

POLITECNICO DI TORINO

---

DIPARTIMENTO DI AUTOMATICA E INFORMATICA

Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Informatica  
(Computer Engineering)

Tesi di Laurea Magistrale

# Realtà virtuale per la gestione del rischio idrogeologico

Realizzazione di un serious game per l'educazione dei cittadini



**Politecnico  
di Torino**

**Relatore**

Prof. Fabrizio Lamberti

**Laureanda**

Marina NADALIN

---

Sessione di Ottobre 2021



# Sommario

La Realtà Virtuale (in inglese, Virtual Reality, o VR) viene sempre più considerata come uno strumento valido per l'educazione e la formazione. Essa è presente in diversi ambiti, ad esempio, quello industriale, educativo ed il ben noto campo dell'intrattenimento e dei videogiochi.

Lo sviluppo della VR è stato rapido ed elevato. Ciò è stato possibile grazie al superamento di determinati limiti, presenti nel recente passato, legati sia alla mancanza di una tecnologia adatta, sia ai costi elevati.

Con la pandemia da COVID-19, poi, l'adozione della VR ha avuto un'ulteriore accelerazione grazie alla possibilità di porsi come una soluzione alternativa ai metodi tradizionali di apprendimento.

Con i recenti visori è stato infatti possibile creare opportunità di educazione e formazione innovative, sfruttando i punti forti della VR, tra i quali in particolare il senso di immersione e di presenza.

I nuovi metodi di apprendimento che si vengono a creare con la VR possono oltrepassare i limiti tipici del mondo reale. Tali limiti, a volte, impediscono un'adeguata efficacia o portano ad avere spese elevate per acquisire le risorse richieste. L'immergersi in scenari virtuali, fedeli ai contesti reali, invece, permette agli utenti di sperimentare luoghi ad esempio considerati pericolosi o difficili da ricreare nella realtà.

In questo lavoro di tesi si è progettata e realizzata un'applicazione in VR con lo scopo di educare i cittadini alle procedure di emergenza in caso di rischio idrogeologico. L'idea è nata dall'esigenza della Protezione Civile della Regione Piemonte di proporre un metodo alternativo ai volantini informativi e alle lezioni in presenza che avesse anche caratteristiche innovative. Tra tutte le situazioni di emergenza è stato scelto il rischio idrogeologico, in quanto il Piemonte è una tra le regioni italiane più minacciate da eventi calamitosi come le alluvioni e le esondazioni.

Durante la simulazione in VR, si rende consapevole l'utente dei rischi e dei danni che si vengono a creare nel momento in cui non si mettono in atto una serie di azioni adeguate. Il giocatore nell'applicazione può spostarsi nel tempo, tra passato e presente, così da poter agire preventivamente e limitare i danni. In questo modo, il cittadino impara non solo le procedure corrette in caso di emergenza idrogeologica, ma anche quanto le sue azioni abbiano un peso positivo o negativo su di esso e sull'ambiente in cui vive.

All'inizio della simulazione, l'utente viene fatto affezionare allo scenario di gioco ed impara a muoversi ed agire nell'ambiente. Successivamente, esso si trova catapultato alcuni giorni dopo l'inizio dell'esperienza, quando l'alluvione è ormai conclusa. L'utente vedrà con i propri occhi gli effetti e i danni che possono essere causati da un evento alluvionale; ad esempio, si troverà a dover affrontare problemi come fughe di gas, mancanza d'acqua e luce e ponti crollati. Attraverso i viaggi nel tempo, potrà rimediare ai danni attraverso una metodologia trial and error. In questo modo, l'utente agirà nel passato, per poi tornare nel presente e verificare, con un feedback immediato, la correttezza delle proprie azioni.

# Ringraziamenti

Ringrazio il mio relatore, il prof. Fabrizio Lamberti, per avermi dato l'opportunità di lavorare a questo bellissimo e impegnativo progetto che ha consolidato le mie competenze e mi ha permesso di crearne delle nuove.

Ringrazio, inoltre, Federico De Lorenzis e Gabriele Praticó per avermi guidata e dato preziosi consigli sia nella fase di progettazione che poi durante l'implementazione vera e propria.

Un ringraziamento speciale va a Alessandro, mio compagno di disavventure in questo percorso di tesi. Ho sempre sperato di poter svolgere la tesi in collaborazione con qualche altro studente e devo dire che sono stata fortunata ad aver avuto lui come co-tesista.

Infine desidero ringraziare la mia famiglia e tutti i miei amici sia a Torino che in Friuli che anche se erano lontani ci sono stati sempre per me.



# Indice

Elenco delle tabelle	X
Elenco delle figure	XI
Glossario	XV
<b>1 Introduzione</b>	<b>1</b>
1.1 Contesto . . . . .	1
1.2 Alluvioni . . . . .	1
1.3 Obiettivo della tesi . . . . .	6
1.4 Organizzazione dei contenuti . . . . .	7
<b>2 Stato dell'arte</b>	<b>9</b>
2.1 Evoluzione della VR . . . . .	9
2.2 Vantaggi e svantaggi . . . . .	13
2.3 Esempi di casi di studio . . . . .	14
2.3.1 Mission: ISS . . . . .	14
2.4 Serious Game . . . . .	16
2.5 Riferimenti ed idee di gioco . . . . .	17
2.5.1 Il viaggio nel tempo . . . . .	17
2.5.2 Life is Strange . . . . .	17
<b>3 Tecnologie</b>	<b>19</b>
3.1 Software . . . . .	19
3.1.1 Unity . . . . .	19
3.1.2 Visual Studio . . . . .	21
3.1.3 Blender . . . . .	22

3.1.4	Substance . . . . .	23
3.1.5	Libreria Adobe . . . . .	24
3.2	Hardware . . . . .	24
3.2.1	Oculus Quest 2 . . . . .	24
<b>4</b>	<b>Progettazione</b>	<b>27</b>
4.1	Introduzione . . . . .	27
4.2	Brochure e documentazione . . . . .	28
4.2.1	Vademecum "Protezione civile in famiglia" . . . . .	28
4.2.2	Piano e procedure di emergenza . . . . .	29
4.2.3	Bollettino previsione delle piene . . . . .	30
4.3	Game Design Document . . . . .	31
4.3.1	Ambientazione . . . . .	31
4.3.2	Il viaggio nel tempo . . . . .	34
4.3.3	Elementi di gioco . . . . .	38
4.3.4	Strumenti di gioco . . . . .	39
4.3.5	Fasi di gioco . . . . .	40
4.4	Viaggi nel tempo con gli elementi di gioco . . . . .	48
4.4.1	Smartphone . . . . .	48
4.4.2	Oggetti trasportati dalla corrente . . . . .	50
4.4.3	Automobile . . . . .	52
4.4.4	Oggetti non riproducibili . . . . .	54
4.4.5	Valvola del rubinetto del gas . . . . .	59
4.4.6	Sacchetti di sabbia . . . . .	61
4.4.7	Valvola del rubinetto dell'acqua . . . . .	63
4.4.8	Contatore . . . . .	65
4.4.9	Oggetti / apparecchiature della casa . . . . .	67
<b>5</b>	<b>Realizzazione</b>	<b>75</b>
5.1	Struttura del progetto . . . . .	75
5.2	Gestione delle collisioni . . . . .	77
5.3	SteamVR . . . . .	78
5.3.1	Locomozione . . . . .	78
5.3.2	Interazione con gli oggetti . . . . .	79
5.3.3	Apertura e chiusura dell'inventario . . . . .	80
5.4	Architettura dei viaggi nel tempo . . . . .	80
5.5	Strumenti di gioco . . . . .	83

5.5.1	Orologio . . . . .	83
5.5.2	Inventario . . . . .	86
5.6	Elementi di gioco . . . . .	87
5.6.1	Smartphone . . . . .	88
5.6.2	Oggetti trasportati dalla corrente . . . . .	90
5.6.3	Medicinali . . . . .	90
5.6.4	Documenti . . . . .	91
5.6.5	Chiavi . . . . .	92
5.6.6	Valvola del rubinetto del gas . . . . .	93
5.6.7	Sacchetti di sabbia . . . . .	94
5.6.8	Valvola del rubinetto dell'acqua . . . . .	95
5.6.9	Contatore . . . . .	95
5.6.10	Oggetti/ apparecchiature della casa . . . . .	96
<b>6</b>	<b>Conclusioni e sviluppi futuri</b>	<b>99</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>101</b>

# Elenco delle tabelle

4.1	Panoramica delle missioni del prologo . . . . .	41
4.2	Panoramica delle missioni della fase di gioco . . . . .	45
5.1	Tabella degli attributi di Scene Manager . . . . .	82

# Elenco delle figure

1.1	Danni provocati dall’esonazione del Tanaro ad Ormea, ottobre 2020 . . . . .	2
1.2	Danni subiti dal centro abitato di Limone Piemonte, durante l’evento alluvionale del 2 ottobre 2020 . . . . .	5
2.1	Rappresentazione della Stazione Spaziale Internazionale in “Mission: ISS” . . . . .	15
3.1	Editor di Unity . . . . .	20
3.2	IDE di Visual Studio . . . . .	21
3.3	Tipologie di controller di Oculus a confronto . . . . .	26
4.1	Corretti comportamenti da adottare durante un’alluvione [14] . . . . .	28
4.2	Abitazione dell’utente nello scenario di gioco dell’applicazione	31
4.3	Garage interrato nello scenario di gioco dell’applicazione .	32
4.4	Esempio di zona sicura nello scenario . . . . .	32
4.5	Corso d’acqua nello scenario di gioco dell’applicazione . . .	33
4.6	Timeline alluvione . . . . .	35
4.7	Scenario generico iniziale del gioco . . . . .	36
4.8	Rappresentazione di uno scenario generico con uno dei possibili viaggi nel tempo . . . . .	37
4.9	Attuali elementi di gioco . . . . .	38
4.10	Inventario . . . . .	39
4.11	Orologio . . . . .	40
4.12	Successione temporale degli elementi di gioco . . . . .	46
4.13	Viaggi nel tempo - Scenario con uno smartphone come elemento di gioco . . . . .	49

4.14	Viaggi nel tempo - Scenario con gli oggetti trasportati dalla corrente come elemento di gioco . . . . .	51
4.15	Viaggi nel tempo - Scenario con un'automobile come elemento di gioco . . . . .	53
4.16	Viaggi nel tempo - Scenario con un paio di chiavi come elemento di gioco . . . . .	55
4.17	Viaggi nel tempo - Scenario con i documenti come elemento di gioco . . . . .	56
4.18	Viaggi nel tempo - Scenario con i medicinali come elemento di gioco . . . . .	58
4.19	Viaggi nel tempo - Scenario con la valvola del rubinetto del gas come elemento di gioco . . . . .	59
4.20	Viaggi nel tempo - Scenario con dei sacchetti di sabbia come elemento di gioco . . . . .	62
4.21	Viaggi nel tempo - Scenario con la valvola del rubinetto dell'acqua come elemento di gioco . . . . .	64
4.22	Viaggi nel tempo - Scenario con il contatore come elemento di gioco . . . . .	66
4.23	Viaggi nel tempo - Scenario con un quadro come elemento di gioco . . . . .	68
4.24	Viaggi nel tempo - Scenario con un televisore come elemento di gioco . . . . .	70
4.25	Viaggi nel tempo - Scenario con un televisore come elemento di gioco . . . . .	71
4.26	Viaggi nel tempo - Scenario con un mobile come elemento di gioco . . . . .	73
5.1	Organizzazione delle scene nel progetto Unity . . . . .	75
5.2	Esempio di pannello . . . . .	76
5.3	Pulsante da utilizzare per potersi muoversi nell'ambiente virtuale . . . . .	79
5.4	Pulsante trigger per grappare gli oggetti . . . . .	79
5.5	Pulsante A utilizzato per aprire e chiudere l'inventario . . . . .	80
5.6	Sistema di salvataggio e loading dello Scriptable Object <i>SceneManager</i> . . . . .	81
5.7	UI dell'orologio . . . . .	84
5.8	Pannello delle missioni . . . . .	85

5.9	Pannello dei trofei . . . . .	85
5.10	Panoramica sui diversi stati degli scompartimenti dell'in- ventario . . . . .	86
5.11	Smartphone . . . . .	88
5.12	Oggetti trasportati dalla corrente . . . . .	90
5.13	Kit dei medicinali . . . . .	91
5.14	Documenti . . . . .	92
5.15	Chiavi . . . . .	93
5.16	Valvola del rubinetto del gas . . . . .	94
5.17	Sacchetti di sabbia . . . . .	94
5.18	Valvola del rubinetto dell'acqua . . . . .	95
5.19	Contatore . . . . .	96
5.20	Esempio di oggetto della casa: un mobile . . . . .	97



# Glossario

## **HMD**

Head-mounted display

## **VR**

Virtual Reality

## **NPC**

Non-Player Character

# Capitolo 1

## Introduzione

### 1.1 Contesto

Questo progetto di tesi nasce grazie alla collaborazione tra il Politecnico di Torino e la Protezione Civile della Regione Piemonte.

Si inserisce nel contesto ampio degli strumenti utili all'educazione dei cittadini. Infatti, l'obiettivo è quello di costruire un serious game in Realtà Virtuale (o Virtual Reality, VR) che possa rappresentare per la Protezione Civile un meccanismo alternativo ai volantini informativi e agli eventi formativi tradizionali per coinvolgere i cittadini, ed in particolare gli studenti, sui comportamenti da tenere in situazioni di emergenza.

Tra le diverse possibili situazioni di emergenza, è stato scelto il tema del rischio idrogeologico, in quanto il Piemonte è una tra le regioni italiane più minacciate da eventi calamitosi come le alluvioni e le esondazioni.

### 1.2 Alluvioni

Un'inondazione è un fenomeno in cui masse d'acqua allagano temporaneamente, nel giro di poche ore o giorni, superfici di terreno abitualmente non interessate da acque superficiali.

Le masse d'acqua trasportano materiali solidi che si depositano sulla superficie allagata.

È spesso dovuto a cause naturali, come ad esempio lo straripamento dei fiumi, un improvviso scioglimento di ghiacciai e nevi in montagna oppure l'unione di eventi come alta marea e tifoni nelle aree costiere.

In questo progetto viene analizzata la situazione in cui un fiume, a causa di forti piogge nei precedenti giorni, straripi e colpisce un centro abitato. Quando l'inondazione è causata dalla tracimazione degli argini di corsi d'acqua, ingrossati da piogge torrenziali, si parla anche di "alluvione", a cui possono essere connessi fenomeni di erosione e di deposito nelle aree interessate.

Per quanto riguarda i rischi ambientali che caratterizzano l'Italia, quello idrogeologico comporta un importante impatto sociale ed economico, secondo solo a quello sismico.



**Figura 1.1:** Danni provocati dall'esonazione del Tanaro ad Ormea, ottobre 2020

L'insieme degli interventi di trasformazione e alterazione che l'uomo compie sull'ambiente e la costruzione di nuove infrastrutture, oltre a mutare l'assetto del territorio, hanno determinato una maggiore esposizione di persone e beni al rischio idrogeologico.

In termini generali il rischio  $R$  si origina in presenza di un pericolo, legato alla sua probabilità di produrre un danno alle persone e alle cose.

Quindi nel caso di un rischio idrogeologico è necessaria una valutazione del danno considerando l'alta componente di imprevedibilità di un fenomeno di pericolo.

Questo porta a definire il rischio come la combinazione della probabilità di accadimento di un determinato evento calamitoso e dell'entità del danno conseguente al suo verificarsi.

$$R = P \cdot D$$

dove P è la pericolosità, cioè la probabilità in un dato intervallo di tempo (tempo di ritorno) e D è il danno conseguente all'evento.

Il termine D è esprimibile in termini di vulnerabilità W, intesa come il livello di perdita di elementi esposti, come la densità della popolazione, gli edifici, i servizi, le infrastrutture, etc., risultante dal verificarsi di un fenomeno di una data intensità.

Il termine E, indica invece l'elemento che deve sopportare l'evento e può essere espresso o dal numero di presenze umane o dal valore delle risorse naturali ed economiche esposte ad un determinato pericolo.

Il rischio può essere quindi ridefinito come segue:

$$R = P \cdot W \cdot E$$

Il rischio idrogeologico comprende due categorie principali.

- Il rischio da frana è indicato con il termine di rischio geomorfologico. Con ciò si intende "un movimento di una massa di roccia, terra o detrito lungo un versante" (Cruden, 1991) [1]. Nonostante esse siano oggetto di studio da oltre cento anni, non sono state ancora trovate né una definizione né una classificazione universalmente riconosciute;
- il rischio da alluvione, il quale comprende invece le esondazioni, è indicato con il termine di rischio idraulico. Esse si verificano quando un corso d'acqua, arricchitosi con una portata superiore a quella normalmente contenuta in alveo, supera o rompe gli argini e invade il territorio circostante, arrecando danni alle infrastrutture presenti, quali edifici, insediamenti industriali, vie di comunicazione, o alle zone agricole.

Frane e alluvioni sono fenomeni frequenti in Italia. Stando ai dati di un'indagine condotta nel 2018 dall'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra) sul Dissesto idrogeologico in Italia [2], il 91% dei comuni italiani (7.275) sono a rischio per fenomeni di questo tipo: 1,28 milioni di abitanti sono a rischio frane e oltre 6 milioni a rischio alluvioni.

Emilia-Romagna, Toscana, Campania, Lombardia, Veneto e Liguria sono le regioni in cui la popolazione è maggiormente a rischio.

Nello specifico il Piemonte appartiene al gruppo di regioni con una percentuale di comuni a rischio idrogeologico tra il 90% e il 100%.

Dal 1800 al 2018 gli eventi principali sono stati oltre 120, alcuni con effetti molto gravi. La loro frequenza media è di uno ogni 18-20 mesi circa. In particolare, dal 1993 al 2018 gli eventi sono stati 18, uno ogni 17 mesi circa [3].

L'enorme espansione delle zone abitate e delle infrastrutture avvenuta a partire dall'ultimo dopoguerra fa sì che, a parità di evento alluvionale, si abbiano oggi molti più danni che in passato. Questo perché sono esponenzialmente aumentati gli "elementi" a rischio sul territorio (fabbricati, strade, infrastrutture...).

Il 2 ottobre 2020 si è verificata una delle alluvioni più recenti.

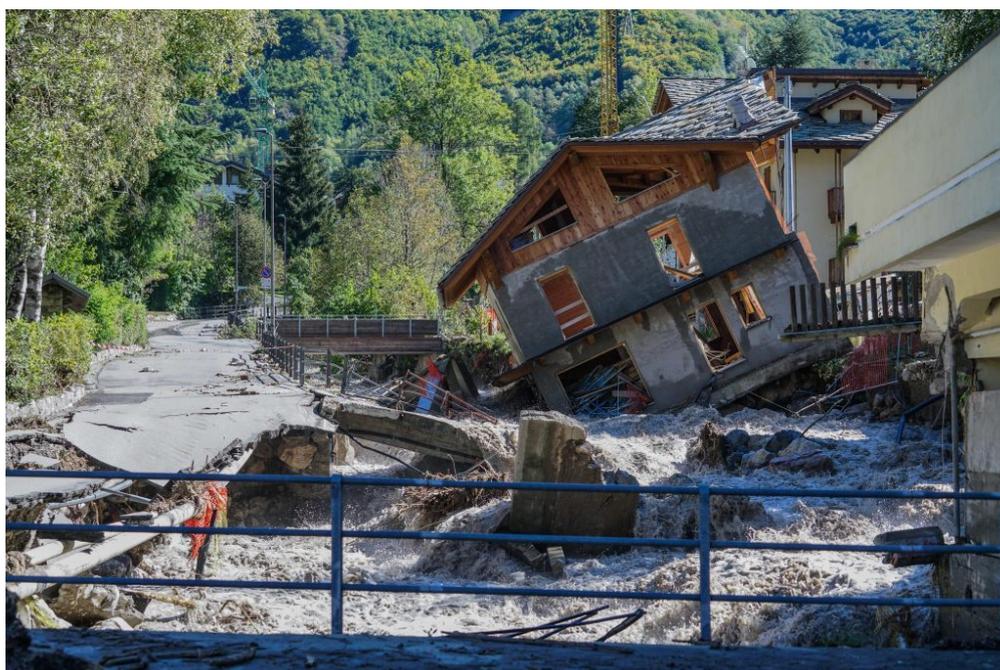
In quella occasione numerosi eventi alluvionali si sono abbattuti su varie zone dell'entroterra piemontese, in particolar modo sulla Valle Vermentagna, dove strade, abitazioni e ponti sono stati inondati dall'acqua, facendo crollare molti di questi. Limone Piemonte è risultato il centro maggiormente colpito, dove numerose frazioni sono rimaste isolate e senza corrente elettrica.

Numerosi corsi d'acqua della zona sono esondati causando gravissimi danni anche alla rete stradale di fondovalle.

Nella Provincia di Biella il Torrente Cervo ha provocato la caduta di due ponti.

Il Sesia, in Provincia di Vercelli, ha raggiunto una portata storica creando danni diffusi come frane e smottamenti e alluvioni in pianura a Borgo Vercelli che è stata completamente allagata. Numerosi danni, tra cui il crollo di ponti, sono stati riportati nell'Alto Piemonte e sono stati causati dalla fuoriuscita di alcuni corsi d'acqua dai loro argini.

In Italia il 3,8% degli edifici sono collocati in aree a pericolosità da frana elevata o molto elevata, mentre quelli che sorgono in zone allagabili



**Figura 1.2:** Danni subiti dal centro abitato di Limone Piemonte, durante l'evento alluvionale del 2 ottobre 2020

nello scenario medio (tempo di ritorno tra 100 e 200 anni) sono 9,3%.

Il rapporto parla anche dei beni culturali. 11.712 beni culturali sono potenzialmente soggetti a fenomeni franosi nelle aree a pericolosità elevata e molto elevata, e raggiungono il numero di 37.847 se si calcolano anche quelli situati nelle zone a minore pericolosità. I monumenti a rischio alluvioni sono 31.137 nello scenario a pericolosità media e raggiungono i 39.426 in quello a scarsa probabilità di accadimento o relativo a eventi estremi.

Secondo il vicedirettore del Dipartimento di Geoscienze dell'università di Padova, Nicola Surian, [4] i cambiamenti climatici degli ultimi anni stanno rendendo più frequenti gli eventi alluvionali, ma non si può attribuire tutta la colpa ai fattori climatici. Questi fenomeni sono assolutamente comuni in un territorio come quello italiano e il cambiamento climatico non può fare altro che accentuare l'intensità e la frequenza.

Per ridurre il rischio idrogeologico è possibile attuare una serie di azioni. Ad esempio, è possibile proporre soluzioni di pianificazione a lungo termine. Vengono messi a punto piani di gestione del rischio

idrogeologico, che vengono aggiornati ogni sei anni e, in questo momento, sono in fase di definizione quelli per il 2021-2027. Si possono attuare azioni di monitoraggio. Esse possono fornire informazioni in tempo reale sull'evoluzione di determinati fenomeni, specie quelli a maggiore impatto e criticità.

Per quanto riguarda le alluvioni vengono mappate le aree che potenzialmente possono essere inondate con diverse frequenze, ovvero tempi di ritorno e con probabilità diverse. Le piene possono avere una frequenza di 30-100-300 anni, alcune dunque altamente improbabili, ma che statisticamente possono verificarsi.

In conclusione, secondo Surian serve una maggiore conoscenza di queste tematiche da parte della popolazione. Il cittadino deve essere a conoscenza che certi fenomeni, come frane e alluvioni, esistono e sono dei processi naturali che non è possibile eliminare dal territorio. Il rischio può essere ridotto se vengono messi in atto una serie di interventi, ma in molti casi non può essere eliminato. L'educazione, quindi, è importante in quanto è di grande aiuto nella gestione complessiva del rischio.

Inoltre, secondo il vicedirettore, esiste un divario tra lo sviluppo di conoscenze sull'argomento e il loro trasferimento nella gestione del rischio idrogeologico. Alcuni enti e istituzioni hanno adottato un approccio moderno, ma esistono situazioni in cui si è rimasti ancorati a metodi ormai obsoleti.

### **1.3 Obiettivo della tesi**

L'obiettivo di questo progetto di tesi è principalmente quello di educare i cittadini nella gestione del rischio idrogeologico e quindi racchiudere in un manuale virtuale tutte le conoscenze utili per affrontare una tale situazione di emergenza.

Attraverso un'applicazione in VR che miscela meccaniche narrative e di gioco, come il viaggio nel tempo, il fine ultimo è quello di trasmettere agli utenti le corrette procedure d'emergenza in caso di evento alluvionale.

Si è puntato sul realizzare uno strumento che non solo permettesse di apprendere, ma che unisse la componente educativa a quella dell'intrattenimento, in modo da coinvolgere completamente i cittadini, in particolare gli studenti delle scuole.

## 1.4 Organizzazione dei contenuti

Il presente documento è organizzato in diversi capitoli.

Il secondo capitolo, in particolare è dedicato allo stato dell'arte in materia, e propone una panoramica sulla VR e sull'applicazione di questa tecnologia innovativa nel campo dell'educazione. Vengono analizzati vantaggi e svantaggi e proposti alcuni casi di studio.

Inoltre, viene introdotto il concetto di serious game, in modo da definire la tipologia di gioco realizzato per questo progetto di tesi.

Infine, viene proposta un'ulteriore panoramica sui videogiochi che hanno come elemento principale il viaggio nel tempo, essendo la meccanica di gioco scelta per l'applicazione descritta in questo elaborato.

Nel terzo capitolo vengono trattate le principali tecnologie, sia software che hardware, utilizzate per realizzare il progetto.

Il quarto capitolo illustra il processo di progettazione dell'applicazione, partendo dalla pre-produzione e dall'analisi della corretta documentazione fino ad arrivare alla presentazione del Game Design Document (GDD).

Il quinto capitolo presenta nel dettaglio come sono stati implementati gli elementi e gli strumenti di gioco.

Il sesto e ultimo capitolo riporta le considerazioni finali e indica quali siano gli sviluppi futuri previsti.



# Capitolo 2

## Stato dell'arte

### 2.1 Evoluzione della VR

In passato, le sfide tecniche e costi proibitivi ostacolavano il progresso della realtà virtuale VR nel campo dell'istruzione dell'educazione.

Con il passare degli anni l'avvento di visori VR di realtà virtuale a basso costo ha permesso di creare nuove occasioni e opportunità per trasmettere conoscenze, istruire ed educare le persone in modo sempre più immersivo e coinvolgente.

Negli ultimi anni, infatti, sia le scuole che le industrie stanno cercando di migliorare l'apprendimento degli studenti e del personale adottando la realtà virtuale VR come strumento formativo. In particolare, con l'avvento del COVID-19, vi è stata un'accelerazione di tale ricerca per trovare soluzioni alternative ai metodi di educazione tradizionale.

Le previsioni di spesa a livello globale nel settore della realtà virtuale VR secondo le ricerche dell'IDC (International Data Corporation) stimano una crescita del 600% nei prossimi 4 anni [5].

Si prevede che la spesa mondiale per i settori legati alla realtà Realtà aumentata Aumentata (o Augmented Reality, AR) e alla realtà virtuale VR passerà dai poco più di 12 miliardi di dollari del 2020 ai 72,8 miliardi di dollari del 2024.

In particolare, i settori commerciali che riceveranno maggiori investimenti nel settore VR, nei prossimi 3 anni, saranno la formazione (4,1 miliardi di dollari), la manutenzione industriale (anche questa 4,1 miliardi) e la vendita al dettaglio (2,7 miliardi).

L'uso consumer (videogiochi e video principalmente), invece, vedranno un investimento di 17,6 miliardi di dollari. Altri settori interessati dagli investimenti saranno certamente la logistica e il mondo bancario.

Inoltre, è importante ricordare il commento [5] di Stephane Klecha, Managing Partner di Klecha & Co. Egli afferma che il mercato della realtà virtuale VR è in rapida crescita ed è frammentato tra B2C (Business-to-consumer) e B2B (Business-to-business). La strategia giusta per le PMI (Piccole e Medie Imprese), secondo Klecha, è quella di concentrarsi su questo secondo segmento, dove sono necessarie conoscenze specifiche e competenze verticali elevate. Alle grandi imprese viene lasciato invece il compito di occuparsi del settore B2C, dove sono fondamentali la riconoscibilità del marchio e la possibilità di investimenti consistenti per raggiungere un mercato di massa.

Nel mondo reale fornire una formazione adeguata può essere complesso, in quanto, soprattutto in un caso pratico, richiede l'accesso ad un certo tipo di attrezzature reali o modelli fisici. Se l'addestramento si verifica sul posto di lavoro vi è un aumento di perdita di produttività, con possibili danni ai materiali e lesioni al personale. Se invece la formazione viene eseguita lontano dal luogo di lavoro specifico, potrebbe accadere che lo spazio non rappresenti accuratamente il luogo di lavoro effettivo.

Gli eventi a bassa frequenza possono essere difficili o impossibili da ricreare nel mondo reale. Ad esempio, i lavoratori hanno bisogno di formazione su come agire sui guasti meccanici, incendi o emergenze mediche o interruzioni di corrente, ecc. Questi casi richiedono specifiche azioni sulle quali i lavoratori hanno raramente la possibilità di esercitarsi e, quando è possibile, la formazione è superficiale e porta a possibili errori. Allo stesso modo, alcuni addestramenti potrebbero essere solo disponibili in determinati periodi dell'anno. Ad esempio, i lavoratori potrebbero aver bisogno di formazione su come gestire situazioni in condizioni di neve e ghiaccio. Esistono inoltre molti lavori che si attuano in condizioni pericolose (ad es. militari, forze dell'ordine, vigili del fuoco) che sono difficili o impossibili da ricreare nel mondo reale.

Ci sono anche casi in cui effettivamente è impossibile eseguire la formazione nella realtà. Il lavoro può coinvolgere compiti che sono ancora in fase di progettazione o ambienti che non possono essere ricreati (es. lo spazio).

L'apprendimento nel mondo reale non permette di monitorare oggettivamente le prestazioni, lo stress e il carico di lavoro. Conoscendo ciò invece permetterebbe di determinare quando un lavoratore è completamente preparato per eseguire il lavoro.

La realtà virtuale VR, quindi, può fornire soluzioni ai limiti che la realtà impone. La VREssa ha come punti di forza l'aiutare ad affrontare molti dei problemi identificati precedentemente.

Per questo motivo, è stata e viene ancora utilizzata come strumento di formazione, che comprende non solo l'educazione scolastica ma anche l'addestramento in campo industriale (ad esempio quello adottato per il CBRN). Le applicazioni realizzate in VR con scopo formativo presentano ambienti virtuali in grado di allenare e istruire il personale e il cittadino. Le conoscenze apprese possono poi essere riproposte nuovamente e attuare nel mondo reale, in modo tale da poter eventualmente salvaguardare la propria vita o quella di qualcun altro. Sono diversi i campi in cui finora sono stati realizzati progetti in realtà virtuale VR e riguardano le industrie, l'ambito medico, la produzione automobilistica e in generale il settore automotive e infine la robotica.

E aziende come la start up Pixo VR stanno prendendo atto di questo.

Ad esempio, in un progetto sviluppato da questa azienda, i lavoratori, indossando un HTC Vive visore VR di HTC, possono sperimentare situazioni di vita o di morte che sono impossibili da ricreare in sicurezza nella vita reale. Come, ad esempio, un cantiere di 15 piani senza solide impalcature. L'utente in queste situazioni deve prendere delle decisioni e paga le conseguenze in caso di scelta sbagliata. La sensazione di cadere nel vuoto presente nella applicazione è così reale, che è molto probabile che l'esperienza rimarrà impressa nella mente del giocatore. Come è stato affermato da un utente dagli utenti [7], la scelta sbagliata e le corrette misure di sicurezza gli rimarranno impresse nella mente più a lungo di una qualsiasi slide in una presentazione di un power point.

Per confermare ciò, è stato verificato che due settimane dopo l'apprendimento gli studenti hanno memorizzato il 30% in più delle conoscenze, rispetto ai metodi educativi tradizionali. Greg Sullivan, direttore delle comunicazioni per Microsoft Mixed Reality, afferma che ci sono settori di ricerca che dimostrano che l'essere umano quando interagisce con qualcosa a 3 tre dimensioni lo comprende molto più profondamente, rispetto a

guardarlo semplicemente su un pezzo di carta [7].

Anche Altre altre aziende oltre a Pixo Vr investono sulla realtà virtualeVR per la formazione di futuri lavoratori.

Il visore Gear VR di Samsung, ad esempio, viene utilizzato per formare i lavoratori sulle nuove linee di produzione negli stabilimenti di produzione di componenti automobilistici di Magna.

Nel 2017 Facebook ha lanciato Oculus for Business offrendo pacchetti dei loro visori Oculus Go e Oculus Rift ad aziende come Tyson Foods, Walmart e Verizon. Tyson Foods in particolare ha avuto alcuni risultati promettenti. Ha utilizzato i moduli VR di Strivr, per formare i suoi lavoratori in maniera di sicurezza e consapevolezza dei rischi. L'azienda ha ridotto in questo modo del 20% gli infortuni e le malattie dei lavoratori.

I negozi di Verizon prevedono di far indossare a 15.000 dei suoi dipendenti di prima linea visori Oculus e di confrontarsi con rapinatori armati, una simulazione Strivr ad alta intensità per prepararli agli scenari peggiori.

Walmart ha utilizzato i moduli di formazione virtuale di Strivr in tutti i 4.700 negozi negli Stati Uniti formando più di un milione di dipendenti con 17.000 visori Oculus.

Nonostante questi successi, rimangono domande sulle capacità e sui limiti della tecnologia attuale. In particolare, viene messa in dubbio l'efficacia dello strumento per l'acquisizione di nuove conoscenze e abilità in un ambiente virtuale.

Per questi dubbi nel processo di sviluppo di ambienti virtuali efficaci per formazione educativa si inizia con la comprensione degli obiettivi di apprendimento; successivamente si realizzano nel mondo virtuale le attività del mondo reale; infine vengono valutate le prestazioni e l'apprendimento dell'utente.

L'obiettivo primario di uno strumento di formazione in realtà virtualeVR è quello di facilitare il trasferimento di conoscenza e abilità dall'ambiente virtuale al mondo reale, ma ciò non è sempre così semplice. È importante notare che un obiettivo correlato è evitare il trasferimento di conoscenze inadeguate o errate dall'ambiente virtuale.

## 2.2 Vantaggi e svantaggi

La VR è stata proposta nel campo educativo grazie a una serie di punti a suo favore che la rendono un ottimo strumento di formazione.

La prima caratteristica è la sua attuale accessibilità. È da notare come nel passato, ovvero prima dell'arrivo di sistemi hardware come Oculus Rift e HTC Vive, gli HMD immersivi erano particolarmente costosi. Questo, insieme ad altri fattori, ha ridotto la diffusione della VR, ma rinacque grazie all'industria dei videogiochi e a tutta una serie di evoluzioni tecnologiche su dispositivi di interazione a basso costo. Infatti, le attuali soluzioni per la VR immersiva sono più convenienti e sempre più persone possiedono dispositivi adatti a supportarla.

Un altro vantaggio è la facilità con cui è possibile proporre delle varianti di un addestramento. Questo serve ad esempio quando è necessario formare il personale con apparecchiature diverse oppure sulle loro versioni più all'avanguardia.

Inoltre, la VR non richiede una supervisione costante quindi il tirocinante o lo studente possono accedere a questo strumento di formazione senza che ci sia un controllo costante da parte dei loro superiori.

Un ulteriore punto a favore della VR è il forte senso di presenza che caratterizza questi ambienti virtuali. Infatti, gli utenti si ritrovano immersi in un mondo nel quale si identificano. Vengono pienamente coinvolti nell'ambiente virtuale, gli viene data la possibilità di agire liberamente, dimenticandosi di trovarsi in un mondo non reale. Questa illusione crea un senso di appartenenza tale da convincere gli utenti di essere realmente presenti nell'ambiente d'addestramento.

La VR inoltre rappresenta un nuovo modo di coinvolgere gli studenti nell'apprendimento. Genera molta curiosità ed interesse in quanto la generazione Z e quelle successive utilizzano fin dall'infanzia la tecnologia e il digitale. Questo dimostra, essendo inoltre confermato da diversi studi [8], che la VR alzi il livello di coinvolgimento rispetto ai classici metodi tradizionali proposti nelle scuole.

Un ulteriore beneficio dato dalla VR è la sicurezza dell'ambiente in cui gli utenti si trovano immersi. Ciò permette di esplorare e sperimentare luoghi che vengono considerati pericolosi nel mondo reale. Inoltre, visto che tutte le apparecchiature realizzate non sono reali, non si hanno sprechi

di risorse permettendo così di abbassare i costi dovuti agli errori. Ciò quindi porta ad avere costi più bassi rispetto ai potenziali costi fisici del mondo reale.

Con la VR è anche più facile fornire misure oggettive sull'andamento dell'addestramento o dell'apprendimento, ricevendo feedback immediati sulle prestazioni.

Parlando invece degli svantaggi, uno dei primi ostacoli della VR è la competenza tecnologica. Valutando su un'ampia scala di persone, non tutti hanno la stessa conoscenza degli strumenti. Per questo servirebbero piattaforme intuitive e disponibili sulla più vasta gamma di dispositivi possibile.

I miglioramenti nell'hardware e nel software hanno reso quindi la VR molto più accessibile. Tuttavia, non tutte le esperienze in VR sono uguali e rimangono aperte sfide per costruire efficaci strumenti di formazione virtuale.

Un secondo svantaggio è il malessere generato dal fastidio da simulazione, noto come motion sickness. Esso è un problema molto comune con questa tecnologia. È comune avere tassi di abbandono dal 10% al 20% e sono stati osservati tassi di abbandono fino al 50% tra gli anziani dei gruppi partecipanti.

Un altro punto a sfavore riguarda le interfacce grafiche. È risaputo che quest'ultime condizionano la User eXperience (UX) in modo significativo. Esse devono essere più semplici e intuitive possibili in modo da poter essere usufruite da una grande quantità di persone.

## **2.3 Esempi di casi di studio**

### **2.3.1 Mission: ISS**

La NASA e Oculus hanno sviluppato il progetto collaborativo “Mission: ISS” per Oculus Rift. L'applicazione offre un viaggio nello spazio attraverso il visore VR. Il progetto, sfruttando l'immersività della VR, fa vivere all'utente un'esperienza in un luogo, raffigurato in modo dettagliato e accurato, che la maggior parte delle persone non avrebbe mai l'opportunità di compiere nella vita reale.

La VR con questo progetto può far immedesimare l'utente in coloro che sono riusciti concretamente a vivere tale avventura.

Mission: ISS, infatti, cerca di trasmettere ciò che si prova ad essere un astronauta. Viene ricreata la vita a bordo della Stazione Spaziale Internazionale (ISS), sopra l'atmosfera terrestre (Figura 2.1).



**Figura 2.1:** Rappresentazione della Stazione Spaziale Internazionale in "Mission: ISS"

I modelli 3D utilizzati nell'applicazione sono stati forniti dalla stessa NASA, mentre le informazioni per migliorare l'autenticità del progetto sono state raccolte durante alcune interviste agli astronauti che hanno vissuto tale esperienza in prima persona.

Mission: ISS non è paragonabile ad un gioco fantascientifico. I task da svolgere nella missione extraterrestre virtuale sono ad esempio l'attracco delle capsule di carico e la manutenzione della stazione. Ci si può muovere nello spazio virtuale con i controller Touch in una situazione caratterizzata dalla assenza di gravità. Inoltre, viene data la possibilità all'utente di avventurarsi al di fuori della Stazione Spaziale Internazionale per vivere una passeggiata nello spazio.

Magnopus sono gli sviluppatori dietro Mission:ISS. Il team nasce con la realizzazione di Visual Effects cinematografici e ora si concentra sui regni dell'intrattenimento interattivo.

## 2.4 Serious Game

I serious game sono dei videogiochi educativi che fondono il divertimento con l'apprendimento. In questo modo l'obiettivo diventa non più solamente quello di intrattenere e far divertire l'utente, ma anche quello di educare e insegnare concetti. Le tematiche trattate sono diverse e toccano campi come quello della matematica, quindi, contesti legati all'apprendimento scolastico fino ad arrivare a contesti lavorativi dove lo scopo diventa addestrare e trasmettere le procedure corrette.

Uno dei vantaggi dei videogiochi è la possibilità di simulare attività in modo tale da sfruttare i processi cognitivi, gli stessi che vengono normalmente coinvolti nella realtà. Inoltre, i giochi danno feedback immediati dando l'opportunità di correggere le proprie azioni e comprendere i propri errori.

Questa forma di apprendimento aumenta in maniera evidente la motivazione, permettendo a chiunque di imparare ad essere autonomo, il più possibile competente nel campo di gioco e consapevole delle proprie emozioni e capacità cognitive e sociali. Inoltre, i giochi, spesso, riescono ad allenare la comprensione delle relazioni tra gli oggetti e lo spazio, a tal punto da superare le classiche metodologie di insegnamento scolastico. In aggiunta, la presenza costante di sfide nuove e diverse spinge qualunque utente di ogni età a mettersi alla prova e ad acquisire nuove conoscenze, sfruttando anche la propria curiosità e fantasia.

I videogiochi offrono anche benefici emotivi. Alcuni studi riportano una relazione causale tra il giocare ai videogiochi ed il miglioramento il proprio umore. Infatti, a volte mettere da parte i libri e concedersi un po' di tempo per liberare la mente può migliorare il proprio stato emotivo. Uno studio [15] ha riportato che spesso i giocatori imparano a gestire le proprie emozioni proprio perché si trovano a provare alti livelli di stress.

Un ulteriore punto a favore dei serious game, è legato ai benefici sociali risultanti, visto che si creano spesso situazioni in cui è possibile imparare a cooperare con altri utenti, a fidarsi delle indicazioni date da altri, a comunicare e a guidare gruppi di persone. Infatti, esistono studi che hanno dimostrato che proporre a dei bambini dei giochi con benefici sociali prima di iniziare l'anno scolastico, hanno portato gli studenti a relazionarsi

meglio con gli altri e ad avere atteggiamenti più comunitari durante le ore di lezione.

## 2.5 Riferimenti ed idee di gioco

### 2.5.1 Il viaggio nel tempo

Il tema del viaggio nel tempo è stato molto utilizzato nel mondo dell'intrattenimento, sia nel cinema (ad esempio il film *Back to the Future* o la serie tv *Dark*) che nella letteratura (22/11/63 di Stephen King) che nei videogiochi (*Life is strange*).

Il punto forte di questa meccanica è la possibilità di spostarsi in realtà parallele sfruttando dei passaggi spazi temporali. Questi permettono di cambiare il presente e anche conseguentemente il futuro, permettendo di a volte rimediare agli errori del passato oppure creare ancora più danni e caos. Inoltre viene data grande sensazione di libertà, visto che il finale dipende sempre dal protagonista e dalle scelte che prende.

Ad esempio, nel gioco *Chrono Trigger* il protagonista inizialmente assiste impotente a tutta una serie di eventi senza poter agire fino a giungere alla sua morte. A questo punto gli viene data un'altra possibilità e sta al giocatore decidere cosa fare, se continuare oppure sfruttare la meccanica del viaggio nel tempo e rimediare agli errori. Questo porta l'utente a guadagnare punteggio, oltre che a creare finali multipli.

### 2.5.2 Life is Strange

*Life is Strange* venne pubblicato nel 2015. Si tratta di un'avventura grafica suddivisa in cinque episodi. È stata sviluppato da Dontnod Entertainment e pubblicata da Square Enix per piattaforme come Nintendo Switch, Xbox One oppure ancora per Android e Microsoft Windows.

Sono diversi i punti forti di questa esperienza e che hanno reso questo gioco molto elogiato tra tutti i prodotti del mondo dell'intrattenimento.

Innanzitutto la presenza di una protagonista femminile, Maxine Caulfield. La storia ruota attorno a questa ragazza che scopre di poter modificare le sue scelte avendo il potere di viaggiare nel tempo. Questo porterà

ogni volta a diversi svolgimenti e permette al giocatore di modificare costantemente la storia.

Ha colpito molto anche lo sviluppo dei personaggi e l'attenzione anche per tematiche attuali come il cyberbullismo e la depressione dovute ad una società individualista.

La meccanica del viaggio nel tempo permette al giocatore di riavvolgere il tempo quando più lo ritiene opportuno in modo da poter raggiungere certi checkpoint narrativi nel passato e rimediare a certi errori del passato. In questo modo sono le scelte dell'utente ad influenzare la storia con conseguenze che potrebbero rivelarsi subito o successivamente e che potrebbero mantenersi a breve o a lungo. Anche se viene data libertà all'utente, di fatto sono pochi i finali raggiungibili con l'ultimo episodio. Infatti le decisioni prese riguardano sempre piccoli dettagli che modificano l'avventura senza però inficiare sullo svolgimento generale degli eventi focali della storia.

# Capitolo 3

## Tecnologie

### 3.1 Software

#### 3.1.1 Unity

Unity è un motore grafico e un ambiente di sviluppo creato per la realizzazione di prodotti interattivi, come videogiochi, e animazioni 3D in tempo reale. Nasce nel 2004 in un piccolo appartamento di Copenhagen grazie al lavoro di David Helgason, Joachim Ante e Nicholas Francis. I tre sviluppatori si dedicarono all'implementazione della prima versione del motore grafico chiamato Unity.

Inizialmente questo engine era supportato solo per Mac. Grazie agli sviluppi degli anni successivi Unity è diventato un motore multiplatforma con il quale è possibile realizzare prodotti eseguibili su Windows, Linux, macOS, Android, Xbox 360 e molti altri.

Sylvio Drouin, il vice presidente dei laboratori di ricerca di Unity Technologies, afferma che Unity non è altro che il sistema operativo 3D del mondo. Infatti non viene utilizzato solo per realizzare videogiochi ma anche per lo sviluppo di esperienze 3D nel settore cinematografico e automobilistico. Inoltre, con il superamento delle limitazioni legate alle tecnologie e ai costi della tecnologia, Unity viene utilizzato anche per la progettazione e realizzazione di simulazioni in VR e in realtà aumentata per applicazioni con scopo formativo ed educativo.

Questo software consiste in un ambiente unico dove al suo interno sono integrati un editor (Figura 3.1) e un motore di gioco. Il primo è adatto per

la progettazione degli elementi che caratterizzano l'applicazione, mentre il secondo permette di eseguire il prodotto e di verificarne le sue corrette funzionalità. Uno dei vantaggi di Unity è quello di poter importare e utilizzare modelli 3D e texture, realizzati su software esterni, così da poter costruire pezzo per pezzo il proprio ambiente di gioco. Inoltre permette di programmare la logica che sta dietro ogni singola esperienza videoludica e includere nello scenario effetti grafici come animazioni, sistemi particellari e shader. E' possibile inoltre aggiungere funzionalità a Unity tramite dei pacchetti, ovvero una raccolta di strumenti, librerie, risorse e modelli di progetto, che arricchiscono l'engine.

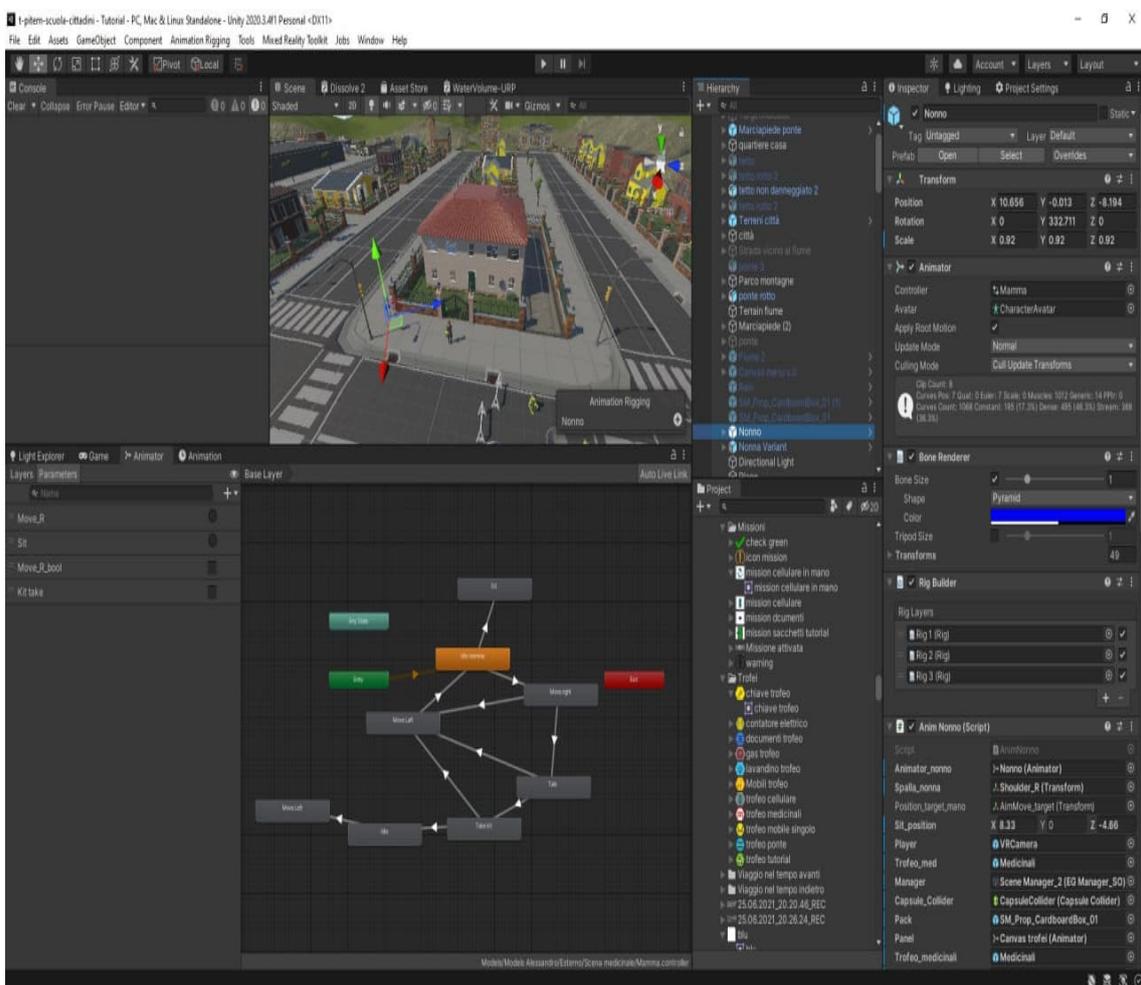


Figura 3.1: Editor di Unity

### 3.1.2 Visual Studio

Visual Studio è un prodotto firmato Microsoft e fornisce un ambiente di sviluppo integrato che permette di realizzare progetti e scrittura di codice. La sua prima versione venne rilasciata nel 1997 e da quel momento in poi si sono susseguiti una serie di upgrade del pacchetto.

Questi aggiornamenti avvengono più o meno ogni due anni e le novità non riguardano solo l'ambiente di sviluppo, ma anche il miglioramento e l'introduzione di nuove tecnologie e linguaggi di programmazione, tipo C# e C++.

L'ambiente di sviluppo integrato (Integrated Development Environment, IDE) di Visual Studio (Figura 3.2) dispone di numerose funzionalità per lo sviluppo di software: scrittura e modifica del codice. Inoltre, è possibile testare i progetti realizzati e verificarne eventuali errori.

Inoltre attraverso la tecnologia IntelliSense, l'IDE di Visual Studio è in grado di fornire suggerimenti sui metodi e i loro parametri, segnalare errori di sintassi e logici.

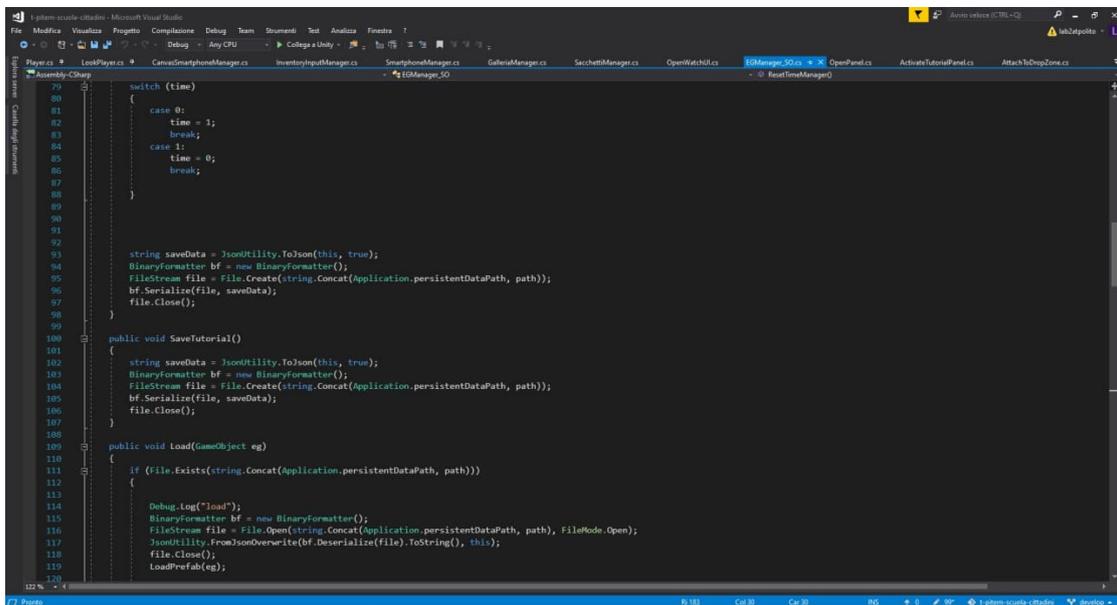


Figura 3.2: IDE di Visual Studio

### 3.1.3 Blender

Blender è un software gratuito e open source sviluppato dalla Blender Foundation. Il programma permette di svolgere le singole parti di una pipeline 3D (modellazione, rigging, simulazione, rendering, compositing, VFX e motion tracking).

L'utilizzo di Blender avviene tramite la sua interfaccia, facile ed intuitiva, o tramite la scrittura di script in linguaggio Python.

Essendo in open source sono disponibili sia plugin originali sviluppati dai programmatori di Blender o realizzati dalla community. Tali implementazioni possono essere installate nel software stesso per arricchire, facilitare l'utilizzo o creare collegamenti con altri programmi.

Il programma per la sua semplicità porta ad essere utilizzato a livello consumer, ma negli ultimi anni, avendo avuto un notevole sviluppo, la conoscenza del suo funzionamento è diventata una competenza richiesta a livello professionale.

Nonostante questo, Blender non riesce ancora a raggiungere l'efficienza di grandi colossi come Maya e Houdini nei rispettivi ambiti dell'animazione e di VFX.

Blender permette di importare e esportare i file in diversi formati. I più importanti sono principalmente obj e fbx. Essi sono poi riutilizzabili all'interno di Unity.

Per renderizzare la scena e gli oggetti in essa contenuti, Blender mette a disposizione tre motori grafici: Blender Render, Eevee e Cycles. Blender Render viene utilizzato per rendering semplici e non fotorealistici. Una qualità maggiore si può ottenere tramite Eevee pur presentando delle mancanze soprattutto nelle riflessioni della luce e nelle ombre. Cycles invece è il motore grafico più complesso, utilizzato da Blender, per rendering fotorealistici con oggetti/materiali complessi.

Esistono anche altri motori di rendering implementabili su Blender del tipo RenderMan, motore di rendering sviluppato dalla Pixar Animation Studios.

Come detto precedentemente Blender permette l'animazione di modelli 3D. Essi possono essere deformati o creare dei movimenti ben definiti. Per far ciò si possono attuare strategie di cinematica diretta o inversa. È possibile salvare lo stato degli oggetti (posizione, rotazione, scalamento ecc.) in determinati frame chiave (detti key frame), sarà poi il software

ad effettuare l'interpolazione dei frame intermedi, rendendo il movimento continuo.

E' possibile inoltre formare delle simulazioni di fumo, fluidi e sistemi particellari.

### 3.1.4 Substance

Substance Painter è un software di painting 3D. Viene utilizzato in molteplici campi quali l'architettura, il design, ma anche i film e i videogiochi. Substance Painter permette di, importando i file 3D precedentemente realizzati, di creare all'interno del software le immagini texture corrispondenti. Esse verranno mappate sulle geometrie del modello importato. L'esportazione delle texture è semplice e veloce, ed è ottenibile in qualsiasi formato. Il programma ha una serie di funzionalità utili tra le quali spicca la capacità di definire la texture e il colore dei modelli 3D in tempo reale. Tra gli aspetti che rendono Substance Painter all'avanguardia tra i software del settore c'è il fatto di essere dotato di un motore di rendering interno, in grado di elaborare informazioni sul lavoro in tempo reale e dare subito un feedback su come appariranno materiali e texture. Substance Painter da inoltre la possibilità di usare materiali già presenti nel software per riprodurre effetti fotorealistici. La libreria di materiali 3D è interamente personalizzabile ed il suo contenuto è stato realizzato da specialisti del settore. I materiali presenti inoltre sono compatibili con i programmi più popolari per la creazione di contenuti e motori di gioco come Unity. L'interfaccia utente del programma è molto intuitiva: gli sviluppatori hanno curato molto l'aspetto dell'usabilità, dando un aspetto molto più fresco e flessibile all'applicazione.

### 3.1.5 Libreria Adobe

La libreria Adobe è un insieme di programmi di grafica e montaggio video. I programmi principalmente utilizzati in questo progetto sono stati: Illustrator e Photoshop. Illustrator è ritenuto il miglior software per fare grafica vettoriale. Il vantaggio delle immagini vettoriali è che possono essere scalate all'infinito senza subire perdite di qualità o definizione. Photoshop invece lavora principalmente con immagini di tipo raster. Tramite questo programma è possibile, infatti, modificare foto e disegni, aggiustare la tonalità, la luminosità, la saturazione ed applicare filtri ed effetti speciali.

## 3.2 Hardware

### 3.2.1 Oculus Quest 2

Oculus Quest 2 è l'ultimo dispositivo hardware per la VR *all-in-one* prodotto da Facebook e Oculus.

Sono numerosi i prodotti dedicati a questo dispositivo e, grazie all'aumento dell'interesse nei confronti della VR, il campo di applicazione di Oculus Quest sta crescendo enormemente. Infatti, come illustrato nello stato dell'arte, la VR si sta diffondendo sempre di più e gli sviluppatori realizzano non più solo giochi ma anche esperienze virtuali interattive formative adatti per diverse tipologie di visore.

Oculus Quest 2 si distingue dal modello precedente per diverse caratteristiche sia tecniche che fisiche.

Una delle novità di questo dispositivo è l'utilizzo dell'efficiente processore Qualcomm Snapdragon XR2 Platform. Questo System-on-chip è l'ideale per i visori che lavorano con la VR e si differenzia dai suoi predecessori grazie alle sue qualità che lo rendono migliore sia graficamente che computazionalmente. Ad esempio, permette la riproduzione di prodotti multimediali di alta qualità e ottimizza la realizzazione delle due immagini.

La presenza di questo SoC e di una RAM di 6GB (nel Quest erano 4) rendono Oculus Quest 2 più veloce e adatto ad essere usato anche in futuro.

Un'ulteriore novità riguarda le caratteristiche del display, molto importanti per rendere ancora più immersiva e coinvolgente l'esperienza in VR.

Ad esempio, il refresh rate, al momento del lancio, si fermava a 72Hz ma con gli aggiornamenti successivi ora supporta fino a 90Hz con la possibilità di arrivare in futuro anche fino a 120Hz.

Inoltre, Oculus ha optato per il Quest 2 un singolo display LCD fast switch, abbandonando il classico pannello OLED. Anche se si perde un po' la qualità della profondità dei neri e dei contrasti, la risoluzione per occhio è decisamente maggiore offrendo una esperienza visiva migliore rispetto ai visori precedenti. Infatti uno degli svantaggi dello schermo OLED era l'effetto cosiddetto *screen door*, in cui la definizione raggiunge livelli elevati e questo genera una griglia di pixel che poteva aumentare anche la motion sickness.

Infine, questo nuovo modello risulta essere più maneggevole grazie alla diminuzione del peso del 10% e offre un layout alternativo per quanto riguarda la posizione del tasto di accensione e della porta USB Type-C. Quest'ultima è adatta a supportare *Oculus Link*. Questa funzionalità permette di collegare il visore al PC attraverso un cavo in fibra ottica. Con questo collegamento è possibile sfruttare le potenzialità di un computer ottimizzato per la VR, così da ottenere esperienze grafiche e interattive migliori.

### 3.2.1.1 Controller

I controller Touch sono stati ridisegnati per migliorarne l'ergonomia e per aumentare il senso di presenza delle proprie mani. Il nuovo layout si ispira a quello dei controller Rift, come mostra la Figura 3.3 e i comandi restano invariati rendendo l'esperienza in VR intuitiva.

Inoltre è stato migliorato l'hand tracking. Esso offre un'alternativa ai controller e permette di interagire efficacemente con le mani con le interfacce e con l'ambiente virtuale.

#### CONTROLLER OCULUS RIFT



#### CONTROLLER OCULUS QUEST 2



**Figura 3.3:** Tipologie di controller di Oculus a confronto

# Capitolo 4

## Progettazione

### 4.1 Introduzione

In questo lavoro di tesi è stata fondamentale la fase di ideazione e di progettazione, durante la quale sono stati delineati la struttura e le caratteristiche principali dell'applicazione.

Nella fase di pre-produzione, sono state organizzate una serie di riunioni con alcuni riferimenti della Protezione Civile della Regione Piemonte. Insieme a loro si è discusso e deciso quale fosse lo scenario che meglio rappresentasse una situazione di rischio idrogeologico. Successivamente sono stati valutati gli elementi principali da inserire nell'applicazione per renderla il più possibile completa e adatta allo scopo per il quale è stata pensata. Oltre al confronto diretto con i soggetti indicati, sono stati analizzati i diversi documenti forniti dalla Protezione Civile, i quali mostravano le procedure da rispettare in caso di emergenza idrogeologica ed esempi di bollettini per le piene dei fiumi.

L'analisi di questi documenti e le informazioni fornite durante le videochiamate, hanno portato alla stesura del GDD, le cui caratteristiche verranno mostrate nei prossimi paragrafi.

## 4.2 Brochure e documentazione

### 4.2.1 Vademecum "Protezione civile in famiglia"

Il vademecum "Protezione Civile in Famiglia" [14] è una brochure che illustra i diversi rischi e eventi calamitosi che colpiscono l'Italia. L'obiettivo è informare i cittadini sui possibili pericoli ambientali in modo che siano preparati ad affrontare le diverse situazioni di emergenza.

La guida inizia con la presentazione delle diverse situazioni di rischio ambientale. Ognuna di esse viene descritta brevemente e vengono illustrati con delle vignette significative i corretti comportamenti (Figura 4.1).

**DURANTE L'ALLUVIONE**

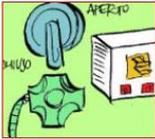
Se sei in casa	Se sei per strada
 <p><b>SE DEVI ABBANDONARE LA CASA, CHIUDI IL RUBINETTO DEL GAS E STACCA IL CONTATORE DELLA CORRENTE ELETTRICA</b> → Tali impianti potrebbero danneggiarsi durante l'evento calamitoso</p>	 <p><b>NON AVVENTURARTI MAI, PER NESSUN MOTIVO, SU PONTI O IN PROSSIMITÀ DI FIUMI, TORRENTI, PENDII, ECC.</b> → L'onda di piena potrebbe investirti</p>
 <p><b>RICORDATI DI TENERE CON TE I DOCUMENTI PERSONALI ED I MEDICINALI ABITUALI</b> → Ti possono essere indispensabili se casa tua risultasse irraggiungibile per parecchio tempo</p>	 <p><b>SEGUI CON ATTENZIONE LA SEGNALETICA STRADALE ED OGNI ALTRA INFORMAZIONE CHE LE AUTORITÀ HANNO PREDISPOSTO</b> → In questo modo eviti di recarti in luoghi pericolosi</p>
 <p><b>INDOSSA ABITI E CALZATURE CHE TI PROTEGGANO DALL'ACQUA</b> → È importante mantenere il corpo caldo e asciutto</p>	 <p><b>SE SEI IN MACCHINA EVITA DI INTASARE LE STRADE</b> → Sono necessarie per la viabilità dei mezzi di soccorso</p>
 <p><b>SE NON PUOI ABBANDONARE LA CASA SALI AI PIANI SUPERIORI E ATTENDI L'ARRIVO DEI SOCCORSI</b> → Eviterai di essere travolto dalle acque</p>	 <p><b>NON PERCORRERE STRADE INONDATE E SOTTOPASSAGGI</b> → La profondità e la velocità dell'acqua potrebbero essere maggiori di quanto non sembra e il livello dell'acqua potrebbe bloccare il tuo automezzo</p>
 <p><b>NON USARE IL TELEFONO SE NON PER CASI DI EFFETTIVA NECESSITÀ</b> → In questo modo eviti sovraccarichi delle linee telefoniche, necessarie per l'organizzazione dei soccorsi</p>	 <p><b>PRESTA ATTENZIONE ALLE INDICAZIONI FORNITE DALLE AUTORITÀ</b> → Esse gestiscono l'emergenza e coordinano i soccorsi</p>

Figura 4.1: Corretti comportamenti da adottare durante un'alluvione [14]

Il volantino prosegue dando indicazioni su come il cittadino dovrebbe informarsi per rimanere sempre aggiornato sul corrente stato d'emergenza. Ogni nucleo familiare deve prendere conoscenza delle indicazioni date nei Piani Comunali di Protezione Civile e a volte nei Piani Regionali. Inoltre, i Centri Funzionali regionali e nazionali condividono con la Protezione Civile tutte i dati da loro raccolti. In caso di situazione prevista come critica, il cittadino si potrà informare tramite i servizi trasmessi ai telegiornali e radiogiornali oppure leggendo sul giornale o nel sito web della Protezione Civile. Quest'ultima, in aggiunta ai servizi già citati, utilizza come canale di comunicazione anche altri mezzi, in generale tutti i tipi di "media" come la televisione o la radio. In particolare sfrutta le recenti tecnologie, mandando SMS ai cellulari della popolazione interessata e presente in un'area critica.

Infine, il vademecum fornisce informazioni su quali siano le accortezze da avere prima di lasciare la propria abitazione, su come chiedere aiuto correttamente così da velocizzare i tempi di intervento e su come gestire situazioni con persone disabili.

#### **4.2.2 Piano e procedure di emergenza**

Il Piano Provinciale di Emergenza di Protezione Civile è un documento che raccoglie le procedure operative da attuare al sopraggiungere di un evento calamitoso. In questo modo si crea uno strumento utile alle autorità e che tuteli i cittadini e le aree a rischio.

Il Piano parte dall'analisi delle criticità per poi giungere alla pianificazione dell'utilizzo delle risorse e alla stesura delle procedure di emergenza e di intervento da adottare per ognuno dei seguenti rischi:

- rischio idrogeologico-idraulico e meteorologico;
- rischio incendi boschivi;
- rischio carenze d'acqua;
- rischio sismico;
- rischio chimico-industriale;
- rischio da trasporto di merci pericolose, nucleari

- rischio atti terroristici;
- rischio blackout elettrici e dei servizi essenziali.

### 4.2.3 Bollettino previsione delle piene

Gli eventi alluvionali vengono monitorati dalla Protezione Civile andando a valutare lo stato di rischio. Questo può essere stabile oppure può subire miglioramenti o peggioramenti nel giro di poche ore.

Per conoscere le previsioni delle piene fluviali, la Protezione Civile mette a disposizione un bollettino basandosi sui dati forniti dal Centro Funzionale della Regione Piemonte (Arpa). Le piene della rete idrografica principale del Piemonte vengono valutate su dei modelli operativi di previsione.

I risultati vengono aggiornati costantemente. In condizioni stazionarie il controllo è quotidiano (nei giorni lavorativi). In caso di emergenza i dati vengono generati e pubblicati con maggior frequenza.

Il bollettino mostra lo stato di tutti i corsi d'acqua della regione e vengono utilizzate diverse colorazioni per distinguere i seguenti quattro livelli di criticità evidenziati nelle 36 ore successive, riportati di seguito

- VERDE : rischio assente, valore di portata minore di quello di riferimento;
- GIALLO : previsione ordinaria con bassa probabilità di esondazione;
- ARANCIONE : previsione moderata con alta probabilità di inondazioni;
- ROSSO : previsione elevata con alta probabilità di fenomeni di inondazione estesi alle aree distali al corso d'acqua e di intensi fenomeni di erosione e di alluvionamento.

## 4.3 Game Design Document

### 4.3.1 Ambientazione

Per quanto riguarda l'ambientazione, si è deciso di non rappresentare una località specifica, ma di portare l'utente in uno scenario generico. È stato quindi ricreato un piccolo paese con le caratteristiche necessarie per rappresentare il caso di rischio idrogeologico.

Gli elementi che lo caratterizzano sono descritti di seguito:

- **Abitazione dell'utente**

Essa è composta da una serie di stanze dotate di mobili, elettrodomestici e di tutto ciò che normalmente una casa possiede. Come mostra Figura 4.2 le stanze sono distribuite su due piani (piano terra e primo piano) e guardando dalle finestre del piano superiore, l'utente può monitorare e controllare lo stato del corso d'acqua vicino alla sua abitazione;



**Figura 4.2:** Abitazione dell'utente nello scenario di gioco dell'applicazione

- **Cortile esterno all'abitazione**

La casa è dotata di un cortile esterno circondato da una recinzione che

si affaccia direttamente sulla strada del quartiere. Da qui è possibile raggiungere il garage interrato (Figura 4.3), dove si trova l'automobile di famiglia;



**Figura 4.3:** Garage interrato nello scenario di gioco dell'applicazione



**Figura 4.4:** Esempio di zona sicura nello scenario

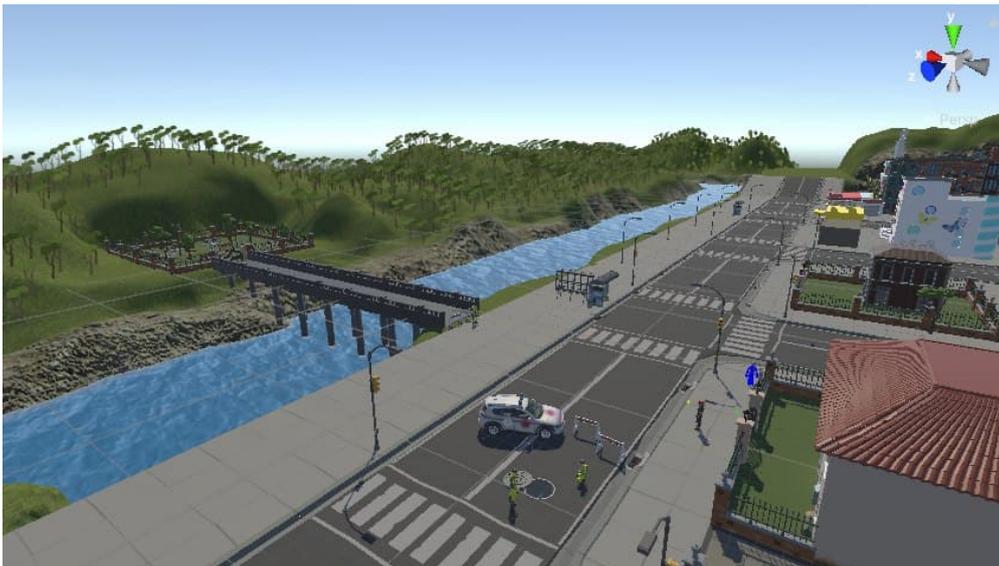
- **Zone sicure**

A pochi isolati di distanza dall'abitazione si trovano delle zone sicure, ovvero delle aree d'attesa e raccolta che l'utente deve raggiungere dopo aver messo in sicurezza la propria casa. Ad esempio, una zona

sicura è da considerarsi il parcheggio rialzato nella zona industriale come mostra Figura 4.4;

- **Quartiere e paesaggio circostante**

L'abitazione si trova all'interno di un quartiere residenziale, il quale è circondato da altri edifici. Nelle vicinanze del quartiere della casa si trova anche un corso d'acqua come mostra Figura 4.5. Esso, esondando, allagherà e recherà danni a tutto lo scenario.



**Figura 4.5:** Corso d'acqua nello scenario di gioco dell'applicazione

Lo scenario è dinamico e assume aspetti diversi in base agli effetti del pre e post evento alluvionale rappresentato.

### 4.3.2 Il viaggio nel tempo

L'elemento principale del gioco è il viaggio nel tempo.

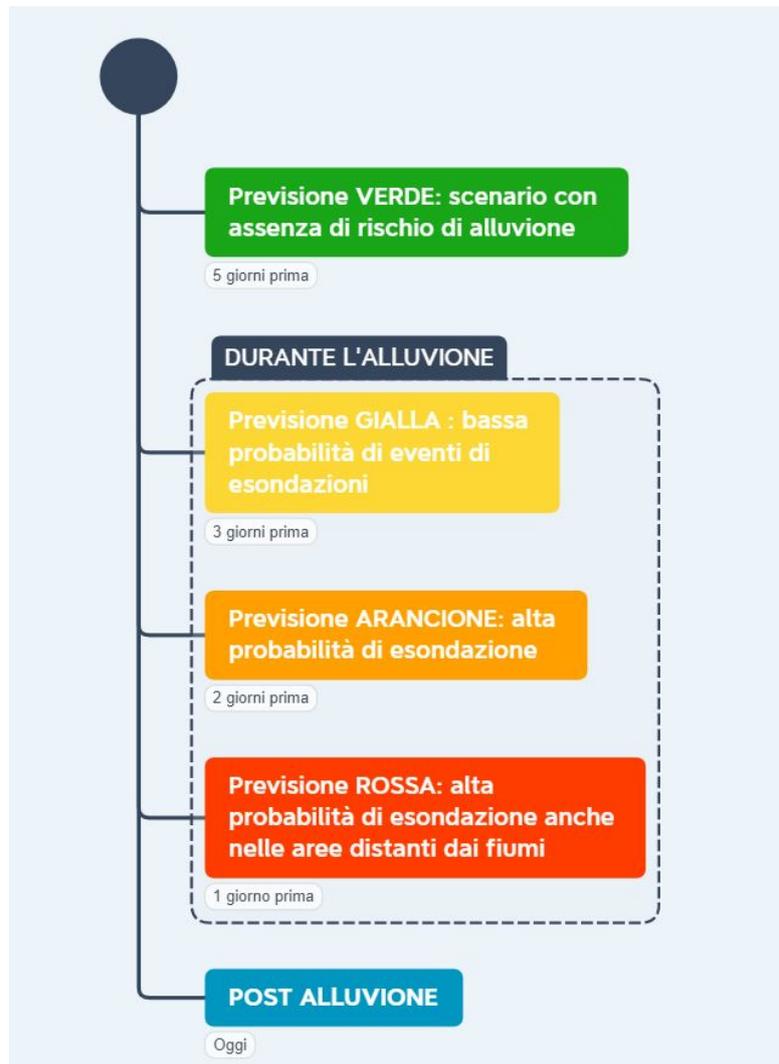
Questo meccanismo permette all'utente di apprendere, attraverso i propri errori, le procedure da seguire in caso di emergenza idrogeologica. Viene quindi applicata una metodologia di *trial and error*. Dopo l'alluvione, il giocatore si trova di fronte alla sua abitazione danneggiata dall'alluvione. Egli avrebbe potuto evitare ciò se avesse agito diversamente nel passato, quindi gli viene data la possibilità di tornare indietro nel tempo e limitare i danni. In questo modo si comprende l'importanza delle proprie azioni nel passato e le loro cause ed effetti nel presente. Il feedback è diretto e immediato, in quanto tornando nel presente si può verificare l'effetto del proprio operato attuato nel passato.

Il meccanismo del viaggio nel tempo permette quindi di riavvolgere il tempo e di far prendere all'utente una strada diversa. Questa avrà delle conseguenze nel presente e potrà avere degli effetti sia negativi (seppure migliorativi) che positivi in base alla correttezza delle azioni effettuate.

Per far capire all'utente se ci sono stati miglioramenti, sono state utilizzate delle meccaniche narrative come il dialogo interiore oppure i dialoghi con gli i cosiddetti *Non-Playable Characters (NPC)*, i personaggi non giocanti controllati dall'intelligenza dell'applicazione che appaiono durante la simulazione. In caso di azione positiva, oltre ad un feedback narrativo, viene anche riconosciuto il traguardo raggiunto con un achievement di tipo videoludico, ovvero un trofeo.

#### 4.3.2.1 Linea temporale di gioco

Il gioco ha inizio cinque giorni prima dell'alluvione. In questa fase l'utente viene fatto affezionare alla propria casa virtuale e impara le azioni base per poter giocare l'esperienza VR. Successivamente l'utente verrà direttamente catapultato nella situazione post alluvione del presente. Dai primi minuti di gioco fino all'arrivare al cuore dell'esperienza, l'ambientazione subisce i cambiamenti dovuti alle varie fasi di criticità causate dall'alluvione come mostrato Figura 4.6.



**Figura 4.6:** Timeline alluvione

Una volta raggiunto il post alluvione, l'utente entra nel pieno del gioco e gli viene permesso di spostarsi nel tempo.

Questo porta il gioco a svolgersi in due diversi momenti:

- *Passato prima dell'alluvione*  
L'utente, che torna al passato, viene portato a 5 giorni prima dell'alluvione. Qui egli può agire per porre rimedio ai danni notati nel presente;
- *Presente post-alluvione*

Nel post-alluvione, l'utente può prendere nota dei danni e cercare di capirne le cause così da porvi rimedio nel passato grazie ai viaggi nel tempo.

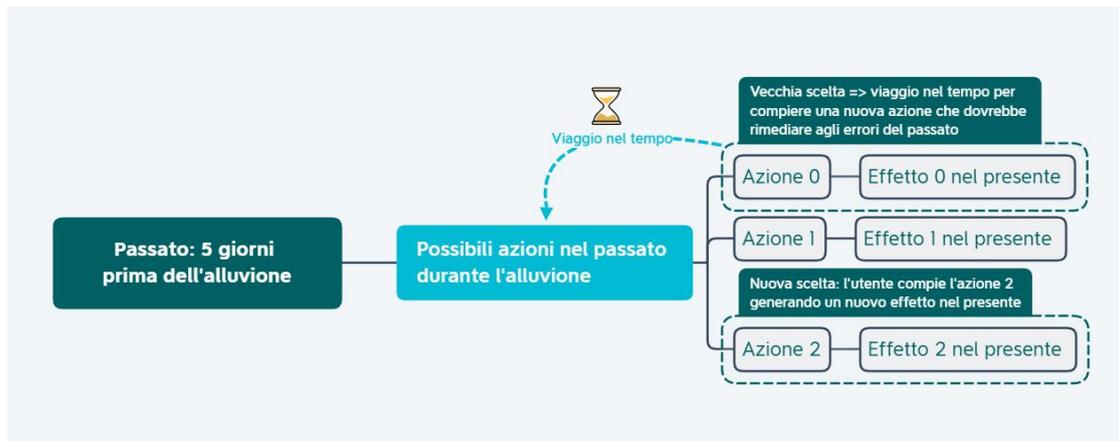
#### 4.3.2.2 Scenario generico con viaggio nel tempo

Prima dell'alluvione si darà all'utente la possibilità di svolgere diverse azioni che causeranno effetti nel presente post-alluvionale. Quando viene avviato il gioco per la prima volta, l'utente non agisce nei giorni che precedono l'alluvione. Questo "non agire", indicata come *azione 0* in Figura 4.7 porterà l'utente a subire il totale degli effetti dannosi dell'alluvione quando verrà portato nel presente.



**Figura 4.7:** Scenario generico iniziale del gioco

L'utente potrà a questo punto decidere di cambiare le proprie azioni passate compiendo un viaggiando nel tempo. Tornando nel passato gli sarà data la possibilità di compiere scelte diverse, andando a svolgere, ad esempio, l'azione 2 come mostra la Figura 4.8. Questo andrà a modificare lo scenario post alluvione, quindi, l'utente, tornando nel presente, potrà vedere le conseguenze della nuova scelta. Fintanto che le azioni già effettuate nel passato risulteranno insufficienti numericamente e/o non adeguate secondo la buona prassi, sarà necessario tornare indietro nel tempo.



**Figura 4.8:** Rappresentazione di uno scenario generico con uno dei possibili viaggi nel tempo

### 4.3.3 Elementi di gioco

L'esperienza di gioco si sviluppa attorno ad una serie di elementi, che sono quelli riportati in Figura 4.9. La scelta è ricaduta su questi oggetti perchè sono i protagonisti delle illustrazioni nel *Vademecum* e delle indicazioni fornite nelle procedure di emergenza in caso di alluvione. Ad ognuno di essi sono associati dei comportamenti che l'utente deve adottare per poter portare a termine l'esperienza di gioco.



Figura 4.9: Attuali elementi di gioco

## 4.3.4 Strumenti di gioco

### 4.3.4.1 Inventario

L'inventario è uno strumento di gioco che l'utente può utilizzare durante l'esperienza per portare con sé gli elementi d'interesse. È stato pensato in modo che non fosse necessario tenere sempre in mano gli elementi di gioco e per facilitare il loro trasporto quando si compiono i diversi viaggi nel tempo.

Come mostra la Figura 4.10, l'inventario invece è costituito da tre scompartimenti. Da sinistra verso destra si ha il contenitore per gli oggetti della casa, ovvero elettrodomestici, mobili e oggetti preziosi; la cover per lo smartphone; infine la scatola in cui riporre gli oggetti non riproducibili, ovvero le chiavi di casa, i documenti e i medicinali.



**Figura 4.10:** Inventario

### 4.3.4.2 Orologio

L'utente avrà a disposizione un orologio da polso (Figura 4.11). È stato inserito come strumento di gioco per permettere all'utente di:

- conoscere lo stato e le condizioni dello scenario;
- compiere i viaggi nel tempo;

- visionare le missioni da svolgere e i trofei sbloccati.



**Figura 4.11:** Orologio

### **4.3.5 Fasi di gioco**

L'esperienza di gioco si suddivide in tre fasi: prologo, gioco e post gioco.

#### **4.3.5.1 Fase 1: Prologo**

Questa fase iniziale ha inizio quattro giorni prima dell'inizio del gioco vero e proprio. In questa situazione il rischio di alluvione è totalmente assente e i dati del Centro Funzionale danno previsione VERDE.

Qui l'utente ha l'opportunità di affezionarsi all'ambiente dove poi giocherà nella fase successiva. Egli può muoversi nello scenario liberamente, esplorando i luoghi di interesse nell'applicazione e può interagire con alcuni degli oggetti presenti in scena.

MISSIONE	FASE DI GIOCO	ELEMENTO DI GIOCO	DETTAGLI
Trova e prendi lo smartphone	Prologo	SMARTPHONE	Trova e prendi il cellulare. E' in una delle stanze della casa. Ispeziona bene l'ambiente, ti potrebbe essere utile in seguito.
Posiziona i sacchetti di sabbia	Prologo	SACCHETTI DI SABBIA	Il messaggio della mamma diceva di posizionare i sacchetti. Sono vicini alla porta d'entrata. Trovali e posizionali davanti all'ingresso.

**Tabella 4.1:** Panoramica delle missioni del prologo

In questa prima fase, il giocatore deve svolgere due missioni (Tabella 4.1), che coinvolgono uno smartphone e dei sacchetti di sabbia, elementi fondamentali che saranno tra i protagonisti della fase di gioco. Le missioni del prologo hanno l'obiettivo di:

- insegnare quali siano i comandi corretti per muoversi e interagire
- permettere all'utente di esplorare lo scenario
- insegnare come riconoscere gli oggetti utili nel gioco e le zone dove è opportuno riporli una volta terminata l'interazione con essi.

In questo modo si acquisiscono la maggior parte delle informazioni necessarie per poter giocare nella fase successiva.

L'esperienza inizia all'interno della casa, più precisamente in una delle camere da letto. Improvvisamente si sente il suono di un telefono che squilla e viene indicato all'utente di andarlo a recuperare. Questa sarà la prima missione e permetterà di imparare a camminare nello scenario. Infatti apparirà un pannello che indicherà all'utente come muoversi nello

scenario. La ricerca del telefono è libera; questo permette all'utente di ambientarsi e di farsi un tour nello scenario di gioco. Saranno comunque presenti dei dialoghi interiori che ricorderanno all'utente i suoi obiettivi e che lo aiuteranno ad trovare gli oggetti interessanti.

La seconda missione si attiva andando a leggere uno dei messaggi non letti. In particolare la mamma avvisa l'utente che il giorno c'è previsione GIALLA, quindi è necessario posizionare i sacchetti di sabbia davanti alla porta. Questa sarà la seconda e ultima missione del prologo.

Portata a termine, un dialogo interiore indicherà all'utente di abbandonare l'abitazione e una volta uscito l'utente verrà catapultato quattro giorni dopo in uno scenario post-alluvione.

#### 4.3.5.2 Fase 2: Gioco

Finito il prologo, l'utente si ritrova di fronte alla propria abitazione. L'ambiente è cambiato e sia la casa che l'ambiente circostante presentano gli effetti dell'alluvione recentemente avvenuta.

Anche in questa fase il giocatore dovrà portare a termine delle missioni, quelle indicate nella Tabella 4.2.

MISSIONE	FASE DI GIOCO	ELEMENTO DI GIOCO	DETTAGLI
Recupera lo smartphone	Gioco	SMARTPHONE	L'utente ha dimenticato lo smartphone in casa. Deve tornare nel passato a recuperarlo. Così può fotografare e documentare i danni dell'abitazione.
Recupera i documenti	Gioco	DOCUMENTI PERSONALI	L'utente ha dimenticato I documenti a casa. Senza di essi non può accedere alla sua abitazione. Deve trovarli nel passato e consegnarli al pompiere nel presente.

Recupera il kit medico	Gioco	MEDICINALI	La nonna ha bisogno delle sue medicine, ma purtroppo l'utente non ha con sè il kit medico. Deve ritornare nel passato per recuperarlo e consegnarlo al nonno una volta tornato nel presente.
Segnala la presenza di detriti nel fiume	Gioco	OGGETTI TRASPORTATI DALLA CORRENTE	I detriti sotto il ponte si sono accumulati e l'hanno fatto crollare. Una segnalazione nel passato avrebbe limitato I danni. L'utente deve tornare nel passato per documentare e segnalare al Comune la presenza dei detriti. Infine deve tornare nel presente per verificare lo stato del ponte.
Metti in sicurezza l'automobile	Gioco	AUTOMOBILE	L'automobile è stata lasciata nel garage e si è danneggiata. L'utente deve tornare nel passato e parcheggiarla in sicurezza in una zona sicura.

<p>Recupera le chiavi del cancello</p>	<p>Gioco</p>	<p>VALVOLA DEL RUBINETTO DEL GAS</p>	<p>Lasciando la valvola del gas aperta, c'è stata una perdita ed è pericoloso entrare in casa. L'utente deve tornare nel passato, chiudere la valvola e poi proseguire all'interno della casa nel presente.</p>
<p>Sistema i sacchetti di sabbia</p>	<p>Gioco</p>	<p>SACCHETTI DI SABBIA</p>	<p>Passando 4 giorni, le condizioni di allerta meteo sono peggiorate, arrivando all'allerta rossa. In queste condizioni, lasciare i sacchetti di sabbia all'ingresso può aumentare la pressione sull'aperta causandone la rottura. L'utente deve tornare nel passato e sistemare correttamente i sacchetti. Inoltre, deve ricordarsi di aprire porte e finestre per far fluire la corrente.</p>
<p>Chiudi la valvola del rubinetto dell'acqua</p>	<p>Gioco</p>	<p>VALVOLA DEL RUBINETTO DELL'ACQUA</p>	<p>Lasciando la valvola dell'acqua aperta, il tubo sotto il lavandino si è danneggiato. L'utente deve tornare nel passato, chiudere la valvola e verificare nel presente se il tubo non è più danneggiato.</p>

Metti in sicurezza gli oggetti della casa	Gioco	OGGETTI DELLA CASA	Lasciando gli oggetti della casa al piano terra, gli oggetti della casa si sono rovinati, hanno creato danni e ostruito passaggi. L'utente deve tornare nel passato, portarli al primo piano e metterli in una zona sicura. Infine deve tornare nel presente per controllare lo stato della casa.
Staccare il contatore della luce	Gioco	CONTATORE DELLA CORRENTE ELETTRICA	Non avendo staccato il contatore, i mobili vicini alle prese e le prese stesse si sono danneggiati. L'utente deve tornare nel passato, staccare il contatore e tornare nel presente per verificare che i danni siano risolti.

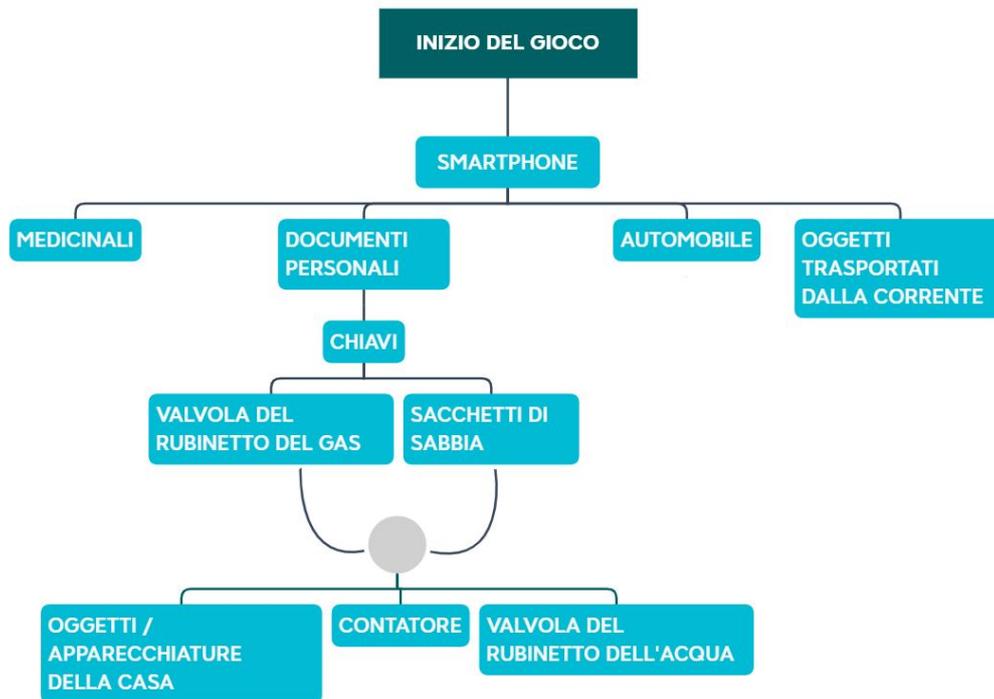
**Tabella 4.2:** Panoramica delle missioni della fase di gioco

L'obiettivo di ognuna di esse consiste nel:

- risolvere l'elemento di gioco di gioco coinvolto
- comprendere quali sono le azioni errate e quali sono invece i comportamenti corretti da adottare
- rimediare agli errori tornando indietro nel passato.

Le varie missioni appariranno seguendo la sequenza temporale indicata nella Figura 4.12. È stata scelta questa successione in modo da rispettare le dipendenze dei vari elementi di gioco. Ad esempio, tutte le missioni riguardanti l'interno della casa non possono essere attivate fintanto che non vengono recuperate le chiavi.

La prima missione è ancora guidata con pannelli e dialoghi interiori espliciti in modo da introdurre gli strumenti di gioco e insegnare ad usarli nel modo corretto. È stato scelto il cellulare come primo elemento con il quale sia perchè prevede l'utilizzo di entrambi gli strumenti di gioco, ma anche perchè il suo ruolo è fondamentale visto che viene usato come mezzo di comunicazione dalla Protezione Civile e che permette all'utente di rimanere costantemente aggiornato sullo stato di allerta.



**Figura 4.12:** Successione temporale degli elementi di gioco

### 4.3.5.3 Fase 3: Post gioco

Una volta concluse tutte le missioni e risolti tutti gli elementi di gioco, vengono proposte delle storie, ovvero dei contenuti non interattivi che non rientrano nel meccanismo del viaggio nel tempo e che ricordano all'utente che:

- a. è necessaria un'opera di bonifica delle aree della casa colpite dall'alluvione. Essa consiste nel lavare le pareti interne con acqua corrente e disinfettare con acqua, detergente e ipoclorito sia le pareti che gli oggetti che si riesce a recuperare;
- b. se il livello raggiunto dall'acqua è stato molto alto, deve lasciare aperte porte e finestre perchè si asciughino le pareti e i pavimenti;
- c. se il livello dell'acqua ha lambito l'abitazione per pochi centimetri, bisognerà arieggiare la casa per qualche giorno e, appena possibile, cercare di deumidificare accedendo l'impianto di riscaldamento ricambiando in continuazione l'aria dei locali che è carica di umidità;
- d. in caso di danni ingenti, dovrà contattare un tecnico con il compito di seguire la pratica di ristoro presso gli Enti pubblici interessati.

## 4.4 Viaggi nel tempo con gli elementi di gioco

Per ogni elemento di gioco è necessario tornare indietro nel tempo per rimediare agli errori. Per ogni caso verranno spiegate sia le possibili azioni da svolgere nel passato sia i conseguenti effetti nel presente.

Inoltre, ogni elemento di gioco sarà descritto dai seguenti campi:

- **Obiettivo:** descrive lo scopo dello scenario presentato;
- **Lezione da imparare:** spiega quali sono gli obiettivi educativi dello scenario proposto, indicando quale messaggio viene trasmesso all'utente una volta completato il task; le "lezioni" sono state definite basandosi sulle indicazioni presenti nel documento dedicato alle procedure di emergenza in caso di evento calamitoso; l'obiettivo indicato nel campo precedente rappresenterà la concretizzazione della lezione stessa;
- **Situazione post-alluvione:** presenta lo scenario che avviene nel post alluvione (presente);
- **Stimolo:** indica l'effetto nel presente post alluvionale sul soggetto dello scenario; serve all'utente per capire che è necessario riavvolgere il tempo e modificare le azioni passate;
- **Contesto/causa:** indica quale azione passata ha portato allo stimolo nel presente a causa dell'alluvione;
- **[Dipendenze]:** campo opzionale, se presente indica che la storia legata a questo elemento di gioco ha senso/può avvenire solo se determinate condizioni sono soddisfatte da un altro elemento di gioco da cui questo dipende.

### 4.4.1 Smartphone

#### Obiettivo

Documentare i danni, essere sempre raggiungibile per comunicazioni varie e informarsi sullo stato d'emergenza

## Lezione da imparare

È necessario avere a portata di mano e avere con sé lo smartphone in modo da essere sempre raggiungibile, potersi informare attraverso gli sms che il proprio Comune invia durante l'emergenza e poter consultare all'occorrenza il bollettino pieno. Saper riconoscere e documentare (attraverso fotografie con lo smartphone) i danni alla casa che l'utente non può risolvere immediatamente da solo.

## Situazione post-alluvione

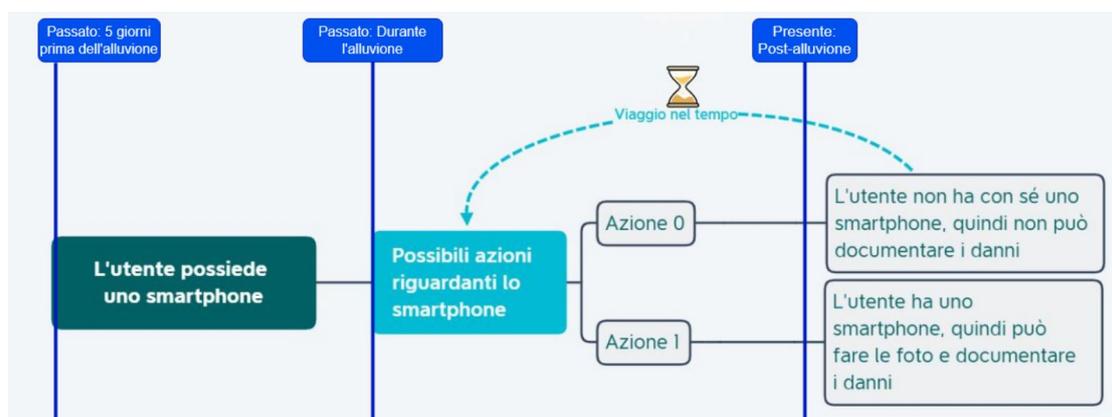
L'utente vuole rendere sicuro l'esterno della casa e renderla di nuovo abitabile.

## Stimolo

L'utente nota dei danni ai quali non può porvi rimedio da solo, ma non ha lo smartphone per poter documentarli con delle foto;

## Contesto/causa

L'utente nella fretta di uscire di casa lascia a casa lo smartphone.



**Figura 4.13:** Viaggi nel tempo - Scenario con uno smartphone come elemento di gioco

Come mostra la figura 5.11, l'utente ritornato al passato può:

- *Azione 0*: non prendere lo smartphone e lasciare la casa (nessuna azione)
- *Azione 1*: prendere lo smartphone. Questo significa che può documentare i danni facendo le foto con lo smartphone una volta tornato nel presente.

In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. L'utente non ha portato con sé lo smartphone quindi quando vede i danni non ha nulla per poterli documentare con delle foto; deve tornare indietro nel tempo e recuperarlo;
2. L'utente ha lo smartphone, quindi può fare le foto e documentare i danni alla casa.

## 4.4.2 Oggetti trasportati dalla corrente

### Obiettivo

Segnalare e mitigare possibili danni a strutture e a persone.

### Lezione da imparare

Durante un'alluvione riconoscere e segnalare gli oggetti pericolosi dai quali può derivare danno o pregiudizio alla pubblica comunità.

### Situazione post-alluvione

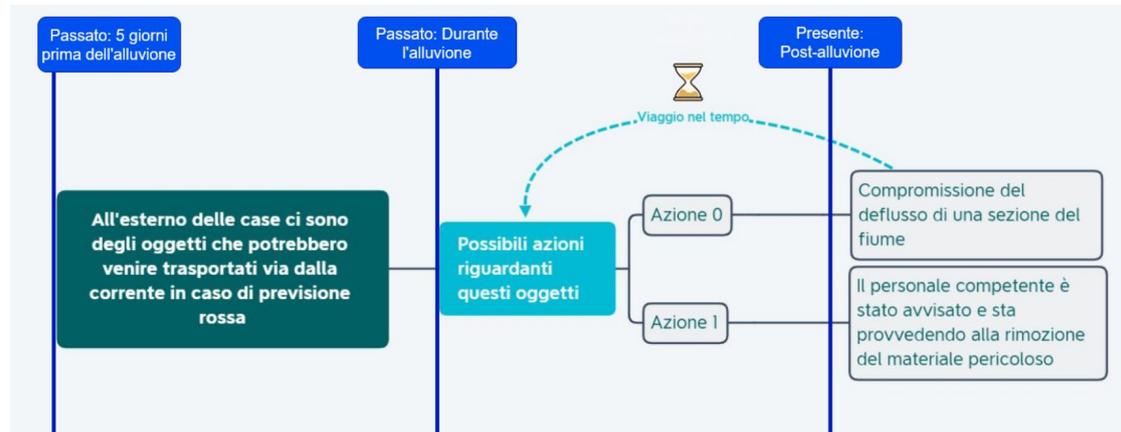
L'utente vuole rendere sicuro l'esterno della casa.

### Stimolo

L'utente nota che nel ponte vicino alla propria abitazione dei cumuli di legname depositati su un pilone stanno compromettendo il deflusso del fiume.

## Contesto/causa

L'utente durante l'alluvione non si accorge della presenza di oggetti trasportati dalla corrente.



**Figura 4.14:** Viaggi nel tempo - Scenario con gli oggetti trasportati dalla corrente come elemento di gioco

Come mostra la figura 5.12, l'utente ritornato al passato può:

- *Azione 0:* l'utente non nota e/o non segnala la presenza di oggetti trasportati dalla corrente (nessuna azione);
- *Azione 1:* segnalare la presenza di oggetti trasportati dalla corrente

In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. Presenza di legname depositatosi contro le pile del ponte vicino a casa con conseguente compromissione del deflusso di quella sezione del fiume; l'utente deve tornare indietro nel tempo e segnalarne la presenza;
2. Il personale competente è stato avvisato del deflusso e sta provvedendo alla rimozione.

### 4.4.3 Automobile

#### Obiettivo

Mettere al sicuro l'automobile.

#### Lezioni da imparare

Informarsi con la Protezione Civile del proprio Comune riguardo sia alle zone allagabili del territorio che ai luoghi sicuri (aree di attesa e raccolta) dove poter posteggiare l'automobile (salvarla per mio uso futuro, evitare danni ad altri).

#### Situazione post-alluvione

L'utente vuole utilizzare l'automobile per qualche motivo (e.g. andare a fare la spesa in un comune vicino).

#### Stimolo

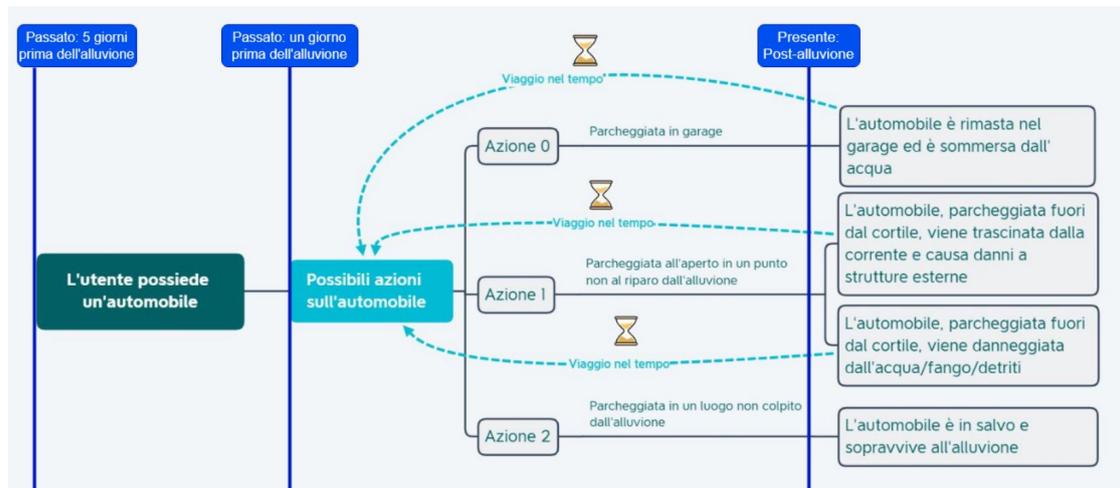
L'automobile è stata danneggiata dall'acqua e/o ha creato danni ad altre strutture limitrofe e/o è parcheggiata in area a rischio.

#### Contesto/causa

L'automobile non è stata messa al sicuro ed è rimasta nel garage.

Come mostra figura 4.15, l'utente ritornato nel passato può:

- *Azione 0*: non mettere al sicuro l'automobile (nessuna azione);
- *Azione 1*: tirare fuori l'automobile dal garage interrato e parcheggiarla fuori dal cortile della casa, luogo colpito dall'alluvione. Questa azione ha come conseguenza il danneggiamento dell'automobile visto il sopraggiungere dell'evento calamitoso. L'automobile, perciò, non è ancora in salvo;
- *Azione 2*: tirare fuori l'automobile dal garage interrato e parcheggiarla in un luogo sicuro lontano dalle zone che verranno colpite dall'alluvione. Questa azione mette l'automobile in salvo.



**Figura 4.15:** Viaggi nel tempo - Scenario con un'automobile come elemento di gioco

In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. L'automobile, che è nel garage sotterraneo, è sommersa dall'acqua quindi non è più utilizzabile; dovrà tornare indietro nel tempo e rimediare mettendola in un posto diverso dal garage;
2. L'automobile è stata trascinata via dalla corrente e ha causato danni a strutture; dovrà tornare indietro nel tempo e rimediare;
3. L'automobile è stata danneggiata dall'acqua/fango/detriti; dovrà tornare indietro nel tempo e rimediare;
4. L'automobile sopravvive all'alluvione e l'utente può sfruttarla per i futuri spostamenti; l'utente può proseguire e prendere l'automobile.

## 4.4.4 Oggetti non riproducibili

### Obiettivo

Recuperare gli oggetti non riproducibili.

### Lezione da imparare

É necessario avere a portata di mano e portare con sé gli oggetti non riproducibili come le chiavi, i documenti personali e i medicinali abituali.

### Situazione post-alluvione

L'utente vuole avvicinarsi alla propria abitazione per poterci entrare ma incontra una serie di ostacoli.

### [Dipendenze]

L'utente ha abbandonato l'abitazione prima dell'alluvione.

#### 4.4.4.1 Chiavi

### Obiettivo

Recuperare le chiavi di casa.

### [Dipendenze]

Presenza di una porta d'ingresso chiusa.

### Stimolo

In seguito all'alluvione, l'utente vuole rientrare in casa ma si rende conto di non avere le chiavi con sé, quindi rimarrà bloccato fuori casa fintanto che non le recupera.

## Contesto/Causa

L'utente nella fretta di uscire di casa ha lasciato le chiavi dentro casa.



**Figura 4.16:** Viaggi nel tempo - Scenario con un paio di chiavi come elemento di gioco

Come mostra la figura 5.15, l'utente ritornato al passato può:

- *Azione 0*: non prendere le chiavi prima di lasciare la casa (nessuna azione);
- *Azione 1*: cercare le chiavi e recuperarle. In questo modo l'utente può aprire la porta e entrare in casa una volta tornato nel presente.

In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. L'utente non ha con sé le chiavi, quindi non può entrare in casa; l'utente deve tornare indietro nel tempo e recuperarle;
2. L'utente ha con sé le chiavi e entra finalmente in casa.

#### 4.4.4.2 Documenti personali

##### Obiettivo

Recuperare i documenti personali.

##### [Dipendenze]

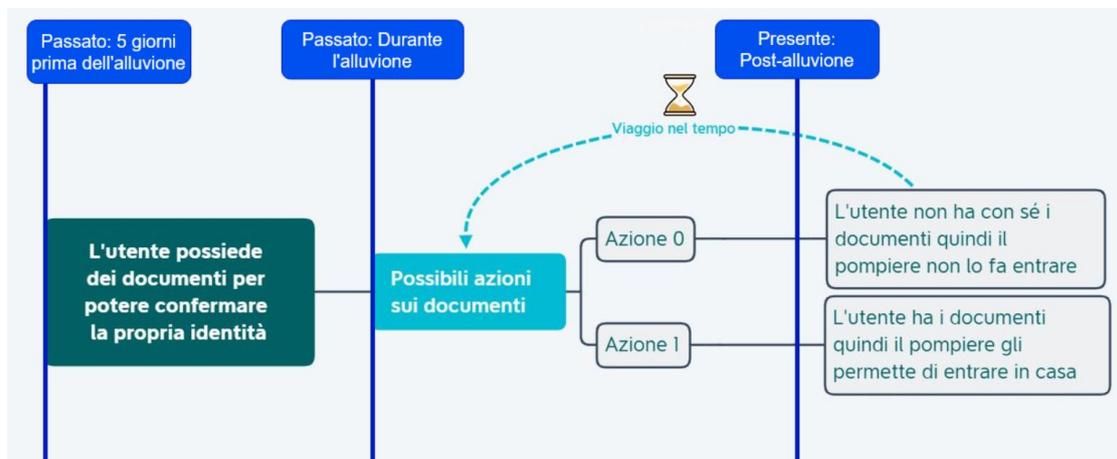
Presenza di un pompiere/vigile.

##### Stimolo

L'utente si avvicina alla sua abitazione per poter aprire il cancello ed entrarci ma incontra un pompiere che gli chiede di identificarsi. Non ha con sé i suoi documenti personali, quindi non riesce a dimostrare di far parte del nucleo familiare che vive in quella casa.

##### Contesto/Causa

L'utente nella fretta di uscire di casa ha lasciato i documenti in casa.



**Figura 4.17:** Viaggi nel tempo - Scenario con i documenti come elemento di gioco

Come mostra la figura 5.14, l'utente ritornato al passato può:

- *Azione 0*: non recuperare i documenti prima di lasciare la casa (nessuna azione);

- *Azione 1*: cercare la borsa contenente i documenti e recuperarli. In questo modo l'utente può dimostrare la sua identità al pompiere.

In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. L'utente non ha con sé i documenti necessari quindi il pompiere non gli permette di proseguire; deve tornare indietro e recuperarli;
2. L'utente ha con sé i documenti, li consegna al pompiere e ottiene il permesso per proseguire e si avvia verso casa

#### **4.4.4.3 Medicinali**

##### **Obiettivo**

Recuperare un kit con i medicinali abituali propri e dei familiari.

##### **[Dipendenze]**

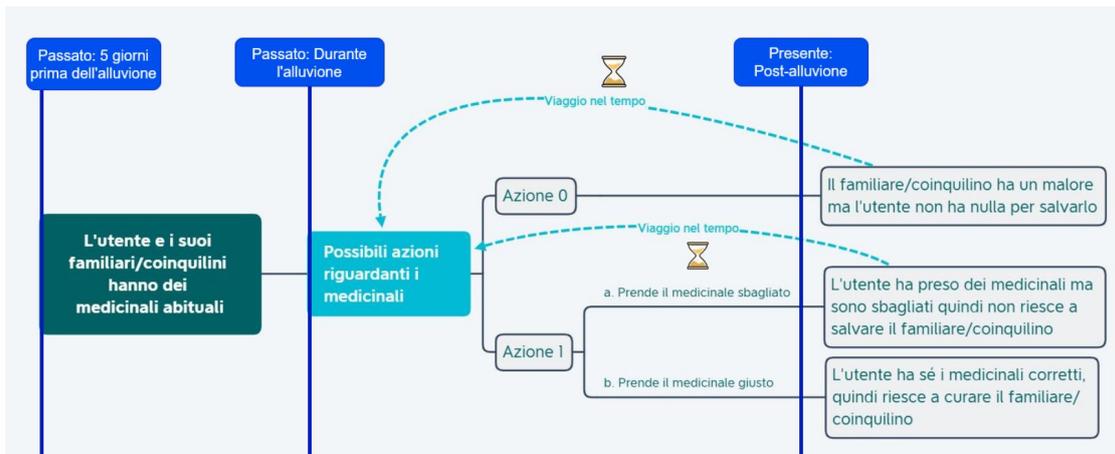
Presenza di un familiare/coinquilino.

##### **Stimolo**

L'utente incontra un familiare/coinquilino, che si sente male e ha bisogno dei suoi medicinali abituali. L'utente si rende conto di non averli con sé, quindi non può proseguire finché non trova una soluzione.

##### **Contesto/Causa**

L'utente nella fretta di uscire di casa ha lasciato in casa i medicinali abituali.



**Figura 4.18:** Viaggi nel tempo - Scenario con i medicinali come elemento di gioco

Come mostra la figura 5.13, l'utente ritornato al passato può:

- Azione 0: non prendere il medicinale e lasciare la casa (nessuna azione);
- Azione 1 a: prendere il medicinale sbagliato. L'utente non riesce a curare il familiare/amico e deve tornare nuovamente indietro nel tempo per prendere quello giusto;
- Azione 1 b: prendere il medicinale giusto. In questo modo può salvare il familiare/coinquilino.

In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. Il familiare/coinquilino ha un malore ma l'utente non ha nulla per salvarlo quindi deve tornare indietro nel tempo e recuperare i medicinali;
2. L'utente ha preso dei medicinali, ma sono sbagliati quindi non riesce ancora a risolvere il problema; deve tornare indietro nel tempo e rimediare prendendo quelli giusti;
3. L'utente ha con sé i medicinali corretti, quindi riesce a curare il familiare/coinquilino; può proseguire con l'avventura.

## 4.4.5 Valvola del rubinetto del gas

### Obiettivo

Evitare ulteriori danni alla casa e alle persone e eventuali danneggiamenti delle tubature che potrebbero causare esplosioni/inalazioni.

### Lezione da imparare

Riconoscere la valvola del rubinetto del gas, sapere dove la si può trovare e che la si deve chiudere.

### Situazione post-alluvione

L'utente vuole rendere di nuovo abitabile la casa.

### Stimolo

Un rilevatore segnala la presenza di fughe di gas all'interno della casa e/o chi era dentro l'abitazione è svenuto.

### Contesto/causa

L'utente, prima di abbandonare la propria abitazione /salire sul tetto/salire ai piani superiori, non ha chiuso la valvola del rubinetto del gas.



**Figura 4.19:** Viaggi nel tempo - Scenario con la valvola del rubinetto del gas come elemento di gioco

Come mostra la figura 5.16, l'utente ritornato al passato può:

- *Azione 0*: l'utente non chiude la valvola del rubinetto del gas (nessuna azione);
- *Azione 1*: cercare la valvola del rubinetto del gas e chiuderla. Questa azione limita i danni evitando fughe di gas in seguito ad un eventuale danneggiamento delle tubature.

In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. I rilevatori di fughe di gas sono attivi, la valvola del gas è aperta, la casa ha subito dei danni e/o un occupante della casa ha inalato troppo gas ed è svenuto. l'utente deve tornare indietro nel passato e rimediare;
2. In casa i rilevatori non si sono attivati quindi la situazione relativa alle potenziali fughe di gas è sotto controllo ma in ogni caso meglio controllare lo stato delle tubature del gas e avvisare il gestore competente nel caso si notino delle anomalie.

## 4.4.6 Sacchetti di sabbia

### Obiettivo

Limitare gli allagamenti in casa o prevenire possibili danni.

### Lezione da imparare

Anche se l'alluvione è di bassa intensità potrebbe causare degli allagamenti in casa e i sacchetti di sabbia hanno il compito di trattenere l'acqua e quindi di proteggere l'interno della casa; fare in modo di avere dei sacchetti di iuta e informarsi sui posti dove poterli reperire e riempire. Sapersi informare sulle fasi di criticità dell'alluvione perché, in caso di previsione rossa, invece di usare i sacchetti, è bene tenere aperte porte, finestre e accessi a vespai e piani bassi per lasciare che l'acqua entri liberamente ad equilibrare la pressione idrostatica che preme sulle pareti esterne al sopraggiungere dell'onda di piena.

### [Dipendenze]

In caso di previsione gialla o arancione l'utente dovrà posizionare i sacchetti sulle aperture; in caso di previsione rossa porte, finestre e accessi a vespai e piani bassi devono essere lasciati aperti.

### Situazione post-alluvione

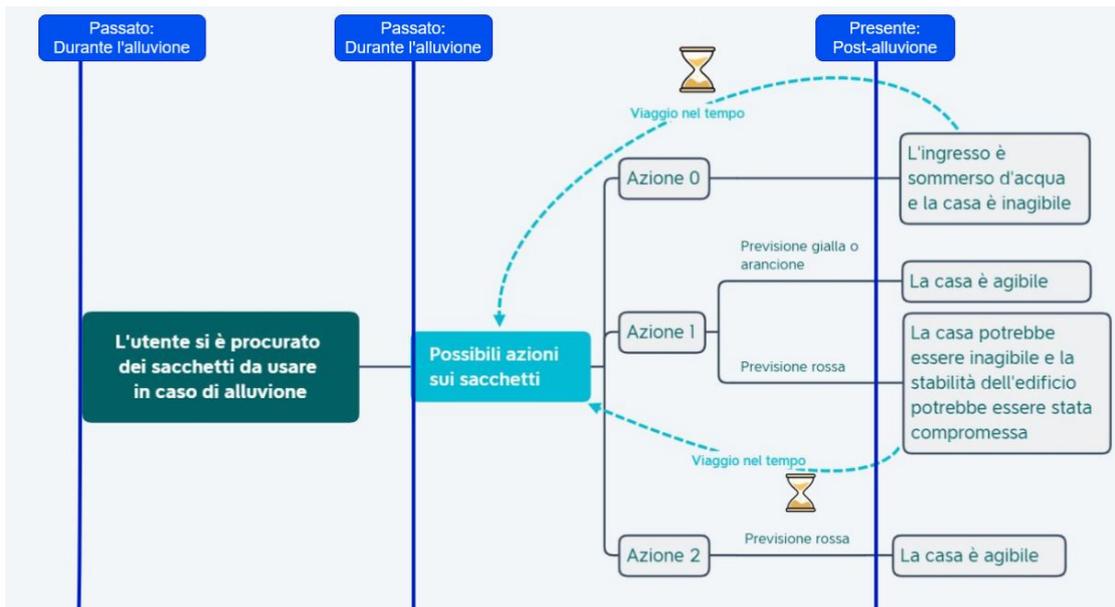
L'utente vuole rendere di nuovo abitabile la casa.

### Stimolo

L'utente è appena rientrato in casa dopo l'alluvione e nota che ci sono degli allagamenti.

### Contesto/causa

L'utente ha dimenticato di posizionare i sacchetti di sabbia sulle aperture (sulle fessure delle porte) prima di abbandonare la casa/salire sul tetto/salire ai piani superiori.



**Figura 4.20:** Viaggi nel tempo - Scenario con dei sacchetti di sabbia come elemento di gioco

Come mostra figura 5.17, l'utente ritornato al passato può:

- *Azione 0*: non posizionare i sacchetti di sabbia o lasciare chiuse porte e finestre (nessuna azione);
- *Azione 1*: posizionare dei sacchetti in iuta pieni di sabbia in corrispondenza delle aperture;
- *Azione 2*: non posizionare i sacchetti e aprire porte, finestre e gli accessi a vespai e piani bassi.

In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. L'ingresso è sommerso d'acqua, quindi è difficile proseguire e controllare gli altri eventuali danni alla casa; l'utente deve tornare indietro nel tempo e cercare di rendere possibile l'ingresso in casa;
2. In caso di previsione gialla o arancione, la casa è agibile e l'utente riesce a continuare a fare le verifiche sui danni alle strutture interne.

In caso di previsione rossa la casa potrebbe essere non agibile e la stabilità dell'edificio potrebbe essere stata compromessa; l'utente deve tornare indietro nel tempo e aprire tutte le porte, finestre e accessi ai piani bassi in modo da far entrare liberamente l'acqua dell'onda di piena;

3. La casa è agibile quindi l'utente riesce a continuare a fare le verifiche sui danni alle strutture interne della casa.

#### **4.4.7 Valvola del rubinetto dell'acqua**

##### **Obiettivo**

Evitare ulteriori perdite d'acqua e prevenire danneggiamenti dovuti a eventuali danni concausati dall'alluvione.

##### **Lezione da imparare**

Riconoscere la valvola del rubinetto dell'acqua, sapere dove la si può trovare e che la si deve chiudere.

##### **Situazione post-alluvione**

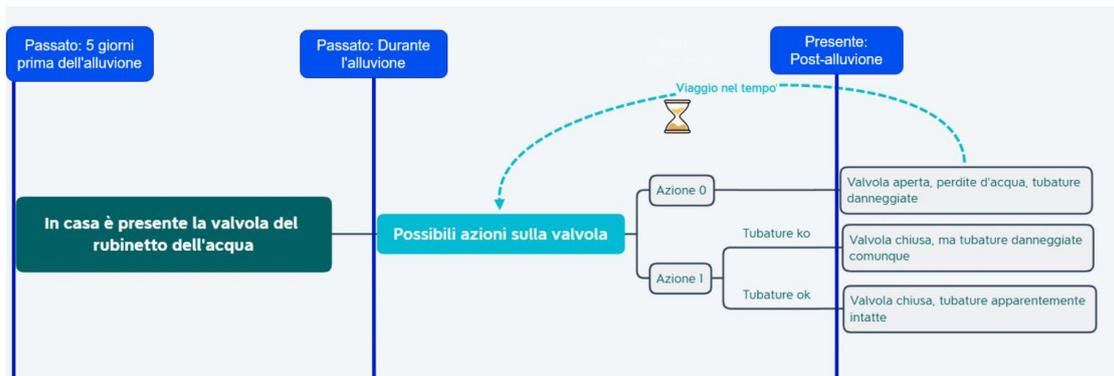
L'utente vuole rendere di nuovo abitabile la casa.

##### **Stimolo**

Con l'alluvione le tubature hanno subito dei danni compromettendo l'acqua potabile dei rubinetti e causando ulteriori perdite in casa.

##### **Contesto/causa**

L'utente, prima di abbandonare la propria abitazione/salire sul tetto/salire ai piani superiori, non ha chiuso la valvola del rubinetto dell'acqua.



**Figura 4.21:** Viaggi nel tempo - Scenario con la valvola del rubinetto dell'acqua come elemento di gioco

Come mostra figura 5.18, l'utente ritornato al passato può:

- *Azione 0*: non chiudere la valvola del rubinetto dell'acqua (nessuna azione);
- *Azione 1*: cercare la valvola del rubinetto dell'acqua e chiuderla. Questa azione limita i danni evitando ulteriori perdite d'acqua in seguito ad un eventuale danneggiamento delle tubature.

In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. l'utente trova la valvola del rubinetto dell'acqua aperta, le tubature hanno subito danni a causa dell'alluvione e il pavimento è bagnato a causa delle perdite d'acqua; l'utente deve tornare indietro nel passato e rimediare;
2. la valvola del rubinetto dell'acqua era chiusa quindi non ci sono state ulteriori perdite d'acqua; è necessario verificarne lo stato provando a far scorrere l'acqua da uno dei rubinetti, lo stato delle tubature potrebbe essere intatto oppure danneggiato a causa dell'alluvione:
  - a. Tubature ko: se l'acqua è sporca, ci sono stati danni alle tubature dell'acqua e si deve avvisare il gestore competente per le azioni di salvaguardia e ripristino;

- b. Tubature ok: se, invece, l'acqua è apparentemente pulita, è meglio verificare prima con il Comune che effettivamente sia potabile e con il gestore competente che effettivamente non ci siano stati danni.

## 4.4.8 Contatore

### Obiettivo

Limitare i danni e evitare di creare cortocircuiti/piccoli incendi.

### Lezione da imparare

Riconoscere il contatore, sapere dove lo si può trovare e che lo si deve “staccare”.

### Situazione post-alluvione

L'utente vuole rendere di nuovo abitabile la casa.

### Stimolo

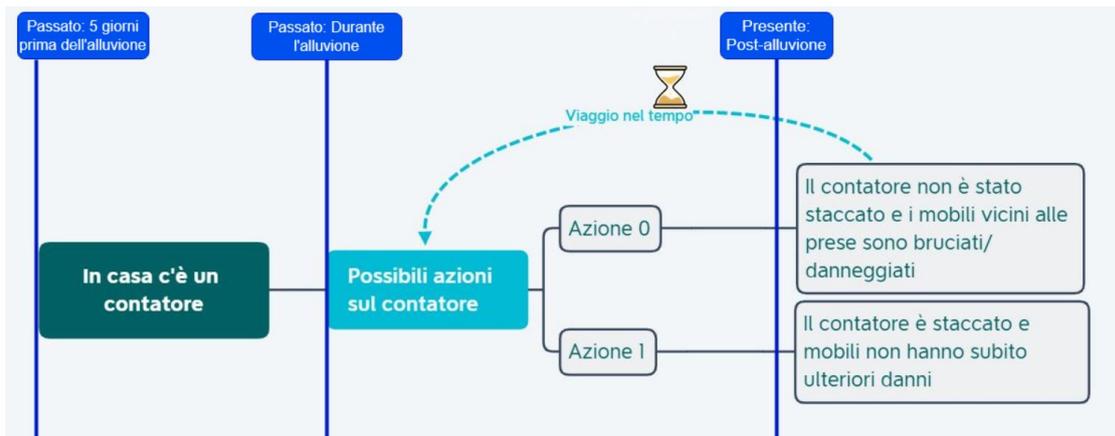
L'utente nota che i mobili più bassi vicini alle prese della corrente sono bruciati/rovinati oppure gli stessi stanno hanno causato un vero e proprio incendio.

### Contesto/causa

L'utente, prima di abbandonare la propria abitazione/salire sul tetto/salire ai piani superiori, non ha “staccato” il contatore.

Come mostra la figura 5.19, l'utente ritornato al passato può:

- *Azione 0*: non “staccare” il contatore della corrente elettrica (nessuna azione);
- *Azione 1*: “staccare” il contatore della corrente elettrica. In questo modo non si creano cortocircuiti/incendi al contatto con l'acqua e non si creano ulteriori danni.



**Figura 4.22:** Viaggi nel tempo - Scenario con il contatore come elemento di gioco

In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. L'utente nota che ci sono dei mobili bruciati vicino alle prese di corrente oppure si è sviluppato un vero e proprio incendio (gli oggetti intorno hanno preso fuoco a loro volta). Può provare a controllare lo stato del salvavita e, se è abbassato, vuol dire che durante l'alluvione si è azionato in seguito al contatto dell'acqua con le prese perché in esse passava la corrente. Il contatore non era stato "staccato", l'utente deve quindi tornare indietro nel passato e rimediare;
2. Il contatore è "staccato" quindi non ci sono ulteriori danni in casa e/o ad eventuali apparecchi elettronici, nei locali dell'abitazione non ci sono segni di incendio legati all'impianto elettrico; bisognerà aspettare che la casa sia asciutta per poter provare ad attaccare il contatore e verificare che l'impianto elettrico non sia danneggiato.

### 4.4.9 Oggetti / apparecchiature della casa

Fanno parte di questa categoria tutti gli oggetti dell'utente presenti al piano terra della casa. Questi oggetti possono essere considerati:

- Dannosi o potenzialmente dannosi;
- Preziosi;
- Neutri (non interessanti per la simulazione).

In particolare, tra gli oggetti considerati abbiamo:

- gli oggetti che possono essere ingombranti e ostruire passaggi/ danneggiare strutture se spostati dalla corrente (i mobili) o che possono presentare parti taglienti (falci, pale, coltelli). Questi oggetti sono classificati come *dannosi*;
- gli elettrodomestici, come il tostapane, il televisore ma anche oggetti che utilizzano la corrente elettrica come la playstation. Questi oggetti possono essere *preziosi* (il televisore, la playstation) e sono potenzialmente *dannosi* (se la corrente non è stata staccata, la presenza dell'acqua può causare corto circuiti o incendi);
- gli oggetti di valore che devono essere messi al sicuro (quadri, vasi, etc.). Questi oggetti sono considerati *preziosi*;
- Altri oggetti non di valore presenti nella casa (bottiglie, piccole scatole, etc.). Questi oggetti sono considerati *neutri*.

#### Lezione da imparare

Saper riconoscere gli oggetti preziosi e evitare di posizionarli nei piani bassi o comunque in posti facilmente danneggiabili dall'alluvione; saper riconoscere e mettere in sicurezza gli oggetti che possono recare danni all'abitazione durante l'alluvione o che li potrebbero creare successivamente nel momento in cui viene ripristinata la corrente elettrica. Ricordarsi di realizzare in tempo "di pace" una lista degli oggetti da prendere e/o portare in salvo così da poterla consultare e spuntare velocemente in caso di necessità.

#### 4.4.9.1 Oggetto prezioso - il quadro

##### Obiettivo

Salvare gli oggetti/apparecchiature della casa.

##### Situazione post-alluvione

L'utente vuole accertarsi che tutti gli oggetti preziosi sono integri e al sicuro.

##### Stimolo

L'utente trova un quadro danneggiato a terra.

##### Contesto/causa

L'utente non ha messo in sicurezza il quadro prima di abbandonare la casa /salire sul tetto/salire ai piani superiori.



**Figura 4.23:** Viaggi nel tempo - Scenario con un quadro come elemento di gioco

Come mostra la figura 4.23, l'utente ritornato al passato può:

- Azione 0: non mettere in salvo il quadro (nessuna azione);
- Azione 1: portare il quadro ai piani superiori. Ora il quadro è al sicuro.

In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. Il quadro è tutto bagnato e pieno di fango e si trova a terra danneggiato dalla forte alluvione; era appeso in una parete in una stanza ai piani bassi quindi l'utente deve tornare indietro e rimediare;
2. Il quadro si trova al piano superiore al sicuro e quindi non ha subito danni in seguito all'alluvione.

#### **4.4.9.2 Oggetto potenzialmente dannoso - il televisore**

##### **Obiettivo**

Salvare gli oggetti/apparecchiature della casa; rispettare le norme di sicurezza in presenza di apparecchiature elettriche.

##### **Situazione post-alluvione**

L'utente vuole riutilizzare il televisore per aggiornarsi sullo stato dell'emergenza.

##### **Stimolo**

L'utente si avvicina al televisore per provare ad accenderlo ma nota che è pieno d'acqua e/o è fulminato perché non è stato staccato il contatore.

##### **Contesto/causa**

L'utente non ha messo in sicurezza il televisore prima di abbandonare la casa /salire sul tetto/salire ai piani superiori.

L'esperienza virtuale dipende dallo stato del contatore.

##### **Il contatore è stato “staccato”**

Come mostra la figura 4.24, l'utente ritornato al passato può:

- *Azione 0*: non mettere in salvo il televisore (nessuna azione);



**Figura 4.24:** Viaggi nel tempo - Scenario con un televisore come elemento di gioco

- *Azione 1:* portare il televisore ai piani superiori. Ora il televisore è al sicuro.

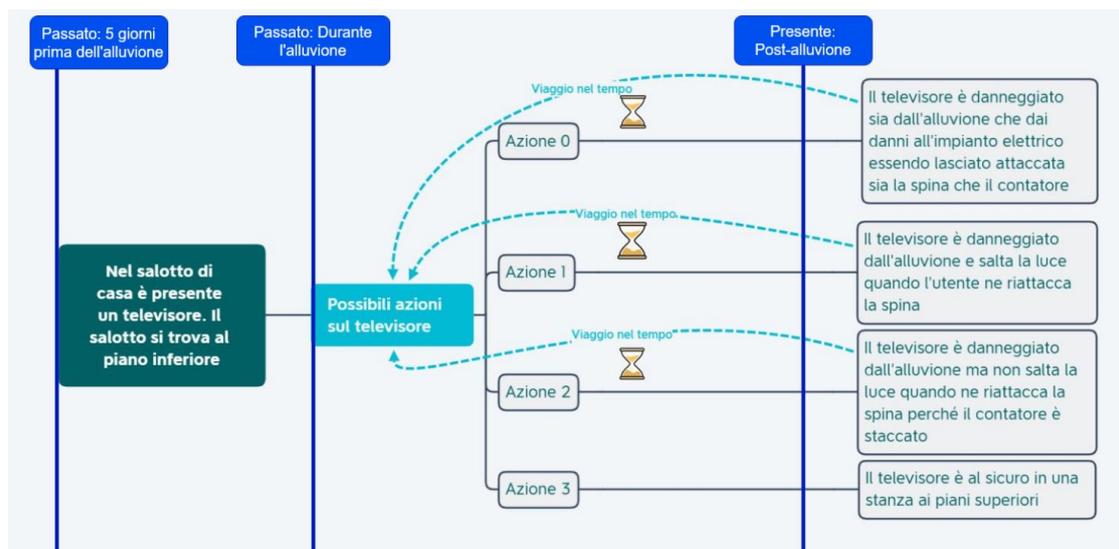
In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. Il televisore è tutto bagnato e pieno di fango o fulminato ed è stato danneggiato dalla forte alluvione trovandosi in una stanza ai piani bassi; l'utente deve tornare indietro nel passato e rimediare;
2. Il televisore si trova al piano superiore al sicuro e quindi non ha subito danni in seguito all'alluvione.

### **Il contatore non è stato “staccato”**

Come mostra la figura 4.25, l'utente ritornato al passato può:

- *Azione 0:* non “staccare” il contatore e non mettere in sicurezza il televisore (nessuna azione);
- *Azione 1:* staccare la spina al televisore. Questo non è sufficiente perchè la luce potrebbe saltare se si prova a riattaccare la spina, quindi deve tornare indietro nel tempo e “staccare” anche il contatore;



**Figura 4.25:** Viaggi nel tempo - Scenario con un televisore come elemento di gioco

- Azione 2: staccare la spina e il contatore della corrente elettrica. In questo modo la luce non salta e non si generano cortocircuiti, nonostante il televisore sia bagnato. L'utente deve comunque tornare indietro e posizionare il televisore al sicuro ai piani superiori;
- Azione 3: portare il televisore ai piani superiori. Il televisore, ora, è al sicuro.

In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. Il televisore è tutto bagnato e pieno di fango e non essendo stata staccata la corrente e il contatore si è creato un cortocircuito che lo ha danneggiato gravemente; l'utente deve tornare indietro nel passato e rimediare;
2. Il televisore è tutto bagnato e l'utente ne riattacca la spina per vedere se ci sono danni, ma, non essendo stato staccato il contatore, salta la luce; l'utente deve tornare indietro nel passato e rimediare;
3. Il televisore è tutto bagnato e l'utente ne riattacca la spina, ma, essendo stata staccata la corrente e il contatore, non subisce ulteriori

danni e la luce non salta; l'utente deve tornare indietro nel tempo e evitare che il televisore si bagni;

4. Il televisore si trova al piano superiore al sicuro e quindi non si è bagnato a causa dell'alluvione.

#### **4.4.9.3 Oggetto dannoso - mobile**

##### **Obiettivo**

Salvare e mettere al sicuro o ancorare gli oggetti/apparecchiature interni ed esterni, evitare danni alla casa ed evitare che oggetti pericolosi nel cortile vengano trasportati dalla corrente.

##### **Situazione post-alluvione**

L'utente vuole accertarsi che i mobili della casa siano integri e non abbiano causato danni o siano stati spostati.

##### **Stimolo**

L'utente trova ai piani bassi una finestra danneggiata da un mobile.

##### **Contesto/causa**

L'utente non ha messo in sicurezza il mobile prima di abbandonare la casa /salire sul tetto/salire ai piani superiori.



**Figura 4.26:** Viaggi nel tempo - Scenario con un mobile come elemento di gioco

Come mostra la figura 4.26, l'utente ritornato al passato può:

- *Azione 0* non mettere i mobili in salvo e lontani da luoghi che potrebbe danneggiare (nessuna azione);
- *Azione 1*: portare i mobili ai piani superiori. In questo modo i mobili saranno al sicuro e non possono creare ulteriori danni ai piani bassi.

In seguito a queste azioni nel passato, si possono individuare i seguenti possibili stati nel presente:

1. Una delle finestre ai piani bassi è stata rotta da uno dei mobili trasportato con forza contro di essa dalla corrente generata dall'alluvione; l'utente deve tornare indietro e mettere in sicurezza il mobile in modo da limitare i danni;
2. Il mobile si trova al piano superiore al sicuro e quindi non ha subito danni e non ne ha causati in seguito all'alluvione.

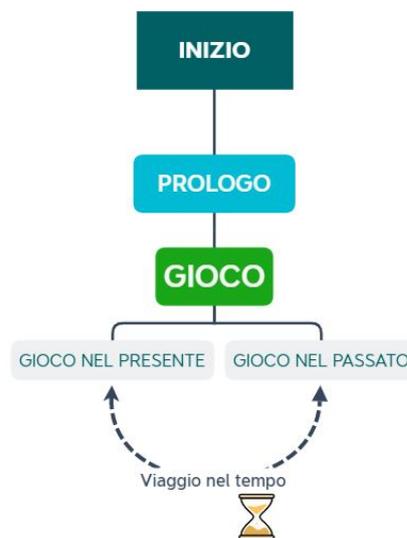


# Capitolo 5

## Realizzazione

### 5.1 Struttura del progetto

Il progetto è stato realizzato su Unity (versione 2020).



**Figura 5.1:** Organizzazione delle scene nel progetto Unity

È organizzato in due scene principali (come mostra Figura 5.1), una dedicata al prologo e una alla fase di gioco. In particolare, la seconda

scena viene ricaricata ad ogni viaggio nel tempo in modo da poter set-  
tare correttamente i parametri di ogni oggetto presente nello scenario in  
funzione del momento temporale scelto.

In entrambe scena sono stati inseriti gli stessi GameObject, realizzati  
prima su Blender3D oppure presi da pacchetti dell'Asset Store e poi  
modificati in base alle esigenze.

Nella scena di Prologo, lo scenario si presenta in una situazione atmo-  
sferica, che precede l'imminente l'alluvione, quindi, non presenta ancora  
alcun danno. Qui la modalità di gioco è guidata, in modo da poter intro-  
durre all'utente i principali comandi per poter agire più facilmente nel  
gioco vero e proprio.

In questa prima fase l'utente si ritrova di fronte allo stesso scenario che  
si troverà ad affrontare nella scena di gioco. È stata fatta questa scelta in  
modo da permettere all'utente di affezionarsi all'ambiente di gioco durante  
questa fase di tutorial. Gli viene data libertà di muoversi nei vari spazi di  
gioco e al tempo stesso viene guidato da pannelli e da dialoghi interiori in  
modo che il giocatore possa esplorare l'ambiente, evitando che rimanga in  
eterno nel prologo e che dimentichi le missioni da portare a termine.

I pannelli sono dei Canvas. Come mostra Figura 5.2 su di essi sono  
stati inseriti dei TextMesh Pro che forniscono le informazioni su come  
agire; inoltre sono presenti delle Image animate e dei video che mostrano  
visivamente quali pulsanti toccare e che movimenti attuare per ottenere  
l'effetto desiderato.



Figura 5.2: Esempio di pannello

Anche la scena di gioco è inizialmente segue la modalità guidata presentata nel prologo, in quanto è necessario introdurre all'utente gli strumenti di gioco, che risultano disattivati nella prima scena.

Dopo aver seguito passo a passo il giocatore durante lo svolgimento del primo elemento di gioco, ovvero lo smartphone, la modalità di gioco diventa autonoma anche se rimane la meccanica narrativa del dialogo interiore e le indicazioni degli NPC presenti nello scenario.

## 5.2 Gestione delle collisioni

L'interazione con gli oggetti è fondamentale in questa applicazione e di conseguenza lo è stato anche associare un componente di tipo Collider agli oggetti presenti nello scenario in modo da rendere l'esperienza il più realistico possibile.

In questo modo GameObject come muri e pavimenti hanno acquisito un volume che ricopre tutta la loro Mesh e che impedisce agli altri oggetti e al Player di attraversare le superfici.

In particolare, il GameObject Player, che rappresenta il giocatore come suggerisce il nome, possiede un Capsule Collider e un Rigidbody che gli impediscono di attraversare superfici dotate di collider e che, invece, gli permettono di salire su piani anche con una certa pendenza.

Una proprietà molto importante dei Collider è Is Trigger. Infatti, se è posta a true, non ci sarà una reazione alle collisioni ma sarà possibile rilevare l'entrata e l'uscita da quel collider attraverso le funzioni OnTriggerEnter e OnTriggerExit.

## 5.3 SteamVR

SteamVR offre un plug-in che permette di sviluppare prodotti in VR su Unity e poi di testarli su diversi dispositivi hardware. Infatti, SteamVR supporta visori come Oculus e HTC Vive.

Il plug-in mette a disposizione diverse classi che implementano funzionalità di base come l'interazione in VR con gli oggetti e il tracking dei controller.

Inoltre, tramite l'API SteamVR Input è possibile generare dei set di action attraverso le quali definire in quale modo utilizzare i pulsanti dei controller del dispositivo hardware scelto.

Per questa applicazione si è partiti dal set di default, al quale sono state fatte delle modifiche aggiungendo le action necessarie al funzionamento degli elementi e strumenti di gioco.

### 5.3.1 Locomozione

La locomozione in VR è un tema molto delicato e crea non poche criticità.

Per questo progetto di tesi sono stati analizzati due diversi sistemi di locomozione:

- utilizzo del *joystick*
- l'*arm swinging*

Si è optato per il secondo sistema in modo da ridurre il più possibile la *motion sickness*.

L'utente per muoversi dovrà muovere avanti e indietro entrambe le braccia per poter rispettivamente procedere dritto davanti a sé o indietro come indica il pannello di Figura 5.2; contemporaneamente dovrà tenere premuto il pulsante evidenziato in azzurro a Figura 5.3. La velocità di oscillazione delle braccia determinerà la velocità di movimento nello scenario virtuale.



**Figura 5.3:** Pulsante da utilizzare per potersi muoversi nell'ambiente virtuale

### 5.3.2 Interazione con gli oggetti

Per rendere interagibile un oggetto è stato necessario aggiungere al GameObject a loro corrispondente gli script forniti da SteamVR, Interactable.cs e Throwable.cs, un componente Collider e un Rigidbody. In questo modo è possibile afferrare gli oggetti avvicinando la mano con il controller destro o sinistro e premendo il pulsante di trigger indicato nella Figura 5.4.



**Figura 5.4:** Pulsante trigger per grappare gli oggetti

### 5.3.3 Apertura e chiusura dell'inventario

Uno degli strumenti di gioco è l'inventario. Per poterlo attivare/disattivare si è scelto di utilizzare il pulsante A presente sul controller destro come mostra Figura 5.5; quindi è stato necessario aggiungere l'action "OpenInventory" di tipo boolean al set di default di SteamVR e poi gestire l'attivazione tramite script.



**Figura 5.5:** Pulsante A utilizzato per aprire e chiudere l'inventario

## 5.4 Architettura dei viaggi nel tempo

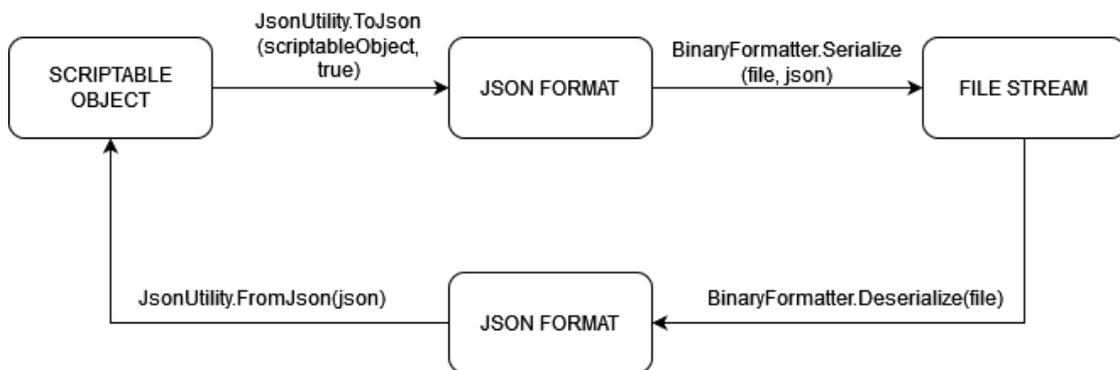
I viaggi nel tempo implicano il cambiamento dello stato degli oggetti, quindi, è stato realizzato un sistema di salvataggio in grado di tenere traccia nel tempo degli sviluppi dei vari elementi di gioco.

Per realizzare questo sistema è stato utilizzato uno Scriptable Object "Scene Manager" che ha proprio lo scopo di gestire lo stato della scena, il che ha significato implementare delle funzioni con l'obiettivo di salvare, caricare ed eventualmente resettare le informazioni utili nel gioco.

Sono stati scelti gli Scriptable Object in quanto permettono di immagazzinare grandi quantità di dati senza essere legati ad un GameObject. Il problema di questo componente è che quando si utilizza l'Editor di Unity è possibile salvare runtime i dati modificati all'interno di uno Scriptable

Object, ma quando si crea una build ciò non è più possibile e si possono utilizzare solo i dati salvati durante la fase di sviluppo.

Visto che quando si effettua un viaggio nel tempo, la scena di gioco viene ricaricata da zero è necessario tenere traccia di tutta una serie di attributi che permettano di settare ogni volta la scena in base al periodo temporale in cui l'utente ha deciso di spostarsi. È stato, perciò, necessario realizzare un sistema di salvataggio dei dati contenuti nello Scene Manager in modo da poterli mantenere nel tempo anche se si testa l'applicazione tramite build.



**Figura 5.6:** Sistema di salvataggio e loading dello Scriptable Object *SceneManager*

Il principio su cui si basa questo sistema è la serializzazione / deserializzazione di un oggetto. Come mostra Figura 5.6, per il salvataggio lo Scriptable Object viene serializzato e convertito in formato JSON e inserito all'interno di una stringa utilizzando il metodo ToJson della classe JsonUtility. A questo punto è possibile salvare tale json nel dispositivo in uso, serializzandone il contenuto in formato binario. A tale scopo viene usata la classe BinaryFormatter, utilizzata per poi inserire il json in un FileStream, file creato in una determinata repository. Il path di salvataggio è dato da Application.persistentDataPath, che punta ad una cartella pubblica sul dispositivo su cui si runna l'applicazione.

Quando viene caricata la scena, deve avvenire anche il loading dei dati registrati nel file salvato nell'Application.persistentDataPath, quindi è necessario attuare il processo inverso rispetto a quello di salvataggio.

La deserializzazione può avvenire in un solo passaggio utilizzando direttamente la funzione `FromJsonOverwrite` fornita dalla classe `JsonUtility` che permette di sovrascrivere `Scene Manager`, ovvero lo `Scriptable Object` responsabile della gestione dello stato della scena di gioco, con i dati contenuti nel json salvato nel `FileStream`.

Allo `Scriptable Object` *Scene Manager* sono stati associati gli attributi indicati nella Tabella 5.1 :

ATTRIBUTO	DESCRIZIONE	VALORE INIZIALE
path	Stringa che viene concatenata a <code>Application.persistentDataPath</code> dove viene salvato il json con i dati	inventory.data
SceneStates	Lista di <code>EGManagerSlot</code> . Tiene traccia dello stato di ogni elemento di gioco	vuota
time	Intero che rappresenta metaforicamente il periodo temporale 0 => Passato 1 => Presente	1
load	Booleano che diventa true non appena il loading è completo	false
trofei	Lista di stringhe Tiene traccia dei trofei ottenuti	vuota
foto_target	Lista di stringhe. Tiene traccia degli oggetti che sono stati già fotografati	vuota
Missioni	Lista di <code>MissioniSlot</code> . Tiene traccia dello stato delle missioni attivate	vuota

**Tabella 5.1:** Tabella degli attributi di `Scene Manager`

*SceneStates*, come indica Tabella 5.1, è una lista di *EGManagerSlot*. Si riempie ogni volta che lo stato di un nuovo elemento di gioco viene modificato. Ad ogni slot è associato lo `Scriptable Object` corrispondente ad un elemento di gioco, un `Vector3` dove viene salvata la posizione, un `Quaternion` dove si tiene traccia delle modifiche alla rotazione.

*Missioni*, invece, è una lista di *MissioniSlot*. Si aggiunge un elemento ogni volta che si attiva una missione. Gli attributi sono :

- *string* nome: contiene il nome della missione;
- *Texture2D* icona: contiene la texture che rappresenta quella missione;
- *bool* isCompleted: booleano che diventa true quando la missione è completata.

Infine, i metodi associati allo *Scriptable Object* sono i seguenti:

- *Save()*: modifica la variabile *time* in base al periodo temporale scelto dall'utente e procede con il processo di salvataggio illustrato a Figura 5.6. Viene chiamata prima di concludere il viaggio nel tempo, quindi prima che venga ricaricata la scena di gioco;
- *Load(GameObject eg)*: esegue la deserializzazione illustrata a Figura 5.6 se *load* è a false e poi chiama la funzione *LoadPrefab(GameObject eg)* che carica all'elemento di gioco passato come parametro i corrispondenti dati salvati precedentemente. Viene chiamata ogni volta che la scena di gioco viene caricata;
- *ResetTimeManager()*: resetta lo *Scriptable Object*, riportando tutti gli attributi al valore iniziale. Viene chiamata *OnApplicationQuit()*, quindi quando l'applicazione viene chiusa.

## 5.5 Strumenti di gioco

### 5.5.1 Orologio

L'orologio è uno degli strumenti di gioco. Il *GameObject* ad esso associato è stato imparentato all'oggetto *HandColliderLeft*, il quale contiene tutti i collider relativi alla mano sinistra. A questo strumento è associata un'interfaccia che si attiva premendo sul display dell'orologio. Essa si posiziona di fronte all'utente e ha una dimensione adeguata in modo tale da essere totalmente visibile, ma allo stesso tempo interagibile. Tramite lo script *FollowToTheSide.cs*, la UI segue il movimento della *VRCamera* se

la distanza angolare tra la camera e l'interfaccia supera una certa soglia. In questo modo la UI rimarrà sempre nel field of view dell'utente.

Come mostra Figura 5.7, l'interfaccia presenta tre diverse schermate, ognuna con una funzione diversa.



Figura 5.7: UI dell'orologio

#### 5.5.1.1 Pannello stato dello scenario

È il pannello che appare sulla sinistra. Esso indica l'attuale status dello scenario e fornisce un feedback diretto e visivo delle condizioni dell'abitazione. Ogni volta che l'utente porterà a termine una missione il grafico a torta e il numero di oggetti sistemati si aggiorneranno conseguentemente.

In particolare, andando a modificare il parametro FillAmount del componente Image, il grafico a torta diventerà progressivamente più verde, fino a diventarlo completamente una volta portati a termine tutti gli elementi di gioco.

#### 5.5.1.2 Pannello per il viaggio nel tempo

Il pannello centrale è quello che consente di viaggiare nel tempo. Tramite la barra centrale è possibile selezionare in quale periodo temporale spostarsi e poi toccando il button in basso al centro avverrà l'effettivo cambio.

Praticamente, consiste nel chiamare la funzione Save() descritta nel paragrafo 5.4 e ricaricare la scena di gioco dopo una breve transizione che rende lo schermo nero.

### 5.5.1.3 Pannello delle missioni e dei trofei

Il pannello più a destra mostra le missioni attivate e i trofei ottenuti. Interagendo con i button in basso l'utente può scegliere se visionare l'elenco delle missioni oppure i trofei.

La schermata delle missioni (Figura 5.8) mostra sia le missioni completate che quelle ancora da portare a termine. Appaiono sempre ordinate dalla più alla meno recente. Ogni volta che l'interfaccia dell'orologio viene attivata, attraverso un ciclo for si va a leggere tutte le missioni salvate nella lista Missioni dello Scene Manager e utilizza i dati salvati su ognuno dei MissioniSlot per settare i pannelli delle missioni attivate.

La schermata dei trofei (Figura 5.9) mostra i trofei ottenuti. Quando l'utente porta a termine un elemento di gioco viene aggiornata la lista trofei in Scene Manager e quando la UI dell'orologio viene attivata l'Image con il trofeo corrispondente risulterà attiva.



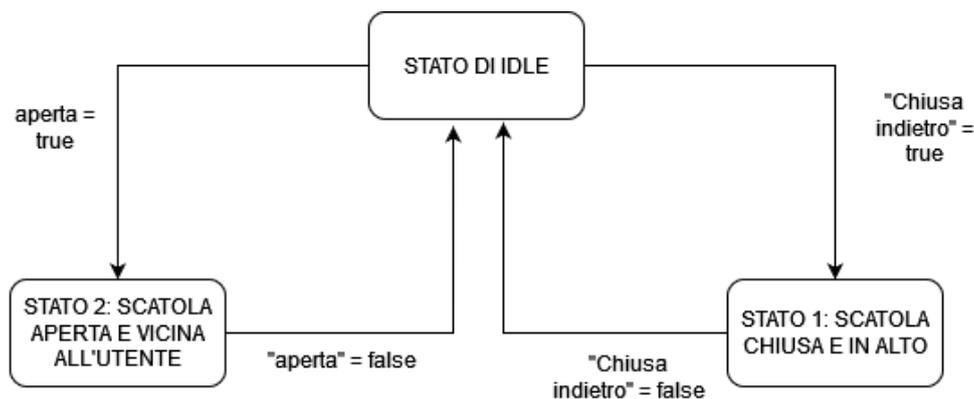
**Figura 5.8:** Pannello delle missioni    **Figura 5.9:** Pannello dei trofei

## 5.5.2 Inventario

L'inventario è lo strumento di gioco messo a disposizione dell'utente per poter raccogliere gli elementi di gioco e potersi muovere più facilmente. Esso, una volta attivato con il pulsante A, si posiziona davanti all'utente e segue la VRCamera come accade per la UI dell'orologio.

Ad ogni scompartimento è associato un Animator diverso ma il funzionamento è analogo a tutti e tre gli oggetti (Figura 5.10).

Non appena l'inventario viene attivato le scatole si trovano in uno stato di idle, ovvero sono ferme e chiuse. Nel momento in cui l'utente tocca uno dei contenitori oppure ha in mano uno degli elementi di gioco da inserire nell'inventario, la scatola corrispondente avanzerà e si aprirà settando il booleano "aperta" a true; le altre box invece avranno il booleano "Chiusa indietro" a true, il che significa che rimangono chiuse e si alzano. In questo modo gli scompartimenti non utili in quel momento non intralciano l'utente, anche se continuano a rimanere raggiungibili nel caso in cui l'utente cambiasse idea e decidesse di aprirne un altro.



**Figura 5.10:** Panoramica sui diversi stati degli scompartimenti dell'inventario

Ad ogni contenitore è associato lo script `AttachToDropZone.cs` che definisce la logica di funzionamento dell'inventario. `OnTriggerEnter()` deve gestire due diverse situazioni:

1. La scatola collide con uno degli elementi di gioco.

Per ogni contenitore è stata definita la lista `ColliderObject` di `GameObject` contenente gli oggetti che vanno inseriti al suo interno. Se l'oggetto con cui collide fa parte della lista, allora l'elemento di gioco viene sparentato dalla mano, diventa figlio della scatola, la proprietà `IsKinematic` del suo `RigidBody` diventa `true` così da bloccare momentaneamente la sua fisica. Inoltre, la scatola aperta passa dallo stato 2 allo stato di idle e le scatole chiuse passano dallo stato 1 allo stato di idle;

2. La scatola non collide con gli elementi di gioco ma con una delle mani.

Dopo aver controllato che nessuno degli elementi di gioco sia grabbato dall'utente, la scatola che ha rilevato la collisione si aprirà mostrando gli oggetti già contenuti al suo interno. In questo modo, si permette all'utente di recuperare uno degli oggetti se ne ha bisogno per portare a termine una determinata missione.

## 5.6 Elementi di gioco

Gli elementi di gioco sono fondamentali per imparare le corrette procedure da adottare in caso di alluvione. Così come è necessario salvare lo stato della scena, è necessario definire e tenere traccia anche dello stato dell'elemento di gioco. Infatti, per ognuno di essi è stato realizzato uno `Scriptable Object` che lo rappresenti e che tenga traccia del raggiungimento della corretta procedura a esso associata. Uno dei suoi attributi è un booleano "solved" che appena ha inizio il gioco è posto a `false`; non appena l'utente agisce correttamente sul `GameObject` associato a quello `Scriptable Object`, "solved" diventa `true` e questo stato insieme allo `ScriptableObject` viene salvato in `SceneManager` in modo tale che questa modifica si mantenga, nonostante i viaggi nel tempo.

### 5.6.1 Smartphone

Lo smartphone è uno degli elementi di gioco più importanti. È un GameObject interagibile e con un proprio Rigidbody. Lo schermo è un elemento a sua volta interagibile e viene trattato come se fosse un button che al tocco triggera una certa funzione. In particolare, ad esso è stato associato lo script HoverButton.cs di SteamVR e quando l'utente tocca lo schermo chiama una funzione che cambia GameObject facendo apparire uno smartphone di dimensioni maggiori. Fintanto che l'utente non modifica le dimensioni interagendo con lo schermo, il telefono risulterà inutilizzabile. È stata fatta questa scelta in modo da poter sfruttare la grandezza del secondo Prefab per avere un'interfaccia sullo schermo leggibile e con la quale interagire più facilmente.



**Figura 5.11:** Smartphone

Il cellulare presenta nella schermata principale cinque applicazioni come

mostra Figura 5.11: il meteo, i messaggi, le chiamate, un browser per navigare su internet e la fotocamera. Sono tutti e cinque degli oggetti interagibili con lo script `HoverButton.cs` e al loro tocco si chiude il pannello della schermata principale per aprire il pannello relativo all'applicazione che si vuole utilizzare.

Il meteo fornisce informazioni sulle condizioni climatiche del giorno e fornisce informazioni anche sulle previsioni dei giorni successivi.

La seconda app è utilizzata per ricevere messaggi dalla mamma o dal Comune che possono essere utili all'utente durante il gioco.

Attraverso l'app delle chiamate il giocatore potrà visualizzare le chiamate recenti e consultare i suoi contatti in rubrica.

Interagendo con il browser, l'utente accede direttamente al sito della Protezione Civile, essendo la pagina utile da consultare per portare a termine il gioco. Da qui è possibile consultare il bollettino piene, informarsi sui corretti comportamenti da avere in caso di alluvione e verificare l'attuale stato di allerta.

L'ultima applicazione è una delle funzionalità più importanti dello smartphone e permette di documentare i danni. Per poter realizzare l'effetto di una fotocamera il più possibile realistica, è stata aggiunta una Camera sul retro del telefono in corrispondenza dell'obiettivo della fotocamera. Una volta che l'utente interagisce con il button in basso al centro, tramite raycast viene fatto un controllo sullo oggetto puntato dalla camera. Se è un oggetto di interesse, viene controllato se non è già stata scattata una foto di quell'elemento andando a leggere la lista salvata sullo `Scriptable Object SceneManager`. Se la lista non contiene il suo nome, la foto viene scattata, la stringa del nome viene aggiunta alla lista e l'immagine viene salvata tramite `byteArray` su un `Application.persistentDataPath`. Inoltre la foto apparirà nel riquadro in basso a sinistra, elemento interagibile che al tocco rimanda direttamente alla Galleria dove è possibile visualizzare tutte le foto scattate durante la fase di gioco.

Per portare a termine la missione legata a questo elemento di gioco, l'utente deve recuperare il cellulare nel passato e metterlo nell'inventario. A questo punto la variabile "solved" del suo `Scriptable Object` viene settata a `true` e questo permette di salvare nello stato della scena il fatto che il telefono è stato recuperato. Una volta tornato nel presente,

nell'inventario sarà presente lo smartphone e una volta scattate le foto agli oggetti di interesse, la missione sarà completata e si sbloccherà il trofeo corrispondente.

### 5.6.2 Oggetti trasportati dalla corrente

Gli oggetti trasportati dalla corrente (Figura 5.12) sono rappresentati da diversi GameObject ai quali sono stati associati un Collider e un Rigidbody con la proprietà `isKinematic` a `false`. Questi due componenti permettono ai detriti di galleggiare in maniera piuttosto realistica sul fiume, anch'esso con un Collider.

Ogni oggetto ha uno script `OggettiMovingWater.cs` il quale gestisce lo spostamento lungo il fiume. Ognuno di loro segue un certo percorso con l'obiettivo di raggiungere un certo target. Nel passato il punto d'arrivo per tutti è il ponte, dove si bloccano collidendo con l'ostacolo e facendo diventare la proprietà `isKinematic` a `true`. Nel presente il ponte è danneggiato quindi i detriti non si bloccano sul ponte ma continuano il loro percorso. Qui il target diventa la fine del corso d'acqua che una volta raggiunta fa ricominciare da capo il percorso.

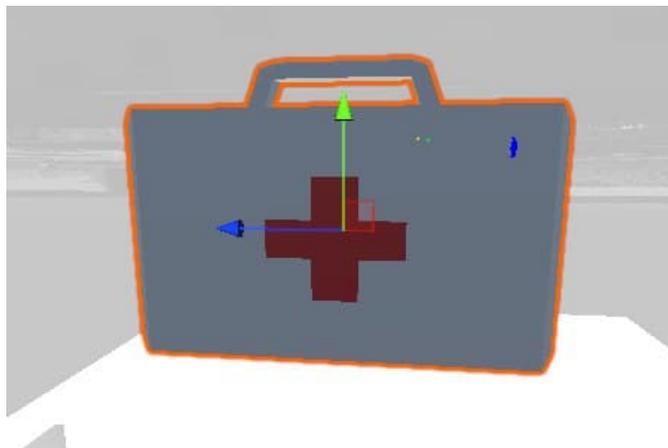


**Figura 5.12:** Oggetti trasportati dalla corrente

### 5.6.3 Medicinali

I medicinali sono stati rappresentati in un unico GameObject, raffigurante un kit medico di primo soccorso (Figura 5.13). Anch'esso è dotato di

un Collider e di un Rigidbody e presenta gli script Interactable.cs e Throwable.cs così da poterlo rendere interagibile. È un oggetto non riproducibile e quindi è possibile trasportarlo e farlo viaggiare nel tempo tramite l'inventario.



**Figura 5.13:** Kit dei medicinali

Una volta inserito all'interno dell'inventario, avviene un cambio di GameObject e il kit medico assume dimensioni minori, così da adattarlo alle dimensioni dello strumento di gioco e per renderlo più facile da tenere in mano successivamente.

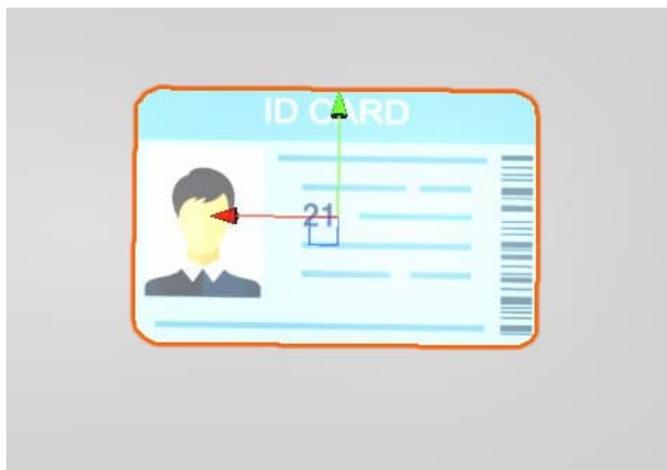
Per completare la missione ad esso associata, l'utente deve tornare nel passato recuperare il kit medico e metterlo nell'inventario. A quel punto la variabile "solved" verrà settata a true e questo permetterà di ritrovare nell'inventario il GameObject di dimensioni ridotte una volta tornati nel presente. Il trofeo verrà sbloccato nel momento in cui l'utente consegnerà agli NPC dei nonni il kit medico. La consegna avviene grazie alla presenza di un Collider con IsTrigger a true sulle mani del personaggio. Quando viene rilevata l'entrata dei medicinali nel Collider, avviene un cambio di GameObject e il kit ritorna alle sue dimensioni naturali invece la versione piccola viene distrutta.

#### 5.6.4 Documenti

Questo elemento di gioco è il secondo oggetto non riproducibile e funziona in maniera analoga al caso dei medicinali, anche se con alcune differenze.

La missione si attiva e si completa grazie sempre alla presenza di NPC, che in questo caso è il pompiere.

Inoltre visto che le dimensioni reali dei documenti (Figura 5.14) non sono eccessive e si adattano perfettamente all'inventario non è stato necessario realizzare il modello di dimensioni ridotte.



**Figura 5.14:** Documenti

### 5.6.5 Chiavi

Le chiavi (Figura 5.15) sono il terzo e ultimo oggetto non riproducibile e si comporta analogamente ai medicinali e ai documenti.

In particolare, come i documenti, non c'è il bisogno di utilizzare un altro modello con dimensioni ridotte, ma diversamente dagli altri due elementi di gioco, per le chiavi non è coinvolto nessun NPC.

Il GameObject protagonista di questo elemento di gioco insieme alle chiavi è la porta d'ingresso. Inizialmente risulta non interagibile in quanto tutti i Collider ad essa associata sono disattivati. Solo il pomello risulta interagibile e con dei dialoghi interiori farà comprendere all'utente la mancanza delle chiavi.

Una volta recuperate le chiavi, l'utente deve prenderle dall'inventario e avvicinarle alla serratura. A quest'ultima è stato aggiunto uno Sphere Collider con `IsTrigger` a `true`. In questo modo quando viene rilevata l'entrata nel collider dell'elemento di gioco, viene distrutto il GameObject

**Figura 5.15:** Chiavi

delle chiavi e al suo posto viene attivato un altro Prefab delle chiavi, al quale è stato associato solo lo script `Interactable.cs` e non lo script `Throwable.cs`. Questa scelta è stata fatta per continuare ad avere la chiave interagibile senza che sia grabbabile, perché rimanendo fissa sulla serratura si rende più realistica l'apertura della porta con le chiavi. Infatti, a questo Prefab è stato aggiunto anche lo script `CircularDrive.cs` di SteamVR che permette di ruotare un oggetto interagibile. Ruotata la chiave di 90 gradi, si attiva il collider del pomello che, una volta ruotato anch'esso di 90 gradi, attiverà il collider della porta rendendola finalmente interagibile e permettendo quindi all'utente di entrare in casa.

### 5.6.6 Valvola del rubinetto del gas

La valvola del rubinetto del gas (Figura 5.16) è un `GameObject` interagibile con `Collider` e `RigidBody`. Ad esso è stato aggiunto anche lo script `CircularDrive.cs` per poter ruotare l'oggetto. Infatti, è necessario girare la valvola di 90 gradi per poterla chiudere.

Inizialmente la valvola è aperta e nel presente ci sono dei dialoghi interiori e la presenza di rilevatori di gas lampeggianti e attivi che faranno capire all'utente la pericolosità della situazione. Inoltre, per evitare che l'utente si addentri nella casa con una fuga di gas in corso, è stato aggiunto un `Collider` sull'ingresso in modo che si possa aprire la porta ma poi non sia più possibile proseguire all'interno fintanto che non si risolve il problema.

Una volta ruotata la valvola di 90 gradi nel passato, la variabile "solved" viene settata a `true`. Tornati nel presente, il `Collider` sull'ingresso viene sostituito da un `Collider` con `Is Trigger` a `true` e questo permetterà all'utente di proseguire con il gioco all'interno della casa.



**Figura 5.16:** Valvola del rubinetto del gas

### 5.6.7 Sacchetti di sabbia

I sacchetti di sabbia (Figura 5.17) sono dei GameObject con Collider e Rigidbody. Per renderne più immediato l'uso è stato reso interagibile solo il sacchetto più in alto della pila. Quando l'utente lo grabba, tutti gli altri vengono disattivati così da non dover spostare un sacchetto alla volta.

Una volta che l'utente ha in mano il sacchetto interagibile, apparirà la zona sicura dove poterlo posizionare o lanciandolo al suo interno oppure toccando l'area con l'oggetto. Infatti, la zona sicura ha un Collider IsTrigger che rileva la collisione con il sacchetto, fa apparire una pila di sacchetti ordinati in corrispondenza di quell'area e l'oggetto che era in mano viene infine distrutto.



**Figura 5.17:** Sacchetti di sabbia

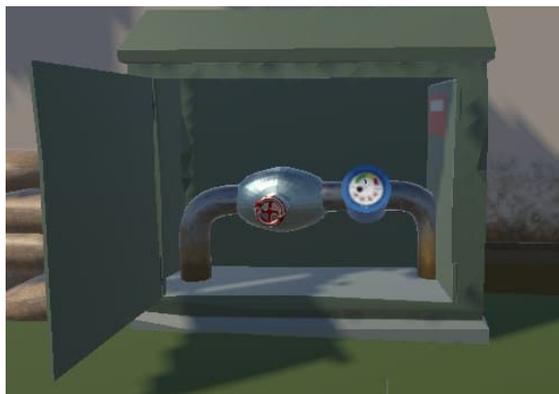
### 5.6.8 Valvola del rubinetto dell'acqua

La valvola del rubinetto dell'acqua (Figura 5.18) è un `GameObject` interagibile con `Collider` e `RigidBody`. Ad esso è stato aggiunto anche lo script `CircularDrive.cs` per poter ruotare l'oggetto. Infatti, è necessario girare la valvola di 90 gradi per poterla chiudere.

Per rendere più evidente e intuitiva l'effettiva chiusura della valvola, è stata inoltre aggiunta un'animazione alla freccetta dell'indicatore a lato della valvola. Tale elemento indica se l'acqua fluisce o meno e chiudendo la valvola la lancetta si sposta verso la zona, indicando la non presenza dell'acqua.

Inizialmente la valvola è aperta e nel presente dal rubinetto non esce acqua e il tubo sotto il lavandino della cucina è danneggiato.

Una volta ruotata la valvola di 90 gradi nel passato, la variabile “solved” viene settata a `true`. Tornati nel presente, il tubo del lavandino risulterà non più danneggiato e basterà riaprire la valvola per poter controllare lo stato dell'acqua.



**Figura 5.18:** Valvola del rubinetto dell'acqua

### 5.6.9 Contatore

Il contatore della luce (Figura 5.19) è un `GameObject` interagibile con `Collider`. Ha un display che indica con una scritta “ON” o “OFF” in maniera esplicita se il contatore è staccato o meno rispettivamente. Inoltre, in basso al centro è presente la leva che effettivamente porta alla chiusura

del contatore. La leva è un GameObject interagibile, al quale è stato aggiunto lo script CircularDrive.cs per poter ruotare l'oggetto.

Inizialmente la leva non è alzata e non si può alzare perché l'impianto è stato danneggiato durante l'alluvione e quindi è scattato il salvavita. Quindi le luci non si accendono e le prese sono tutte fulminate.

Tornando nel passato la leva è alzata ed essendo perciò il contatore attivo, le luci sono accese ed è possibile interagire con gli interruttori per spegnerle o accenderle.

L'utente deve abbassare la leva del contatore. Per avere un ulteriore feedback, il display del contatore farà apparire la scritta "OFF" non appena la leva sarà posizionata correttamente. La variabile "solved" viene settata a true e in questo modo le prese saranno salve una volta tornati nel presente.



**Figura 5.19:** Contatore

### 5.6.10 Oggetti/ apparecchiature della casa

Si è deciso di rendere interagibili solo alcuni oggetti della casa, in modo da avere almeno un esempio per ogni categoria definita nel Game Design Document. Gli oggetti scelti sono due mobili – un armadietto piccolo nel corridoio (Figura 5.20) e un armadio in cucina - , un coltello da cucina, un televisore, una lampada, una statuetta preziosa e tre quadri.



**Figura 5.20:** Esempio di oggetto della casa: un mobile

Per facilitare il trasporto degli oggetti, si è deciso che nel momento del PickUp il GameObject attuale viene distrutto e al suo posto appare un altro GameObject dalle dimensioni minori. Questa funzionalità è attiva solo nel passato perché l'utente deve spostare gli oggetti solo nel passato ai fini del gioco. Una volta che l'oggetto è piccolo si trova in mano del Player lo si può inserire nell'inventario oppure cercare le zone sicure. Quest'ultime saranno visibili fintanto che l'oggetto continuerà a essere grabbato. Per posizionarlo nella zona sicura, sarà sufficiente lanciarlo al suo interno oppure avvicinarlo, il GameObject piccolo verrà distrutto e al suo posto apparirà di nuovo l'oggetto con le dimensioni corrette all'interno dell'area sicura.



## Capitolo 6

# Conclusioni e sviluppi futuri

In questo lavoro di tesi, si è progettato e implementato perciò un innovativo sistema di apprendimento volto a unire l'educazione e la formazione con il divertimento.

Le attività proseguiranno per finalizzare l'applicazione e per sperimentarla poi con gli utenti in vista di un suo utilizzo nelle scuole ed in eventi pubblici organizzati dalla Protezione Civile.

Nonostante il progetto sia stato lungo e ricco di funzionalità e elementi di gioco, l'applicazione può essere migliorata e si presta a diversi sviluppi futuri:

- é possibile aggiungere altri elementi di gioco come, ad esempio, il caso "Abiti e calzature idrorepellenti";
- si potrebbe anche implementare l'elemento dell'"Ascensore", e quindi di conseguenza andare a modificare l'abitazione dello scenario di gioco;
- Terminare l'elemento di gioco dell'automobile;
- Migliorare la sceneggiatura, in modo che l'utente sia sempre consapevole delle proprie missioni;
- Realizzare i video per la fase di post-gioco, visto che in questo progetto di tesi ci si è concentrati sul l'implementazione delle prime due fasi dell'applicazione.



# Bibliografia

- [1] Rischio idrogeologico  
URL: <https://protezionecivile.regione.abruzzo.it/index.php/rischio-idrogeologico>
  
- [2] Rapporto sul dissesto idrogeologico dell'ISPRA  
A. Triglia, C. Iadanza, M. Busettini, B. Lastoria, “Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio”, Edizione 2018, ISPRA, Rapporti 287/2018
  
- [3] Rapporti sugli eventi alluvionali in Piemonte  
URL: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/protezione-civile-difesa-suolo-opere-pubbliche/calamita-naturali/rapporti-sugli-eventi-alluvionali-piemonte>
  
- [4] Frane e alluvioni  
URL: <https://ilbolive.unipd.it/it/news/frane-alluvioni-fenomeni-cui-necessario-saper>
  
- [5] Realtà virtuale, un mercato in crescita  
URL: <https://www.the-portal.it/2021/03/30/realta-virtuale-mercato-crescita/>
  
- [6] Inondazione  
<https://www.planat.ch/it/informazioni-general/piena/inondazione>
  
- [7] Why Microsoft Uses Virtual Reality Headsets To Train Workers – Servizio CNBC  
URL: [https://www.youtube.com/watch?v=Rnk\\_akgSjqq](https://www.youtube.com/watch?v=Rnk_akgSjqq)

- [8] Educazione in VR  
D. W. Carruth, "Virtual reality for education and workforce training," 2017 15th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA), 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICETA.2017.8102472.
- [9] Unity official web site  
<https://unity.com/>
- [10] Unity3D, un'infografica sulla sua storia ed applicazione nel mondo software  
<https://innovaformazioneblog.altervista.org/unity-3d-uninfografica-sulla-sua-storia-ed-applicazione-nel-mondo-software/>
- [11] Visual Studio Code  
URL: <https://docs.microsoft.com/it-it/visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2019>
- [12] Introduzione e breve storia di Visual Studio  
<https://www.html.it/pag/18832/introduzione-e-breve-storia-di-visual-studio/>
- [13] La nascita di Visual Studio e dell'era .NET  
<https://www.tomshw.it/hardware/3-la-nascita-di-visual-studio-e-dellera-net/>
- [14] Vademecum "Protezione Civile in famiglia"  
Dipartimento della Protezione Civile, "Protezione Civile in famiglia", 2005, Dipartimento di Protezione Civile
- [15] Featured Panel "Using Digital Games to Build Social and Emotional Learning"  
<https://www.youtube.com/watch?v=B8uTwLMqKn0>