguint un patró de revelació de les diferents característiques que té el joc implementat avui dia, amb la gran capacitat i flexibilitat que té el sistema del motor principal de generació del joc, podem garantir que el jugador no sentirà ofuscament o avorriment a les primeres instancies del joc, ja que s'han fet seguint aquest patró perquè cada nivell tingui penalitzacions, dificultats, elements, objectius o mutacions diferents que el facin únic.

També cal recalcar que, la característica de la gran capacitat que té el motor dissenyat per tolerar nivells personalitzats ve acompanyat de la capacitat de poder generar-los de manera molt fàcil per al desenvolupador, ja que el joc s'ha construït de manera que sigui molt escalable no només amb nivells de l'autopista intertemporal sinó que, amb elements i nivells extrems com els nivells challenge, que ens donaran recompenses més lucratives a canvi de desafiaments més difícils, a més de que estaran amagats per els mapes dels nivells principals:



## 6 Manual d'usuari

### 6.1 Requisits mínims del sistema:

Per executar correctament el videojoc Voxel Racers haureu de tenir les següents característiques al vostre sistema:

- Pc amb sistema operatiu Windows 10
- 1gb de memòria RAM
- Pentium 4
- Teclat
- Ratolí (opcional)

### 6.2 Controls

Per poder jugar al videojoc Voxel Racers correctament, per defecte tindrà la següent configuració de tecles:



- Tecla W: Fletxa cap a dalt en generació de stunt.
- Tecla S: Fletxa cap a baix en generació de stunt i marxa enrere.
- Tecla A: Gir cap a la esquerra.
- Tecla D: Gir cap a la dreta.
- Click 1 del ratolí: Accelerar el cotxe.
- Click 2 del ratolí: Habilitar mode stunt i accés a menús en cas de apropar del cotxe.
- Intro: acceptar opció.
- Escape: cancel·lar / tornar enrere.

La configuració de les tecles a utilitzar per jugar al joc, juntament amb altres opcions de configuració visual i auditiva son personalitzables al menú d'opcions del joc.

### 6.3 Elements diferenciables al joc

Durant l'execució del joc i durant l'exploració d'aquest, el jugador podrà familiaritzar-se amb la forma de comunicació que té Voxel Racer, essent un joc on no tenim un grapat d'opcions per escollir sinó que les opcions es tradueixen en edificis i equipaments visitables.

Amb la configuració creada per aquest videojoc, el jugador es veurà immers al món de Voxel Racers, i sempre que vulgui pugui accedir a les diferents oportunitats d'entreteniment que té el joc, haurà de recórrer a conduir cap al edifici que s'encarregui d'aquesta tasca.

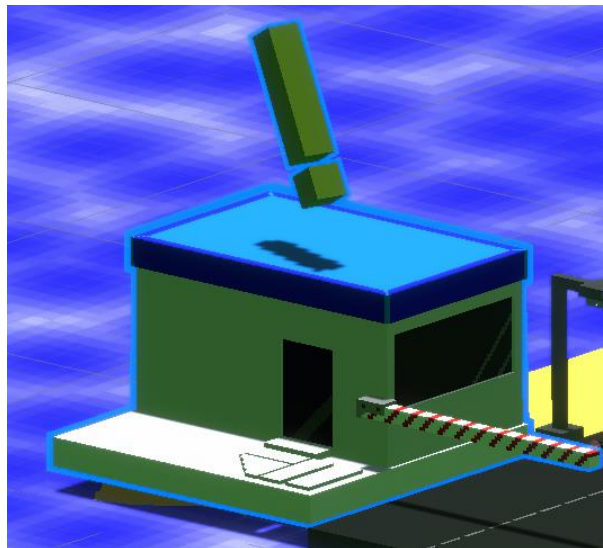
D'aquesta configuració només s'ha evitat traslladar la seva funcionalitat a les opcions importants i que poden ser de necessària rapidesa de necessitat a l'hora de ser invocades, podem destacar:

- UI de joc en pausa
- UI d'opcions de llenguatge, opcions de vídeo i opcions de configuració de tecles del joc.

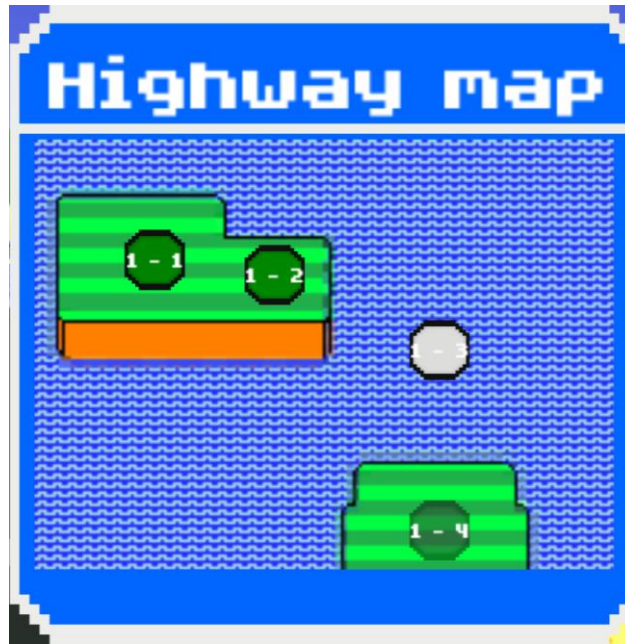
Podem destacar els següents edificis o equipaments importants al joc:

#### ***Entrada a autopista inter temporal:***

Edifici que fa de passarel·la amb la història principal de la trama, la qual es superar els nivells per reparar totes les parts de l'autopista i, així per poder comunicar totes les seves parades a totes les èpoques del joc.

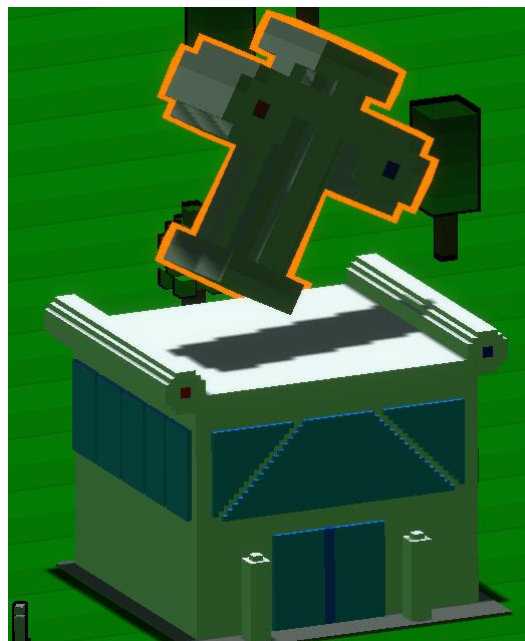


De moment aquest edifici serveix com a selector dels primers 7 nivells de la fase de reparació de l'autopista inter temporal, com a mostra de les característiques d'aquest mode al joc.

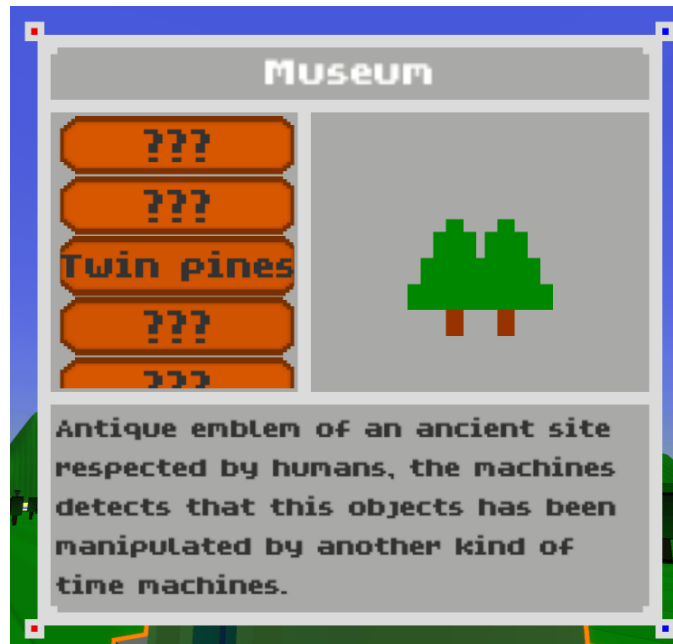


***Museu de la civilització humana:***

Aquest edifici fa serveix per veure totes les relíquies que anem descobrint al llarg del joc tant en els diferents mons com en certs nivells si cerquem bé en aquest.



Aquesta característica es un valor afegit, ja que es contingut addicional que obté el jugador i el fa cercar millor per el llarg del mon principal, apreciar els nivells que va descobrint a l'hora de que ho fa per trobar totes les referencies a l'època on els humans existien.

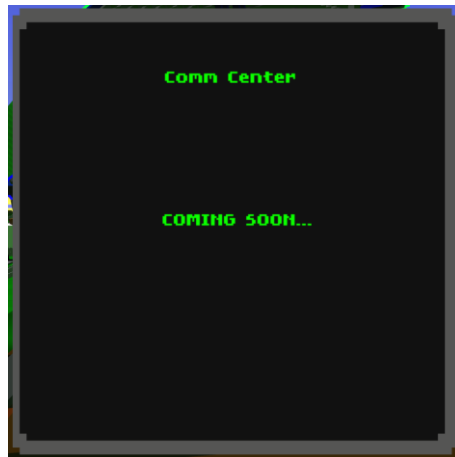


***Torre de radi/ comunicacions:***

Aquest edifici contemplaria totes les opcions multijugador del joc, essent un pilar important que, malauradament no esta dissenyat per dins encara, nomes esta realitzada e implementada la façana del sistema per una futura instal·lació del sistema online esmentat en el document.







### **Concessionari de cotxes:**

El concessionari de cotxes es un edifici que pertany al grup de UI extern, essent més dinàmic que la resta i mostrant una mica més de personalitat.

Aquest edifici s'ha format per donar la sensació al jugador de que es una maquina expendedora de vehicles, fent que la interacció amb ell necessiti que el nostre vehicle actual es fiqui dintre del edifici per poder interaccionar amb ell i, una vegada a dins, quan el jugador escull el vehicle que li agrada més i pot realitzar una de les següents accions:

- En cas de no estar comprat encara i tenir-ne suficients coins del joc, pot prémer la tecla “accelerar” per comprar el cotxe i equipar-se'l.
- En cas de estar ja comprat, el jugador només ha de prémer la tecla “accelerar” per equipar-se el cotxe seleccionat.



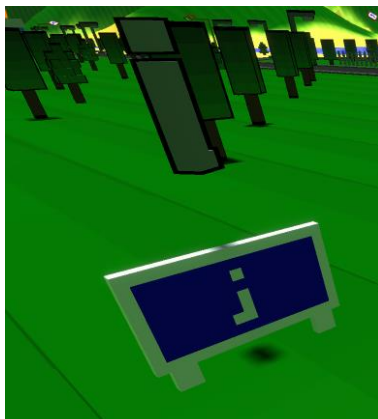
### ***Libreria antiga de stunts***

Aquest edifici compleix una llavor molt important per al jugador, ja que es on es poden veure la totalitat de stunts desbloquejats i poder equipar-los al jugador per utilitzar-los tant als mons del joc com al nivells que te.

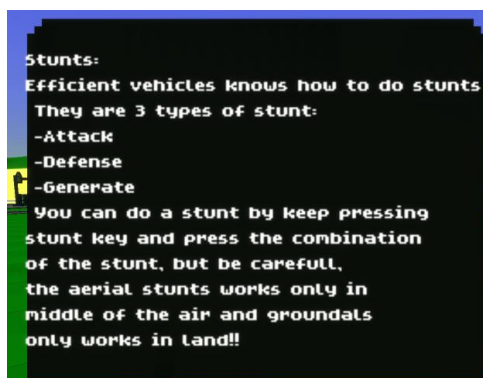


Sempre que el jugador trobi un scroll perdut per el mon o guanyi un per haver aconseguit superar un nivell, apareixerà disponible per poder equipar-se en aquest edifici.

## **Panells d'informació**

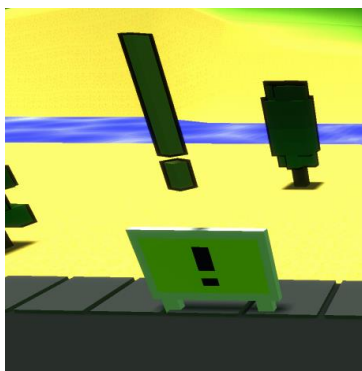


Els panells d'informació estan dissenyats perquè el jugador pugui obtenir més informació sobre el seu entorn o coneixement més incisiu, com per exemple el funcionament dels edificis, tot el relacionat amb els stunts, etc...



## **Panells de challenge**

Aquests panells estaran repartits per cada mon i ens portaran a un repte, pot ser executar stunts específics o agafar moltes monedes, l'objectiu pot variar segons el tipus de stunt.



Aquests panells ofereixen més dificultat per superar els nivells, encara que les recompenses son millors, com per exemple més monedes que els trams de l'autopista inter temporal o stunts més potents a canvi d'haver demostrat que els podem controlar:



A mes a mes aquests nivells no ens porten al mateix mon que els trams de l'autopista inter temporal, al esser independents aquests nivells ens portaran a altres mapes per realitzar els seus objectius.

### 6.3 Fases diferenciables al joc

Durant l'execució del joc el jugador es pot trobar en tres estats diferents:

- **Estat in game intentat superar un nivell del joc:**

En aquest estat el jugador cal que tingui en compte els següents aspectes:

- El jugador anirà esgotant la seva gasolina, per tant, es important que vigili el seu indicador e intentar agafar el powerup gasolina per poder continuar jugant
- El jugador pot sofre col·lisions contra elements del entorn, aquestes col·lisions trauran un punt de vida (carrosseria del vehicle) del jugador, per tant, el jugador haurà de vigilar de no xocar en excés amb molts elements del mapa i anar restablint-se la seva carrosseria amb el powerup repair.
- El jugador pot caure al mar, aquesta acció produirà automàticament el fracàs del nivell que estigui jugant el jugador.
- El jugador haurà de jugar fins a poder veure al mapa en qüestió una meta, aquesta meta haurà de creuar per poder aconseguir superar el nivell. Els objectius del joc varien segons el nivell, per tant, el jugador ha d'estar atent a les necessitats que tenen cadascun dels nivells per poder complir-los i així poder generar la casella d'arribada del nivell.

- **Estat in game en el mon sandbox del joc:**

En aquest estat el jugador cal que tingui en compte els següents aspectes:

- El jugador té la seva gasolina il·limitada, per tant, durant aquest estat del joc no s'ha de preocupar per aconseguir powerups de gasolina i pot navegar lliurement per el mapa.
- El jugador pot sofrir col·lisions contra elements del entorn, però, aquestes col·lisions a diferència amb la fase de nivells aquestes col·lisions només provocaran els efectes de col·lisió, per tant, el jugador no ha de preocupar-se de perdre per tenir el cotxe en males condicions, ja que el vehicle en aquest estat no es trenca.
- El jugador pot caure al mar, aquesta acció produirà que el jugador es tele transporti a l'última posició segura que va tenir en el passat.
- Aquesta fase és una part d'exploració del joc, on el jugador anirà descobrint el mapa del primer món del videojoc, amb plataformes i equipacions perquè pugui practicar tant els diferents cotxes que ofereix la versió del joc, com també l'execució dels diferents stunts per practicar, l'accés a diferents nivells del joc i disponibilitat per trobar els col·leccionables inclosos al executable.

- **Estat en panells UI i/o configuracions**

En aquest estat el jugador pot comunicar-se amb el joc amb l'objectiu de navegar per les seves opcions i poder configurar el joc com vulgui, a més de tenir en compte que:

- En aquest estat el jugador pot contemplar com el temps en el joc està parat, per tant no s'ha d'amoïnar si està en mig d'un nivell i s'acabi el temps i estigui al mig de la carretera.
- Les configuracions que apliqui als panells d'opcions es fan efectives quan es prem el boto d'aplicar i tancar la UI d'opcions.
- Les configuracions desades al joc perduraran per a les següents partides que es juguin a aquell terminal.

## 7. Valoració econòmica del projecte

Durant la realització d'aquest tfg s'ha estat cuidant d'utilitzar els recursos de la millor manera possible per tal de no provocar fuites d'actius durant la realització d'aquest, com per exemple:

- Gastar diners en assets que no s'utilitzin.
- Afegir contingut que no es mostri mai.
- Gastar diners en motors complementaris a Unity o shaders que pesin molt al joc o que sigui dubtosa la seva incorporació.
- Assegurar-se de que el nostre joc podrà implementar l'asset que tenim per objectiu comprar.
- Etc...

Aquesta cura ens ha permès tenir la següent valoració econòmica:

Nom de recurs	Descripció	Cost explicat	Cost
<b>Cost de programari utilitzat</b>			
[6] <a href="#">Unity framework</a>	IDE principal de desenvolupament visual i build utilitzada per el programador per inicialitzar i desenvolupar Voxel Racers, especialment de manera visual (animacions, rotacions i interfície del joc).	S'ha fet us de l'eina en la seva versió gratuïta	0,0€
[7] <a href="#">Visual Studio Code</a>	IDE principal de desenvolupament de codi utilitzada per el programador per inicialitzar i desenvolupar Voxel Racers, especialment la part que comporta el seu codi font.	S'ha fet us de l'eina en la seva versió gratuïta	0,0€
[8] <a href="#">Magica Voxel</a>	Programa de gestió i creació de models en 3d basats en art voxel, aquest programa ha estat utilitzat per produir la gran part del art que es pot veure al joc.	Aquest asset es totalment gratuït	0,0€

<b>Cost d'Assets que componen el producte</b>			
[9] <a href="#">Terrain tools</a>	Asset editor de mapes per poder elaborar zones estables del joc amb detalls i tipus de terreny.	Aquest asset es gratuït amb un compte a la <a href="#">unity asset store</a>	0,0€
[10] <a href="#">Translation system</a>	Asset que complementa els text i textmesh del joc, incorporant un sistema l18n que permet un comode canvi d'idioma controlat de manera centralitzada.	Aquest asset es gratuït amb un compte a la <a href="#">unity asset store</a>	0,0€
[11] <a href="#">Dynamic panels</a>	Asset que descompon la UI d'un game object per afegir un sistema de pestanyes interactiu, utilitzat per dividir opcions i organitzar la UI del panel d'opcions.	Aquest asset es gratuït amb un compte a la <a href="#">unity asset store</a>	0,0€
[12] <a href="#">Quick Outline</a>	Asset que incorpora la generació d'un shader que afegeix al game object que complementa un efecte outline amb un sistema de configuració per cada cas.	Aquest asset es gratuït amb un compte a la <a href="#">unity asset store</a>	0,0€
[13] <a href="#">Broken glass VR</a>	Asset que va ajudar a generar el shader visual de rotura de cristal en casos on el vehicle protagonista colisiona amb un objecte.	Aquest asset es gratuït amb un compte a la <a href="#">unity asset store</a>	0,0€
[14] <a href="#">Stylished water shader</a>	Asset que porta diferents shaders d'imitacio de superfície aquàtica, en aquest cas la investigació d'aquest asset ha ajudat a la generació del nostre propi shader de	Aquest asset es gratuït amb un compte a la <a href="#">unity asset store</a>	0,0€

	superfície aquàtica.		
[15] <a href="#">Bézier Path creator</a>	Asset de creació de waypoints amb la curvatura de Bézier de manera senzilla, aquest asset ens ha ajudat a la creació del nostre sistema de waypoints basat en seguiment per posició vectorial.	Aquest asset es gratuït amb un compte a la <a href="#">unity asset store</a>	0,0€
[16] <a href="#">Graphy</a>	Asset de control de FPS, musica i us de recursos que ens va ajudar molt a mantenir el nostre joc dins d'uns paràmetres tolerables de jugabilitat / rendiment / eficiència.	Aquest asset es gratuït amb un compte a la <a href="#">unity asset store</a>	0,0€
[17] <a href="#">400 Free models for creating Voxel art and Games</a>	Col·lecció d'art voxel compostat per mes de 400 models per la creació de videojocs, aquests assets han estat utilitzats en alguns casos on han estat útils, com per exemple la creació de cases o edificis per al joc.	Aquest asset es totalment gratuït	0,0€
[18] <a href="#">The essential retro videogames sound effects collection</a>	Col·lecció de efectes de so que ens van ajudar a definir el joc musicalment parlant.	Aquest asset es gratuït i descarregable desde la pagina comunitària de <a href="#">openGameArt</a>	0,0€
<a href="#">SFX: The Ultimate 2017 16 bit mini pack</a>	Col·lecció de efectes de so que ens van ajudar a definir el joc musicalment parlant.	Aquest asset es gratuït i descarregable desde la pagina comunitària de <a href="#">openGameArt</a>	0,0€
[19] <a href="#">Snes original soundtrack collection</a>	Col·lecció de musiques acords a la temàtica del joc que ens van ajudar a definir-lo musicalment parlant.	Es paga per donacions a partir d'un € però nosaltres vàrem donar 7€	7,0€
[20] <a href="#">8 bit sfx sound pack</a>	Col·lecció de efectes de so que ens van ajudar a definir el joc musicalment parlant.	Es va pagar 5 dolars per el producte	4,4€
<b>Cost de Ma d'obra utilitzada</b>			



Hores treball artístic i edició	Conjunt d'hores de treball invertides en crear l'art necessari per fer possible Voxel Racers.	Es pagarà 25 euros/hora al treballador durant el total que ha estat amb la edició del art del joc, en total: 150 hores	3.750€
Hores treball de desenvolupadors	Conjunt d'hores de treball invertides en crear tot el codi necessari per fer possible Voxel Racers, sumant també les hores invertides en realitzar proves, builds, testos, etc...	Es pagarà 25 euros/hora al treballador durant el total que ha estat amb la edició del art del joc, en total: 350 hores	8.750€
<b>Cost de hardware utilitzat</b>			
Ordinador: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intel core i5</li> <li>• 16 Gb de ram</li> <li>• Targeta gràfica Nvidia 1050 TI de 4Gb</li> <li>• Teclat</li> <li>• Ratoli</li> <li>• Pantalla de 27" HP</li> </ul>	Total de hardware utilitzat per el desenvolupador i artista per construir i acabar Voxel Racers.	El preu final del hardware serà el total de preu dels seus components.	750€
<b>Total estimat</b>			<b>13261.4€</b>

Podem contemplar que el total estimat per la producció de Voxel Racer es de 13261.4 €. Aquest preu ve derivat sobretot per la ma d'hora, ja que es aquesta la que ha estat la mes decisiva per fer efectiu el producte.

## 8. Conclusions

Voxel Racer per a mi va ser inicialment un programa de prova, per anar endinsar-me en el mon dels videojocs i aprendre una mica de Unity o d'algun motor gràfic actual, ja que l'última vegada que vaig desenvolupar un producte d'aquest tipus va ser fa molts anys amb SDL framework.

Puc dir que la meva experiència durant la creació del projecte va ser molt enriquidora. Ara miro el meu projecte i, no només se que funciona i com funciona cada part d'aquest, sinó que se perquè i com fer-ho des de zero. Aquesta última conclusió és la important per mi, ja que les meves aspiracions es poder exercir professionalment algun dia en el camp del desenvolupament de videojocs, i aquesta experiència per mi serà el meu primer pas per especialitzar-me molt més en la matèria, ja que he sortit amb molt bones sensacions, ganes d'aprendre més i amb molt de coneixement adquirit només amb curiositat i hores d'inversió als cercadors intentant trobar una manera de poder fer realitat el que volia realitzar i tenia al cap.

Amb aquest projecte he après que, encara que el framework de Unity posa les coses fàcils a l'hora d'implementar assets, en molts casos s'ha de tenir coneixement informàtic bastant profund per poder-les implementar de manera eficient. Un exemple d'això pot ser la implementació del asset de Bézier path, un asset que semblava ser la meva salvació per poder simular tràfic en el joc, però gràcies al asset Glyphy vaig poder veure que estava molt malament creat, sacrificant massa recursos per la tasca per la qual estava destinat, d'aquest asset vaig treure dues lliçons:

- A l'hora de realitzar una implementació d'un asset, examinar el seu codi abans per detectar possibles bucles que no sigui necessaris per el nostre cas.
- Fer un push del meu codi abans de realitzar aquesta acció per poder veure com afecta als recursos de la màquina de manera neta i transparent.

Com a punt positiu podem dir que la majoria de tasques van estar ben puntuades i no varen presentar complicacions més enllà d'uns dies de treball, poc a poc podia veure com les tasques anaven prenent forma i anaven emplenant cada vegada més el joc, passant de convertir-se en un terreny pla a un mon inexplorat i ple de color.

Com a punt negatiu he de dir que, malauradament després de la meva estimació horària inicial vaig tenir que prescindir de crear el mode online del joc. Vaig fer càlculs i vaig arribar a la conclusió de que, si el feia deixaria una UI, unes opcions del jugador i uns nivells de prova molt pobres, tot a canvi d'un mode online per a un videojoc que no tindria gent en aquest mode ja que es un joc encara en fase de desenvolupament. Per aquesta raó vaig re calcular i vaig

dedicar-me a oferir una bona experiència single Player, ja que en aquesta experiència radica també la base perquè el futur mode online funcioni correctament.

Un altre factor negatiu que no em va agradar va ser la trama del joc. Al final vaig poder desenvolupar una trama estable però no em va acabar de convèncer del tot. Aquests tipus de jocs no acostumen a tenir molta història, ja que són jocs on l'habilitat pren un factor clau i al jugador li interessa més aconseguir guanyar que desentranyar la trama d'aquest. Però, és veritat que una mica de *lore* ha de tenir el videojoc, és un factor que m'agradaria millorar.

Com a tasca a futur queden pendent molts factors interessants per expandir l'experiència del joc:

- Correcció d'errors.
- Implementar més stunts.
- Implementar més relíquies.
- Implementar més vehicles.
- Implementar el mode online.
- Acabar d'implementar tots els mutadors perquè funcionin a tots els nivells que es puguin crear.

Trobo enriquidora la gran quantitat de sortides que pot tenir Voxel Racers ara que la seva base i el seu motor té una versió estable, a partir d'ara se que, qualsevol tasca de la llista enriqueix el joc molt més i el farà molt més profund i divertit.

## 4. Glossari

**Voxel:** Tipus d'art compost per definicions en cubs i resolució baixa.

**Lore:** Historia, argument d'una temàtica específica.

**Endless runner:** Tipus de videojoc caracteritzat per esser compost per un camí etern que dona peu a establir un record d'habilitat en ell.

**Outline:** Tipus d'art compost per la definició d'una línia al voltant d'un objecte.

**Scroll:** Element del videojoc equiparable les instruccions per una acrobàcia de vehicle.

**Stunt:** Element del videojoc equiparable a la execució d'una acrobàcia de vehicle.

**Reliquia:** Element antic utilitzat en el joc per representar elements de la cultura humana extinta segons la seva trama.

**Blur:** Anglisme per expressar esborrament de la vista, 'borrós'

**Shader:** Tècnica utilitzada als videojocs per computaritzar efectes amb menys recursos.

## 5. Bibliografía

-Web:

[1][Endless runner](#)

[2][MagicaVoxel](#)

[3][pooling](#)

[4][Cami Bèzier](#)

[5] [sandbox](#)

[6] [Unity framework](#)

[7] [Visual Studio Code](#)

[8] [Magica Voxel](#)

[9][Terrain tools](#)

[10][Translation system](#)

[11][Dynamic panels](#)

[12][Quick Outline](#)

[13][Broken glass VR](#)

[14][Stylished water shader](#)

[15][Bézier Path creator](#)

[16][Graphy](#)

[17][400 Free models for creating Voxel art and Games](#)

[18][The essential retro videogames sound effects collection](#)

[19][SFX: The Ultimate 2017 16 bit mini pack](#)

[20][Snes original soundtrack collection](#)

[21][8 bit sfx sound pack](#)