

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in
Ingegneria del Cinema e dei Mezzi di Comunicazione



Tesi Magistrale

La nuova frontiera del cinema immersivo: la VR 180° e il caso “Sweet End of the World!”

Relatori:
Prof.ssa Tatiana MAZALI
Prof. Stefano SBURLATI

Candidati:
Matteo PELLEGRINI

Luglio 2024

A nonna Vilma.

ABSTRACT

La presente tesi sperimentale si pone l'obiettivo di analizzare nel dettaglio una nuova tipologia di esperienza immersiva che sta guadagnando sempre più rilevanza: il video immersivo a 180°. Dopo un'introduzione generale al cinema immersivo e ai video a 360°, il lavoro di tesi si focalizza sulla creazione di contenuti immersivi a 180°: vengono prese in considerazione ed esaminate tutte le fasi della produzione, dalla pre-produzione, che include i test e la pianificazione delle riprese, alla produzione vera e propria, allestimento del set e riprese, fino alla post-produzione e distribuzione.

Nell'ambito di questa ricerca, ho avuto l'opportunità di collaborare con l'azienda Motion Pixel s.r.l. di Stefano Sburlati, specializzata nella produzione di contenuti audiovisivi VR. Durante l'esperienza pratica, ho partecipato attivamente alla realizzazione del cortometraggio VR intitolato "Sweet End of the World!", un documentario immersivo che esplora temi come il rapporto tra uomo e cibo e il consumo di carne. Questo progetto è particolarmente significativo poiché il cortometraggio finale è stato creato unendo due riprese a 180° stereoscopiche in modo da ottenere un video a 360° stereoscopico, una tecnica innovativa che rappresenta un importante passo avanti nel campo del cinema immersivo. Lavorando con Motion Pixel ho acquisito competenze pratiche essenziali che mi hanno permesso di contribuire a un progetto pionieristico nel campo della realtà virtuale.

Questo studio si connota, quindi, come una guida dettagliata e pratica per la realizzazione di contenuti in VR 180°, evidenziando come la sperimentazione tecnica e narrativa in questo settore sia di fondamentale importanza per progettare nuove esperienze immersive.

INDICE

1. Introduzione.....	1
1.1. Il Cinema Immersivo	1
1.1.1. Immersività e presenza	2
1.1.2. Dalla VR al Cinema Immersivo.....	7
1.1.3. Opportunità e vincoli	12
1.2. Video a 360°	15
1.2.1. La ripresa a 360°	17
1.2.2. Fruizione.....	19
1.2.3. Ambiti applicativi.....	21
1.2.4. Analisi di opere a 360°.....	22
1.2.4.1. VR FREE Milad Tangshir	22
1.2.4.2. -27°C J. Kounen, Molécule, A. La Burthe	24
1.2.4.3. Travelling while black R. R. Williams	25
1.2.4.4. Space Explorers: The ISS Experience F. Lajeunesse e P. Raphaël	27
1.3. Dai 360° ai 180°: L'evoluzione del Cinema Immersivo	28
2. VR 180°: la nuova frontiera del cinema immersivo	30
2.1. Immersione parziale	30
2.1.1. La narrazione e il ruolo dello spettatore.....	31
2.1.2. Sfide narrative	33
2.1.3. Ambiti applicativi.....	35
2.1.4. Analisi di opere a 180°.....	36
2.1.4.1. David Attenborough's Conquest of the Skies Lewis Ball	37
2.1.4.2. Make a dance video for the Metaverse K. Cheng	38
2.1.4.3. Eli Roth Presents: The Faceless Lady John W. Ross.....	39
2.2. La ripresa a 180°	40
2.2.1. Tipologie di videocamere a 180°	41
2.2.1.1. Insta 360 EVO	41
2.2.1.2. Z Cam K1 Pro.....	43
2.2.1.3. Kandao VR Cam	43
2.2.1.4. Calf	44
2.2.1.5. Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye	45

2.2.2.	Illuminazione del set.....	49
2.3.	Dalle riprese a 180° al prodotto finale.....	51
2.3.1.	Conversione equirettangolare	52
2.3.2.	Post-produzione.....	53
3.	Sweet End of the World!.....	55
3.1.	L'idea	55
3.2.	Gli “attori” coinvolti	58
3.3.	Pre-produzione	60
3.3.1.	I test	60
3.4.	Produzione	61
3.4.1.	Le attrezzature	62
3.4.2.	Location e riprese.....	65
3.4.3.	Criticità	71
3.5.	Da VR 180° a VR 360°.....	72
3.5.1.	Un nuovo ruolo per lo spettatore	73
3.5.2.	Approccio tecnico	74
3.6.	Post-produzione video.....	76
3.6.1.	Montaggio.....	77
3.6.2.	Color correction e color grading	77
3.6.3.	CGI, compositing e VFX.....	78
3.7.	Suono	80
3.8.	Delivery e distribuzione	81
4.	Conclusioni.....	83
	Elenco delle figure.....	85
	Bibliografia	87
	Ringraziamenti	92

1. Introduzione

1.1. Il Cinema Immersivo

Negli ultimi decenni, la tecnologia si è evoluta al punto da rivoluzionare la fruizione di contenuti multimediali, consentendo la nascita di nuove forme di intrattenimento e di manifestazione artistica. Tra queste si denota la **Realtà Virtuale (VR)**: una tecnologia che crea un ambiente simulato generato dal computer, in cui gli utenti possono interagire in un modo reale o quasi reale. Il Cinema Immersivo funge da ponte tra il cinema tradizionale e la VR, distinguendosi per la capacità di trasportare lo spettatore in mondi virtuali, oltrepassando, così, lo schermo bidimensionale.

Dagli albori del cinema tradizionale ad oggi, diversi cineasti hanno cercato, mediante la narrazione, di scaturire nel pubblico una sensazione di immersione e di coinvolgimento; al fine di favorire maggiormente questo aspetto il formato dei prodotti audiovisivi è cambiato radicalmente: si è passati da un aspect-ratio (fig. 1) di 1,33:1 (quattro terzi) ad un 16:9 (rapporto standard per il video ad alta definizione), fino ad arrivare al formato Panoramico (rapporto di 2,33:1).

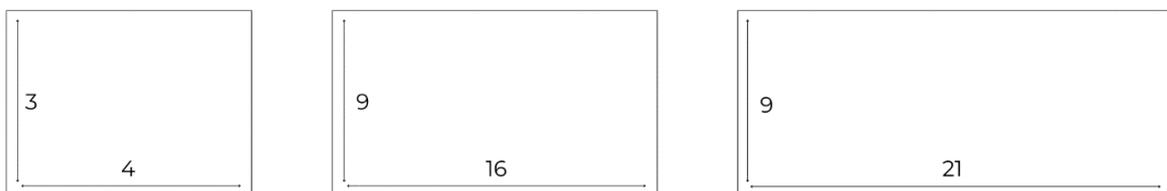


Figura 1 "Quattro terzi", "Sedici noni" e "Formato panoramico" (da sinistra verso destra)

Con l'avvento della Realtà Virtuale, lo spazio bidimensionale perde la centralità e l'inquadratura assume un nuovo significato; lo spettatore non è

vincolato da una visuale prescritta e, dunque, vive un'esperienza cinematografica correlata strettamente alla vita reale.

Quanto detto è possibile grazie all'immediatezza della nuova immagine, definita **immagine ambientale** [1], che genera una sensazione di coinvolgimento totale ed immerge lo spettatore nell'ambiente visivo, senza alcuna distanza percettiva. Lo scopo è quello di creare la sensazione di presenza diretta e immediata, ossia, far apparire l'osservatore come realmente presente nell'ambiente raffigurato. È evidente il richiamo ai concetti di visione a 360° e di immagine sferica, in cui si elimina la necessità di una cornice, propria del formato rettangolare.

Molti elementi caratteristici della grammatica filmica vengono ripensati e adattati in modo coerente a questo nuovo contesto: il montaggio diventa spesso più fluido, con sequenze senza interruzioni; i primi piani vengono ridotti e la relazione campo-controcampo appare superata, poiché lo spettatore può semplicemente muovere la testa per avere una visione completa oltre i 180°.

Nel cinema tradizionale, il regista ha il compito di scegliere gli elementi da mostrare, mentre in quello immersivo la selezione è in parte affidata allo spettatore che decide dove direzionare lo sguardo nell'ambiente circostante. L'osservatore costruisce personalmente le sue "inquadrature" e riduce la distanza tra chi narra e chi osserva, diventando, così, sia selezionatore sia spettatore delle proprie scelte; è un concetto insito nel termine **"Viewers"** (impiegato per designare i fruitori di contenuti immersivi), costituito dall'unione delle parole viewer (spettatore) e user (utente).

1.1.1. Immersività e presenza

Al fine di approfondire la capacità del cinema immersivo di creare esperienze uniche è essenziale introdurre i concetti di immersività e presenza, che

giocano un ruolo chiave nel trasportare lo spettatore verso mondi alternativi, facendolo sentire parte attiva della narrazione.

Immersività è un lemma cardine nel contesto del video immersivo e si definisce come il grado in cui lo spettatore si sente coinvolto e "immerso" in un ambiente virtuale; il fine di quanto detto è un senso di presenza nella persona che può essere più o meno forte in base a una combinazione di stimoli visivi, uditivi e talvolta tattili insiti nella narrazione.

Questo neologismo viene introdotto in alternativa all'aggettivo "immersivo" che deriva dal verbo "immergere"; per quanto il predicato italiano sia in linea con il concetto sopra descritto, il termine in lingua inglese acquista un significato poliedrico e al contempo più preciso. Nel "*Cambridge Dictionary*", alla voce "immersive", si legge che l'aggettivo appartiene al registro di "media, theatre & film" a cui segue la definizione: «[che] sembra circondare il pubblico, l'agente, ecc. in modo che si sentano completamente coinvolti in qualcosa» [2]. Si passa, quindi, da una situazione in cui il soggetto è passivo e subisce l'azione ad una in cui la partecipazione è attiva e gioca un ruolo fondamentale nella fruizione del prodotto.

Nei sistemi di ambienti virtuali è fondamentale l'esperienza dell'utente, la quale si connota come componente critica nella progettazione e nello sviluppo di queste architetture. Lev Manovich¹ sottolinea che «le tradizionali teorie sull'illusione partono dal presupposto che il soggetto agisca esclusivamente da spettatore», mentre «i nuovi media lo trasformano quasi sempre in utente» [3]; l'autore definisce "metarealismo" l'atteggiamento di costante oscillazione tra immersione ed emersione, percezione e azione, credenza e incredulità.

¹ **Lev Manovich**, scrittore statunitense, autore di libri riguardanti la teoria dei nuovi media, docente del Computer Science Program al City University di New York.

Un altro aspetto importante dei video immersivi e della realtà virtuale in generale è la sensazione di presenza nell'ambiente virtuale, che viene spesso considerata come la sensazione di "essere lì" [4]. Negli anni Novanta, la rivista "*Presence: Teleoperators and Virtual Environments*", gestita dal Massachusetts Institute of Technology (MIT), pubblica alcuni articoli dedicati alla presenza virtuale; da quel momento un numero crescente di ricercatori indaga sul concetto, contribuendo così a nuove scoperte che consentono di approfondire la comprensione delle varie cause e della natura di questa sensazione immersiva.

La **presenza** è solitamente definita come la sensazione soggettiva di essere e agire in un ambiente virtuale [5]; bisogna ricordare che non si tratta di una funzione diretta dell'immersione, ma la presenza è mediata da rappresentazioni cognitive costruite sulla base degli stimoli immersivi. Il compito dell'immersione è solo quello di fornire gli impulsi necessari, affinché l'utente costruisca un modello mentale dell'ambiente virtuale e della propria relazione con esso. La conformazione di questo modello cognitivo è ciò che determina se l'utente sperimenta un senso di presenza [5].

Come per l'immersività, ci sono diversi fattori che condizionano la sensazione di presenza dello spettatore: maggiore è il livello di immersione tecnica dell'utente (in termini di fedeltà sensoriale, tempo reale, campo visivo e qualità dell'immagine) maggiore sarà la presenza percepita [6]. Tenendo in considerazione l'ipotesi citata Sheridan² propone quattro diversi fattori [7]:

- 1) Quantità di informazioni che arrivano al partecipante;** questa componente dipende dal numero di distrazioni visive e/o uditive nell'ambiente e dal suo livello di attenzione.

² **Thomas B. Sheridan**, professore americano di ingegneria meccanica e psicologia applicata emerito presso il Massachusetts Institute of Technology; è un pioniere della robotica e della tecnologia di controllo.

- 2) **Posizione e Orientamento dei sensori**; si lega al grado di feedback corrispondente alla tipologia di tracciamento utilizzata.
- 3) **Controllo dei sensori relativamente all'ambiente circostante**; delinea il cambiamento della posizione degli oggetti in risposta a feedback statici e comandi di manipolazione diretta.
- 4) **Immaginazione attiva nel sopprimere l'incredulità**; il fattore più difficile da controllare, basato sul numero di partecipanti abbastanza grande da uniformare le differenze.

Steuer³, contrariamente a Sheridan, pone il focus del discorso sullo spettatore e propone tre diversi fattori legati al concetto di presenza di un soggetto nella realtà virtuale:

- 1) **Vividezza**, ossia «la ricchezza rappresentativa di un ambiente mediato definito dalle sue caratteristiche formali» [8].
- 2) **Interattività**; può essere definita come la gradualità con la quale gli utenti possono variare forma e contenuto di un ambiente virtuale in tempo reale.
- 3) **Influenza**; fattore relativo alle caratteristiche dell'utente, alla quale contribuiscono in modo preponderante le esperienze personali.

Grazie ad uno studio del 2023, che si è avvalso di svariati approcci metodologici e della predominanza di misure soggettive, è stato possibile raggiungere un orientamento più completo e multidisciplinare per identificare i principi che ottimizzano l'esperienza spaziale negli ambienti virtuali [9]; nello specifico sono stati preposti i seguenti obiettivi per raggiungere il risultato finale:

³ **Jonathan Steuer**, pioniere dell'editoria online, ha guidato i team di lancio di una serie di prime e influenti iniziative editoriali online.

- individuare le dimensioni di presenza impiegate sul campo, le metodologie di misurazione, i formati e i supporti tecnologici utilizzati per simulare ambienti virtuali;
- definire le relazioni tra variabili ambientali/attributi spaziali e presenza, oltre che ai legami condizioni tecnologiche/presenza;
- circoscrivere i collegamenti tra caratteristiche dell'utente e senso di presenza.

La fig. 2 illustra la relazione grafica tra tipi di stimoli ambientali, scenari, condizioni tecnologiche e profili utente che influenzano il senso di presenza; la dimensione dei cerchi rappresenta il numero di studi che hanno esaminato ciascuna area [9]. Si evince la necessità di analizzare l'interrelazione della percezione di presenza con le caratteristiche del contesto costruito, poiché queste influenzano direttamente la dimensione della presenza spaziale.



Figura 2 Tipi di stimoli ambientali, scenari e condizioni tecnologiche e dei profili utente che influenzano il senso di presenza

1.1.2. Dalla VR al Cinema Immersivo

Dopo aver appurato la centralità dei concetti di immersività e di presenza il passo successivo è: come si è giunti al cinema immersivo moderno?

Segue un excursus che, partendo dalle immagini fino ai giorni nostri, ha il fine di evidenziare le tappe salienti che consentono di comprendere lo stato dell'arte della Realtà Virtuale e del Cinema Immersivo attuale.

È necessario premettere che lo scopo principale di questa tecnologia è di evadere dalla realtà mediante mezzi visivi; questo è un concetto esistente già prima dell'invenzione dei computer, infatti, **Barker**⁴, con i suoi dipinti panoramici di fine Settecento (fig. 3), cerca di catturare la scena da ogni angolazione possibile. Si tratta di un primo tentativo di creazione di una realtà alternativa che possa immergere completamente lo spettatore [10].



Figura 3 "Panorama of London" Barker

In riferimento alla breve storia della VR moderna è necessario spostarsi negli anni Sessanta del XX secolo quando, nel 1957, Morton Heilig⁵ costruisce una cabina di proiezione chiamata "**Sensorama**" [11], dotata di un display 3D, suono stereo e un sedile vibrante (fig. 4). La macchina produce odori e sensazioni per trasportare l'utente in un mondo virtuale; il coinvolgimento sensoriale completo è ciò che distingue la VR moderna dai tradizionali mezzi artistici visivi.

⁴ **Thomas Barker** (1769 – 1847) pittore britannico di paesaggi e vita rurale.

⁵ **Morton Leonard Heilig** (1926 – 1997) regista, direttore della fotografia, inventore e cameraman statunitense.

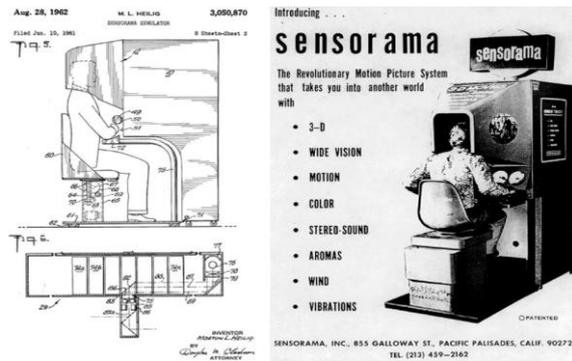


Figura 4 Sensorama, 1957

Inoltre, è bene ricordare che la capacità di stimolare simultaneamente tutti i sensi è una componente fondamentale per rendere lo spettatore attivo nella storia o nel mondo creato.

Le limitazioni tecnologiche impedirono alla VR di decollare come prodotto di consumo negli anni Sessanta, ma il desiderio di creare intrattenimento immersivo riemerge negli anni Ottanta, quando la VPL Research, co-fondata da Tom Zimmerman e Jaron Lanier⁶, lancia il famoso **Data Glove** (fig. 5): un dispositivo di input che cattura i movimenti della mano e delle dita e li trasforma in segnali digitali.



Figura 5 Due tipi di modelli di Data Glove per il tracciamento dei movimenti della mano e delle dita

⁶ **Jaron Lanier**, informatico compositore e saggista statunitense, pioniere della Realtà Virtuale.

Lanier, nel 1987, **conia il termine VR** e lo rende popolare in tutto il mondo; l'autore, in un suo libro del 2017, definisce la realtà virtuale come «la sostituzione dell'interfaccia che mette in comunicazione una persona con un ambiente fisico, con un'interfaccia che la mette in comunicazione con un ambiente simulato» [12].

I tempi, agli inizi degli anni Novanta, non sono ancora maturi per il decollo della Realtà Virtuale: la necessità di una elevatissima capacità di calcolo, unita alla mancanza di interfacce ad alta qualità e di software adeguati alla progettazione, portano verso un calo di interesse considerevole per la VR.

La rinascita di questa tecnologia si raggiunge nel 2011, quando il diciottenne **Palmer Luckey** crea il prototipo grezzo di un visore VR, conosciuto poi come **Oculus Rift** (fig. 6); tre anni più tardi il prodotto viene acquisito da Facebook, dando il via ad un notevole interesse commerciale su larga scala [10].



Figura 6 Oculus Rift e coppia di controller

Nel 2014 Sony, Google, Samsung e più tardi HTC e Valve rilasciano i loro visori VR. La realtà virtuale si configura non come una moda passeggera, bensì una tecnologia in rapido sviluppo, autrice di un mercato emergente e competitivo; questo risultato è stato ottenuto grazie a tre principali fattori [13]:

1. **Miglioramenti delle GPU⁷**; permette di elaborare enormi quantità di dati grafici in tempo reale, garantendo esperienze VR fluide e immersive.
2. **Ampia disponibilità di software**; si tratta di piattaforme di sviluppo come Unity e Unreal Engine che hanno reso più accessibile la creazione di contenuti VR, permettendo agli sviluppatori di progettare facilmente applicazioni e giochi immersivi.
3. **Dispositivi di interazione low cost**; la disponibilità di dispositivi di interazione economici ha abbattuto le barriere d'ingresso per molti utenti; un esempio è rappresentato da Google Cardboard che permette di trasformare il proprio telefono in un visore VR.

Terminato il quadro sull'evoluzione della realtà virtuale fino agli anni più recenti, si esamina come questo si inserisca all'interno del più ampio concetto di **continuum Realtà-Virtualità (RV)**, presentato per la prima volta da Milgram e Kishino nel 1994 [14].



Figura 7 Continuum Realtà-Virtualità (RV)

Prendendo come riferimento la fig. 7 si osserva il Mondo reale, situato al polo di sinistra dello spettro lineare, in cui tutto ciò che è vissuto fa parte della realtà fisica condivisa; al polo opposto si trova, invece, il Mondo virtuale, dove

⁷ **GPU**, Graphics Processing Unit, processore progettato per accelerare la creazione di immagini in un frame buffer, destinato all'output su un dispositivo di visualizzazione.

tutto il contenuto percepito è prodotto artificialmente e potrebbe non avere alcun legame con oggetti o luoghi del mondo reale. Tra gli estremi del continuum RV si trova la gamma degli ambienti di Realtà Mista (MR), nella quale mondi reali e virtuali sono combinati in varie proporzioni e presentati come un unicum; tra questi si denota la Realtà Aumentata (AR), relativa all'aggiunta di elementi virtuali ad ambienti completamente reali, al fine di migliorare l'esperienza visiva, e la Virtualità Aumentata (AV), che comprende l'arricchimento mediante oggetti o immagini reali di ambienti completamente virtuali.

In questo spettro, il Cinema Immersivo (o Cinema VR) viene collocato tra AR e AV e si pone come nuova forma narrativa ed artistica, all'interno della quale si ritrovano tecniche e stilemi della VR, affiancati da ambienti e intenti narrativi prettamente cinematografici. Il coinvolgimento degli spettatori può sembrare maggiormente passivo, poiché, non possono decidere il movimento del proprio corpo ma, spostando lo sguardo, stabiliscono solo la direzione del punto di vista rispetto all'immagine in movimento. In realtà è proprio grazie a questa limitazione che tali prodotti offrono una narratività estremamente ricercata [14].

Nel cinema immersivo, a differenza del cinema tradizionale, lo spettatore ha il controllo del contesto visivo che desidera osservare e al quale preferisce prestare attenzione; tuttavia, anche se non esiste una vera e propria relazione tra campo e controcampo, il regista può creare una serie di elementi di riferimento per mantenere costante l'attenzione dell'osservatore. Nelle opere immersive in cui non si tiene in considerazione questo aspetto veicolante, gli spettatori potrebbero perdere punti importanti della trama, momenti di tensione o altri eventi cruciali, perciò, diventa imprescindibile strutturare la narrazione su tutto lo spazio che circonda l'utente.

1.1.3. Opportunità e vincoli

Il cinema immersivo è ricco di potenzialità ed innumerevoli sfide e, per poterle comprendere al meglio, è opportuno conoscere le caratteristiche specifiche di questa forma narrativa, rilevandone opportunità e vincoli. Di seguito gli aspetti essenziali che è necessario prendere in esame per delineare in modo univoco la recente forma d'arte.

- **Punto di Vista (POV).**

Se nella narrazione scritta (es. romanzi, racconti ecc...) si è generalmente abituati a utilizzare in modo efficace il punto di vista (POV), nel cinema questo aspetto tende a ricevere meno attenzione [10]; tuttavia, nella creazione di contenuti immersivi, il POV assume un'importanza cruciale e può essere suddiviso in due principali categorie:

- 1) Prima persona:** l'utente vede il mondo virtuale attraverso gli occhi del protagonista; il livello di immersione è elevato, in quanto lo spettatore apparentemente vive gli eventi come diretto interessato. Il senso di presenza e il coinvolgimento appaiono cospicui. È necessario porre attenzione alla gestione della narrativa per evitare il disorientamento dell'utente; è un approccio ideale per storie personali dove l'identificazione con il protagonista è un punto cardine.
- 2) Terza persona:** l'utente osserva il protagonista e l'ambiente circostante da una certa distanza; ciò consente una visione della scena più ampia e favorisce le narrazioni che prevedono una comprensione globale delle azioni e delle relazioni tra i personaggi. Rispetto all'approccio analizzato sopra riduce leggermente il senso di immersione. È utilizzabile per narrazioni complesse, ricche di azioni simultanee e personaggi.

Il punto di vista non è solo una scelta stilistica, ma una decisione strategica che può determinare il successo dell'esperienza; per esempio, il POV in prima persona, nella VR, potrebbe rappresentare un problema pratico in quanto il pubblico, guardando dal basso, dovrà vedere l'anatomia del proprio corpo nello spazio virtuale. Si tratta di un processo notevolmente impegnativo sia dal punto di vista di produzione sia da quello di post-produzione; inoltre, anche i movimenti di camera risulterebbero complicati sul versante tecnico e maggiormente su quello narrativo e percettivo.

Tuttavia, progettare film VR in prima persona non è impossibile, basta solo trattare con la giusta attenzione questo problema, poiché la dissonanza tra aspettativa e realtà può essere molto sconcertante, rovinando il senso di presenza [10].

- **Ambientazione e contesto.**

Come visto in precedenza, nella VR lo spazio stesso diventa protagonista della narrazione: gli ambienti virtuali devono essere colmi di dettagli collegati ai pensieri, alle pratiche e alla plausibilità della storia. La ricchezza e la coerenza dell'ambientazione sono estremamente importanti nel cinema VR.

Il contesto è strettamente legato all'ambientazione, ma ha una portata più ampia; può rispondere a domande come: "Qual è il contesto storico del luogo in cui si svolge la storia? Quale quello politico? Quali sono le condizioni sociali?" [10].

- **Montaggio.**

Il montaggio, considerando che il pubblico può scegliere liberamente dove guardare, rappresenta una sfida affascinante che richiede un ripensamento completo delle tecniche tradizionali. Per consentire maggior enfasi sulla continuità spaziale, le transizioni tra le scene devono essere fluide e viene,

dunque, consigliato di fare a meno di tagli bruschi per evitare di disorientare lo spettatore [15].

Oltre a preservare la sospensione dell'incredulità del pubblico, limitare i tagli di montaggio rapidi e minimizzare i movimenti di camera può diventare imprescindibile al fine di ridurre drasticamente la **cybersickness**, fenomeno che si manifesta quando le informazioni visive ricevute dal cervello entrano in conflitto con le sensazioni fisiche percepite.

- **Trama.**

Si fa riferimento alla sequenza di attività e avvenimenti della storia che si osservano direttamente. In questo modello, la narrazione avanza in base alle circostanze immediate e ai risultati di queste attività e di questi avvenimenti; i livelli di comprensione, solitamente, dipendono dalla capacità di cogliere queste relazioni. Nel cinema VR, però, le trame tradizionali sono poco efficaci perché viene meno la certezza di un pubblico attento agli elementi cruciali; serve, perciò, un approccio differente.

Una delle grandi sfide nella realizzazione di film VR è proprio quella di ricercare modi efficaci di distribuzione di elementi utili al pubblico, per ricavare una storia coerente [15]. Inoltre, il riconoscimento nella narrazione aumenta la sensazione di presenza nell'utente: l'impiego di personaggi sullo schermo che si interfacciano direttamente con il pubblico riferiti aumenta i livelli attentivi degli spettatori.

- **Suono.**

Una rappresentazione sonora accurata in un mondo virtuale è fondamentale per raggiungere in modo efficace il doppio obiettivo di presenza e direzione della trama. A questo scopo, nella produzione di opere immersive viene

utilizzato l'**audio Ambisonico**, un formato audio surround che può descrivere completamente qualsiasi campo sonoro tridimensionale [16].

Tradizionalmente, il suono viene rappresentato nello spazio attraverso la ripartizione su un certo numero di canali; questo approccio trasmette l'informazione spaziale del suono attraverso i suoi livelli relativi in ciascun canale; l'audio Ambisonico, invece, utilizza un approccio del tutto differente basato sulla sintesi del campo sonoro: più è grande l'ordine di questo formato, più l'ambiente acustico circostante è approssimato a una sfera. Ad esempio, un audio Ambisonico del primo ordine è composto da quattro canali: uno per l'intensità del suono e gli altri tre per le direzioni spaziali su X, Y e Z.

Le registrazioni dalle diverse capsule del microfono vengono quindi codificate in questo formato e decodificate in modo specifico in base al sistema di riproduzione utilizzato. Solitamente, i video immersivi vengono fruiti singolarmente e ciò comporta che l'audio spazializzato venga rimappato su due canali, tramite una decodifica in binaurale.

In ogni modo, lo spettatore ha un ruolo attivo anche sulla fruizione sonora: le sorgenti sonore emettono un suono che verrà percepito in maniera diversa a seconda della direzione in cui l'utente sta guardando, così come accade nella realtà.

1.2. Video a 360°

Negli ultimi anni, il mondo della produzione e della fruizione di contenuti digitali è stato rivoluzionato dal video a 360° (o video VR), una tecnologia immersiva che offre agli spettatori un'esperienza coinvolgente, in cui possono scegliere liberamente l'angolo di visione in un raggio di 360° attorno alla videocamera. Solitamente, questi video permettono tre gradi di libertà (DoF) di

rotazione sugli assi X, Y e Z ma, a differenza della VR, i video a 360° non consentono di manipolare l'azione registrata, interagendo in modo attivo alla narrazione [17].

Dal punto di vista tecnico, la produzione di video a 360° richiede apparecchiature sofisticate e software avanzati: le videocamere 360° sono spesso dotate di più obiettivi che registrano contemporaneamente diverse angolazioni; per ottenere un video sferico uniforme è necessario lo **stitching**, ovvero il processo di allineamento, calibrazione e fusione delle riprese sferiche catturate simultaneamente dalle lenti della videocamera. I modelli più recenti di videocamere a 360° hanno algoritmi avanzati, questo riduce la necessità di interventi manuali e migliora la qualità finale; tuttavia, prima delle riprese, è opportuno assicurarsi che attori e oggetti siano posizionati almeno a cinquanta centimetri dalla videocamera e fuori dalla linea stitching, in modo da evitare che vengano tagliati parzialmente.

Un altro aspetto tecnico importante è rappresentato dalla **mappatura di proiezione**, poiché il video a 360° viene proiettato su un formato video e mappato tramite diverse modalità. La forma più comune è quella **equirettangolare** che richiama il concetto base del comune planisfero rettangolare (fig. 8): le linee di latitudine diventano le linee orizzontali sul rettangolo, mentre le linee di longitudine quelle verticali. La mappatura di proiezione **cubica** (fig. 8), invece, è il risultato della suddivisione di una sfera in sei parti uguali, ciascuna proiettata su una delle sei facce di un cubo; si tratta di un processo che ha il vantaggio di non distorcere l'immagine e di non contenere pixel ridondanti [18].

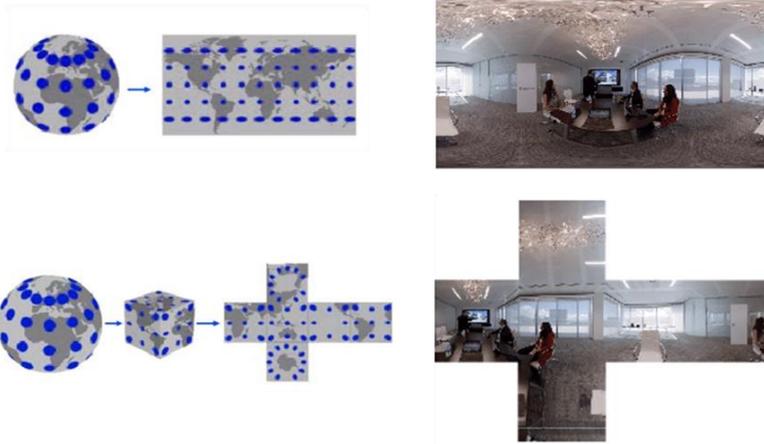


Figura 8 Proiezione equirettangolare (sopra), proiezione cubica (sotto)

1.2.1. La ripresa a 360°

Nella realizzazione delle riprese a 360° è possibile utilizzare sia **videocamere native a 360°** sia **videocamere singole tradizionali** montate su RIG⁸ ad hoc (fig. 9).



Figura 9 Insta 360 X4 (a sinistra) e JUMP, RIG VR con 16 videocamere (a destra)

Le prime sono dotate di almeno due lenti, disposte in modo da coprire tutto lo spazio visibile e sono, generalmente, più economiche; spesso presentano due lenti fisheye, posizionate rispettivamente sul lato anteriore e posteriore, atte

⁸ **RIG**, struttura metallica che consente di allocare in modo stabile e sicuro più videocamere insieme.

a catturare un campo visivo di 180° ciascuna. Le videocamere "standard" non sono state sviluppate appositamente per i video a 360°, motivo per cui, vengono montate su una struttura circolare; il fine è quello di permettere a ciascuna di riprendere una porzione di spazio fino a completare la sfera per intero.

I video a 360°, in relazione ai criteri di realizzazione e visione, si possono classificare in due macrocategorie: **monoscopici** e **stereoscopici**.

I primi, come già suggerito dal prefisso "mono", utilizzano un singolo canale di uscita e mostrano la stessa immagine ad entrambi gli occhi; si tratta del formato maggiormente impiegato per i video a 360°, come dimostrano le numerose clip monoscopiche disponibili su YouTube, Vimeo e Facebook.

I video a 360° stereoscopici, diversamente, incorporano due canali video separati all'interno dello stesso file: uno è dedicato all'occhio destro, l'altro a quello sinistro; ciò permette di catturare il soggetto da angolazioni leggermente diverse per ciascun occhio, sfruttando la distanza fisiologica tra le pupille dell'osservatore. In particolare, la disparità binoculare fornisce agli utenti una migliore percezione della profondità per gli oggetti che si trovano nel proprio campo visivo ravvicinato e a media distanza [18]. Si tratta di un approccio che aggiunge un elevato grado di realismo, migliorando significativamente la percezione qualitativa dell'esperienza visiva da parte degli utenti.

Nel 1992 Ishiguro⁹, per la realizzazione di viste panoramiche stereoscopiche, propone **l'Omni-directional stereo (ODS)**: si tratta di una proiezione multi-prospettica che, spostandosi da raggi tangenziali verso un cerchio di visualizzazione [19], può essere catturata da una fotocamera che si muove lungo un percorso circolare e guarda nella direzione tangenziale. Dunque, dalle due possibili direzioni tangenziali, vengono generati due panorami: sinistro e destro (fig. 10).

⁹ **Hiroshi Ishiguro**, insegnante giapponese e professore presso il Dipartimento di macchine adatte all'Università di Osaka.

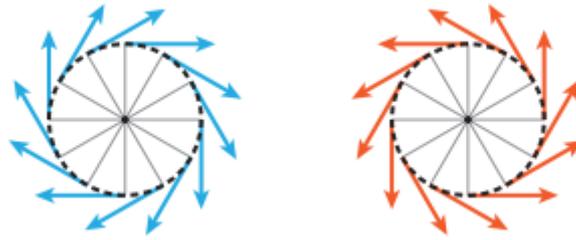


Figura 10 Schemi delle posizioni tangenziali della camera per proiezioni di occhio destro e occhio sinistro

La realizzazione dei video stereoscopici, essendo più complessa rispetto a quella dei monoscopici, richiede attrezzature più costose, proprio come la **Insta360 Titan** (fig. 11): una camera 360° 3D che non solo fornisce una visione stereoscopica, ma supporta anche una risoluzione di registrazione fino a 11K, garantendo immagini estremamente dettagliate e coinvolgenti. Pertanto, la scelta tra i due formati dipende da considerazioni sia creative che tecniche, oltre che dai costi differenti associati alla produzione di ciascuno.



Figura 11 Insta 360 Titan (vista da tre posizioni differenti)

1.2.2. Fruizione

Un video a 360° può avere diverse modalità di fruizione, ciascuna con caratteristiche specifiche che offrono esperienze uniche; le principali sono:

- **Visori VR (HMD)¹⁰**; si tratta di visori VR (fig. 12) come Oculus Rift o Quest, HTC Vive o PlayStation VR, con i quali gli utenti possono immergersi completamente nel video ed esplorare l'ambiente virtuale in modo naturale.



Figura 12 Oculus Quest (sinistra) HTC Vive (destra)

- **Smartphone e Tablet**; l'uso di applicazioni come YouTube o Facebook permette di visualizzare video a 360° direttamente sui dispositivi mobili; l'ambiente virtuale viene esplorato semplicemente ruotando lo schermo o utilizzando il touchscreen (fig. 13).



Figura 13 Fruizione di contenuti immersivi da smartphone e tablet

- **Computer Desktop**; attraverso il mouse o il trackpad, gli utenti possono esplorare questi video avvalendosi di diverse piattaforme streaming; quasi tutti i computer moderni possono riprodurre video a 360° senza la necessità di un hardware aggiuntivo.

¹⁰ **HMD**, sigla di "Head Mounted Display", schermo per la realtà virtuale montato sulla testa dello spettatore attraverso un casco ad hoc.

- **Schermi Panoramici e Sistemi di Proiezione;** questi possono essere utilizzati in mostre, eventi o musei per offrire un'esperienza immersiva ed una visione condivisa ad un vasto pubblico.

1.2.3. **Ambiti applicativi**

Il video VR si presta a diverse tipologie di prodotto, le quali esplorano in modo differente lo spazio navigabile e la narrazione:

- **Giornalismo.**

L'utilizzo del video a 360° nel giornalismo visivo sta diventando sempre più comune; grazie alla vista omnidirezionale, questa tecnologia riesce a mostrare più informazioni rispetto ai video tradizionali. Le sue caratteristiche immersive possono rafforzare il senso di presenza dello spettatore e favorire un maggiore coinvolgimento emotivo con la storia [20].

- **Insegnamento.**

Diversi ricercatori hanno riscontrato una valutazione nettamente positiva dei video a 360° come strumento per l'insegnamento; l'aspetto preponderante è costituito dal divertimento degli studenti durante l'apprendimento [21], oltre che un aumento dell'engagement e della motivazione [17].

- **Documentari.**

Come per il giornalismo immersivo, i documentari a 360° permettono un incremento dell'empatia tra lo spettatore e i protagonisti della storia; in questo modo il senso di presenza aumenta notevolmente e gli ambienti vengono percepiti a livello introspettivo.

- **Video per il patrimonio culturale.**

Questi materiali visivi permettono agli utenti di esplorare virtualmente musei, siti storici e mostre, dando così la possibilità di ammirare posti/oggetti non sempre accessibili a tutti. La narrazione è spesso didattica e può fornire informazioni dettagliate su opere d'arte, manufatti o luoghi storici.

- **Opere cinematografiche.**

Come analizzato in precedenza, questo tipo di prodotti offre una narrazione immersiva più profonda rispetto ai film tradizionali; gli elementi visivi e sonori sono attentamente orchestrati per guidare l'attenzione dell'utente.

1.2.4. Analisi di opere a 360°

Nel presente paragrafo si esaminano nel dettaglio una serie di video a 360°, esplorandone le caratteristiche, i metodi di produzione e l'impatto sull'esperienza degli utenti.

1.2.4.1. VR FREE | Milad Tangshir



Figura 14 Frame da "VR Free"

"VR Free" è un cortometraggio VR diretto da Milad Tangshir e selezionato alla Biennale di Venezia nel 2019, nella sezione "Venice Virtual Reality". L'opera si distingue per l'accurata analisi sulla natura degli spazi di reclusione e offre uno sguardo intenso e attento delle carceri di Torino, una realtà complessa e spesso dimenticata.

Ciò che rende *"VR Free"* ancora più significativo è il modo in cui ci mostra le reazioni dei detenuti di fronte a esperienze immersive; infatti, dopo una prima parte in cui osserviamo la loro routine quotidiana, i carcerati, grazie all'utilizzo dei visori VR, hanno l'opportunità di partecipare virtualmente a situazioni collettive e intime. Questa modalità offre loro un'occasione unica di connessione con il mondo esterno, oltre che un momento di libertà e normalità.

Stefano Sburlati, con il ruolo di VR Cinematographer, si è occupato di tutte le riprese VR e del montaggio, mentre Vito Martinelli ha curato il suono spazializzato.

"VR Free" rappresenta non solo un'opera cinematografica di grande rilevanza artistica e sociale, ma anche un potente strumento per stimolare la riflessione e il dialogo su questioni cruciali legate al sistema carcerario e alla dignità umana [22]; inoltre, il regista pone l'accento sulla realtà virtuale come strumento legato fortemente al concetto di spazio, questo inteso come elemento da superare/rendere accessibile a tutti.

1.2.4.2. -27°C | J. Kounen, Molécule, A. La Burthe



Figura 15 Frame da "-27°C"

"-22.7 ° C" è un'esperienza immersiva ambientata al circolo polare artico e ispirata alle avventure del musicista Molécule, il quale si è ritirato nel villaggio groenlandese di Tiniteqilaaq per cinque settimane di solitudine, con lo scopo di registrare i suoni dell'artico per il suo album omonimo; l'artista considera la musica come uno strumento per vivere la vita attraverso avventure in condizioni estreme.

L'incontro con Jan Kounen¹¹ ha portato alla creazione di un'esperienza VR che immerge l'utente in un viaggio sensoriale e introspettivo attraverso i paesaggi e i suoni del circolo polare; nell'aprile 2018, il direttore della fotografia Hugues Espinasse ha guidato una squadra di tre specialisti in tecniche di ripresa estrema.

In questo viaggio di iniziazione la bellezza aspra di questi posti inesplorati si intreccia con i mondi interiori di Molécule, universi virtuali e sviluppati in 3D da Jan Kounen e Amaury La Burthe. La colonna sonora funge da ponte tra i due

¹¹ **Jan Kounen**, regista, sceneggiatore e produttore cinematografico olandese naturalizzato francese.

mondi e garantisce l'armonia perfetta per una totale immersione nel processo di creazione musicale.

"-22.7 ° C" rappresenta una sintesi innovativa tra tecnologia immersiva, tecnica cinematografica e sperimentazione sonora e musicale, offrendo un'esperienza unica che esplora profondamente la simbiosi tra arte, tecnologia e natura [23].

1.2.4.3. Travelling while black | R. R. Williams



Figura 16 Frame da "Travelling while black"

"*Traveling While Black*" è un'esperienza cinematografica di realtà virtuale del 2019, che immerge lo spettatore nella complessa e lunga storia delle restrizioni di movimento imposte ai neri americani [24]; infatti, gli ambienti mostrati nel cortometraggio sono gli spazi sicuri creati all'interno delle comunità afroamericane. Il documentario, ispirato a *Green Book*¹², è il primo progetto di

¹² **Negro Motorist Green Book**, guida annuale per viaggiatori afroamericani scritta da Victor Hugo Green, prima edizione del 1936.

realtà virtuale del regista vincitore dell'Oscar Roger Ross Williams, realizzato in collaborazione con lo studio Felix and Paul Studios [25].

Nell'opera, il famoso Ben's Chili Bowl¹³ funge da cuore pulsante della comunità nera di Washington D.C., presentandosi come un luogo centrale per i viaggiatori e gli abitanti locali di colore; l'esperienza virtuale cristallizza il concetto di desiderio da parte dei cittadini neri di uno spazio stabile e sicuro che spesso è stato negato [26]. Il compositing e gli effetti visivi vengono utilizzati con lo scopo di creare un'esperienza che invoglia lo spettatore ad esplorare gli ambienti mostrati, trasformando il documentario in un'opera cinematografica unica nel suo genere.

Attraverso la sua potente narrazione, "*Traveling While Black*" mette in luce le esperienze traumatiche e le sfide quotidiane affrontate dalle persone di colore, donando una prospettiva immersiva e coinvolgente che sottolinea la necessità di un cambiamento sociale.

¹³ **Ben's Chili Bowl**, un'iconica istituzione gastronomica situata a Washington D.C., diventata un punto di riferimento nella comunità afroamericana della città.

1.2.4.4. Space Explorers: The ISS Experience | F. Lajeunesse e P. Raphaël



Figura 17 Frame da "Space Explorers: The ISS Experience"

"Space Explorers: The ISS Experience" è un'avvincente serie in realtà virtuale incentrata sulla vita e le missioni degli astronauti a bordo della Stazione Spaziale Internazionale (ISS). Diretta da Félix Lajeunesse e Paul Raphaël e prodotta in collaborazione con Time Studios, la serie trascina lo spettatore direttamente nello spazio, dove vive in prima persona le incredibili esperienze degli astronauti.

L'uso della tecnologia VR favorisce l'immersione nell'ambiente unico dell'ISS, permette all'utente di esplorare ogni angolo della stazione spaziale e prendere parte alle missioni; i protagonisti di "Space Explorers: The ISS Experience" sono otto astronauti che, tra sfide ed esperimenti scientifici, condividono emozioni e riflessioni mentre orbitano intorno alla Terra [27].

La serie offre un importante contributo, in quanto, oltre a mostrare squarci mozzafiato di spazio, permette di cogliere importanti informazioni sull'universo, sulle attività degli astronauti e sulla cooperazione internazionale nella ricerca scientifica.

1.3. Dai 360° ai 180°: L'evoluzione del Cinema Immersivo

I video immersivi a 360°, pur essendo innovati e altamente coinvolgenti, presentano disparate limitazioni che non agevolano la produzione: impiegare un RIG composto da diverse videocamere, pur assicurando un'ottima qualità visiva, risulta frequentemente poco pratico a causa del peso e dell'ingombro dell'attrezzatura.

Per le riprese è indispensabile montare la videocamera su un supporto (es. cavalletto) che verrà inquadrato e dovrà essere rimosso durante la post-produzione; questo dilata il tempo necessario per la fase di montaggio. Inoltre, un'altra criticità rilevante è data dalla mancanza, per le riprese a 360°, di spazi liberi nel campo visivo; non è, dunque, pensabile allestire un set tradizionale.

A fronte di quanto appena detto è opportuno considerare una nuova tipologia di esperienza immersiva che si sta facendo sempre più strada: i **video immersivi a 180°** che, sebbene condividano diverse caratteristiche con i 360°, con le loro peculiarità si prestano a specifici contesti applicativi.

Il formato a 180° offre una **visione semisferica** (cattura metà del campo visivo a 360°); viene creata naturalmente una cornice nera che circonda l'area di ripresa, delineando chiaramente i confini del contenuto visualizzato. Questo tratto conferisce al formato un **carattere ibrido** e lo pone a metà strada tra il formato video tradizionale (campo visivo limitato e diretto) e il formato a 360° (sensazione di immersività e presenza). Il video a 180° eredita alcuni dei benefici dell'immersione tipica del video a 360°, come la sensazione di presenza e di coinvolgimento; il vantaggio è avere una produzione tecnica più libera e immagini di qualità avanzata. Quanto appena detto è spiegato da un'altra caratteristica del

180°: la concentrazione solo su una metà dello spazio visivo che permette maggiore risoluzione e dettaglio, oltre che un potenziamento dell'esperienza visiva.

La peculiarità della realizzazione di riprese a 180° è data dalla possibilità di tenere l'intera troupe fuori dall'inquadratura e di poter assistere alle riprese in tempo reale, proprio come per i prodotti audiovisivi tradizionali. Si tratta di fattori che rivoluzionano il processo di produzione e consentono di creare un **set più strutturato** e organizzato; inoltre, si incrementa la libertà nell'utilizzo di luci e di attrezzature come cavalletti, carrelli e stativi senza preoccuparsi che questi appaiano nell'inquadratura. Rispetto alla visione sferica, il formato 180° permette di raggiungere **un'ottima qualità a livello di illuminazione** e di aspetto visivo della scena: la luce può essere diretta con maggiore precisione verso i soggetti e le aree specifiche della scena che devono essere enfatizzate, consentendo di creare effetti luminosi più dettagliati e controllati.

Forniti i caratteri generali di questa nuova esperienza del cinema immersivo, segue l'analisi di tutto il processo produttivo e degli ambiti applicativi.

2. VR 180°: la nuova frontiera del cinema immersivo

2.1. Immersione parziale

La realtà virtuale sta diventando sempre più popolare e presente nella vita quotidiana, connotandosi come parte significativa del panorama tecnologico e culturale; la qualità delle opere immersive sta crescendo notevolmente e molti festival cinematografici cominciano a riconoscerne l'importanza e il potenziale.

Una delle tecnologie emergenti in questo contesto è la realtà virtuale a 180° o VR 180° che, focalizzandosi principalmente sulla vista frontale, è caratterizzata da una visione semisferica immersiva coinvolgente. Come abbiamo visto in precedenza, mantiene molte delle caratteristiche della VR 360°, sia sul piano narrativo sia su quello tecnico; con essa è possibile anche l'impiego di tecniche cinematografiche tradizionali che agevolano i creatori di contenuti nel passaggio al mondo della VR.

Nel cinema 2D il regista compone l'inquadratura in modo da focalizzare l'attenzione dello spettatore su determinati dettagli o parti dello spazio che viene ripreso. Il direttore della fotografia realizza l'illuminazione allestendo, in modo diegetico o extradiegetico, le fonti di luci; il suono viene ripreso da microfoni posizionati al di fuori dell'inquadratura oppure nascosti opportunamente. L'esperienza dello spettatore, in questo caso, non è così immersiva ma, allo stesso tempo, il cinema 2D permette a tutto il comparto tecnico di dirigere artisticamente, in tempo reale, ogni fotogramma.

Il cinema a 360° ribalta questi tratti, infatti, vengono meno gli elementi di controllo che permettono di dirigere l'attenzione dello spettatore, poiché

quest'ultimo è libero di guardare dove vuole. In verità, nonostante quanto appena detto, l'utente può effettivamente guardare in una sola direzione, dunque, diventa fondamentale progettare l'esperienza pensando all'intero fotogramma. È necessario, inoltre, trovare delle soluzioni per nascondere troupe, luci e microfoni; questo potrebbe portare a ridimensionare il progetto iniziale e, al fine di arginare ostacoli tecnici, a sacrificare luoghi o parti di sceneggiatura.

È in questo scenario che entra in gioco la **VR 180°** che, trovando un equilibrio interessante tra il cinema bidimensionale e il cinema immersivo a 360°, offre un tipo di ripresa che permette di avere una **visione semisferica dello spazio**; ciò consente al comparto tecnico di utilizzare la metà della sfera non inquadrata per allestire il set e nascondere così la troupe e tutta l'attrezzatura necessaria.

Nella VR 180° i registi acquisiscono una maggiore flessibilità dal punto di vista creativo e, consci dello sguardo dello spettatore verso una determinata parte di spazio, possono adottare una direzione specifica dell'azione e della narrazione.

2.1.1. La narrazione e il ruolo dello spettatore

La VR 180° consente di creare un'esperienza narrativa immersiva e controllata che permette allo spettatore di immergersi nella storia e focalizzare l'attenzione su elementi chiave del racconto.

Questa esperienza risulta, dunque, altamente coinvolgente e permette un **legame emotivo più intenso tra lo spettatore e la narrazione**. La possibilità di dirigere l'attenzione dell'utente verso specifici dettagli della scena consente di enfatizzare momenti cruciali della storia, aumentando l'impatto emotivo e la comprensione del pubblico. La visione stereoscopica, invece, permette di

percepire la profondità degli oggetti, soprattutto quelli in primo piano, oltre che le loro distanze relative, contribuendo ad aumentare notevolmente il senso di presenza. La riduzione del campo visivo a 180° offre un'esperienza più naturale e confortevole per l'utente, il quale può concentrarsi solamente sull'azione frontale, senza "l'obbligo" di ruotare la testa per seguire l'azione.

Secondo Matthew Celia¹⁴, la VR 180° può essere definita come "**medium¹⁵ of people**", mentre la VR 360° come "storytelling through place". È, dunque, possibile connotare la VR 180° in una veste più intima e non solo come un'apparente soluzione ai problemi del cinema immersivo a 360°, infatti, la visione emisferica ci porta a diretto contatto con le persone e crea un senso di connessione e interazione più profondo [28].

La VR 180° permette di porre il focus sulle emozioni e sulle espressioni dei personaggi: sentirsi affini ai protagonisti delle storie, sia a livello fisico sia emotivo, incrementa l'empatia e rende l'esperienza più significativa e memorabile. Questo tipo di connessione si verifica anche nei video a 360°, ma è più difficile da raggiungere, poiché l'utente focalizza l'attenzione sullo spazio circostante e potrebbe perdere di vista lo sviluppo dei personaggi e delle loro storie.

Non sempre, però, il pubblico ha lo stesso ruolo nella narrazione a 180°; esistono **tre diverse tipologie di utente** a seconda della parte che ricoprono all'interno del racconto [28]:

- **Passivo.** È lo spettatore che non viene riconosciuto né come tale né come personaggio; per esempio, quando l'utente si trova davanti a paesaggi o luoghi in cui non c'è interazione con le persone riprese.
- **Attivo.** Connota il fruitore che si riconosce come parte integrante della narrazione, al quale viene rivolto lo sguardo e talvolta la parola da parte

¹⁴ **Matthew Celia**, regista e direttore della fotografia presso Light Sail VR.

¹⁵ **Medium**, mezzo di comunicazione.

dei personaggi; si tratta del POV in prima persona e in alcune opere è possibile trovare un avatar, il che può essere straniante in quanto non c'è interazione con il mondo virtuale.

- **Ospite.** Si tratta dell'utente che si riconosce come tale e che riesce a creare una forte connessione con i protagonisti del racconto; solitamente si riscontra in video documentari a 180°, nei quali le persone intervistate, guardando in prossimità della camera, riescono a creare empatia con il pubblico facendolo sentire realmente presente.

A differenza dei video a 360°, bisogna cercare di mantenere l'attenzione dello spettatore sulla vista anteriore e non farlo girare, così da non rompere l'immersione iniziale e ridurre la sensazione di presenza. Ottenere ciò diventa un fattore cruciale: in un'ipotetica scena a 180° ambientata a teatro, durante uno spettacolo, qualcuno dalle retrovie urla più forte di tutti; lo spettatore ha come primo istinto quello di girarsi, poiché ha ricevuto uno stimolo sonoro alle sue spalle; l'azione porterebbe l'utente a sentirsi disorientato e meno coinvolto. Una soluzione efficace potrebbe essere quella di utilizzare un montaggio intelligente, dove il cambio di inquadratura avviene senza che il fruitore debba muoversi, preservando così l'illusione di un ambiente coeso e continuo [28].

2.1.2. Sfide narrative

Il nuovo contesto di VR 180° pullula di disparate e stimolanti sfide, come quelle che coinvolgono il campo visivo umano. Si tratta di un elemento particolarmente complesso che si può sintetizzare mediante due principali visioni:

- **Visione centrale;** mostra l'area al centro del campo visivo e permette il riconoscimento chiaro e dettagliato degli oggetti e dei contorni.

- **Visione periferica;** coinvolge l'area intorno al campo visivo centrale ed è responsabile della raccolta delle informazioni visive periferiche, che portano l'individuo ad essere consapevole dell'ambiente circostante.

Come riportato nella fig. 18, il campo visivo complessivo è di circa 190°, ma la visione centrale ne comprende solamente circa 120° [29]; dunque, le storie che necessitano di una visione attenta e dettagliata degli spazi portano alla diminuzione del coinvolgimento e ad una sensazione di fastidio da parte del fruitore.

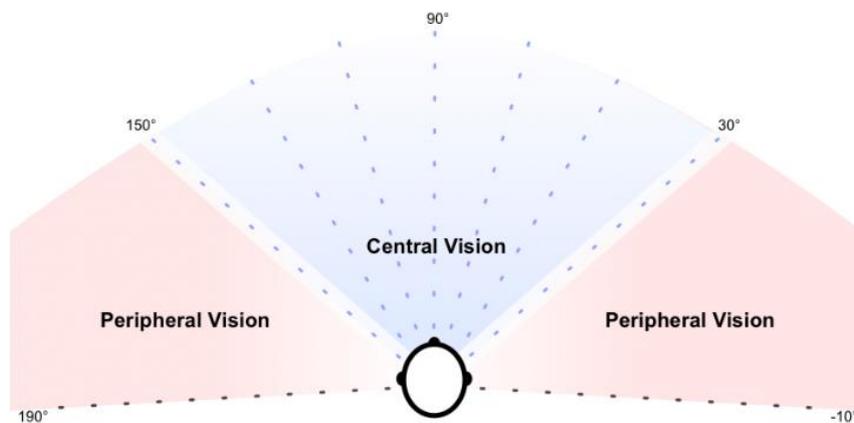


Figura 18 Campo visivo umano

L'utilizzo dei tagli di montaggio e dei cambi di inquadratura nella VR 180°, anche se meno evasivo rispetto alla 360°, potrebbe rendere l'esperienza frammentaria; diventa basilare un cauto e strategico utilizzo di queste tecniche al fine di garantire un adeguato livello di coesione e coinvolgimento nella narrazione.

Ogni taglio, in realtà, dovrebbe nascere con uno scopo narrativo preciso, atto ad agevolare il susseguirsi degli eventi senza interrompere l'immersione dell'utente: evidenziare un dettaglio, direzionare l'attenzione verso un nuovo elemento della storia o creare una transizione fluida tra diverse scene sono nuclei che giustificerebbero perfettamente un cambio di inquadratura.

Inoltre, l'impiego del contorno sfumato nero dell'immagine (fig. 19) serve ad ammorbidire il confine tra questa e le aree non visibili; si crea una barriera artificiale tra pubblico e ambiente virtuale, contribuendo a ridurre la sensazione di immersione.



Figura 19 Contorno nero sfumato [28]

2.1.3. Ambiti applicativi

La VR 180° presenta diverse applicazioni interessanti che traggono profitto dalle caratteristiche peculiari viste finora.

- **Intrattenimento e finzione.**

In questo settore, la VR 180°, con la sua natura ibrida, si pone come narrazione alternativa al cinema 2D e ai video a 360°. Il risultato è costituito da cortometraggi, documentari e altri prodotti seriali che agevolano lo spettatore nel seguire l'azione, mantenendo un senso di presenza sempre elevato.

Nello specifico, i documentari VR 180° stanno rivoluzionando le modalità di narrazione degli eventi e di trasmissione delle emozioni reali da parte dei soggetti intervistati; infatti, lo scopo del prodotto è proprio quello di far emergere l'intera gamma emotiva dell'interlocutore nella maniera meno artefatta possibile. La VR 180° abbatte qualsiasi barriera e consente al pubblico di trovarsi faccia a

faccia con i protagonisti della storia, come se fosse lì in quel momento. In più, rispetto ai video a 360°, questa tecnologia evita qualsiasi distrazione, promuovendo un rapporto diretto e naturale tra le due parti.

- **Educazione e formazione.**

Come per i video a 360°, l'impiego di tecnologie immersive nel campo dell'educazione e della formazione ha portato generalmente a risultati molto positivi nella sfera dell'apprendimento. Si evince una forte efficacia dei video 180° nelle lezioni frontali, in quanto favoriscono una visione immersiva che si avvicina a quella bidimensionale, rendendola nettamente migliore; inoltre, il senso di presenza che si prova durante l'esperienza aumenta il grado di attenzione da parte dello spettatore.

- **Turismo.**

La VR 180° consente di effettuare visite virtuali guidate al fine di promuovere destinazioni turistiche e monumenti; questo tipo di ripresa è molto interessante per realizzare riprese subacquee.

2.1.4. Analisi di opere a 180°

Nel seguente paragrafo il focus del discorso si concentrerà sull'analisi di alcune opere girate in VR 180°, al fine di evidenziare le differenze tra questa tipologia di contenuti e quelli in VR 360°.

2.1.4.1. David Attenborough's Conquest of the Skies | Lewis Ball



Figura 20 Locandina David Attenborough's *Conquest of the Skies*

"*Conquest of the Skies*" è una docuserie VR 180° in tre episodi prodotta da Alchemy Immersive e Meta Quest che consente al pubblico un faccia a faccia con disparate specie animali, al fine di approfondire e analizzare l'evoluzione del volo. Il riferimento è sicuramente l'omonima serie televisiva britannica, dove David Attenborough¹⁶ racconta l'evoluzione di animali come rettili, mammiferi e volatili in relazione al loro bisogno di adattarsi ai cieli [30].

"*Conquest of the Skies*", in questa nuova veste immersiva, propone agli spettatori un'esperienza unica, permettendo loro di avvicinarsi molto a queste creature; in questo modo l'utente riesce a cogliere dettagli impressionanti delle loro caratteristiche anatomiche (es. ali, squame, peli, etc..). Si passa dai rettili volanti, come alcuni dinosauri, agli uccelli e all'evoluzione delle piume.

Dal punto di vista tecnico, sono state effettuate riprese reali in 8K a 60 fps per creare nuove scene che potessero trasportare gli spettatori nei luoghi

¹⁶ **David Attenborough**, divulgatore scientifico e naturalista britannico.

raccontati. In aggiunta a queste, sono stati esaminati per molto tempo e selezionati diversi materiali d'archivio stereoscopici, facendo attenzione a scegliere quelli ottimali per la narrazione.

2.1.4.2. Make a dance video for the Metaverse | K. Cheng



Figura 21 Frame tratto da "Make a dance video for the Metaverse" [31]

K. Cheng in questo video backstage immersivo trasporta lo spettatore nel dietro le quinte del video di danza a 180° girato con l'obiettivo Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye (analizzato in seguito).

Si nota subito l'unione delle riprese backstage 2D con quelle 3D ed emerge tutta la fase di prove e test; grazie al lavoro della regista, lo spettatore ha la possibilità di conoscere questa tecnologia attraverso essa stessa. La direzione della fotografia è affidata a Hugh Hou¹⁷, mentre le coreografie a Hok e Phillip Chbeeb [31].

¹⁷ **Hugh Hou**, noto VR Cinematographer.

La prima operazione effettuata mira a testare le distanze tra videocamera e ballerini; l'obiettivo è quello di ottenere una tridimensionalità ottimale e non fastidiosa. Segue la scelta delle location migliori, con particolare riguardo alla ricerca di transizioni originali per passare da un'inquadratura all'altra. L'ultima parte di test, invece, è dedicata alle coreografie che Cheng cerca di integrare il più possibile con il mezzo a disposizione, in modo da esaltarne le sue peculiarità. Il risultato finale è un video backstage immersivo che si connota come una sorta di guida alla realizzazione di contenuti VR180°.

2.1.4.3. Eli Roth Presents: The Faceless Lady | John W. Ross



Figura 22 Frame tratto da "Eli Roth Presents: The Faceless Lady"

"The Faceless Lady" è un'opera seriale di finzione di genere horror realizzata da Light Sail VR in collaborazione con Eli Roth¹⁸, Meta Quest, Crypt TV e ShinAwil; è stata distribuita in streaming su piattaforme come Meta Quest TV nel 2024 [32].

¹⁸ **Eli Roth**, regista, sceneggiatore, attore, produttore cinematografico e animatore statunitense.

La fonte d'ispirazione è una leggenda folkloristica irlandese, nella quale lo spirito di una dama senza volto del XVII secolo infesta il castello di Kilcolc, teatro di tutte le vicende terrificanti dei protagonisti del racconto.

Attraverso l'utilizzo della tecnologia stereoscopica immersiva a 180°, il regista riesce a intrattenere lo spettatore attraverso un punto di vista unico, che lo coinvolge emotivamente nella vicenda. Questo ridefinisce il genere horror, in quanto il senso di presenza diventa tale da portare il fruitore ad immergersi nelle inquietanti atmosfere della narrazione; in realtà, la vera svolta è costituita dal rapporto spettatore/protagonisti incentrato su un forte legame emotivo, che garantisce un'esperienza senza eguali [33].

2.2. La ripresa a 180°

È noto che le videocamere impiegate per le riprese a 180° riescano, dal punto di vista dell'utente che rimane centrale, a catturare tutto il campo visivo anteriore; per questo tipo di riprese è sufficiente usare una sola camera, riducendo, così, la complessità rispetto ai video a 360° (non è richiesto l'uso di RIG articolati costituiti da più videocamere per catturare l'intera sfera).

Un aspetto cruciale dei video immersivi a 180° è **l'eliminazione del processo di stitching** (vedi cap. 1), poiché nelle camere usate le lenti non ricoprono tutto lo spazio circostante; inoltre, questo tipo di riprese possono essere elaborate più rapidamente, riducendo così tempi di lavorazione e i costi di produzione [28].

Nella fase introduttiva del presente studio, viene evidenziata la capacità di questa tecnologia di permettere alla produzione di nascondere dietro la videocamera tutto quello che non deve essere ripreso; nella fig. 23 vengono mostrate due viste dall'alto di due set: uno con camera 360° e uno con camera

180°. In quest'ultimo bisogna prestare molta attenzione al confine dell'inquadratura, infatti, è consigliato considerare un margine minimo di confine dalla linea dei 180° che passa per la camera.

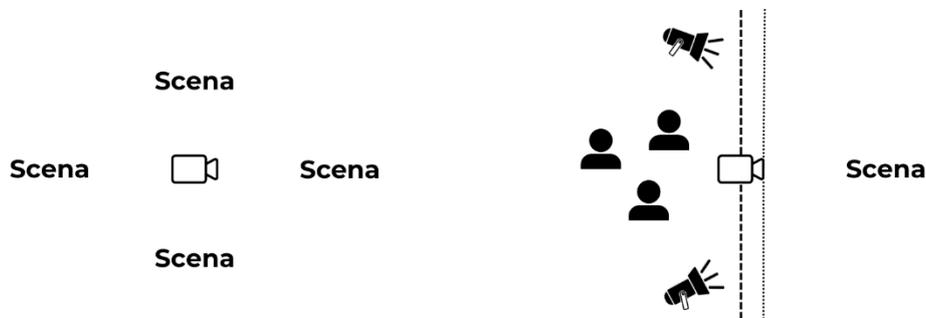


Figura 23 Schema visto dall'alto del set in VR 360° (a sinistra) e in VR 180° (a destra)

2.2.1. Tipologie di videocamere a 180°

È ora il momento di esplorare le caratteristiche tecniche delle videocamere a 180°, i benefici che offrono rispetto alle loro controparti a 360° e le implicazioni pratiche per la produzione di contenuti VR. Si cercherà di fornire una panoramica esaustiva delle migliori proposte sul mercato, con particolare riferimento all'obiettivo Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye e alla videocamera Canon R5C, impiegate durante l'esperienza sul campo.

2.2.1.1. Insta 360 EVO

Questa videocamera è uno dei recenti prodotti di Insta 360, azienda specializzata nella produzione di videocamere e attrezzature per esperienze immersive. Insta 360 EVO (fig. 24) presenta un design innovativo con uno snodo centrale che, semplicemente piegando il dispositivo, permette di passare dalla modalità stereoscopica 3D a 180° a quella di ripresa a 360°; inoltre, è dotata di due lenti grandangolari dedicate ognuna ad uno specifico sensore (quindi presenta due sensori) [34].



Figura 24 Insta 360 EVO

Per migliorare la qualità delle foto e dei video, questa videocamera utilizza la tecnologia HDR sia per le riprese a 180° sia per quelle a 360°; può registrare entrambe le tipologie di ripresa con una risoluzione di 5.7K a 30 fps¹⁹ in diversi formati e scattare foto stereoscopiche da 18 MP [35].

Una delle caratteristiche più significative di questo prodotto è data dalla stabilizzazione delle immagini tramite FlowState Stabilization, che garantisce una visione chiara e stabile. Nella modalità stereoscopica a 180°, la Insta360 EVO utilizza una stabilizzazione avanzata che, insieme al giroscopio a 6 assi, offre prestazioni eccezionali; questo permette di assicurare allo spettatore una visione fluida e confortevole anche quando la ripresa è in movimento, senza provocare nausea e disagio.

Un altro notevole vantaggio per l'utente è la possibilità di fruire dei contenuti registrati in modo immediato: grazie all'ampio grandangolo dei due obiettivi e alla tecnologia avanzata all'interno del dispositivo, non sono necessarie operazioni di stitching in post-produzione; questo abilita una fruizione rapida e senza complicazioni tramite visore VR.

¹⁹ **Fps**, Frame Per Secondo.

2.2.1.2. Z Cam K1 Pro



Figura 25 Z Cam K1 Pro

Z Cam K1 Pro Cinematic VR180 (fig. 25) è una videocamera compatta progettata per catturare video a 180°; utilizza due lenti fisheye e un sensore micro 4/3 dedicato a ciascuna.

Una delle caratteristiche distintive della Z Cam K1 Pro è la sua connettività avanzata, infatti, dispone di una porta Ethernet e wi-fi integrati; questo consente una maggiore flessibilità e facilità d'uso.

Questa videocamera offre la possibilità di realizzare riprese stereoscopiche a 180° ad alta qualità con risoluzioni fino a 6K a 30 fps o 4K a 60fps. Inoltre, Z Cam K1 Pro supporta un microfono stereo esterno e registra l'audio in formato AAC²⁰, garantendo una qualità sonora ottimale [36].

2.2.1.3. Kandao VR Cam



Figura 26 Kandao VR Cam

²⁰ **AAC**, Advanced Audio Coding, formato di compressione audio digitale standard.

La Kandao VR Cam (fig. 26) è una videocamera per realtà virtuale dal vivo che, grazie al software Kandao Stream, è in grado di trasmettere in tempo reale video stereoscopici a 8K a 30 FPS in formato VR 180°.

Kandao Stream corregge la parallasse durante lo streaming live e garantisce un'esperienza visiva stereoscopica confortevole e realistica.

Dotata di due sensori micro 4/3, questa videocamera offre un'ottima risoluzione, restituisce una gamma dinamica ricca di dettagli e disparate illuminazioni. La Kandao VR Cam è in grado di sopprimere efficacemente il rumore in scenari di scarse fonti luminose [37].

2.2.1.4. Calf



Figura 27 Calf

Grazie alle personalizzate lenti fish-eye da 34 mm e ai due sensori CMOS Sony, la videocamera professionale Calf (fig. 27) cattura lo spazio con una profondità realistica e consente agli spettatori di rivivere, con nitidi dettagli, le loro esperienze in maniera immersiva. La distanza tra i centri degli obiettivi corrisponde alla distanza pupillare di 65 mm, questo restituisce una visione del mondo virtuale affine a quella degli occhi umani; inoltre, permette di girare video fino a una risoluzione di 6K [38].

Come per Insta 360, Calf ha realizzato un'applicazione per poter connettere direttamente la videocamera e il visore; gli utenti, così, riescono a fruire rapidamente dei contenuti registrati, senza avvalersi di strumenti intermedi. Per la versatilità e l'immediatezza di utilizzo Calf si denota come un valido prodotto per i non addetti ai lavori.

2.2.1.5. Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye



Figura 28 Obiettivo Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye

L'esperienza in azienda ha permesso di utilizzare, testare e studiare l'obiettivo Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye (fig.28), il quale ha rivoluzionato e semplificato l'intero processo di creazione di contenuti stereoscopici a 180°.

L'obiettivo combina **due lenti fisheye in un solo dispositivo**, con i centri delle lenti posizionati a circa 60 mm di distanza l'uno dall'altro (distanza media tra le pupille umane) e produce, così, un'esperienza di visione stereoscopica naturale. Si tratta di un obiettivo innovativo, in quanto, proietta le immagini stereoscopiche del lato sinistro e destro su un singolo sensore d'immagine; presenta un normale innesto²¹ RF e quindi può essere montato tranquillamente su una camera compatibile, munita di sensore full frame e con possibilità di

²¹ **Innesto**, elemento di connessione tra il corpo della fotocamera e l'obiettivo.

acquisizione dell'immagine a una risoluzione di 8K (es. Canon R5 o Canon R5C) [39].

Rispetto alle alternative analizzate precedentemente, questa tecnologia offre numerosi vantaggi in tutte le fasi di produzione di video a 180°. La vera forza della lente dual fisheye è senza dubbio la **versatilità**; in passato l'unico modo per realizzare riprese di questo tipo prevedeva l'impiego di una videocamera specifica o RIG complessi formati da più videocamere. Ciascuna di queste proposte presenta dei limiti considerevoli:

- L'utilizzo di una camera VR dedicata limita le possibilità creative, "obbligando" il videomaker/regista ad avere un'alternativa per realizzare contenuti 2D.
- Costruire RIG con più videocamere può risultare complicato da realizzare e da maneggiare; inoltre, l'impiego è affidato prettamente a professionisti VR.

Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye, dunque, favorisce un approccio semplice alla realtà virtuale da parte di videomaker o fotografi, senza il bisogno di ricorrere all'acquisto di ulteriori camere.

Per ottenere un obiettivo ad alte prestazioni e mantenere una distanza così breve tra le due lenti, sono state pensate e adottate diverse soluzioni innovative che lo rendono unico nel suo genere [40].

Grazie al **sistema ottico** viene impiegato un prisma atto a deviare la direzione della luce; questa viene "piegata" in modo da coprire l'ampio angolo di vista, riuscendo a mantenere la struttura compatta e leggera.

Il **diaframma elettronico a iride**, invece, controlla in maniera ottimale l'apertura dell'obiettivo; questo diventa un passaggio sostanziale per controllare la quantità di luce che entra nelle lenti e arriva al sensore.

Il **meccanismo di regolazione ottica** viene utilizzato per ottenere prestazioni ottiche eccellenti; grazie a questa soluzione si riesce facilmente a regolare l'allineamento delle lenti. Questo è un aspetto davvero importante, poiché le criticità legate al funzionamento del meccanismo riguardano problemi stereoscopici (fig. 29).

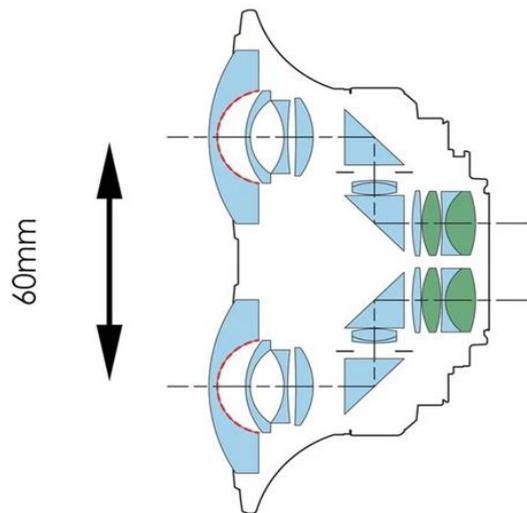


Figura 29 Sezione orizzontale semplificata di Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye

Durante le riprese del cortometraggio caso studio della presente tesi, *"Sweet End Of The World!"*, sono stati rilevati, mediante diversa messa a fuoco di una lente rispetto all'altra, problemi di allineamento e posizionamento; grazie alla **regolazione ottica**, la criticità è stata risolta in breve tempo ed è stato possibile proseguire con le riprese.

È frequente che gli obiettivi vengano adoperati in condizioni ambientali non adatte, dove è possibile incorrere in **polvere e umidità**; questo denota l'impiego di materiali e guarnizioni protettive nella progettazione degli obiettivi. Il fine è ottenere prodotti affidabili e performanti, con prestazioni persistenti nel tempo e indipendenti da fattori esterni [40].

Analizziamo ora altri due componenti essenziali per la realizzazione di riprese a 180° con l'Obiettivo Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye.

- **Corpo macchina.**



Figura 30 Canon R5 C

Come già detto, l'obiettivo Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye è **compatibile con videocamere che hanno un innesto RF** (fig. 30); è un particolare attacco che offre numerosi vantaggi in termini di qualità dell'immagine e prestazioni all'avanguardia.

Due delle innovative funzioni introdotte riguardano la **stabilizzazione elettronica** dell'immagine e la **messa a fuoco automatica**; la prima viene effettuata su cinque assi: rotazione sull'asse verticale, orizzontale, longitudinale (Yaw, Pitch e Roll) e sul movimento laterale e verticale. Questo tipo di stabilizzazione risulta molto efficace in caso di piccole vibrazioni e/o movimenti involontari. La messa a fuoco automatica, invece, consente di tenere a fuoco uno o più soggetti inquadrati, agevolando i movimenti di camera da parte dell'operatore di riprese [41].

- **Braccio di estensione.**

L'effettivo campo visivo di Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye è di 190°, quindi bisogna fare ancora più attenzione a non inquadrare oggetti o persone che non fanno parte della narrazione. Per risolvere questo problema, può essere molto utile un braccio di estensione, alle cui estremità si andranno a collocare la videocamera da una parte e, dall'altra, una piastra montata a un cavalletto o a un

qualsiasi supporto. Questo permette una gestione più confortevole della troupe e delle attrezzature nascoste dietro la videocamera.

2.2.2. Illuminazione del set

È opportuno studiare bene la posizione delle fonti luminose, diegetiche ed extra diegetiche, per illuminare un set che prevede l'impiego di una videocamera

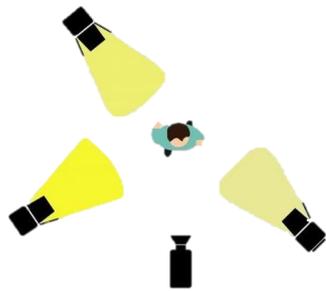


Figura 31 Illuminazione a tre punti

a 180°. Rispetto alle riprese immersive a 360°, se si considera tutta l'area a disposizione dietro la camera, si ha molta più libertà di manovra; quindi, come per il cinema tradizionale, si può modellare l'illuminazione per creare effetti di luce che risaltano o condizionano punti focali della narrazione.

Purtroppo, non sempre è sufficiente lo spazio fuori dall'inquadratura, poiché l'illuminazione che ne deriva è principalmente frontale, ovvero non adopera dei controluce.

Una delle regole standard per illuminare una scena nel cinema bidimensionale è quella di utilizzare **tre punti luce** [42]: in primis si ha la fonte luminosa principale, che viene posizionata con un angolo di circa 45° rispetto al soggetto e leggermente sopra l'altezza degli occhi; il secondo è destinato alla luce di riempimento, che è solitamente in posizione speculare alla principale e serve per riempire le ombre che si formano a causa di quest'ultima; l'ultima fonte luminosa è il controluce che dona profondità e dimensione all'immagine, staccando il soggetto dallo sfondo (fig. 31).

Nella VR 180°, per delineare le caratteristiche appena menzionate, è possibile adottare alcune soluzioni che sfruttano l'illuminazione all'interno dell'inquadratura, come l'impiego di **fonti di luce diegetiche naturali e artificiali poste dietro i soggetti ripresi** (tecnica usata anche nella VR 360°); le fonti luminose vengono dichiarate allo spettatore che le percepisce come parte integrante della narrazione.



Figura 32 Illuminazione con fonte di luce visibile (senza clean plate) [28]

Un'altra soluzione può essere quella di avvalersi di un **clean plate** [28]: nelle scene in cui non si fa uso di alcun movimento di camera, può essere vantaggioso registrare la scena con le fonti di luce inquadrare per poi, una volta terminata la ripresa, rimuoverle e riprendere senza di esse. In fase di compositing, questa ripresa aggiuntiva permette di ottenere l'illuminazione corretta del soggetto senza vedere in campo le luci stesse (fig. 32-33).

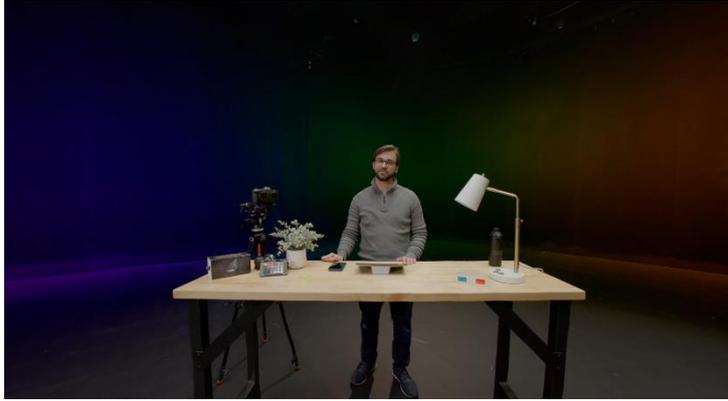


Figura 33 Illuminazione con clean plate [28]

Un altro fattore da considerare concerne le ombre che si possono formare per l'attrezzatura (es. cavalletto) o la presenza della troupe dietro la videocamera; questo problema tende ad incrementarsi in occasione di riprese in esterna con luce naturale.

2.3. Dalle riprese a 180° al prodotto finale

Una volta acquisite le riprese in formato VR 180° si procede verso la fase di post-produzione; prima di questa, però, è necessario adattare le immagini stereoscopiche in un formato compatibile con i software di montaggio e color correction. Questo flusso di lavoro è stato notevolmente agevolato dal sistema **EOS VR di Canon**.

2.3.1. Conversione equirettangolare

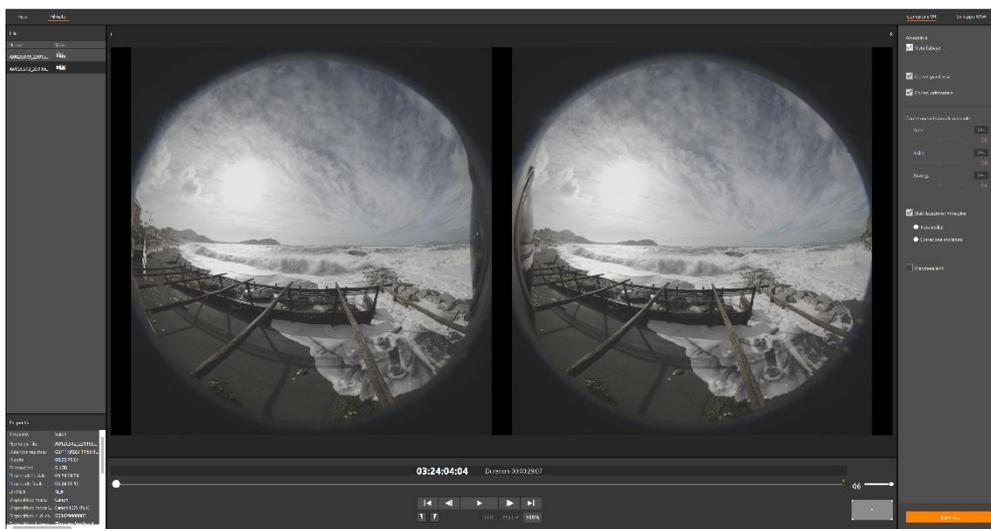


Figura 34 Spazio di lavoro di EOS VR Utility, immagini fisheye circolari

L'immagine che viene prodotta dalla camera ha una risoluzione di 8K, 4K per l'occhio destro e 4K per quello sinistro, in rapporto 2:1. È opportuno precisare che le riprese stereoscopiche, generate da Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye, presentano una peculiarità: a causa dell'effetto di diffrazione interna delle lenti, l'immagine acquisita dall'obiettivo destro si proietta sulla parte sinistra del sensore e la medesima operazione si verifica anche sull'altra lente.

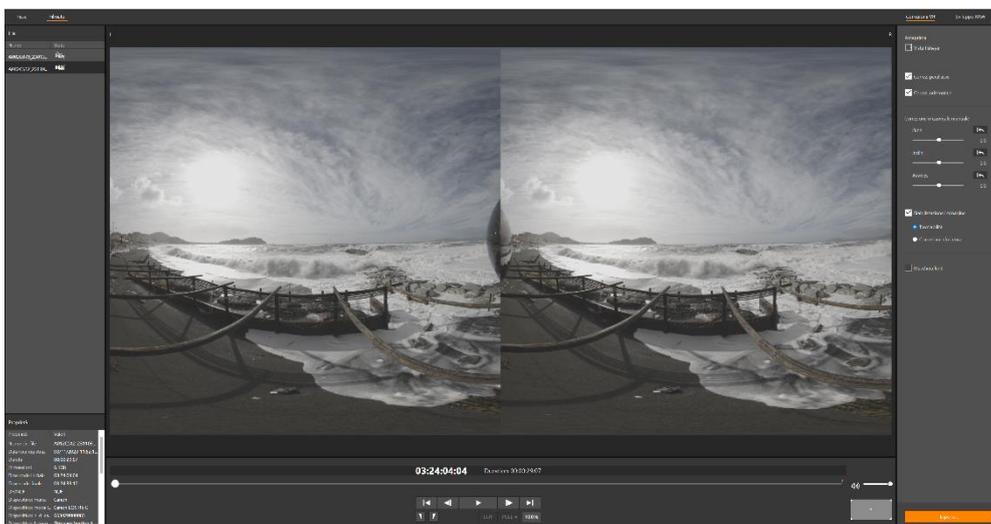


Figura 35 Spazio di lavoro di EOS VR Utility immagini affiancate in formato equirettangolare

Qui entra in gioco **EOS VR Utility** che rimappa le immagini fisheye circolari (fig.34) in due immagini affiancate in formato equirettangolare (fig.35); successivamente la parte destra e la parte sinistra vengono invertite [43].

Nell'interfaccia del software sono presenti dei parametri di controllo (fig.36) utili ad effettuare una regolazione di base preliminare (es. bilanciamento del bianco, ISO, luminosità, spazio di colore e gamma); inoltre, i file video possono essere esportati in varie risoluzioni e codec professionali, come i file DPX e ProRes.

Si può raggiungere lo stesso risultato utilizzando una strada alternativa: è possibile, infatti, adoperare solo il plug-in EOS VR di Canon per Adobe Premiere Pro per accorpare tutto il processo di conversione in una sola fase; in automatico, l'immagine dual fisheye originale viene convertita e importata direttamente nella finestra multimediale di Premiere.

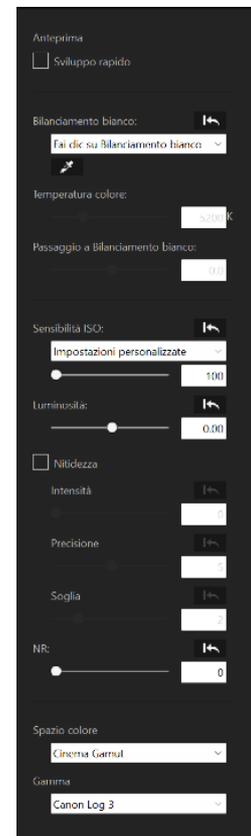


Figura 36 Parametri di controllo di EOS VR Utility

2.3.2. Post-produzione

In questa fase prendono vita tutte le operazioni effettuate alle riprese originali, queste convertite in formato equirettangolare.

In prima battuta si trova il **montaggio**, il processo creativo che determina e scandisce il ritmo dell'opera; con particolare riferimento ai lavori immersivi a 180°, il montaggio guida lo spettatore nella narrazione e lo supporta nel reperimento di tutti i principali dettagli.

Segue la fase di **color correction**, simile a quella dei video 2D, e il processo di **compositing** VR. In quest'ultimo è possibile constatare, anche se ereditati dalla VR360°, i principali cambiamenti legati alla gestione delle scritte, dei titoli di testa e di coda; in adobe Premiere Pro, per inserire correttamente gli elementi in questione occorre applicare l'effetto "VR Plane to Sphere", in modo da spazializzarli coerentemente alla visione su visore.

3. Sweet End of the World!

L'oggetto del presente elaborato è *"Sweet End of the World!"* un documentario immersivo che indaga tematiche come il rapporto uomo/cibo; la peculiarità di questo progetto è rappresentata dalla creazione di due riprese a 180° stereoscopiche in modo da ottenere un video a 360° stereoscopico.

Le successive sezioni si prefissano di amplificare e dettagliare le singole parti della realizzazione del cortometraggio, al fine di fornire una visione di insieme omogenea e completa, senza tralasciare eventuali criticità.

3.1. L'idea

"Sweet End of the World!" nasce dalla richiesta di sviluppare un progetto legato alla sostenibilità alimentare, sfruttando le tecnologie di realtà virtuale. A partire da questa grande macro-tematica, il focus si pone sul rapporto tra la produzione, la consumazione di cibo e il cambiamento climatico, al fine di delineare le conseguenze dei primi due su quest'ultimo; si tratta di una proposta non presente tra quelle di OnFoods²², network all'interno del quale viene sviluppato il progetto.

Quanto appena detto, inoltre, incontra una vicenda personale del regista che riferisce essere «quella di ritrovar[si] ad essere padre e [di come], riflettendo sull'antropizzazione quale principale causa del cambiamento climatico, fare un figlio ponga in qualche modo [...] alcune questioni, tra le quali la declinazione ad

²² **OnFoods**, una partnership estesa ad università, enti di ricerca e aziende che coordina e amplifica l'attività di diverse organizzazioni pubbliche, nell'ambito dell'innovazione sostenibile dei sistemi alimentari.

inserirsi e cambiare il paradigma della nostra vita, a fronte del fatto che [...] possiamo cambiare le nostre scelte per avere un impatto il meno possibile devastante sul nostro pianeta» [44].

"Sweet End of the World!" è, quindi, un documentario dove una madre, nel momento dell'allattamento, si fa portavoce di un racconto mitologico di un'epoca passata, nella quale le scelte alimentari umane avvengono con estrema leggerezza. Si tratta di un concetto rintracciabile nelle prime parole del voice over (presente in tutta la narrazione) che richiamano l'Età dell'Oro in *"Le opere e i giorni"* di Esiodo. Nel cortometraggio la contemporaneità che si vuole raccontare richiama caratteri apocalittici, sottolineandone l'irreversibilità; un evento chiave che la rappresenta, mostrato nell'opera, è lo scioglimento dei ghiacciai. Inoltre, mediante figure metaforiche e stilemi della narrazione mitologica, vengono messe in scena alcune delle cause di questa situazione.

Infine, è possibile evidenziare riferimenti contenutistici e visivi, espliciti e no, dei quali segue un elenco:

- Torre di Babele (costruzione di gradoni di plastica che gli dèi interpretano come tentativo da parte dell'uomo di sostituirsi a loro).
- Il concetto greco di *hybris* (gesto di arroganza che l'uomo commette di sostituirsi agli dèi).
- Struttura narrativa di Vogler (es. *"Il viaggio dell'eroe"*).
- *"Le due madri"* di Segantini (fig.37).
- Opere di Esther Sarto (fig.40).

Per gli ultimi due punti è necessario precisare non si tratta di chiare ricostruzioni, ma hanno prettamente funzione di reference.



Figura 37 *Le due madri, Segantini*



Figura 40 *Butchershop Bliss, E. Sarto*



Figura 39 *Frame da "Sweet End of the World!", scena del parto*



Figura 38 *Frame da "Sweet End of the World!", scena macelleria*

3.2. Gli “attori” coinvolti

“*Sweet End of the World!*” ha avuto una durata di circa undici mesi, questo naturalmente ha previsto l’impiego di numerosi “attori” che, in luoghi e tempi differenti, hanno fornito un contributo essenziale alla realizzazione del progetto. Si procede all’analisi di ciascuno di essi, per rilevarne il ruolo e la responsabilità.

- **Il regista e Officine Creative.**

Il regista di “*Sweet End of the World!*” è Stefano Conca Bonizzoni, filmmaker e documentarista che negli ultimi anni ha lavorato a diverse produzioni di rilievo. Dopo un primo periodo da operatore presso Sky Italia, oltre che regista di documentari e installazioni in importanti musei di Milano, Conca si dedica in modo considerevole ai contenuti immersivi al fine di «sperimentare una nuova tecnologia all’interno di un linguaggio e di una forma che è quella del documentario». [44]

Canon Italia, in occasione del lancio dell’obiettivo Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye, contatta Bonizzoni per testarlo in anteprima e rivelarne tutte le potenzialità utili al documentario VR.

Officine Creative²³, recentemente, riconosce nel regista un’importante risorsa per la realizzazione di un progetto immersivo che pone l’accento sulla sostenibilità alimentare; dunque, il laboratorio si configura come il maggiore finanziatore di “*Sweet End of the World!*”.

- **Motion Pixel.**

Motion Pixel (azienda sede di tirocinio) si connota come piccola realtà torinese che si occupa della produzione di contenuti audiovisivi per aziende, enti

²³ **Officine Creative**, laboratorio di produzione per le arti visive e performative del Dipartimento di Studi Umanistici dell’Università di Pavia; il centro, oltre a occuparsi di prodotti audiovisivi tradizionali, produzioni teatrali e podcast, si dedica a produzioni in realtà virtuale.

pubblici e cooperative; da diversi anni si è specializzata nella realizzazione di video immersivi a 360° e 180°, facendone il proprio punto di forza. Il titolare, Stefano Sburlati, ha lavorato a diverse opere di spicco nel panorama italiano del cinema immersivo, realizzando, per esempio, le riprese e la fotografia a 360° di *“VR Free”* (vedi cap. 1). Motion Pixel, oltre a finanziare parzialmente il progetto di Conca, contribuisce attivamente a tutta la produzione.

Il periodo di tesi ha inizio a progetto già avviato, infatti, erano già state effettuate diverse riprese, tra cui quelle in Liguria, sul ghiacciaio e durante la *“Batailles de reines”*; l’obiettivo del lavoro è apprendere e testare il funzionamento della tecnologia immersiva 180°. L’attività svolta durante le riprese da parte del sottoscritto si è focalizzata sull’assistenza alla gestione della camera, contribuendo ad allestire il set e a posizionare l’attrezzatura necessaria. Nella fase di post-produzione, invece, è stato possibile partecipare attivamente alla ricerca e alla concretizzazione del passaggio da 180° a 360°; successivamente si è giunti alle fasi di color correction, compositing VR e delivery, in cui si sono rivelati necessari diversi tentativi prima di ottenere i risultati preposti.

- **Altre figure rilevanti.**

Contribuiscono attivamente al progetto Valentina Noya e la sua casa di produzione cinematografica Notte Americana Film Production. Noya ha svolto il ruolo di produttrice, partecipando anche alla fase organizzativa durante la lavorazione.

Un ruolo fondamentale è giocato da Francesco Dragone (regista, cameraman, montatore e produttore freelance) che si è occupato principalmente dell’organizzazione generale e dei contatti con le varie location; inoltre, ha prestato supporto in fase di ripresa nelle scene ambientate in Liguria, ad Aosta e a Massa Lombarda.

Officine Creative si appoggia a Motion Pixel per aderire al bando regionale della Film Commission Torino Piemonte (FCTP), al fine di raggiungere un budget considerevole per una produzione VR. Per l'occasione viene presentata una prima versione della sceneggiatura a giugno 2023.

3.3. Pre-produzione

Gli strumenti impiegati in fase di ripresa e post-produzione si configurano principalmente come mezzi di pre-visualizzazione e sono utili ad avere un'idea indicativa del risultato finale.

3.3.1. I test

La resa visiva ottimale è data dai test in studio a livello di hardware e software; di seguito le fasi che li contrassegnano:

- **Monitorare il fuoco** mediante uno schermo ampio ha permesso un corretto allineamento delle lenti dell'obiettivo Dual Fisheye.
- Sono state eseguite diverse prove al fine di verificare la possibile realizzazione di un **resizing** della ripresa stereoscopica a 180° (sia di ingrandimento sia di riduzione). Nel caso della scena relativa allo spazio posteriore, si è constatato che il risultato migliore è ottenuto applicando un **downscaling** del 75% della ripresa originale; senza ciò, il soggetto inquadrato risulterebbe troppo vicino allo spettatore, influenzando negativamente la visione binoculare. È importante sottolineare che questo procedimento deve essere attuato separatamente ad entrambe le immagini (occhio destro e occhio sinistro) poiché altrimenti la stereoscopia della ripresa apparirebbe errata.

- Allestimento di un set atto a simulare l'effetto di un oggetto illuminato avvolto completamente dal nero intorno; si impiegano tre teli neri disposti a semicerchio come sfondo: in primo piano si posiziona una piantina sopra una sedia, coperta da un ulteriore telo nero; infine viene girata qualche breve clip incentrata sulla caduta di una pallina da ping-pong su delle foglie e, in seguito, qualche goccia d'acqua. Questo esperimento consente di accrescere la preparazione per la fase di post-produzione.

Inoltre, sono stati eseguiti svariati test per ottimizzare il passaggio da ripresa a 180° al formato finale a 360°; per ciascuna prova è stata verificata la resa visiva su visore.

3.4. Produzione

La fase di riprese è durata circa undici mesi, da giugno 2023 ad aprile 2024; si tratta di un lasso di tempo molto lungo considerando che *"Sweet End of the World!"* è un cortometraggio con assenza di attori parlanti. Quanto appena detto è spiegato dalle **difficoltà temporali** incontrate che, inevitabilmente, hanno condizionato il fattore di produttività: è stato impossibile delineare con precisione le attività di ripresa, dato che vengono inquadrati eventi difficili da prevedere; le **location** presenti sono **numerose** e collocate in luoghi non sempre vicini tra loro; diverse riprese sono state condizionate dalla cadenza precisa durante l'anno di alcune manifestazioni; una parte del lavoro iniziale è stata sostituita in seconda battuta a causa di alcune **difficoltà organizzative** da parte della produzione.

Segue un excursus che dall'analisi delle attrezzature si sposta ai luoghi coinvolti e all'evoluzione delle riprese, senza tralasciare le criticità incontrate.

3.4.1. Le attrezzature

Per la realizzazione delle riprese sono state impiegate diverse attrezzature professionali: la maggior parte sono di proprietà di Motion Pixel, alcune sono state prese in prestito dal laboratorio audiovisivo dell'università di Pavia, invece, altre sono state noleggiate da Ouvert Cinerental. Di seguito vengono analizzati nel dettaglio gli strumenti utilizzati, ad eccezione di quelli già esaurientemente esaminati nel capitolo precedente.

- **Videocamere.**

Per produrre le riprese immersive a 180° sono state adoperate due Canon EOS R5 C insieme a due obiettivi Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye, affinché la linea di esecuzione potesse procedere in **parallelo** a seconda delle diverse complicazioni causate dalle location. Questo ha incrementato le risorse della produzione, favorendo maggiore **versatilità** e potendo prevenire, così, possibili complicazioni.

- **Treppiede Cartoni.**



Figura 41 Treppiede Cartoni 100mm con testa fluida

Il treppiede Cartoni (fig.41) ha svolto un ruolo fondamentale per la riuscita delle riprese; dotato di un sistema di smorzamento e controbilanciamento dinamico, questo cavalletto ha permesso di ottenere **inquadrature fisse**

stabilizzate e movimenti di rotazione di camera fluide (pan e tilt). Come già anticipato, è stato necessario applicare alla piastra del cavalletto un braccio di estensione, per consentire alla camera di escludere dall'inquadratura tutto ciò di indesiderato. Di conseguenza, lo spostamento del baricentro del sistema cavalletto + videocamera ha causato una situazione di precaria stabilità; per risolvere il problema è stato applicato un contrappeso, come una sandbag, per bilanciare le forze in gioco.

- **Slider (carrello).**

Per conferire **movimenti fluidi** alle inquadrature in modo da suggerire maggiore dinamicità nelle scene è stato utilizzato uno slider con testa fluida incorporata. Questo strumento è stato utilizzato in diverse location, principalmente in quelle che hanno consentito maggiori tempi di allestimento del set. Anche nel presente caso è stato necessario l'utilizzo del braccio di estensione.

- **Video assist.**



Figura 42 Monitor Blackmagic Video Assist 7"

È stato impiegato un Monitor Blackmagic Video Assist 7" (fig.42) al fine di visionare nel dettaglio le riprese, cercando di fare attenzione alla **messa a fuoco** e a tutta la porzione di spazio inquadrata. Questo monitor si rivelato essenziale nelle scene recitate e in quelle in cui sono stati aggiunti le grafiche e gli effetti visivi.

- **Microfoni e registratore.**



Figura 43 Zoom H3

Nell'intero cortometraggio non sono presenti attori parlanti e, quindi, non è stato necessario l'impiego di microfoni lavalier; in tutte le scene è stato adoperato un registratore Zoom H3 (fig.43), posizionato dietro la videocamera e fissato al braccio di estensione, per l'acquisizione dell'audio spazializzato.

- **Luci.**

La principale fonte d'illuminazione artificiale del cortometraggio è stata ottenuta da pannelli led dotati di bandiere pieghevoli che permettono di direzionare la luce. Queste fonti luminose sono risultate molto efficaci per definire i **contorni** degli oggetti e delle persone inquadrati, favorendo maggiore profondità e tridimensionalità (es. scena ambientata in cucina).



Figura 44 Nanlite PavoTube

Altre luci sono state impiegate per illuminare l'ambiente destinato al laboratorio di carni sintetiche: si tratta di cinque Nanlite PavoTube (fig.44), luci led dimmerabili, RGB e dotate di diversi effetti scenografici, controllabili attraverso

l'app NANLINK. Grazie a questi strumenti è stato possibile conferire alla location un aspetto particolare, che richiama i laboratori futuristici.

3.4.2. Location e riprese

Di seguito sono riportate tutte le location presenti in *"Sweet End of the World!"*. Il criterio impiegato è quello di presentarle seguendo l'ordine cronologico di quando sono avvenute le riprese. Si tratta di luoghi molto disparati, infatti, si passa da ambientazioni esterne ad altre interne; lo spettatore viene a contatto con realtà naturali e antropiche, tutte con elementi che rievocano i quadri fonte di ispirazione del regista Conca. Per ciascun ambiente vengono fornite una breve descrizione e le attività di ripresa conseguite.

- **Ghiacciaio.**

La location scelta è il ghiacciaio del Rodano, in Svizzera, che è ricoperto da teli geotermici per evitarne lo scioglimento; se si pensa al ghiacciaio dello Stelvio, quello che emerge è sicuramente una diversa gestione dei teli: infatti, il ghiacciaio del Rodano resta coperto durante tutto l'anno, mentre il secondo menzionato in inverno non presenta copertura, così da favorirne lo sviluppo. In *"Sweet End of the World!"* lo scopo delle riprese è mettere in luce lo stato di **degrado del luogo** filmato, l'infantilità e la puerilità dell'intervento umano per cercare di tutelare la natura.

- **Azienda vinicola.**

Il secondo luogo di riprese è situato nei pressi delle Cinque Terre, in provincia di La Spezia. Vengono ripresi i momenti di vendemmia all'interno di un'azienda vinicola con vigne a terrazzamento sulla scogliera ligure. L'intento è proprio quello di dimostrare come l'antropizzazione avvenga in **completa armonia con l'ambiente**, rispettandolo nella sua integrità. Quanto detto entra in

contrasto con la gestione del ghiacciaio sopracitata, mettendo in risalto la diversa azione umana.

Purtroppo, gli spazi limitati hanno fatto sì che alcuni elementi ripresi fossero molto ravvicinati alla camera a sfavore della stereoscopia delle lenti.

- **Batailles de reines.**

La troupe si trova in Val d'Aosta, precisamente all'Arena Croix Noire loc. Grand Chemin di Aosta, dove ha luogo la "Batailles de reines" [45], una competizione tra mucche gravide avente lo scopo di eleggere la "reina di corne".

Le riprese sono eseguite durante tutta la giornata, partendo dal pre-gara che prevede la pesatura, la compilazione della cartolina (una sorta di iscrizione) e la scrittura del numero di partecipazione sul fianco della bovina. Il cinematographer VR, Stefano Sbrulati, sull'esperienza riferisce: «Nel corso dei combattimenti ci siamo posizionati all'interno dell'arena per poter filmare gli scontri il più vicino possibile» [46].



Figura 45 Frame da "Sweet End of the World!", scena "Batailles de reines" (scontro nell'arena)

- **Stalla.**

La location che viene presentata rimane ancora in Valle d'Aosta, precisamente nei pressi di Nus; si tratta di un'azienda biologica che produce fontina e alleva solo esemplari femminili. L'oggetto delle riprese è la nascita di un vitello, evento che non è possibile datare con precisione, motivo per cui è stato necessario restare in allerta per circa quattro/cinque giorni.

È opportuno precisare che era stata designata come protagonista delle seguenti riprese la mucca presente alla "Battailes de reines"; questo, purtroppo, non è stato possibile e così è stato scelto un altro animale gravido. Si desume il cambiamento repentino a cui si è stati sottoposti che, comunque, non ha alterato la resa visiva del prodotto.

Trattandosi di una ripresa non programmabile è stato necessario allestire un **set essenziale**: cavalletto con braccio di estensione e contrappeso, videocamera con power bank per l'alimentazione, microfono e una luce alimentata a batterie.

Viene realizzato dal sottoscritto un **backstage** al fine di avere dei riferimenti spaziali, in fase di post-produzione, degli elementi presenti sul set:



Figura 46 Backstage del set (Sburlati alla camera e gli allevatori)

emerge la necessità di un'illuminazione più intensa, in quanto, in fase di verifica delle riprese, gli ISO risultano troppo alti.

- **Discarica.**

Le riprese si sono spostate nell'astigiano, precisamente nella frazione Quarto Inferiore dove ha sede la stazione di trasferimento rifiuti GAIA S.P.A., società che si occupa del trattamento, del recupero e dello smaltimento dei rifiuti urbani [47].

Il focus del lavoro ha luogo presso il Polo trattamento rifiuti che svolge lo stoccaggio di rifiuti che derivano dalla raccolta differenziata e di quelli selezionati dagli ingombranti. Dalle riprese si vede chiaramente la linea di selezione che è formata da un complesso di macchinari come il ragno, i nastri trasportatori e il vaglio rotante (fig.47).

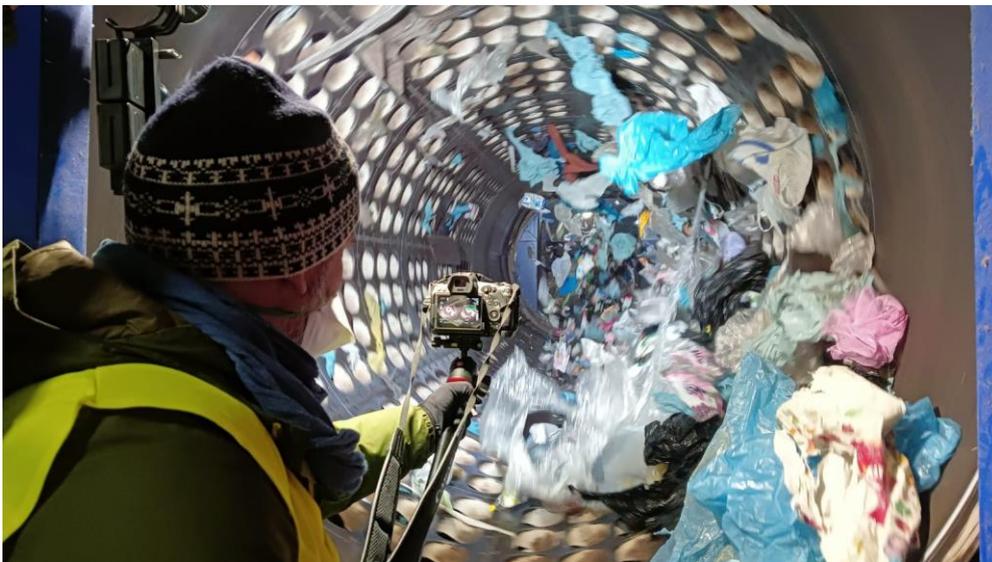


Figura 47 Backstage del set, vaglio rotante (Sburlati alla camera)

Una scelta registica che mira a valorizzare i punti di forza della location è quella di aver posizionato la camera sopra il braccio del ragno, mediante morse

resistenti; grazie a questo è stato possibile ottenere, in maniera fluida, il **punto di vista inerziale** del meccanismo di presa dei rifiuti.

In alcune scene, uno dei pannelli led è stato sorretto ad una certa altezza, per realizzare un controluce evidente atto a creare una giusta tridimensionalità dei rifiuti. Inoltre, per azioni che prevedono movimenti rapidi degli oggetti, è importante ponderare di effettuare una ripresa a fps elevati.

- **Laboratorio di stampa 3D.**

Wasp è un'azienda di Massa Lombarda, provincia di Ravenna, che mediante la stampa 3D materializza oggetti biocompatibili [48]. Le riprese si sono sviluppate nell'arco di due giorni e si sono concentrate sulle stampe di hamburger vegetali. L'azienda ha messo a disposizione cinque stampanti e uno spazio interno in plexiglass; questo ha permesso un **allestimento attento e meticoloso del set** che, tra quelli elencati, è risultato maggiormente completo.

Una delle sfide connesse alla presente location si lega alla sistemazione dei Nanlite PavoTube che, essendo diegetici, sono stati posizionati in modo da creare un continuum con i macchinari di stampa; si è rivelata notevolmente utile l'applicazione che gestisce il controllo e la regolazione di queste luci.

È da segnalare la presenza sul set del VFX supervisor, dato che le scene girate in questo ambiente prevedono l'aggiunta di elementi in CGI.

- **Cucina per ristorazione collettiva**

Un ulteriore ambiente presente in *"Sweet End of the World!"* è quello di una cucina che si occupa di ristorazione collettiva per Cirfood²⁴ a Settimo Torinese.

²⁴ **Cirfood**, una delle maggiori imprese italiane nel campo della ristorazione collettiva, di quella commerciale e dei servizi di welfare; nasce alla fine degli anni Cinquanta a Reggio Emilia (sede legale attuale) come mensa per gli operai delle fabbriche cittadine, in seguito allarga gli orizzonti e incrementa le sedi e i clienti.

Le riprese si sono focalizzate nelle attività di preparazione del pasto per gli istituti scolastici e ospedalieri di Settimo. In un secondo momento, la troupe si è spostata nei locali della mensa dell'ospedale comunale; qui è stata ripresa la distribuzione del cibo sui carrelli.

È stato fondamentale adeguare le attività di ripresa alle tempistiche di lavorazione della cucina, motivo per cui il lavoro è stato particolarmente complesso.

- **Macelleria Le tre Carni**

Il set è passato poi da Settimo Torinese a Torino, precisamente a Le tre Carni, macelleria storica nel cuore di San Salvario. Il lavoro di ripresa, per non ostacolare le attività dei proprietari, è svolto durante la pausa pranzo e si concentra sul retro del negozio che è dedicato al taglio della carne, sul banco dei prodotti e sulla cella frigorifera. Nel cortometraggio è possibile evidenziare scene dedicate alla lavorazione della carne e alla sua conservazione.

Al fine del progetto, il focus di queste riprese è stato quello di creare la **sensazione di disturbo** nello spettatore, motivo per cui l'operatore si avvicina notevolmente alla carne.

- **Supermercato Borello**

Restando a Torino, in Corso Moncalieri, si trova uno dei punti vendita della catena di supermercati Borello. Le riprese in questo sito sono state svolte a partire dalle cinque del mattino, al fine di concludere tutto entro l'orario di apertura, previsto per le ore 8.00. Gli ambienti di interesse per le inquadrature sono il reparto ortofrutta e le corsie principali dotate di scaffali (es. settore pasta, biscotti etc....). È opportuno segnalare la presenza del personale intento a svolgere le mansioni di riordino delle merci; questo ha inciso sul progetto per due fattori: il

primo è relativo alla **scelta limitata dell'angolazione** dell'obiettivo della camera; il secondo concerne la libertà di allestimento del set da parte della troupe.

La ricerca di un supermercato è stata notevolmente problematica per questioni relative alla burocrazia; nel seguente caso specifico un'ulteriore criticità è stata costituita dalla presenza di vetri (es. frigoriferi e vetrate) che hanno ostacolato la ripresa di ambienti aggiuntivi; è stato inoltre necessario sistemare tutti i prodotti prima di iniziare.

- **Teatro di posa**

Questa location che ci accompagna per tutta la durata di "*Sweet End of the World!*", è un teatro di posa di Milano in cui viene ripresa una donna che allatta il proprio figlio. Nel sotto capitolo "Da VR 180° a VR 360°" la presente scena viene descritta delineandone le caratteristiche innovative.

3.4.3. Criticità

In relazione alle location prese in esame in precedenza e alle riprese effettuate sono emerse disparate criticità, sommariamente tutte legate alla **gestione degli spazi** e alle **tempistiche**. Cerchiamo di fornirne un'analisi più approfondita in seguito.

In occasione della "Batailles de reines" la grande mole di persone presenti ha reso difficile il lavoro di allestimento del set e di ripresa; è stata rilevata poca apertura e scarso coinvolgimento da parte dei presenti e degli organizzatori.

Nelle riprese effettuate nella stalla emerge una difficoltà prettamente tecnica: nonostante gli accordi presi con il proprietario nel prestabilire la posizione del nascituro è stato difficile prevedere un punto camera che non

intralciasse il parto. Sburlati è stato sempre pronto a cambiare posizione al fine di favorire i movimenti del veterinario.

Nei set GAIA e WASP le criticità emerse sono dipendenti dagli spazi. Nel primo ambiente è stato difficoltoso il trasporto dell'attrezzatura e il suo adattamento all'impianto, ai ponteggi e alle piattaforme di lavoro. Nell'azienda di stampa 3D la problematica emergente è stata quella di trovare l'angolazione migliore per comporre le grafiche in post-produzione. È da menzionare anche la difficoltà di ricerca relativa alla produzione di carni sintetiche per via della sensibilità della tematica.

Il lavoro svolto a Settimo e nella macelleria di Via Nizza ha comportato un adattamento dell'attrezzatura agli spazi, questi molto ristretti, e alle condizioni climatiche non agevoli (es. riprese in cella frigorifero).

In relazione alle riprese nel supermercato, sarebbe stato opportuno ottenere una location di dimensioni maggiori (es. grandi magazzini americani), al fine di sottolineare l'estremo consumismo alimentare.

In sintesi, gli spazi ridotti e le tempistiche sono collocabili come maggiori fattori di criticità di questo progetto; la troupe ha cercato di rimediare adattando, ove necessario, il set e limitando l'attrezzatura impiegata. I tempi sono sempre stati rispettati e si è cercato di concentrare il lavoro in fasce orarie comode ai gestori delle location.

3.5. Da VR 180° a VR 360°

Il caso studio di questa tesi sperimentale, *"Sweet End of the World!"*, rappresenta una sfida originale che apre nuove strade nella realizzazione di contenuti immersivi. Il cortometraggio, come emerge dal sommario, è stato realizzato partendo da **riprese stereoscopiche a 180°**; successivamente

quest'ultime, dopo le fasi di montaggio e color correction, sono state **unite per ricreare in modo verosimile una visione sferica stereoscopica a 360°**.

3.5.1. Un nuovo ruolo per lo spettatore

Lo spettatore torna ad esplorare un mondo virtuale a tutto tondo e può guardare verso qualsiasi direzione: l'utente, vedendo i confini tra una ripresa e l'altra, anche se sfumati, riesce a distinguere due ambienti separati e assume questa scelta come innaturale. Difatti, trovarsi in **due posti contemporaneamente** sviluppa una dimensione onirica dello spazio circostante; nonostante ciò, la narrazione vera e propria del cortometraggio viene portata avanti solamente da una delle due riprese.

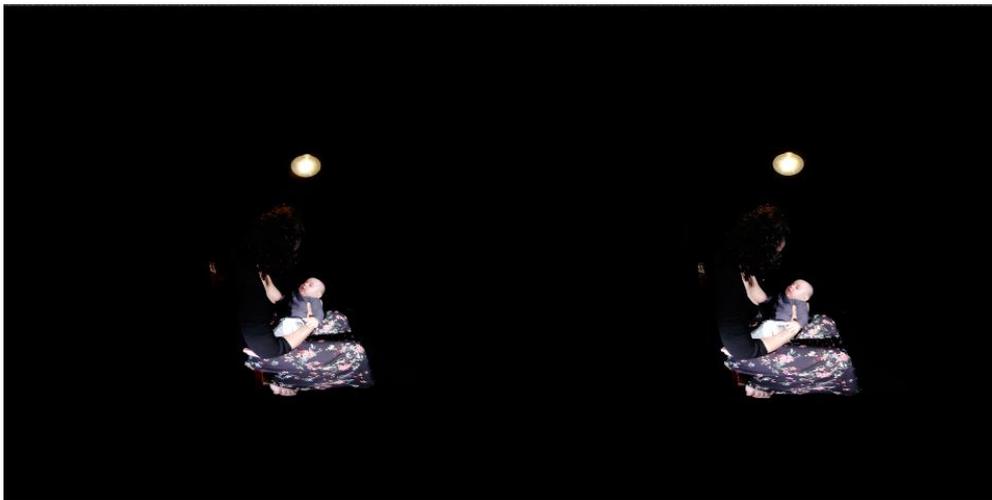


Figura 48 Frame da "Sweet End of the World!", scena allattamento

L'altra, invece, completa l'opera conferendole una componente emotiva senza pari. In più occasioni lo spettatore è indotto a girarsi grazie all'utilizzo **dell'audio spazializzato**; infatti, è difficile che si accorga della presenza di un altro luogo dietro di sé, poiché lo spazio anteriore è delimitato da una **cornice nera sfumata**, che si fonde completamente con lo spazio posteriore.

Quest'ultimo mostra una donna che allatta il proprio figlio seduta su una sedia; l'unica fonte di luce è una lampadina sferica posta sopra di loro, mentre la restante ambientazione è nera.

Lo spettatore assume un ruolo inedito: può esplorare tutto lo spazio a 360° e scegliere l'angolo di visualizzazione che preferisce, ma allo stesso tempo sa che solo una delle due metà gli consente di seguire la narrazione effettiva. Si tratta di un utente che sa bene di trovarsi all'interno di un mondo surreale e di poter osservare il mondo reale da una finestra, le cui scene sono accompagnate da una voce narrante che, durante tutta l'opera, rafforza il senso di presenza dello spettatore. A livello tecnico il lavoro finale **risulta distante sia da un prodotto a 360° sia da uno a 180°:** si riesce ad ottenere una visione su tutto lo spazio circostante raggiungendo un'eccellente resa visiva ed evitando le criticità dei video a 360° (allestimento del set, gestione della troupe, stitching); nonostante ciò, è opportuno preservare sempre il senso e la completezza dell'opera poiché la consapevolezza di trovarsi in un ambiente eterogeneo deve essere avvalorata dal tipo di narrazione.

3.5.2. Approccio tecnico

Le registrazioni ottenute in fase di ripresa sono state convertite in formato equirettanogolare tramite il software EOS VR Utility, come riportato nel sottoparagrafo "Conversione equirettangolare".

Tramite il software Adobe Premiere Pro, sono stati eseguiti i tagli di montaggio di tutte le scene dello spazio a 180° anteriore, che per facilità di comunicazione abbiamo denominato **NORD** (fig.49). Lo spazio posteriore, rinominato **SUD** (fig.50), invece, è stato realizzato grazie a dei tagli nascosti di una sola inquadratura, in modo da risultare continua per tutto il racconto. Sia **NORD**

che SUD sono rispettivamente due timeline stereoscopiche, composte ciascuna dalle due immagini affiancate catturate dalle lenti dell'obiettivo Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye a una risoluzione di 8K in un rapporto 2:1 [46].

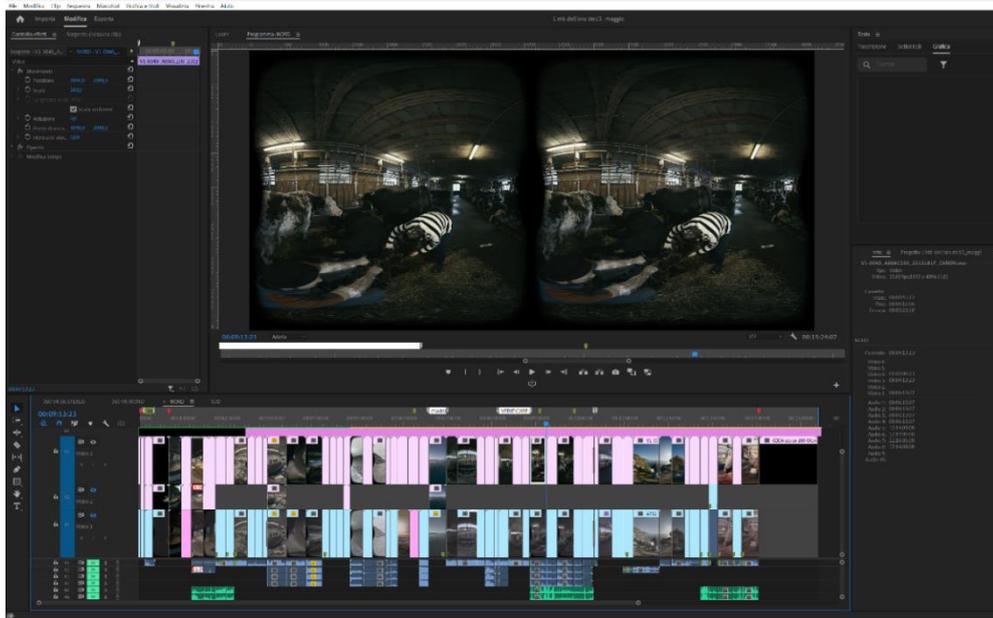


Figura 49 Spazio di lavoro di Adobe Premiere Pro in cui si vede la timeline "NORD"

A questo punto è stata creata una nuova timeline stereoscopica a 360° (fig.51) con 8K pixel in orizzontale e 8K pixel in verticale. Dopodiché sono stati inseriti NORD e SUD nel modo seguente:

1. parte destra e sinistra delle scene di entrambe le timeline sono state separate e disposte una sopra l'altra secondo la configurazione top-bottom.
2. NORD e SUD sono stati affiancati centrando la prima nel nord effettivo della timeline, così da disporre la seconda in due metà uguali come in fig.51.

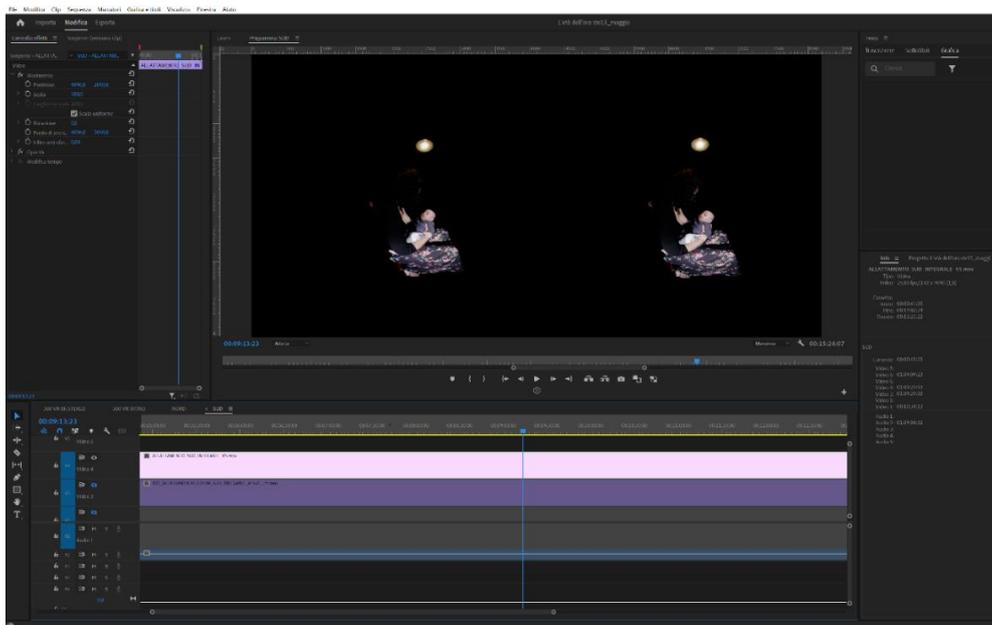


Figura 51 Spazio di lavoro di Adobe Premiere Pro in cui si vede la timeline "SUD"

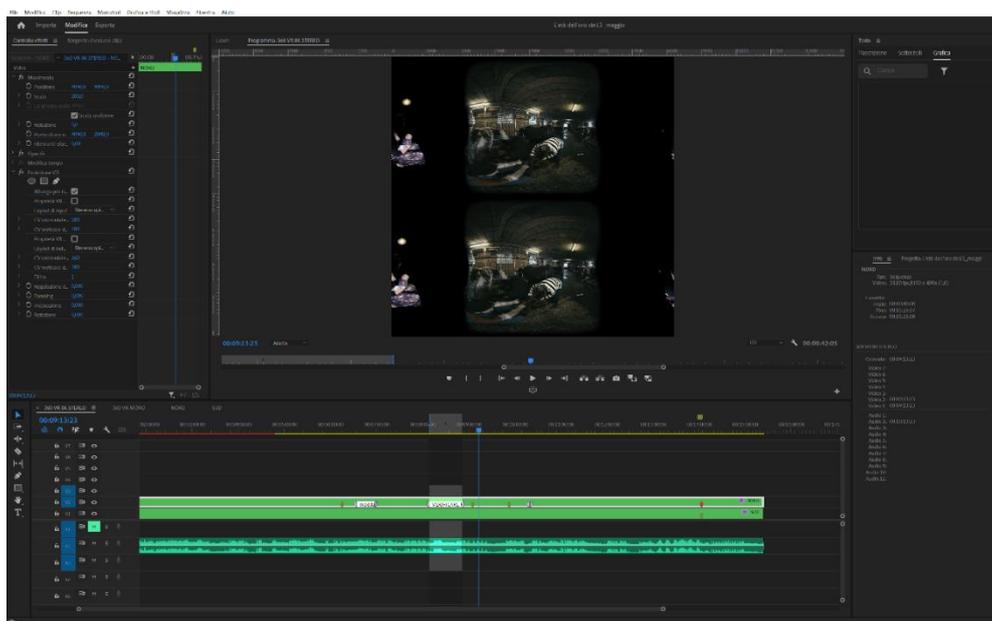


Figura 50 Spazio di lavoro di Adobe Premiere Pro in cui si vede la timeline risultante a 360°

3.6. Post-produzione video

Questa fase del progetto comprende tutte le lavorazioni effettuate sulle clip video ottenute durante le riprese. I procedimenti analizzati nel sotto-capitolo

precedente "Da VR 180° a VR 360°" fanno parte della post-produzione video, ma per facilitare la lettura, essendo il punto chiave del progetto di tesi, sono stati trattati separatamente.

Di seguito vengono analizzati gli aspetti centrali degli step necessari al raggiungimento del risultato finale.

3.6.1. Montaggio

Come già anticipato, nella timeline NORD sono state montate tutte le riprese dello spazio anteriore, mentre quella SUD è stata utilizzata per la ripresa con i tagli nascosti dello spazio posteriore. Un primo **montaggio provvisorio** è svolto dal regista durante il corso delle riprese; una volta terminate, Sburlati ne conclude una prima versione, sincronizzando parte delle tracce audio.

Durante la lavorazione e le prime prove su visore, si evidenziano diversi **problemi di visualizzazione** di particolari inquadrature: vengono sostituite le riprese relative a oggetti/persone troppo vicini alla camera, in quanto la visione stereoscopica crea molto fastidio.

3.6.2. Color correction e color grading

Il lavoro di colorist è stato portato a termine da Mattia Meloni (freelance e docente al Politecnico di Torino). Prima di procedere con l'analisi specifica riferita al cortometraggio, è importante distinguere la color correction dalla color grading: la prima consiste in una correzione generale del colore complessivo delle scene, lavorando su parametri come contrasto e saturazione; la seconda, invece, delinea lo stile e il look che si vogliono conferire al prodotto.

In *"Sweet End of the World!"*, il primo passo è realizzare una **color correction primaria** in cui l'intervento di correzione considera tutta l'immagine; dopodiché, una **color correction secondaria** è utilizzata per intervenire su alcuni particolari delle immagini, come il tono della pelle. La **color grading** è risultata efficace per enfatizzare gli stati d'animo suggeriti dalle location; per esempio, nella scena del ghiacciaio emergono toni freddi e desaturati, atti a rimarcare la situazione precaria dovuta al riscaldamento globale.

3.6.3. CGI, compositing e VFX

Nel cortometraggio sono presenti due scene realizzate interamente in computer grafica (CGI), che mostrano rispettivamente un casinò abbandonato e una vista distopica del centro di Torino.

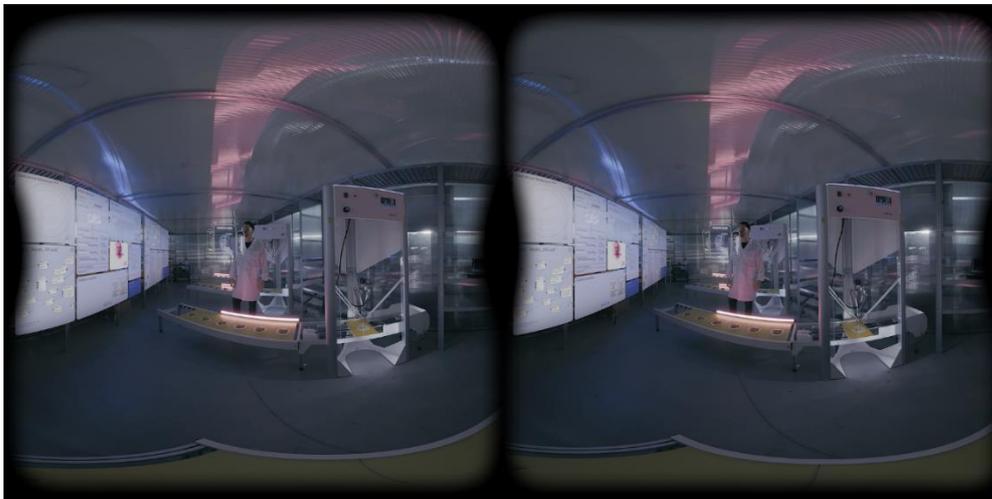


Figura 52 Frame da *"Sweet End of the World!"*, scena laboratorio di carne sintetica

Queste due ambientazioni virtuali e altri elementi 3D sono prodotti da Microchaos, un'azienda milanese specializzata nella creazione di scenari 3D, animazione e post-produzione.

In fase di **compositing** gli elementi in CGI sono integrati all'interno delle riprese reali: nella scena del laboratorio di carne sintetica appaiono delle scritte luminose in corrispondenza dello scaffale a sinistra (fig.52), mentre nella scena in acqua è aggiunto un fondale con alcune montagne e una luna (fig.53). Quest'ultima ha comportato **difficoltà nel tracking della camera**, in quanto la ripresa originale appare piuttosto mossa e si evincono pochi elementi da prendere in riferimento.

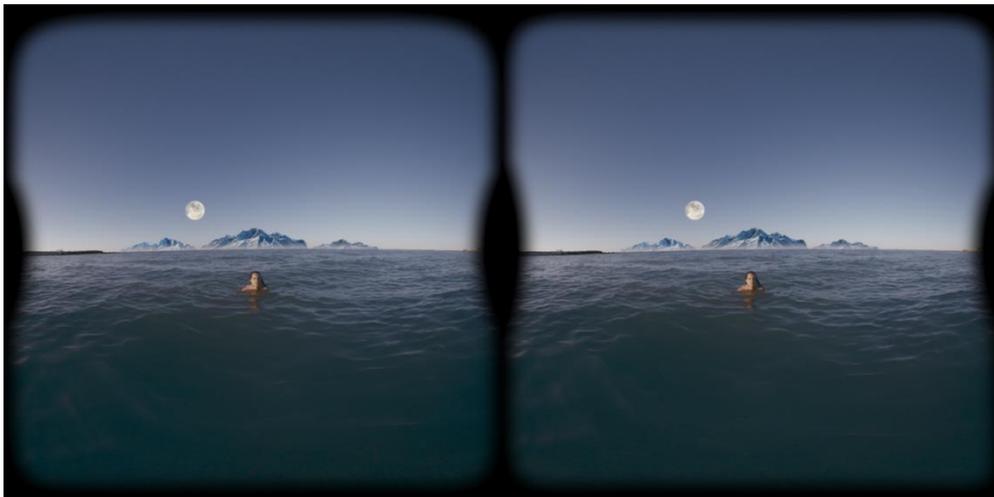


Figura 53 Frame da "Sweet End of the World!", compositing di elementi 3D

Di rilievo è il **resizing** effettuato sulla timeline SUD; infatti, non basta un semplice downscaling come per le riprese monoscopiche ma, è necessario, avendo come output due immagini distinte che riproducono la visione binoculare, applicare questa tecnica separatamente ad entrambe (approfondimento nel paragrafo "I test").

3.7. Suono

In questo cortometraggio, il comparto tecnico sonoro è di basilare importanza; per tutta la durata, lo spettatore è accompagnato da una voce narrante femminile che recita un monologo. Le parole utilizzate, facendo riferimento alle forti immagini che si susseguono, non indicano mai esplicitamente ciò che l'utente sta osservando, bensì nascondono un messaggio (es. eccessivo consumo di carni).

Il reparto audio è composto da due professionisti del settore: Luca Leli e Luca Bagetto. Il primo si è occupato principalmente della composizione delle musiche e di parte del sound design; il secondo ha gestito gran parte della post-produzione audio (editing di effetti sonori, panning, mix finale ed export).

La **presa diretta**, ottenuta grazie al registratore Zoom H3, è stata impiegata in misura ridotta, a causa di due problematiche principali:

- Le tracce sonore sono state danneggiate da rumori e voci che ne hanno compromesso la continuità.
- La sincronizzazione audio non sempre è stata effettuata durante le riprese.

L'audio in presa diretta totale corrisponde al 15-20% dell'intero comparto sonoro. Dopo una prima versione degli ambienti sonori, il tecnico Bagetto si è occupato del lavoro e dalla pulizia del voice over, equalizzandolo e rendendolo il più presente possibile.

Il regista, Stefano Conca Bonizzoni, ha fornito direttive relative alla **colonna sonora**, facendo riferimento in particolar modo al **genere ambient** che predilige le atmosfere al ritmo e alla classica struttura musicale. La composizione musicale si ispira alle musiche di Brian Eno, massimo esponente del genere ambient; queste sonorità aiutano lo spettatore ad incrementare l'immersività e il senso di

presenza. Nelle scene di maggiore tensione l'aspetto sonoro è stato adeguato al voice over e alle immagini, utilizzando dei crescendo che rispettano il genere preponderante.

Il flusso di lavoro che concerne i **sound effects** ha previsto l'esagerazione di suoni reali (es. scene di scarica e ghiacciaio) al fine di amplificare la narrazione onirica voluta dal regista. Questo fattore ha agevolato la libertà di produzione, creando dei riverberi notevoli e creativi; è il caso del vaglio rotante della scarica il cui rumore è stato realizzato mediante un plug-in, che permette di ruotare il suono nello spazio tridimensionale: è stato creato un percorso circolare destinato ai suoni del meccanismo che segue la direzione di rotazione dello stesso. Oltre ai rumori diegetici è possibile individuare il suono di un carillon; l'obiettivo è creare uno stacco tra il forte impatto visivo, oltre che il rumore, e una dimensione tranquilla e infantile.

La creatività dell'esperienza è individuata secondo Bagetto «nel **panning** che va a seguire o le frequenze di un suono [...] per creare effetti avvolgenti oppure l'intensità per far muovere il suono attorno all'ascoltatore» [49]; questo accentua il senso di immersione e di movimento.

3.8. Delivery e distribuzione

La fase di **export** del cortometraggio è stata caratterizzata da tempistiche estremamente lunghe, dettate dalle seguenti criticità:

- **Elevata quantità di dati** da processare che, in diverse occasioni, ha interrotto il processo di elaborazione.
- **Difficoltà di verifica del contenuto senza visore**; a questo consegue la necessità di export intermedi e parziali.

Tutte le operazioni sono state finalizzate per far sì che il prodotto fosse completato entro la data di scadenza per la candidatura alla selezione della "Biennale Cinema 2024" di Venezia, nella sezione dedicata ai contenuti immersivi.

L'iter di distribuzione di *"Sweet End of the World!"* parte dalla partecipazione a festival incentrati sulla VR e raggiunge ambienti dove è necessaria una sensibilizzazione sulle tematiche oggetto del cortometraggio (es. scuole, musei ecc...).

4. Conclusioni

Il presente elaborato ha l'obiettivo di offrire un'analisi approfondita delle tecniche di ripresa a 180° e di fornire una visione generale del progetto immersivo "*Sweet End of the World!*", rimarcandone gli aspetti innovativi e le criticità rilevate.

La sensibilizzazione si pone come filo conduttore dell'intero cortometraggio, fortificando il senso etico del lavoro. Inoltre, si presenta come un'esperienza innovativa che, sfruttando aspetti come la dinamicità del montaggio, tende ad incentivare i livelli attentivi dello spettatore: infatti, tra i destinatari rientrano gli studenti, che possono apprezzare la tipologia di progetto atta ad agevolare l'engagement di un pubblico giovane.

Il progetto si inserisce nel genere del documentario, ma trascurando aspetti chiave come le interviste dirette ai soggetti presenti, a favore di un approccio maggiormente neorealista; infatti, vengono meno le didascalie ed emerge una visione della realtà così come essa appare. Il cortometraggio si dimostra assolutamente poliedrico: presenta una struttura narrativa che, avvalorata dal voice over, si avvicina al genere del racconto.

Dal punto di vista tecnico, l'aspetto sperimentale di "*Sweet End of the World!*" è dato dall'unione di due riprese a 180° al fine di creare un prodotto a 360°; grazie a questo si riesce a ricreare un ambiente virtuale sferico attorno all'utente evitando le principali criticità dei video a 360°. L'innovazione riscontrata si riflette in una resa visiva elevata su tutto lo spazio: grazie all'obiettivo Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye e alla videocamera Canon R5 C, si ottiene una risoluzione complessiva di 8K a 360°. Bisogna, però, considerare che, nonostante la visione risulti continuativa su tutta la sfera, lo spettatore ha la consapevolezza di trovarsi in un luogo surreale, composto da due distinti ambienti.

Infine, si menzionano le principali criticità affrontate come monito per eventuali approcci futuri alla tematica.

Il fattore tempo ha rappresentato l'ostacolo più rilevante: la ricerca delle location ha notevolmente dilatato lo svolgimento delle attività; inoltre, spesso le riprese hanno dovuto rispettare degli orari prestabiliti (es. apertura negozio). I contenuti visivi sono stati soggetti a repentini cambiamenti per difficoltà di reperimento della location, questo ha portato ad un loro adattamento.

Una criticità di carattere tecnico è rinvenibile nel riconoscimento da parte del fruitore della cornice e, quindi, di due ambienti separati; l'effetto potrebbe portare a una possibile perdita iniziale, seppur minima, del fattore di immersività.

Resta noto che il presente elaborato si propone come valida guida per chi ha intenzione di cimentarsi e fornire un contributo in simili contenuti immersivi. Un eventuale sviluppo futuro della tecnica utilizzata in questo progetto riguarda l'utilizzo di più di due riprese a 180° in un'unica inquadratura a 360°: la divisione dello spazio in diversi settori (porzioni) distinti potrebbe portare alla creazione di contenuti particolari, adattabili anche ad ambiti applicativi lontani da quelli cinematografici.

Elenco delle figure

Figura 1 "Quattro terzi", "Sedici noni" e "Formato panoramico" (da sinistra verso destra)	1
Figura 2 Tipi di stimoli ambientali, scenari e condizioni tecnologiche e dei profili utente che influenzano il senso di presenza	6
Figura 3 "Panorama of London" Barker	7
Figura 4 Sensorama, 1957	8
Figura 5 Due tipi di modelli di Data Glove per il tracciamento dei movimenti della mano e delle dita	8
Figura 6 Oculus Rift e coppia di controller	9
Figura 7 Continuum Realtà-Virtualità (RV)	10
Figura 8 Proiezione equirettangolare (sopra), proiezione cubica (sotto)	17
Figura 9 Insta 360 X4 (a sinistra) e JUMP, RIG VR con 16 videocamere (a destra)	17
Figura 10 Schemi delle posizioni tangenziali della camera per proiezioni di occhio destro e occhio sinistro	19
Figura 11 Insta 360 Titan (vista da tre posizioni differenti)	19
Figura 12 Oculus Quest (sinistra) HTC Vive (destra)	20
Figura 13 Fruizione di contenuti immersivi da smartphone e tablet	20
Figura 14 Frame da "VR Free"	22
Figura 15 Frame da "-27°C"	24
Figura 16 Frame da "Travelling while black"	25
Figura 17 Frame da "Space Explorers: The ISS Experience"	27
Figura 18 Campo visivo umano	34
Figura 19 Contorno nero sfumato [28]	35
Figura 20 Locandina David Attenborough's Conquest of the Skies	37
Figura 21 Frame tratto da "Make a dance video for the Metaverse" [31]	38
Figura 22 Frame tratto da "Eli Roth Presents: The Faceless Lady"	39
Figura 23 Schema visto dall'alto del set in VR 360° (a sinistra) e in VR 180° (a destra)	41
Figura 24 Insta 360 EVO	42
Figura 25 Z Cam K1 Pro	43
Figura 26 Kandao VR Cam	43
Figura 27 Calf	44

Figura 28 Obiettivo Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye	45
Figura 29 Sezione orizzontale semplificata di Canon RF 5.2mm F2.8 L Dual Fisheye	47
Figura 30 Canon R5 C	48
Figura 31 Illuminazione a tre punti	49
Figura 32 Illuminazione con fonte di luce visibile (senza clean plate) [28]	50
Figura 33 Illuminazione con clean plate [28]	51
Figura 34 Spazio di lavoro di EOS VR Utility, immagini fisheye circolari	52
Figura 35 Spazio di lavoro di EOS VR Utility immagini affiancate in formato equirettangolare	52
Figura 36 Parametri di controllo di EOS VR Utility	53
Figura 37 Le due madri, Segantini	57
Figura 38 Frame da "Sweet End of the World!", scena macelleria	57
Figura 39 Frame da "Sweet End of the World!", scena del parto	57
Figura 40 Butchershop Bliss, E. Sarto	57
Figura 41 Treppiede Cartoni 100mm con testa fluida	62
Figura 42 Monitor Blackmagic Video Assist 7"	63
Figura 43 Zoom H3	64
Figura 44 Nanlite PavoTube	64
Figura 45 Frame da "Sweet End of the World!", scena "Batailles de reines" (scontro nell'arena)	66
Figura 46 Backstage del set (Sburlati alla camera e gli allevatori)	67
Figura 47 Backstage del set, vaglio rotante (Sburlati alla camera)	68
Figura 48 Frame da "Sweet End of the World!", scena allattamento	73
Figura 49 Spazio di lavoro di Adobe Premiere Pro in cui si vede la timeline "NORD"	75
Figura 50 Spazio di lavoro di Adobe Premiere Pro in cui si vede la timeline risultante a 360°	76
Figura 51 Spazio di lavoro di Adobe Premiere Pro in cui si vede la timeline "SUD"	76
Figura 52 Frame da "Sweet End of the World!", scena laboratorio di carne sintetica	78
Figura 53 Frame da "Sweet End of the World!", compositing di elementi 3D	79

Bibliografia

- [1] T. Mazali, "Cinema Immersivo". *Corso di Cinema Immersivo*, Politecnico di Torino, 2021.
- [2] «Dictionary Cambridge,» [Online]. Available: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/immersive>.
- [3] L. Manovich, *Il linguaggio dei nuovi media*, Edizioni Olivares, 2002.
- [4] «Research, International Society for Presence,» [Online]. Available: <https://ispr.info/>. [Consultato il giorno 27 Maggio 2024].
- [5] A. Slater, M. Usoh e M. Steed, «Depth of Presence in Virtual Environments,» *Presence: teleoperators and virtual environments*, vol. 3, n. 2, pp. 130-144, 1994.
- [6] T. Schubert e J. Crusius, «Five Theses on the Book Problem: Presence in Books, Film and VR,» *ResearchGate*, 2002.
- [7] T. B. Sheridan, «Further Musings on the Psychophysics of Presence,» *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, pp. 241-246, 1996.
- [8] S. J., «Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence,» *Journal of Communication*, n. 4, pp. 73-93, 1992.
- [9] B. Merrino, Robi, J. L. Higuera-Trujillo e C. L. Millàn, «The Use of Sense of Presence in Studies on Human Behavior in Virtual Environments: A Systematic Review,» *Advanced Technologies and Applications of Augmented and Virtual Reality*, 2023.
- [10] M. Farahzadi, «The rise of virtual reality in filmmaking and evolution of storytelling in modern cinema,» *Academia*, 2019. [Online]. Available: <https://shorturl.at/0cbQs>.

- [11] L. Vizzari, «Il Sensorama: La nascita della Realtà Virtuale,» VR Italia, 11 Aprile 2022. [Online]. Available: <https://www.vr-italia.org/il-sensorama-realta-virtuale/>.
- [12] J. Lanier, *L'alba del nuovo tutto: Il futuro della realtà virtuale*, Il saggiatore, 2019.
- [13] A. Bottino, *"Realtà Virtuale", Corso di Realtà Virtuale*, Politecnico di Torino, 2021.
- [14] P. Milgram e D. Drascic, «Merging Real and Virtual Worlds,» 1-3 Gennaio 1995. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/246807797>.
- [15] A. Sheik, A. Brown e M. Evans, «DIRECTING ATTENTION IN 360-DEGREE VIDEO,» BBC Research and Development, UK, 2017. [Online]. Available: <https://www.ibt.org/download?ac=741>.
- [16] F. Ortolani, «Introduction to Ambisonics,» *Ironbridge Electronics*, 2015.
- [17] P. Rosendahl e I. Wagner, «360° videos in education – A systematic literature review on application areas and future potentials,» *Education and Information Technologies*, vol. 29, p. 1319–1355, 2024.
- [18] D. Luzzi, «Realizzazione di un video a 360°: dimensioni tecniche e operative,» in *Il video a 360° nella didattica universitaria*, Firenze, Gennaio 2022, pp. 25-39.
- [19] H. Ishiguro, M. Yamamoto e S. Tsuji, «Omni-directional Stereo.,» *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, n. 14, p. 257–262, 1992.
- [20] T. Aitamurto, «Normative paradoxes in 360° journalism: Contested accuracy and objectivity,» *SAGE journals*, vol. 21, pp. 3-19, Gennaio 2019.
- [21] M. Adnan , M. . S. Y. Shak, . R. A. Karim, . M. H. M. Tahir e . D. S. M. Shah, «VR 360-degree experiences and the application of Education 4.0 technologies in Malaysia for exposure and immersion,» *Advances in*

Science Technology and Engineering Systems Journal, vol. 5, n. 1, p. 373–381, 2020.

- [22] La Biennale di Venezia, «La Biennale di Venezia - Cinema (2019) - Venice Virtual Reality - VR Free,» 2019. [Online]. Available: <https://www.labiennale.org/it/cinema/2019/venice-virtual-reality/vr-free>.
- [23] Digital productions ARTE - Creations and experiences, «-22.7°C,» [Online]. Available: <https://www.arte.tv/digitalproductions/en/22-7c/>.
- [24] L. B. D. Venezia, «La Biennale Di Venezia - cinema 2019 - Venice Virtual Reality - Travelling while black,» La Biennale Di Venezia, [Online]. Available: <https://www.labiennale.org/it/cinema/2019/venice-virtual-reality/traveling-while-black>.
- [25] felixandpaul, «felix & paul studios - Travelling while black,» felix & paul studios, [Online]. Available: <https://www.felixandpaul.com/?travelingwhileblack>.
- [26] D. McClinton, «Traveling While Black: behind the eye-opening VR documentary on racism in America,» *The Guardian*, 3 settembre 2019.
- [27] Wikipedia, «Space Explorers: The ISS Experience,» Wikipedia, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Space_Explorers:_The_ISS_Experience.
- [28] M. Celia, «Canon: Cinematic Storytelling in 180° VR,» Canon USA, 2022. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=xMWJdtzbp2w>.
- [29] «Introducing Peripheral Awareness as a Neurological State for Human-Computer Integration,» *ResearchGate*, pp. 25-30, 2020.
- [30] «Explore the Evolution of Flight with 'David Attenborough's Conquest of the Skies',» Meta Quest Blog, [Online]. Available: <https://www.meta.com/it-it/blog/quest/david-attenborough-conquest-of-the-skies-vr/>.

- [31] «Make a dance video for the metaverse,» Meta Quest, [Online]. Available: https://www.oculus.com/experiences/media/1390960091379642/?locale=it_IT.
- [32] «Eli Roth Presents: The Faceless Lady,» Light Sail VR, [Online]. Available: https://lightsailvr.com/ctv_facelesslady.php.
- [33] C. Brew, «The Faceless Lady' Trailer: Meta Launches First Live-Action VR TV Series From Eli Roth (EXCLUSIVE),» Variety, 7 Marzo 2024. [Online]. Available: <https://variety.com/2024/tv/news/the-faceless-lady-trailer-meta-live-action-vr-tv-series-eli-roth-1235929895/>.
- [34] «Insta 360 EVO,» [Online]. Available: <https://www.insta360.com/it/product/insta360-evo>.
- [35] «Videocamera Insta360 EVO 5.7K Action Camera,» [Online]. Available: <https://www.resetdigitale.it/videocamera-insta360-evo-p88624.html>.
- [36] «Z Cam K1 Pro Cinematic VR180,» [Online]. Available: <https://www.z-cam.com/180-vr-camera-k1-pro/>.
- [37] «Kandao VR Cam,» [Online]. Available: <https://www.kandaovr.com/vr-cam>.
- [38] «Calf,» [Online]. Available: <https://calfglobal.com/>.
- [39] «Canon rivoluziona le riprese in formato 180° VR con il suo innovativo sistema 3D VR e il nuovo obiettivo RF 5.2mm F2.8 L DUAL FISHEYE,» [Online]. Available: <https://www.canon.it/press-centre/press-releases/2021/10/canon-revolutionises-180-vr-with-its-innovative-3d-vr-system/>.
- [40] «Nuovi orizzonti: scopri l'obiettivo Canon per la realtà virtuale e vieni a conoscere il team di ingegneri che lo ha progettato,» [Online]. Available: <https://www.canon.it/pro/news/meet-rf-5.2mm-f2.8l-dual-fisheye-lens/>.
- [41] «Canon EOS R5 C,» [Online]. Available: <https://www.canon.it/cameras/eos-r5c/>.

- [42] «Come impostare l'illuminazione della scena di un film,» DAM, [Online]. Available: <https://damcinema.it/blog-cinema/illuminazione-della-scena-di-un-film/>.
- [43] «EOS VR System,» [Online]. Available: <https://www.canon.it/pro/professional-video-solutions/eos-vr-system/>.
- [44] S. Conca Bonizzoni, Interviewee, *L'idea in "Sweet End of the World!"*. [Intervista]. 2024.
- [45] «Bataille de reines,» [Online]. Available: <http://www.amisdesreines.it/>.
- [46] S. Sburlati , Interviewee, *Le riprese a 180° e la "conversione" a 360°*. [Intervista]. 2024.
- [47] «GAIA S.p.A,» [Online]. Available: <https://gaia.at.it/>.
- [48] «WASP,» [Online]. Available: <https://www.3dwasp.com/>.
- [49] L. Bagetto, Interviewee, *Il suono in "Sweet End of the World!"*. [Intervista]. 2024.

Ringraziamenti

A conclusione di questo elaborato desidero ringraziare tutte le persone che, con instancabile supporto, hanno contribuito alla realizzazione dello stesso.

In primis, un ringraziamento al professor Sburlati Stefano che, con la sua estrema professionalità e disponibilità, mi ha permesso di sostenere il percorso di tirocinio presso Motion Pixel e di accrescere il mio bagaglio conoscitivo; la sua guida è stata fondamentale durante la realizzazione del progetto.

Un sentito grazie alla mia relatrice, la professoressa Mazali Tatiana: i suoi consigli si sono rilevati preziosi nel lavoro di ricerca e stesura dell'elaborato.

Ringrazio Conca Stefano e Dragone Francesco per la grande inclusività che mi ha permesso di sentirmi fin da subito parte della troupe; a questi si aggiunge Meloni Mattia che, con la sua disponibilità, ha reso alcune fasi del lavoro notevolmente piacevoli ed interessanti.

Un grazie speciale alla mia famiglia, al loro costante sostegno che mi ha permesso di affrontare e portare a termine questo intenso ed entusiasmante percorso.