

Politecnico di Torino

Politecnico di Torino

Corso di Laurea magistrale in
Ingegneria del Cinema e dei Media Digitali

A.a. 2025/2026
Sessione di Laurea settembre 2026

Verso la Democratizzazione dei VFX

analisi del fenomeno e sviluppo di un workflow low budget
per piccole realtà creative

Relatore:
Prof. Cristina COLET

Candidato:
Alessandro CAPORALE

A Finizia ed Angela

Indice

Sommario **1**

0 Introduzione **2**
0.1 Inquadramento della ricerca: la democratizzazione dei Visual Effects 2
0.2 La rivoluzione digitale dell'audiovisivo 4
0.3 Metodologia e struttura della ricerca 5

1 Democratizzazione dei VFX: analisi del processo **7**
1.1 Breve storia dei VFX: dalle origini alla crisi del modello studio based 7
1.1.1 Le origini e l'evoluzione degli effetti pratici e ottici 8
1.1.2 L'Era dei Grandi Blockbuster e il Modello Studio-Based 8
1.1.3 Il collo di bottiglia del rendering "offline" e la dilatazione dei Cycle Time 10
1.1.4 1.1.4 Fordismo digitale e iperspecializzazione della forza lavoro . . . 11
1.1.5 1.1.5 Il collasso del modello Studio-Based: insostenibilità e CGI Fatigue 12
1.2 I Fattori Tecnologici della Democratizzazione 13
1.2.1 Il "Dittico della Bontà" e il superamento del modello proprietario . . 14
1.2.2 L'Evoluzione dei Software 16
1.2.2.1 Nuke e l'apertura degli standard industriali (Nuke Indie) . 16
1.2.2.2 Unreal Engine e la rivoluzione del Real-Time Rendering . . 18
1.2.2.3 Blender: Il baluardo dell'Open-Source nella pipeline 3D . . 19
1.2.2.4 DaVinci Resolve: l'unificazione del workflow e il "Free Tier" 22
1.2.3 Architetture hardware: dall'acquisizione al Cloud 24
1.2.3.1 Acquisizione digitale: sensori, codec RAW e supporti di memoria 25
1.2.3.2 Potenza di calcolo consumer, Apple Silicon e sistemi desktop 26
1.2.3.3 Architettura GPU: calcolo parallelo e accelerazione del Rendering 28
1.2.3.4 Cloud Computing, Desktop Virtuali e Reti di Calcolo Distribuite 29
1.2.4 Evoluzione della pipeline VFX: dal modello lineare alla specializzazione flessibile 31
1.2.4.1 Struttura della pipeline tradizionale: sequenzialità e task cecomposition 32
1.2.4.2 Il superamento della sequenzialità tramite le nuove tecnologie 33
1.2.4.3 Il ruolo e le dinamiche professionali del VFX generalist . . 34
1.3 Nuovi paradigmi: l'esempio di District 9 e Everything Everywhere All At Once 35

1.3.1 District 9: L'ingegnosità al servizio del budget e il realismo documentaristico . . . 36
1.3.2 Everything Everywhere All At Once: la destrutturazione della pipeline e il trionfo del generalista digitale . . . 40

2 L'Espansione dei VFX oltre il cinema 44
2.1 Cultura convergente ed estetica dell'iper-realtà . . . 44
2.1.1 Henry Jenkins e il paradigma della Convergenza Culturale . . . 45
2.1.1.1 Dallo spettatore passivo al "Prosumer" . . . 47
2.1.1.2 L'Intelligenza Collettiva e la spettacolarizzazione del dubbio 48
2.1.2 Jean Baudrillard: dal declino della rappresentazione all'estetica del Simulacro . . . 49
2.2 Analisi tecnica e casi studio: social media, videoclip e pubblicità . . . 51
2.2.1 Social media e l'economia dell'attenzione . . . 51
2.2.1.1 L'economia dell'attenzione e l'impatto cognitivo dei formati short-form . . . 53
2.2.1.2 I VFX come "Pattern Interrupts" e ganci algoritmici . . . 55
2.2.2 Il videoclip musicale come "sandbox" tecnico-creativo e di rapid-prototyping . . . 58
2.2.2.1 A$AP ROCKY: ricostruzione digitale dell'ambiente tra NeRFs e (4D) Gaussian Splat . . . 62
2.2.2.2 Jackson Wang: Virtual Production e ICVFX . . . 69
2.2.2.3 FKA Twigs: manipolazione digitale dell'anatomia tramite VFX . . . 71
2.2.3 I VFX nell'advertising: Analisi Tecnica del Fake Out-of-Home (FOOH) 78
2.2.3.1 Analisi tecnica dei casi studio FOOH . . . 80
2.2.3.2 Evidenze Empiriche e Sfide Etico-Legali del FOOH . . . 84
2.2.3.3 Vantaggi logistici, economici e di scalabilità dei FOOH . . . 86

3 Analisi di progetti personali e sviluppo di un Workflow low budget per piccole realtà creative 88
3.1 Progetti personali: casi studio . . . 88
3.1.1 Ragazzo Giovane: serie di sei Instagram Reels con elementi VFX . . . 89
3.1.1.1 Aspetti tecnici preliminari . . . 90
3.1.1.2 Decostruzione operativa dei contenuti: analisi tecnica dei sei Reel . . . 92
3.1.1.3 Sintesi dei risultati ottenuti e conclusioni finali . . . 98
3.1.2 Non Prendo Sonno: un reel che rende omaggio a Mad Max: Fury Road . . . 101
3.1.2.1 Aspetti tecnici preliminari . . . 102
3.1.2.2 Decostruzione operativa: analisi tecnica e breakdown . . . 104
3.1.2.3 Sintesi dei risultati ottenuti e conclusioni finali . . . 106
3.2 Workflow operativo: sviluppo e analisi di una pipeline per integrazione VFX a basso budget . . . 109
3.2.1 Contesto e definizione del concept iniziale . . . 110
3.2.2 Aspetti tecnici preliminari, attrezzatura e acquisizione dati . . . 112
3.2.3 Creazione dei personaggi, vestiti, texture e animazioni . . . 116
3.2.4 Post-produzione e implementazione dei VFX . . . 120
3.2.4.1 Preparazione del "plate" background e dei video per il tracking . . . 120

3.2.4.2 Camera tracking e layout 121
3.2.4.3 Inserimento dei personaggi nella scena, illuminazione e animazione 123
3.2.4.4 Rendering e Compositing 124
3.2.5 Risultato finale e commenti 128

Conclusioni finali **132**

Ringraziamenti **144**

Sommario

Il presente lavoro di ricerca indaga il fenomeno della democratizzazione dei *Visual Effects* (VFX), un processo che ha trasformato l'industria audiovisiva rendendo accessibili strumenti e tecniche un tempo esclusivi. Muovendo dalle riflessioni di Walter Benjamin sulla riproducibilità tecnica, la tesi inquadra la rivoluzione digitale come un profondo mutamento percettivo e produttivo. L'analisi decostruisce il modello industriale tradizionale, paragonabile a un "fordismo digitale", evidenziandone i limiti strutturali legati all'iperspecializzazione e all'insostenibilità economica. In contrapposizione, viene esplorato l'odierno paradigma della "specializzazione flessibile", trainato dalla figura ibrida del *VFX Generalist*.

L'indagine esamina i vettori tecnologici alla base di questa transizione: l'unificazione delle *pipeline* in ecosistemi accessibili (come Blender, Nuke Indie, DaVinci Resolve e Unreal Engine) e la decentralizzazione della potenza computazionale tramite *cloud computing*, calcolo su GPU e architetture *hardware* efficienti. L'efficacia di questi nuovi assetti operativi viene validata attraverso lo studio di *District 9* ed *Everything Everywhere All At Once*, opere che dimostrano come l'ibridazione delle tecniche e l'impiego di *team* ridotti possano generare fotorealismo di alto livello ottimizzando le risorse.

La ricerca traccia successivamente l'espansione dei VFX oltre i confini del cinema, analizzandone l'applicazione strategica nei videoclip musicali e nell'*advertising*. Viene approfondito in particolare il formato *Fake Out-of-Home* (FOOH), in cui la CGI agisce come veicolo di stimolazione percettiva e *pattern interrupt* per massimizzare la *retention* all'interno delle dinamiche algoritmiche dei *social media*.

La validazione empirica dell'elaborato si articola nella decostruzione tecnica di progetti audiovisivi autoprodotti. L'indagine parte dal cortometraggio indipendente *Disegni*, base sperimentale per l'ottimizzazione dell'integrazione *live-action* e 3D, per poi estendersi alle campagne promozionali *short-form* realizzate per gli artisti Diego Random e Soda. L'analisi di questi casi studio indaga le metodologie operative capaci di bilanciare la complessità visiva con severe restrizioni economiche e temporali, affrontando anche i *trade-off* estetici necessari per l'ottimizzazione computazionale.

Il lavoro culmina infine nella formalizzazione di un *workflow* a *budget* zero per la produzione di un *fashion movie* digitale, gestito interamente da un singolo operatore. L'esperimento dimostra la fattibilità di una *pipeline* decentralizzata che integra l'acquisizione su dispositivi *mobile*, l'uso di *scanner* LiDAR e l'implementazione dell'intelligenza artificiale generativa per la realizzazione di modelli 3D, centralizzando la post-produzione in un ecosistema *open-source* come Blender. L'elaborato si chiude confermando come, nell'odierna *creator economy*, il limite economico possa essere superato compensando la mancanza di capitale finanziario con una rigorosa pianificazione logistica, flessibilità organizzativa e innovazione metodologica.

Capitolo 0

Introduzione

0.1 Inquadramento della ricerca: la democratizzazione dei Visual Effects

Nel 1936 Walter Benjamin pubblica il saggio *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*[1], un testo che appartiene all'area della filosofia dell'arte, dell'estetica e della teoria dei media, così rivoluzionario nella sua analisi da darci tuttora alcuni strumenti fondamentali per capire l'evoluzione dei media. In quegli anni, l'Europa attraversava una fase di profonde convulsioni socio-politiche, segnate dall'ascesa dei regimi totalitari e dalla definitiva affermazione della società capitalista di massa. È in questo clima di forte transizione storica che il filosofo tedesco osserva l'impatto dirompente delle nuove tecnologie dell'immagine, in particolare la fotografia e il cinema, inquadrandole non come semplici innovazioni tecniche, ma come vettori di un mutamento percettivo nella società. Il saggio indaga, nello specifico, come la riproduzione meccanica recida inesorabilmente il legame dell'opera d'arte con la tradizione, annullandone l'esistenza unica e irripetibile (il suo hic et nunc) e disgregandone "l'aura" di autenticità, sacralità e inaccessibilità. Benjamin teorizza così il passaggio da un'arte fondata sul "valore cultuale", fisiologicamente elitaria e legata alla dimensione del rito magico-religioso, a un'arte dominata dal "valore espositivo", distribuita su vasta scala e progettata per il consumo collettivo. Attraverso questa lente, l'autore evidenzia le implicazioni rivoluzionarie e sociopolitiche che tale emancipazione tecnologica porta con sé nel momento in cui l'immagine viene restituita alle masse. Oggi questa rivoluzione è ancora in corso e più che mai ne vediamo gli effetti e più che mai è essenziale poter utilizzare la sua analisi per avere una maggiore consapevolezza rispetto a queste dinamiche.

Muovendo da queste premesse, il presente lavoro di ricerca si concentra sulle tecniche dei visual effects e si propone di analizzare il processo, oggi in atto, di progressiva democratizzazione del loro accesso: un processo che ha reso tali strumenti sempre più disponibili non soltanto alle grandi strutture produttive hollywoodiane, ma anche a singoli artisti e realtà creative di dimensioni ridotte, spesso caratterizzate da budget limitati e da assetti produttivi più agili. Se si osservano i maggiori successi e gli eventi cinematografici degli ultimi anni, emerge con chiarezza come una parte significativa dell'industria contemporanea sia sempre più fondata sull'impiego, spesso massiccio, di queste tecniche, oggi decisive non solo nella costruzione delle narrazioni ma anche nella definizione stessa

[1] Walter Benjamin. *The Work of Art in the Age of Its Technological Reproducibility, and Other Writings on Media.* The Belknap Press of Harvard University Press, 2008.

del valore economico e culturale del prodotto. Titoli come *Avengers: Endgame* (2019), *Dune* (2021), *Avatar: La via dell'acqua* (2022) e *Oppenheimer* (2023) mostrano, in modi differenti, quanto la dimensione spettacolare e la capacità di produrre immagini percepite come straordinarie siano diventate centrali nel determinare la rilevanza pubblica di un film e la sua forza competitiva all'interno del mercato globale. In questo scenario, i VFX non possono più essere considerati un semplice supporto tecnico o un'aggiunta estetica, poiché costituiscono sempre più spesso una componente strategica della produzione cinematografica contemporanea, capace di orientare aspettative, investimenti e modalità di fruizione del pubblico[2]. La loro pervasività rende dunque necessario interpretarli non solo come strumenti tecnici di supporto, ma come un nodo fondamentale nei processi attuali di trasformazione del cinema, in cui tecnologia, spettacolo e industria tendono a coincidere in misura crescente.

In questo quadro, appare oggi particolarmente significativo il fatto che i VFX, per lungo tempo percepiti come una soglia quasi mitica dell'industria cinematografica, stiano attraversando una fase di progressiva apertura. A partire dall'impatto di film come Jurassic Park, che negli anni Novanta contribuì in modo decisivo a fissare nell'immaginario collettivo l'idea del visual effect come spettacolo di meraviglia e di irreperibilità tecnica, fino ai grandi blockbuster dei primi decenni del Duemila, gli effetti visivi hanno rappresentato per molto tempo una delle ultime aree dell'audiovisivo ancora avvolte da una sorta di distanza quasi sacrale, legata alla loro complessità produttiva, alla concentrazione delle competenze in pochi grandi centri industriali e alla conseguente percezione di inaccessibilità. È proprio su questo punto che il dialogo con Benjamin si rivela particolarmente fertile: se, nel caso dell'opera d'arte tradizionale, la riproducibilità tecnica aveva progressivamente incrinato il rapporto tra unicità, autenticità e presenza, oggi si può osservare un movimento analogo, ma riferito non più soltanto all'oggetto finito bensì anche ai procedimenti tecnici che ne rendono possibile la produzione. In altri termini, non è soltanto l'opera a perdere la propria aura, ma è l'intero apparato tecnico-produttivo a essere sottratto a quella dimensione di esclusività che per lungo tempo ne aveva preservato il carattere quasi inaccessibile. Ne deriva una trasformazione che, pur collocandosi in un ambito più specifico e circoscritto rispetto a quello analizzato da Benjamin, ne rinnova con forza l'intuizione di fondo. Anche nel presente, infatti, la storia dei media può essere letta come una storia di progressive "dislocazioni dell'aura", di volta in volta trasferita, erosa o ridefinita dai mutamenti delle condizioni tecniche e culturali della produzione delle immagini.

A completare questo scenario vi è inoltre un ulteriore e significativo processo di espansione, che ha portato i VFX a uscire in modo sempre più massiccio dal perimetro del cinema ad alto budget per approdare in ambiti mediali differenti, come i videoclip musicali, la pubblicità e i contenuti per i social media. In questi contesti, gli effetti visivi non svolgono più soltanto una funzione spettacolare in senso tradizionale, ma diventano strumenti centrali di costruzione dell'attenzione, dell'identità visiva di brand o artisti e della circolazione virale delle immagini. La loro presenza risponde infatti alle logiche della comunicazione contemporanea, sempre più orientata alla rapidità della fruizione, all'impatto immediato e alla capacità di produrre immagini in grado di trattenere lo sguardo anche per pochi istanti. Proprio per questo, i VFX assumono oggi una rilevanza che travalica i confini del cinema e si estende a forme espressive e produttive estremamente eterogenee, contribuendo a ridefinire tanto i linguaggi dell'audiovisivo quanto le modalità

[2]Shilo T. McClean. *Digital Storytelling: The Narrative Power of Visual Effects in Film.* MIT Press, 2007.

stesse di produzione, distribuzione e consumo delle immagini. È anche da questa diffusione trasversale che deriva la necessità di un'indagine specifica, capace di leggere i VFX non solo come una tecnologia del cinema, ma come una delle pratiche più rappresentative delle trasformazioni in atto nel paesaggio mediale contemporaneo.

0.2 La rivoluzione digitale dell'audiovisivo

Per cogliere appieno la portata e le implicazioni dei Visual Effects contemporanei, è necessario riconoscere che la loro democratizzazione non costituisce un fenomeno isolato, bensì il punto di approdo di una trasformazione sistemica ben più ampia: la rivoluzione digitale dell'audiovisivo. Anche in questo ampliamento di prospettiva, la lezione di Benjamin rimane la guida concettuale d'elezione. Nel descrivere la storia dei media, il filosofo mostra infatti come la riproducibilità tecnica non sia un evento statico, ma un processo ad accelerazione progressiva in cui ogni nuovo stadio tecnologico riorganizza il "medium della percezione umana"[3] e ridefinisce i rapporti di produzione.

L'avvento del digitale rappresenta l'inversione di paradigma contemporanea di questo continuum storico. Esso ha smaterializzato l'intera catena del valore cinematografico, ristrutturando il ciclo di vita dell'opera e agendo a tutti gli effetti come una "forza democratizzante" per l'ecosistema indipendente. Come illustrato da Monica Mak nel suo lavoro: *Digital cinematic technology and the Democratization of independent cinema*[4], questa spinta liberatoria può essere inquadrata attraverso due prospettive teoriche complementari: da un lato il "concetto di mercato" (market concept), per cui la tecnologia favorisce una distribuzione equa attraverso l'abbattimento dei costi e la facilità d'uso; dall'altro la "nozione etica", intesa come l'emancipazione del cineasta e la garanzia del suo diritto a raggiungere il pieno potenziale creativo e di autorealizzazione. Questa riorganizzazione dei mezzi ha scisso il panorama in due direzioni. Per le grandi produzioni, major e blockbuster, il digitale ha fornito l'infrastruttura per ottimizzare workflow complessi ad alto budget, superando i limiti fisici e logistici della pellicola attraverso l'introduzione del Digital Intermediate, il perfezionamento del compositing digitale e il progressivo abbandono dei dispendiosi processi ottico-chimici di laboratorio. Per i creativi indipendenti, invece, la diffusione di camere digitali prosumer e software di montaggio non lineare ha infranto definitivamente quello che viene identificato come il "mito dell'inaccessibilità" finanziaria e tecnologica storicamente associato alla pellicola 35mm e ai costosi mezzi tradizionali. Per analizzare correttamente questa transizione, è fondamentale adottare una precisa cornice teorica: quella del soft determinism (determinismo morbido). Come illustrato nello studio di Mak, che applica ai media digitali le formulazioni di filosofi della tecnologia quali Langdon Winner, Andrew Feenberg e Robert L. Heilbroner, il soft determinism si posiziona come una via di mezzo tra due estremi concettuali:

- Da un lato, l'Hard Determinism (determinismo rigido) considera la tecnologia come una forza autonoma e cieca che determina meccanicamente la società, l'arte e l'agire umano, trattando gli artisti come meri esecutori passivi dell'innovazione tecnica.

[3] Benjamin, *The Work of Art in the Age of Its Technological Reproducibility, and Other Writings on Media*, p. 23.

[4] Monica Mak. «Digital Cinematic Technology and the Democratization of Independent Cinema». Montreal: McGill University, 2007.

- Dall'altro, il Social Constructionism (costruzionismo sociale) riduce la tecnologia a un oggetto quasi del tutto privo di capacità di azione (agency), sostenendo che siano esclusivamente le dinamiche umane e sociali a determinarne le applicazioni e gli esiti.

Il soft determinism, invece, riconosce alla tecnologia una reale agency, ovvero la capacità innata di influenzare e plasmare le pratiche artistiche, ma sostiene che essa non operi in modo isolato. Essa agisce, piuttosto, come uno dei tanti fattori sociali all'interno di un'interazione dialettica con la volontà, la cultura, l'economia e il talento dell'autore[5]. Di conseguenza, l'innovazione tecnologica nel campo dei VFX non si impone come una forza isolata o avulsa dal proprio contesto, bensì si intreccia intimamente con i vincoli produttivi ed economici, spingendo il cineasta a rinegoziare continuamente i propri compromessi estetici per sfruttare il potenziale del nuovo mezzo digitale. È proprio questo rinnovato assetto socio-tecnico ad aver catalizzato, nel cinema indipendente, lo spirito Do-It-Yourself (DIY)[6], trasferendo interi reparti di post-produzione all'interno dei personal computer e abilitando la figura del Digital Auteur, un artista in grado di operare in autonomia bypassando i tradizionali gatekeepers dell'industria cinematografica.

0.3 Metodologia e struttura della ricerca

Riflettere sul metodo nell'analisi dei media è una necessità epistemologica imprescindibile: lo strumento metodologico adottato, infatti, determina intimamente ciò che siamo in grado di vedere e comprendere dell'impatto dei media sulla società. Affrontare un tema mutevole e pervasivo come quello oggetto di questo lavoro impone, pertanto, di non dare per scontati gli strumenti di indagine. In questa prospettiva, la ricerca assume come ideale bussola concettuale il paradigma analitico tracciato da Benjamin nello sviluppo delle sue tesi esposte in *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica.*

Il metodo benjaminiano costituisce un vero e proprio dispositivo di scomposizione critica essenziale per leggere le dinamiche evolutive dei media. Secondo Benjamin il primo rischio che si corre analizzando le nuove tecnologie è quello di giudicarle attraverso categorie concettuali obsolete, figlie di un'estetica pregressa legata a dogmi quali il "genio", il "valore eterno" o l'"aura". Applicare questi concetti tradizionali alle nuove forme di riproduzione tecnica non solo si rivela inefficace, ma preclude la comprensione della loro reale portata, prestandosi a pericolose manipolazioni ideologiche. Per neutralizzare questo rischio, l'analisi deve compiere una trasposizione materialista, spostando il proprio baricentro dal "contenuto" dell'opera alla "tecnica" (Technik)[7]: la domanda metodologica centrale non è più soltanto "cosa dice il medium?", ma "qual è la sua posizione all'interno dei rapporti di produzione e come la sua struttura tecnologica ne trasforma la distribuzione e la fruizione?".

Questo approccio impone di riconoscere che la stessa percezione sensibile umana (sensorium) non è una costante biologica, ma un costrutto storicamente e socialmente condizionato. Mutamenti radicali nella fruizione, come il passaggio contemporaneo verso una fruizione massiva, frammentata e "distratta", non vanno liquidati come degenerazioni culturali, bensì indagati come necessari adattamenti percettivi del soggetto alle incessanti

[5]Mak, «Digital Cinematic Technology and the Democratization of Independent Cinema», pp. 41–46.
[6]Mak, «Digital Cinematic Technology and the Democratization of Independent Cinema», p. 23.
[7]Benjamin, *The Work of Art in the Age of Its Technological Reproducibility, and Other Writings on Media*, p. 76.

sollecitazioni (ciò che Benjamin chiama shock)[8] della modernità tecnologica. Attraverso precise analogie epistemiche, Benjamin paragona chi analizza i media a un chirurgo che penetra operativamente nel tessuto del reale, anziché contemplarlo a distanza come un mago[9].

È muovendo da questo solco metodologico che il presente elaborato struttura la propria indagine. Se il metodo deve aderire intimamente alla natura del medium e ai suoi rapporti di produzione, lo studio della democratizzazione dei VFX non può limitarsi alle fonti editoriali accademiche canoniche, che risultano spesso asincrone e fisiologicamente in ritardo rispetto a un orizzonte tecnologico in costante mutazione. L'indagine si immerge, di conseguenza, nell'ecosistema in cui questa democratizzazione si compie quotidianamente: l'esplorazione su internet, l'analisi dei tutorial, il confronto con le community online (siano esse composte da professionisti o da amatori) e lo studio della documentazione tecnica condivisa. Questa modalità di ricerca non rappresenta un ripiego dettato dalla frammentarietà bibliografica, ma costituisce una scelta epistemologica coerente e organica: è il tentativo di osservare la tecnica là dove si forma, decostruendo le reali dinamiche di apprendimento ibrido, problem solving e condivisione orizzontale dei saperi che guidano oggi il settore.Su questa base, il metodo di indagine si muove lungo una traiettoria divisa in tre parti.

La prima sezione del lavoro si dedica alla costruzione di un solido apparato teorico e critico, impiegando le lenti d'indagine descritte per analizzare il fenomeno della diffusione dei VFX, dal cinema fino ai nuovi formati per i social media. La seconda e la terza sezione, invece, traslano questo paradigma analitico in una dimensione marcatamente pratica ed empirica, operando una vera e propria "microscopia critica" sui processi produttivi caratterizzati da risorse limitate. Nello specifico, la seconda fase assumerà come casi di studio diretti i lavori audiovisivi realizzati in prima persona. Attraverso un impianto strettamente analitico, la ricerca procederà al breakdown strutturale di ciascuna fase di produzione. L'obiettivo è quello di mappare l'intera architettura del flusso di lavoro, esaminando le pipeline non come mere esecuzioni meccaniche, ma come sistemi complessi in cui convergono scelte tecniche, logistiche ed economiche. Questa decostruzione evidenzierà le logiche organizzative e i compromessi tecnico-operativi necessari per bilanciare i vincoli di budget con la sintesi dell'immagine digitale. Infine, la terza fase culminerà nella costruzione e nella descrizione di un workflow operativo sperimentale. In quest'ultimo passaggio di sintesi, verrà illustrato minuziosamente il processo logico con cui saranno scelti gli strumenti software e hardware. Ogni singola opzione tecnica sarà giustificata e spiegata in funzione della sua reale applicabilità, dell'ottimizzazione dei tempi e, soprattutto, della rigorosa sostenibilità economica vitale per le piccole realtà creative.

[8]Benjamin, *The Work of Art in the Age of Its Technological Reproducibility, and Other Writings on Media*, p. 267.

[9]Benjamin, *The Work of Art in the Age of Its Technological Reproducibility, and Other Writings on Media*, p. 35.

Capitolo 1

Democratizzazione dei VFX: analisi del processo

1.1 Breve storia dei VFX: dalle origini alla crisi del modello studio based

Nel panorama degli studi audiovisivi contemporanei, è fondamentale stabilire una rigorosa demarcazione concettuale tra due domini operativi che, pur essendo complementari, presentano nature profondamente diverse: gli Effetti Speciali (SFX) e gli Effetti Visivi (VFX). Gli SFX si configurano come effetti pratici, meccanici o ottici realizzati fisicamente e catturati dal vivo dalla macchina da presa direttamente sul set. Al contrario, i VFX consistono nella creazione, manipolazione e integrazione di immagini generate o alterate digitalmente (CGI) attraverso l'uso del computer. Un processo che avviene prevalentemente nella fase di post-produzione. Sebbene le origini artigianali del cinema abbiano visto il dominio indiscusso degli effetti pratici, oggi le due pratiche si integrano frequentemente per conferire il massimo realismo e dare credibilità all'opera finale.

Nel corso degli ultimi decenni, il ruolo dei VFX ha subito una radicale mutazione all'interno del linguaggio cinematografico. Inizialmente concepiti e percepiti come mere attrazioni visive o occasionali eventi spettacolari, gli effetti visivi si sono gradualmente emancipati fino a divenire una componente strutturale e pervasiva della narrazione audiovisiva. Oggi non rappresentano più una semplice aggiunta estetica a posteriori, ma costituiscono una componente strategica fondamentale, capace di influenzare profondamente sia le aspettative del pubblico sia le stesse modalità produttive fin dalle primissime fasi di pre-produzione.

La presente trattazione mira ad analizzare questa parabola storica e industriale. La traiettoria produttiva dei VFX prende le mosse dalle prime sperimentazioni artigianali per poi consolidarsi, tra la fine del Novecento e l'inizio del nuovo millennio, in un rigido modello "studio-based". Tale paradigma si fondava su enormi investimenti in capitali e infrastrutture hardware, rendendo necessari grandi team di lavoratori inseriti in pipeline estremamente complesse e iper specializzate. Tuttavia, la recente rivoluzione digitale ha innescato un profondo processo di democratizzazione. L'affermarsi di software a basso costo o open-source e il contemporaneo aumento della potenza di calcolo dell'hardware di consumo hanno progressivamente abbattuto le storiche barriere d'accesso. Questo smantellamento del monopolio tecnologico ed economico ha infine generato un ecosistema diffuso e accessibile, consentendo l'ingresso sul mercato a creatori indipendenti, piccole realtà creative e produzioni a basso budget, ridefinendo così le gerarchie stesse dell'industria

audiovisiva globale.

1.1.1 Le origini e l'evoluzione degli effetti pratici e ottici

Le origini degli effetti visivi affondano le proprie radici nelle prime sperimentazioni dell'illusione cinematografica, un periodo in cui le tecniche di alterazione dell'immagine non erano ancora scisse dalla produzione vera e propria, ma intimamente integrate nel processo di ripresa. Figure pionieristiche come Georges Méliès ed Edwin S. Porter diedero un contributo fondamentale allo sviluppo della cosiddetta "trick photography", trasformando il mezzo cinematografico e spingendo le narrazioni verso l'esplorazione di mondi fantastici. Attraverso l'invenzione e l'utilizzo di espedienti in-camera quali il fermo macchina (stop-action), le doppie esposizioni, l'alterazione della velocità del moto e l'uso rudimentale dello split-screen, questi autori hanno gettato le fondamenta concettuali e tecnologiche per la creazione di immagini altamente avanzate.

Parallelamente, l'esigenza di ampliare gli orizzonti scenografici ha spinto lo sviluppo delle tecniche ottiche. Innovatori come Norman O. Dawn introdussero il "glass shot", una tecnica che consisteva nel posizionare una lastra di vetro, su cui erano dipinti dettagli architettonici o paesaggistici, direttamente davanti all'obiettivo per alterare o espandere le scenografie riprese dal vivo. Questa pratica ha segnato la nascita del matte painting e delle tecniche di compositing in-camera, permettendo l'integrazione fluida di elementi reali con sfondi artificiali. Per superare i limiti statici delle inquadrature, divenne cruciale perfezionare le metodologie di separazione dell'immagine in movimento. Già nel 1916, il direttore della fotografia Frank Williams pose le basi della tecnica del travelling matte riprendendo gli attori su sfondi neri, per poi sostituire il fondale in una fase successiva. Tale approccio si evolse significativamente negli anni '30 grazie allo sviluppo del blue screen ad opera di Linwood Dunn. Questa tecnica, impiegata con successo da Larry Butler in produzioni come *Il ladro di Bagdad* (1940), ha permesso di separare in modo netto i soggetti in primo piano per l'estrazione del colore, divenendo una pratica essenziale per il compositing molto prima dell'avvento dei software digitali[10].

Infine, l'animazione di elementi fantastici ha richiesto lo sviluppo di tecnologie sempre più sofisticate per superare i limiti delle tecniche artigianali. Mentre i primi animatori dipendevano dalla complessa tecnica a passo uno (stop-motion), arrivando persino a dover ricreare manualmente l'effetto di sfocatura (motion blur) per rendere fluidi i movimenti dei modelli, la disciplina subì una radicale transizione meccatronica a partire dagli anni '60 e '70. Pellicole rivoluzionarie come *2001: Odissea nello spazio* (1968) introdussero sistemi di controllo meccanico e perfettamente ripetibile della macchina da presa, seguiti nel 1977 dai sistemi di motion control legati al computer utilizzati in Star Wars. Queste innovazioni tecnologiche permisero di registrare e ripetere con assoluta precisione i movimenti della cinepresa, un passaggio ingegneristico essenziale per integrare e sovrapporre modelli in scala di astronavi a sfondi complessi, inaugurando di fatto l'era dei grandi colossi degli effetti visivi.

1.1.2 L'Era dei Grandi Blockbuster e il Modello Studio-Based

Negli anni '90, l'industria cinematografica ha vissuto un punto di flesso tecnologico ed estetico senza precedenti. Per decenni, l'illusione cinematografica era stata affidata alle

[10]G. Balla. «The Director's Method in Contemporary Visual Effects Film: the Influence of Digital Effects on Film Directing». University of York, Theatre, Film e Television, 2016, pp. 63–65.

tecniche fisiche e ottiche precedentemente descritte, le quali, pur avendo raggiunto vette artigianali straordinarie, presentavano limiti intrinseci legati alla degradazione dell'immagine nei processi analogici e alle difficoltà di integrazione con le riprese dal vivo. L'avvento della Computer Generated Imagery (CGI) fotorealistica ha scardinato questo paradigma, consentendo di generare e manipolare immagini digitali senza alcuna perdita di qualità. Questo passaggio non ha rappresentato un semplice aggiornamento degli strumenti di post-produzione, ma una vera e propria riconfigurazione del linguaggio visivo e delle possibilità narrative del cinema mainstream.

Il consolidamento della CGI come nuovo standard è avvenuto attraverso due capolavori che hanno ridefinito i confini del possibile. *Terminator 2: Judgment Day* (1991), diretto da James Cameron, è ampiamente riconosciuto come il film spartiacque per la grafica computerizzata. La creazione del T-1000, un antagonista in metallo liquido capace di mutare forma, ha rappresentato il primo personaggio principale generato al computer, risultando del tutto irrealizzabile con le tecniche classiche o la stop-motion. La produzione ha combinato l'animatronica tradizionale con l'effettistica digitale, segnando l'inizio dell'integrazione del compositing digitale e della pittura digitale (tramite software di elaborazione dell'immagine) per la correzione dei fotogrammi. Due anni più tardi, *Jurassic Park* (1993) di Steven Spielberg ha infranto la barriera della rappresentazione organica e biologica. Per la prima volta, la tecnologia digitale è stata impiegata per creare creature viventi complete, dettagliate e fotorealistiche. L'impatto di questo traguardo è stato così dirompente da costringere gli animatori tradizionali e gli specialisti della stop-motion a riqualificarsi verso gli strumenti digitali[11].

Tuttavia, la rivoluzione della CGI non si è limitata ai generi di fantascienza o d'azione. Pellicole come Forrest Gump (1994) hanno dimostrato come la manipolazione digitale potesse trasformarsi in un "effetto invisibile", utilizzato in modo sottile e intelligente per integrare attori in filmati d'epoca o rimuovere parti del corpo (come nel caso delle gambe del personaggio del Tenente Dan). La digitalizzazione ha permesso ai registi di non limitarsi a montare una sequenza dopo l'altra, ma di "montare all'interno" dell'inquadratura stessa, pulendo gli elementi inutili e fondendo elementi da piastre di ripresa differenti con una precisione chirurgica. Negli anni successivi, la maturazione della CGI ha continuato a riscrivere i generi e le strutture narrative. Opere come The Matrix (1999) hanno introdotto tecniche rivoluzionarie come il bullet time, unendo fotogrammetria, complessi rig pratici e movimenti di macchina virtuale. Parallelamente, la trilogia de Il Signore degli Anelli (2001-2003) ha consacrato la tecnica della performance capture e il rendering accurato della pelle organica con la creazione del personaggio di Gollum. Questo percorso di innovazione ha trovato il suo apice pochi anni dopo, con Avatar (2009), che ha spinto l'immersione 3D e la generazione di interi ambienti e personaggi digitali a livelli di fotorealismo assoluto. Questa evoluzione tecnica ha trasformato i VFX da espediente visivo per sequenze isolate a pilastro strutturale dell'industria cinematografica. Le dinamiche produttive si sono profondamente modificate, portando gli effetti visivi a coprire quote comprese tra il 30% e il 40% del budget totale di produzione dei moderni blockbuster hollywoodiani[12]. La manipolazione digitale ha dimostrato di non essere un fine in sé, ma una risorsa narrativa imprescindibile, un potente strumento al servizio del racconto, della visione registica e della connessione emotiva con lo spettatore.

L'affermazione della CGI come pilastro strutturale del cinema ha innescato una conse-

[11] Lev Manovich. *The Language of New Media.* Cambridge, MA: MIT Press, 2001, passim.

[12] Anastasia Chabanova. «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects». University of Westminster, 2022, p. 40.

guente, e altrettanto radicale, metamorfosi organizzativa, consolidando il cosiddetto modello "studio-based". Questa architettura industriale si fondava sulla necessità di sostenere budget imponenti per alimentare infrastrutture produttive accentrate. La complessità del fotorealismo richiedeva non solo l'impiego di hardware ad altissime prestazioni, ma anche lo sviluppo di software proprietari creati da reparti di ricerca e sviluppo interni alle stesse facility. Tale concentrazione di capitali, unita all'aggregazione di talenti tecnici in pochi, enormi centri operativi hollywoodiani, ha di fatto eretto una barriera all'ingresso insormontabile[13]. La post-produzione di alto livello è stata così ammantata di un'aura di distanza ed esclusività tecnica che precludeva qualsiasi velleità competitiva al panorama indipendente, vincolando l'eccellenza visiva al monopolio delle grandi major.

1.1.3 Il collo di bottiglia del rendering "offline" e la dilatazione dei Cycle Time

Il fulcro tecnologico di questa inaccessibilità risiedeva nel collo di bottiglia del rendering. La conversione delle scene tridimensionali sintetiche in immagini bidimensionali definitive ad alta risoluzione richiedeva una potenza di calcolo immensa. Spazi virtuali contenenti dense reti poligonali, complessi algoritmi di illuminazione globale (*ray tracing*), e simulazioni fisiche di fluidi, fumo o tessuti, dovevano essere calcolati con estrema precisione.

Per gestire questo enorme carico computazionale, i grandi studios erano costretti ad allestire e mantenere "render farm" proprietarie: architetture di rete locali costituite da centinaia, o persino migliaia, di server interconnessi. Il funzionamento ininterrotto di questi cluster esigeva non solo spazi fisici smisurati e sistemi di raffreddamento industriali per dissipare il calore generato, ma anche la supervisione costante di team di ingegneri e tecnici di pipeline dedicati, noti come Rendering TDs (Technical Directors), incaricati di ottimizzare i flussi di dati e prevenire crash di sistema.

L'aspetto più critico di questo ecosistema risiedeva nella modalità di elaborazione, che avveniva rigorosamente "offline". A differenza dei processi odierni, il calcolo di un singolo fotogramma (frame) fotorealistico poteva richiedere svariate ore, dilatandosi fino a interi giorni per le inquadrature a più alta densità geometrica. Questa latenza fisiologica impattava drammaticamente sull'organizzazione del lavoro, dilatando i tempi di ciclo (i cosiddetti *cycle time* o *turnaround time*) delle lavorazioni. Il processo iterativo tradizionale imponeva una routine asincrona e frammentata: l'artista modificava la scena "alla cieca" o affidandosi ad anteprime a bassissima risoluzione, inviava il pacchetto dati alla farm per il calcolo offline, e attendeva ore prima di poter visionare il risultato effettivo[14].

Di conseguenza, qualsiasi imperfezione tecnica o revisione artistica richiesta dal regista comportava inevitabilmente un nuovo, lungo e costoso *re-render*. Questa inefficienza strutturale monopolizzava enormi quote di risorse finanziarie ed energetiche esclusivamente per le fasi di calcolo e validazione finale. Appare evidente come, per un singolo creativo, una piccola realtà produttiva o uno studio indipendente, l'impegno economico derivante dall'acquisizione e dalla gestione di una simile infrastruttura locale rappresentasse un ostacolo insuperabile. Il modello offline rendeva tecnicamente ed economicamente precluso il raggiungimento di quegli standard visivi che il mercato globale aveva ormai eletto a norma, sigillando i VFX di fascia alta all'interno di una fortezza inaccessibile ai bassi budget.

[13] Volker Spelthann e Axel Haunschild. «Organizational Creativity in Heterarchies: The Case of VFX Production». In: *Creativity and Innovation Management* 20.2 (2011), pp. 100–107.

[14] Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects».

1.1.4 1.1.4 Fordismo digitale e iperspecializzazione della forza lavoro

Per sopperire alla complessità tecnica ed economica generata da queste immense moli di dati, l'industria audiovisiva ha dovuto trasformare radicalmente la propria struttura organizzativa. La produzione degli effetti visivi si è evoluta da una pratica prevalentemente artigianale a un sistema di fabbricazione industriale altamente razionalizzato, mutuando i principi dell'organizzazione del lavoro teorizzati da Adam Smith, Frederick Taylor e Henry Ford. L'obiettivo primario divenne la riduzione dei tempi di lavorazione senza far lievitare in modo insostenibile i costi per unità di prodotto. La creazione dell'immagine venne così assoggettata a una rigorosa scomposizione operativa (task decomposition), dando vita a un vero e proprio "fordismo digitale"[15].

Il flusso di lavoro complessivo, noto come pipeline, ha assunto le sembianze di una catena di montaggio virtuale basata sul principio analitico del "divide et impera": un compito complesso viene suddiviso in elementi esecutivi più semplici per massimizzare velocità e precisione. Mansioni che in passato erano gestite da singole figure poliedriche vennero frammentate e assegnate ad artisti iperspecializzati, operanti all'interno di dipartimenti stagni:

- Nel reparto Asset-Based (dedicato alla creazione degli elementi tridimensionali base), i Modeler costruiscono la geometria strutturale, i Texture Artist ne definiscono l'aspetto superficiale, mentre i Rigging TD creano l'ossatura digitale indispensabile agli Animatori per generare il movimento.

- Nel reparto Shot-Based (focalizzato sulla lavorazione della singola inquadratura), i Match-mover tracciano matematicamente i movimenti della videocamera dal vivo per replicarli nello spazio virtuale, i Roto Artist isolano manualmente i soggetti dallo sfondo fotogramma per fotogramma, e i Lighting Artist uniformano l'illuminazione digitale a quella della piastra di ripresa reale.

- Infine, nel reparto di Post-Production e Compositing, i Prep Artist si occupano della pulizia dell'immagine (ad esempio, rimuovendo i cavi di sicurezza), lasciando al Compositor il compito di assemblare tutti i livelli renderizzati nell'immagine fotorealistica definitiva.

Questa estrema parcellizzazione ha garantito che ogni operatore diventasse un esecutore altamente performante nel proprio micro-settore, ma ha reso necessaria una massiccia sovrastruttura di controllo per evitare l'anarchia stilistica e garantire la continuità visiva. L'ecosistema VFX si è dunque stratificato in una rigida gerarchia piramidale, accostabile al concetto di burocrazia formale di stampo weberiano. Figure apicali come il VFX Supervisor (responsabile globale dell'integrazione tra set e post-produzione) e il CG Supervisor garantiscono la coerenza artistica; i Technical Director (TD) fungono da cerniera tra la risoluzione dei problemi ingegneristici del software e la creazione dei fotogrammi, mentre i vari Producer gestiscono i vincoli economici e l'assegnazione delle risorse umane[16]. Se da un lato questa standardizzazione ha garantito un'eccezionale efficienza industriale, permettendo alle grandi facility di sfornare migliaia di inquadrature spettacolari nei tempi stringenti imposti dai blockbuster, dall'altro ha introdotto profonde criticità strutturali.

[15] Manovich, *The Language of New Media*, p. 50; Janet Staiger. «Dividing Labor for Production Control: Thomas Ince and the Rise of the Studio System». In: *Cinema Journal* 18.2 (1979), pp. 16–25.

[16] Charles Finance e Susan Zwerman. *The Visual Effects Producer: Understanding the Art and Business of VFX*. Elsevier/Focal Press, 2015.

Una pipeline così rigidamente sequenziale fatica a gestire i cambiamenti repentini tipici del processo cinematografico; ogni modifica o variante impone il riattraversamento dell'intera catena produttiva, generando colli di bottiglia e un drastico aumento dei costi. Inoltre, l'iper-specializzazione ha innescato un progressivo de-skilling (impoverimento delle competenze trasversali) e una burocratizzazione del lavoratore creativo, alienato e confinato a ruoli ripetitivi di pura esecuzione meccanica[17]. Sono state proprio queste rigidità operative e queste condizioni dei professionisti a evidenziare i limiti insostenibili del modello "studio-based", ponendo le basi storiche contro cui la successiva spinta democratizzante del digitale, orientata verso l'emancipazione dei creativi, una "specializzazione flessibile" e il ritorno di figure generaliste, avrebbe reagito.

1.1.5 1.1.5 Il collasso del modello Studio-Based: insostenibilità e CGI Fatigue

La rigidità strutturale di questo modello produttivo ha incontrato il suo limite di rottura all'intersezione tra insostenibili pressioni economiche, mutamenti nelle abitudini di consumo e trasformazioni critiche nell'organizzazione del lavoro. La proliferazione delle piattaforme di streaming e l'espansione dei grandi franchise cinematografici hanno generato una richiesta senza precedenti di inquadrature VFX. Tuttavia, a fronte di standard qualitativi e livelli di dettaglio sempre più elevati imposti dal mercato globale, i tempi di lavorazione e i budget assegnati alle singole sequenze hanno subito una drastica contrazione.

Il mantenimento di enormi centri operativi proprietari (on-premise) si è rivelato economicamente incompatibile con l'intrinseca volatilità dei progetti audiovisivi. Per abbattere gli altissimi costi fissi infrastrutturali, le major hanno avviato un processo di decentramento, appaltando massicciamente il lavoro a una galassia di facility terze e professionisti freelance distribuiti a livello globale. Questa competizione al ribasso ha innescato una profonda crisi del lavoro: il settore è stato travolto dalla prassi del crunch time, un regime operativo caratterizzato da settimane lavorative estese fino a 100 ore, straordinari non retribuiti, scadenze irrealistiche e frequenti casi di burnout, dinamiche esacerbate dalla cronica mancanza di tutele sindacali per gli artisti digitali[18].

La fragilità di questo ecosistema è stata inequivocabilmente esposta da shock sistemici esterni e a riorganizzazioni interne. Un evento fortemente emblematico è stata la chiusura, nell'agosto del 2023, dello storico studio ILM (Industrial Light and Magic) di Singapore dopo due decenni di operatività, motivata esplicitamente da criticità macroeconomiche (un ridimensionamento che ha fatto eco alla precedente ristrutturazione di LucasArts nel 2013)[19]. Parallelamente, la pandemia di COVID-19 (2020-2022) ha evidenziato in modo drammatico l'inadeguatezza dell'infrastruttura on-premise. Prima dell'emergenza sanitaria, il 46% dell'industria dei VFX non disponeva di tecnologie adeguate per il lavoro da remoto, principalmente a causa dei rigidi protocolli di sicurezza IT e degli elevati costi delle workstation locali. I successivi blocchi produttivi hanno determinato un brusco abbandono della centralizzazione in ufficio, accelerando la necessaria transizione verso postazioni virtuali sul cloud e architetture di rete distribuite. Sul piano puramente metodologico, la pianificazione accurata in pre-produzione è stata progressivamente sostituita dall'abuso

[17] Spelthann e Haunschild, «Organizational Creativity in Heterarchies: The Case of VFX Production».

[18] The Royal Ocean Film Society. *The Visual Effects Crisis*. YouTube. 30 Set. 2022. URL: `https://youtu.be/eALwDyS7rB0` (visitato il giorno 18/06/2026), 17:35.

[19] Tim Dams. *"I am gobsmacked": UK industry reacts to collapse of film visual effects giant MPC*. Screen Daily. URL: `https://www.screendaily.com/news/i-am-gobsmacked-uk-industry-reacts-to-collapse-of-film-visual-effects-giant-mpc/5202489.article` (visitato il giorno 18/07/2026).

sistemico della prassi nota come fix it in post[20]. I registi hanno iniziato a rinviare decisioni stilistiche e strutturali cruciali alla fase finale di post-produzione. Questo approccio ha generato una severa frattura nella pipeline, sovraccaricando in modo insostenibile gli ultimi anelli della catena produttiva, in particolare i reparti di integrazione e compositing.

Le conseguenze di questo cortocircuito industriale si sono riversate direttamente sul prodotto cinematografico, manifestandosi con palesi cali qualitativi. L'urgenza di consegnare i file finali entro date di uscita inalterabili ha costretto i dipartimenti VFX a bypassare fondamentali iterazioni di controllo, portando nelle sale pellicole con manipolazioni digitali visibilmente compromesse. Un caso di studio emblematico è rappresentato da *Justice League* (2017), in cui le massicce riprese aggiuntive (reshoot) hanno imposto la rimozione digitale frettolosa dei baffi dell'attore Henry Cavill; il risultato è stato un compositing finale inficiato da gravi artefatti di tracciamento (tracking) e distorsioni anatomiche del viso dell'attore. Parallelamente, l'effetto visivo si è trasformato in una mera "stampella narrativa", impiegata in modo ipertrofico per mascherare sceneggiature deboli o pianificazioni inadeguate. Criticità analoghe sono emerse nel terzo atto di *Black Panther* (2018), dove l'estrema compressione dei turnaround times ha imposto l'utilizzo di controfigure digitali (digital doubles) prive delle necessarie simulazioni fisiche e caratterizzate da texture a bassa risoluzione, minando del tutto l'integrazione fotorealistica dell'inquadratura.

La reazione del pubblico ha sancito la fine di questa era: gli spettatori, ormai assuefatti alle immagini sintetiche, hanno sviluppato una profonda desensibilizzazione, diagnosticata nel settore come CGI fatigue[21]. L'eccesso di imperfezioni ha innescato fastidiosi fenomeni di uncanny valley[22] portati all'estremo in opere come *Cats* (2019), dove l'applicazione disomogenea della digital fur technology (la generazione procedurale del pelo) ha prodotto risultati visivi e artefatti di rendering così instabili da costringere la casa di produzione a distribuire alle sale cinematografiche una "patch" correttiva contenente un nuovo master digitale a programmazione già avviata. Questi fallimenti, amplificati dalla trasformazione del pubblico in severi critici sulle piattaforme social e seguiti da ingenti perdite al botteghino, hanno certificato in via definitiva che il modello di produzione sequenziale ad altissima pressione non era più sostenibile, rendendo inevitabile la transizione verso un ecosistema più flessibile e decentralizzato.

1.2 I Fattori Tecnologici della Democratizzazione

Il collasso del paradigma studio-based e le conseguenti criticità sistemiche analizzate in precedenza non hanno segnato un'involuzione dell'industria dei Visual Effects, bensì il preludio a una sua profonda riconfigurazione strutturale. Di fronte all'insostenibilità economica e produttiva delle pipeline iper-centralizzate, l'evoluzione storica dei Visual Effects ha visto un progressivo distacco dalle esclusive infrastrutture studio-based in favore di ecosistemi decentralizzati e flessibili. Questo paradigma di democratizzazione è stato inne-

[20] Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects», p. 30.

[21] Shaad D'Souza. «'It's exactly as they'd have done it in the 1910s': how Barbenheimer is leading the anti-CGI backlash». In: *The Guardian* (27 lug. 2023). URL: `https://www.theguardian.com/film/2023/jul/27/its-exactly-as-theyd-have-done-it-in-the-1910s-how-barbenheimer-is-leading-the-anti-cgi-backlash` (visitato il giorno 18/05/2026); Chris Tilly. *Director Gareth Edwards Discusses Godzilla's Big Secret*. IGN. 18 mar. 2014. URL: `https://www.ign.com/articles/2014/03/18/director-gareth-edwards-discusses-godzillas-big-secret` (visitato il giorno 10/06/2026).

[22] Teorizzata da Masahiro Mori (1970), l'*uncanny valley* (zona del perturbante) descrive il crollo empatico e il senso di repulsione generato da entità artificiali quasi perfettamente umane. Nei VFX rappresenta storicamente lo scoglio principale per la creazione di *digital doubles* credibili.

scato dalla convergenza di tre fattori tecnologici fondamentali: l'accessibilità del software, l'aumento della potenza di calcolo consumer e la riconfigurazione dei ruoli professionali.

Questa convergenza non si è limitata a una mera discesa dei prezzi o a un aggiornamento degli strumenti, ma ha generato un vero e proprio capovolgimento metodologico. Nelle dinamiche industriali tradizionali, il possesso della tecnologia rappresentava la principale barriera all'ingresso, vincolando l'eccellenza visiva a chi deteneva enormi capitali. Oggi, al contrario, la tecnologia agisce come un fattore abilitante e trasversale. L'intersezione tra questi tre fattori ha permesso il passaggio da una catena di montaggio fordista, basata su un'estrema e rigida divisione del lavoro, a un modello che la teoria economica e organizzativa definisce di "specializzazione flessibile"[23]. In questo nuovo scenario, le strutture gerarchiche si appiattiscono, i ruoli non sono più confinati a singoli task isolati e le barriere tra pre-produzione, produzione e post-produzione diventano sempre più permeabili. Inoltre, questa democratizzazione tecnologica sta ridefinendo la natura stessa del lavoro dell'artista digitale. Assorbendo il carico computazionale più gravoso e automatizzando le procedure operative più tediose e ripetitive, i nuovi ecosistemi tecnologici stanno progressivamente svincolando i professionisti dalle limitazioni puramente ingegneristiche. Il risultato è un sensibile spostamento del baricentro produttivo: il processo di creazione dei VFX sta mutando da un approccio prettamente tecnico a uno marcatamente creativo, restituendo autorialità e agilità d'esecuzione alle realtà indipendenti.

Nei paragrafi seguenti verranno analizzati nel dettaglio i tre pilastri che sorreggono questa rivoluzione, esaminando come l'apertura delle licenze software, l'emancipazione dell'hardware e l'automazione algoritmica abbiano materialmente fornito a piccoli studi e singoli creativi gli strumenti per competere, su scala globale, con le grandi facility hollywoodiane.

1.2.1 Il "Dittico della Bontà" e il superamento del modello proprietario

La teorizzazione della democratizzazione dei mezzi di produzione e post-produzione audiovisiva trova una solida cornice analitico-teorica nel concetto di "Dittico della Bontà" (Diptych of Goodness). Questo paradigma, formulato originariamente dal sociologo della musica Paul Théberge nel contesto delle tecnologie sonore digitali[24] e successivamente applicato alla sociologia del cinema indipendente da Monica Mak[25], poggia su una rilettura critica delle teorie liberali della democrazia. Esso fonde due modelli concettuali tradizionalmente separati:

- Il concetto di mercato della democrazia: Affondando le proprie radici nello sviluppo delle società capitalistiche occidentali, questo modello interpreta la tecnologia come un bene di consumo. Di conseguenza, associa la democrazia all'equità distributiva: la democratizzazione tecnologica progredisce in misura direttamente proporzionale alla riduzione del costo dello strumento e all'espansione della sua accessibilità per l'utente medio.

- La nozione etica di democrazia: Sviluppatasi a partire dalle rivendicazioni intellettuali ottocentesche, questa prospettiva eleva la democrazia al diritto inalienabile di ogni individuo di sviluppare e massimizzare appieno il proprio potenziale espressivo, artistico e intellettuale.

[23] Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects», p. 73.
[24] Paul Théberge. *Any Sound You Can Imagine: Making Music/Consuming Technology.* Hanover, NH: Wesleyan University Press, 1997.
[25] Mak, «Digital Cinematic Technology and the Democratization of Independent Cinema», p. 66.

Monica Mak dimostra come, nel contesto della cinematografia e dei Visual Effects, la realizzazione della nozione etica dipenda sistematicamente dal soddisfacimento del concetto di mercato. Il "Dittico della Bontà" rappresenta l'esatta sintesi di questa interdipendenza, articolandosi su due pannelli operativi inscindibili:

1. Convenienza economica (Cost-effectiveness): Consiste nella drastica contrazione del capitale finanziario necessario per l'acquisizione dei mezzi logici e fisici di creazione visiva. Nella post-produzione, ciò si traduce nella commercializzazione di software professionali a prezzi accessibili, in grado di operare su computer desktop di uso comune.

2. Facilità d'uso (User-friendliness): Riguarda l'operatività semplificata e l'introduzione di interfacce grafiche intuitive che abbattono la curva di apprendimento. Questa flessibilità funzionale agisce da catalizzatore per un'esperienza produttiva altamente personalizzata, liberando l'autore dai rigidi vincoli fisici e temporali imposti dalla strumentazione analogica.

Sotto il profilo teorico, i due pannelli del dittico sono strutturalmente interdipendenti. L'accessibilità economica di un software risulta del tutto sterile se la sua intrinseca complessità operativa ne preclude l'utilizzo a chi non possiede una formazione ingegneristica fortemente specializzata; parallelamente, l'estrema semplicità d'uso diviene irrilevante qualora le barriere finanziarie d'ingresso rimangano proibitive. Solo la simultanea presenza di entrambi i fattori permette di scardinare il "mito dell'inaccessibilità" della post-produzione di alto livello, garantendo la sopravvivenza e l'espressione autoriale del Digital Auteur al di fuori del sistema industriale centralizzato.

Per comprendere appieno la portata di questa rivoluzione, è necessario analizzare il panorama della post-produzione digitale tra la fine degli anni '80 e la metà degli anni '90. Tale epoca è stata caratterizzata dall'egemonia assoluta di Avid Technology e del suo sistema di punta, Avid Media Composer, affermatosi come lo standard de facto dell'industria. Dal punto di vista della political economy, il modello di business di Avid si fondava su un'architettura industriale rigidamente protetta da tre barriere principali:

- **L'egemonia del sistema chiuso (Turnkey):** Avid operava vendendo sistemi integrati "chiavi in mano" (turnkey), legando in modo indissolubile il proprio software proprietario a un hardware dedicato e costoso. Questo isolamento strutturale era deliberatamente progettato per impedire l'integrazione di tecnologie di terze parti e tutelare una posizione di monopolio sul mercato[26].

- **La barriera infrastrutturale ed economica:** L'acquisizione di una singola suite Avid originale richiedeva un investimento esorbitante, stimato all'epoca intorno agli 80.000 dollari[27]. Di conseguenza, registi indipendenti e montatori freelance erano costretti a noleggiare ore di lavoro presso laboratori specializzati a costi insostenibili, rendendo la post-produzione un processo finanziariamente proibitivo per i creativi esterni al circuito delle major.

- **La barriera cognitiva e il "Cost Bias":** L'inaccessibilità dei sistemi tradizionali ha contribuito a diffondere l'idea che il compositing e il montaggio digitale fossero una "scienza occulta", riservata a una ristretta cerchia di tecnici d'élite. A ciò

[26] Michael Rubin. *Nonlinear: A Guide to Digital Film and Video Editing.* 3ª ed. Gainesville, FL: Triad Publishing Company, 1995, p. 54.
[27] Rubin, *Nonlinear: A Guide to Digital Film and Video Editing*, p. 122.

si univa quello che il supervisore della post-produzione Michael Cioni ha definito *Cost Bias*: un profondo pregiudizio industriale secondo cui solo le tecnologie estremamente costose potevano essere ritenute "professionali"[28]. Questo bias spingeva l'industria a respingere a priori qualsiasi strumento economico, etichettandolo come qualitativamente inferiore.

La destrutturazione di questo modello oligopolistico avviene con l'irruzione sul mercato di Apple Final Cut Pro (FCP) a partire dal 1999, software che ha aggredito la pipeline proprietaria applicando in modo radicale i principi del "Dittico della Bontà"[29].

L'impatto di FCP ha innescato un'inversione economica del mercato: lanciato a un prezzo di circa 500 dollari (con ulteriori sconti per il settore accademico), ha permesso ai singoli artisti di possedere legittimamente uno strumento professionale sul proprio computer domestico. Questa mossa ha sancito l'emancipazione tecnica del montatore, combinando l'editing non lineare offline con funzionalità di compositing, titolazione e VFX di base in un'unica interfaccia. Automatizzando i compiti puramente esecutivi della moviola, il software ha restituito tempo e risorse preziose al processo creativo.

Si è così consolidata la filosofia "dell'Home Studio". La possibilità di eseguire lavorazioni complesse nella quiete del proprio ambiente domestico ha innescato il fenomeno del DIY (Do-It-Yourself), garantendo ai creativi emergenti una totale autosufficienza tecnologica. Il collasso del sistema proprietario tradizionale può essere infine letto come l'esito di uno scontro tra modelli di business asimmetrici. Se da un lato Avid dipendeva interamente dai ricavi ad alto margine derivanti dalla vendita di costosi pacchetti blindati hardware-software, dall'altro l'ingresso di colossi tecnologici esterni mirava a utilizzare il software professionale come esca a basso costo per vendere i propri personal computer su scala di massa. Questa asimmetria ha sottratto irrimediabilmente terreno ai sistemi turnkey, avviandone il declino in favore di flussi di lavoro aperti, scalabili e desktop-based, e ponendo le basi storiche per le successive rivoluzioni nei campi della CGI e del compositing nodale.

1.2.2 L'Evoluzione dei Software

L'apertura dell'ecosistema software ha ridefinito le gerarchie della produzione visiva, trasformando strumenti di nicchia in piattaforme globali. La progressiva introduzione di versioni gratuite o a basso costo di programmi industriali ha agito da catalizzatore per un'innovazione di processo su larga scala. Tale evoluzione verrà declinata attraverso l'analisi dei software che hanno maggiormente inciso su questa trasformazione, a partire dal dominio del compositing digitale.

1.2.2.1 Nuke e l'apertura degli standard industriali (Nuke Indie)

Il panorama del compositing cinematografico di fascia alta è dominato da Foundry Nuke, un software la cui evoluzione tecnologica e commerciale ha stabilito lo standard de facto della post-produzione globale. Originariamente concepito nel 1993 presso lo studio Digital Domain come motore di calcolo a riga di comando per automatizzare i processi ripetitivi, Nuke è emerso storicamente come risposta alle inefficienze dei rigidi sistemi turnkey dell'epoca[30]. La sua progressiva affermazione sul mercato, accelerata dalla dismissione di

[28] Michael Cioni. *Discussing the Cost Bias in Digital Workflows.* Intervista / Podcast. 2015.

[29] Mak, «Digital Cinematic Technology and the Democratization of Independent Cinema», pp. 108–132.

[30] Per un'analisi storica dell'evoluzione dei software di compositing si veda Steve Wright. *Digital Compositing for Film and Video.* 4ª ed. New York: Focal Press, 2017, pp. 2–5.

concorrenti storici come Apple Shake e dal fallimento delle workstation Silicon Graphics, è stata garantita da un'infrastruttura progettata fin dall'origine per operare in spazio colore lineare e per gestire nativamente lo standard OpenEXR, elaborando centinaia di canali per singolo flusso senza perdita di dati.

Tuttavia, il vero salto paradigmatico che ha rivoluzionato il sistema e gettato le basi concettuali per la democratizzazione risiede nell'architettura logica del software, basata sul modello del Directed Acyclic Graph (DAG), ovvero il compositing nodale. A differenza dei sistemi tradizionali basati sulla sovrapposizione di livelli (layer-based, come Adobe After Effects), l'architettura a nodi scompone ogni singola operazione di manipolazione visiva, che si tratti di keying, masking o trasformazione 3D, in un modulo matematico interconnesso[31]. Questo approccio modulare ha un impatto formidabile sull'operatività: garantisce una leggibilità lineare, una scalabilità assoluta e una natura intrinsecamente non-distruttiva anche di fronte a script immensi. La logica nodale facilita enormemente la democratizzazione del flusso di lavoro, poiché permette a un singolo artista di mantenere il controllo cognitivo su inquadrature ad altissima complessità compositiva. All'interno delle moderne strutture di post-produzione, l'impiego di figure professionali altamente specializzate nell'utilizzo di software specifici come Nuke risponde proprio all'esigenza dell'industria di governare reti logiche e visive estremamente stratificate. L'organizzazione per nodi agevola in modo naturale la *task decomposition*, ovvero la scomposizione di un processo complesso in compiti esecutivi più semplici e modulari, ottimizzando così l'efficienza dell'intera pipeline produttiva[32].

Nonostante questa superiorità procedurale, l'accesso a Nuke ha rappresentato per decenni un monopolio esclusivo delle grandi facility mondiali (come ILM, Weta o DNEG). I costi proibitivi delle licenze commerciali (storicamente superiori ai 5.000 dollari annui), uniti alle future transizioni verso modelli di subscription, hanno eretto un muro finanziario insormontabile per i singoli artisti e le piccole realtà indipendenti, precludendo loro l'uso degli strumenti più avanzati del mercato.

La risoluzione di questo stallo è avvenuta con l'introduzione di un nuovo modello distributivo: la licenza Nuke Indie. Implementata per rispondere alla domanda dei creatori indipendenti e per arginare la concorrenza di suite ibride più economiche, questa mossa strategica ha ridefinito l'economia della post-produzione solista[33]. Offerta a un prezzo annuale altamente competitivo e riservata a creatori con un fatturato inferiore ai 100.000 dollari, Nuke Indie ha permesso l'accesso a un set completo di strumenti Enterprise senza alcun depotenziamento funzionale. I creatori a basso budget hanno così ottenuto l'accesso a tecnologie di punta quali il Deep Compositing (per l'integrazione fotorealistica tramite dati di profondità), lo spazio 3D nativo basato su Universal Scene Description (USD) e gli Smart Vectors per la distorsione procedurale delle texture. Il *Digital Auteur* indipendente si è trovato improvvisamente in possesso dei medesimi strumenti sfruttati dalle produzioni hollywoodiane.

Questa spinta democratizzante si scontra tuttavia con le rigide logiche della political economy del software. Per tutelare i propri margini sui clienti Enterprise, Foundry ha confinato il modello Indie all'interno di un perimetro funzionale isolato, introducendo mirate

[31]Sulle differenze strutturali e logiche tra approccio layer-based e node-based, cfr. Wright, *Digital Compositing for Film and Video*, pp. 124–128.

[32]Spelthann e Haunschild, «Organizational Creativity in Heterarchies: The Case of VFX Production», pp. 103–105.

[33]Mike Seymour. *Foundry launches Nuke Indie*. fxguide. 22 Lug. 2020. URL: `https://www.fxguide.com/fxnews/foundry-launches-nuke-indie/` (visitato il giorno 17/07/2026).

limitazioni strutturali. Se il blocco della risoluzione di output al 4K risulta marginale per il mercato indipendente, ben più impattante è la crittografia proprietaria dei file salvati, che li rende illeggibili alle licenze commerciali standard, impedendo di fatto a un freelance di inserirsi fluidamente nella pipeline collaborativa di uno studio maggiore[34]. A ciò si aggiungono la drastica limitazione dei comandi Python, il blocco del Developer Kit (C++) e l'esclusione dal rendering di rete, tutti fattori che inibiscono la creazione di automazioni complesse.

In conclusione, Nuke Indie incarna alla perfezione le dinamiche del determinismo tecnologico morbido: fornisce la potenza pura per abbattere la barriera qualitativa, ma subordina la scalabilità collaborativa alle regole del mercato. Il software si configura così non come uno snodo per la grande interconnessione industriale, ma come uno "scivolo di accesso" fondamentale per l'emancipazione artistica e tecnica del singolo operatore, consolidando il paradigma a nodi come il nuovo lessico universale dei Visual Effects.

1.2.2.2 Unreal Engine e la rivoluzione del Real-Time Rendering

Parallelamente all'evoluzione delle architetture di compositing, l'industria audiovisiva è stata investita da una rivoluzione radicale originatasi in un dominio limitrofo: l'intrattenimento interattivo. Unreal Engine, inizialmente concepito da Epic Games come motore grafico per l'universo videoludico, ha operato una transizione sistematica verso la cinematografia, affermandosi come il fulcro del rendering in tempo reale (real-time rendering) e dei moderni Visual Effects. Questa convergenza strutturale ha demolito i confini storici tra i due settori, dando vita a una pipeline unificata in cui asset tridimensionali complessi risultano nativamente interoperabili e trasferibili, senza soluzione di continuità, dal set di un blockbuster all'adattamento interattivo (videogame).

Il vero salto paradigmatico imposto da Unreal Engine risiede nel superamento del secolare scoglio del rendering offline. Nei workflow tradizionali, gli artisti operavano su approssimazioni geometriche a bassa risoluzione, potendo valutare l'esito finale dell'immagine solo al termine di lunghi e costosi processi di calcolo computazionale. L'architettura di Unreal Engine permette invece una valutazione continua e istantanea della scena: l'illuminazione, i riflessi fisici sulle superfici e la profondità di campo vengono calcolati alla massima risoluzione in frazioni di secondo. Questa drastica riduzione dei tempi di ciclo (cycle time) svincola l'operatore dalle prolungate attese ingegneristiche, assecondando il flusso naturale della creatività e spostando il baricentro del lavoro dell'artista dalla pura esecuzione tecnica alla sperimentazione estetica[35].

A differenza del panorama dei software di compositing, la cui barriera all'ingresso è stata mitigata da specifiche licenze indipendenti, la forza democratizzante di Unreal Engine risiede nel suo modello distributivo originario: il software è gratuito e liberamente scaricabile. Questa totale accessibilità ha disintermediato l'uso delle alte tecnologie di rendering, precedentemente confinate alle sole major dotate di imponenti server farm, permettendo a produzioni indipendenti e piccoli studi di realizzare immagini fotorealistiche con investimenti infrastrutturali irrisori. A consolidare questo standard di eccellenza contribuiscono strumenti nativi come MetaHuman Creator, un'applicazione basata su cloud che permette di progettare esseri umani digitali in pochi minuti. Fornendo modelli tridimensionali già

[34] Foundry Visionmongers. *Nuke Indie: Feature Comparison and FAQ*. Foundry. 2020. URL: `https://www.foundry.com/products/nuke-family/nuke-indie` (visitato il giorno 19/07/2026).

[35] Noah Kadner. *The Virtual Production Field Guide*. Industry Report. Epic Games, 2019. URL: `https://www.unrealengine.com/en-US/virtual-production`, pp. 12–15.

provvisti di complessi rig corporei e facciali basati su scansioni biologiche reali, la creazione di attori digitali si affranca dalle costose sessioni di modellazione manuale da zero, rendendo accessibili tecniche di alto profilo e stabilendo nuovi parametri per il realismo dei personaggi in computer grafica[36].

L'impatto di questa tecnologia si manifesta con la sua massima evidenza nella Virtual Production, un ecosistema ibrido che fonde la ripresa fisica e la simulazione digitale. Attraverso l'uso di schermi LED curvi ad altissima risoluzione (LED Volume) e tecnologie di In-Camera Visual Effects (ICVFX), sfondi tridimensionali fotorealistici reagiscono in tempo reale ai movimenti della macchina da presa, grazie a precisi sistemi di tracciamento e alla sincronizzazione hardware distribuita. Questo ecosistema supera le storiche criticità del chroma key: gli schermi LED emettono luce coerente che interagisce in modo naturale con la scenografia reale, mentre gli attori recitano immersi in un universo narrativo visibile, ponendo fine alla disorientante green-screen fatigue[37].

Tuttavia, analogamente ai compromessi riscontrati in altre transizioni digitali, l'adozione del real-time impone una profonda riorganizzazione metodologica e una rigorosa disciplina tecnica. In primo luogo, la Virtual Production inverte la pipeline sequenziale fordista: l'integrazione degli effetti si sposta direttamente sul set, abbattendo le barriere tradizionali tra pre-produzione, produzione e post-produzione. Questo scardina la consolidata e deleteria logica riparatrice del "fix it in post" in favore di un approccio preventivo e collaborativo definibile come "fix it in pre" o "fix it in production"[38]. In secondo luogo, il mantenimento di frequenze di fotogrammi adeguate per l'elaborazione in tempo reale richiede la pratica della "decimazione" degli asset. Questo processo implica una riduzione programmata e intelligente del dettaglio poligonale dei modelli tridimensionali prima della loro importazione nel motore grafico. L'estetica del tempo reale si fonda dunque su una sofisticata negoziazione: l'accettazione di una potenziale riduzione della complessità infinitesimale del modello in cambio di una totale flessibilità, spontaneità e controllo interattivo sullo spazio filmico.

In sintesi, Unreal Engine e la Virtual Production implementando la generazione istantanea delle immagini, hanno reso il motore grafico non più uno strumento correttivo di post-produzione ma un ambiente di simulazione spaziale collaborativa, guidando l'industria verso flussi di lavoro sempre più agili e conferendo un'inedita libertà d'azione ai creatori di ogni livello di budget.

1.2.2.3 Blender: Il baluardo dell'Open-Source nella pipeline 3D

Analogamente all'abbattimento delle barriere all'ingresso nel compositing di fascia alta agevolato dalle nuove politiche di licensing di Nuke, e alla ridefinizione delle tempistiche di rendering introdotta da Unreal Engine, un'ulteriore transizione sistemica si registra sul piano dell'accessibilità ai mezzi di produzione. Nel panorama della computer grafica contemporanea, Blender non si configura come una semplice alternativa poco costosa ai software per la creazione di contenuti digitali, ma innesca una sostanziale discontinuità nel modello economico e industriale del settore. Sotto la gestione della Blender Foundation, l'infrastruttura del software si affranca dalle tradizionali logiche di *vendor lock-in* commer-

[36] Mike Seymour. *Epic's MetaHuman Creator*. fxguide. 10 Feb. 2021. URL: `https://www.fxguide.com/fxnews/epics-metahuman-creator/` (visitato il giorno 29/06/2026).

[37] L'implementazione di questa tecnologia su vasta scala, che ha codificato lo standard dei LED Volume nell'industria, è documentata dall'analisi tecnica della produzione di *The Mandalorian* in Noah Kadner. «The Mandalorian: This is the Way». In: *American Cinematographer* 101.2 (2020), pp. 38–53, pp. 38–53.

[38] Kadner, *The Virtual Production Field Guide*, p. 22.

ciale, essendo regolamentata dalla licenza GNU General Public License (GPLv2). Questa architettura giuridica sostituisce l'impostazione proprietaria con un framework aperto, garantendo strutturalmente agli operatori e agli studi la facoltà di eseguire, analizzare, modificare e ridistribuire il codice sorgente[39].

Dal punto di vista della *political economy* dei media, la licenza GPLv2 agisce come uno scudo contro le derive monopolistiche del mercato proprietario. L'industria VFX tradizionale sta attraversando una fase di transizione forzata verso la cosiddetta *permanent rental economy*, in cui i colossi del software dismettono le licenze perpetue in favore di abbonamenti a sottoscrizione ricorrente. Tale dinamica preclude l'accesso ai professionisti o ai piccoli studi che affrontano periodi di contrazione finanziaria[40]. Blender, al contrario, garantisce all'artista la sovranità assoluta sui propri mezzi di produzione: il programma non ha scadenze, non richiede crediti per funzionare e non può essere revocato.

In passato, le grandi facility hollywoodiane hanno osteggiato l'adozione di software *open-source* temendo la mancanza di un supporto tecnico aziendale centralizzato e la natura "virale" della licenza GPL (che, nella percezione comune, avrebbe potuto costringere gli studios a rivelare il codice dei propri tool proprietari). Tuttavia, l'avvento di servizi di supporto *enterprise* di terze parti e l'isolamento dei processi proprietari tramite API esterne hanno rimosso gli ultimi ostacoli burocratici, legittimando l'uso di Blender anche nei flussi di lavoro industriali ad alto budget[41].

Oltre alle implicazioni ideologiche, il trionfo tecnologico di Blender risiede nella sua architettura logica unificata, che si contrappone storicamente alla frammentazione della *pipeline* tradizionale. Le produzioni ad alto budget si strutturano tipicamente su un modello verticale e dispersivo, in cui lo *shot* attraversa molteplici pacchetti *software* chiusi: la modellazione in Autodesk Maya, la scultura digitale in Pixologic ZBrush, le simulazioni fisiche in SideFX Houdini e il *compositing* finale altrove. Questa frammentazione genera elevatissimi costi di transazione tecnica, con sistematiche perdite di informazioni nel trasferimento dei dati (tramite formati come FBX o Alembic) e collaterali errori di compatibilità che richiedono il costante intervento dei *Pipeline TD* (Technical Director) per la risoluzione dei conflitti[42].

Blender demolisce questa dispersione configurandosi come un *hub* operativo *all-in-one*. All'interno di un unico ambiente integrato, l'utente può gestire l'intera filiera 3D: dalla modellazione poligonale, passando per scultura, *rigging*, animazione, simulazioni fisiche e *camera tracking*, fino ad arrivare al *compositing* nodale e al montaggio video. Questa convergenza consente a un singolo artista di operare senza soluzione di continuità e senza dover esportare file temporanei tra decine di interfacce diverse. Tale ecosistema ha favorito l'emergere di una nuova figura professionale ibrida. Sul piano operativo, l'accessibilità di tali strumenti incentiva una transizione verso modelli di "specializzazione flessibile". Come verrà analizzato nel dettaglio in seguito, si registra infatti una progressiva preferenza del mercato per profili *generalist*, capaci di operare trasversalmente sulla *pipeline* superando

[39] Blender Foundation. *License: GNU General Public License*. blender.org. URL: `https://www.blender.org/about/license/` (visitato il giorno 03/06/2026).

[40] Jathan Sadowski. «The internet of landlords: Digital platforms and new mechanisms of rentier capitalism». In: *Antipode* 52.2 (2020), pp. 562–580, pp. 565–568.

[41] Jim Thacker. *Why are so many studios adopting Blender?* CG Channel. 28 Lug. 2020. URL: `http://www.cgchannel.com/2020/07/why-are-so-many-studios-adopting-blender/` (visitato il giorno 05/07/2026).

[42] Jeffrey A. Okun e Susan Zwerman, cur. *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*. 2ª ed. Burlington, MA: Focal Press, 2014.

la rigida parcellizzazione delle mansioni[43].

Questa flessibilità operativa è strutturalmente abilitata dalla coesistenza di due paradigmi di calcolo divergenti ma complementari: i motori di *rendering* nativi Cycles ed Eevee. Il primo opera come un *path tracer* fisicamente accurato, delegando il calcolo dell'illuminazione globale e dei complessi fenomeni ottici a un'infrastruttura ad alta intensità di calcolo, strettamente dipendente dalla parallelizzazione *hardware* (multi-GPU). Il secondo, Eevee, adotta invece un modello a rasterizzazione ibrida basato su approssimazioni *screen-space*; pur sacrificando la correttezza fisica assoluta derivante dal calcolo ricorsivo dei fotoni, restituisce *feedback* visivi a *frame rate* interattivi[44]. Sebbene l'interfaccia di gestione dei materiali rimanga unificata, le differenze di calcolo impongono agli studi la strutturazione di *pipeline* adattive per deviare i flussi logici a seconda del motore utilizzato, conciliando le esigenze del fotorealismo con quelle degli stili non fotorealistici.

La validazione empirica di questo ecosistema bivalente si riscontra nella produzione del lungometraggio d'animazione *Flow - Un mondo da salvare* (2024). L'opera rappresenta un caso di studio emblematico per l'analisi macroeconomica del settore: a fronte di un budget di circa 3,5 milioni di euro, un ordine di grandezza fino a cinquanta volte inferiore rispetto ai parametri degli *studios* nordamericani (si considerino i circa 200 milioni di dollari stimati per produzioni coeve come *Inside Out 2*), la produzione ha concentrato l'intero flusso di lavoro all'interno di un'unica architettura *software*[45].

Dal punto di vista metodologico, l'efficienza interattiva della *viewport* gestita da Eevee ha consentito di *bypassare* la tradizionale fase di *storyboard* bidimensionale. La regia è stata condotta esplorando virtualmente i set 3D in tempo reale, ottimizzando la coreografia di complessi piani sequenza con un'immediata verifica spaziale. L'elemento di maggiore discontinuità industriale risiede tuttavia nella decisione di impiegare un motore *real-time* per il *rendering* definitivo dell'intera pellicola.

Questa scelta ha innescato una drastica contrazione dei costi logistici e infrastrutturali. Accorpando direttamente nella *viewport* la gestione degli effetti atmosferici, della profondità di campo e della colorimetria, il *team* ha reso di fatto superflua l'onerosa fase di *compositing* esterno multi-livello. L'assenza di calcoli di illuminazione globale fisicamente accurati ha permesso di renderizzare i *frame* a risoluzione 4K in una forbice temporale di pochi secondi, completando il processo su *hardware consumer* locale senza dover allocare budget per *render farm* esterne.

Parallelamente, le limitazioni strutturali legate a un *team* di sviluppo numericamente ridotto (dislocato tra Lettonia, Francia e Belgio) sono state compensate tramite un massiccio impiego di automazioni algoritmiche. Al posto di complesse e costose simulazioni fisiche tradizionali, lo studio ha sviluppato soluzioni procedurali leggere per la gestione delle dinamiche dei fluidi e per il tracciamento dei movimenti di folla, ottimizzando l'impiego della memoria *hardware* e garantendo un aggiornamento fluido dei file di produzione tra le diverse *facility* europee.

---

[43] John Thornton Caldwell. *Production Culture: Industrial Reflexivity and Critical Practice in Film and Television*. Durham, NC: Duke University Press, 2008.

[44] Per un'analisi tecnica approfondita della dicotomia tra il calcolo iterativo di Cycles e la rasterizzazione in tempo reale di Eevee, si rimanda alla documentazione ufficiale: Blender Foundation. *Blender Reference Manual: Render Engines*. blender.org. 2026. URL: `https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/index.html` (visitato il giorno 29/07/2026).

[45] Per un'analisi del workflow senza storyboard, cfr. l'intervista al regista in Joe Fordham. *Gints Zilbalodis On The Improvisational Filmmaking Style Of 'Flow'*. Cartoon Brew. 4 Dic. 2024. URL: `https://www.cartoonbrew.com/feature-film/gints-zilbalodis-on-the-improvisational-filmmaking-style-of-flow-244052.html` (visitato il giorno 16/08/2026).

Il caso di *Flow* certifica l'efficacia produttiva di un modello decentralizzato e svincolato dalle rigidità dell'ecosistema proprietario. L'abbattimento dei tempi di latenza tecnica e l'indipendenza infrastrutturale consentono a studi di dimensioni contenute di riallocare le risorse dal mantenimento del comparto IT allo sviluppo autoriale. Questa dinamica dimostra che un'architettura *software* unificata può competere, sul piano distributivo e del rigore qualitativo, con modelli produttivi ad altissimo budget.

La democratizzazione tecnologica non si esaurisce nella mera fornitura di codice gratuito, ma necessita di un tessuto sociale capace di supportarne l'apprendimento e lo sviluppo. Storicamente, le competenze necessarie per l'ingresso nell'industria VFX richiedevano investimenti onerosi in accademie specializzate o università, uniche istituzioni a possedere l'*hardware* e i *software* necessari. Blender ha scardinato questo monopolio cognitivo attraverso la creazione di un ecosistema globale di *peer-learning*[46]. Grazie all'accessibilità del *software*, gli aspiranti artisti possono ora formarsi e operare direttamente dalle proprie abitazioni, abbattendo le storiche barriere educative. Piattaforme di distribuzione come YouTube si sono trasformate in vere e proprie accademie, dove creatori pionieristici decostruiscono discipline complesse traducendole in percorsi didattici gratuiti, supportati da attivissime *community online* (su forum e canali Discord) dedite al *problem solving* collettivo.

Questa etica collaborativa ha trovato la sua massima espressione infrastrutturale in SheepIt Render Farm, un servizio di *cloud rendering* distribuito e gratuito dedicato alla *community*. SheepIt risolve uno dei limiti strutturali più invalidanti per i registi indipendenti: l'impossibilità di accedere a costose *render farm* fisiche per il calcolo di sequenze fotorealistiche. Il funzionamento si basa su un'economia del mutuo soccorso tecnologico: gli utenti donano i cicli di calcolo inattivi delle proprie macchine alla rete per elaborare i fotogrammi altrui, accumulando un punteggio che garantisce loro il diritto di far calcolare i propri progetti in parallelo da migliaia di computer in tutto il mondo.

Per operare efficacemente su questa griglia distribuita, gli artisti hanno sviluppato rigorosi protocolli di preparazione del progetto, come l'impacchettamento assoluto degli *asset* (*Asset Packing*) all'interno di un unico file e il calcolo preventivo (*baking*) delle simulazioni fisiche su percorsi relativi[47]. Questo sistema rappresenta la dimostrazione empirica che la democratizzazione dei VFX non è unicamente una questione di licenze, ma di infrastrutturazione sociale: una rete cooperativa che contrappone al monopolio industriale dei mezzi di produzione un modello di "socialismo computazionale", fornendo all'artista indipendente la potenza di calcolo necessaria per tradurre la propria visione in immagini di standard cinematografico.

1.2.2.4 DaVinci Resolve: l'unificazione del workflow e il "Free Tier"

L'ultimo elemento fondamentale per comprendere la piena destrutturazione del monopolio *software* riguarda le piattaforme che non si sono limitate a democratizzare un singolo segmento operativo, ma hanno ridefinito la totalità del flusso di lavoro. Se i *software* finora analizzati hanno verticalizzato le loro eccellenze, Nuke nel *compositing*, Unreal Engine nel *rendering* in tempo reale e Blender nella creazione 3D, l'industria necessitava di un ecosistema capace di unificare queste istanze, eliminando le frizioni tecniche nel passaggio

[46] David Gauntlett. *Making is Connecting: The Social Power of Creativity, from Craft and Knitting to Digital Everything*. 2ª ed. Cambridge: Polity Press, 2018.

[47] SheepIt Render Farm. *SheepIt: Frequently Asked Questions and Project Preparation*. sheepit-renderfarm.com. 2026. URL: `https://www.sheepit-renderfarm.com/faq` (visitato il giorno 03/06/2026).

da una fase all'altra della post-produzione. Tale necessità di disintermediazione tecnologica e di ristrutturazione della post-produzione digitale contemporanea trova un punto di convergenza decisivo nell'operato di Blackmagic Design. L'approccio programmatico dell'azienda, guidato dalla filosofia del suo fondatore Grant Petty, mira a scardinare l'inaccessibilità economica dei flussi di lavoro dell'era analogica e dei primi sistemi digitali chiusi. Questa visione si realizza emancipando l'autore indipendente e trasferendo nelle sue mani strumenti di calibro cinematografico a costi estremamente contenuti[48]. La strategia non si esaurisce nell'offerta di macchine da presa accessibili, ma si compie nella fornitura di soluzioni integrate: l'adozione di *hardware* proprietario, caratterizzato da scienze colore coerenti e profili *RAW* flessibili, garantisce una perfetta sinergia con il *software* DaVinci Resolve, rendendo l'intera *pipeline* fluida e priva delle inefficienze tipiche dei flussi di lavoro frammentati.

L'architettura del *software* di DaVinci poggia su un unico database SQL relazionale, consentendo la coesistenza parallela di diversi reparti operativi all'interno del medesimo progetto. Attraverso un'interfaccia a schede (*tab*), l'utente o i *team* in collaborazione *cloud* possono transitare istantaneamente dal montaggio (*Edit page*) allo spazio di *compositing* nodale (*Fusion page*), dalla *color correction* (*Color page*) fino alla finalizzazione sonora (*Fairlight page*). Questa unificazione architettonica elimina radicalmente la necessità di esportare file intermedi o effettuare *round-trip* di conformazione, riducendo drasticamente il rischio di errori di trasferimento o compatibilità e garantendo l'integrità del formato nativo[49].

All'interno di questa architettura unificata, il superamento della frammentazione *software* nei flussi VFX trova una risorsa chiave in Fusion, l'ambiente di *compositing* nodale integrato nativamente in Resolve. Nei flussi di lavoro a basso budget tradizionali, l'integrazione tra montaggio ed effettistica si affidava a "ponti dinamici" tra *software* separati (come il *Dynamic Link* dell'ecosistema Adobe), i quali manifestavano storiche limitazioni di stabilità e *caching* nella gestione di scene ad alta densità geometrica. L'integrazione di Fusion supera queste debolezze strutturali, consentendo la manipolazione degli effetti visivi direttamente sulla *timeline* del montaggio.

Sfruttando la medesima logica a grafo aciclico diretto (DAG) analizzata in precedenza per Nuke, l'approccio nodale di Fusion consente una gestione nitida, scalabile e non-distruttiva delle relazioni spaziali, del *masking* e del fotorealismo. L'aspetto più dirompente di questo sistema risiede nella sua interoperabilità con la *Color Page*: un artista VFX può generare mascherini complessi (*matte*) in Fusion per isolare specifiche porzioni dell'inquadratura e inviarli come sorgenti *alpha* esterne direttamente al nodo del *colorist*. Quest'ultimo riceve le maschere all'interno del proprio grafo, potendo applicare il *grading* in modo selettivo senza dover rieseguire operazioni di *tracking* o selezioni cromatiche manuali[50].

Sotto il profilo della *political economy* del *software*, la spinta democratizzante di DaVinci Resolve si compie attraverso un modello di *business* radicalmente inclusivo, in netta antitesi con la *permanent rental economy* già esaminata. Blackmagic Design offre una versione gratuita del *software* (*Free Tier*) eccezionalmente completa e priva di limitazioni

[48] Mike Seymour. *The Blackmagic Design Ecosystem: Vertical Integration and Real-Time Collaboration*. fxguide. 10 Apr. 2022. URL: `https://www.fxguide.com/` (visitato il giorno 08/09/2026).

[49] Blackmagic Design. *DaVinci Resolve Advanced Training Guide*. Blackmagic Design. 2026. URL: `https://www.blackmagicdesign.com/products/davinciresolve`.

[50] Alexis Van Hurkman. *Color Correction Handbook: Professional Techniques for Video and Cinema*. 2ª ed. San Francisco, CA: Peachpit Press, 2014.

temporali, affiancata da una versione Studio acquistabile tramite licenza perpetua a una frazione del costo dei *competitor*. Questo assetto restituisce all'artista la piena sovranità economica e favorisce la demistificazione cognitiva della post-produzione visiva, percepita in passato dai neofiti come una disciplina inavvicinabile. Guidati da una fitta infrastruttura sociale di supporto tra pari (*peer-to-peer*) su forum e *community* globali, i creativi emergenti possono apprendere l'uso dei nodi e della *color correction* professionale a *budget* zero[51].

L'ecosistema di Resolve è ulteriormente potenziato dall'integrazione di strumenti algoritmici che sollevano l'operatore dalle pratiche manuali più ripetitive. L'implementazione di tecnologie basate sull'apprendimento automatico (*Machine Learning*) interviene in modo determinante nell'automazione di procedure come il *rotoscoping* e l'estrazione degli sfondi, riducendo drasticamente i tempi di lavorazione e i costi operativi. Tali innovazioni hanno il potenziale di aumentare l'efficienza della produzione e di abbassare i rischi di spreco durante il processo creativo. Strumenti guidati dal DaVinci Neural Engine, come la *Magic Mask*, permettono di tracciare e isolare automaticamente soggetti umani o singoli dettagli anatomici con estrema precisione[52]. Automatizzando i compiti più alienanti, il *software* restituisce al professionista tempo prezioso, consentendogli di focalizzarsi sugli aspetti prettamente creativi e decisionali del progetto.

In sintesi, DaVinci Resolve incarna la perfetta applicazione del determinismo morbido (*soft determinism*): la tecnologia non definisce autonomamente il valore dell'opera, ma offrendo un ecosistema olistico, economicamente accessibile e metodologicamente rigoroso, demolisce i privilegi infrastrutturali del passato indipendente non è più penalizzato dalla frammentazione del *software*, disponendo dei mezzi tecnici ed espressivi necessari per partecipare all'industria audiovisiva contemporanea.

1.2.3 Architetture hardware: dall'acquisizione al Cloud

L'evoluzione degli ecosistemi software analizzata nei paragrafi precedenti, per quanto dirompente, rappresenta unicamente il livello logico della democratizzazione dei Visual Effects. La destrutturazione dei monopoli proprietari e la conseguente rimodellazione delle pipeline produttive non avrebbero potuto materializzarsi senza una parallela e altrettanto radicale trasformazione dell'infrastruttura fisica. Se l'apertura delle licenze e il passaggio alle interfacce nodali hanno fornito il linguaggio e l'accessibilità metodologica, è stata l'architettura hardware a sostenere il reale peso computazionale di questa transizione, agendo come vero e proprio motore abilitante.

In questo mutato scenario industriale, l'equipaggiamento tecnologico cessa di configurarsi come una barriera finanziaria insormontabile, per evolversi in un ecosistema modulare, scalabile e trasversale. Il concetto stesso di "macchina cinematografica" subisce una profonda estensione, abbracciando l'intera filiera produttiva in un continuum ininterrotto.

Le pagine che seguono delineano l'anatomia di questa emancipazione infrastrutturale. L'analisi procederà tracciando il naturale ciclo di vita del dato audiovisivo all'interno della pipeline digitale contemporanea: partendo dal momento della sua genesi sul set,

[51] Blackmagic Design. *DaVinci Resolve Training: Certification and Educational Resources*. Blackmagic Design. 2026. URL: `https://www.blackmagicdesign.com/products/davinciresolve/training`; Gauntlett, *Making is Connecting: The Social Power of Creativity, from Craft and Knitting to Digital Everything*.

[52] Per un'analisi tecnica dell'architettura neurale applicata al *rotoscoping* si veda il manuale di riferimento in Blackmagic Design. *DaVinci Resolve 18.6 Reference Manual*. Blackmagic Design. 2023. URL: `https://www.blackmagicdesign.com/support/` (visitato il giorno 09/09/2026).

attraversando il progressivo potenziamento delle architetture di calcolo locali, per giungere infine alla definitiva decentralizzazione delle risorse operative e di archiviazione su reti distribuite.

1.2.3.1 Acquisizione digitale: sensori, codec RAW e supporti di memoria

L'evoluzione tecnologica della cinematografia digitale ha operato una profonda riconfigurazione dei flussi di lavoro post-produttivi, dematerializzando il profilmico e disintermediando l'accesso ai mezzi di produzione visiva di fascia alta. La rivoluzione digitale inizia prima di tutto dagli strumenti di acquisizione: il passaggio all'acquisizione elettronica si è strutturato inizialmente attraverso l'adozione di sensori CCD (Charge-Coupled Device). Tuttavia, la vera transizione tecnologica, lo spartiacque materiale e ontologico che ha scardinato i rapporti di forza della produzione audiovisiva, si compie a metà degli anni 2000 con l'avvento della tecnologia CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor). Questa evoluzione non rappresenta un mero progresso nella nitidezza delle immagini, ma la demolizione alla radice del "mito dell'inaccessibilità" tecnologica, articolabile su quattro direttrici fondamentali.

Per comprendere la portata della rivoluzione CMOS, è necessario analizzare il limite strutturale del suo predecessore. Il sensore CCD funzionava come un semplice "raccoglitore" di luce: la carica elettrica accumulata da ogni pixel doveva essere fisicamente trasferita verso circuiti esterni e dedicati per poter essere processata e convertita in un segnale digitale. Questa architettura complessa rendeva la macchina da presa un dispositivo ingombrante, ad alto assorbimento energetico e dipendente da una costosa componentistica hardware accessoria. Al contrario, il sensore CMOS integra direttamente a livello di singolo photosite (il singolo pixel sul sensore) sia la trasformazione dei fotoni in elettroni, sia la fondamentale conversione del segnale da analogico a digitale[53]. In termini pratici, questa condensazione di funzioni ha permesso la miniaturizzazione dei circuiti e una drastica riduzione dei consumi energetici. La macchina da presa cessa così di essere una "macchina ponderosa" che esige un'imponente infrastruttura per essere utilizzata, trasformandosi in un dispositivo portatile e ad altissima efficienza, in grado di operare agilmente anche con la sola luce naturale. Il sensore CMOS ha introdotto un vantaggio macroeconomico dirompente: la sua architettura sfrutta gli stessi processi produttivi industriali utilizzati per fabbricare i comuni microprocessori dei personal computer. Questa sinergia produttiva ha innescato un crollo verticale dei costi di fabbricazione. Si realizzano anche in questo frangente le condizioni auspicate dal "Dittico della Bontà" (citato in precedenza)[54]: la convenienza economica del silicio CMOS ha consentito a marchi rivoluzionari, come la RED con la sua RED One in 4K o l'azienda Blackmagic Design, di aggredire il mercato offrendo formati cinematografici professionali a frazioni microscopiche del costo delle storiche macchine da presa.

I primi sensori digitali CCD erano fisicamente molto piccoli, spesso limitati a formati da 2/3 di pollice. Questo obbligava le produzioni ad accettare un'immagine piatta, priva di sfocatura dello sfondo, o a investire in costosi adattatori ottici per cercare di emulare la profondità di campo tipica del formato cinematografico. L'abbattimento dei costi della tecnologia CMOS ha reso finanziariamente sostenibile la fabbricazione di sensori digitali di grandi dimensioni, pari a quelli della pellicola 35 mm (uno sviluppo inaugurato

[53] David Stump. *Digital Cinematography: Fundamentals, Tools, Techniques, and Workflows*. Burlington, MA: Focal Press, 2014.

[54] Mak, «Digital Cinematic Technology and the Democratization of Independent Cinema», pp. 66–73.

storicamente dall'architettura della Arriflex D-20 nel 2005)[55]. Questa incrementazione della dimensione dei sensori ha reso l'estetica della sfocatura, della transizione cromatica e del contrasto selettivo un bene comune. I registi indipendenti sono stati così liberati dall'obbligo di possedere ingenti capitali per ottenere una resa visiva intrinsecamente "cinematografica".

Affinché le operazioni di *compositing* (chroma keying, tracking, matchmoving) risultino invisibili e fotorealistiche, l'artista VFX necessita di un *plate* (il girato di base) ricco di dati grezzi latitudinali e privo di compressioni distruttive. Questa esigenza viene soddisfatta dalla sinergia tra i moderni sensori CMOS e le architetture software ottimizzate in-camera, come i profili logaritmici (Log) e i formati RAW. Il formato RAW agisce come un vero e proprio magazzino digitale di informazioni fotoelettriche non compresse. Per ovviare all'enorme carico computazionale di questi file, sono stati sviluppati algoritmi di compressione efficienti (come il Blackmagic RAW) che alleggeriscono l'hardware e garantiscono il totale controllo in post-produzione su parametri come l'esposizione e la temperatura colore. Sotto il profilo logistico, la smaterializzazione ha eliminato i costi limitanti dello stock di pellicola vergine e dei laboratori di sviluppo chimico. Le macchine da presa digitali scrivono queste enormi quantità di dati su memorie allo stato solido, come gli hard disk SSD commerciali tramite standard USB-C, oppure su schede CFast 2.0. Queste ultime, evoluzione delle Compact Flash dotate di interfaccia SATA, pur superando i 200 euro di costo, garantiscono tassi di trasferimento dati elevati e stabili, indispensabili per registrare formati ad alta risoluzione fino a 8K o 12K.

In sintesi, questa architettura hardware fornisce a piccoli studi e singoli professionisti una materia prima visiva di livello hollywoodiano, permettendo loro di manipolare il pixel, su software unificati, con lo stesso controllo matematico delle grandi post-house tradizionali[56].

1.2.3.2 Potenza di calcolo consumer, Apple Silicon e sistemi desktop

La smaterializzazione del dato sul set e l'acquisizione di flussi RAW ad altissima risoluzione generano moli di informazioni che, nei paradigmi industriali del passato, avrebbero saturato qualsiasi infrastruttura non centralizzata. Le prime postazioni di *editing* non lineare, pur rappresentando un punto di svolta, si appoggiavano infatti a costose piattaforme proprietarie e *workstation* dedicate. Questo modello economico alimentava il "pregiudizio del costo": un'ideologia industriale che misurava la professionalità di uno strumento in base al suo inaccessibile prezzo di listino, relegando le alternative a una percezione di inadeguatezza[57]. La post-produzione assumeva così i contorni di una disciplina protetta da barriere finanziarie invalicabili. Le prime crepe in questo monopolio si sono manifestate quando artisti indipendenti hanno iniziato ad assemblare macchine non ufficiali per far girare *software* professionali su *hardware* commerciale. Questa frammentazione ha innescato il declino dei sistemi chiusi a favore di una netta decentralizzazione computazionale.

Il superamento dei sistemi *hardware* proprietari è stato agevolato dall'architettura modulare dei computer *desktop* assemblati. Questa flessibilità costruttiva permette oggi di configurare postazioni di lavoro (*workstation*) su misura e a costi contenuti. L'impiego di

[55] Sull'evoluzione dei sensori digitali di formato Super 35 e l'impatto sull'estetica della profondità di campo, si veda Stump, *Digital Cinematography: Fundamentals, Tools, Techniques, and Workflows*, pp. 24–30.

[56] Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects», pp. 152–162.

[57] Cioni, *Discussing the Cost Bias in Digital Workflows.*

processori (CPU) e schede grafiche destinate al mercato di consumo offre ormai prestazioni sufficienti per gestire operazioni complesse, come il montaggio video, la gestione di scenari 3D e il calcolo dei movimenti di macchina (*camera tracking*), che un tempo richiedevano macchinari specializzati. Allo stato attuale, persino configurazioni di fascia media riescono a elaborare senza difficoltà progetti in altissima risoluzione (4K) e ricostruzioni spaziali.

In questo nuovo scenario produttivo, il limite tecnico principale non è più rappresentato dalla pura potenza di calcolo dei processori, bensì dalla velocità con cui i dati viaggiano all'interno del sistema. L'elaborazione di file video professionali (spesso molto pesanti perché privi di compressione) richiede un flusso di dati costante e massiccio. Per questo motivo è diventata indispensabile l'adozione di memorie a stato solido di ultima generazione (tecnologia NVMe): questi supporti di archiviazione comunicano in modo diretto con i circuiti primari della scheda madre, abbattendo i tempi di trasferimento delle informazioni.

Infine, per evitare rallentamenti strutturali, è fondamentale separare fisicamente le operazioni di lettura e scrittura. È prassi installare il sistema operativo e i programmi su un disco primario, destinando invece i file video e i dati temporanei di lavoro (*cache*) a un'unità di archiviazione distinta. Questa divisione logistica evita che il computer debba leggere e scrivere simultaneamente sullo stesso supporto, prevenendo sovraccarichi del sistema e garantendo una riproduzione fluida anche nella gestione dei file più complessi o di quelli alleggeriti (*proxy*) utilizzati durante il montaggio[58].

All'interno di questo scenario, l'introduzione dei *System on Chip* (SoC) con architettura ARM, come gli Apple Silicon, ha introdotto un radicale cambio di paradigma per la gestione dei dati nella produzione audiovisiva. Nelle architetture PC tradizionali, CPU e GPU operano su *pool* di memoria fisicamente separati, imponendo un continuo e inefficiente trasferimento di dati attraverso il *bus* PCIe. Quando geometrie complesse o lavorazioni ad alta densità poligonale saturano la memoria video (VRAM), il sistema subisce un grave degrado prestazionale. L'architettura unificata supera questo limite condividendo il medesimo blocco di memoria ad altissima velocità tra processore e scheda grafica[59]. La GPU accede così istantaneamente a geometrie, *texture* e simulazioni fisiche calcolate dalla CPU senza processi di duplicazione o latenze di trasferimento dati. Inoltre, la possibilità di allocare decine di gigabyte di memoria unificata permette il calcolo di scene 3D colossali, superando ampiamente i limiti fisici della VRAM presente sulle schede video *consumer* tradizionali.

L'incremento esponenziale della potenza computazionale a livello *consumer* ha rappresentato, pertanto, un vettore tecnologico fondamentale per rendere i VFX accessibili e sostenibili anche per le piccole realtà creative. Dal punto di vista ingegneristico, il trasferimento del baricentro computazionale dai *mainframe* centralizzati ai sistemi *desktop* locali garantisce un grado di flessibilità produttiva inedito, fornendo ai *team* a basso *budget* la potenza necessaria per elaborare moli di dati precedentemente appannaggio delle sole grandi produzioni. Questa scalabilità *hardware* assicura che il limite delle produzioni indipendenti non risieda più nelle restrizioni puramente elaborative o nei costi proibitivi dell'infrastruttura, dotando le piccole realtà creative di un potenziale tecnico robusto, affidabile e in

[58] Okun e Zwerman, *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*.

[59] Per i dettagli ingegneristici sull'architettura a memoria unificata (UMA) e l'ottimizzazione del *bus* di sistema, si veda la documentazione tecnica in Apple Developer. *Mac Computers with Apple Silicon: Unified Memory Architecture*. Apple Inc. 2020. URL: `https://developer.apple.com/documentation/apple-silicon/about-the-unified-memory-architecture` (visitato il giorno 24/08/2026).

grado di sostenere i più elevati standard visivi richiesti dall'industria contemporanea[60].

1.2.3.3 Architettura GPU: calcolo parallelo e accelerazione del Rendering

Se l'acquisizione digitale ha smaterializzato il set e le moderne *workstation* hanno fornito un'infrastruttura di base accessibile, il vero e proprio motore abilitante della democratizzazione visiva risiede nel superamento dei limiti imposti dalle tradizionali logiche di calcolo. Prima dell'affermazione dei moderni acceleratori *hardware*, la generazione di computer grafica tridimensionale e la complessa gestione del *compositing* erano strutturalmente vincolate al calcolo sequenziale gestito dalle Unità di Elaborazione Centrale (CPU)[61].

L'architettura della CPU è storicamente ottimizzata per la gestione di singoli processi complessi a bassissima latenza. Tuttavia, nel *workflow* cinematografico, la renderizzazione fotorealistica basata su algoritmi fisicamente coerenti, come il *path-tracing*, esige una quantità imponente di calcoli simultanei. Per simulare l'interazione della luce con le geometrie, il sistema deve campionare milioni di raggi stocastici, generando un rumore visivo d'alta frequenza eliminabile esclusivamente incrementando i campioni (il *sample count*). Eseguito su CPU, questo processo richiedeva tempi macchina proibitivi. Per rispettare le scadenze commerciali, le major erano costrette ad allestire immense e dispendiose *render farm* interne, la cui gestione energetica e termica innalzava una barriera finanziaria insormontabile per i creatori indipendenti. Sotto il profilo operativo, l'estrema lentezza del calcolo sequenziale impediva un'interazione fluida: gli artisti operavano su *viewport* geometrici a bassissima risoluzione, esternalizzando il *rendering* durante le ore notturne, con una drastica compressione dei tempi per la sperimentazione e un altissimo rischio di *rework*.

La disintermediazione di queste risorse si è compiuta con il trasferimento della *pipeline* computazionale verso la Graphics Processing Unit (GPU). A differenza della CPU, la GPU poggia su un'architettura massivamente parallela. Integrando migliaia di *core* logici progettati per operare in simultanea, la GPU risulta matematicamente ottimizzata per l'elaborazione di calcoli matriciali e manipolazioni vettoriali ad altissima intensità, ovvero l'esatta traduzione informatica dello spazio tridimensionale e del pixel.

L'impatto di questa architettura sui flussi di lavoro ha ridefinito l'ontologia stessa della post-produzione. Il calcolo parallelo ha abilitato la transizione verso motori di *rendering* ibridi e *real-time* (come Unreal Engine o lo spazio di lavoro integrato in Blender). Abbattendo i tempi di ciclo (*cycle time*), la tecnologia restituisce all'artista un riscontro visivo immediato, svincolandolo dalle prolungate attese ingegneristiche e spostando il baricentro del lavoro dalla pura esecuzione tecnica alla sperimentazione estetica[62]. La dipendenza da questo *hardware* è divenuta tale che ecosistemi avanzati, come la Virtual Production su schermi LED, poggiano la loro intera esistenza fisica sulle capacità di elaborazione istantanea delle moderne schede grafiche.

All'interno di questo mutato paradigma, l'infrastruttura GPU ha introdotto un nuovo limite fisico: il collo di bottiglia della VRAM (Video Random Access Memory). Se la potenza di calcolo pura gestisce la velocità di esecuzione, la capacità della memoria video dedicata definisce la quantità di dati (*texture* ad alta risoluzione, geometrie ad alta densità

[60] Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects», pp. 183–187.

[61] Tomas Akenine-Möller, Eric Haines e Naty Hoffman. *Real-Time Rendering*. 4ª ed. Boca Raton, FL: A K Peters/CRC Press, 2018.

[62] Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects», pp. 44–46.

poligonale) che possono essere elaborati simultaneamente senza incorrere in saturazione e blocchi di sistema (*Out-of-Memory*). La gestione locale di *pipeline* complesse richiede oggi GPU dotate di ampi *buffer* di memoria, configurando la VRAM come il vero spartiacque per l'autosufficienza tecnologica dei piccoli studi[63].

È proprio in risposta a questi limiti fisici di memoria e di tempi di *rendering* che l'architettura GPU ha trovato la sua massima ottimizzazione attraverso l'integrazione di algoritmi di *Machine Learning*. L'Intelligenza Artificiale interviene non come sostituto del calcolo, ma come un sofisticato moltiplicatore di efficienza. Lo sviluppo dell'AI Denoising (come NVIDIA OptiX o Intel OIDN) sfrutta *core hardware* dedicati all'interno della GPU per analizzare immagini parzialmente tracciate e rumorose. Invece di costringere la macchina a calcolare fisicamente ogni raggio di luce residuo, reti neurali pre-addestrate deducono l'intento fisico della scena e ricostruiscono i pixel mancanti. Questa integrazione *software-hardware* permette di abbattere i tempi di calcolo *offline* fino al 90%, garantendo una rigorosa stabilità temporale tra i fotogrammi attraverso l'uso di vettori di movimento[64].

Parallelamente, la GPU funge da base per algoritmi di *upscaling* neurale e generazione procedurale. Strumenti avanzati operano elaborando localmente pesanti modelli matematici per ricostruire la nitidezza del girato problematico o interpolare i fotogrammi. Pur rappresentando un *plus* inestimabile per il recupero di materiale a basso *budget*, l'esecuzione di questi modelli IA satura rapidamente la banda passante della VRAM, confermando come l'emancipazione dell'artista digitale dipenda oggi, in ultima istanza, dalla corretta scalabilità dell'architettura *hardware* parallela a sua disposizione[65].

1.2.3.4 Cloud Computing, Desktop Virtuali e Reti di Calcolo Distribuite

Se l'accelerazione *hardware* locale ha dotato il singolo artista di una potenza di calcolo inedita, il passaggio al *Cloud Computing* e alle architetture virtualizzate rappresenta il compimento strutturale del processo di democratizzazione, estendendo l'emancipazione tecnologica dalla sfera individuale a quella collaborativa. A livello macroscopico, la migrazione verso il *cloud* segna il definitivo superamento della materialità pesante tipica della post-produzione tradizionale: l'infrastruttura cessa di essere un *asset* fisico da possedere e manutenere, trasformandosi in un servizio elastico da scalare *on-demand*[66].

Ai fini di questa trattazione, tale paradigma risulta centrale perché costituisce il fondamento materiale della "specializzazione flessibile"[67]. L'adozione del modello *Desktop-as-a-Service* (DaaS) e delle *workstation* virtuali azzera i costi infrastrutturali iniziali (CapEx), permettendo alle piccole realtà creative e ai *team* indipendenti di accedere a risorse computazionali di livello hollywoodiano senza dover replicare le architetture fisse e inaccessibili dei grandi *studios*. In questo modo, la potenza di calcolo si slega definitivamente dalla geografia e dal capitale di partenza.

---

[63] Akenine-Möller, Haines e Hoffman, *Real-Time Rendering*.

[64] Sul funzionamento delle reti neurali pre-addestrate applicate al *denoising* e l'uso di *core* hardware dedicati, si rimanda alla documentazione tecnica ufficiale: NVIDIA Corporation. *NVIDIA OptiX Ray Tracing Engine Programming Guide*. NVIDIA. 2026. URL: `https://developer.nvidia.com/optix` (visitato il giorno 19/09/2026).

[65] Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects», pp. 41–43.

[66] Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects», pp. 48–49.

[67] Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects», pp. 73–74.

Il cambio di paradigma poggia sul trasferimento integrale dei dati di produzione, *script*, girato nativo RAW e *asset* VFX, direttamente su *server* remoti, eseguendo i *software* su istanze *cloud* anziché su macchine locali. Storicamente, l'efficacia di una *pipeline* virtualizzata era limitata da due vincoli ingegneristici: la latenza del segnale e la velocità di trasferimento dei dati.

Oggi, l'impiego di protocolli di visualizzazione remota ad altissime prestazioni, come HP Anyware PCoIP, riduce al minimo la latenza percepita, consentendo il *playback* fluido di *timeline* complesse in 4K/UHD. Sotto il profilo architetturale, l'efficienza viene garantita posizionando lo *scratch storage* temporaneo nella medesima regione geografica dell'istanza di calcolo (*local storage co-location*), appoggiando le sessioni su *file system* paralleli ad alte prestazioni (quali Lustre o NetApp). Per massimizzare il ritorno sull'investimento (ROI) e abbattere i colli di bottiglia della banda passante, i flussi vengono ottimizzati tramite la generazione di *proxy* a bassa risoluzione, mentre sistemi di ingestione automatizzata (MASV) e *pipeline* di sincronizzazione ibrida (Resilio Active Everywhere) permettono di estendere i *file server* locali verso lo *storage* a oggetti in *cloud*, mantenendo in *cache* i progetti attivi e relegando gli *asset* obsoleti a soluzioni di archiviazione economica.

Nel calcolo di fascia alta, tuttavia, emerge una frizione strutturale legata alla virtualizzazione classica. I fornitori *cloud* che utilizzano sistemi di "*GPU Passthrough*" tramite macchine virtuali KVM introducono uno strato di ipervisore che genera una latenza CPU-to-GPU stimata tra il 10% e il 15% durante il *rendering* o l'inferenza AI. Per flussi di lavoro ad altissima intensità, la soluzione ingegneristica risiede nelle infrastrutture puramente *bare-metal* (come *server* dedicati equipaggiati con NVIDIA RTX 4090), le quali escludono l'uso di ipervisori per garantire l'esecuzione diretta del codice d'immagine sui *core* fisici della macchina.

La distribuzione geografica dei dati e la parcellizzazione del lavoro globale espongono le *pipeline* a criticità legate alla *cybersecurity* e alla tutela della Proprietà Intellettuale (PI). Nel panorama tradizionale, il rispetto dei rigorosi accordi di non divulgazione (NDA) costringeva gli artisti a operare esclusivamente all'interno del perimetro fisico degli *studios*. Le piccole strutture indipendenti, inoltre, faticano a sostenere i costi di infrastrutture di sicurezza *enterprise*.

La risoluzione di questo paradosso è formalizzata nel manifesto di MovieLabs 2019 ("*The 2030 Vision*"), che ridisegna l'architettura dei flussi di lavoro mediali stabilendo che tutte le risorse debbano risiedere nel *cloud* e le lavorazioni avvenire unicamente tramite *workstation* virtuali[68]. Questo approccio centralizzato genera, paradossalmente, un'architettura produttiva estremamente decentralizzata ed elastica:

- **Zero spostamento dati:** L'artista non scarica mai il file nativo in locale, manipolandone unicamente la rappresentazione visiva via *pixel streaming*. Questo elimina la duplicazione dei dati e riduce drasticamente i rischi di *leak*.

- **Isolamento e crittografia:** Le infrastrutture *cloud* implementano rigidi protocolli di isolamento all'interno di Virtual Private Cloud (VPC). Questo livello di protezione, dotato di crittografia *end-to-end*, scherma le macchine da attacchi esterni e *ransomware*, proteggendo API sensibili (come quelle di *framework* AI quali Ollama o vLLM) dalle scansioni pubbliche.

[68] MovieLabs. *The Evolution of Media Creation: A 10-Year Vision for the Future of Media Production, Post and Creative Technologies*. Motion Picture Laboratories, Inc., 2019. URL: `https://movielabs.com/production-technology/2030-vision/` (visitato il giorno 19/07/2026).

Quando il processo richiede la finalizzazione di lunghe sequenze in computer grafica, il modello decentralizzato offre due vie: piattaforme *cloud* commerciali (*Software-as-a-Service*) o reti *crowdsourced* comunitarie.

Nel panorama *open-source*, piattaforme come SheepIt Render Farm rappresentano un'antitesi comunitaria basata su un'economia P2P (*barter system*), dove l'utente dona la propria capacità di calcolo inattiva per scalare le priorità di *rendering* dei propri progetti sulle macchine di altri utenti. Pur incarnando l'ideale della democratizzazione assoluta, l'approccio comunitario presenta severi *trade-off* strutturali che ne limitano l'uso in contesti produttivi complessi:

- **Compatibilità *software*:** Le reti P2P come SheepIt sono spesso rigidamente vincolate a singoli ecosistemi (es. Blender), impedendo l'integrazione di *pipeline multi-software* e pacchetti industriali *standard* (Maya, Houdini, Nuke), pienamente supportati dai SaaS commerciali (come GarageFarm o RenderStreet).
- **Sicurezza e NDA:** L'assenza di crittografia e l'invio di dati a clienti anonimi rende i sistemi P2P impraticabili per progetti commerciali vincolati da NDA, rendendo l'uso di infrastrutture commerciali provviste di *server* isolati un costo strutturalmente necessario[69].
- **Flessibilità d'esecuzione e formati:** Per prevenire *malware*, le reti comunitarie proibiscono *script* Python personalizzati e *plugin* di terze parti, inibendo le automazioni necessarie all'autore. Vi sono inoltre limiti fisici alle dimensioni dei file (es. 2GB) e limitazioni nel *rendering* di *frame* ad altissima risoluzione o nel *deep compositing*.

In conclusione, la transizione verso il *cloud* e i *desktop* virtuali sancisce la maturità della produzione indipendente. Se da un lato il *soft* determinismo tecnologico offre vie comunitarie per la pura sperimentazione, la scalabilità e l'affidabilità richieste dai progetti di fascia alta rendono le architetture DaaS commerciali e il *bare-metal cloud* l'infrastruttura cardine per operare in regime di specializzazione flessibile, azzerando il divario tecnico con le produzioni ad alto budget.

1.2.4 Evoluzione della pipeline VFX: dal modello lineare alla specializzazione flessibile

A chiusura dell'analisi dei fattori tecnologici fin qui esaminati, è fondamentale comprendere come questi strumenti abbiano materialmente scardinato l'architettura organizzativa del lavoro. Per decodificare l'attuale transizione verso figure ibride, è tuttavia imprescindibile sezionare preventivamente la complessa anatomia tecnica della pipeline VFX tradizionale. Questo modello operativo, tipico delle grandi infrastrutture, si fonda su una rigorosa divisione del lavoro, in cui il processo visivo viene scomposto in task iperspecializzati e rigidamente sequenziali. In questa catena di montaggio digitale, un'operazione a valle non può procedere senza la validazione assoluta del task a monte, creando interdipendenze strutturali molto fragili.

[69] SheepIt Render Farm, *SheepIt: Frequently Asked Questions and Project Preparation.*

1.2.4.1 Struttura della pipeline tradizionale: sequenzialità e task cecomposition

Fase di Pre-produzione (Design e Pianificazione) La genesi dell'inquadratura avviene molto prima dell'accensione della macchina da presa, con l'obiettivo di blindare le scelte tecniche ed estetiche.

- ***Research & Development* e *Look Development*:** Prima di costruire qualsiasi *asset*, i supervisori e i *concept artist* definiscono i parametri visivi, la *palette* cromatica e le specifiche tecniche dei materiali digitali che dovranno interagire con la fotografia reale.

- **Pre-visualizzazione (*Pre-vis*):** I *Pre-vis Artist* creano *storyboard* animati in 3D (*animatic*) che illustrano il concetto desiderato della sequenza. Questa fase calcola con precisione millimetrica i movimenti di macchina, le tempistiche, le proporzioni e le velocità degli elementi digitali, fornendo alla *troupe* una mappa tecnica vincolante da seguire sul set.

- ***Asset Building* (Fase Iniziale):** Parallelamente, i *modeler* iniziano lo sviluppo preliminare delle geometrie tridimensionali (*mesh*) sia per gli *asset* tecnici (come veicoli o edifici) sia per quelli organici (come le creature).

Fase di Produzione (Acquisizione Dati) Sul set, il reparto VFX non si occupa solo di supervisionare l'esecuzione delle riprese, ma opera come un raccoglitore scientifico di dati ambientali.

- ***On-set Supervision* e *Data Capture*:** Mentre il regista dirige l'azione, i *Data Capture TD* (Technical Director) eseguono misurazioni ottiche e spaziali del set. Questo include scansioni laser (LiDAR) per ottenere nuvole di punti tridimensionali dell'ambiente, fotogrammetria per le repliche digitali di attori e oggetti di scena, e l'acquisizione di mappe HDRI (*High Dynamic Range Imaging*) per registrare l'esatta direzione, intensità e temperatura delle fonti luminose reali[70].

Fase di Post-produzione (VFX Workflow e Interdipendenza dei Task) È in questa fase che la frammentazione del lavoro e la dipendenza sequenziale dei reparti (*Asset-Based* e *Shot-Based*) diventano critiche.

- ***Matchmoving* (3D *Layout*):** Considerato il blocco di fondazione per la produzione CGI moderna, i *match-mover* estraggono i dati di movimento della cinepresa reale scomponendo il girato (*plate*). Generano così una telecamera digitale e un ambiente 3D che replicano l'esatta prospettiva e i movimenti del set fisico, permettendo agli animatori di aggiungere successivamente gli effetti visivi con la garanzia che rimangano ancorati alla scena[71].

- ***Rotoscoping* e *Keying* (*Prep Artists / Roto Artists*):** I *Roto Artist* tracciano e contornano manualmente gli elementi del girato reale, fotogramma per fotogramma,

[70] Okun e Zwerman, *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*.

[71] Come evidenziato dall'analisi organizzativa dei flussi di lavoro in Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects», pp. 26, 58; la quale riprende testualmente la definizione di *building block* da Okun e Zwerman, *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*, p. 689.

per isolarli dallo sfondo. Il processo di *keying*, eseguito dai *Prep Artist*, prevede invece l'estrazione degli elementi tramite la rimozione degli schermi verdi o blu (creando un "*garbage matte*") e la pulizia del rumore visivo (*clean-up*) per eliminare cavi o attrezzature di scena.

- ***Rigging* (*Rigging TD*):** Per infondere vita ai modelli inanimati, i *Rigging TD* costruiscono una struttura di controllo interna, ovvero uno scheletro digitale completo di articolazioni, gerarchie di movimento e pesatura dei vertici, essenziale per permettere le successive deformazioni anatomiche o meccaniche.

- **Animazione e *Crowd Simulation*:** Utilizzando i modelli "*riggati*", gli *Animator* creano l'azione e le *performance* lavorando sui *keyframe* o applicando dati di *motion-capture*. I *Crowd TD* gestiscono parallelamente i comportamenti particellari e le logiche di intelligenza procedurale per muovere masse di comparse digitali.

- **FX (*FX TD*):** I direttori tecnici degli effetti visivi generano simulazioni fisiche e dinamiche complesse che richiedono calcoli matematici estesi, come la fluidodinamica (acqua, fumo, fuoco), la simulazione dei tessuti (*cloth*) e le collisioni di corpi rigidi (*rigid-body*) per le distruzioni architettoniche.

- ***Lighting* e *Rendering* (*Lighting TD / Rendering TD*):** I *Lighting Artist* replicano digitalmente le fonti luminose registrate sul set, assicurando che la luce sintetica interagisca con le *texture* in modo fotometricamente coerente. Successivamente, i *Rendering TD* avviano il *rendering*, ovvero il processo a valle che combina tutti gli elementi CGI finora creati calcolando la scena 3D per generare la sequenza finale di immagini bidimensionali (2D) ad altissima risoluzione.

- ***Compositing* finale:** Nell'anello finale della catena, i *Compositor* assemblano e integrano tutti i livelli (*layer*) 2D appena renderizzati con il girato reale. In questa sede si applicano i mascherini creati dal reparto *roto/prep* e si operano bilanciamenti micrometrici per uniformare i livelli di nero, la profondità di campo, la grana della pellicola e il *color spill*, garantendo che ogni elemento risulti fuso in un'unica realtà fotografica invisibile all'occhio dello spettatore[72].

1.2.4.2 Il superamento della sequenzialità tramite le nuove tecnologie

Per tirare le fila dell'analisi fin qui condotta, è possibile affermare che il collasso del rigido modello *studio-based* segna la transizione definitiva da una post-produzione di stampo fordista a un ecosistema iterativo, simultaneo e decentralizzato. La democratizzazione tecnologica ha scardinato le tradizionali interdipendenze lineari, abbattendo i confini temporali tra pre-produzione, produzione e post-produzione. L'adozione della *Virtual Production* e dei volumi LED ha di fatto spostato l'integrazione degli effetti direttamente sul set (*in-camera*). Parallelamente, l'uso di motori mutuati dall'industria videoludica restituisce un *feedback* visivo istantaneo (*final-pixel*), mentre l'Intelligenza Artificiale automatizza le frizioni tecniche più logoranti (dal *rotoscoping* al *matchmoving*) e il *cloud computing* dematerializza le *workstation*, abilitando una collaborazione globale a zero latenza[73].

[72] Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects».

[73] Stephen Prince. *Digital Visual Effects in Cinema: The Seduction of Reality.* New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 2012; si veda anche l'analisi dell'automazione dei *task* in Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects», pp. 41–45, 138–141.

Questa metamorfosi infrastrutturale appiattisce drasticamente le gerarchie, favorendo il superamento del tecnico iper-specializzato in favore del *VFX Generalist*. All'interno di architetture unificate, l'artista può ormai navigare senza soluzione di continuità tra modellazione, animazione e *compositing*. Tale flessibilità è supportata dall'introduzione di sistemi procedurali avanzati, come il *Procedural Dependency Graph* (PDG). Queste interfacce a nodi disaccoppiano il controllo estetico da quello ingegneristico, svincolando la produzione dalla rigida dipendenza dal codice scritto dai *Technical Director* e snellendo radicalmente i tempi di risposta del *team*[74].

L'esito ultimo e più emblematico di questa rivoluzione metodologica è l'affermazione delle cosiddette "*skeleton crews*", ovvero squadre operative ridotte all'osso. Grazie alla scalabilità del nuovo ecosistema digitale, micro-*team* indipendenti, o persino singoli professionisti, possono raggiungere standard di livello cinematografico operando dai propri studi domestici. Tagliando gli intermediari organizzativi e abbattendo i proibitivi costi infrastrutturali, i *Visual Effects* abbandonano l'eredità della frammentazione industriale per evolversi in una prassi collaborativa e istantanea, in cui la tecnologia cessa di essere una barriera oligarchica per restituire piena sovranità alla visione autoriale[75].

1.2.4.3 Il ruolo e le dinamiche professionali del VFX generalist

La convergenza tecnologica e l'appiattimento gerarchico analizzati finora trovano la loro perfetta sublimazione teorica nel superamento della divisione scientifica del lavoro. Se il modello consolidatosi tra gli anni '90 e 2000 riproduceva fedelmente le logiche della parcellizzazione teorizzate da Adam Smith e applicate al manifatturiero dal taylorismo, l'attuale ecosistema digitale abbraccia in toto la teoria della "specializzazione flessibile"[76]. In questo rinnovato paradigma, la "flessibilità funzionale" diviene il vero fulcro operativo: il professionista non è più un mero esecutore confinato a una micro-mansione estraniante, ma acquisisce una comprensione olistica dell'intero ciclo produttivo[77].

L'impiego di questa figura ibrida, tuttavia, non si manifesta in modo omogeneo, ma si modula strategicamente in base alle economie di scala. Nelle realtà indipendenti, nei medi studi commerciali e nel fiorente circuito dei *freelance*, il generalista opera come un'unità produttiva autosufficiente, gestendo l'inquadratura dall'ideazione concettuale fino al *compositing* finale. Paradossalmente, persino all'interno delle grandi *major* hollywoodiane, dove l'iperspecializzazione rimane un requisito ingegneristico necessario per garantire la massima fedeltà fotorealistica sul singolo *pixel*,il generalista sta trovando una nuova e fondamentale collocazione. Viene infatti sempre più integrato con funzioni di raccordo inter-dipartimentale o impiegato per la risoluzione autonoma di intere sequenze a bassa o media complessità, decongestionando così le arterie principali della *pipeline* e ottimizzando l'impiego degli specialisti verticali.

L'emancipazione dai vincoli fordisti innesca però una complessa dialettica legata alla psicologia e all'economia del lavoro creativo. Da un lato, il parziale o totale recupero del

[74] Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects», pp. 56, 158; SideFX. *PDG: Procedural Dependency Graph Overview*. Side Effects Software Inc. 2026. URL: `https://www.sidefx.com/products/pdg/` (visitato il giorno 08/09/2026).

[75] Mike Seymour. *The Rise of the Agile VFX Team: Skeleton Crews and Virtual Production*. fxguide. 15 Ago. 2021. URL: `https://www.fxguide.com/fxfeatured/the-rise-of-the-agile-vfx-team/` (visitato il giorno 10/08/2026).

[76] Michael J. Piore e Charles F. Sabel. *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity*. New York: Basic Books, 1984.

[77] Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects», pp. 71–74.

controllo *end-to-end* sull'inquadratura restituisce all'artista un'elevata autonomia professionale, incrementando in modo tangibile la gratificazione e la soddisfazione lavorativa (*job satisfaction*). Questa recuperata visione d'insieme si contrappone nettamente all'alienazione tipica della catena di montaggio digitale del decennio scorso, in cui i tecnici *junior* venivano spesso relegati per mesi alla ripetizione di *task* puramente meccanici, totalmente scollati dall'impatto autoriale sul prodotto finito.

Dall'altro lato, la necessità di padroneggiare in tempi rapidi una moltitudine di discipline in continua evoluzione genera il rischio concreto di un sovraccarico cognitivo (*spreading too thin*) e di un potenziale *deskilling*. Per sopravvivere a scadenze di consegna (*turnaround times*) sempre più contratte, il generalista è fisiologicamente spinto a ricorrere a "scorciatoie" operative, sacrificando in alcuni casi la competenza artigianale profonda in aree estremamente complesse, come la scultura anatomica o la fisica dell'animazione organica. A questa tensione tecnica si somma una criticità strutturale legata alla *political economy* dei media audiovisivi: la facilità con cui le grandi produzioni possono oggi esternalizzare (*outsource*) interi blocchi di lavoro a una rete globale di generalisti *freelance* favorisce una rapida disintegrazione verticale degli studi. Se questo fenomeno da una parte abbatte in modo decisivo le storiche barriere all'ingresso nel settore cinematografico, parallelamente accentua la casualizzazione del lavoro e la precarietà contrattuale (*precarity*), sostituendo la stabilità delle posizioni *in-house* a lungo termine con la volatilità estrema del mercato indipendente[78].

In conclusione, l'ascesa del generalista VFX e la capillare democratizzazione degli strumenti digitali non delineano in alcun modo una regressione verso forme produttive amatoriali o di bassa lega, bensì rappresentano la più matura risposta evolutiva e adattiva alle enormi pressioni economiche e produttive del mercato contemporaneo. L'abbattimento del "mito dell'inaccessibilità" tecnologica ha spostato in via definitiva il baricentro dell'industria: la potenza di calcolo e la complessità del *software* cessano di essere un ostacolo discriminante o un fine a se stante, riconfigurandosi come pura estensione abilitante della sensibilità estetica del singolo autore. Pur dovendo imparare a navigare tra le insidie della frammentazione contrattuale e dell'aggiornamento continuo, l'odierna riconfigurazione della *pipeline* restituisce una vitale centralità alla visione d'insieme. Essa dimostra empiricamente che, nell'era della specializzazione flessibile, il vero fattore critico di successo e di differenziazione risiede nuovamente nella coerenza della direzione d'arte, nel gusto compositivo e nella forza intrinseca del racconto cinematografico.

1.3 Nuovi paradigmi: l'esempio di District 9 e Everything Everywhere All At Once

Come naturale evoluzione dell'indagine teorica sui fattori tecnologici e organizzativi che hanno guidato la democratizzazione dei Visual Effects, la presente sezione si propone di validare empiricamente le dinamiche finora analizzate. Per osservare in che modo la "specializzazione flessibile" e il progressivo collasso della catena di montaggio digitale abbiano materialmente ridefinito gli standard dell'industria, verranno prese in esame due opere cinematografiche, cronologicamente distanti ma strutturalmente affini nella loro radicale

[78] David Hesmondhalgh e Sarah Baker. *Creative Labour: Media Work in Three Cultural Industries*. London: Routledge, 2011; Chabanova, «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects», pp. 83–91, 159–160.

rottura dei paradigmi produttivi tradizionali: *District 9* (2009) ed *Everything Everywhere All At Once* (2022).

La scelta di analizzare congiuntamente queste due pellicole risiede nella loro capacità di dimostrare come l'adozione di flussi di lavoro decentralizzati, ibridi e agili permetta a produzioni indipendenti o a medio budget di generare mondi visivamente complessi, capaci di azzerare il divario tecnico con i colossi hollywoodiani da oltre 200 milioni di dollari.Per comprendere la portata di questo scarto, è fondamentale inquadrare preliminarmente la natura delle due opere. Diretto da Neill Blomkamp e prodotto da Peter Jackson, District 9 è un thriller fantascientifico del 2009 che esplora temi complessi quali la xenofobia e la segregazione sociale. Nato a seguito della cancellazione di un adattamento ad alto budget del videogioco Halo, il film si distingue per un elemento cruciale ai fini di questa ricerca: sebbene si collochi storicamente nel filone tradizionale dei VFX, in un'epoca antecedente alla vera e propria rivoluzione democratica degli strumenti digitali, District 9 ha largamente anticipato i tempi. Si è infatti distinto dai grandi franchise ricchi di CGI del suo decennio grazie a un budget di appena 30 milioni di dollari. Questa cifra, del tutto irrisoria se paragonata ai costi dei blockbuster contemporanei con carichi simili di effetti visivi, non gli ha impedito di ottenere un fotorealismo ineguagliabile, arrivando a incassare oltre 210 milioni di dollari a livello globale e a ridefinire le possibilità del cinema a medio budget.All'estremità opposta dello spettro cronologico si colloca *Everything Everywhere All At Once* (2022), un'opera indipendente scritta e diretta dai cineasti Daniel Kwan e Daniel Scheinert. Il film ibrida fantascienza, commedia dell'assurdo, arti marziali e dramma familiare all'interno di una complessa narrazione incentrata sull'esplorazione del multiverso. Anch'esso è stato prodotto con un micro-budget stimato tra i 14 e i 25 milioni di dollari, una frazione rispetto ai 100 milioni richiesti dai classici modelli studio-based per pellicole di tale portata visiva, arrivando a incassare oltre 143 milioni di dollari e trionfando con sette premi Oscar.

Il vero fil rouge che rende questi due film fondamentali per la presente trattazione è proprio la loro risposta strategica alle limitazioni finanziarie. In entrambi i casi, la restrizione economica non è stata recepita come un ostacolo, bensì ha agito come un potente catalizzatore per lo sviluppo di un approccio metodologico inedito e tecnologicamente innovativo. Anziché affidarsi alla forza bruta del capitale per finanziare eserciti di tecnici iperspecializzati, queste produzioni hanno fatto leva sull'ingegnosità logistica e artistica. District 9 ha ottimizzato le proprie risorse abbracciando le imperfezioni di una cinematografia mimetica e documentaristica per integrare organicamente la CGI all'interno del girato reale. Tredici anni dopo, *Everything Everywhere All At Once* ha sublimato la destrutturazione della pipeline affidando circa 500 inquadrature VFX a una ristrettissima skeleton crew di soli cinque o sette artisti generalisti. Operando dalle proprie abitazioni durante la pandemia, questi creativi si sono avvalsi di software commerciali accessibili e strumenti di automazione basati sull'Intelligenza Artificiale per sopperire alla mancanza di un'infrastruttura tradizionale. Entrambi gli esempi certificano, pur con mezzi e in epoche diverse, che la barriera tecnologica si è abbassata, permettendo al genio autoriale e organizzativo di competere ad armi pari con la grande industria.

1.3.1 District 9: L'ingegnosità al servizio del budget e il realismo documentaristico

L'origine produttiva di *District 9* rappresenta il primo fattore abilitante per la sua fattibilità economica e logistica. Il progetto nasce in seguito al collasso finanziario dell'adattamento cinematografico del videogioco *Halo*, che avrebbe dovuto essere diretto dallo stesso Blomkamp. Tale transizione ha permesso alla produzione di ereditare un'infrastrut-

tura di sviluppo preesistente: Weta Workshop, avendo già fabbricato *asset* fisici, corazze e veicoli per *Halo*, ha potuto riadattare questi elementi per definire l'estetica materica e militaristica di *District 9*, ammortizzando drasticamente i costi di pre-produzione. A questo vantaggio si è unita l'alfabetizzazione tecnologica di Blomkamp, il cui *background* da animatore 3D e artista VFX si è tradotto in un vero e proprio *asset* tecnico. La capacità del regista di pianificare le inquadrature tenendo già in considerazione le criticità dell'integrazione CGI ha evitato i costosi cicli di revisione tipici delle grandi produzioni. Su un piano teorico, ciò si è tradotto nel capovolgimento della filosofia tradizionale dei *blockbuster*: invece di porre gli effetti visivi su un "piedistallo" compositivo, Blomkamp ha teorizzato un approccio "banale" alla fantascienza, in cui l'elemento sintetico viene inquadrato e trattato dalla telecamera con la stessa ordinarietà di un elemento reale di scena, disinnescando la percezione di artificiosità da parte dello spettatore[79].

Dal punto di vista dell'acquisizione ottica, questa filosofia ha richiesto l'adozione di una cinematografia mimetica, curata da Trent Opaloch e basata per il 90% su riprese a mano (*shaky-cam*). La natura ibrida del formato ha visto l'impiego di telecamere cinematografiche RED One in 4K RAW per le inquadrature ad alta densità di VFX, alternate a videocamere *prosumer* Sony PMW-EX1 e PMW-EX3 per simulare filmati di sorveglianza CCTV o reportage della BBC. Tale mole di dati ha spinto l'infrastruttura editoriale a gestire fino a 120 Terabytes di *storage*. Contrariamente al dogma industriale che privilegia le riprese notturne o scarsamente illuminate per mascherare la CGI, la produzione ha sfruttato a proprio vantaggio il fenomeno dell'*High-Contrast Solar Bleaching*, girando sotto la dura luce solare dell'inverno sudafricano a Soweto. Da un punto di vista del *lighting* computazionale, questo alto contrasto ha agevolato l'integrazione visiva: il *clipping* fisiologico delle alte luci ha permesso ai pixel sintetici di allinearsi alla saturazione del sensore fisico, mentre le ombre estremamente profonde (*shadow concealment*) hanno fornito un espediente naturale per nascondere i punti di intersezione tra le geometrie 3D e il terreno reale. Inoltre, la compressione tonale ha appiattito la gamma cromatica percepibile, distogliendo l'attenzione dalle variazioni superficiali delle *texture* a favore di una coerenza luminosa complessiva[80].

Il *design* strategico delle creature aliene, sviluppato da Image Engine, riflette un'ulteriore ottimizzazione ingegneristica. Per evitare l'estetica del "*man-in-a-suit*", i cosiddetti "*Prawns*" sono stati modellati con proporzioni non umane, tra cui un'altezza superiore ai due metri, una vita sottile e arti inferiori digitigradi, imponendo una risoluzione interamente digitale. La scelta di dotarli di un esoscheletro chitinoso ha abbattuto i costi di *rendering*: i gusci rigidi si comportavano come un "*robot* organico", eliminando la necessità di elaborare complessi calcoli di *subsurface scattering* per la pelle o simulazioni dinamiche per le deformazioni muscolari. Tuttavia, per garantire l'empatia del pubblico, il *creature supervisor* James Stewart ha attuato un "*Empathy Redesign*" del volto, implementando in Autodesk Maya un sistema di *rigging* facciale basato su placche scorrevoli. Questo ha permesso di simulare contrazioni muscolari antropomorfe, coadiuvate da occhi sovradimensionati ispirati all'animazione *character-driven*, senza violare la coerenza materica delle superfici rigide[81].

A livello di *performance* sul set, le limitazioni imposte dallo stile documentaristico a 360 gradi hanno precluso l'impiego di *rig* di *motion capture* o *witness cameras*. L'attore Jason

[79] Jody Duncan. «Alien Nation: District 9». In: *Cinefex* 119 (2009), pp. 72–95.

[80] Mike Seymour. *District 9 and the aliens among us*. fxguide. 18 Ago. 2009. URL: `https://www.fxguide.com/fxfeatured/district-9-and-the-aliens-among-us/` (visitato il giorno 18/08/2026).

[81] Duncan, «Alien Nation: District 9».

Cope ha recitato indossando una tuta di riferimento grigia al 50%, costringendo il *team* a ricavare i dati di animazione in post-produzione tramite un rigoroso processo di *rotomation*. La problematica più complessa è derivata dalla creazione dei *Clean Plate*: l'assenza di riprese di *background* pulite e l'uso di macchine a mano hanno obbligato i *compositor* di Image Engine a ricostruire l'ambiente nascosto dall'attore *pixel* per *pixel*, proiettando porzioni di *frame* adiacenti su geometrie 3D all'interno di Nuke tramite tecniche di *camera projection*[82].

L'esigenza di alleggerire il calcolo computazionale si è estesa alla gestione dinamica delle appendici aliene. L'R&D di Image Engine ha sviluppato un solutore di dinamiche a corpi rigidi proprietario, denominato Mayhem, che ha permesso di simulare i movimenti dei tentacoli facciali calcolando le collisioni tra sfere invisibili, garantendo tempi di *rendering* inferiori rispetto a una simulazione *soft-body* tradizionale. Un analogo realismo fisico è stato ottenuto alla fonte grazie all'ingegneria dei *prop* curata da Weta Workshop: inserendo barre d'acciaio per replicare l'inerzia e pompe idrauliche per generare un vero contraccolpo fisico al momento dello sparo, la recitazione ha acquisito una correttezza biomeccanica che ha escluso la necessità di costose simulazioni di reazione in post-produzione[83].

Architetturalmente, la *pipeline* ha risposto al sovraccarico dei grandi studi centralizzati frammentando il lavoro su un *network* di *vendor* agili, secondo la logica della priorità di primo piano. Mentre Weta Digital si è limitata al *rendering* dei volumi immensi della nave madre, Image Engine ha assunto la direzione dello sviluppo delle creature e del *look-development*, gestendo le variazioni procedurali della popolazione aliena attraverso il sistema di *asset-management* proprietario "Jabuka". Per il *rendering*, è stato implementato un *workflow* basato sull'integrazione di sferiche HDRI scattate sul set e proiettate su geometrie LIDAR ambientali nello spazio 3D di The Foundry Nuke. L'illuminazione veniva poi calcolata da 3Delight, un motore *ray-tracer* conforme allo *standard* RenderMan particolarmente efficiente nella gestione delle mappe di *displacement* e dei materiali traslucidi, operativo a una frazione del costo computazionale dei *competitor* dell'epoca.

Questa infrastruttura collaborativa ha visto lo studio The Embassy Visual Effects gestire interamente l'*Exo-suit* meccanizzato per la sequenza finale. Utilizzando Autodesk Softimage XSI per un *rigging* meccanico iper-dettagliato capace di evitare il *clipping* delle piastre metalliche, e la *suite* Luxology modo combinata a ZBrush per lo sviluppo delle *texture*, le geometrie sono state infine affidate a Mental Ray. L'integrazione ottica finale del modello sintetico all'interno delle frammentarie riprese RED e Sony è stata perfezionata in Apple Shake, impiegando estensivamente algoritmi di *post-processing*. L'uso dei *plugin* GenArts Sapphire (EdgeFlash per il *light spill*, JpegDamage per ricreare l'artefatto di compressione delle videocamere *prosumer*, LensFlare per i *muzzle flashes*) e degli strumenti Furnace per il *noise management* e il *plate prep* ha garantito la perfetta mimesi tra la pasta digitale della CGI e le aberrazioni ottiche del formato video, confermando come la democratizzazione degli effetti visivi trovi la sua massima espressione nell'ingegnosità logistica e nella convergenza fotografica piuttosto che nella mera potenza di calcolo[84].

[82] Image Engine. *District 9 VFX Breakdown*. YouTube Video. YouTube, 2010. URL: `https://www.youtube.com/watch?v=9_N6rXU-q_M` (visitato il giorno 20/08/2026).

[83] Seymour, *District 9 and the aliens among us*.

[84] The Embassy Visual Effects. *District 9: Behind the Scenes of the Exosuit*. theembassyvfx.com. 2009. URL: `https://theembassyvfx.com/work/district-9` (visitato il giorno 19/08/2026).



Figura 1.1: Selezione di fotogrammi tratti dal film *District 9* (2009). Fonte: Shotdeck. *Stills from "District 9"*. 2009. URL: `https://shotdeck.com/browse/stills#/movie/555~District+9`.

1.3.2 Everything Everywhere All At Once: la destrutturazione della pipeline e il trionfo del generalista digitale

Se *District 9* ha anticipato l'era della democratizzazione ottimizzando i fattori ottici e di *design* direttamente sul set, *Everything Everywhere All At Once* (2022) rappresenta il compimento strutturale della transizione verso la specializzazione flessibile, scardinando definitivamente l'architettura della post-produzione hollywoodiana descritta in precedenza. Prodotta con un *budget* indipendente stimato tra i 14 e i 25 milioni di dollari, a fronte di valutazioni industriali classiche che stimavano in oltre 100 milioni la spesa per un tipico modello *studio-based* di pari complessità, la pellicola basa la propria fattibilità su una radicale destrutturazione della *pipeline* visiva. Invece di esternalizzare le circa 500 inquadrature VFX a un *network* multilivello di *vendor* globali, i registi Daniel Kwan e Daniel Scheinert hanno optato per una struttura operativa ristrettissima, composta da soli cinque o sette artisti digitali operanti in modalità totalmente decentralizzata[85].

Per quantificare la portata di questo scarto sul piano economico e operativo, è possibile analizzare la forza lavoro tramite un coefficiente di efficienza della *pipeline* (η), calcolato come il rapporto tra le inquadrature consegnate (S) e il prodotto tra il numero degli artisti impiegati (A) e il *budget* complessivo del film espresso in milioni di dollari (B):

$$\eta = \frac{S}{A \cdot B}$$

Nel caso della presente pellicola, considerando un nucleo operativo di 6 artisti su un *budget* massimo di 25 milioni di dollari, il coefficiente si attesta a $\eta \approx 3.33$ inquadrature per "artista-milione". Al contrario, un tipico *blockbuster* che consegna 2.000 inquadrature avvalendosi di 500 specialisti settoriali e un *budget* di 200 milioni di dollari registra un coefficiente di efficienza drasticamente inferiore, pari a $\eta_{\text{Blockbuster}} = 0.02$. Questa espansione della leva computazionale e organizzativa rappresenta l'applicazione empirica delle dinamiche professionali del *VFX Generalist* (già indagate nel paragrafo 1.2.4.3). L'arruolamento di un collettivo di generalisti dotati di sensibilità registica (tra cui il supervisore Zak Stoltz, Ethan Feldbau, Benjamin Brewer, Jeff Desom, Evan Halleck e Kirsten Lepore) ha permesso di superare il fordismo digitale: eludendo le rigide gerarchie e i lenti cicli di approvazione della filiera tradizionale, ciascun artista ha assunto il controllo dell'inquadratura dall'inizio alla fine, in costante e immediato dialogo creativo con i registi[86].

L'insorgere della pandemia di COVID-19 al termine delle riprese ha agito da ulteriore catalizzatore, imponendo la strutturazione di un'infrastruttura remota basata su macchine *consumer* e protocolli di rete alternativi. Per evitare l'alto costo e la saturazione della banda legati ai *server cloud* aziendali, la sincronizzazione dei terabyte di girato RAW in 4K è stata gestita tramite Resilio Sync, un *software* basato sul protocollo *peer-to-peer* (P2P) che permetteva ai computer degli artisti di scambiarsi i file in modo diretto e automatico durante la notte. Il tracciamento delle mansioni è stato declassato dai complessi sistemi industriali a favore di un *database* flessibile e leggero in Airtable, riducendo drasticamente il carico amministrativo. Per le sessioni di revisione interattiva, il montatore Paul Rogers ha impiegato Evercast per trasmettere la propria postazione in *streaming* a bassissima

[85] Bill Desowitz. *How the 'Everything Everywhere All at Once' VFX Team Created the Multiverse with 5 Artists*. IndieWire. 26 Mag. 2022. URL: `https://www.indiewire.com/features/craft/everything-everywhere-all-at-once-vfx-multiverse-1234728515/` (visitato il giorno 10/07/2026).

[86] Adobe Creative Cloud. *How the 'Everything Everywhere All At Once' VFX Team Made Cinematic History*. YouTube, 18 ott. 2022. URL: `https://www.youtube.com/watch?v=wXlsFhX2CQQ` (visitato il giorno 11/07/2026).

latenza, mentre i *feedback* asincroni sono stati gestiti tramite Frame.io. Il flusso editoriale è stato ottimizzato in Adobe Premiere Pro sfruttando la funzione *Productions*, che ha permesso agli assistenti (Aashish D'Mello e Zekun Mao) di dividere il progetto in cartelle leggere e indipendenti, consentendo accessi simultanei senza sovraccaricare le macchine[87].

Sotto il profilo strettamente tecnico ed estetico, la *pipeline* ha adottato un'euristica produttiva riassunta dal *team* nella formula "*less Marvel, more Ghostbusters*", privilegiando soluzioni bidimensionali (2D) e l'ibridazione analogico-digitale *in-camera* rispetto alle dispendiose simulazioni fisiche tridimensionali (3D). L'*asset* spaziale cardine del film, l'*Everything Bagel*, è stato generato in Blender (software le cui dinamiche *open-source* sono state esplorate nella sezione 1.2.2.3) prendendo a riferimento un reale prodotto da forno dipinto di nero sul set. Per ottimizzare i tempi di calcolo, la geometria tridimensionale è stata elaborata unicamente nella sua porzione frontale. La complessa distorsione dello spazio-tempo circostante non è stata affidata a motori di simulazione particellare, bensì risolta nella fase finale di assemblaggio dell'immagine (*compositing*) all'interno di Adobe After Effects. Sovrapponendo livelli piatti, riflessi speculari e distorsioni ottiche bidimensionali, l'uso del *software* Cinema 4D è stato limitato al solo calcolo gravitazionale dei fogli di carta periferici[88].

Un'analoga ottimizzazione computazionale ha governato la sequenza del ristorante *teppanyaki*. Di fronte alla necessità di mostrare verdure e crostacei in rapido movimento attorno agli attori, l'artista Jeff Desom ha scartato l'uso di un ambiente 3D. Le immagini piatte degli alimenti sono state elaborate in After Effects applicando un algoritmo di smussatura e rilievo (*Bevel and Emboss*) integrato a una sorgente di luce virtuale. Questa impostazione ha permesso alle illustrazioni bidimensionali di reagire in modo coerente all'illuminazione reale della scena. La mancanza di un vero volume geometrico è stata abilmente mascherata dall'applicazione di una sfocatura direzionale (*motion blur*), condensando in poche ore un processo che avrebbe altrimenti richiesto settimane di calcolo vettoriale per posizionare matematicamente gli oggetti in uno spazio tridimensionale[89].

La ricerca di espedienti ottici a basso costo ha caratterizzato anche i salti interdimensionali (*verse jumps*). I rapidi carrelli all'indietro nello spazio-tempo sono stati realizzati fisicamente movimentando l'attrice Michelle Yeoh su un supporto meccanico di fronte a uno schermo verde. Per evitare la necessità di calcolare digitalmente in post-produzione i complessi riflessi della luce sul volto dell'attrice (*light-recreation*), la *troupe* ha installato sul set dei pannelli LED economici sui quali sono stati proiettati filmati *hyperlapse* in 4K ad otturatore aperto, precedentemente acquisiti dai registi. Questa illuminazione interattiva fisica ha garantito l'esattezza della temperatura colore, permettendo ai *compositor* di limitarsi a scontornare lo sfondo verde e aggiungere grafiche di movimento bidimensionali. Con la medesima logica di economia delle risorse, l'estensione dell'edificio dell'IRS da uno a cinque piani è stata risolta con la tecnica del *matte painting* (la pittura digitale di sfondi integrata al girato reale). Utilizzando Adobe Photoshop, Ethan Feldbau ha stratificato imperfezioni e dettagli fotografici, amalgamando la pittura digitale alla lastra originale in soli tre giorni, frazione del tempo richiesto da una modellazione architettonica[90].

[87] Laurence Faw. *Made in Frame: "Everything Everywhere All At Once"*. Frame.io Insider. 11 Apr. 2022. URL: `https://blog.frame.io/2022/04/11/made-in-frame-everything-everywhere-all-at-once/` (visitato il giorno 11/07/2026).

[88] Desowitz, *How the 'Everything Everywhere All at Once' VFX Team Created the Multiverse with 5 Artists*.

[89] Adobe Creative Cloud, *How the 'Everything Everywhere All At Once' VFX Team Made Cinematic History*.

[90] Adobe Creative Cloud, *How the 'Everything Everywhere All At Once' VFX Team Made Cinematic*

Il fattore tecnologico di maggiore impatto sull'efficienza della *pipeline* è rintracciabile nell'integrazione pionieristica del *machine learning* come moltiplicatore di forza lavoro. Nella sequenza ambientata in un universo roccioso, l'isolamento dei soggetti di pietra (posizionati su supporti mobili) presentava criticità estreme a causa della continua alterazione prospettica della telecamera a mano e del pulviscolo atmosferico, rendendo impraticabile il classico *rotoscoping*. L'artista Evan Halleck ha *bypassato* il limite tecnico processando il girato nativo attraverso il *software* Runway ML: sfruttando l'analisi semantica dell'immagine e l'interpolazione dei vettori di movimento da parte della rete neurale, lo strumento di segmentazione automatica ha generato maschere precise in pochi minuti anziché in svariati giorni di lavoro manuale[91].

Infine, la convergenza di tutti questi formati ha richiesto un rigoroso protocollo di uniformazione (*conform*), necessario per non compromettere la coerenza visiva di un montaggio frenetico. Il montatore Rogers ha operato un massiccio lavoro di alterazione dinamica della velocità dei fotogrammi (*time remapping*) per enfatizzare l'impatto dei combattimenti. Successivamente, per unificare segnali ottici eterogenei (RED One, Sony EX1, ARRI Alexa Mini) caratterizzati da risoluzioni e disturbi digitali radicalmente diversi, l'assistente D'Mello ha impostato una *pipeline* rigorosa: preventivo *de-noising* delle riprese originali, applicazione dei VFX e, come ultimo passaggio, la re-introduzione di un rumore digitale matematicamente coerente. Il progetto è stato infine esportato in sequenze di file DPX non compressi a 10-bit, pronti per la correzione colore finale[92].

In conclusione, l'infrastruttura di *Everything Everywhere All At Once* certifica empiricamente il definitivo superamento del modello *studio-based*: dimostra che una *pipeline* decentralizzata, alimentata da generalisti dotati di sensibilità artistica, supportata da *database* leggeri e potenziata dall'intelligenza artificiale, possiede oggi la capacità strutturale di restituire la sovranità dello spettacolo visivo direttamente nelle mani dei registi indipendenti.

History.

[91] Runway. *How Everything Everywhere All at Once Used Runway*. RunwayML. 2022. URL: `https://runwayml.com/customer-stories/how-everything-everywhere-all-at-once-used-runway/` (visitato il giorno 11/07/2026).

[92] Faw, *Made in Frame: "Everything Everywhere All At Once"*.



Figura 1.2: Selezione di fotogrammi tratti dal film *Everything Everywhere All At Once* (2022). Fonte: Shotdeck. *Stills from "Everything Everywhere All At Once"*. 2022. URL: `https://shotdeck.com/browse/stills#/movie/17333~Everything+Everywhere+All+at+Once`.

Capitolo 2

L'Espansione dei VFX oltre il cinema

2.1 Cultura convergente ed estetica dell'iper-realtà

A seguito dell'indagine strutturale, tecnica e produttiva condotta nel capitolo precedente, incentrata sulla comprensione del fenomeno dell'abbattimento delle barriere all'accesso alle tecniche dei VFX, in questo capitolo verranno prese in esame alcune conseguenze di questi processi di democratizzazione: l'espansione di tali tecniche oltre il perimetro dell'industria cinematografica.

Per lungo tempo, la CGI e gli effetti visivi hanno operato come un'attrazione eccezionale e isolata, strettamente relegata al formato del lungometraggio e progettata per la fruizione passiva all'interno della sala cinematografica. In tale contesto concettuale, il modello classico di ricezione cinematografica presuppone uno spettatore fisicamente ancorato alla sala buia e cognitivamente legato al patto della sospensione dell'incredulità. Davanti allo schermo, inquadrato teoricamente come un'invalicabile "finestra albertiana", il pubblico accetta l'illusione visiva in modo unidirezionale e puramente contemplativo, senza facoltà di intervento sul prodotto mediale[93]. Tale isolamento era dettato dalle pesanti barriere strutturali ed economiche imposte dal modello *studio-based*, un ecosistema chiuso che necessitava di capitali ingenti, complesse infrastrutture *hardware* centralizzate e una divisione del lavoro rigidamente compartimentata. Nel momento in cui queste barriere vengono abbattute, seguendo le dinamiche infrastrutturali già esaminate si assiste a una transizione operativa di vasta portata: gli strumenti digitali cessano di rappresentare un ostacolo insormontabile e si trasformano nel motore abilitante che fornisce capacità produttive di livello industriale a un'intera nuova generazione di creatori.

L'emancipazione tecnologica ha innescato una tangibile migrazione e ibridazione dei contenuti visivi. Nella prassi produttiva contemporanea, la manipolazione digitale non genera più opere "chiuse" o vincolate a un singolo supporto. Al contrario, si assiste alla creazione di *asset* digitali fluidi capaci di attraversare trasversalmente i *feed* delle piattaforme mobili, permeando l'intero ecosistema dell'intrattenimento e dell'informazione quotidiana. Parallelamente, esposto a questa proliferazione di immagini sintetiche, il pubblico abbandona la tradizionale passività dello spettatore cinematografico per organizzarsi in spazi di discussione collettiva, dibattendo attivamente sulla natura fisica o digitale di ciò che osserva. Questo insieme di dinamiche, in cui i nuovi mezzi di produzione digitale, le nuove

[93] Anne Friedberg. *The Virtual Window: From Alberti to Microsoft.* Cambridge, MA: MIT Press, 2006.

strategie distributive e la partecipazione del pubblico si fondono strutturalmente, trova un preciso riscontro teorico nel concetto di "cultura convergente" elaborato dallo studioso Henry Jenkins[94]. Attraverso questa lente, la convergenza non si limita a descrivere la moltiplicazione dei canali di trasmissione, ma definisce un profondo mutamento culturale: i linguaggi visivi complessi, un tempo appannaggio esclusivo dell'industria hollywoodiana secondo rigide logiche *top-down*, entrano oggi in collisione con la produzione autonoma dal basso (*bottom-up*). I singoli creatori e le comunità si appropriano delle tecniche di sintesi visiva, trasferendole e rinegoziandole al di fuori dei contesti istituzionali per generare nuovi ecosistemi mediali.

Al fine di mappare in modo sistematico i territori toccati da questa espansione, l'indagine esplorerà l'applicazione della CGI e dei VFX in tre ambiti specifici: il *videoclip* musicale, la pubblicità e i contenuti per i *social media*. È tuttavia necessario precisare che l'ambiente dei *social network* non costituirà unicamente una terza categoria di indagine parallela alle prime due. Le piattaforme *social* rappresentano oggi il contenitore primario all'interno del quale viene distribuita e fruita la quasi totalità dei prodotti audiovisivi contemporanei, comprendendo inevitabilmente anche i *videoclip* e le attivazioni pubblicitarie. Di conseguenza, una porzione fondamentale della trattazione sarà rivolta alla comprensione delle logiche stesse dei *social media*. Questi ultimi non operano come neutri canali di trasmissione, ma si configurano come i fornitori principali di una nuova grammatica dei contenuti, imponendo vincoli temporali e metriche algoritmiche che plasmano attivamente la forma, la funzione e l'estetica degli odierni *Visual Effects* applicati a queste tipologie mediali[95].

Rispondere all'interrogativo sul perché un'indagine dedicata alla democratizzazione degli effetti visivi debba necessariamente sconfinare in questi territori richiede un cambio di prospettiva. Non si tratta di una mera digressione tematica, bensì di una necessità analitica: l'abbattimento delle barriere produttive ha trasformato i VFX da eccellenza isolata a linguaggio quotidiano. Per comprendere a fondo le ragioni e le conseguenze di questa mutazione, è imprescindibile dotarsi di un'impalcatura teorica rigorosa, capace di far dialogare le dinamiche socioculturali della fruizione con l'ontologia informatica dei mezzi di produzione.

2.1.1 Henry Jenkins e il paradigma della Convergenza Culturale

Nel suo saggio *Cultura convergente* (2006), Henry Jenkins teorizza la transizione verso un ecosistema mediale caratterizzato dalla costante collisione tra vecchi e nuovi media. Secondo lo studioso, la convergenza non rappresenta un punto di arrivo, bensì un processo dinamico e in divenire, in cui i flussi industriali dei contenuti, gestiti dall'alto secondo logiche *top-down*, si intersecano e si scontrano inevitabilmente con le pratiche partecipative mosse dal basso (*bottom-up*). Questa complessa architettura concettuale si fonda su tre pilastri interconnessi:

- la convergenza dei media, intesa come il flusso fluido di contenuti che attraversa molteplici piattaforme;
- la cultura partecipativa, che decreta il superamento dello spettatore passivo;

[94] Henry Jenkins. *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*. New York: New York University Press, 2006.

[95] José van Dijck e Thomas Poell. «Understanding Social Media Logic». In: *Media and Communication* 1.1 (2013), pp. 2–14.

- l'intelligenza collettiva, ovvero la capacità delle comunità di mettere in comune risorse e competenze cognitive per produrre nuovo significato[96].

Il fulcro dell'argomentazione di Jenkins risiede nel riconoscere alla convergenza una natura primariamente culturale e sociale, piuttosto che puramente tecnologica. Sganciando l'analisi dal determinismo dei dispositivi fisici, lo studioso si scaglia apertamente contro quella che definisce la "fallacia della scatola nera" (*The Black Box Fallacy*). Tale fallacia consiste nell'idea riduzionista e illusoria secondo cui tutti i formati mediali finiranno, prima o poi, per essere convogliati all'interno di un unico dispositivo fisico centralizzato. Un *computer* o uno *smartphone*, presi esclusivamente come meri strumenti *hardware*, non possiedono alcuna capacità intrinseca di generare tali rivoluzioni culturali. Al contrario, la tecnologia opera sempre all'interno di specifici contesti culturali, sociali e istituzionali, i quali ne determinano l'uso effettivo e le traiettorie estetiche[97].

La vera convergenza, pertanto, non si esaurisce nell'infrastruttura tecnica dei media, ma avviene direttamente "nella mente del consumatore". Essa impone un mutamento radicale nella logica culturale (*cultural logic*): le persone sono attivamente incoraggiate a navigare in ambienti informativi complessi, a cercare nuovi dati e a stabilire connessioni cognitive autonome. La tecnologia, in questo senso, non determina l'uso in modo assoluto, ma stabilisce le proprietà materiali che abilitano o, al contrario, vincolano lo sviluppo di nuove pratiche sociali e di fruizione.

È proprio attraverso questa lente teorica che è possibile rileggere e contestualizzare il mutamento di stato dei *Visual Effects* delineato in questa indagine. Se, come ampiamente analizzato nel capitolo precedente, i processi di democratizzazione tecnologica hanno fornito l'*hardware*, i *software* e le capacità di calcolo necessarie per abbattere le barriere produttive, è la convergenza culturale teorizzata da Jenkins a costituire il vero "motore sociale" che ne governa l'attuale diffusione e ricezione. Storicamente, nell'era del cinema analogico o del *broadcasting* televisivo lineare, lo spettacolo visivo e gli effetti digitali erano rigidamente vincolati a una fruizione localizzata, immobile e unidirezionale. L'immagine manipolata era un'entità "sigillata" nel suo formato definitivo.

Sotto la spinta della convergenza, i VFX subiscono una profonda de-territorializzazione e una necessaria transcodifica. Emancipandosi dal perimetro protetto e dal *frame* unico del lungometraggio, l'immagine sintetica si trasforma in un flusso liquido di dati capace di attraversare ininterrottamente molteplici *touchpoint* digitali: dal *feed* di un *social network*, all'estetica di un *videoclip* su YouTube, fino alle alterazioni percettive delle installazioni urbane virtuali che analizzeremo più avanti[98].

Questa dispersione dell'immagine sintetica in molteplici frammenti mediali quotidiani destruttura irreversibilmente la posizione del fruitore. Privato dell'isolamento garantito dalla sala cinematografica, l'utente non contempla più passivamente l'illusione, ma si trasforma in uno "spettatore-investigatore" costretto a un costante *multitasking* cognitivo. Di fronte a una matrice visiva ubiqua e flessibile, il pubblico è chiamato a creare attivamente connessioni ermeneutiche tra i diversi frammenti dispersi per poter decodificare il reale, trovandosi nella condizione inedita di dover rinegoziare continuamente il proprio patto di fiducia con le immagini che popolano la sua quotidianità[99].

[96] Jenkins, *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*.

[97] Jenkins, *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*.

[98] Manovich, *The Language of New Media*.

[99] Sull'evoluzione dello spettatore da ricettore passivo a "cacciatore e raccoglitore" di informazioni all'interno di ecosistemi narrativi fluidi e complessi, cfr. ancora le logiche partecipative indagate in Jenkins, *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*.

2.1.1.1 Dallo spettatore passivo al "Prosumer"

Il superamento del modello bidimensionale e unidirezionale del *broadcasting* si concretizza nell'affermazione di una "cultura partecipativa" pienamente dispiegata. Come delineato precedentemente, l'assenza di barriere all'accesso modifica in radice lo statuto dell'*audience*. In questo mutato scenario, il pubblico non si limita a decodificare e assorbire l'immagine, ma se ne appropria sistematicamente, sottoponendola a processi di frammentazione, alterazione e ricondivisione.

Questa metamorfosi del fruitore trova la sua definizione più accurata nel concetto di *prosumer* (sintesi tra *producer* e *consumer*), termine coniato dal sociologo e futurista Alvin Toffler già nel 1980 e oggi pienamente attuato dall'infrastruttura digitale[100]. Il consumatore contemporaneo non è più relegato al ruolo di spettatore finale, vincolato al consumo di un'immagine fatta e finita, ma diviene contestualmente produttore. Egli scompone le illusioni visive, le rielabora e le re-inietta all'interno dei flussi comunicativi della rete.

A livello giuridico e culturale, questa transizione segna, seguendo le teorizzazioni di Lawrence Lessig, il definitivo passaggio da una cultura "*Read-Only*", caratterizzata dal consumo vincolato e blindato dalle normative sui diritti commerciali, al ripristino di una cultura "*Read-Write*" (Leggi-Scrivi). All'interno di quest'ultimo paradigma, la creazione visiva si alimenta strutturalmente della citazione, del campionamento digitale, del *remix* e della libera combinazione di frammenti prelevati dal serbatoio della cultura di massa[101].

Dal punto di vista prettamente sociologico, l'appropriazione dell'immagine da parte della comunità trova fondamento teorico nella pratica del *textual poaching* ("bracconaggio testuale"). Il concetto, originariamente elaborato dallo storico e sociologo Michel de Certeau per descrivere le dinamiche di riappropriazione dei testi culturali, viene ripreso da Jenkins e applicato allo studio delle subculture digitali e dei *fan*[102]. I creatori indipendenti, armati degli strumenti tecnici analizzati in precedenza, operano come veri e propri "bracconieri digitali": saccheggiano e si appropriano di elementi, modelli 3D o sequenze video dei prodotti industriali per risemantizzarli e ricostruirli secondo proprie direttrici estetiche o intenti parodistici. In questo processo, le comunità colonizzano i simboli e i *landmark* visivi della cultura di consumo globale per generare ecosistemi narrativi e visivi inediti e radicalmente delocalizzati, sottraendo alle istituzioni tradizionali il monopolio esclusivo sulla produzione culturale e di intrattenimento.

È possibile, in tal senso, sottolineare un'evoluzione storica rispetto alle teorizzazioni di inizio Novecento. Se per Walter Benjamin l'avvento della riproducibilità tecnica sottraeva "l'aura" e l'unicità all'opera d'arte, generando un potenziale senso di straniamento[103], nell'era della convergenza culturale di Jenkins questa stessa perdita dell'originale si converte in un'immensa e vitale risorsa collettiva. La frammentazione e la dispersione dell'immagine sintetica non vengono subite passivamente, ma diventano il presupposto attraverso cui il pubblico si riappropria del potere interpretativo e manipolatorio sul linguaggio mediale.

---

[100] Alvin Toffler. *The Third Wave*. New York: Bantam Books, 1980.

[101] Lawrence Lessig. *Remix: Making Art and Commerce Thrive in the Hybrid Economy*. New York: Penguin Press, 2008.

[102] Il concetto di "bracconaggio" come tattica di resistenza culturale del fruitore nasce originariamente in Michel de Certeau. *The Practice of Everyday Life*. Berkeley, CA: University of California Press, 1984; La sua trasposizione formale nell'ambito delle comunità di *fan* e della cultura mediale è operata da Henry Jenkins. *Textual Poachers: Television Fans and Participatory Culture*. New York: Routledge, 1992.

[103] Benjamin, *The Work of Art in the Age of Its Technological Reproducibility, and Other Writings on Media*.

2.1.1.2 L'Intelligenza Collettiva e la spettacolarizzazione del dubbio

La dispersione dei contenuti in una miriade di frammenti impone lo sviluppo di nuove strategie ermeneutiche. In un ecosistema iper-saturo e frammentato, il singolo utente non è più in grado di isolare ed elaborare autonomamente la totalità degli stimoli visivi a cui è sottoposto. Jenkins affronta questo limite cognitivo integrando nella propria analisi il concetto di "Intelligenza Collettiva", originariamente formulato dal filosofo Pierre Lévy. Il principio fondante di tale concetto sancisce che, sebbene nessuno possa detenere l'onniscienza, ognuno è portatore di specifiche competenze che, messe a disposizione del gruppo, generano un sapere condiviso superiore alla somma delle singole parti[104].

L'intelligenza collettiva dà vita a contesti culturali decentralizzati, all'interno dei quali la decodifica dei messaggi complessi cessa di essere un atto solitario e si configura come un processo sociale di costante confronto e validazione. È esattamente in questo snodo teorico che emerge la connessione fondamentale con l'analisi tecnica dei *Visual Effects* applicati ai formati brevi e ai *social media*. Quando contenuti vengono inseriti nel flusso quotidiano dei *feed* digitali, l'utente non si affida più alla sola percezione individuale. Di fronte al dubbio sull'autenticità di ciò che sta osservando, la *community* si organizza e si attiva spontaneamente, funzionando come un vero e proprio "organo forense" collettivo. Gli utenti mettono in rete le proprie micro-competenze tecniche per sezionare l'immagine fotogramma per fotogramma, andando alla ricerca di difetti di *compositing* o individuando eventuali imperfezioni nel *camera tracking*.

È essenziale sottolineare come questa dinamica investigativa non coinvolga esclusivamente un pubblico generico attratto dal fascino dell'illusione ottica, ma ingaggi in modo diretto e privilegiato gli stessi addetti ai lavori. I professionisti e gli specialisti del settore, esposti ai medesimi flussi algoritmici dell'utenza non esperta, intercettano questi contenuti e si inseriscono in prima linea nel dibattito. Per questa fascia di pubblico altamente alfabetizzata visivamente, la fruizione del contenuto cessa di essere puro intrattenimento per convertirsi in un vero e proprio esercizio di *reverse engineering*: un'opportunità per decostruire la *pipeline* produttiva, analizzare la bontà del mascheramento visivo e confrontarsi sulle metodologie di calcolo adottate[105]. Sotto la spinta congiunta dell'indagine amatoriale e di questa costante *peer-review* informale condotta dai professionisti, la sezione dei commenti muta definitivamente la propria natura: da spazio accessorio di reazione emotiva a vero e proprio tribunale per la decostruzione tecnica e collettiva dell'illusione.

In questa cornice, il dibattito sulla natura ontologica dell'immagine, sintetizzabile nel paradigma "*Is this real?*", non rappresenta più una conseguenza accidentale del fallimento o del successo dell'effetto speciale. Al contrario, tale quesito si trasforma in un preciso dispositivo strategico adibito alla cattura dell'attenzione. La "spettacolarizzazione del dubbio" diviene l'evento stesso. Un meccanismo che trova oggi il suo catalizzatore definitivo nella proliferazione dell'Intelligenza Artificiale Generativa: i modelli di sintesi neurale, automatizzando la creazione di artefatti iperrealistici su vasta scala, si innestano e prosperano esattamente su queste logiche di disorientamento percettivo, esasperandole. Pertanto, quanto più l'artefatto sintetico, sia esso il risultato di una complessa *pipeline* di VFX tradizionali o l'*output* di un modello generativo, è progettato per generare un'ambiguità mimetica, indugiando intenzionalmente nella zona grigia tra la ripresa reale e la pura si-

[104] Il costrutto di "Intelligenza Collettiva" come messa in rete delle capacità cognitive è stato coniato e teorizzato in Pierre Lévy. *Collective Intelligence: Mankind's Emerging World in Cyberspace*. New York: Plenum Trade, 1997; e successivamente applicato alle *community* digitali della cultura partecipativa in Jenkins, *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*.

[105] Caldwell, *Production Culture: Industrial Reflexivity and Critical Practice in Film and Television*.

mulazione algoritmica, tanto più stimola e nutre l'intervento investigativo dell'intelligenza collettiva.

Questa attivazione forense alimenta in modo diretto e continuo le architetture predittive delle piattaforme. Gli algoritmi, programmati per prolungare al massimo il tempo di visione dell'utente, interpretano il volume del dibattito nei commenti e la necessità di riprodurre ripetutamente i video (*replay*) per scovare l'artificio tecnico come segnali inequivocabili di un altissimo livello di *engagement*. Di conseguenza, il contenuto viene validato e spinto organicamente verso bacini di utenza esponenzialmente più ampi. In questo scenario, l'ambiguità dell'immagine cessa di essere un semplice espediente estetico per affermarsi come una precisa logica distributiva: sfruttando lo scetticismo del pubblico per imporre un'interazione prolungata, il dubbio su ciò che è reale diventa lo strumento più efficace per assecondare le metriche algoritmiche e garantire la massima diffusione[106].

2.1.2 Jean Baudrillard: dal declino della rappresentazione all'estetica del Simulacro

Per comprendere fino in fondo l'ambiguità delle immagini sintetiche contemporanee e la facilità con cui riescono a ingannare la nostra percezione, risulta particolarmente utile integrare in questa analisi le teorie di Jean Baudrillard[107]. L'apparato teorico formulato dal pensatore francese nei primi anni Ottanta rivela oggi una capacità predittiva sorprendente: sebbene le sue riflessioni siano maturate in un'epoca dominata dai mass media analogici, esse sembrano anticipare in modo impressionante le dinamiche dell'attuale ecosistema digitale. Di fronte alla costante manipolazione del visibile, il pensiero di Baudrillard offre una chiave di lettura preziosa per capire come sia cambiata la natura stessa dell'immagine, trovando un riscontro empirico e tecnico evidente proprio nel contemporaneo panorama dei *social media* e della computer grafica.

Nel saggio *Simulacri e simulazione* (1981), Baudrillard descrive il passaggio da un sistema basato sulla "rappresentazione", dove l'immagine riflette una realtà preesistente, a uno dominato dalla "simulazione". Secondo l'autore, la nostra epoca è satura di segni e immagini che hanno perso ogni legame diretto con la realtà fisica, finendo per sostituirsi ad essa. Non ci troviamo più di fronte a immagini che documentano il mondo, ma a costrutti visivi che lo precedono e lo cancellano. Questo concetto è riassunto nell'epigrafe che apre il testo: "Il simulacro non è mai ciò che nasconde la verità, è la verità che nasconde il fatto che non ce n'è alcuna. Il simulacro è vero". Per Baudrillard, la simulazione non è solo finzione. Mentre mentire o fingere presuppone ancora una netta distinzione tra il vero e il falso (o tra la copia e l'originale), la simulazione annulla questa separazione: produce un'illusione così concreta da rendere impossibile rintracciare un referente autentico.

Per descrivere questo processo di progressiva astrazione, Baudrillard identifica quattro fasi evolutive dell'immagine:

1. **L'immagine come riflesso di una realtà profonda:** la rappresentazione classica, in cui il segno rimanda fedelmente a una verità oggettiva situata nel mondo fisico.

2. **L'immagine che maschera e denatura la realtà:** l'immagine altera e distorce la realtà, ma ne presuppone e conferma ancora l'esistenza.

3. **L'immagine che maschera l'assenza di realtà:** l'immagine finge di essere un'apparenza solo per celare un vuoto, nascondendo la mancanza di un referente originario.

[106] Dijck e Poell, «Understanding Social Media Logic».
[107] Jean Baudrillard. *Simulacri e simulazione*. Milano: SE, 2008.

4. **L'immagine senza alcun rapporto con la realtà:** la simulazione pura, o simulacro. L'immagine si emancipa del tutto dal referente fisico per diventare un sistema chiuso e autoreferenziale.

I moderni *Visual Effects*, specialmente quando si mimetizzano nei flussi ordinari dei *feed* o della pubblicità contemporanea, operano pienamente in quest'ultima fase. I VFX non si limitano più a nascondere o ad alterare il mondo fisico, ma vi si sostituiscono, inaugurando la dimensione che Baudrillard definisce "iperrealtà": un reale generato da modelli matematici, completamente privo di origine e di aderenza fisica. Questa radicale emancipazione dalla materia introduce uno snodo cruciale per comprendere le odierne pratiche di manipolazione digitale: la crisi dell'indessicalità e il conseguente mutamento dello statuto stesso dell'immagine[108].

Il nucleo teorico di questa quarta fase, e l'elemento centrale per comprendere l'attuale panorama dei media, risiede in quella che Baudrillard definisce la "precessione dei simulacri". Per spiegare questo concetto, lo studioso capovolge un celebre paradosso dello scrittore Jorge Luis Borges, in cui i cartografi di un Impero disegnavano una mappa talmente grande e dettagliata da arrivare a coprire e nascondere l'intero territorio reale. Oggi, secondo Baudrillard, avviene l'esatto opposto: è la "mappa" (ovvero il modello tridimensionale, l'algoritmo o l'immagine digitale) a nascere per prima e a imporsi sulla realtà fisica[109]. Il mondo fisico non è più il modello originale da copiare o documentare, ma diventa un semplice sfondo su cui proiettare la simulazione.

Questa dinamica permette di comprendere a fondo fenomeni recenti come le campagne pubblicitarie *Fake Out-of-Home* (FOOH). Si tratta di brevi video, costruiti per sembrare riprese amatoriali fatte con lo *smartphone*, in cui enormi prodotti commerciali (come borse o cosmetici giganti) sembrano interagire fisicamente con le strade, i mezzi pubblici o i monumenti delle nostre città. Nella realtà, queste installazioni non vengono mai costruite davvero; esistono unicamente come elementi tridimensionali fittizi inseriti in post-produzione all'interno del video. Eppure, aggirando del tutto le leggi della fisica e i permessi burocratici cittadini, questa simulazione genera reazioni reali, discussioni accese sui *social* e un tangibile ritorno economico. Al consumatore non interessa che l'evento sia accaduto davvero nello spazio fisico: l'impatto visivo del video è sufficiente per renderlo "reale" e autorevole nella sua percezione.

Questo stesso processo di allontanamento dalla realtà fisica investe anche il modo in cui viene rappresentato e percepito il corpo umano. Come si vedrà nell'analisi dei *videoclip* musicali, le odierne tecnologie di acquisizione volumetrica permettono di trattare l'anatomia umana come un puro *dataset* informatico. Nel caso dell'artista A$AP Rocky, ad esempio, un'intera coreografia viene ripresa da decine di camere per essere convertita in un modello 3D liberamente navigabile al *computer*; nel caso della cantante FKA Twigs, il corpo reale viene scansionato, sezionato in digitale e utilizzato come una *mesh* invisibile su cui far crescere elementi creati in computer grafica. In queste situazioni, i VFX non servono più solo per applicare un artificio visivo "sopra" l'attore. Il corpo umano viene trasformato in un *asset* digitale, manipolabile a livello poligonale.

Questa transizione segna la fine del vecchio modo di concepire gli effetti visivi. Nel cinema del passato, l'effetto digitale era un'eccezione palese, un trucco inserito in momenti specifici per stupire lo spettatore. Oggi, anche grazie alla diffusione dell'Intelligenza

[108] William J. Mitchell. *The Reconfigured Eye: Visual Truth in the Post-Photographic Era.* Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
[109] Baudrillard, *Simulacri e simulazione*, pp. 1–3.

Artificiale Generativa (come i modelli *text-to-video* in grado di creare architetture visive iperrealistiche partendo da un semplice *prompt* testuale), la manipolazione dell'immagine è diventata la norma. I creatori indipendenti utilizzano costantemente questi strumenti algoritmici per abbattere i costi di produzione, dimostrando come non sia più necessario filmare la realtà fisica per ottenere immagini credibili: interi mondi possono essere direttamente sintetizzati da un *software*.

Si arriva così a ciò che Baudrillard chiama la "dissoluzione del medium". Se il sociologo Marshall McLuhan affermava che "il medium è il messaggio"[110], Baudrillard compie un passo ulteriore: oggi non c'è più distinzione tra il mezzo di comunicazione e la realtà stessa. I due elementi collassano l'uno nell'altro fondendosi in una percezione unica. Quando l'utente scorre i video sui *social network*, le leggi fisiche come la gravità, i riflessi della luce o i limiti della biologia umana non rappresentano più vincoli insormontabili, ma si riducono a semplici variabili stilistiche che un *VFX artist* può attivare o disattivare dal menù a tendina di un programma. Diventati strumenti accessibili a chiunque, i VFX e l'Intelligenza Artificiale non servono più solo a simulare il mondo, ma si sono affermati in via definitiva come la grammatica di base con cui l'essere umano costruisce e percepisce la propria realtà quotidiana.

2.2 Analisi tecnica e casi studio: social media, videoclip e pubblicità

2.2.1 Social media e l'economia dell'attenzione

Nello studio delle dinamiche audiovisive contemporanee, e in particolare nell'analisi dell'evoluzione dei *Visual Effects*, risulta metodologicamente inadeguato considerare i *social media* come meri canali di distribuzione inerti o "contenitori" neutrali. Un approccio storicamente e criticamente fondato impone, infatti, di riconoscere come ogni mezzo di comunicazione abbia sempre esercitato una specifica forza modellante sui prodotti che veicola. La televisione, ad esempio, non è mai stata un contenitore del tutto passivo: le sue logiche commerciali e di palinsesto hanno storicamente imposto stringenti vincoli formali, costringendo gli autori a standardizzare le durate dei programmi e a frammentare la sintassi narrativa per assecondare le interruzioni pubblicitarie.

Tuttavia, pur riconoscendo queste pesanti influenze strutturali in fase di ideazione, i media tradizionali operavano in un regime di trasmissione strettamente unidirezionale (*broadcasting*). Una volta concluso l'iter produttivo, l'opera audiovisiva veniva "sigillata" in un formato definitivo e immutabile, per poi essere trasmessa attraverso un canale lineare a un pubblico situato all'interno di uno spazio di fruizione tecnologicamente e fisicamente stabile (come il salotto domestico davanti all'apparecchio televisivo). Il mezzo di trasmissione si limitava, dunque, a distribuire l'artefatto concluso, senza possedere l'infrastruttura necessaria per riorganizzare attivamente il proprio palinsesto in tempo reale o per alterare la distribuzione dell'opera sulla base delle reazioni istantanee del singolo spettatore. L'opera si adattava al contenitore a monte, ma il contenitore non reagiva all'opera a valle.

Al contrario, le odierne infrastrutture digitali compiono un salto paradigmatico, superando la rigidità lineare della trasmissione classica per configurarsi come veri e propri ecosistemi attivi, bidirezionali e costantemente reattivi. Governati da complesse logiche di piattaforma (*platform logics*) e da architetture algoritmiche predittive, questi ambien-

[110] Marshall McLuhan. *Understanding Media: The Extensions of Man*. New York: McGraw-Hill, 1964.

ti non si limitano a trasmettere un segnale, ma calcolano, valutano e riorganizzano la distribuzione dei contenuti istante per istante. In un processo che la teoria dei media definisce approccio ecologico (*media ecology*), l'infrastruttura *software* del *social media* agisce esattamente come un ambiente naturale selettivo e iper-competitivo: analizza la telemetria degli utenti in tempo reale, valuta i micro-comportamenti visivi e, su queste basi, plasma, condiziona e determina radicalmente la morfologia stessa di tutti i contenuti ospitati, imponendo precise leggi di sopravvivenza visiva.

Per comprendere appieno la portata di questa determinazione, l'indagine deve necessariamente muovere da un elemento che, proprio a causa della sua estrema familiarità quotidiana, rischia di apparire banale o di sfuggire all'analisi critica: l'interfaccia fisica e *software* dell'applicazione. Sebbene l'abitudine abbia reso questa architettura grafica quasi invisibile alla nostra percezione, essa rappresenta in assoluto la prima e più potente forza modellante del contenuto audiovisivo. L'imposizione del formato verticale, unita alla presenza fissa di pulsanti, testi e icone di interazione sovrapposti all'immagine, definisce infatti un vincolo compositivo ineludibile. L'autore del contenuto si trova così strutturalmente obbligato a rinegoziare lo spazio dell'inquadratura per evitare che gli elementi visivi cruciali vengano oscurati dall'interfaccia utente. Parallelamente, il gesto motorio dello *swipe*, lo scorrimento continuo, rapido e compulsivo da parte dello spettatore per passare al video successivo, non è un fattore esterno al mezzo, ma si converte in una metrica strutturale attiva a cui il prodotto audiovisivo deve adattarsi fin dalla sua concezione iniziale[111].

Questa profonda compenetrazione tra l'architettura del mezzo e la forma del messaggio trasforma l'opera audiovisiva in ciò che i teorici dei media definiscono una "merce culturale contingente" (*contingent cultural commodity*). Nella teoria dei media tradizionale, il prodotto culturale era concepito come un oggetto finito, autonomo e strutturalmente stabile (come una pellicola cinematografica o un supporto ottico). Sotto l'effetto della *platformization*, ovvero la progressiva penetrazione delle logiche di piattaforma all'interno delle industrie creative, questa stabilità viene definitivamente meno, cedendo il passo a una duplice forma di contingenza[112]:

- Da un lato, si instaura una rigida dipendenza strutturale: la sopravvivenza, la distribuzione e la visibilità del prodotto dipendono interamente dalle infrastrutture tecniche e dalle decisioni di *governance* di un ristretto numero di colossi digitali.

- Dall'altro, il contenuto cessa di essere un monolite immutabile per divenire un costrutto modulare e intrinsecamente malleabile. Invece di rimanere un bene statico, il prodotto audiovisivo si trasforma in un servizio iterativo, costantemente guidato e rimodellato in tempo reale dai dati di *feedback* degli utenti (come tassi di abbandono, condivisioni e metriche di ritenzione).

Di fronte alla minaccia costante della de-amplificazione, i creatori sono costretti a intraprendere una vera e propria "danza algoritmica" (*algorithmic dance*): un'attività di continua sorveglianza e auto-ottimizzazione delle proprie opere[113]. Ciò impone flussi di

[111] Dijck e Poell, «Understanding Social Media Logic».

[112] David B. Nieborg e Thomas Poell. «The platformization of cultural production: Theorizing the contingent cultural commodity». In: *New Media & Society* 20.11 (2018), pp. 4275–4292.

[113] Sulla "danza algoritmica", intesa come l'incessante auto-ottimizzazione dei creatori e il gioco di visibilità in risposta al potere matematico delle piattaforme Kelley Cotter. «Playing the visibility game: How digital influencers and algorithms dance». In: *New Media & Society* 21.4 (2019), pp. 895–913.

lavoro flessibili in cui l'autore deve modificare il contenuto, alterando il montaggio, i ritmi visivi o persino il vocabolario, pur di conformarsi ai filtri automatici. Tali ecosistemi esercitano infatti un pervasivo potere "algo-toriale", un'ibridazione tra la programmazione matematica degli algoritmi di raccomandazione e una severa selezione editoriale automatizzata. Questa architettura valuta senza sosta la *performance* del contenuto, premiandolo con la distribuzione organica o rendendolo del tutto invisibile qualora non si allinei perfettamente alla sintassi metrica e visiva del *feed*.

Questa cornice teorica permette di inquadrare la reale portata del fenomeno: i *social media* operano ormai come l'infrastruttura primaria attraverso cui il pubblico fruisce dell'audiovisivo, esercitando una forza centripeta che finisce per inglobare anche formati storicamente autonomi. Produzioni caratterizzate da *budget* elevati e logiche di derivazione cinematografica, come i *videoclip* musicali o le campagne pubblicitarie, vengono infatti sistematicamente distribuite all'interno del flusso ininterrotto del *feed* algoritmico.

Nel momento in cui compiono questo passaggio, tali formati perdono la loro tradizionale immunità formale: allontanati dagli spazi di visione dedicati e protetti, si trovano a competere in un'arena frammentata, costretti a lottare per la medesima, scarsa risorsa attenzionale al fianco di contenuti amatoriali estremamente eterogenei. Per poter sopravvivere a questa competizione ambientale e scongiurare l'immediato abbandono da parte dello spettatore, i media "contigui" devono rinegoziare il proprio codice genetico, assimilando i vincoli temporali, estetici e compositivi dettati dalle piattaforme[114].

Da questa specifica dinamica emerge la motivazione alla base della presente impostazione d'indagine. Risulterebbe infatti riduttivo valutare le attuali logiche produttive e l'impiego dei VFX nell'industria musicale o nell'*advertising* considerandoli esclusivamente come il frutto di un'autonoma visione autoriale o di una tendenza stilistica passeggera. L'uso degli effetti visivi adottato oggi in questi settori rappresenta, piuttosto, una precisa risposta adattiva progettata per massimizzare la visibilità e la tenuta del contenuto. Decodificare il funzionamento di queste piattaforme fornisce dunque la chiave di lettura per interpretare in modo compiuto i casi studio che seguiranno: l'infrastruttura digitale opera come una vera e propria matrice causale, rispetto alla quale le scelte tecnico-estetiche dei professionisti si configurano come un diretto e inevitabile adattamento.

2.2.1.1 L'economia dell'attenzione e l'impatto cognitivo dei formati short-form

L'evoluzione del linguaggio visivo nelle piattaforme digitali trova la sua giustificazione primaria all'interno della cornice macro-economica dell'economia dell'attenzione. Questo paradigma affonda le proprie radici nel principio formulato da Herbert A. Simon nel 1971, secondo cui in un sistema saturo di dati, l'eccessiva ricchezza di informazioni genera inevitabilmente una povertà di attenzione, rendendo l'allocazione della limitata banda cognitiva del pubblico la risorsa scarsa per eccellenza per cui i sistemi industriali devono competere[115]. Tale intuizione è stata estesa all'era digitale da Michael H. Goldhaber (1997), il quale postula che la valuta economica trainante di Internet non sia il capitale monetario,

[114] Jay David Bolter e Richard Grusin. *Remediation: Understanding New Media.* Cambridge, MA: MIT Press, 1999.

[115] L'assunto dell'economia dell'attenzione, legato al paradosso per cui l'abbondanza di informazione genera scarsità di attenzione, è stato formalizzato da Herbert A. Simon. «Designing Organizations for an Information-Rich World». In: *Computers, Communications, and the Public Interest* (1971). A cura di Martin Greenberger, pp. 37–52, pp. 40–41.

ma l'attenzione umana stessa: una risorsa intrinsecamente finita, non immagazzinabile e rigorosamente limitata dalle ore di veglia biologica dell'individuo[116].

Questo inquadramento sancisce una netta rottura formale con le architetture dei media classici, come il cinema e la televisione lineare, le quali si fondavano su modelli di fruizione macro-temporali che richiedevano un'esposizione prolungata e una concentrazione focalizzata per decodificare strutture espositive complesse. Al contrario, il *feed* contemporaneo impone un'ecologia dei media micro-temporale, interamente basata su continui *input* sensoriali ad alta intensità e su costanti e rapidi *reset* del contenuto.

Per massimizzare i tempi di permanenza, le moderne piattaforme eliminano lo sforzo cognitivo della ricerca attiva, dinamica *pull* tipica del *web* classico, implementando un'architettura tecnica basata su un meccanismo di spinta automatica ininterrotta (*push-based recommendation*) tramite la sezione dei contenuti consigliati. In questo ecosistema, i formati video brevi costituiscono la forza trainante dell'intrattenimento mobile, arrivando a generare il 63% dell'*engagement* totale sui *social network*[117]. Tuttavia, l'andamento ininterrotto di questo flusso ha comportato una drastico restringimento della finestra di attenzione iniziale: il tempo percettivo utile per catturare l'attenzione dello spettatore e scongiurare lo scorrimento compulsivo si è ridotto a una forbice critica stimata tra 1 e 3 secondi. L'efficacia e la potenziale viralità di un contenuto vengono dunque valutate dagli algoritmi predittivi misurando il tasso di abbandono immediato (*swipe-away rate*) fin dal primissimo secondo di riproduzione. L'assenza di una densità visiva o di uno stimolo percettivo istantaneo nei primi *frame* condanna il video allo scarto algoritmico, obbligando i creatori a ricalibrare la struttura del montaggio per privilegiare espedienti visivi in grado di generare un impatto immediato.

L'efficacia costrittiva di questa ecologia micro-temporale si fonda su precise dinamiche neurobiologiche, inquadrabili attraverso la teoria del *Dopamine Loop*. Le piattaforme ingegnerizzano cicli ad alta frequenza di stimoli che sfruttano le vie dopaminergiche evolutive umane, in cui la dopamina non agisce come neurotrasmettitore del piacere consumato, ma della motivazione e dell'anticipazione compulsiva della ricompensa. Lo scorrimento ininterrotto del *feed* replica fedelmente il modello comportamentista del rinforzo a intervallo variabile, formalizzato da B.F. Skinner per descrivere il funzionamento delle *slot machine*[118]. Poiché lo spettatore non può prevedere se il video successivo sarà eccitante o mediocre, ogni *swipe* si configura come un azzardo, spostando il picco dopaminergico non sulla fruizione dell'opera, ma sull'anticipazione della successiva. Erogando ricompense in cicli compressi di 15-60 secondi, il cervello viene sottoposto a scariche consecutive senza disporre del tempo biologico necessario per ripristinare i livelli basali; si genera così un fenomeno di accumulo dopaminergico (*dopamine stacking*) che instaura tolleranza e intrappola l'utente in un *loop* difficilmente interrompibile con il solo sforzo di volontà.

Il mantenimento protratto di queste dinamiche induce un severo sovraccarico della memoria di lavoro (*working memory*), la quale satura la capacità del soggetto di processare le informazioni in modo analitico e forza un'elaborazione puramente superficiale e intuitiva, condizione informalmente riconosciuta come *brain rot*. La massiccia meta-analisi condotta da Nguyen et al. (2025) su 71 studi e circa 98.000 partecipanti conferma in modo og-

[116] Michael H. Goldhaber. «The Attention Economy and the Net». In: *First Monday* 2.4 (1997). URL: https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/519.

[117] Ampere Analysis. *Short-form video overtakes streaming and TV in daily media consumption*. Ampere Analysis, 2025. URL: https://csimagazine.com/csi/Short-form-video-overtakes-streaming-and-TV.php (visitato il giorno 04/09/2026).

[118] Burrhus F. Skinner. *Science and Human Behavior*. New York: Macmillan, 1953.

gettivo una correlazione sistematica e negativa tra l'uso pesante di formati *short-form* e le prestazioni cognitive generali. I *deficit* più marcati si registrano nell'inibizione degli impulsi e nell'attenzione sostenuta, ovvero la capacità di mantenere il *focus* su compiti prolungati[119].

Sul piano della mappatura neurale, le evidenze fMRI (Su et al., 2021) dimostrano che la visione di video brevi consigliati dall'algoritmo provoca un'accensione immediata dell'Area Tegmentale Ventrale (VTA) e dell'amigdala, i centri dell'elaborazione emotiva e della ricompensa *bottom-up*. Simultaneamente, la risonanza evidenzia una ridotta attivazione e una netta disconnessione della Corteccia Prefrontale Dorsolaterale (DLPFC) e della Corteccia Cingolata Anteriore (ACC), ovvero i centri primari del controllo esecutivo e della decisione razionale *top-down*[120]. Questa inibizione cerebrale è corroborata dalle rilevazioni elettroencefalografiche (Yan et al., 2024) su soggetti assuefatti, che mostrano una riduzione sistematica della potenza delle onde *theta* frontali: il marcatore elettrico primario che certifica un affaticamento strutturale e un deterioramento oggettivo nella regolazione dell'attenzione esecutiva[121].

L'inquadramento congiunto di queste alterazioni macroeconomiche e cliniche costituisce lo snodo interpretativo fondamentale per comprendere le ragioni profonde delle strategie visive contemporanee. Se il pubblico si trova sistematicamente immerso in un ambiente che disattiva la corteccia prefrontale, esacerba l'affaticamento esecutivo e riduce la soglia di attenzione a una forbice di tre secondi, l'impiego massiccio della computer grafica non può più essere derubricato a un mero elemento scenografico. La CGI si rende strutturalmente necessaria per colmare la disattenzione indotta dal mezzo e penetrare un apparato percettivo desensibilizzato. È esattamente su queste basi di sopravvivenza metrica e biologica che si innestano le moderne logiche di mascheramento estetico e l'ingegnerizzazione dei *Visual Effects* come micro-*shock* visivi, dinamiche che costituiranno l'oggetto di analisi delle sezioni successive.

2.2.1.2 I VFX come "Pattern Interrupts" e ganci algoritmici

Per far fronte alla drastica contrazione della soglia di attenzione e al continuo sovraccarico cognitivo dello spettatore, i *Visual Effects* subiscono una profonda mutazione ontologica. Si emancipano dalla loro storica funzione diegetica e narrativa, tipica del cinema classico, per convertirsi in veri e propri dispositivi di ottimizzazione algoritmica. Il meccanismo cardine di questa trasformazione è il *Pattern Interruption*. Durante lo scorrimento del *feed*, il cervello processa il flusso visivo in frazioni di secondo, delegando la decodifica delle immagini a schemi di riconoscimento automatizzati, basati sulla naturale aspettativa di una coerente plausibilità spaziale e proporzionale. L'introduzione istantanea nei primissimi fotogrammi di una palese violazione di queste aspettative, ottenuta inserendo *asset* tridimensionali fuori scala o simulando comportamenti fisici impossibili all'interno di un contesto familiare e quotidiano, innesca una dissonanza cognitiva controllata. Questo cortocircui-

[119] Thi-Thao-Quyen Nguyen et al. «Does mindless scrolling feed your brain? A meta-analysis of short-form video consumption and cognitive functions». In: *Computers in Human Behavior* 162 (2025), p. 108428. DOI: 10.1016/j.chb.2024.108428.

[120] C. Su et al. «Viewing personalized video clips recommended by TikTok activates default mode network and ventral tegmental area». In: *NeuroImage* 237 (2021), p. 118136. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2021.118136.

[121] Y. Yan, R. Lin e P. Sun. «Excessive short-form video use leads to frontal fatigue: EEG evidence». In: *International Journal of Human–Computer Interaction* (2024), pp. 1–12. DOI: 10.1080/10447318.2024.2384777.

to sensoriale, definito *curiosity gap*, raggiunge l'obiettivo fisico primario dell'ecosistema digitale: forzare l'arresto dell'automatismo motorio del pollice (*stop-the-scroll*)[122].

Una volta neutralizzato lo scorrimento compulsivo, lo spettatore è spinto a sezionare analiticamente l'immagine alla ricerca dei punti di giuntura del *compositing* o di eventuali incongruenze nell'illuminazione. Questo dubbio sistematico trasforma la sezione commenti in uno spazio di indagine forense collettiva, dove il dibattito sulla veridicità del contenuto diviene il motore stesso dell'interazione. Tuttavia, l'aggancio iniziale non è sufficiente a garantire il completamento della visione. Per scongiurare il calo di attenzione (*drop-off rate*), i creatori ingegnerizzano micro-*shock* visivi intermedi distribuiti strategicamente lungo l'intera *timeline*. Variazioni repentine della scala degli oggetti, rotazioni improvvise della camera virtuale e l'uso di elementi cinetici e tipografici tridimensionali, resi peraltro indispensabili dal fatto che la schiacciante maggioranza degli utenti fruisce dei contenuti con l'audio disattivato, agiscono come stimoli progettati per prolungare la ritenzione. Il successo di queste operazioni si traduce in precise metriche: la mimesi fotorealistica dell'illusione spinge l'utente a riprodurre il video in *loop* per carpirne i dettagli strutturali, inviando all'algoritmo segnali di *watch time* superiori al 100%. Tali dati telemetrici convalidano il contenuto come "altamente ingaggiante", garantendone l'immediata espansione organica verso bacini di utenza esponenzialmente più ampi[123].

Per poter applicare efficacemente tali strategie all'interno di questo spazio ecologico, produzioni originariamente eterogenee sono costrette ad assimilare una grammatica formale rigida e omologata, generando quello che può essere definito il paradosso estetico del *Low-Fi*. L'utente contemporaneo ha infatti sviluppato una radicata resistenza psicologica verso l'*advertising* e i prodotti apertamente artificiali; un'immagine eccessivamente patinata o dall'impeccabile estetica hollywoodiana attiva filtri critici che esitano nell'abbandono immediato. Per eludere tale barriera, si adotta deliberatamente il mimetismo visivo tipico degli *User-Generated Content* (UGC). La potenza di calcolo della computer grafica contemporanea, affiancata dalla democratizzazione di *suite* di *editing mobile-first*, viene paradossalmente impiegata per simulare la scarsità tecnologica. Modelli tridimensionali ad altissima definizione, renderizzati con complessi calcoli di occlusione ambientale e ombre di contatto, vengono inseriti all'interno di inquadrature sgranate, instabili e costrette nel rapporto nativo verticale. Sull'*output* finale vengono deliberatamente applicati filtri di degradazione ottica per simulare la distorsione della lente di uno *smartphone*, la compressione del sensore e l'inevitabile *motion blur* causato dai tremolii della mano. Questo calcolo complesso della povertà visiva genera un'illusione di genuinità, mimetizzando l'alto livello tecnologico sotto le spoglie di una registrazione amatoriale e casuale.

L'evidenza empirica di questa rigorosa ingegnerizzazione trova la sua massima espressione nel lavoro di *creator* come Zach King. Autore capace di capitalizzare la democratizzazione degli strumenti di post-produzione ben prima dell'attuale saturazione del mercato, King ha fondato il proprio successo globale su una filosofia del camuffamento spontaneo e della "magia digitale". Eliminando la quarta parete, le sue illusioni adottano un'estetica finto-documentaristica o da *vlog*, costruita sull'assunto che l'evento impossibile sia stato registrato per puro caso. A ciò si unisce la rimozione quasi totale dei dialoghi, scelta che assicura l'universalità visiva del contenuto e il suo perfetto adattamento alle logiche della fruizione silenziosa. Dietro questa apparente spontaneità si cela tuttavia una *pipeline* di derivazione prettamente industriale, in cui l'integrazione tra set fisico e computer grafica poggia innanzitutto sui rigorosi processi di *camera tracking* (o *matchmoving*). Questa

[122] Jonah Berger. *Contagious: Why Things Catch On*. New York: Simon & Schuster, 2013.
[123] Cotter, «Playing the visibility game: How digital influencers and algorithms dance».

operazione, essenziale in ogni flusso di lavoro VFX, consiste nel calcolare e ricostruire matematicamente la traiettoria della macchina da presa reale per replicarne fedelmente il movimento all'interno di uno spazio virtuale tridimensionale. È fondamentale sottolineare come la difficoltà tecnica e computazionale di questo processo aumenti in modo esponenziale quando si opera su riprese a mano libera: i micro-tremolii, l'instabilità imprevedibile dell'operatore e la conseguente sfocatura di movimento (*motion blur*) complicano enormemente l'estrazione dei punti di tracciamento. Algoritmi specializzati devono analizzare costantemente le variazioni geometriche della scena per ancorare la telecamera virtuale; un calcolo millimetrico che si rende imprescindibile per evitare lo scivolamento (*sliding*) degli *asset* sintetici rispetto allo sfondo e per permettere loro di aderire perfettamente alle naturali oscillazioni e distorsioni ottiche della lente originale[124].

Una volta garantita la stabilità spaziale tramite il *tracking*, l'illusione di trovarsi di fronte a un singolo piano-sequenza ininterrotto è ottenuta tramite l'uso sistematico di tagli invisibili. Tali tecniche di montaggio occultato permettono di unire riprese effettuate in momenti o set differenti senza che l'apparato percettivo umano rilevi lo stacco strutturale. Le transizioni temporali e spaziali vengono abilmente mascherate sfruttando principalmente due espedienti ottici. Il primo consiste nell'utilizzo di repentine panoramiche a schiaffo: il movimento orizzontale violento della macchina da presa genera una severa sfocatura direzionale che smaterializza temporaneamente i contorni della scena, fungendo da ponte visivo per fondere due *take* del tutto distinti. Il secondo espediente sfrutta il passaggio in primo piano di elementi fisici che occludono momentaneamente l'obiettivo (*foreground occlusions*): un corpo, un elemento architettonico o una quinta scenica che attraversa velocemente il quadro visivo riempie l'inquadratura fornendo una tendina naturale, geometricamente coerente con l'ambiente, dietro la quale celare la reale giuntura del montaggio.

Analizzando i *breakdown* tecnici delle sue illusioni più celebri, emerge come l'efficacia del livello digitale dipenda intrinsecamente dall'accuratezza dell'espediente pratico sottostante[125]. Nelle illusioni basate sugli specchi, ad esempio, l'uso della CGI è spesso minimo: il trucco si fonda su architetture simmetriche del set e sull'impiego di controfigure, ricorrendo allo *split-screen* o alla rotoscopia (*rotoscoping*) solo per isolare e fondere azioni divergenti in fase di *compositing*. Al contrario, in interventi spaziali massicci, come la simulazione di un buco nero sul pavimento di un'aula o l'allagamento istantaneo di una stanza con fluidi iperrealistici, la *pipeline* esige la completa mappatura tridimensionale dell'ambiente reale. Le simulazioni fluidodinamiche e gli oggetti in caduta libera vengono programmati per collidere fisicamente con le geometrie ricostruite dei mobili, mentre il corpo dell'attore viene isolato fotogramma per fotogramma, consentendo alle masse sintetiche di circondarlo e occluderlo secondo rigorosi principi di coerenza luminosa (allineando la luce virtuale a quella naturale tramite *shadow catchers* e mappe di riflessione HDR).

Persino nelle alterazioni visive apparentemente più semplici, come l'interazione tra un attore in carne ed ossa e una figura ritratta in un dipinto al museo, l'illusione si compie tramite transizioni di *texture* bidimensionali ad alta risoluzione, allineate prospetticamente al video in *live-action* attraverso fittizie ombre di contatto che simulano lo schiacciamento della tridimensionalità. In ogni singola iterazione di questo formato, l'eccellenza tecnica della CGI non mira a ostentare il proprio grado di sofisticazione, ma a nascondersi

[124] Okun e Zwerman, *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*.

[125] Zach King. *How I Make My Magic Videos - Behind The Scenes*. YouTube, 2021. URL: `https://www.youtube.com/watch?v=FqjRzHbd958` (visitato il giorno 04/09/2026).

strategicamente all'interno dell'imperfezione quotidiana. Un'operazione che dimostra empiricamente come, nell'economia dell'attenzione contemporanea, la spettacolarizzazione del dubbio e l'abbassamento delle difese critiche costituiscano l'unico vettore capace di garantire la sopravvivenza virale del prodotto audiovisivo.

2.2.2 Il videoclip musicale come "sandbox" tecnico-creativo e di rapid-prototyping

Dopo aver analizzato come le piattaforme *social* costringano i prodotti audiovisivi a un drastico adattamento algoritmico, vincolandoli a rigide logiche micro-temporali, passiamo ora a esplorare un formato che abita questo stesso panorama digitale ma con una vocazione profondamente diversa: il *videoclip* musicale. Esso non deve essere analizzato come un semplice prodotto promozionale collaterale dell'industria discografica, bensì come un fondamentale incubatore tecnologico per l'innovazione audiovisiva e come un "*sandbox*", ovvero uno spazio di prova e di prototipazione rapida a basso rischio. Tale definizione emerge in netta contrapposizione al modello cinematografico classico, il quale, come già analizzato in precedenza, si caratterizza per scelte di *pipeline* rigide, consolidate e conservative. Avendo la responsabilità di tutelare investimenti da centinaia di milioni di dollari su archi temporali pluriennali, i grandi *studios* hollywoodiani non possono permettersi il rischio strutturale ed economico legato al potenziale fallimento di una tecnologia emergente. Al contrario, svincolato da narrazioni rigide a lungo termine e sorretto da investimenti nettamente inferiori, il formato breve della clip musicale consente un'esplorazione visiva ed estetica radicale e fortemente sperimentale. Un eventuale fallimento tecnico o un'estetica troppo polarizzante condensati in una *timeline* di quattro minuti non pregiudicano la stabilità finanziaria di uno studio o di un'etichetta, rendendo questo ambiente ideale per i *test* sul campo. Questa assoluta libertà di sperimentazione ha permesso a pionieri del medium, quali David Fincher, Spike Jonze e i Daniels, di concepire, testare e affinare tecniche visive e registiche altamente sofisticate all'interno dei *videoclip*, per poi scalarle e istituzionalizzarle successivamente nel formato del lungometraggio[126].

In questo contesto, le dinamiche di democratizzazione tecnologica hanno impresso un'ulteriore accelerazione, operando un ribaltamento del vincolo produttivo. Storicamente, l'ostacolo principale per un regista di *videoclip* era rappresentato dalla pura fattibilità tecnica dell'effetto visivo, protetta da barriere *hardware* ed economiche insormontabili, tipiche del modello *studio-based* chiuso. Tuttavia, l'abbattimento di tali barriere tramite la capillarizzazione di *software* accessibili, l'avvento dell'*open-source* e la flessibilità infrastrutturale del *cloud-rendering*, processi ampiamente esaminati nel primo capitolo, hanno provocato uno spostamento epocale: il limite primario del medium è migrato dalla pura esecuzione tecnica all'originalità concettuale. Un tempo, l'accesso a effetti visivi avanzati era un privilegio esclusivo delle grandi *major* discografiche e di un ristretto numero di poli produttivi ad alto *budget*. Oggi, la diffusione di *tool* complessi, come il *planar tracking*, il *roto-scoping* automatizzato tramite *machine learning* e l'impiego di *asset* 3D gratuiti e pronti all'uso, consente a singoli operatori e ad artisti indipendenti di produrre contenuti con *standard* qualitativi d'élite direttamente dalle proprie *workstation* domestiche. Questa disintermediazione tecnologica impatta radicalmente sul mercato musicale, permettendo ad artisti indipendenti di catturare l'attenzione del pubblico globale su piattaforme di di-

[126] VFX Voice. *The Creative Imperative: Taking Control of Your Own Project*. Visual Effects Society. 12 Apr. 2021. URL: `https://vfxvoice.com/the-creative-imperative-taking-control-of-your-own-project/` (visitato il giorno 26/08/2026).

stribuzione ormai sature. Tale visibilità non viene più raggiunta esclusivamente grazie alla forza dei *budget* pubblicitari tradizionali, ma emerge grazie all'impatto di *concept* visivi unici e tecnicamente impeccabili, realizzati a frazioni del costo storico.

Per comprendere compiutamente come si sia giunti alle logiche di *rapid-prototyping* contemporanee, è necessario tracciare una linea evolutiva che muove dalle prime manipolazioni fisiche dei fotogrammi fino ad arrivare al calcolo poligonale puro. La prima fase di questa ibridazione visiva è rappresentata dall'applicazione della rotoscopia analogica. Brevettata originariamente da Max Fleischer nel 1915, la tecnica consisteva nel ricalcare fotogramma per fotogramma la pellicola *live-action* proiettata su un pannello di vetro, al fine di conferire fluidità naturale ai disegni animati. Nel 1985, sotto la direzione di Steve Barron e il lavoro degli animatori Michael Patterson e Candace Reckinger, questa prassi artigianale è stata convertita in un'estetica identitaria e rivoluzionaria con il videoclip *Take on Me* degli a-ha. Il completamento dell'opera ha richiesto il tracciamento a mano di circa 3.000 fotogrammi di riprese reali, registrate in due giorni presso il Kim's Café di Londra, per un lavoro di precisione durato sedici settimane. L'investimento astronomico per l'epoca di 100.000 sterline, sostenuto dalla Warner Bros. per lanciare la band sul mercato statunitense, ha generato una pietra miliare in cui l'universo reale e quello grafico interagiscono sfidando i confini fisici[127].

Il perfezionamento di questa manipolazione *frame-by-frame* prosegue l'anno successivo con *Sledgehammer* (1986) di Peter Gabriel. Diretto da Stephen R. Johnson con la collaborazione di Nick Park, il video applica la tecnica della *pixilation* e della *stop-motion*, costringendo l'artista a rimanere immobile sotto una lastra di vetro per sedici ore consecutive. La continua alterazione del corpo in *stop-motion* e la rapidità con cui si susseguono i dettagli visivi rendono impossibile assimilare l'intera sequenza a una prima visione; questa densità di informazioni satura lo sguardo e costringe lo spettatore a riguardare la clip più volte, anticipando le odierne dinamiche di fruizione basate sul *replay*[128].

La vera svolta digitale, che segna il passaggio dalle manipolazioni fisiche della pellicola alla creazione di immagini interamente generate al *computer*, si concretizza nel 1985 con il videoclip *Money for Nothing* dei Dire Straits, diretto sempre da Steve Barron e riconosciuto come il primo impiego prominente di personaggi umani animati in computer grafica 3D nella storia della televisione. La creazione dei modelli tridimensionali fu affidata agli animatori Ian Pearson e Gavin Blair, operanti presso la Rushes Postproduction di Londra, i quali si avvalsero della *workstation* Bosch FGS-4000. A differenza dei sistemi concorrenti operanti su terminali Unix, limitati alla visualizzazione di modelli a fil di ferro (*wireframe*), la Bosch impiegava un'architettura *hardware* dedicata, basata su un *controller* Motorola 68000 assistito da processori *bit-slice*, capace di calcolare e renderizzare poligoni solidi in tempo reale su monitor video. Nonostante l'infrastruttura d'avanguardia, dotata di una RAM inizialmente di soli 500 KB (successivamente espansa a 1 MB) e di un archivio complessivo da 100 MB, la *pipeline* fisica richiedeva una lentezza estrema per calcolare il *Phong shading* e l'illuminazione finale. I fotogrammi venivano conseguentemente inviati

[127] Jake Rossen. *Penciling in the History of A-ha's 'Take on Me'.* Mental Floss. 4 Feb. 2021. URL: `https://www.mentalfloss.com/article/641065/a-ha-take-on-me-music-video-history` (visitato il giorno 19/08/2026); KYI Team. *How a-ha's "Take On Me" Video Was Made: Rotoscope Madness, Romance & MTV Warfare.* Know Your Instrument. 2026. URL: `https://www.knowyourinstrument.com/how-a-has-take-on-me-video-was-made-rotoscope-madness-romance-mtv-warfare/` (visitato il giorno 20/08/2026).

[128] Wikipedia contributors. *Sledgehammer (Peter Gabriel song) — Wikipedia, The Free Encyclopedia.* 2026. URL: `https://en.wikipedia.org/wiki/Sledgehammer_(Peter_Gabriel_song)` (visitato il giorno 04/09/2026).



Figura 2.1: Integrazione tra riprese *live-action* e animazione in rotoscopia nel videoclip *Take on Me* (1985). Fonte: Shotdeck.

a un registratore Sony BVH-2000 per l'incisione su nastro da un pollice, completando l'ibridazione con vernice elettronica tramite il sistema Quantel Paintbox. Nonostante lo scetticismo iniziale del *frontman* Mark Knopfler, l'imposizione strategica di MTV ha garantito il successo globale di questa estetica geometrica. La vittoria ai Video Music Awards sdoganò definitivamente la CGI 3D all'interno dell'immaginario collettivo pop mondiale, dimostrando la capacità del computer di generare un nuovo e dirompente linguaggio visuale, e ponendo le basi storiche per l'ecosistema decentralizzato che caratterizza le produzioni contemporanee[129].

Inoltre, questa riconfigurazione del mezzo si scontra inevitabilmente con il massiccio trasferimento dei consumi mediali verso le piattaforme di *social streaming* (TikTok, Instagram Reels, YouTube Shorts), imponendo all'industria discografica un radicale adattamento alle logiche dell'economia dell'attenzione. Rispetto alle produzioni multimilionarie tipiche dell'era di MTV, progettate come eventi televisivi volti a trainare le vendite fisiche degli album, il terreno promozionale odierno esige un approccio definito internamente all'industria come "*Quicker, Dirtier and Less Polished*". L'efficacia visiva non si misura più esclusivamente sulla magnitudo della produzione, ma sulla capacità di inserirsi fluidamente e istantaneamente all'interno di un *feed* ininterrotto[130]. Tale necessità ha innescato una profonda inversione del ciclo di investimento da parte delle etichette discografiche: se in passato la produzione visiva veniva pianificata ed eseguita molto prima del lancio discografico, oggi le *major* tendono ad attendere l'emersione organica di *trend* virali generati dalle singole tracce sui *social media*. Solo in un secondo momento intervengono finanziando tempestivamente produzioni visive rapide o, in alternativa, incentivando i contenuti generati dagli utenti (UGC) per delegare la spinta promozionale direttamente al pubblico.

Per assecondare gli algoritmi delle piattaforme, che premiano la frequenza e la tempestività di pubblicazione, la tradizionale e lenta *pipeline* sequenziale dei VFX risulterebbe oggi inefficace. Tuttavia, è proprio in risposta a questa urgenza produttiva che la democratizzazione degli strumenti digitali rivela il suo impatto più profondo. Anziché rinunciare alla complessità estetica in favore di prodotti visivamente elementari, l'industria del videoclip adotta flussi di lavoro estremamente agili e decentralizzati. L'integrazione di motori di rendering in tempo reale, unita ad automazioni basate sull'intelligenza artificiale per il *tracking* e la generazione di maschere, abbatte i limiti computazionali. Questa infrastruttura permette di mantenere un'altissima densità di stimoli, indispensabile per catturare l'attenzione nel *feed*, consentendo ad artisti indipendenti e piccole realtà creative di manipolare digitalmente e pubblicare contenuti ad alto impatto visivo in tempi contratti.

Al fine di mappare concretamente queste nuove traiettorie e dimostrare l'effettiva portata della democratizzazione visiva, la trattazione procederà ora attraverso una disamina tecnico-analitica di casi studio. L'indagine muoverà dall'esplorazione dello *Spatial Computing* e dell'acquisizione volumetrica (tramite tecnologie NeRFs e 4D Gaussian Splatting) applicata alla pionieristica videografia di A$AP Rocky. Si procederà poi ad analizzare il superamento dei limiti logistici mediante l'uso della *Virtual Production* (ICVFX), per giungere infine alle ibridazioni estreme tra pura *performance* fisica e CGI d'eccellenza, cul-

[129] Claire Shaffer. «How The Dire Straits' 'Money for Nothing' Video Helped CGI Go Mainstream». In: *VICE* (17 mar. 2019). URL: https://www.vice.com/en/article/how-the-dire-straits-money-for-nothing-video-helped-cgi-go-mainstream/ (visitato il giorno 07/09/2026); Wikipedia contributors. *Money for Nothing (song) — Wikipedia, The Free Encyclopedia*. 2026. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Money_for_Nothing_(song).

[130] VFX Voice. *Music Videos and VFX Keep in Tune With Each Other and the Times*. Visual Effects Society. 2024. URL: https://vfxvoice.com/music-videos-and-vfx-keep-in-tune-with-each-other-and-the-times/ (visitato il giorno 19/08/2026).

minando nelle sofisticate applicazioni di clonazione neurale e manipolazione algoritmica del *deepfake*. Attraverso questa decostruzione empirica, emergerà in modo evidente come le attuali innovazioni digitali, discese dalle alte sfere industriali o emerse dalle *community open-source*, trovino nel *videoclip* musicale il terreno di gioco definitivo per riscrivere costantemente i codici estetici dei media contemporanei.

2.2.2.1 A$AP ROCKY: ricostruzione digitale dell'ambiente tra NeRFs e (4D) Gaussian Splat

La scelta di porre la videografia di A$AP Rocky (pseudonimo di Rakim Mayers) in apertura di questa sezione legata ai *videoclip* non risponde a mere logiche di popolarità commerciale, ma fornisce il caso studio ideale per dimostrare concretamente i concetti finora esposti. All'interno del panorama discografico contemporaneo, Mayers non si configura come un semplice esecutore o recettore passivo di scelte registiche altrui, bensì come un innovatore visivo e un co-regista, operante frequentemente attraverso la propria agenzia creativa AWGE. La sua produzione audiovisiva rappresenta un "*case study zero*" fondamentale per esplorare la democratizzazione dei VFX: nel corso degli anni, infatti, l'impiego costante e sperimentale degli effetti digitali si è consolidato come la sua principale cifra stilistica. Ripercorrendo i suoi lavori in ordine cronologico, è possibile osservare in modo chiaro e immediato come le tecnologie a disposizione dei *team* indipendenti siano progredite nel tempo. La sua videografia mappa letteralmente questa evoluzione, mostrando il passaggio dalle prime alterazioni bidimensionali dell'immagine fino all'impiego di tecnologie all'avanguardia ad alta complessità computazionale, come la ricostruzione tridimensionale degli ambienti (simulazione spaziale) e la cattura digitale delle *performance* fisiche (acquisizione volumetrica).



Figura 2.2: Ibridazione tra estetica analogica e CGI surreale nel videoclip *Taylor Swift* di A$AP Rocky. Fonte: Shotdeck.

A differenza delle rigide e costose *pipeline* hollywoodiane, l'approccio produttivo del-

l'artista incarna l'essenza dell'innovazione decentralizzata. I suoi progetti visivi si affidano costantemente a flussi di lavoro agili, orchestrati da *boutique* creative indipendenti e piccoli *team* specializzati. Sfruttando l'accessibilità di architetture *software open-source*, motori grafici in tempo reale ed espedienti di manipolazione computazionale (come il *datamoshing* impiegato nel videoclip *Yamborghini High* del 2016 per generare complesse estetiche psichedeliche a *budget* zero tramite la deliberata corruzione dei *frame* video), la videografia di Mayers dimostra come la disintermediazione tecnologica consenta di raggiungere, e spesso anticipare, *standard* produttivi d'eccellenza al di fuori dei tradizionali ecosistemi *studio-based*.

Inoltre, la sua opera evidenzia una costante e proficua tensione tra la matrice materica del mezzo e la sua progressiva smaterializzazione digitale. Da un lato, persiste un ancoraggio forte alla fisicità analogica e alla grammatica del cinema d'autore, come dimostrato dall'utilizzo di complessi *rig* meccanici tradizionali in *A$AP Forever* (2018), capaci di generare parallassi naturali non emulabili digitalmente, o dalle citazioni a opere come *La Jetée* (1962) riscontrabili nel congelamento temporale di *Sundress* (2018). Dall'altro lato, si assiste a una radicale riconfigurazione tecnologica del corpo performativo. Attraverso l'impiego dell'intelligenza artificiale generativa e delle nuove tecnologie neurali, l'immagine dell'artista non è più vincolata alla prospettiva bidimensionale e fissa della ripresa. La *performance* fisica viene infatti acquisita e trasformata in un vero e proprio *set* di dati tridimensionali. Il corpo diventa così un modello digitale estremamente flessibile, che può essere liberamente riposizionato, alterato e ri-illuminato in fase di post-produzione. Questo approccio abbatte definitivamente i limiti logistici del set reale, permettendo al regista di esplorare la scena muovendo una telecamera virtuale in qualsiasi direzione dello spazio.

Questa sovversione delle logiche di ripresa tradizionali raggiunge la sua massima espressione nell'adozione di un'estetica che rielabora i limiti intrinseci del mezzo. L'impiego di architetture di calcolo spaziale all'avanguardia viene deliberatamente schermato da *texture* logore e formati obsoleti, convertendo le imperfezioni tecniche in puro valore autoriale. Al fine di decostruire operativamente questa complessa sintesi tra l'estetica della limitazione e l'iper-tecnologismo, la trattazione procederà ora ad analizzare due snodi fondamentali della sua recente produzione: l'impiego dei Neural Radiance Fields per la transizione dimensionale e l'utilizzo del 4D Gaussian Splatting per la conservazione spaziale della *performance* umana.

Shittin' Me (2022): Ricostruzione spaziale tramite NeRF

Il primo snodo fondamentale per mappare l'evoluzione tecnologica all'interno della videografia di A$AP Rocky è rappresentato dal videoclip del singolo *Shittin' Me* (2022). Diretto dal duo creativo Grin Machine (Dan Streit e Cole Kush) e originariamente concepito come tema principale per il videogioco *Need for Speed Unbound*, il progetto si discosta radicalmente dai canoni visivi tradizionali dell'industria musicale. Dal punto di vista narrativo, l'opera si struttura come una commedia macabra che riflette sulla mercificazione dell'artista, inscenando la morte del protagonista e la successiva manipolazione del suo cadavere (sia fisica, tramite l'impiego di un manichino protesico sul set, sia digitale, mediante la sua clonazione robotica) affinché la macchina commerciale non si fermi.

È in questo contesto tematico di alterazione del corpo e della realtà che si inserisce un impiego massiccio e pionieristico dell'intelligenza artificiale generativa e delle tecnologie di calcolo spaziale neurale. La post-produzione, gestita in prima persona dai registi insieme a un ristretto *team* di *VFX artist*, ha sfruttato algoritmi *text-to-image* e *outpainting* (tramite piattaforme come Stable Diffusion, DALL-E 2 e RunwayML) per generare estensioni di set e simulare folle virtuali partendo da semplici fotografie scattate sul momento con

dispositivi mobili, *bypassando* di fatto i costi logistici legati all'impiego di comparse e spazi fisici. Tuttavia, il traguardo tecnico e concettuale più rilevante dell'opera si concretizza attorno al minuto 0:45, attraverso l'applicazione dei Neural Radiance Fields (NeRFs)[131].

La sequenza mostra un movimento di macchina apparentemente impossibile: la telecamera penetra fisicamente la carrozzeria solida di una vettura in movimento (una Mercedes-Benz 190E) senza stacchi di montaggio, attraversando l'abitacolo e i passeggeri per poi uscirne fluidamente. Fino a pochi anni fa, la realizzazione di un'inquadratura simile avrebbe richiesto una complessa e dispendiosa operazione di ricostruzione *top-down* tipica dell'industria hollywoodiana: la creazione manuale di modelli poligonali 3D dell'auto e dei suoi occupanti, seguita da laboriosi processi di *texturing* e *lighting*. Il *team* di *Shittin' Me* ha invece optato per un approccio diametralmente opposto, di natura *bottom-up*. Convertendo le riprese reali in sequenze di immagini bidimensionali e utilizzando algoritmi di tracciamento dello spazio (*Structure from Motion*), i registi hanno addestrato un NeRF dell'ambiente. Introdotta sperimentalmente nel 2020, questa tecnologia si distacca dalla computer grafica geometrica tradizionale: la scena non viene descritta come un insieme di vertici e poligoni, ma viene codificata matematicamente all'interno di una rete neurale sotto forma di densità volumetrica e radianza del colore dipendente dal punto di vista. Poiché l'intero volume dell'auto risulta mappato spazialmente nel *database* neurale, il regista acquisisce la libertà di navigare la scena inserendo una telecamera virtuale in grado di valicare i limiti fisici della materia.

Ciò che rende questo caso studio centrale per il discorso sulla democratizzazione è l'architettura infrastrutturale che ha reso possibile l'operazione. Nel 2022, NVIDIA ha rilasciato Instant-NGP (*Instant Neural Graphics Primitives*), un *software open-source* in grado di ridurre i tempi di addestramento di una rete neurale da giorni interi a pochi minuti, elaborando i dati su singole schede grafiche commerciali. Questo ha abbattuto drasticamente la barriera del calcolo computazionale, fornendo a *boutique* indipendenti come Grin Machine strumenti di *virtual production* prima inaccessibili. Inoltre, il NeRF risolve uno dei limiti storici delle scansioni a basso costo (la fotogrammetria classica), la quale fallisce sistematicamente nella riproduzione di superfici riflettenti e trasparenti, come i vetri e le carrozzerie metalliche, ora calcolate con assoluta precisione volumetrica e fotorealistica.

Il superamento dell'ostacolo tecnico si salda infine a un preciso intento formale. Nella sequenza in esame, Streit e Kush scelgono di non celare il trucco algoritmico cercando il puro fotorealismo, ma adottano un'estetica innovativa e ben riconoscibile. Il videoclip esibisce esplicitamente a schermo la *Graphical User Interface* (GUI) di Instant-NGP, rivelando la nuvola di punti neurale in formazione, le telecamere virtuali di calibrazione e gli *slider* del *software*[132]. L'artefatto algoritmico, il rumore tridimensionale (*floaters*) e le imperfezioni del *rendering* in tempo reale non vengono ripuliti, ma vengono celebrati meta-testualmente come la reale grammatica dell'opera. Così come il *datamoshing* aveva svelato i limiti della compressione digitale, l'esibizione dei NeRFs in *Shittin' Me* svela lo scheletro computazionale della computazione spaziale, trasformando l'errore tecnico e la limitazione del mezzo in un linguaggio estetico autoriale e consapevole.

[131] Ben Mildenhall et al. «NeRF: Representing Scenes as Neural Radiance Fields for View Synthesis». In: *ECCV*. 2020.

[132] Michael Rubloff. «A$AP Rocky Releases Helicopter Music Video featuring Gaussian Splatting». In: *Radiance Fields* (13 gen. 2026). URL: `https://radiancefields.com/a-ap-rocky-releases-helicopter-music-video-featuring-gaussian-splatting`.



Figura 2.3: Sequenza visiva tratta dal videoclip *Shittin' Me* di A$AP Rocky. Fonte: Blinkink.

Helicopter (2026): 4D Gaussian Splatting

Se *Shittin' Me* ha sancito l'ingresso della computazione spaziale all'interno della videografia di Mayers, il videoclip del singolo *Helicopter* (2026), co-diretto dall'artista stesso e da Dan Streit, ne rappresenta la radicale evoluzione tecnica e di resa finale. Alla sua pubblicazione, l'opera ha generato un acceso dibattito critico: di fronte all'emersione di inquadrature ultra-cinetiche e deformazioni spaziali quasi psichedeliche, parte del pubblico ha erroneamente ipotizzato un massiccio impiego di modelli di intelligenza artificiale generativa *text-to-video*. Tale derivazione sintetica è stata categoricamente smentita dall'artista, il quale ha rivendicato la centralità e l'autenticità della *performance* umana. L'obiettivo concettuale alla base di *Helicopter* non era infatti la generazione di pixel artificiali, bensì la digitalizzazione, la preservazione e la manipolazione di un'azione fisica reale, comprensiva di *stunt* complessi, cadute libere e coreografie su cavi d'acciaio, garantendo tuttavia una libertà prospettica assoluta in post-produzione.

Per soddisfare questa complessa esigenza, il *team* produttivo ha *bypassato* le tradizionali *pipeline* VFX basate sulla modellazione manuale di *mesh* poligonali o sull'impiego di tute per il *motion capture*. Hanno invece adottato una tecnologia di sintesi volumetrica di recente formulazione accademica (2023): il 4D Gaussian Splatting (4DGS)[133]. Per comprenderne appieno la portata, è necessario decostruirne la forma di base (3DGS). A differenza dei Neural Radiance Fields (NeRF) precedentemente analizzati, che immagazzinano le informazioni spaziali all'interno di una complessa rete neurale e richiedono calcoli lenti e onerosi per generare ogni singolo *pixel* (*ray-marching*), il Gaussian Splatting adotta un approccio esplicito e privo di reti neurali in fase di elaborazione visiva (*rendering*). Il processo ha inizio con l'acquisizione dei dati empirici, ovvero una fitta scansione fotografica del soggetto o dell'ambiente: vengono catturate centinaia di immagini bidimensionali (o estrapolati fotogrammi video) da angolazioni molteplici e parzialmente sovrapposte. Questo *dataset* visivo viene processato da algoritmi di visione artificiale (*Structure from Motion*), i quali deducono matematicamente la posizione esatta della telecamera per ogni singolo scatto e triangolano i pixel per estrapolare una prima e grezza nuvola di punti nello spazio.

Il passaggio rivoluzionario della tecnica consiste nel sostituire ciascuno di questi punti spaziali con un ellissoide tridimensionale sfocato e semitrasparente, definito matematicamente "gaussiana" o "*splat*". Ognuno di questi milioni di microscopici volumi non costituisce un poligono rigido, ma un'entità matematica fluida governata da cinque parametri indipendenti: le coordinate di posizione, la scala (ovvero la deformazione sui tre assi cartesiani), la rotazione (espressa tramite quaternioni per garantirne la fluidità), il livello di opacità e, infine, il colore. Quest'ultimo non è una tinta piatta, ma viene calcolato mediante una funzione matematica detta "armoniche sferiche", la quale permette all'ellissoide di variare la propria riflettanza e tonalità a seconda della prospettiva da cui la telecamera lo osserva, simulando in modo fotorealistico i riflessi luminosi sui materiali.

L'algoritmo si auto-ottimizza confrontando iterativamente l'immagine generata dai milioni di ellissoidi con le fotografie originali del set, modificandone la forma, ingrandendoli o scindendoli fino a ricreare un volume visivamente sovrapponibile alla realtà. Poiché, per essere visualizzati a schermo, questi modelli tridimensionali vengono semplicemente proiettati e appiattiti in due dimensioni (tramite un rapidissimo processo di rasterizzazione gestito direttamente dalla GPU), il Gaussian Splatting permette al regista di navigare

[133] Bernhard Kerbl et al. «3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering». In: *ACM Transactions on Graphics* 42.4 (2023).

ambienti fotorealistici complessi in tempo reale, abbattendo drasticamente i tempi di calcolo. La variante 4D estende questo paradigma introducendo la dimensione temporale: gli ellissoidi non descrivono più una scena statica, ma aggiornano i propri parametri vettoriali istante per istante, consentendo la registrazione e la riproduzione di masse fisiche in rapido movimento.

L'infrastruttura di acquisizione, coordinata dallo studio WildCapture e basata su tecnologia Evercoast, è stata allestita in uno studio di Los Angeles. Anziché riprendere gli attori con macchine da presa tradizionali, la *performance* è stata eseguita all'interno di un volume di cattura circondato da un *array* mobile di 56 telecamere RGB-D (dotate di sensori di colore e profondità), interfacciate a *workstation* dedicate. Tale configurazione ha permesso di registrare l'azione fisica nella sua interezza volumetrica, includendo l'interazione degli *stuntmen* con oggetti di scena reali (come assi di legno o imbracature), successivamente rimossi o alterati in ambiente digitale.

L'operazione ha richiesto una complessa gestione dell'infrastruttura dati. Le riprese sul set hanno generato un archivio di oltre 10 Terabyte di dati spaziali grezzi, successivamente distillati dal *team* di Grin Machine in circa 30 minuti di *performance* volumetriche sotto forma di sequenze di file PLY (*Polygon File Format*), per un peso complessivo di circa 1 Terabyte. Al fine di orchestrare i movimenti di una telecamera virtuale all'interno di un *dataset* di tali proporzioni, il flusso di lavoro ha richiesto l'impiego del *software* open-source Blender per convertire temporaneamente le sequenze ad alta densità in *cache proxy* a bassa risoluzione, permettendo ai registi di elaborare la pre-visualizzazione e definire lo *storyboard* spaziale senza sovraccaricare l'*hardware*. La successiva manipolazione dei dati ad alta fedeltà è stata eseguita all'interno del *software* procedurale SideFX Houdini. Tramite l'impiego del *plugin* dedicato GSOPs (*Gaussian Splatting Operators*), i tecnici hanno trattato i milioni di punti gaussiani alla stregua di geometrie procedurali, isolando i personaggi e rimuovendo gli artefatti di scansione fluttuanti (*floaters*)[134]. Uno dei limiti storici delle prime acquisizioni volumetriche risiede nell'incoerenza temporale delle nuvole di punti, che tendono a sfaldarsi durante i movimenti rapidi, essendo prive di una topologia fissa. Per ovviare al problema, sono stati applicati algoritmi di *pose-estimation* direttamente sugli *splat*, estraendo in tempo reale scheletri virtuali di movimento per calcolare collisioni fisiche realistiche e mantenere l'integrità del volume *frame* per *frame*. Infine, sfruttando l'illuminazione neutra e piatta mantenuta deliberatamente sul set, le sequenze PLY sono state importate all'interno di Unreal Engine 5 (tramite il *plugin* Volinga) e OTOY OctaneRender, permettendo ai *lighting artist* di re-illuminare dinamicamente gli attori volumetrici integrandoli con le sorgenti luminose degli scenari virtuali.

Come già osservato nell'analisi di *Shittin' Me*, l'elevata complessità computazionale e la densità tecnologica dell'intero processo trovano un'efficace compensazione formale in una precisa strategia di mascheramento estetico. Nelle sue prime iterazioni, infatti, la tecnologia del 4D Gaussian Splatting presenta ancora evidenti criticità nella risoluzione dei micro-dettagli (come la resa dei capelli, la definizione delle dita o le *texture* della pelliccia indossata da Mayers nel video), generando *flickering* e sgranature geometriche lungo i contorni. Invece di intraprendere una dispendiosa e potenzialmente sterile operazione di pulizia visiva (*cleanup*) per tentare di forzare il fotorealismo, la regia ha scelto di inglobare e armonizzare queste imperfezioni tecnologiche all'interno di un'estetica marcatamente *lo-fi*.

Il *rendering* finale è stato volutamente inquadrato in un mascherino in formato 4:3, al quale sono state applicate pesanti aberrazioni cromatiche, filtri di simulazione del degra-

[134]Rubloff, «A$AP Rocky Releases Helicopter Music Video featuring Gaussian Splatting».



Figura 2.4: Frame tratti dal videoclip *HELICOPTER* di A$AP Rocky. Fonte: LIVELOVEASAPVEVO. *A$AP Rocky - HELICOPTER (Official Video)*. 2026. URL: `https://www.youtube.com/watch?v=g1-46Nu3HxQ` (visitato il giorno 27/07/2026).

do analogico tipico dei monitor CRT (tubo catodico) e artefatti estetici riconducibili alla grafica video-ludica di quinta generazione (assimilabili ai primi titoli per console PlayStation). Questo anacronismo visivo, unito a un montaggio frenetico e a un massiccio impiego di *motion blur* artificiale, funge da vero e proprio scudo percettivo: la "sporcizia" simulata della compressione analogica si amalgama con le imprecisioni strutturali degli *splat* gaussiani, saturando l'immagine e impedendo all'occhio dello spettatore di isolarne i difetti d'origine[135]. Il limite intrinseco di una tecnologia emergente non viene, dunque, subito, bensì elevato a cifra stilistica autoriale.

2.2.2.2 Jackson Wang: Virtual Production e ICVFX

Il calcolo neurale e la sintesi volumetrica hanno dimostrato come l'inquadratura non sia più un elemento immutabile in post-produzione. L'impiego dei motori grafici in tempo reale all'interno dello spazio fisico del set opera tuttavia una trasformazione di segno opposto: anticipa l'intero processo visivo a monte delle riprese. L'implementazione della *Virtual Production* e degli effetti visivi *In-Camera* (ICVFX), basati su architetture *real-time* come Unreal Engine, supera così la tradizionale *pipeline* sequenziale. La storica e rigida frammentazione novecentesca tra pre-produzione, produzione e post-produzione viene infatti profondamente ridefinita. In questo nuovo paradigma, la fase di post-produzione viene strutturalmente anticipata. Settimane prima dell'apertura del set, un *Virtual Art Department* (VAD) si occupa della modellazione tridimensionale e dell'illuminazione fotorealistica degli scenari digitali[136].

Durante le riprese, il tradizionale impiego del *green screen*, che obbligava la regia a un complesso sforzo di astrazione e imponeva lunghe lavorazioni successive per l'estrazione dell'immagine (*keying*), viene superato. Gli ambienti virtuali vengono infatti proiettati su imponenti pareti LED. Il nucleo di questa tecnologia risiede nel dialogo costante tra l'*hardware* fisico e il motore grafico: avanzati sistemi di tracciamento spaziale rilevano istantaneamente le coordinate, i movimenti e la lunghezza focale della macchina da presa. Questi dati vengono trasmessi in tempo reale a *software* come Unreal Engine, che aggiorna la prospettiva dello sfondo digitale in esatta corrispondenza con il punto di vista dell'ottica fisica. Questo ricalcolo continuo genera un perfetto effetto di parallasse, restituendo una percezione di profondità tridimensionale coerente e permettendo alla *troupe* di catturare direttamente in camera l'immagine finale, fusa organicamente con gli elementi virtuali.

Viene così superata la diffusa prassi industriale del rimandare la risoluzione dei problemi visivi alla post-produzione. Sebbene questa architettura richieda un investimento tecnico e temporale massiccio nella fase preparatoria degli *asset* e nella calibrazione dei sistemi di *matchmoving*, una volta sul set offre una flessibilità operativa senza precedenti. Decisioni compositive fondamentali come l'inclinazione della luce solare o la disposizione di un elemento architettonico possono essere rinegoziate ed eseguite in pochi istanti da un operatore in loco. Questa agilità organizzativa si adatta perfettamente alle dinamiche del videoclip musicale. Essendo vincolato a scadenze produttive molto rigide, il settore promozionale discografico faticherebbe a sostenere le prolungate sessioni di *rendering offline* e di revisione tipiche del cinema ad alto *budget*. La drastica riduzione dei tempi di *rotoscoping*, unita alla possibilità di passare da un ambiente desertico a uno scenario postindustriale riprogrammando lo schermo senza dover ricollocare fisicamente l'intera *troupe*,

[135] The Technology Behind It. *A$AP Rocky's Helicopter VFX Breakdown*. YouTube, 2026. URL: `https://www.youtube.com/watch?v=xNiSkR3IBIs`.
[136] Kadner, *The Virtual Production Field Guide*.

fornisce ai registi un ecosistema estremamente reattivo, trasformando il limite logistico in una preziosa risorsa creativa[137].

Jackson Wang: *Cruel* (2022)

Un caso di studio esemplare per dimostrare la solidità e l'estrema efficienza dell'architettura ICVFX applicata al videoclip musicale è rappresentato da *Cruel* (2022), singolo dell'artista Jackson Wang. Diretto da Rich Lee (*Chief Creative Officer* di Synapse Virtual Production) in collaborazione con il direttore della fotografia Christopher Probst, il progetto si distingueva per la necessità di inscenare un complesso scenario distopico e post-apocalittico. Affrontare tale grado di elaborazione scenografica adottando metodologie tradizionali, attraverso l'edificazione fisica dell'intero ambiente o mediante estese e faticose riprese in *green screen*, avrebbe comportato una saturazione immediata dei *budget* stanziati e imposto tempi dilatati di post-produzione.



Figura 2.5: Frame tratto dal videoclip *Cruel* di Jackson Wang (2022). Fonte: Jackson Wang. *Jackson Wang - Cruel (Official Music Video)*. 2022. URL: `https://youtu.be/Rhy7_Y15FrI?si=UbxFb_4K2a3-QUgO` (visitato il giorno 25/08/2026).

La produzione ha aggirato questi ostacoli allestendo a Los Angeles un *LED volume* curvo di circa 18 metri (60 piedi) di larghezza. Integrando i set fisici posizionati in primo piano, caratterizzati dall'impiego materico di macerie e detriti sul terreno, con le estensioni architettoniche virtuali generate in tempo reale sullo sfondo, il video dissolve i margini tra lo spazio analogico e quello digitale. Un progetto di tale complessità è stato così completato in soli due giorni lavorativi (da dieci ore ciascuno), a dimostrazione dell'estrema agilità operativa offerta dal flusso ICVFX.

L'efficienza di questa *pipeline* è stata garantita dall'adozione di un'infrastruttura di trasmissione ad alte prestazioni, orchestrata da nove processori *hardware* Brompton Tessera SX40 operanti a risoluzione 4K e 60 *frame* al secondo. La potenza di calcolo di questi nodi si è rivelata essenziale per risolvere due criticità intrinseche delle tecnologie LED. La prima riguarda la gestione della gamma dinamica: *Cruel* è caratterizzato da una fotografia estremamente cupa. I processori, attraverso algoritmi di espansione della profondità di bit ("*Dark Magic*"), hanno impedito che le zone in ombra e le impercettibili micro-*texture*

[137] Sull'agilità della *Virtual Production* e il superamento del *green screen* in favore della flessibilità creativa *in-camera*, cfr. Kadner, *The Virtual Production Field Guide*, pp. 23–28.

fumose dell'ambiente digitale collassassero in un nero informe, preservando l'integrità estetica e la complessità visiva dei gradienti scuri dello sfondo. La seconda criticità riguarda la complessa gestione prospettica delle riprese *multi-camera*. Grazie alla funzione di "*Frame Remapping*", l'infrastruttura di trasmissione ha elaborato simultaneamente diverse angolazioni virtuali per le rispettive macchine da presa, proiettandole in rapidissima alternanza sul pannello LED e agganciandole al segnale di sincronia (*genlock*); ogni operatore ha potuto così catturare in tempo reale l'esatta geometria prospettica spettante al proprio sensore, dimezzando in via definitiva i tempi di acquisizione e copertura del set[138].

Tuttavia, l'apice dell'innovazione riscontrabile in *Cruel* non risiede nel solo abbattimento dei limiti infrastrutturali, bensì nella sua applicazione di espedienti che hanno permesso drasticamente la riduzione del *budget*. Una delle sequenze centrali prevede che l'artista e una ballerina inizino a levitare ruotando surrealisticamente a mezz'aria. Seguendo le prassi pre-digitali o quelle del *green screen* tradizionale, la messa in scena avrebbe imposto l'utilizzo di complessi *wire-rigs* (cavi d'acciaio di sospensione), vincolando i reparti di *cleanup* a un estenuante processo manuale di *rotoscoping* e pittura digitale per rimuovere fisicamente i sostegni fotogramma per fotogramma, obbligando inoltre alla ricostruzione sintetica del fondale costruito.

La soluzione adottata dal *team* di *Cruel* rappresenta l'essenza dell'efficienza virtuale. L'illusione ottica della levitazione è stata ottenuta senza l'impiego di cavi, posizionando gli attori su una semplice piattaforma girevole. Mentre la piattaforma effettuava la sua lenta rotazione, l'operatore di macchina riprendeva l'azione muovendosi circolarmente. Simultaneamente, l'operatore Unreal Engine deputato alla gestione dell'ambiente virtuale operava l'abbassamento dinamico del pavimento digitale sullo schermo LED, sincronizzando l'inclinazione dell'orizzonte sintetico con il moto circolare della *performance* fisica. Il risultato è una perfetta levitazione prospettica acquisita direttamente "*In-Camera*", senza richiedere alcuna costosa operazione correttiva post-prodotta[139].

2.2.2.3 FKA Twigs: manipolazione digitale dell'anatomia tramite VFX

Mentre l'analisi di artisti come A$AP Rocky e Jackson Wang ha permesso di esplorare l'impiego di tecnologie non convenzionali, dall'acquisizione volumetrica tramite Gaussian Splatting alle architetture della *Virtual Production*, il percorso visivo di FKA Twigs (all'anagrafe Tahliah Debrett Barnett) segna un ritorno alle tecniche VFX classiche. L'inserimento della sua opera in questa indagine serve a illustrare un aspetto diverso, ma altrettanto cruciale, della democratizzazione nell'ambito VFX. La diffusione di *software* industriali complessi, come Autodesk Maya, Foundry Nuke e SideFX Houdini, permette oggi a *team* indipendenti di padroneggiare *pipeline* consolidate (quali il *compositing* 2D/3D, le simulazioni di *soft-body physics* e il *matte painting*) operando al di fuori dei grandi poli produttivi hollywoodiani. Questa disintermediazione tecnologica si traduce in una profonda libertà creativa, svincolando gli effetti visivi dal loro consueto impiego commerciale per elevarli a portavoce di concetti più complessi e radicali.

Se nell'industria del *pop mainstream*, infatti, la post-produzione digitale viene tradizionalmente confinata a scopi cosmetici, utilizzata per levigare l'immagine e conformare il

[138] Brompton Technology. *Synapse Virtual Production chooses Brompton processing for Jackson Wang's 'Cruel' music video*. Brompton Technology. 28 Set. 2022. URL: `https://www.bromptontech.com/news/synapse-virtual-production-chooses-brompton-processing-for-jackson-wangs-cruel-music-video/` (visitato il giorno 04/08/2026).

[139] Synapse Virtual Production. *Jackson Wang - Cruel | Virtual Production Behind The Scenes*. YouTube, 2022. URL: `https://www.youtube.com/watch?v=F_Yh_3D8Vw4` (visitato il giorno 01/09/2026).

corpo femminile ai rassicuranti *standard* estetici imposti dal *male gaze* (lo sguardo voyeuristico maschile), FKA Twigs si appropria di questi stessi strumenti per sovvertirne l'uso. Le tecniche tradizionali dei VFX diventano così il mezzo privilegiato per manipolare digitalmente l'anatomia, trasformando l'alterazione del corpo in un atto di ribellione contro l'omologazione e i canoni di bellezza predefiniti. Attraverso questo ribaltamento, il corpo cessa di essere un oggetto passivo esposto alla contemplazione e si trasforma in una vera e propria tela digitale. Nasce così un approccio definibile come "cyber-somatico". L'alterazione digitale e la mutazione anatomica, che a tratti sfiorano deliberatamente il grottesco, non sono utilizzati per generare puro spettacolo visivo. Diventano, al contrario, il linguaggio necessario per esteriorizzare stati d'animo complessi, rendendo tangibili sulla pelle (manipolata digitalmente) la vulnerabilità e la frammentazione psicologica dell'artista.

Il manifesto di questa estetica prende forma nel videoclip *Water Me* (2013), opera prima nata dalla collaborazione con il regista e artista visivo Jesse Kanda. Il video destruttura il tradizionale primo piano pop: attraverso una distorsione visiva che viene svelata in modo sottile ma progressivo, lo spettatore subisce il fenomeno chiamato dell'*Uncanny Valley*. Il volto dell'artista, caratterizzato da un ticchettio laterale meccanico, si configura come un'entità che genera una voluta oscillazione percettiva tra attrazione e repulsione, sostituendo la rassicurante bellezza pop con un'estetica alienante.

Da un punto di vista tecnico, l'illusione non scaturisce da un ambiente generato interamente in CGI, ma si ancora alla manipolazione di riprese reali ad alta definizione. Questo approccio è fondamentale per preservare la grana della pelle e le micro-espressioni autentiche dell'artista, fornendo una base fotorealistica. Sul girato originario, i movimenti del volto vengono tracciati al computer e associati a un modello tridimensionale invisibile (la *mesh* facciale). È agendo direttamente su questa struttura digitale che il regista deforma le proporzioni anatomiche dell'artista, allungando il collo e dilatando gli occhi in modo innaturale ma fluido. Anche le lacrime trasparenti vengono aggiunte in questa fase, simulate digitalmente per scivolare in modo realistico sulle nuove geometrie del viso alterato[140].

Per garantire la credibilità di questo cortocircuito visivo ed evitare un effetto posticcio o bidimensionale, il lavoro di *compositing* fonde diverse proprietà dei materiali digitali. Al fine di ottenere l'aspetto finale del volto, vengono sovrapposti due livelli di *rendering*: uno strato progettato per calcolare i riflessi artificiali e conferire un aspetto "lucido", e uno strato opaco necessario a conservare la naturalezza dell'epidermide. Il bilanciamento accurato di queste due elaborazioni restituisce alla pelle una consistenza ibrida e inquietante, sospesa tra la morbidezza biologica della carne e la rigidità sintetica della plastica.

Attraverso questa manipolazione, il confine tra naturale e artificiale viene deliberatamente annullato, trasformando il volto dell'artista in un mezzo espressivo complesso. In quest'ottica, l'accessibilità dei mezzi tecnici, anche se più tradizionali rispetto ai casi citati in precedenza, si dimostra ben più di una semplice agevolazione logistica o economica per le produzioni indipendenti, ma si afferma come un potente strumento autoriale che restituisce all'artista il pieno controllo sulla propria rappresentazione.

[140]FKA twigs. *FKA twigs - Water Me.* YouTube, 2013. URL: `https://www.youtube.com/watch?v=kFtMl-uipA8` (visitato il giorno 01/09/2026); Selim Bulut. *Jesse Kanda on manipulating FKA twigs' face.* Dazed. 28 Ago. 2014. URL: `https://www.dazeddigital.com/music/article/21487/1/jesse-kanda-on-manipulating-fka-twigs-face` (visitato il giorno 20/08/2026).

Cellophane (2019): ibridazione tra *performance* fisica e CGI

Il percorso di ricerca visiva di FKA Twigs raggiunge un livello di assoluta eccellenza tecnica in *Cellophane* (2019). Il videoclip funge da apripista per l'album *Magdalene* e nasce in un periodo di grave vulnerabilità fisica ed emotiva per l'artista. Diretto, co-prodotto e montato da Andrew Thomas Huang, il video traspone questo vissuto intimo in un racconto in tre atti ispirato al mito di Icaro. L'intera struttura visiva dell'opera è concepita attorno a un'ininterrotta *performance* di *pole-dance*: l'esecuzione atletica costituisce il fulcro dell'opera, attorno al quale prendono forma e si sviluppano molteplici elementi sintetici e surreali, progettati per interagire fisicamente con la cantante mentre danza. La narrazione si articola su tre dimensioni spaziali ben distinte: un piano terrestre (l'inizio della *performance*), un piano celeste (l'interazione con la Sfinge) e un piano sotterraneo (l'atterraggio in un paesaggio primordiale)[141].

A differenza delle architetture di *Virtual Production*, in cui l'azione si svolge all'interno di un ambiente digitale pre-renderizzato, in *Cellophane* si assiste a un'inversione di questo rapporto: sono gli effetti visivi a doversi adattare a una *performance* fisica reale. Avendo affrontato sei mesi di intenso addestramento nella *pole-dance*, l'artista ha eseguito una complessa coreografia che ha fornito alla post-produzione un vincolo fisico da cui partire. Di conseguenza, la CGI non ha generato uno spazio astratto in cui inserire la figura umana, ma è stata impiegata per far collidere e interagire gli elementi tridimensionali direttamente con il corpo in movimento della *performer*, conformandosi millimetricamente alla meccanica, alla gravità e alle tempistiche dettate dall'azione sul set.

L'alto grado di interazione tra elementi fisici e sintetici ha richiesto una rigorosa fase di pre-produzione. Il regista ha elaborato *animatics* 3D all'interno di Autodesk Maya per pianificare la messa in scena, i movimenti di macchina virtuali e le necessità di *compositing*. Questa pre-visualizzazione è stata proiettata in sala prove durante le sessioni di allenamento, permettendo di calibrare le coreografie in stretta correlazione con le traiettorie previste per la telecamera e i futuri inserimenti digitali, eliminando tutte le incognite prima di accedere al set. Le riprese *live-action* sono state progettate per assecondare la dinamica della *pole-dance*: i movimenti di macchina sono stati configurati per orbitare dinamicamente attorno all'artista. L'azione si è svolta all'interno di una scenografia a 360 gradi con pavimento specchiato, una soluzione ottica che ha permesso di catturare riflessi e inquadrature spazialmente disorientanti direttamente "*in-camera*". Per la sequenza della caduta invece, l'artista ha eseguito gli *stunt* sospesa a un sistema di cavi (*wire-rig*). L'illusione della discesa è stata ottenuta sul set sfruttando specifici effetti pratici: l'azione combinata di ventilatori industriali e di un sistema di illuminazione stroboscopica a scorrimento (*led-rig*) ha permesso di simulare fisicamente l'attrito e la velocità della caduta sul corpo prima ancora dell'intervento digitale in post-produzione[142].

La fase di post-produzione è stata affidata ad Analog Studio. L'elemento digitale centrale del videoclip è una monumentale sfinge alata modellata in CGI. Per integrare realisticamente l'*asset* tridimensionale della creatura all'interno del girato, sono state implementate tecniche di mappatura HDRI e di *3D reflection tracking*. Grazie a queste soluzioni, lo *shader* della creatura è stato impostato per calcolare riflessi speculari dinamici, assorbendo l'illuminazione reale del set e restituendo accuratamente i riflessi del costume

[141] FKA twigs. *FKA twigs - Cellophane*. YouTube, 24 apr. 2019. URL: `https://www.youtube.com/watch?v=YkLjqFpBh84` (visitato il giorno 01/09/2026).

[142] FKA twigs. *FKA twigs - Practice*. Documentario dietro le quinte del videoclip Cellophane. YouTube, 23 mag. 2019. URL: `https://www.youtube.com/watch?v=JjF8J6G9XjU` (visitato il giorno 01/09/2026).



Figura 2.6: Frame dal videoclip *cellophane* di FKA twigs. Fonte: FKA twigs. *FKA twigs - Cellophane*. YouTube, 24 apr. 2019. URL: https://www.youtube.com/watch?v=YkLjqFpBh84 (visitato il giorno 01/09/2026).

metallico dell'artista. A sottolineare la continua ibridazione tra organico e sintetico, la creatura ha una fedele replica tridimensionale del volto della stessa FKA Twigs. Il *climax* tecnico della sequenza si raggiunge quando l'artista infrange il volto della Sfinge con il tacco della scarpa. Per restituire l'illusione che il corpo reale attraversi fisicamente la materia digitale precipitando nel vuoto, la scena è stata risolta combinando una simulazione 3D di frammentazione con un meticoloso lavoro di *compositing*. Da un lato, la *mesh* facciale della Sfinge è stata distrutta in detriti generati con sistemi particellari; dall'altro, tramite un accurato mascheramento del girato *live-action*, la figura della *performer* è stata stratificata visivamente "dietro" e "attraverso" la geometria in frantumi, garantendo una transizione visiva ininterrotta verso l'ambiente virtuale sottostante[143].

Analizzato nell'ottica della democratizzazione tecnologica, il videoclip di *Cellophane* rappresenta un caso studio emblematico: dimostra come sia oggi possibile raggiungere un fotorealismo e un'intensità visiva di livello hollywoodiano ottimizzando drasticamente *budget* e tempistiche. Questo risultato è stato ottenuto scardinando le costose *pipeline* del cinema tradizionale attraverso tre precise strategie operative. In primo luogo, l'ottimizzazione è derivata da un'accurata pre-visualizzazione. Nelle produzioni cinematografiche convenzionali, l'intervento della post-produzione a valle delle riprese comporta spesso la necessità di correggere costose incongruenze spaziali o luminose. In *Cellophane*, questa sequenza lineare è stata invertita. Il regista ha elaborato pre-visualizzazioni complete in Autodesk Maya mesi prima di accedere al set, proiettandole in sala prove durante l'addestramento atletico dell'artista. In questo modo, la coreografia fisica e i movimenti della telecamera virtuale si sono modellati a vicenda. Pianificare l'interazione spaziale con tale anticipo ha permesso di allocare le risorse economiche con estrema precisione, riducendo al minimo i tempi morti sul set e azzerando i costi generati da inquadrature superflue.

In secondo luogo, la scelta di ancorare l'opera alla verità fisica della *performance* ha agito come un fondamentale semplificatore di calcolo. Mentre i *blockbuster* hollywoodiani investono ingenti capitali per simulare da zero complesse dinamiche fisiche interamente in CGI, i VFX di *Cellophane* si sono basati su un vincolo geometrico reale e inalterabile. La computer grafica non ha dovuto ricreare artificialmente i movimenti e le dinamiche realistiche della danza, ma si è limitata a integrare visivamente il cinetismo del corpo con gli elementi fittizi. Sfruttare la fisica del mondo reale riduce drasticamente il carico computazionale, garantendo al contempo un realismo organico nettamente superiore a quello di una simulazione pura.

Infine, l'agilità produttiva alla base di *Cellophane* conferma empiricamente le dinamiche di disintermediazione del *software* già ampiamente analizzate. L'accesso a strumenti di fascia alta (quali Maya, Houdini e Nuke) ha permesso a realtà indipendenti come Object & Animal e a studi VFX "*boutique*" come Analog Studio di operare con *team* ristretti, svincolandosi dalla rigida parcellizzazione del lavoro tipica dei colossi hollywoodiani. Questo abbattimento dei costi fissi (*overhead*) dimostra la concreta capacità delle strutture decentralizzate di condensare in pochi minuti un fotorealismo e una coerenza degni di un lungometraggio, operando a una frazione dei *budget* tradizionali[144].

[143] Analog Studio. *FKA Twigs - Cellophane (VFX Breakdown)*. Vimeo, 2019. URL: `https://vimeo.com/338274382` (visitato il giorno 26/08/2026).

[144] David Knight. *FKA twigs 'Cellophane' by Andrew Thomas Huang*. Promonews. 25 Apr. 2019. URL: `https://www.promonews.tv/videos/2019/04/25/fka-twigs-cellophane-andrew-thomas-huang/58632` (visitato il giorno 20/08/2026).

Sad Day (2020): alterazione anatomica tramite *Projection Mapping*

L'ulteriore evoluzione del percorso visivo di FKA Twigs si consolida in *Sad Day* (2020), cortometraggio diretto da Hiro Murai. Riprendendo e radicalizzando la metodologia già analizzata nel caso di *Cellophane*, l'intera architettura dell'opera si fonda su una rigorosa preparazione fisica: per eseguire le coreografie senza l'ausilio di controfigure, l'artista si è sottoposta a un duro addestramento nelle arti marziali Wushu, specializzandosi nell'uso della spada dritta (*Jian*). La narrazione traspone un conflitto emotivo in un brutale duello fisico ambientato nella periferia notturna di Londra, espandendo lo spazio d'azione dall'interno di un *diner* fino alle strade suburbane[145].

A differenza dell'esibizione palese dell'elemento sintetico vista precedentemente con la Sfinge in CGI, in *Sad Day* gli effetti visivi operano in modo "invisibile" per quasi l'intera durata del video, al fine di conservare una patina realistica. Il lavoro dello studio MPC si è concentrato su estesi interventi di *digital matte painting* volti a ripulire, ricostruire ed espandere le scenografie urbane reali. L'alterazione dello spazio fisico circostante include la simulazione dinamica della distruzione dell'ambiente circostante la lotta, come il calcolo della rottura tridimensionale dei vetri generata dall'impatto fisico dei duellanti[146].

Il *climax* tecnico e concettuale dell'opera si verifica nell'atto finale, quando l'artista subisce un fendente di spada che divide il suo corpo a metà dal bacino in su. Per risolvere questa sequenza senza ricorrere all'estetica *gore* o a simulazioni anatomiche tradizionali, la post-produzione ha strutturato una sofisticata *pipeline* basata sulla ri-proiezione fotometrica. Dopo aver condotto riprese di prova per definire l'asse esatto del taglio e stabilizzare i movimenti di macchina, il corpo dell'artista è stato modellato in 3D con un'altissima definizione. La *mesh* digitale è stata successivamente sezionata a metà. Invece di generare e renderizzare *texture* sintetiche della pelle, il girato *live-action* originale è stato ri-proiettato otticamente (*projection mapping*) sopra il modello 3D diviso. Questa tecnica ha permesso di creare un "guscio vuoto" (*hollow shell*) perfetto, il cui esterno conserva fedelmente la grana dell'epidermide, le pieghe dei tessuti e l'illuminazione nativa del set.

All'interno di questa finta ferita, il *team* di MPC ha implementato complessi solutori particellari in SideFX Houdini per simulare la crescita di forme botaniche, composte da flora bioluminescente, spore e membrane traslucide. Il *compositing* finale è stato gestito all'interno di Foundry Nuke tramite elaborazioni a più livelli, integrando algoritmi di tracciamento (KeenTools) per assicurare che la luce ambientale emessa dai fiori 3D si riflettesse in modo fisicamente corretto sui bordi reali dei vestiti lacerati e sulla pelle *live-action*[147].

Sul piano concettuale, grazie agli effetti digitali, anche temi complessi come la violenza e la lacerazione del corpo vengono rielaborati in modo inedito: l'alterazione anatomica non viene impiegata per mostrare un trauma realistico o una scena *gore*, ma diventa un espediente visivo attraverso cui l'artista comunica emozioni e altera il proprio corpo per rappresentare un concetto o un'idea.

---

[145] FKA twigs. *FKA twigs - sad day.* YouTube, 28 ago. 2020. URL: `https://www.youtube.com/watch?v=p2RcHQsJEC8` (visitato il giorno 01/09/2026).

[146] MPC. *FKA twigs: Sad Day.* Moving Picture Company. 2020. URL: `https://www.moving-picture.com/work/fka-twigs-sad-day/` (visitato il giorno 01/09/2026).

[147] MPC, *FKA twigs: Sad Day*; Nina Ulloa. *FKA twigs 'Sad Day' by Hiro Murai.* Promonews. 1 Set. 2020. URL: `https://www.promonews.tv/videos/2020/09/01/fka-twigs-sad-day-hiro-murai/66524` (visitato il giorno 04/09/2026).

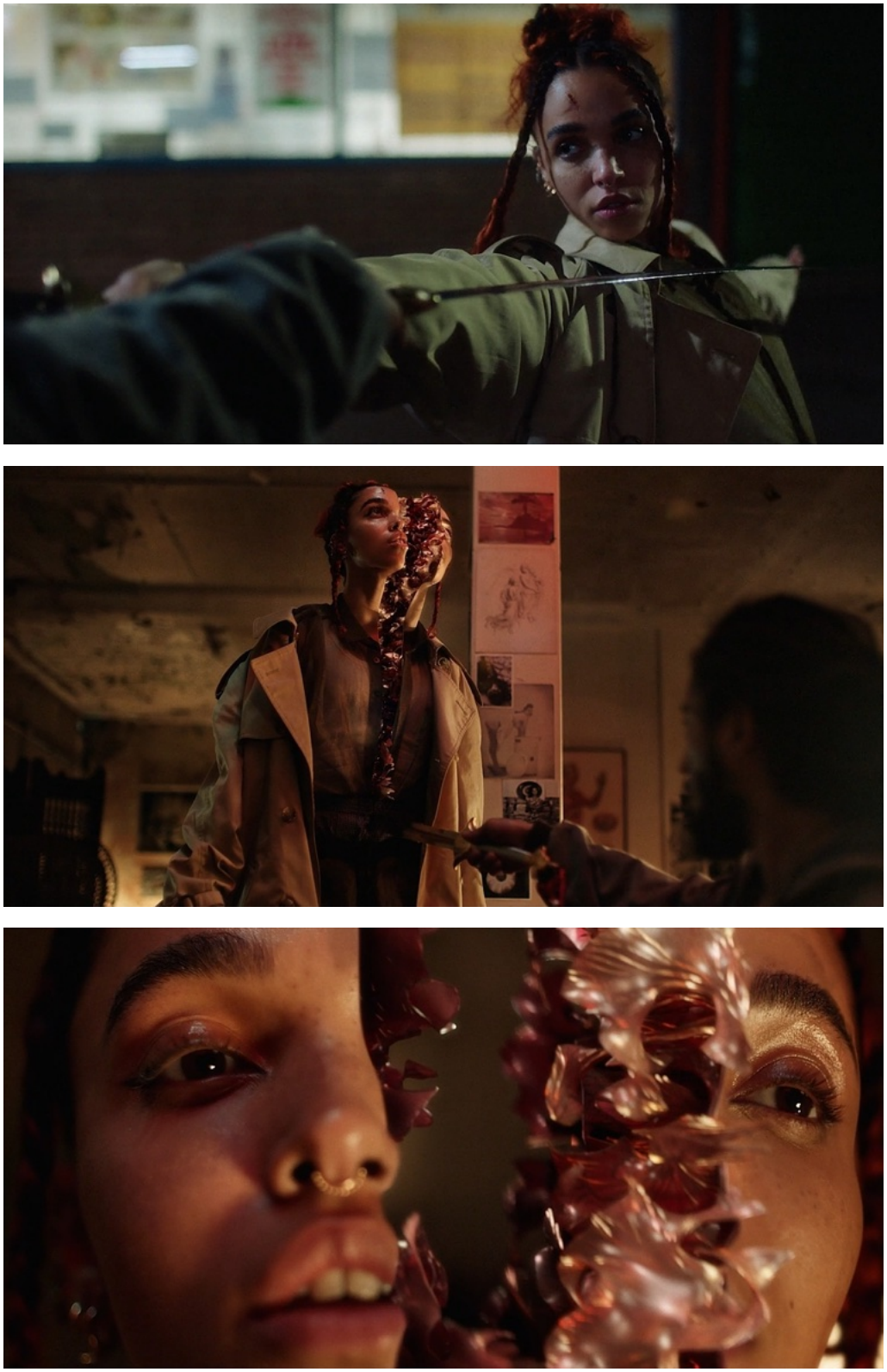


Figura 2.7: Frames dal videoclip *Sad Day* di FKA twigs. Fonte: Shotdeck. *Stills from FKA twigs - "Sad Day" Music Video*. 2020. URL: https://shotdeck.com/browse/stills#/music_video/29825~FKA+Twigs+-+%E2%80%9CSad+Day%E2%80%9D (visitato il giorno 01/09/2026).

2.2.3 I VFX nell'advertising: Analisi Tecnica del Fake Out-of-Home (FOOH)

L'ingresso dei *Visual Effects* nel settore pubblicitario è governato da una logica macroeconomica profondamente asimmetrica rispetto alla produzione cinematografica tradizionale. A differenza del lungometraggio, in cui l'ingente investimento iniziale viene ammortizzato su ore di girato distribuite in finestre post-produttive di dodici o ventiquattro mesi, il formato pubblicitario concentra i propri capitali in un arco temporale molto ristretto, solitamente compreso tra i 15 e i 60 secondi. Questa architettura produttiva genera una densità finanziaria straordinariamente elevata, posizionando l'*advertising* come il settore a più alta intensità di capitale per unità di tempo dell'intera industria audiovisiva.



Figura 2.8: Campagna pubblicitaria FOOH (Fake Out Of Home) per Jacquemus a Parigi. Fonte: Jacquemus. *Jacquemus Hand Bag on Wheels in Paris – FOOH Ad.* FOOH.com. 2023. URL: `https://fooh.com/library/95-jacquemus-hand-bag-on-wheels-in-paris-fooh-ad` (visitato il giorno 06/09/2026).

Per definire formalmente questo parametro, è necessario calcolare il costo per singolo secondo di contenuto finito, un valore che si ottiene dividendo il *budget* complessivo allocato esclusivamente per gli effetti visivi per la durata temporale totale dell'*asset* finale consegnato al cliente. Una tassonomia comparativa dei formati evidenzia chiaramente questo divario spaziotemporale. Nel cinema indipendente, operante con risorse globali estremamente ridotte, l'investimento per la computer grafica tocca minimi compresi tra

uno e dieci dollari al secondo. I grandi *blockbuster*, pur mobilitando capitali colossali stimati tra i venti e gli ottanta milioni di dollari per gli effetti visivi, diluiscono i costi su minutaggi estesi, registrando un esborso che oscilla tra i duemila e i diecimila dollari al secondo. Al contrario, una campagna pubblicitaria nazionale ad alto *budget*, a fronte di uno stanziamento medio compreso tra i cinquantamila e gli oltre duecentomila dollari per soli trenta secondi di *commercial*, concentra drasticamente le risorse, esibendo una densità finanziaria stimata tra i milleseicento e gli oltre seimilaseicento dollari per ogni singolo secondo di contenuto finito[148].

Questa concentrazione di risorse impone un drastico cambio di paradigma operativo. Le scadenze di consegna estremamente contratte (mediamente dalle tre alle dieci settimane) rendono logisticamente ed economicamente impraticabile l'adozione delle *pipeline* sequenziali e iperspecializzate tipiche del "fordismo digitale" hollywoodiano. L'industria pubblicitaria adotta invece modelli agili fondati sulla specializzazione flessibile, affidandosi a *team* snelli di *VFX Generalists senior*. L'artista generalista, capace di operare trasversalmente tra modellazione, *tracking*, illuminazione e *compositing* sulla medesima inquadratura, riduce drasticamente l'attrito della *pipeline* (*pipeline friction*) e assorbe i repentini cambi di direzione creativa imposti da *brand* e agenzie. Tale densità finanziaria giustifica inoltre l'adozione di sistemi di finitura d'élite (come Autodesk Flame) in sessioni di lavoro interattive (*client sessions*), permettendo alla regia di approvare le variazioni estetico-luminose in tempo reale, una flessibilità strutturalmente preclusa nei flussi di lavoro cinematografici tradizionali[149].

All'interno di questo scenario di iper-competizione visiva, la necessità di mantenere volumi produttivi costanti per i *social media* ha trasformato i VFX da strumenti di post-produzione correttiva a motori primari dell'efficacia di una campagna. In un ecosistema saturo in cui l'attenzione dell'utente si esaurisce in una finestra critica di uno o tre secondi, la manipolazione digitale agisce come veicolo di compressione cognitiva. Sfruttando modelli tridimensionali riadattabili in infiniti contesti, messaggi di *brand* astratti vengono tradotti in uno spettacolo visivo immediato, progettato per generare un potere di interruzione dello scorrimento e creare solide strutture di memoria a lungo termine. Questo cortocircuito sensoriale stimola il dibattito e la condivisione spontanea (*earned distribution*), moltiplicando organicamente la portata della campagna.

Il vertice di questa sperimentazione applicata alle logiche di rete è rappresentato dal *Fake Out-of-Home* (FOOH), o *CGI Street Stunt*. Questo formato pubblicitario puramente digitale si concretizza in video brevi (tipicamente dagli 8 ai 15 secondi) progettati per simulare imponenti installazioni fisiche, alterazioni architettoniche o eventi spettacolari impossibili all'interno di *landmark* urbani reali e altamente riconoscibili (piazze storiche, ponti, reti di trasporto pubblico). Pur imitando la grammatica della pubblicità esterna tradizionale (*Out-of-Home*), l'attivazione non avviene mai nel mondo fisico, ma si consuma esclusivamente sotto forma di file video all'interno dei *feed* digitali.

La forza persuasiva del FOOH si fonda su un sofisticato "*hacking* semiotico". L'illusione innesca un'alterazione dei codici visivi quotidiani attraverso l'inserimento di un elemento sintetico mostruoso, bizzarro o deliberatamente fuori scala in un ambiente cittadino ordinario e familiare. Esempi ormai paradigmatici includono le borse giganti di Jacquemus che sfrecciano nel traffico parigino, gli applicatori di mascara Maybelline Sky High che interagiscono con enormi ciglia finte poste sui vagoni della metropolitana di Londra, o il

[148]Finance e Zwerman, *The Visual Effects Producer: Understanding the Art and Business of VFX.*
[149]Finance e Zwerman, *The Visual Effects Producer: Understanding the Art and Business of VFX.*

reggiseno gigante di Alexander Wang appeso alle campate di un ponte[150].

Affinché l'illusione superi il vaglio critico dell'utente, l'immagine non deve apparire come un *rendering* clinico e asettico. L'architettura estetica del FOOH adotta invece il mimetismo dei contenuti generati dagli utenti (UGC). Simulando lo "scatto rubato" di un passante, la ripresa di sfondo (*base plate*) integra lievi oscillazioni della mano, inquadrature dal basso, difetti di messa a fuoco automatica e artefatti di compressione. Questa calibrata "finta autenticità" insinua il dubbio ontologico sulla veridicità dell'evento ("*Is this real?*"), scatenando accesi dibattiti telemetrici nei commenti che gli algoritmi premiano spingendo il contenuto verso bacini d'utenza illimitati.

Analizzare il FOOH all'interno di un'indagine sulla democratizzazione dei VFX risulta cruciale per la sua capacità di sintetizzare il superamento dei vincoli industriali storici. In primo luogo, il formato sancisce una radicale smaterializzazione logistica ed economica. Un'installazione monumentale richiede tradizionalmente l'affitto astronomico di spazi stradali, lunghi *iter* burocratici, rigide coperture assicurative e severi collaudi di ingegneria strutturale. Il FOOH aggira completamente questa frizione, permettendo al *brand* di posizionare un elemento impossibile eludendo le leggi della fisica e le ordinanze municipali. Il valore economico si sposta così dalla concessione fisica del territorio al talento dell'artista digitale, operando in totale sicurezza e con un abbattimento dei costi stimato fino al 70%.

In secondo luogo, il formato ridefinisce il canone estetico del mezzo. La qualità della manipolazione digitale non si misura più sulla risoluzione perfetta del grande schermo, ma si afferma nella deliberata simulazione dell'imperfezione quotidiana (*Low-Fi*) adatta allo schermo verticale di uno *smartphone*.

Infine, il FOOH rappresenta il trionfo dell'artista-*creator* come autore totale. L'automazione di processi complessi e l'integrazione di sensori *hardware* di profondità nei dispositivi mobili hanno dissolto la parcellizzazione del lavoro tipica dei grandi *studios*. Gestendo autonomamente l'intero ciclo di vita dell'*asset*, dall'ideazione e ripresa *mobile* fino al *rendering* finale e alla distribuzione organica, il singolo creatore indipendente trasforma lo spazio urbano in una tela digitale illimitata, dimostrando empiricamente come l'impatto visivo globale dipenda oggi dalla purezza dell'idea concettuale e dalla padronanza di una tecnologia finalmente accessibile.

2.2.3.1 Analisi tecnica dei casi studio FOOH

La presente sezione è dedicata all'esame analitico delle campagne che hanno definito e consolidato la morfologia del *Fake Out-of-Home*. L'indagine non si limita a misurare l'impatto sociologico e telemetrico dei singoli artefatti, ma si concentra sulla scomposizione delle *pipeline* di post-produzione che ne hanno permesso la realizzazione. L'obiettivo è dimostrare, attraverso l'analisi visiva e tecnica, in che modo i limiti imposti dalla fisica, dalla logistica e dall'urbanistica siano stati sistematicamente aggirati attraverso l'impiego di *software* di *Digital Content Creation* (DCC). Ogni caso studio verrà esaminato secondo

[150]Lucy Maguire. «Giant bags and CGI stunts: Why fashion is obsessed with fake OOH». in: *Vogue Business* (8 ago. 2023). URL: https://www.voguebusiness.com/technology/giant-bags-and-cgi-stunts-why-fashion-is-obsessed-with-fake-ooh (visitato il giorno 02/09/2026); Amy Bowes. *Why Maybelline's CGI Tube stunt shows fake OOH is the new frontier for ads*. The Drum. 11 Lug. 2023. URL: https://www.thedrum.com/news/2023/07/11/why-maybelline-s-cgi-tube-stunt-shows-fake-ooh-the-new-frontier-ads (visitato il giorno 02/09/2026); Gillian Follett. *How fake out-of-home advertising became a marketing trend*. Ad Age. 16 Ago. 2023. URL: https://adage.com/article/digital-marketing-ad-tech-strategies/how-fake-out-home-fooh-advertising-became-marketing-trend/2510681 (visitato il giorno 07/09/2026).

una struttura tripartita: una contestualizzazione iniziale relativa alla genesi e all'impatto del progetto, un *breakdown* tecnico delle fasi di lavorazione (con *focus* sulle specificità che distinguono ciascuna operazione) e una valutazione finale sul ruolo che tale campagna riveste all'interno del più ampio processo di democratizzazione dei *Visual Effects*.

Dal punto di vista dell'analisi industriale, il caso Jacquemus dimostra come l'accessibilità dei *software* di *tracking* e *texturing* abbia permesso a un singolo artista di trasformare lo spazio urbano in una tela digitale[151]. Questo approccio ha generato un valore commerciale enorme eludendo i vincoli burocratici e i costi ingegneristici di un'impossibile operazione di *guerrilla marketing* fisico, confermando la radicale disintermediazione dei mezzi di produzione.

Maybelline e lo "*Sky High Mascara*" Distribuita nel luglio del 2023 e ideata per il lancio del rimmel Lash Sensational Sky High, questa campagna ha sancito la definitiva maturità del formato, totalizzando oltre 76 milioni di visualizzazioni. L'inserimento di enormi ciglia di gomma sui vagoni della metropolitana e sugli autobus di Londra, pettinate in tempo reale da uno scovolino gigante ancorato alle architetture urbane, ha provocato non solo un'ondata di PR organica, ma un sensibile incremento delle conversioni di vendita, posizionando il FOOH come un *asset* di *marketing* primario[152].

Mentre l'acquisizione della ripresa ricalca il mimetismo amatoriale già analizzato, la complessità di questa esecuzione si sposta sull'interazione dinamica e sull'illuminazione in ambienti ostili. Le stazioni sotterranee presentano condizioni illuminotecniche critiche, dominate da sorgenti al neon asettiche e forti riflettanze metalliche. La cattura ambientale tramite HDRI sul posto ha permesso una mappatura sferica precisa, garantendo che le ciglia di gomma e l'applicatore riflettessero fedelmente i bagliori dei vagoni in movimento. Tuttavia, l'apice tecnico dell'illusione è rappresentato dall'impiego della fisica dei corpi morbidi (*Soft-Body Dynamics*) all'interno di *software* procedurali come Houdini. Al momento dell'impatto, l'algoritmo ha calcolato la collisione cinetica: le ciglia virtuali non sono state animate per interpolazione di fotogrammi chiave (*keyframing*), ma hanno reagito fisicamente alla pressione dello scovolino, accumulando energia elastica e oscillando al rilascio in base a parametri di massa e resistenza al vento calcolati matematicamente. Un capillare lavoro di rotoscopia ha infine permesso di incastrare i volumi digitali dietro i passanti e le strutture architettoniche del tunnel[153].

Il caso Maybelline prova empiricamente che la democratizzazione dei VFX non coincide con un abbassamento della qualità estetica, ma piuttosto con la ricontestualizzazione di tecnologie di altissimo livello cinematografico (simulazioni dinamiche complesse e fotometria avanzata) applicate a micro-narrazioni destinate allo schermo verticale, aggirando contestualmente le severe restrizioni di sicurezza dell'ente dei trasporti londinesi.

Caso Studio: Alexander Wang e il "*Giant Sports Bra*" Per la campagna di lancio di un nuovo modello di reggiseno sportivo nell'autunno del 2023, il *brand* di moda Alexander Wang ha abbandonato la cartellonistica tradizionale a favore di una clip FOOH ad altissimo impatto visivo. Il video mostra un'enorme versione elastica del prodotto tesa in modo monumentale tra le campate in cemento del Manhattan Bridge a New York, registrando oltre 50 milioni di visualizzazioni organiche.

[151] Maguire, «Giant bags and CGI stunts: Why fashion is obsessed with fake OOH».

[152] Bowes, *Why Maybelline's CGI Tube stunt shows fake OOH is the new frontier for ads.*

[153] Ian Padgham. *Maybelline Sky High Mascara London Tube Stunt.* Origiful. 2023. URL: `https://www.origiful.com/` (visitato il giorno 07/09/2026).



Figura 2.9: Campagna pubblicitaria FOOH (Fake Out Of Home) per Maybelline. Fonte: FOOH.com. *Maybelline Subway & Bus Lashes FOOH Ad.* URL: `https://fooh.com/library/137-maybelline-subway-bus-lashes-fooh-ad`.

Il successo dell'operazione risiede nello sfruttamento di un *curiosity gap* estremo: l'inserimento di un oggetto feticcio legato all'intimità quotidiana, riprodotto in scala titanica all'interno di un *landmark* storico rigidamente normato, ha generato una dissonanza cognitiva capace di arrestare immediatamente lo *scrolling* compulsivo (*pattern interruption*)[154].



Figura 2.10: Campagna pubblicitaria FOOH (Fake Out Of Home) per Alexander Wang a New York. Fonte: Shorty Awards. *Alexander Wang - New York Bra Campaign*. URL: `https://shortyawards.com/16th/alexander-wang-new-york-bra-campaign`.

Sul piano tecnico, questa campagna sposta il *focus* dalla simulazione di veicoli rigidi (come nei casi Jacquemus e Mattel) alla complessa gestione delle deformazioni tessili ambientali. Dopo aver effettuato il *matchmoving* sui piloni in cemento e sui tiranti d'acciaio registrati da una ripresa *live-action* fluviale amatoriale, la sfida è passata all'impiego della *Cloth Simulation* e della *Wind Physics* in *software* procedurali come Houdini. Il tessuto virtuale non è stato animato rigidamente, ma sottoposto a solutori fisici che hanno calcolato l'elasticità della *mesh*, le forze di gravità e, soprattutto, l'interazione con raffiche di vento simulate per replicare le forti correnti d'aria dell'East River. La stoffa digitale, di

[154]Gillian Follett. *Alexander Wang uses giant sports bra in CGI stunt*. Ad Age. 7 Set. 2023. URL: `https://adage.com/article/digital-marketing-ad-tech-strategies/alexander-wang-fake-out-home-fooh-stunt/2515081`.

conseguenza, si gonfia e oscilla assecondando dinamicamente le condizioni atmosferiche. L'ancoraggio visivo alla struttura del ponte è stato garantito calcolando precise ombre di occlusione ambientale sulle pareti reali del pilone, mentre un capillare lavoro di *rotoscoping* ha permesso di inserire le bretelle del reggiseno dietro i veri cavi d'acciaio sospesi.

L'analisi di questo *stunt* digitale rivela come il FOOH non rappresenti unicamente un *escamotage* estetico, ma operi come un vero e proprio *bypass* regolamentare. La manipolazione computazionale ha permesso al *brand* di eludere del tutto i rigidi divieti del Dipartimento dei Trasporti di New York, azzerando i rischi strutturali, le polizze civili da danni a terzi e i mesi di *iter* burocratici necessari per un'installazione fisica di tale portata, consolidando l'efficienza economica del formato all'interno dell'economia dell'attenzione.

Mattel e la "Barbie al Burj Khalifa" Realizzato nel luglio 2023 dall'agenzia indipendente emiratina Eye Studio, questo contenuto si differenzia dai precedenti per la sua genesi non ufficiale: ideato originariamente come un omaggio spontaneo per cavalcare l'uscita nelle sale dell'omonimo film. Il video, che mostra una Barbie monumentale in versione 1959 compiere un passo fuori dalla sua iconica scatola di fianco al Burj Khalifa di Dubai, ha generato milioni di visualizzazioni e attivato le redazioni giornalistiche internazionali nel tentativo di svelarne la natura (fisica o digitale). L'esecuzione tecnica di questa campagna ha dovuto affrontare ostacoli radicalmente diversi, legati in primo luogo alla gestione della scala visiva. Animare una figura alta centinaia di metri impone una gestione rigorosa del *timing* e dell'inerzia: l'animazione del passo in avanti è stata finemente rallentata per restituire la gravità e il peso colossale dell'oggetto, prevenendo la rottura dell'illusione dimensionale. Il secondo grande scoglio ingegneristico è stato l'adattamento alla luce naturale estrema. Il sole di mezzogiorno a Dubai genera alte luci bruciate e ombre dai contorni netti e profondi. I *3D generalists* hanno dovuto calibrare la luce direzionale virtuale affinché combaciasse perfettamente con le ombre degli edifici nel girato, implementando *shader* complessi per calcolare in tempo reale la rifrazione luminosa sulla plastica trasparente lacerata della scatola. In *compositing*, i colori vibranti (come il rosa *hot-pink*) sono stati de-saturati e armonizzati con la *palette* calda e polverosa del deserto, completando l'ancoraggio visivo attraverso la deliberata iniezione di aberrazioni cromatiche e rumore digitale[155].

L'operazione condotta a Dubai costituisce la sintesi ultima dell'attuale paradigma tecnologico. Un *team* creativo composto da sole tre persone, armato di una ripresa da *smartphone* e di postazioni di lavoro *standard*, è riuscito a replicare (e superare) il ritorno mediatico di un'imponente installazione fisica. Ciò attesta come la tecnologia democratizzata consenta a entità produttive minime di competere su scala globale, trasformando il superamento dei limiti strutturali in pura valuta sociale.

2.2.3.2 Evidenze Empiriche e Sfide Etico-Legali del FOOH

Il superamento dei vincoli logistici e l'abbattimento delle frizioni produttive, documentati attraverso la scomposizione delle *pipeline* nei casi studio precedenti, non esauriscono la portata innovativa del *Fake Out-of-Home*. Per comprendere appieno la dirompenza del formato all'interno dell'odierna economia dell'attenzione, è necessario spostare il livello

[155] Eye Studio. *Giant Barbie steps out of box next to Burj Khalifa in CGI video.* The National News. 24 Lug. 2023. URL: https://www.thenationalnews.com/arts-culture/film/2023/07/24/giant-barbie-steps-out-of-box-next-to-burj-khalifa-in-cgi-video/.

di indagine dall'architettura tecnica del *software* all'impatto cognitivo e comportamentale generato sul consumatore.

La fruizione di un contenuto FOOH, infatti, non si risolve in una ricezione passiva, ma innesca un fenomeno psicologico definibile come "dissonanza cognitiva controllata". Lo spettatore, pur essendo razionalmente consapevole dell'impossibilità fisica dell'evento rappresentato nello spazio urbano, riceve stimoli visivi, cinetici e fotometrici talmente coerenti da simularne in modo inattaccabile l'esistenza. Questa reazione biologica di meraviglia è innescata da un calcolato mimetismo urbano: l'ancoraggio indessicale di elementi sintetici 3D ad altissima definizione su *base plates* reali (riprese di *landmark* storici o infrastrutture familiari) genera un forte "effetto di presenza" a livello psicologico. Il cortocircuito visivo che ne deriva si traduce in un vantaggio competitivo direttamente misurabile, poiché tale legame spaziale è in grado di potenziare la memorabilità del *brand* del 45% rispetto alle tradizionali affissioni fisiche (*Out-of-Home*).

Per convalidare scientificamente queste dinamiche percettive, risulta fondamentale integrare la speculazione teorica con evidenze empiriche quantitative. Un contributo cruciale in questa direzione è fornito dal documento di ricerca accademica TFG-N. 2350. Il *report*, redatto da Adriana Chazo Figuero presso la Facultad de Ciencias Sociales Jurídicas y de la Comunicación dell'Universidad de Valladolid (UVa) e discusso nel giugno del 2024, analizza l'avvento dei falsi annunci tridimensionali raccogliendo dati sul campo. Attraverso la somministrazione di un questionario strutturato a un campione di consumatori, la ricerca quantifica in modo inequivocabile le metriche di successo del formato[156].

In primo luogo, l'indagine evidenzia come l'89% degli intervistati confermi che i video FOOH riescano a mantenere alta l'attenzione cognitiva per l'intera durata della riproduzione. In un ecosistema digitale (come i *feed* di TikTok o Instagram Reels) caratterizzato da una fruizione micro-temporale frammentata, questa capacità di neutralizzare il tasso di abbandono precoce (*swipe-away rate*) dimostra l'efficacia del formato nello sconfiggere il *drop-off* fisiologico dello *scrolling* compulsivo. L'innovazione tecnologica è inoltre lucidamente percepita dal pubblico: il 96,3% del campione valuta le campagne basate sulla CGI urbana come altamente innovative, inquadrandole come un linguaggio visuale radicalmente distinto ed emancipato rispetto ai *cliché* della pubblicità tradizionale.

Le metriche di conversione e diffusione confermano ulteriormente la validità macroeconomica del paradigma, che si impone come vera e propria valuta sociale. Il 70,7% degli utenti, infatti, dichiara la propria propensione a condividere spontaneamente questi contenuti sintetici con la propria rete di contatti, trasformando il dubbio ontologico dell'illusione in un potente motore di viralità organica e dibattito. L'alta fedeltà estetica della simulazione digitale si riverbera direttamente sulle *performance* commerciali: l'esposizione a questi VFX migliora l'attrattività percepita del *brand* nel 56,1% dei casi e genera una concreta curiosità e intenzione d'acquisto verso il prodotto nel 59,8% dei soggetti esaminati.

Infine, a dimostrazione del fatto che l'iperrealtà della CGI urbana non sia avvertita come un elemento pubblicitario intrusivo bensì come una forma di intrattenimento visivo stimolante, il *report* rivela che il 90,2% dei partecipanti esprime il chiaro desiderio di vedere un numero sempre maggiore di *brand* adottare la tecnica del FOOH nelle future strategie di comunicazione[157]. Questi dati attestano empiricamente come la manipolazione digitale dello spazio pubblico, se supportata da una rigorosa maestria tecnica, si traduca in un

[156] Adriana Chazo Figuero. «La era de los anuncios tridimensionales: Fake Out Of Home». Trabajo Fin de Grado (TFG). Universidad de Valladolid, Facultad de Ciencias Sociales Jurídicas y de la Comunicación, 2024. URL: `https://uvadoc.uva.es/handle/10324/66861`.

[157] Chazo Figuero, «La era de los anuncios tridimensionales: Fake Out Of Home».

asset capace di monopolizzare le metriche di *engagement* globale.

2.2.3.3 Vantaggi logistici, economici e di scalabilità dei FOOH

Il secondo asse di indagine riguarda l'impatto del FOOH sulle dinamiche competitive del mercato. La pubblicità esterna tradizionale è storicamente caratterizzata da un'asimmetria di base: l'efficacia e il ritorno sull'investimento (ROI) sono proporzionali al volume di traffico (*footfall*) che transita davanti a una specifica postazione. Questo vincolo genera un monopolio geografico, riservando gli spazi di maggior pregio (e visibilità) esclusivamente alle multinazionali dotate di capitali ingenti. Il FOOH, al contrario, scinde la campagna dal territorio fisico: l'installazione viene prodotta digitalmente e distribuita sui *social*, raggiungendo un'*audience* globale senza che i costi lievitino proporzionalmente all'espansione territoriale.

Questa delocalizzazione si traduce in una radicale democratizzazione dell'impatto visivo. L'abbattimento delle frizioni burocratiche (permessi municipali, autorizzazioni di sicurezza), ingegneristiche (collaudi, materiali) e logistiche (squadre di montaggio, assicurazioni) rende l'*advertising* monumentale improvvisamente accessibile alle Piccole e Medie Imprese (PMI) e alle *startup*. Il baricentro del valore si sposta dal possesso del capitale finanziario all'originalità dell'idea creativa e all'esecuzione tecnica. Sfruttando la CGI, le aziende emergenti possono posizionarsi come attori *digital-first*, competendo con i *leader* di mercato sul piano dell'*engagement* e della densità visuale, rompendo il rumore di fondo dei *social network*.

La capacità del FOOH di aggirare i limiti strutturali si estende anche al superamento dei vincoli normativi, configurandosi come un vero e proprio "*bypass* strategico". L'emblematico caso di Oatly a Parigi illustra questa dinamica. Per eludere il divieto municipale di affiggere loghi commerciali sui murales storici, il *brand* svedese ha dipinto sulla facciata reale esclusivamente un testo autorizzato, privo di riferimenti promozionali espliciti. L'azione pubblicitaria è stata poi completata in post-produzione: attraverso il *3D compositing*, enormi cartoni di latte d'avena in CGI sono stati sovrapposti digitalmente alla ripresa del muro[158].

In questo modo, Oatly ha rispettato la legge fisica, ma ha violato la norma nello spazio virtuale, trasformando una limitazione legislativa nel fulcro di un dibattito virale. L'annuncio completo si è consumato esclusivamente all'interno della percezione digitale dell'utente, dimostrando come il FOOH consenta di rinegoziare i confini della legalità urbana, privatizzando digitalmente un *landmark* pubblico senza incorrere in sanzioni amministrative.

Nonostante i vantaggi competitivi, la mimesi fotorealistica del FOOH apre scenari complessi dal punto di vista etico e legale. La deliberata ambiguità del formato, che imita l'estetica degli UGC (*User-Generated Content*), genera una zona grigia ("*murky ethics*") in cui l'utente fatica a distinguere la realtà dall'illusione. Questa opacità rischia di incrinare il patto fiduciario tra *brand* e consumatore, sconfinando potenzialmente nella pubblicità ingannevole. Normative come la *Ley General de Publicidad* spagnola (Articolo 3) sanzionano l'induzione in errore circa l'esistenza reale di un'installazione[159].

[158] Christopher Zara. «Oatly's fake graffiti invites real protest in Paris». In: *Fast Company* (1 dic. 2023). URL: https://www.fastcompany.com/90991367/oatlys-fake-graffiti-invites-real-protest-in-paris.

[159] Jefatura del Estado (España). *Ley 34/1988, de 11 de noviembre, General de Publicidad*. 15 Nov. 1988. URL: https://www.boe.es/eli/es/l/1988/11/11/34/con.

Per mitigare questi rischi, l'industria sta adottando strategie di "ammiccamento meta-testuale" (*meta-textual winking*): i *brand* svelano l'artificio in modo ironico nei commenti, trasformando l'inganno in un gioco condiviso. Questa dinamica rispecchia la teoria di Lev Manovich sul "meta-realismo", in cui lo spettatore accetta l'illusione proprio perché ne comprende la natura fittizia e partecipa alla sua decodifica[160].

Tuttavia, in una prospettiva socio-filosofica a lungo termine, la progressiva saturazione dei *feed* con contenuti FOOH rischia di generare un'inevitabile "anestesia estetica". Come teorizzato da Jean Baudrillard, il modello digitale precede e sovrascrive il reale (la "precessione dei simulacri"). Quando la manipolazione diventerà la norma, l'eccezionale perderà la sua forza d'urto[161]. Lo spazio urbano e i suoi monumenti, svuotati del loro significato storico, verranno ridotti a un mero fondale computazionale (*computational backdrop*) al servizio dell'*advertising*, segnando il trionfo assoluto dell'immagine sintetica sulla realtà tangibile.

[160] Manovich, *The Language of New Media*.
[161] Baudrillard, *Simulacri e simulazione*.

Capitolo 3

Analisi di progetti personali e sviluppo di un Workflow low budget per piccole realtà creative

Il presente capitolo esplora la definizione e la formalizzazione di un *workflow* operativo concepito specificamente per le piccole realtà creative. L'intento principale è analizzare come le forti restrizioni economiche, tipiche delle produzioni indipendenti, non rappresentino necessariamente un limite invalicabile, ma possano fungere da catalizzatore per lo sviluppo di paradigmi metodologici alternativi. L'approccio che verrà illustrato si fonda su un rigoroso controllo organizzativo in fase di pre-produzione e sull'impiego strategico di tecniche ibride, pensate per sopperire alla mancanza di capitale finanziario attraverso l'ottimizzazione del tempo e delle risorse *hardware*.

Per fornire un riscontro tangibile a queste dinamiche, la trattazione si articolerà attraverso la decostruzione tecnica di tre progetti autoprodotti. Lo scopo è illustrare nel dettaglio le sfide pratiche e le soluzioni adottate per implementare complessi *Visual Effects* (VFX) all'interno di produzioni vincolate da una *troupe* ristretta e da mezzi limitati. L'architettura del capitolo segue una progressione logica e cronologica, pensata per tracciare la progressiva evoluzione di questo metodo di lavoro.

L'indagine prenderà avvio dall'analisi di un cortometraggio narrativo, il quale ha rappresentato un vero e proprio "laboratorio" operativo in cui le basi del *workflow* sono state sperimentate e codificate per la prima volta. A partire da questo nucleo originario, l'esame si sposterà su due complessi casi studio successivi, legati alla promozione nel mercato discografico. In questo secondo scenario, si osserverà come le stesse procedure operative testate sul *set* narrativo siano state affinate, scalate e strategicamente adattate alle stringenti logiche algoritmiche di *retention* e conversione imposte dal formato *short-form* dei *social network*.

3.1 Progetti personali: casi studio

Prima di procedere con la decostruzione analitica delle campagne promozionali a cui è dedicata questa sezione, è fondamentale inquadrare il progetto che ha funto da matrice operativa per l'intero *workflow*. L'apripista di questa ricerca applicata non è rappresentato da un contenuto commerciale, bensì da *Disegni* (2025), un cortometraggio narrativo indipendente di cui ho curato la regia.

Tratto da un racconto originale, l'opera narra la parabola di un fotografo professionista in profonda crisi creativa, incapace di riconoscere valore nella propria produzione artistica. Il motore narrativo della vicenda è il ritrovamento fortuito di uno *sketchbook* dimenticato da uno sconosciuto all'interno di un bar. Il confronto tra la bellezza dei disegni in esso contenuti, culminanti in un enigmatico ritratto finale, e il senso di insoddisfazione verso le proprie fotografie innesca nel protagonista un'ossessione crescente. Questa alienazione psicologica si intensifica progressivamente, sfociando in una dimensione puramente onirica all'interno della quale le illustrazioni prendono vita, popolando i sogni del fotografo.

La realizzazione di questo cortometraggio ha costituito il primo vero banco di prova pratico in cui il nostro *team* operativo, il medesimo nucleo orizzontale di quattro persone coinvolto nei successivi progetti, ha sperimentato attivamente un flusso di lavoro ibrido, basato sull'integrazione tra riprese dal vivo e computer grafica. Il piano di lavorazione presentava criticità logistiche notevoli: il cronoprogramma imponeva di completare le riprese in sole quattro giornate, distribuite su sei *location* differenti, una densità eccezionalmente alta per una produzione così ristretta. In qualità di regista, la priorità gestionale è stata quella di minimizzare preventivamente le difficoltà tecniche sul *set*. Poiché l'obiettivo primario era l'integrazione degli attori (ripresi in *green screen*) all'interno degli scenari onirici generati in 3D, si è optato per un approccio conservativo: tutte le inquadrature a effetti speciali sono state concepite con il vincolo stilistico e tecnico della camera fissa. Questa limitazione volontaria ha permesso di eludere le complesse operazioni matematiche di *motion tracking* in post-produzione, incanalando le risorse e l'attenzione del *team* esclusivamente sulla corretta estrazione dei soggetti e sul *compositing*.

Tuttavia, nonostante le semplificazioni adottate in fase di ripresa, il progetto ha richiesto un imponente sforzo di pre-produzione, inaugurando di fatto quell'approccio di pianificazione rigorosa che sarebbe poi diventato lo *standard* procedurale per tutti i lavori futuri. È stata necessaria un'attenta progettazione visiva per garantire un'assoluta corrispondenza tra i disegni inchiostrati sulle pagine del taccuino reale e i relativi sogni tridimensionali. Gli scenari onirici, tra cui una casa in rovina col pavimento invaso dalla sabbia, un'intricata ambientazione labirintica e uno spazio liminale avvolto nel vuoto, solcato da cenere particellare, sono stati interamente modellati e renderizzati in 3D con largo anticipo rispetto all'allestimento del *set*.

La disponibilità preliminare di questi *render* si è rivelata il vero elemento chiave per la riuscita dell'opera. Il reparto fotografia, studiando direttamente la topografia e le fonti di luce degli ambienti digitali fittizi, ha potuto progettare e implementare soluzioni illuminotecniche speculari sul *set* reale. Questo ha garantito che gli attori sul *green screen* fossero illuminati in maniera perfettamente coerente con l'ambiente 3D in cui sarebbero stati inseriti successivamente, abbattendo drasticamente le problematiche di *match* visivo in post-produzione. L'esperienza di *Disegni* ha così codificato l'importanza vitale della pre-visualizzazione e del calcolo anticipato degli imprevisti. È esattamente su queste basi procedurali, testate per la prima volta in ambito narrativo, che sono state costruite e scalate le più ambiziose architetture visive dei casi studio promozionali analizzati nei paragrafi seguenti.

3.1.1 Ragazzo Giovane: serie di sei Instagram Reels con elementi VFX

Il primo caso studio in esame riguarda la progettazione e l'esecuzione di una campagna promozionale destinata al lancio dell'album *Ragazzo Giovane* dell'artista emergente torinese Diego Random, la cui uscita è avvenuta nel maggio 2025. Abbiamo avviato la fase di pre-produzione e ideazione nel gennaio dello stesso anno, operando all'interno di un *team* ristretto e multifunzionale composto da quattro elementi, un nucleo orizzontale già ampia-

mente consolidato attraverso molteplici collaborazioni pregresse, sia di natura accademica che indipendente.

La campagna si articola in sei contenuti strutturati per il formato *Reel* di Instagram, ciascuno concepito come estensione visiva di un singolo brano del disco. Dal punto di vista narrativo e tematico, l'album esplora la complessità della transizione all'età adulta, l'intersezione tra passato e futuro, le dinamiche di emancipazione dalle aspettative esterne e lo sforzo necessario per convertire la pratica musicale in professione. Configuratosi come un manifesto contro l'omologazione, il disco affronta la decostruzione dei *loop* mentali e delle dinamiche tossiche, sottolineando l'importanza di preservare la propria identità originaria.

Per tradurre questo impianto concettuale in un prodotto audiovisivo, abbiamo sviluppato una direzione artistica basata sull'estetica degli spazi liminali. Nelle riprese, l'artista esegue il *playback* all'interno di un ambiente asettico, grande e vuoto, il quale viene progressivamente saturato da elementi e situazioni surreali generati in computer grafica.

Questa specifica architettura visiva agisce come una metafora spaziale dell'inconscio dell'artista, permettendo di materializzare a schermo l'immaginario peculiare di ogni traccia. Dal punto di vista distributivo e strategico, l'obiettivo primario del progetto consisteva nell'intercettare un nuovo bacino di utenza, incrementare l'*engagement* sulla piattaforma e convertire l'attenzione in traffico diretto verso Spotify. Valutando la saturazione del mercato discografico indipendente sui *social network*, è emerso come fosse statisticamente improbabile che un utente fruisse di un contenuto musicale di un autore sconosciuto senza uno stimolo esterno.

Di conseguenza, abbiamo concepito i *Visual Effects* non come una semplice aggiunta estetica, ma come strumento strategico: le alterazioni surreali in CGI sono state progettate per operare come gancio visivo (*pattern interrupt*). Sfruttando la dissonanza cognitiva generata dall'inserimento di elementi impossibili in uno spazio fisico, i VFX hanno avuto lo scopo tecnico di arrestare lo scorrimento del *feed* (*scroll-stopping*) e forzare una finestra di attenzione prolungata, garantendo all'utente il tempo materiale necessario per ascoltare e assimilare il brano musicale.

3.1.1.1 Aspetti tecnici preliminari

La fase di pre-produzione ha avuto inizio nel gennaio 2025, concentrandosi in primo luogo sull'ideazione dei sei *Reel*. L'approccio metodologico ha richiesto la decostruzione di ciascun brano per poterne tradurre il nucleo emotivo e testuale in un equivalente visivo, individuando contestualmente un elemento in computer grafica che potesse fungere da *pattern interrupt* per trattenere lo spettatore. È stato prioritario bilanciare la coerenza concettuale dell'album con le metriche di *retention* tipiche delle piattaforme *social*, applicando le logiche di ingaggio trattate nel capitolo precedente. Questo processo iterativo si è sviluppato attraverso continui confronti con l'artista, allo scopo di allineare la sua visione creativa alle necessità del formato *short-form* e, soprattutto, alla fattibilità tecnica. È stata infatti applicata una severa selezione delle idee, scartando soluzioni di *compositing* o simulazioni 3D che avrebbero richiesto risorse computazionali o tempi di *rendering* incompatibili con la nostra architettura produttiva.

Definiti i *concept* embrionali e redatta una prima *shotlist*, l'attenzione si è spostata sulla ricerca della *location*, che ha rappresentato il principale collo di bottiglia logistico a causa di un *budget* sostanzialmente nullo. La fase di *scouting*, protrattasi fino a marzo, si è inizialmente concentrata su siti industriali e capannoni abbandonati accessibili a titolo gratuito. Tali opzioni sono state sistematicamente scartate: l'assenza di requisiti minimi di sicurezza, le difficoltà di accesso per l'attrezzatura e la mancanza di fornitura elettrica

stabile rendevano questi spazi incompatibili con il piano di lavorazione, che nel frattempo era stato quantificato in un fabbisogno minimo di due intere giornate di ripresa.

La risoluzione del problema si è concretizzata con l'individuazione di Scalo Eventi Torino (SET), una struttura polivalente di recente apertura. L'architettura del sito rispondeva perfettamente alle nostre esigenze di *art direction*: un ambiente vasto e vuoto, versatile e dalla marcata estetica liminale, capace di ospitare fino a 5.000 persone. La struttura si divide in un'area principale di 4.200 metri quadrati e un secondo spazio di 3.400 metri quadrati comprensivo di magazzini, uffici e un limbo fotografico di 250 metri quadrati, caratterizzato da ampie vetrate oscurabili o sfruttabili per l'illuminazione naturale. I costi *standard* di noleggio per *set* cinematografici o eventi *corporate* all'interno di questa struttura oscillano tra i 5.000 e i 15.000 euro, cifre assolutamente fuori dalle nostre possibiltà. Tuttavia, sfruttando la recente inaugurazione dello spazio e la temporanea assenza di eventi a calendario, abbiamo proposto e finalizzato un accordo di compensazione (*barter agreement*): in cambio dell'utilizzo esclusivo del teatro minore per due giornate lavorative, il nostro *team* si è impegnato a produrre un pacchetto di contenuti audiovisivi promozionali destinati ai canali ufficiali della struttura.

Risolto il problema della *location*, è stato definito il comparto tecnico. Per l'acquisizione video è stata impiegata una Blackmagic Pocket Cinema Camera 6K, scelta per la capacità di registrare in formato BRAW, garantendo così la latitudine di posa e la profondità colore necessarie per le successive operazioni di *keying* e *color grading*[162]. A supporto delle lavorazioni di *compositing*, la dotazione includeva dei pannelli *chroma key* portatili di tipo *pop-up* (noti anche come *collapsible green screen*), dotati di telaio autoportante tensionato. La scelta di questi schermi, dimensionati per coprire esclusivamente la figura umana, ha permesso di isolare il soggetto senza la necessità di allestire complesse architetture di sospensione o *truss* in alluminio, garantendo estrema agilità negli spostamenti sul *set*.

Il parco luci, volutamente leggero, era composto da quattro proiettori al tungsteno Arri Studio 650W e sei pannelli LED compatti a marchio Nanlite, supportati dai relativi stativi e bandiere di diffusione. Questa configurazione agile rispondeva a una precisa esigenza di illuminotecnica: le sorgenti artificiali sono state impiegate esclusivamente per modellare l'illuminazione sul soggetto in primo piano e garantire un'illuminazione omogenea del *green screen* retrostante per minimizzare i difetti di contaminazione cromatica (*color spill*)[163]. Di conseguenza, il distacco del soggetto dal fondo è stato ottimizzato delegando l'esposizione del vasto ambiente circostante (impossibile da illuminare uniformemente con l'amperaggio a nostra disposizione) alla luce neutra e diffusa già presente nella struttura, ideale per generare l'atmosfera asettica richiesta dal *concept*.

L'ultima macro-fase della pre-produzione ha riguardato la pianificazione logistica per le due giornate di *set*, fissate per lunedì 14 e martedì 15 aprile, con orario di convocazione alle 08:30 e chiusura tassativa alle 18:00. Il contratto precludeva qualsiasi estensione d'orario, con l'obbligo di liberare la struttura entro le 19:00. Questa rigidità ha imposto una preparazione millimetrica di ogni inquadratura. Non essendoci margine temporale per l'improvvisazione o per *test* di illuminazione sul momento, il *set* è stato affrontato come un ambiente di pura esecuzione tecnica: ogni posizionamento di macchina, l'acquisizione

[162]Sull'importanza dell'acquisizione in formato RAW per preservare le informazioni cromatiche lineari e massimizzare la latitudine di posa a vantaggio delle successive estrazioni in *compositing*, cfr. il testo di cinematografia digitale di Stump, *Digital Cinematography: Fundamentals, Tools, Techniques, and Workflows*; Per le specifiche di gestione del profilo colore Blackmagic RAW (BRAW), si rimanda a Blackmagic Design, *DaVinci Resolve 18.6 Reference Manual*.

[163]Wright, *Digital Compositing for Film and Video*.

dei *clean plate* per gli sfondi e la mappatura degli spazi per il successivo *camera tracking* 3D erano stati schematizzati preventivamente[164].

Un'ulteriore sfida tecnica affrontata in fase di produzione ha riguardato l'infrastruttura elettrica del sito. Trattandosi di uno spazio fieristico e polivalente, l'alimentazione era erogata esclusivamente tramite prese industriali CEE (formati monofase da 16A blu e trifase da 32A rossi), incompatibili con le prese civili in dotazione ai nostri apparecchi. Non disponendo di un quadro elettrico di distribuzione portatile né di generatori autonomi, è stato necessario reperire e cablare specifici adattatori industriali-civili.

3.1.1.2 Decostruzione operativa dei contenuti: analisi tecnica dei sei Reel

Per garantire la coerenza visiva della campagna e ottimizzare i tempi di post-produzione, è stato adottato un protocollo di acquisizione dati standardizzato. Al termine dell'allestimento di ciascun *set*, è stata acquisita una fotografia a 360 gradi dell'ambiente tramite una fotocamera Insta360. Queste immagini panoramiche sono state importate all'interno di Blender principalmente per restituire sui modelli i contributi della luce riflessa dalle pareti della struttura. Tuttavia, l'illuminazione della scena 3D non è stata affidata esclusivamente a queste acquisizioni: per ogni *Reel*, abbiamo registrato con cura la posizione, l'intensità e la temperatura colore dei proiettori fisici impiegati, ricostruendo poi manualmente le singole luci nel *software*. La combinazione tra le sorgenti luminose ricreate e i riflessi ambientali forniti dalla foto 360 ha permesso di generare *render* già visivamente coerenti con il materiale girato, riducendo al minimo le difficoltà e i tempi di intervento nella successiva fase di *compositing*.

Reel 1: *Ragazzo Giovane*

Il primo contenuto, concepito come introduzione visiva del progetto, è privo di interventi in computer grafica. L'architettura dell'inquadratura si basa su un complesso piano sequenza gestito tramite stabilizzatore elettronico a tre assi (*gimbal*). L'azione inizia nel camerino, inquadrando l'artista allo specchio, per poi attraversare in continuità l'intero spazio vuoto del teatro di posa fino all'estremità opposta, culminando con l'accensione simultanea di proiettori a vista. La complessità operativa in questo caso non è derivata dalla post-produzione, ma dalla sincronizzazione millimetrica (*timing*) sul *set*. È stata necessaria una rigorosa coreografia tra i movimenti dell'artista, l'operatore di macchina — che esegue rotazioni a 360 gradi attorno al soggetto per poi precederlo in camminata all'indietro — e l'accensione manuale del parco luci, il tutto vincolato all'esatta durata metronomica della traccia audio in *playback*[165].

Reel 2: *Uragano*

Per questo brano dal ritmo movimentato, l'impostazione visiva si è basata su un'inquadratura fissa, posizionata in alto rispetto all'*eye-level* dell'artista (*high-angle shot*). L'uso di un'ottica grandangolare ha permesso di inquadrare una vasta porzione del pavimento industriale vuoto. All'interno di questo spazio, a tempo con la musica, si materializzano

[164] Okun e Zwerman, *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*.

[165] Sulla gestione dei movimenti di macchina continui tramite stabilizzatori elettronici e la stretta interdipendenza tra operatore, illuminazione dinamica e *timing* coreografico, cfr. Stump, *Digital Cinematography: Fundamentals, Tools, Techniques, and Workflows*.

e scompaiono molteplici *asset* tridimensionali eterogenei (automobili, carri armati, sedie, scale, panche, casse audio, cartelli stradali, palloni di vario genere e un modello organico di una capra). Questi elementi si scambiano continuamente di posizione, generando un effetto *glitch* frenetico che simula un collasso della realtà circostante.

L'integrazione di questi elementi ha richiesto un'attenta annotazione sul *set* della posizione, dell'intensità e del calore di ogni singola luce impiegata. La raccolta di questi dati è stata necessaria per poter ricreare la medesima illuminazione all'interno dello spazio 3D, in modo che i modelli sintetici reagissero alla luce in maniera coerente con il *plate* reale. La difficoltà maggiore dell'intero processo si è presentata nella fase di assemblaggio dell'effetto *glitch*. A causa della natura caotica della scena e del continuo mutamento degli oggetti, si è scelto di renderizzare dei *frame* statici per ogni singolo spostamento o modifica degli *asset*. Il *compositing* e l'assemblaggio finale del video sono stati eseguiti direttamente sulla *timeline* di DaVinci Resolve, montando le immagini una per una. Avendo ricreato con precisione le luci del *set* nel mondo 3D a monte, i *render* si sono integrati nel girato senza richiedere interventi correttivi complessi. La complessità del lavoro, pertanto, non è derivata da problematiche di *match* visivo, bensì dal lungo e meticoloso processo manuale di montaggio dei singoli *frame* necessari per ottenere il caos voluto.



Figura 3.1: Integrazione di elementi CGI surreali per la campagna *social* di Diego Random, brano *Uragano* (2025). A sinistra, modelli 3D in *solid mode*; a destra, il *compositing* finale.

Reel 3: *Periodo Punk*

L'architettura di questo contenuto si fonda sulla tecnica del *perfect loop* abbinata a un evento visivo iniziale di forte impatto (*hook*)[166]. Mantenendo un'inquadratura fissa, l'azione mostra l'artista che, durante l'esecuzione del ritornello, compie un passo in avanti e viene investito trasversalmente da un'automobile in CGI che transita a ridosso dell'obiettivo. Non appena il volume del veicolo libera il campo visivo, l'artista riappare in profondità, con un'espressione di stupore per quanto appena accaduto; riprendendo il *playback*, avanza nuovamente, innescando così la ripetizione ciclica del video.

La risoluzione pratica di questo effetto ha richiesto un'attenta pianificazione per garantire la perfetta continuità del *loop*. L'esecuzione del brano è stata registrata in un'unica ripresa continua, demandando la creazione della ciclicità alla fase di montaggio tramite un'alterazione della sequenza cronologica del girato. Nello specifico, la coda della ripresa originale è stata traslata all'inizio della *timeline* del video finale. Effettuando un taglio strategico a metà dell'azione, occultato visivamente dal passaggio in primo piano dell'*asset* 3D dell'automobile, il contenuto inizia pochi istanti prima del finto impatto e si conclude nel momento esatto in cui l'artista riassume la posa di partenza, garantendo così una transizione invisibile che salda la fine del *Reel* al suo inizio.

Per simulare fisicamente l'impatto, l'artista è stato scansionato tramite l'applicazione fotogrammetrica Polycam nell'esatta posa assunta nel *frame* di collisione (che funge da giuntura tra la fine e l'inizio del *loop*). Il *digital double* (doppio digitale) così generato è stato importato in Blender e animato per la manciata di *frame* necessari a simulare la reazione fisica all'urto. Come per i contenuti precedenti, la registrazione accurata dei parametri illuminotecnici fisici ha permesso di replicare le luci nel *software* 3D, garantendo un'integrazione coerente dei modelli con l'ambiente reale. Infine, le fisiologiche imperfezioni geometriche della scansione amatoriale sono state mascherate dall'estrema velocità dell'azione e dall'applicazione di un marcato *motion blur* direzionale in fase di *rendering*, restituendo un risultato percettivamente realistico senza gravare sui tempi di modellazione e post-produzione.

Reel 4: *Come sono*

Il quarto brano si caratterizza per un tono introspettivo, in cui il testo esplora l'effetto e il peso dello sguardo altrui sull'artista. Questa tematica è stata tradotta visivamente attraverso una lenta carrellata all'indietro (*dolly out*). L'inquadratura parte da un primissimo piano per poi arretrare, rivelando progressivamente un imponente e opprimente schieramento di attrezzatura cinematografica puntata verso il soggetto. Sul *set*, gli unici elementi fisici presenti erano l'artista, i binari del carrello e un numero ristretto di stativi; l'intero apparato tecnico rimanente (macchine da presa, gru, proiettori addizionali) è stato allestito virtualmente impiegando *asset* tridimensionali di libreria, opportunamente disposti nello spazio 3D e integrati in fase di *compositing*.

La presenza di un movimento di macchina fisico ha reso imprescindibile il ricorso al *camera tracking* 3D (o *matchmoving*). Questa operazione consiste nell'analizzare lo spostamento bidimensionale di specifici punti ad alto contrasto all'interno dell'inquadratura per una data sequenza di *frame*; calcolando la variazione di parallasse di questi punti, il *software* è in grado di ricostruire matematicamente il percorso e l'ottica della telecamera originale in uno spazio tridimensionale. L'esecuzione di questa procedura all'interno di

[166] Cotter, «Playing the visibility game: How digital influencers and algorithms dance».



Figura 3.2: *Ragazzo Giovane*, Brano *Come sono*. A sinistra, il momento prima dell'impatto con il veicolo in CGI; a destra, la scansione 3D dell'artista utilizzata per simulare le interazioni fisiche della collisione.

Blender ha rappresentato la sfida tecnica principale: l'ambiente omogeneo e asettico del teatro di posa mancava quasi del tutto dei punti di ancoraggio visivo necessari per la risoluzione dell'algoritmo. Per ovviare alla problematica, sono stati distribuiti strategicamente nel campo visivo alcuni veri stativi e *marker* a terra. Questi oggetti reali hanno fornito al *software* i dati spaziali indispensabili per risolvere il movimento di macchina e, successivamente, si sono fusi visivamente con la massa di stativi sintetici inseriti in *compositing*[167].

Parallelamente alla consueta e rigorosa riproduzione dell'illuminazione reale nell'ambiente 3D, una criticità rilevante è emersa nella gestione dei materiali (*shading*). L'equipaggiamento tridimensionale è stato popolato utilizzando *asset* gratuiti reperiti su librerie *online*, i quali presentavano *texture* PBR (*Physically Based Rendering*) a bassa risoluzione. Inseriti all'interno di un'illuminazione realistica, questi modelli risultavano palesemente artificiali. Di conseguenza, è stato necessario intraprendere un esteso lavoro di *retexturing* e ricalibrazione dei parametri fisici (come la rugosità e la riflettanza) dei materiali plastici e metallici, allo scopo di eguagliare la densità fotografica della ripresa originale e garantire una mimesi credibile tra l'attrezzatura fisica e quella digitale.

Reel 5: *Randagi*

Il quinto contenuto ha rappresentato il vertice di complessità tecnica e computazionale del progetto. La scena prevede l'artista in levitazione al di sopra di una folla in movimento, durante un *rave*. Per gestire le limitazioni *hardware* e abbattere i tempi di calcolo, la sequenza è stata strutturata su un montaggio alternato che sfrutta due approcci realizzativi paralleli.

Per le inquadrature larghe (*wide shot*), che illustrano l'ascesa iniziale dell'artista e prevedono rapidi movimenti di macchina rotatori attorno all'azione, si è optato per una soluzione *Full CG*. In queste sequenze è stato impiegato il *digital double* dell'artista, generato nuovamente tramite scansione fotogrammetrica, posizionato al di sopra di una platea di modelli tridimensionali animati. Per la generazione e la gestione di questa moltitudine di soggetti è stato implementato all'interno di Blender l'*add-on Procedural Crowds*. Basato su un'architettura a *Geometry Nodes*, questo strumento automatizza la distribuzione spaziale e l'assegnazione di animazioni cicliche (come il ballo e l'esultanza) a interi gruppi di modelli. Il suo utilizzo ha semplificato e accelerato drasticamente un processo che, se affrontato manualmente tramite posizionamento e *rigging* individuale di decine di *character*, avrebbe saturato i tempi di sviluppo. Poiché gli *asset* forniti dall'estensione presentano una topologia a bassa risoluzione, è stata adottata una strategia di mascheramento visivo: la folla è stata inquadrata esclusivamente in campo lungo e sempre di spalle. A celare ulteriormente l'artificiosità geometrica dei modelli è intervenuta l'illuminazione tridimensionale, strutturata per simulare la tipica atmosfera di un *rave*: un ambiente prevalentemente buio, frammentato da brevi e intensi lampi stroboscopici sincronizzati con le frequenze della traccia audio.

Al contrario, per le inquadrature a mezzo busto (*medium shot*), in cui l'accuratezza del *playback* labiale e l'espressività facciale risultavano imprescindibili, l'artista è stato ripreso fisicamente dal vivo. Sul *set*, il soggetto è stato posizionato in piedi di fronte all'obiettivo, con i pannelli *green screen pop-up* collocati direttamente alle sue spalle. L'illusione della levitazione è stata ottenuta combinando la *performance* attoriale con un preciso schema

[167] Okun e Zwerman, *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*.



Figura 3.3: Breakdown per il brano *Come sono*. A sinistra, l'inserimento dei modelli 3D dell'attrezzatura di scena in *solid mode*; a destra, il *compositing* finale comprensivo di *texturing*, illuminazione e *color grading*

illuminotecnico: l'artista ha simulato l'assenza di gravità muovendo il corpo e le braccia come se la propria schiena fosse parallela al pavimento, mentre le luci sono state posizionate in modo da sembrare proiettare la luce dal basso verso l'alto. Questo *setup* ha permesso di replicare fisicamente i contributi luminosi provenienti dall'ambiente e dalla folla posizionata al di sotto del soggetto nei totali *Full CG*.

Un elemento cruciale di ottimizzazione ha riguardato la gestione dell'ambiente virtuale circostante. Come evidenziato nei casi precedenti, l'acquisizione fotografica a 360 gradi tramite Insta360 è stata una prassi per tutti i contenuti della campagna, impiegata primariamente per la ricostruzione dei contributi luminosi fisici sui modelli 3D, al fine di agevolare e snellire i processi di integrazione visiva. Nel caso specifico di *Randagi*, tuttavia, la notevole ampiezza dei movimenti di macchina virtuali ha imposto un utilizzo differente del dato acquisito. L'immagine panoramica è stata impiegata all'interno di Blender per ricostruire l'architettura della *location* attraverso la tecnica del *Camera Projection Mapping*: l'acquisizione a 360 gradi è stata proiettata come *texture* su *mesh* tridimensionali grezze (*low-poly*) che ricalcavano i volumi base del teatro di posa. Questa strategia ha permesso di ottenere sfondi fotorealistici e dinamicamente navigabili a un costo computazionale irrisorio, confermando l'efficacia di una progettazione ibrida rigorosa e orientata al risparmio delle risorse[168].

Reel 6: *Indelebile*

Il sesto e ultimo contenuto, associato al brano *Indelebile*, conclude la serie di *Reel* senza l'impiego di elementi in computer grafica. Data la natura intima della traccia, posta a chiusura dell'album e incentrata sul tema dell'amicizia, si è optato per un'estetica affidata esclusivamente alla ripresa reale (*in-camera*). L'intervento si è concentrato sulla gestione illuminotecnica: i proiettori Arri al tungsteno sono stati direzionati in modo da simulare una luce calda tipica del tramonto, facendola filtrare trasversalmente attraverso le colonne del teatro di posa. Collocando l'artista al centro di questa configurazione, è stato generato un ambiente visivo ovattato e surreale. Questa scelta ha permesso di assecondare il tono del brano, chiudendo il progetto con un ritorno alla purezza dell'illuminazione tradizionale e contrapponendosi alla saturazione digitale dei contenuti precedenti.

3.1.1.3 Sintesi dei risultati ottenuti e conclusioni finali

L'analisi quantitativa degli *Insights* forniti dalla piattaforma Instagram permette di misurare l'effettiva validità dell'uso dei VFX come gancio visivo (*pattern interrupt*). Esaminando le metriche dei sei contenuti pubblicati tra aprile e giugno 2025, emerge una correlazione diretta tra l'intensità dell'alterazione digitale e la distribuzione organica del *Reel* da parte dell'algoritmo.

Il vertice prestazionale dell'intera campagna coincide con il quinto contenuto, *Randagi* (19 maggio 2025), caratterizzato dall'innesto VFX più complesso (levitazione e folla in *Full CG*). Il *Reel* ha registrato 42.402 visualizzazioni e una copertura (*reach*) di 27.680 *account*, generando il picco assoluto di salvataggi (66). In ambito *social-metrico*, un elevato numero di salvataggi indica che l'utente ha interrotto lo scorrimento per analizzare l'immagine, memorizzandola per una successiva fruizione. La dissonanza cognitiva generata dall'effetto

[168] Sull'ingegnerizzazione del *Camera Projection Mapping* come strumento per elevare la fedeltà fotorealistica della scena abbattendo contemporaneamente i carichi di modellazione e il peso poligonale, cfr. le tecniche di integrazione 2.5D descritte in Wright, *Digital Compositing for Film and Video*.

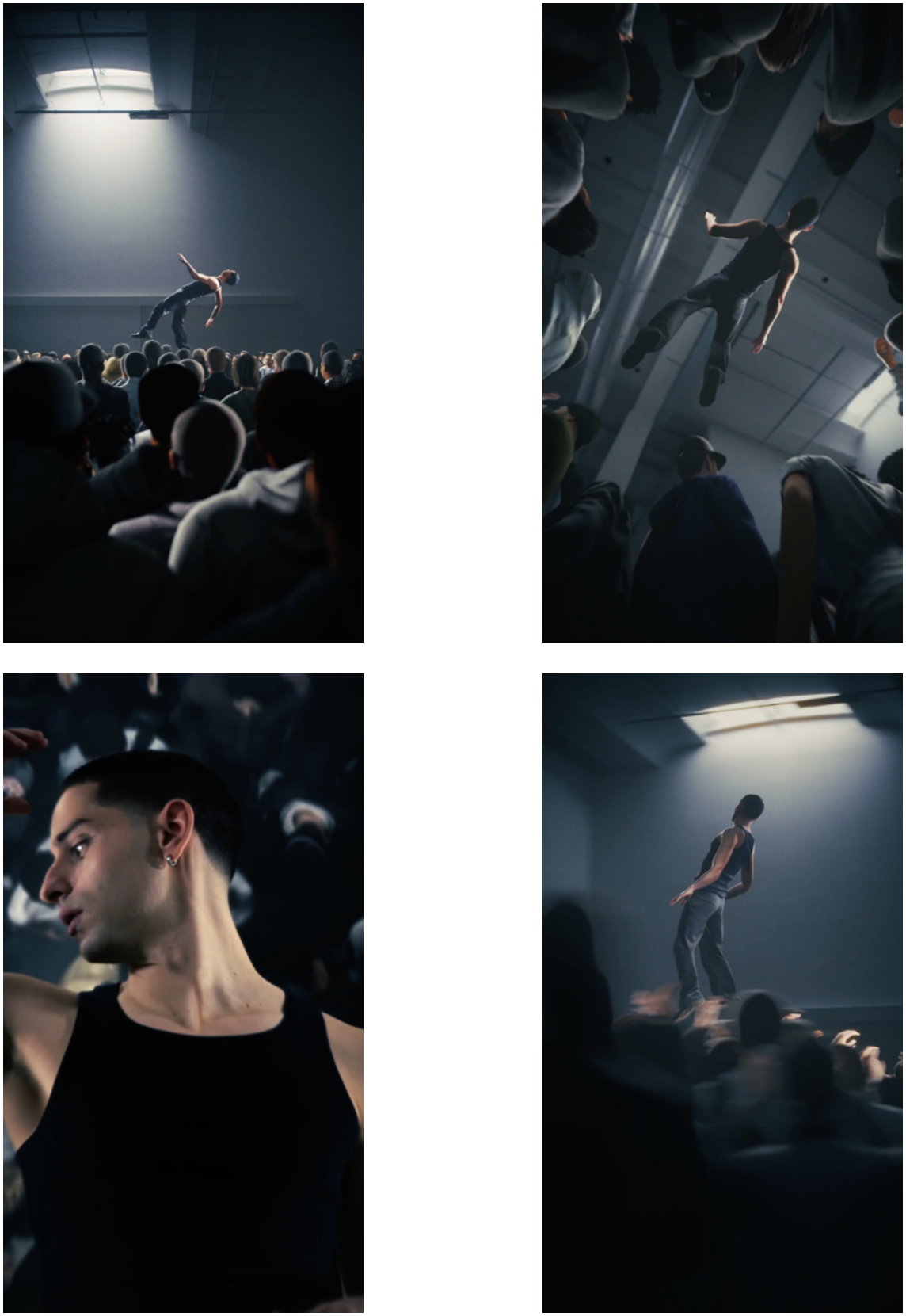


Figura 3.4: Selezione di frame estratti dal reel per il brano *Randagi*.

ha quindi massimizzato la *retention*, spingendo l'algoritmo a premiare il contenuto con la massima esposizione[169].

Un riscontro analogo si osserva nei *Reel Uragano* (12 maggio) e *Periodo Punk* (14 maggio). Il primo, basato sul *glitch* frenetico degli *asset* 3D, ha totalizzato 25.717 visualizzazioni e il tasso di conversione più alto della campagna in termini di acquisizione di nuovo pubblico (23 nuovi *follower*). Questo dato dimostra che il caos visivo ha trattenuto l'attenzione dell'utente per un tempo sufficiente a innescare l'interesse verso il profilo dell'artista. *Periodo Punk* ha invece capitalizzato sulla struttura a *perfect loop* e sullo *shock* visivo dell'incidente automobilistico, raggiungendo 27.712 visualizzazioni e 18.328 *account* unici. La natura ciclica del montaggio ha fisiologicamente incrementato il tasso di riproduzione (*replay rate*), inviando un segnale di alto *watch-time* all'algoritmo.

Il quarto *Reel*, *Come sono* (16 maggio), che presentava un impiego della CGI meno orientato allo *shock* visivo e più integrato come *set dressing* (l'attrezzatura cinematografica), ha fisiologicamente registrato metriche intermedie: 18.202 visualizzazioni e una copertura di 12.909 *account*.

A validare definitivamente l'ipotesi di partenza sono i dati dei due contenuti privi di alterazioni sintetiche. Il video introduttivo *Ragazzo Giovane* (24 aprile) ha ottenuto metriche solide (22.893 visualizzazioni, 13.960 di copertura) giustificate dal fisiologico effetto lancio e dalla forte attivazione della *fanbase* preesistente, testimoniata dal picco assoluto di commenti (128). Tuttavia, l'effettivo "gruppo di controllo" dell'esperimento è rappresentato dal sesto e ultimo *Reel*, *Indelebile* (7 giugno). Privato di qualsiasi inserto VFX e affidato unicamente all'estetica dell'illuminazione *in-camera*, il contenuto ha registrato le metriche più basse dell'intera campagna: 14.232 visualizzazioni, 11.215 di copertura e soli 2 nuovi *follower*.

Un'ulteriore variabile strategica che ha inciso sulle metriche di *engagement* è la saturazione temporale della distribuzione. L'analisi del calendario editoriale evidenzia una pubblicazione concentrata in una finestra estremamente ristretta, con i contenuti centrali rilasciati a intervalli di sole 48-72 ore (12, 14, 16 e 19 maggio).

In ottica di *social media management*, l'adozione di questa strategia di *burst posting* (pubblicazione a blocchi ravvicinati) impone l'accettazione di una precisa criticità strutturale: la cannibalizzazione organica. L'algoritmo di Instagram è infatti progettato per ottimizzare il tempo di permanenza dell'utente diversificando i creatori proposti nel *feed*. Di conseguenza, pubblicare un nuovo contenuto a distanza di sole 48 ore "tronca" artificialmente la spinta organica del *Reel* precedente, impedendogli di raggiungere il suo reale limite fisiologico di *reach* nel lungo periodo[170].

Tuttavia, nel perimetro temporale ristretto imposto dal lancio di un progetto discografico, questa sovrapposizione si è configurata come un compromesso calcolato. Se da un lato è stato sacrificato il potenziale di crescita isolato del singolo video, dall'altro la rapida successione degli *upload* ha innescato un *momentum* algoritmico utile a massimizzare il *clustering* dell'*audience*. L'esperimento dimostra analiticamente come un'alta frequenza di rilascio, se supportata da ganci visivi (VFX) fortemente eterogenei tra loro, sia in grado di mitigare la penalizzazione della cannibalizzazione organica: la diversità dell'innesto CGI ha evitato l'assuefazione visiva dell'utente, permettendo a ciascun *Reel* di capitalizzare sulle interazioni generate dal contenuto immediatamente precedente (*halo effect*). Questa densità distributiva ha così ottimizzato la curva di *reach* aggregata dell'intera campagna, portandola a culminare nel picco prestazionale del quinto contenuto.

[169] Cotter, «Playing the visibility game: How digital influencers and algorithms dance».
[170] Dijck e Poell, «Understanding Social Media Logic».

I dati telemetrici confermano pertanto l'assunto teorico: in un ecosistema saturo e governato da logiche micro-temporali, la pura *performance* musicale e fotografica non è sufficiente per garantire un'espansione organica del pubblico. L'impiego della CGI come elemento di rottura percettiva si è rivelato un dispositivo funzionale indispensabile per eludere lo *scroll* compulsivo, aumentando significativamente i tassi di copertura, ritenzione e conversione dell'utente.

Oltre all'analisi dei dati *social*, il progetto permette di tracciare un bilancio oggettivo sulla sostenibilità del flusso di lavoro. Gestire sei contenuti tecnicamente eterogenei, ognuno con tecniche e *asset* differenti, ha comportato un carico di lavoro molto elevato per un *team* di sole quattro persone. In pre-produzione è stata necessaria una programmazione al minimo dettaglio, mentre la post-produzione ha richiesto un notevole dispendio di ore. L'operazione è stata possibile solo grazie alle ottimizzazioni studiate a monte: l'acquisizione delle foto 360, la registrazione precisa delle luci sul *set* e la scelta di eseguire il *compositing* direttamente sulla *timeline* di DaVinci Resolve, evitando architetture nodali troppo pesanti, si sono rivelate essenziali per non bloccare la *pipeline*. Nonostante queste facilitazioni, la mole di lavoro ha mostrato i suoi limiti pratici: la complessità del quinto *Reel*, *Randagi*, ha estenuato le energie del *team*, causando un ritardo effettivo nella consegna del sesto e ultimo video, *Indelebile*. Questo imprevisto dimostra come l'ottimizzazione dei *software* non possa compensare del tutto i limiti fisici e temporali di un gruppo di lavoro ristretto.

Per rispettare le tempistiche di consegna lavorando su macchine *consumer*, è stato necessario accettare precisi compromessi tecnici, instaurando un vero e proprio *trade-off* estetico e computazionale. Abbiamo rinunciato a simulazioni fisiche complesse e a calcoli di illuminazione globale ricorsiva, che avrebbero saturato l'*hardware* e allungato in modo insostenibile i tempi di *rendering*. Questa rinuncia non ha rappresentato un difetto, ma una chiara negoziazione: sacrificare il fotorealismo assoluto in favore di un'estetica volutamente surreale o caotica, come i *glitch* di *Uragano* o le distorsioni di *Periodo Punk*, ha permesso di aggirare i colli di bottiglia *hardware*. Questo approccio visivo si è rivelato una scelta vincente per il formato *mobile*, dove la risoluzione dello schermo e la velocità di fruizione aiutano a mascherare le imperfezioni geometriche, valorizzando invece l'impatto visivo generale.

3.1.2 Non Prendo Sonno: un reel che rende omaggio a Mad Max: Fury Road

Il secondo caso studio prende in esame la progettazione e l'esecuzione di un singolo contenuto promozionale in formato *Instagram Reel*, della durata di trenta secondi, destinato al lancio del singolo *Non prendo sonno* del duo *punk-rock* torinese Soda, pubblicato il 23 gennaio. Sebbene la mole di contenuti risulti inferiore rispetto alla campagna precedente, essendo circoscritta a un'unica *clip*, il progetto ha richiesto uno sforzo produttivo nettamente superiore. Le lavorazioni sono state condotte dal medesimo *team* orizzontale di quattro persone, ma l'obiettivo tecnico che ci siamo prefissati ha innalzato significativamente la scala e la complessità dell'elaborato finale, configurando questo lavoro come una vera e propria sfida di implementazione tecnica.

Dal punto di vista tematico, il brano affronta la pressione psicologica derivante dai ritmi frenetici della società contemporanea, la quale impone una costante iper-produttività e genera diffusi stati di ansia, traducendosi in una cronica sensazione di inadeguatezza. L'arrangiamento *punk-rock*, caratterizzato da un ritmo incalzante, *riff* di chitarra elettrica sostenuti e un ritornello gridato, restituisce un forte senso di urgenza. L'intero progetto discografico dei Soda si appoggia a un'estetica visiva di matrice post-apocalittica e de-

gradata, già anticipata dalla copertina del disco che ritrae il duo all'interno di un edificio scolastico in rovina.

Per tradurre tale urgenza sonora e narrativa in un impianto visivo coerente, abbiamo proposto una direzione artistica estrema: la ricostruzione in computer grafica di una delle sequenze più iconiche del film *Mad Max: Fury Road* (George Miller, 2015)[171]. Nello specifico, la scena riprodotta vede una massiccia carovana di veicoli corazzati procedere a folle velocità in un paesaggio desertico e inospitale; alla testa del convoglio svetta il *Doof Wagon*, un imponente e grottesco autocarro militare convertito in palcoscenico mobile, sulla cui facciata anteriore è allestita una mastodontica parete di casse amplificatrici. Sospeso di fronte a questo muro sonoro tramite cavi elastici, un chitarrista (il *Doof Warrior*) accompagna la marcia suonando uno strumento in grado di espellere violente fiammate. In questa rielaborazione della sequenza, i due musicisti sono stati integrati in veste di attori protagonisti dell'azione: calati all'interno di questo scenario ricostruito digitalmente, sostituiscono i personaggi originali ed eseguono la *performance* in prima persona. L'abbinamento tra la frenesia cinetica di questo contesto e l'aggressività musicale del brano ci è parsa la soluzione ottimale per materializzare la sensazione di una corsa furiosa e inarrestabile.

Oltre a rappresentare un omaggio consapevole a un'opera cinematografica di riferimento, questa complessa architettura visiva è nata da una precisa necessità di ricerca e sviluppo interna al *team*. La scelta di questa specifica sequenza ha risposto alla volontà di spingerci al limite delle nostre capacità operative, costringendoci ad affrontare dinamiche inedite e tecnicamente avanzate nell'ambito dei VFX. Sul fronte distributivo e strategico, le finalità rimanevano coerenti con quelle del caso studio precedente: incrementare la visibilità e generare traffico verso le piattaforme di *streaming*. Tuttavia, se nel primo caso il *pattern interrupt* era affidato alla sottile dissonanza di un ambiente surreale, in questo contesto il gancio visivo è stato strutturato sull'impatto cinetico e viscerale di un'azione estrema.

L'obiettivo tecnico è stato quello di generare un effetto di puro *shock* visivo nello spettatore, sfruttando l'eccesso degli elementi in scena, veicoli pesanti in corsa, simulazioni di polvere, emissioni di fuoco e una scala monumentale dell'azione, al fine di massimizzare l'efficacia del *pattern interrupt*, forzando l'interruzione dello scorrimento del *feed* e ottimizzando la *retention* dell'utente per l'intera durata dell'esecuzione musicale.

3.1.2.1 Aspetti tecnici preliminari

La realizzazione di questo contenuto ha richiesto una massiccia e rigorosa fase di preproduzione, commisurata all'elevata complessità visiva dell'obiettivo. Il punto di partenza metodologico è consistito nella decostruzione analitica della sequenza del film originale. Abbiamo realizzato un *rubamatic* (un *animatic* di riferimento ottenuto tramite montaggio temporaneo), assemblando gli estratti della pellicola in sincrono con i BPM e gli accenti ritmici del brano musicale dei Soda. Questo processo di selezione ci ha permesso di stabilire con precisione l'esatta durata e tipologia delle inquadrature da replicare integralmente, all'interno delle quali i musicisti avrebbero sostituito i personaggi originali[172].

[171] Mike Seymour. *A killer timeline: Mad Max: Fury Road*. fxguide. 29 Mag. 2015. URL: `https://www.fxguide.com/fxfeatured/a-killer-timeline-mad-max-fury-road/`.

[172] Okun e Zwerman, *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*.

Definita la struttura del montaggio, abbiamo proceduto con uno spoglio meticoloso dei VFX. È stato redatto un documento tecnico dettagliato in cui ogni singola inquadratura è stata analizzata per individuarne i fabbisogni fisici e digitali. Entrando nello specifico, l'analisi ha evidenziato diverse criticità operative da risolvere preventivamente sul *set*. Ad esempio, una delle inquadrature più complesse prevedeva un movimento di macchina semicircolare attorno al chitarrista (il *Doof Warrior*), con un angolo di ripresa dal basso verso l'alto (dal profilo frontale); per consentire l'esecuzione pratica di tale traiettoria, è stato stabilito di posizionare l'attore su una pedana rialzata, calcolando inoltre la necessità di estendere la superficie del telo *chroma key* per evitare lo sconfinamento della camera fuori dal fondale durante il movimento. Parallelamente, sul versante della post-produzione, l'analisi ha portato alla stesura di tabelle di categorizzazione degli *asset* 3D da modellare o reperire, assegnando preventivamente a ogni *shot* i relativi elementi in computer grafica (veicoli, casse, componenti meccaniche).

L'analisi dei fabbisogni ha quantificato il piano di lavorazione in un minimo di due giornate, evidenziando la necessità di operare in un ampio spazio all'aperto per sfruttare la luce solare diretta, fondamentale per massimizzare il fotorealismo della scena desertica in fase di integrazione 3D. Il vincolo del *budget* a disposizione è stato aggirato grazie alla concessione a titolo gratuito, da parte di un conoscente, di un vasto cortile privato. Il piano di riprese è stato rigidamente diviso: la prima giornata è stata dedicata ai *playback* dei due cantanti sul fondale neutro. I due artisti sono stati ripresi simulando la posizione del protagonista Max nel film originale (legato alla grata frontale di un veicolo in corsa), prevedendo l'inserimento dell'intero veicolo e dell'ambiente circostante in *compositing*. La seconda giornata è stata invece interamente dedicata all'esecuzione delle sequenze del chitarrista; una scelta imposta dalla notevole complessità dei movimenti di macchina e dal rigore richiesto per l'implementazione dei VFX.

Per quanto concerne il comparto tecnico, l'acquisizione video è stata nuovamente affidata alla Blackmagic Pocket Cinema Camera 6K. Data la necessità di eseguire traiettorie fluide attorno ai soggetti, il corpo macchina è stato montato su uno stabilizzatore *gimbal* DJI RS 3 Pro. Questa configurazione in movimento ha reso indispensabile l'uso di un monitor *wireless* Hollyland Mars M1 per la gestione remotata del fuoco (*focus pulling*). Per l'isolamento dei soggetti non si è ricorso a pannelli *pop-up*, ma a due teli *Blue Screen* in formato *butterfly* da 3,55x3,55 metri, tensionati su telai telescopici autoportanti mediante stativi. La scelta di impiegare fondali blu, in luogo del tradizionale verde, è stata dettata puramente da ragioni logistiche, legate all'effettiva disponibilità dell'attrezzatura al momento delle riprese.

Sebbene la sorgente primaria fosse naturale, il *setup* è stato supportato da proiettori al tungsteno Arri 650W per eventuali riempimenti. Elemento cruciale per la successiva fase di *rendering* è stato l'impiego di una videocamera Insta360 per l'acquisizione di mappe HDRI (*High Dynamic Range Image*) direttamente sul *set*, permettendo così di replicare l'esatta illuminazione ambientale sugli *asset* 3D.

Come nel caso studio precedente, l'esclusione di qualsiasi margine di improvvisazione si è rivelata vitale. La programmazione tecnica ha richiesto di calcolare in anticipo una moltitudine di accortezze pratiche; ne è un semplice esempio la disposizione strategica di palline da tennis sulla scena per fornire punti di ancoraggio ad alto contrasto per il *camera tracking* tridimensionale[173]. Prevedere preventivamente questa e numerose altre micro-soluzioni operative ha permesso di sostenere l'ambizione del progetto, prevenendo

[173]Okun e Zwerman, *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*.

criticità altrimenti irrisolvibili in fase di *compositing*.

3.1.2.2 Decostruzione operativa: analisi tecnica e breakdown

La post-produzione del progetto ha richiesto una *pipeline* strutturata per gestire l'elevata densità di elementi eterogenei: riprese dal vivo, modelli 3D, comparse digitali e simulazioni fluidodinamiche. Il flusso di lavoro si è articolato principalmente su due *software*: Blender, impiegato per la modellazione, l'animazione e le simulazioni fisiche, e Nuke, scelto per le complesse operazioni di *compositing* nodale[174].

Nelle sequenze dedicate alle *performance* canore, i due artisti sono stati ripresi frontalmente su un fondale *green screen*. Per replicare in modo credibile l'inerzia e le continue vibrazioni di un veicolo blindato in marcia, le sollecitazioni fisiche sono state ricreate artigianalmente sul *set*: noi stessi, posizionati fuori campo, abbiamo scosso fisicamente e in modo ritmico le gambe degli attori. I *plate* così acquisiti sono stati successivamente estratti (*keying*) e posizionati all'interno della scena 3D, ancorati alla grata frontale dei mezzi in movimento e integrati visivamente tramite l'aggiunta di *motion blur* direzionale.

La sfida tecnica principale ha riguardato l'inquadratura del chitarrista (il *Doof Warrior*). Come pianificato, la macchina da presa ha eseguito un movimento semicircolare dal basso verso l'alto attorno all'attore, posizionato su una pedana davanti a un *blue screen*. In post-produzione, il primo passaggio essenziale è stato il *camera tracking* tridimensionale, necessario per ricostruire matematicamente il percorso reale della videocamera all'interno dello spazio 3D e garantire la stabilità assoluta dello sfondo e degli *asset* digitali. Successivamente, la complessità si è concentrata sulla gestione dello strumento musicale. La chitarra fisica imbracciata dall'attore (che indossava il passamontagna) è servita sul *set* unicamente come riferimento spaziale e per la *performance*. Per sostituirla con un modello 3D ad alta risoluzione, è stato eseguito un *object tracking* ad altissima precisione dello strumento reale. Questa operazione ha richiesto un minuzioso lavoro di *rotoscoping* per scontornare le dita e le mani del soggetto, garantendo così una corretta interazione visiva e un'adeguata sovrapposizione dei volumi tra l'attore e i componenti della chitarra digitale[175].

L'intera ambientazione desertica e i veicoli che compongono la carovana sono stati modellati e texturizzati in 3D con tecniche tradizionali. A conferire fotorealismo e dinamismo alla scena ha contribuito in modo determinante il comparto delle simulazioni. Sia le spesse nubi di sabbia sollevate dagli pneumatici, sia le violente fiammate dei lanciafiamme (incluso quello montato sulla chitarra digitale), sono state calcolate interamente tramite simulazioni fluidodinamiche su Blender. Questo approccio ha garantito un'interazione fisicamente accurata tra il fuoco, l'illuminazione ambientale e i modelli circostanti.

Un ulteriore livello di complessità ha riguardato un'inquadratura in campo largo, nella quale il convoglio viene ripreso lateralmente. Per popolare i veicoli, era necessario inserire circa venti personaggi secondari (ispirati ai *War Boys* dalla pelle pallida e dal trucco nero intorno agli occhi), tra cui uno intento a usare un lanciafiamme. Per ottimizzare i tempi di produzione, il *team* ha integrato nella *pipeline* l'uso dell'intelligenza artificiale Meshy, un *tool* capace di generare *mesh* 3D partendo da riferimenti fotografici. I modelli grezzi così ottenuti sono stati però ampiamente revisionati a mano: abbiamo ottimizzato la geometria (*retopology*), migliorato e ricalibrato le *texture* per rispondere correttamente ai

[174] Wright, *Digital Compositing for Film and Video*.
[175] Okun e Zwerman, *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*.



Figura 3.5: *Backstage* per il progetto *non prendo sonno* del duo SoDa (2026). Le immagini documentano l'allestimento del set e l'impiego di *blue screen* e *green screen*

parametri fisici PBR (*Physically Based Rendering*) e riproporzionato i volumi. Trattandosi di un'inquadratura di pochi secondi, abbiamo preferito animare i modelli interamente a mano tramite *keyframe*, escludendo l'uso del *motion capture*.

Infine, la fusione definitiva di questi molteplici livelli, il girato estratto dal *chroma key*, i *pass* di *rendering* 3D, le simulazioni e gli ambienti virtuali, è stata processata su Nuke. L'approccio nodale del *software* ci ha permesso di gestire con precisione certosina ogni singolo elemento. Oltre a risolvere le fisiologiche discrepanze colorimetriche e luminose tra i *render* e le riprese reali (*color matching*), il lavoro di *compositing* si è concentrato sulla stratificazione atmosferica. Per restituire la sensazione di un ambiente ostile e immersivo, abbiamo aggiunto polvere particellare in due dimensioni, riflessi ottici (*lens flare*) dinamici in risposta alle fiammate e mappe di distorsione termica (*heat distortion*) per simulare l'aria rovente nei pressi del fuoco e dei motori. Questa minuziosa sovrapposizione di effetti ottici, unita a un profondo lavoro di correzione colore finale, ha permesso di amalgamare perfettamente tutti gli elementi, ottenendo la densità visiva caotica e realistica che ci eravamo prefissati[176].

3.1.2.3 Sintesi dei risultati ottenuti e conclusioni finali

L'analisi quantitativa degli *Insights* forniti dalla piattaforma permette di valutare empiricamente l'efficacia del contenuto promozionale associato al brano *Non prendo sonno*, pubblicato il 23 gennaio. A fronte di una durata complessiva di 32 secondi, il *Reel* ha registrato metriche prestazionali di assoluto rilievo, totalizzando 71.961 visualizzazioni e raggiungendo una copertura (*reach*) di 38.308 *account* unici. Questi volumi, nettamente superiori rispetto alle medie registrate nel caso studio precedente, confermano la validità dell'ipotesi strategica iniziale: l'impiego di un'azione ad alto impatto cinetico, unito a una scala monumentale dell'azione, ha funzionato come un *pattern interrupt* estremo.

La densità degli elementi visivi e la riproduzione inaspettata dell'immaginario di *Mad Max* hanno arrestato efficacemente lo scorrimento del *feed*, forzando l'utente a prolungare la propria finestra di attenzione. Questo coinvolgimento si riflette direttamente nei tassi di interazione del contenuto, il quale ha generato 922 "Mi piace", 190 commenti e 36 condivisioni (*repost*). Un dato di particolare importanza analitica è rappresentato dai 155 salvataggi: in ambito *social-metrico*, questa azione indica che la complessità e la stratificazione dei VFX hanno stimolato nello spettatore la necessità di archiviare il video per una fruizione successiva e più attenta. Dal punto di vista della conversione e dell'acquisizione di nuovo pubblico, lo *shock* visivo ha prodotto un riscontro tangibile, generando 68 nuovi *follower* diretti. L'algoritmo, recependo un tempo di visualizzazione complessivo aggregato di 1 giorno, 13 ore e 30 minuti, ha interpretato positivamente la *retention* del video, massimizzandone la distribuzione organica ben oltre i confini della *fanbase* preesistente.

Oltre all'analisi dei dati di traffico, le conclusioni di questo secondo caso studio impongono una necessaria disamina sul concetto di produzione a "basso *budget*" e sulla sostenibilità del flusso di lavoro. La definizione di questo parametro economico è, di fatto, strutturalmente relativa. All'interno della filiera cinematografica tradizionale e sindacalizzata, un'opera viene regolarmente classificata come *low budget* anche a fronte di investimenti di svariati milioni di dollari. Al contrario, nel contesto indipendente e nella moderna *creator economy*, il basso *budget* coincide spesso con la quasi totale assenza di capitale liquido.

Se l'elaborato in esame, denso di simulazioni fluidodinamiche complesse, operazioni di *camera tracking*, *rotoscoping* e replicazione di folle digitali, fosse stato commissionato

[176] Wright, *Digital Compositing for Film and Video.*



Figura 3.6: Frame estratti dal reel per il brano *non prendo sonno* (SoDa, 2026)



Figura 3.7: Frame estratti dal reel per il brano *non prendo sonno* (SoDa, 2026)

all'interno di un flusso produttivo commerciale *standard*, il suo costo preventivato risulterebbe considerevole. Volendo abbozzare una stima realistica per il mercato italiano, la produzione di una *clip* di trenta secondi con un simile fabbisogno di post-produzione richiederebbe la frammentazione del lavoro tra figure iperspecializzate (*VFX supervisor*, modellatori 3D, animatori, artisti FX per i fluidi e *compositor*), oltre all'impiego di teatri di posa professionali, pacchetti *software* su licenza e potenza di calcolo delegata a *render farm* dedicate. Un simile apparato produttivo posizionerebbe facilmente il valore commerciale dell'opera in una forbice compresa tra i 15.000 e i 30.000 euro[177].

Eppure, persino a fronte di un simile preventivo, nel macro-contesto dell'industria audiovisiva questo progetto continuerebbe a rientrare a pieno titolo nella categoria del *low budget*. Come analizzato in precedenza, la percezione del capitale è strettamente relativa al circuito di distribuzione: cifre che rappresentano uno scoglio insormontabile per la discografia indipendente costituiscono a malapena un *micro-budget* per le grandi agenzie pubblicitarie o per le produzioni sindacalizzate cinematografiche, dove i costi operativi *standard* si misurano nell'ordine dei milioni. In questo scenario operativo, pertanto, il termine "basso *budget*" non definisce il limite commerciale del prodotto, bensì un paradigma metodologico radicalmente differente.

All'interno di questo approccio, la totale mancanza di coperture finanziarie è stata compensata barattando il capitale economico con il tempo, la flessibilità e l'ingegno. Abbiamo imposto un rigore assoluto nella fase di pre-produzione, ottimizzato l'impiego di macchine da presa e *hardware consumer*, e integrato tempestivamente strumenti di intelligenza artificiale per abbattere i tempi di modellazione. Anche in questo caso si è reso indispensabile accettare mirati *trade-off* computazionali ed estetici. Tuttavia, il risultato finale dimostra come l'adozione di queste logiche operative agili e trasversali consenta a piccoli *team* indipendenti di simulare e avvicinare *standard* produttivi molto più costosi[178], generando *output* audiovisivi sufficientemente complessi e stratificati da competere, e vincere, all'interno delle spietate dinamiche di distribuzione algoritmica contemporanee.

3.2 Workflow operativo: sviluppo e analisi di una pipeline per integrazione VFX a basso budget

A conclusione dell'analisi dei casi studio precedenti, in cui si è evidenziato come l'adozione di logiche operative agili consenta a piccoli *team* di simulare *standard* produttivi elevati, la ricerca si sposta sulla definizione di un modello metodologico ancora più scalabile. Se i progetti finora esaminati hanno richiesto il coordinamento di un nucleo di quattro persone e l'impiego di specifiche risorse logistiche sul *set*, questa sezione si propone di spingere al limite il concetto di *low budget*. L'obiettivo è strutturare e validare un *workflow* operativo accessibile, concepito per essere gestito interamente da un singolo operatore anche in assenza di risorse finanziarie.

Per illustrare analiticamente ogni fase di questa *pipeline*, è stato sviluppato un progetto pratico con funzione di ambiente di *test* empirico. L'elaborato consiste nella simulazione di una campagna pubblicitaria per un *brand* di abbigliamento emergente, configurata visivamente come un breve *fashion movie* destinato alla distribuzione sui *social network*. La

[177] Sulle logiche di ripartizione dei costi e il calcolo dei preventivi per post-produzioni intensive nel mercato *standard* dell'*advertising*, cfr. di Finance e Zwerman, *The Visual Effects Producer: Understanding the Art and Business of VFX*.

[178] Seymour, *The Rise of the Agile VFX Team: Skeleton Crews and Virtual Production*.

particolarità tecnica del progetto risiede nell'assenza di attori reali: i capi di abbigliamento sono presentati esclusivamente attraverso l'impiego di personaggi e *avatar* generati in computer grafica.

La scelta di questo specifico scenario commerciale risponde a una precisa esigenza di ricerca. Il progetto ha lo scopo di dimostrare la sostenibilità di un processo creativo che, pur partendo da un *budget* sostanzialmente nullo e con tempistiche di esecuzione ristrette, si pone l'obiettivo di restituire un risultato estetico coerente con le richieste che un committente di quel genere potrebbe esigere.

Per garantire la totale accessibilità del flusso di lavoro, l'infrastruttura *software* è stata circoscritta a un unico ambiente di lavoro. L'intero processo di costruzione dello spazio tridimensionale e le successive operazioni di *compositing* sono stati eseguiti unicamente all'interno di Blender, sfruttandone l'architettura *open-source* per abbattere i costi di licenza[179]. L'impiego di applicativi secondari è stato limitato a un singolo passaggio finale su DaVinci Resolve per la conformazione e la correzione colore.

Nei paragrafi successivi, l'infrastruttura di questo progetto verrà decostruita in ogni sua fase. L'analisi seguirà l'ordine logico delle lavorazioni, illustrando nel dettaglio le scelte tecniche e le soluzioni di ottimizzazione adottate per rendere l'intera *pipeline* un modello replicabile per le piccole realtà creative indipendenti.

3.2.1 Contesto e definizione del concept iniziale

La fase preliminare del progetto è stata guidata dalla necessità di individuare uno scenario applicativo che consentisse di analizzare le criticità operative di una *pipeline* VFX completa. Il requisito tecnico primario era testare l'integrazione fotorealistica tra riprese *live-action* in ambienti reali ed elementi tridimensionali sintetici. Per soddisfare questa esigenza, si è scelto di declinare l'elaborato sotto forma di *fashion movie*, una tipologia di formato audiovisivo finora non esplorata all'interno di questa ricerca.

In ambito comunicativo, il *fashion movie* si definisce come un prodotto ibrido, situato all'intersezione tra la videoarte, il cortometraggio e il film promozionale. A differenza dello *spot* pubblicitario tradizionale, che si concentra sull'esposizione diretta e descrittiva del prodotto, il *fashion movie* privilegia la ricerca estetica, il tono emotivo e la trasmissione dell'identità del marchio. La narrazione è spesso frammentata o puramente evocativa, mirata a costruire un immaginario visivo e sensoriale coerente con la filosofia del *brand*.

Per strutturare il lavoro su basi verosimili, è stato ideato un committente fittizio: un marchio di abbigliamento emergente denominato "Phantom Orchid". Definire le linee guida identitarie di questo *brand* è stato un passaggio metodologico necessario per contestualizzare l'uso degli effetti visivi e per stabilire un perimetro estetico entro cui operare.

A questo proposito, è opportuna una breve digressione sulle dinamiche professionali del settore. Nello sviluppo di questo elaborato si è beneficiato di una totale libertà creativa, simulando una condizione in cui il committente concede "carta bianca" all'autore. Nel mercato reale, questa circostanza rappresenta un'eccezione. Le agenzie o i clienti diretti impongono solitamente direttive rigide (*brief*), relegando il professionista VFX a un ruolo di esecutore tecnico. Tuttavia, nei circuiti più indipendenti o legati alla moda, si verificano

[179] Sulla licenza GNU General Public License (GPL) di Blender, fondamentale per l'azzeramento dei costi vivi nelle produzioni indipendenti, cfr. Blender Foundation, *License: GNU General Public License*; Per un'analisi della massiccia adozione di questo ecosistema in risposta ai costi proibitivi dei *software* proprietari, si veda Thacker, *Why are so many studios adopting Blender?*

scenari in cui artisti e *freelancer* vengono ingaggiati proprio per la loro specifica firma visiva (*signature style*), ottenendo ampi margini di manovra sulla direzione artistica.

Indipendentemente dal grado di libertà concessa, l'assenza di linee guida estetiche definite a monte rappresenta un grave rischio progettuale. Come evidenziato in precedenza, la sostenibilità e la fattibilità delle produzioni a basso *budget* dipendono interamente da una pianificazione capillare. Stabilire un perimetro visivo (il cosiddetto *look and feel*) permette di prendere decisioni tecniche irrevocabili fin dalla pre-produzione. Conoscere l'identità del progetto consente, ad esempio, di determinare preventivamente la scelta delle lunghezze focali, il contrasto dell'illuminazione fisica sul *set* o la *palette* cromatica degli *asset* digitali, evitando dispendiose correzioni in fase di post-produzione.

Per "Phantom Orchid", la progettazione è iniziata con lo sviluppo di specifiche *mood-board*. Il marchio è stato concepito con un posizionamento dirompente, coraggioso e tagliente. Il *target* di riferimento è un pubblico giovane, refrattario all'omologazione e affine alle subculture *underground*, con richiami alle estetiche dello *skateboard* e del *surf*. Ne emerge un'identità urbana e moderna, ma caratterizzata da una rigorosa attenzione sartoriale per i materiali e i dettagli tecnici.

Dovendo comunicare questa attitudine anticonformista, si è optato per una strategia visiva radicale. Il *concept* creativo esclude la presenza di modelli umani, sostituendoli con creature aliene generate in CGI. Secondo la narrativa ideata, queste entità rinvengono i capi di abbigliamento e li indossano in modo del tutto decontestualizzato, prediligendo volumi ampi e sregolati. Essendo slegati dalle logiche umane dell'apparenza e dai costrutti sociali della moda, gli alieni esibiscono una disinvoltura assoluta. Il loro portamento risulta privo di sovrastrutture, restituendo un'immagine distaccata, fredda e intrinsecamente sicura di sé.

Definito il *concept*, la fase successiva si è concentrata sulla ricerca visiva (*look development*) per il *character design* degli alieni. Questa esplorazione ha previsto la raccolta di *reference* anatomiche e l'impiego mirato di *software* di intelligenza artificiale generativa. L'IA non è stata utilizzata come fine, ma come strumento di prototipazione rapida per iterare forme, *texture* biologiche e *silhouette*, permettendo di indirizzare con precisione la visione artistica prima di avviare la complessa fase di scultura digitale.

Infine, l'impostazione del progetto si è conclusa con uno *scouting* tecnico approfondito. È stata condotta una ricerca analitica per selezionare gli strumenti e i *tool* più idonei a supportare una *pipeline* snella. Questa indagine ha coperto l'intero spettro delle necessità produttive: dai *software* di modellazione 3D e integrazione dell'IA generativa, fino alle applicazioni *mobile* concepite per facilitare l'acquisizione dei dati spaziali e di *camera tracking* direttamente sul *set*, ottimizzando così il successivo lavoro di *compositing*.

Conclusa l'impostazione concettuale e tecnica, il flusso di lavoro è proseguito con la definizione della *shotlist* e la stesura dello *storyboard*. Per contrarre i tempi di questa fase e superare i limiti tipici delle produzioni indipendenti, si è fatto nuovamente ricorso all'intelligenza artificiale generativa (*text-to-image*). Traducendo le intenzioni registiche in descrizioni testuali mirate, l'IA ha permesso di iterare rapidamente molteplici composizioni, trasformando la visione astratta in bozzetti visivi concreti. Questo processo di esplorazione rapida ha portato alla formalizzazione dei *keyframe* essenziali del progetto, fornendo una pre-visualizzazione solida delle inquadrature principali da realizzare sul *set*.

La definizione delle inquadrature ha guidato la successiva ricerca degli ambienti (*location scouting*). L'ipotesi iniziale prevedeva di inserire i personaggi in un contesto urbano. Tuttavia, questa opzione è stata scartata: l'architettura cittadina italiana presenta una specificità territoriale e storica troppo marcata. Tale riconoscibilità avrebbe ancorato il video a una dimensione geografica reale, ostacolando la sospensione dell'incredulità e

compromettendo l'astrazione visiva richiesta da un *fashion movie*. La direzione artistica è quindi virata verso un paesaggio naturale e isolato.

Questa scelta ha soddisfatto due requisiti fondamentali. Da un lato, un *set* remoto e privo di interferenze garantisce a un operatore singolo un controllo totale sull'ambiente di ripresa, agevolando le complesse operazioni di acquisizione dati per il tracciamento (*camera tracking*). Dall'altro, uno scenario naturale e primordiale risulta narrativamente molto più coerente con il *concept*: un ambiente incontaminato offre il palcoscenico ideale per delle entità aliene, permettendo loro di muoversi a proprio agio ed esplorare le fattezze di un pianeta sconosciuto con distacco e naturalezza.

Sfruttando l'appoggio logistico e la familiarità con il territorio pugliese, derivanti dalla zona di residenza familiare, la scelta è ricaduta sulle scogliere di Polignano a Mare. Sono state deliberatamente escluse le celebri e antropizzate insenature cittadine, privilegiando invece i tratti di costa più aspri, isolati e selvaggi.

Sotto il profilo della direzione artistica e della comunicazione visiva, l'immagine di una scogliera a strapiombo, inquadrata al tramonto e con il mare in tempesta, traduce perfettamente la *brand identity* di "Phantom Orchid". L'asprezza geologica della roccia e l'impetuosità caotica delle onde incarnano l'attitudine tagliente, coraggiosa e dirompente del marchio. L'estetica marittima in burrasca crea inoltre un solido ponte visivo con le subculture *underground* e del *surf*, ricontestualizzandole però in un'atmosfera drammatica, alienante e lontana dai *cliché* commerciali estivi. L'inserimento di capi d'abbigliamento sartoriali, indossati da creature digitali all'interno di un paesaggio naturale così ruvido e malinconico, genera un forte contrasto estetico. Questa dissonanza esalta i dettagli dei materiali e amplifica l'impatto anticonformista richiesto dalla campagna promozionale.

3.2.2 Aspetti tecnici preliminari, attrezzatura e acquisizione dati

La fase di produzione in esterna ha richiesto un apparato tecnico facilmente trasportabile e gestibile in totale autonomia da un singolo operatore. Per le riprese video si è scelto di utilizzare uno *smartphone*, nello specifico un iPhone 16 Pro. L'impiego dell'applicazione Blackmagic Camera ha permesso di escludere gli algoritmi di fotografia computazionale *standard* del dispositivo, garantendo il controllo manuale dei parametri di esposizione. La scelta fondamentale è consistita nell'acquisizione del girato in formato Apple Log.

La gestione rigorosa dello spazio colore e della curva di gamma rappresenta il reale fattore tecnico abilitante per la fattibilità di simili progetti. Nelle produzioni VFX, l'integrazione fotorealistica tra girato e CGI richiede che la fusione degli elementi (*compositing*) avvenga in uno spazio colore lineare. Registrare in un profilo logaritmico permette di preservare un'elevata latitudine di posa, comprimendo nel file finale l'ampia gamma dinamica della scena. Questa accortezza è risultata indispensabile per salvaguardare le informazioni luminose simultaneamente nelle alte luci del cielo al tramonto e nelle ombre profonde della scogliera. Avere accesso a un profilo Log standardizzato direttamente su un dispositivo *mobile* costituisce un radicale cambio di paradigma. Esso consente di applicare flussi di lavoro professionali, un tempo riservati unicamente a costose *cinema camera*, garantendo una transizione accurata verso lo spazio lineare all'interno dei *software* di post-produzione[180].

[180] Sulla necessità di acquisire i dati luminosi in spazio logaritmico per poi linearizzarli in fase di *compositing*, cfr. Wright, *Digital Compositing for Film and Video*; Per le specifiche tecniche della curva logaritmica proprietaria introdotta sui dispositivi *mobile* per il *color grading* professionale, si veda Apple Inc. *Apple Log Profile White Paper*. Apple Developer Documentation. 2023. URL: `https://developer.apple.com/documentation/avfoundation/capture_setup/`.

Oltre al flusso video, è stato necessario acquisire i dati spaziali e luminosi della *location*. Per la successiva illuminazione degli elementi sintetici, si è utilizzata l'applicazione *mobile* HDRI Eye. Questo strumento ha permesso di campionare la luce ambientale e generare mappe HDRI panoramiche a 360 gradi direttamente sul *set*. Queste immagini ad alta gamma dinamica sono il requisito essenziale per la tecnica dell'*Image-Based Lighting* (IBL) all'interno di Blender. Attraverso queste mappe, l'esatta conformazione luminosa e cromatica del tramonto pugliese è stata proiettata sui modelli 3D in fase di *rendering*, garantendo un'integrazione coerente con le riprese reali[181].

Parallelamente, le porzioni di scogliera inquadrate sono state scansionate tramite l'applicazione Polycam. La scelta di questo specifico applicativo risiede nella sua capacità di combinare i dati di profondità del sensore LiDAR, integrato nel dispositivo *mobile*, con l'acquisizione fotogrammetrica tradizionale. Rispetto ai *software desktop* dedicati alla ricostruzione 3D, che necessitano di elevate risorse *hardware* e lunghi tempi di elaborazione, Polycam permette un'acquisizione rapida sul *set* e restituisce geometrie in formati *standard* immediatamente importabili nell'ambiente di lavoro principale.

Sfruttando questa procedura, sono state generate delle *mesh* tridimensionali grezze dell'ambiente. Queste geometrie non sono destinate al *render* visivo finale, ma assolvono a funzioni tecniche cruciali: fungono da solidi di collisione per le simulazioni fisiche dell'abbigliamento (*cloth simulation*) e operano come superfici di cattura per le ombre virtuali (*shadow catcher*). Forniscono inoltre precisi punti di ancoraggio spaziale in scala reale, agevolando in modo decisivo l'algoritmo di tracciamento tridimensionale (*camera tracking*) su un terreno organico, irregolare e privo di marcatori fisici artificiali[182].

Per la generazione degli *asset* digitali, in particolare per l'anatomia complessa delle creature aliene, la scultura tridimensionale manuale avrebbe richiesto tempistiche incompatibili con l'economia del progetto. Si è pertanto integrato nella *pipeline* l'utilizzo di Hyper 3D Rodin, un applicativo basato su intelligenza artificiale. L'adozione di questo specifico strumento è scaturita da una fase di *test* comparativi condotti sulle principali soluzioni *image-to-3D* attualmente disponibili. La scelta è motivata dalla sua superiore capacità di generare *mesh* pulite e strutturate. Le sperimentazioni hanno infatti evidenziato come la maggior parte degli algoritmi concorrenti sul mercato restituisca agglomerati poligonali disordinati a base triangolare, complessi da gestire in post-produzione; Rodin, al contrario, si è dimostrato in grado di fornire geometrie ordinate, un requisito tecnico imprescindibile per garantire una corretta deformazione del modello durante i movimenti[183].

Questo approccio ha abbattuto la barriera d'ingresso per il *character design*, automatizzando l'oneroso processo di scultura organica primaria ed eludendo la necessità di eseguire una complessa retopologia manuale. Partendo dai *concept* visivi sviluppati in preproduzione, l'IA ha generato modelli 3D con una topologia coerente. Le geometrie così ottenute sono state successivamente importate in Blender esclusivamente per le operazioni di *texturing* e ottimizzazione finale, necessarie a preparare le creature alle successive fasi di *rigging* automatizzato e alla simulazione fisica dei capi di abbigliamento.

In linea con le premesse metodologiche, l'infrastruttura *software* è stata rigorosamente circoscritta. Blender ha operato come *hub* unico e centralizzato, gestendo internamente le

[181] Okun e Zwerman, *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*.

[182] Lorenzo Teppati Losè, Filiberto Chiabrando e Andrea Giulio Tonolo. «Apple LiDAR Sensor for 3D Surveying: Tests and Results». In: *ISPRS International Journal of Geo-Information* 11.3 (2022), pp. 1–20.

[183] Akenine-Möller, Haines e Hoffman, *Real-Time Rendering*.

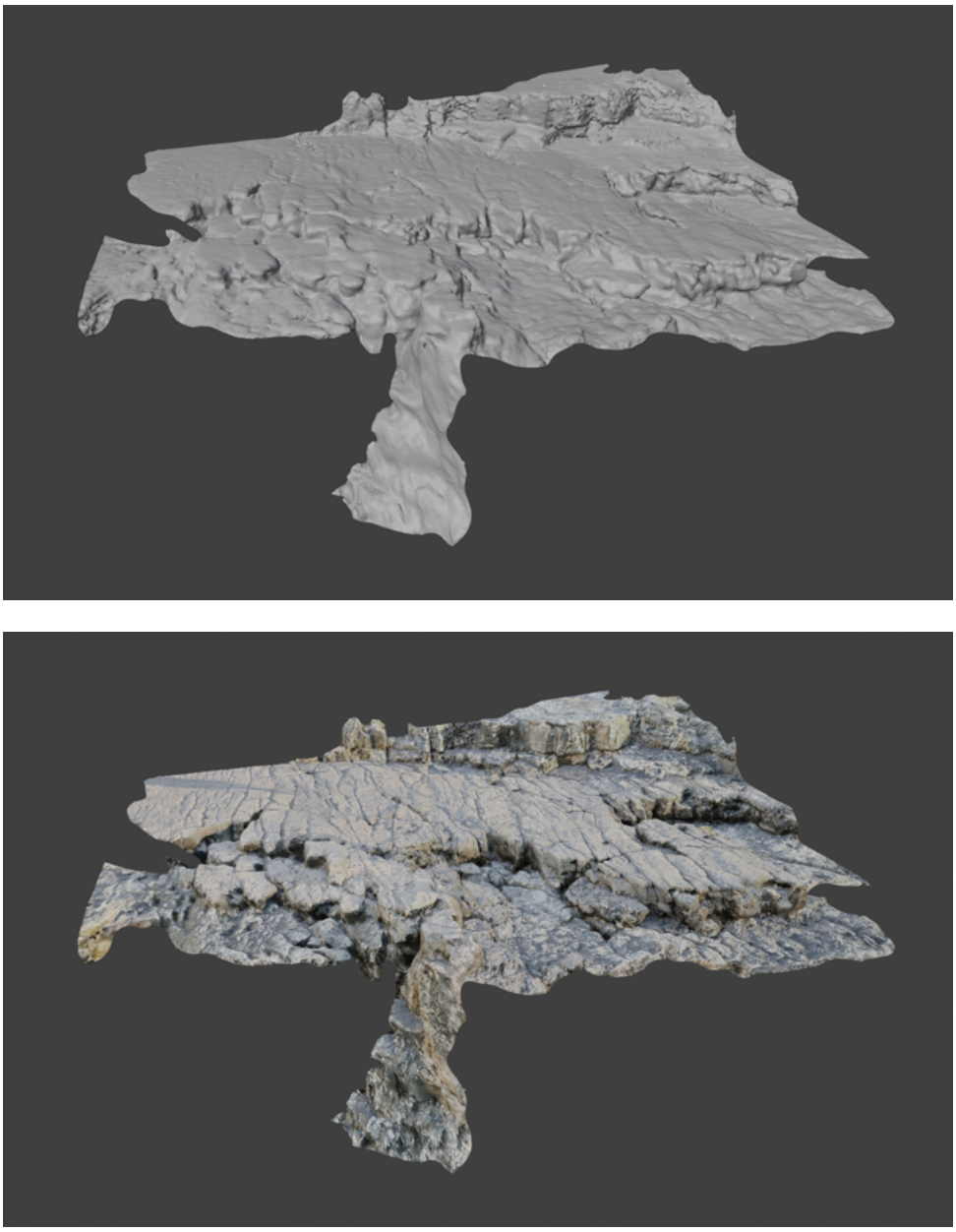


Figura 3.8: Visualizzazione in Blender delle scansioni ambientali acquisite tramite Polycam. In alto: la geometria grezza (*Solid Mode*). In basso: la *mesh* con l'applicazione della *texture* fotogrammetrica (*Material Preview*). Elaborazione a cura dell'autore.

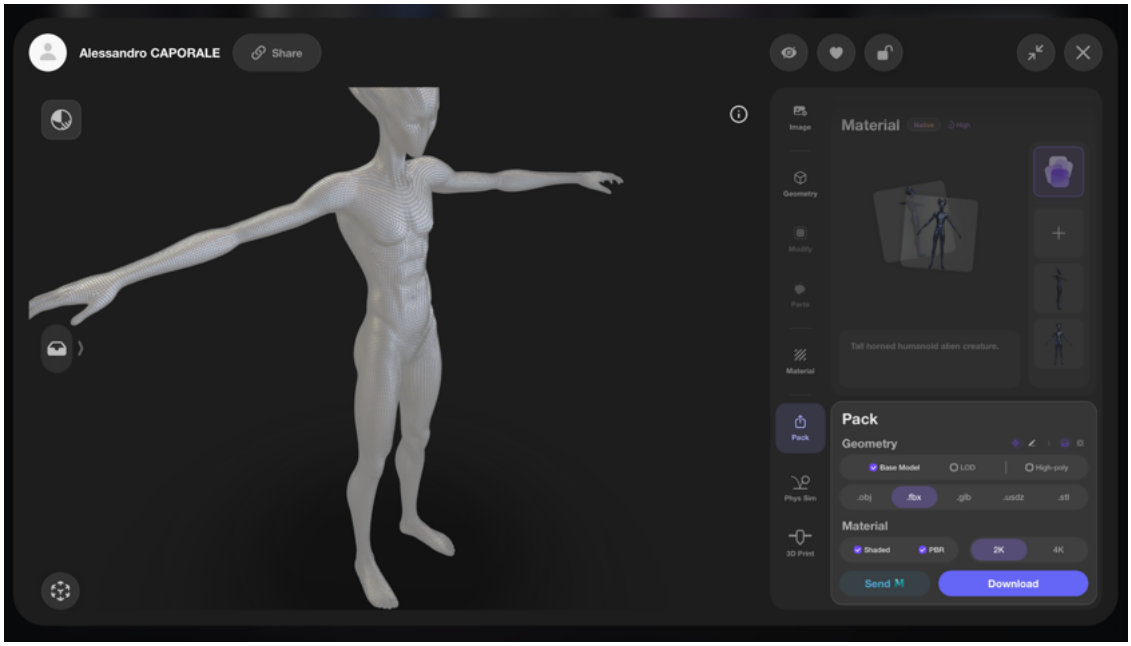


Figura 3.9: Interfaccia dell'applicativo Hyper 3D Rodin durante la generazione del modello. La visualizzazione evidenzia la qualità della geometria (*mesh*) prodotta dall'IA, caratterizzata da una topologia pulita basata su quadrilateri. Elaborazione a cura dell'autore.

fasi di calcolo del movimento di macchina, animazione, simulazione dinamica e *compositing*.

Conclusa la fase di impostazione tecnica e selezione degli strumenti, ha avuto inizio la fase di acquisizione pratica sul campo. L'intera sessione si è concentrata in un'unica giornata, richiedendo complessivamente mezza giornata di lavoro effettivo.

Le operazioni sono iniziate con un'attenta fase di *scouting* in loco, protrattasi per alcune ore. Questo passaggio esplorativo è risultato fondamentale per analizzare la conformazione della scogliera e selezionare quattro punti ottimali da cui effettuare le inquadrature principali, valutando contestualmente l'incidenza della luce solare in prossimità del tramonto.

Individuate le postazioni definitive, si è passati alla fase di registrazione video controllando manualmente i parametri di esposizione tramite l'applicazione Blackmagic Camera. La necessità di eseguire successivamente il *camera tracking* tridimensionale ha imposto un *trade-off* tecnico: è stato necessario disabilitare la stabilizzazione ottica ed elettronica dell'iPhone. I sistemi di stabilizzazione algoritmica o meccanica dei dispositivi *mobile*, infatti, alterano in modo imprevedibile il campo visivo (FOV) e i micro-movimenti dell'ottica, corrompendo i dati di parallasse e impedendo al *software* 3D di calcolare una traiettoria di tracciamento coerente[184]. Non avendo uno stabilizzatore esterno (*gimbal*), i movimenti di macchina sono stati eseguiti interamente a mano libera (*handheld*). Questo ha richiesto una particolare precisione da parte mia per mantenere un movimento fluido e controllato.

Subito dopo l'acquisizione di ciascuna inquadratura video, la porzione di scogliera interessata è stata scannerizzata utilizzando Polycam. L'impiego di questa applicazione sul

[184]Okun e Zwerman, *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*.

campo è stato notevolmente agevolato dalla sua interfaccia in realtà aumentata, la quale fornisce un *feedback* visivo in tempo reale sovrapponendo una griglia colorata alle aree già acquisite. Questa funzione ha permesso di ottimizzare i tempi di scansione, guidando l'operatore e garantendo la raccolta di una geometria (LiDAR e fotogrammetrica) completa e in scala reale per ogni *set* di ripresa.

Oltre all'acquisizione delle quattro inquadrature principali destinate a ospitare gli *asset* CGI, il piano di lavoro ha previsto la registrazione di dettagli ambientali supplementari (*B-roll*). Sono stati acquisiti piani ravvicinati (inserti) del moto ondoso, dell'impatto dell'acqua sulle rocce e del movimento della vegetazione sollecitata dal vento. Questo materiale, pur non essendo soggetto a lavorazioni VFX, è stato raccolto per assolvere a una specifica funzione in fase di montaggio: fornire respiro visivo tra i piani con CGI e ancorare la percezione dello spettatore alla tangibilità e al realismo dell'ambiente naturale, aumentando così la credibilità complessiva del progetto.

3.2.3 Creazione dei personaggi, vestiti, texture e animazioni

La fase di progettazione e modellazione dei personaggi ha preso avvio dalla definizione del *concept* visivo tramite intelligenza artificiale. Dopo una prima raccolta di *reference* anatomiche, il processo è proseguito utilizzando piattaforme di generazione *text-to-image* (nello specifico, Midjourney e Nano Banana Pro). Si è proceduto in modo puramente testuale, iterando descrizioni specifiche senza fornire immagini di *input*, al fine di valutare la capacità dell'algoritmo di tradurre l'intenzione concettuale. Il processo è stato modulare: le componenti anatomiche ritenute valide nei vari *output* (come la conformazione del cranio o la struttura degli arti) sono state selezionate e ricombinate visivamente fino a ottenere un *concept* definitivo di una creatura a figura intera. Da questo modello primario sono state generate successive varianti per definire ulteriori individui, differenziati per dettagli fisici ma coerenti con la medesima tipologia biologica. L'impiego dell'IA in questa fase ha garantito un controllo preciso sulla direzione artistica, svincolando la fase ideativa dai limiti tecnici e temporali della scultura manuale tradizionale.

Ottenute le proiezioni ortogonali (frontale e laterale) dei *concept*, la generazione della geometria tridimensionale è stata delegata all'applicativo Hyper 3D Rodin. L'*output* fornito dal programma si è rivelato qualitativamente elevato, restituendo una *mesh* (in formato FBX) caratterizzata da una topologia pulita, basata su quadrilateri (*quad*) anziché triangoli, e geometricamente fedele all'immagine bidimensionale di partenza. Una volta importati i modelli all'interno di Blender, l'intervento manuale tramite lo strumento di *Sculpting* è stato limitato alla finitura artistica dei volumi e a minime correzioni topologiche (come la levigatura di alcune rugosità anomale su uno dei modelli), senza la necessità di dover ricostruire la struttura poligonale.

La creazione dei capi di abbigliamento ha seguito un paradigma metodologico analogo. Partendo dalle direttive del *brief* fittizio, le idee sono state formalizzate testualmente e processate dall'intelligenza artificiale per ottenere i bozzetti ortogonali. Per ottimizzare la fase di adattamento dei vestiti (*fitting*), è stata adottata una strategia specifica: all'IA è stato richiesto di generare i capi già indossati dalle figure aliene precedentemente create. Successivamente, tramite *prompt*, il corpo del personaggio è stato sottratto dall'immagine, lasciando visibile solo il volume del vestito (come un guscio vuoto). Fornendo questa specifica immagine a Hyper 3D Rodin, la *mesh* del capo di abbigliamento risultava già proporzionata all'anatomia dei modelli. Di conseguenza, l'adattamento finale in Blender ha richiesto unicamente l'impiego dello strumento *Grab* in modalità *Sculpt*, permettendo di far calzare il tessuto in tempi estremamente ridotti e senza complesse operazioni di ridimensionamento geometrico.

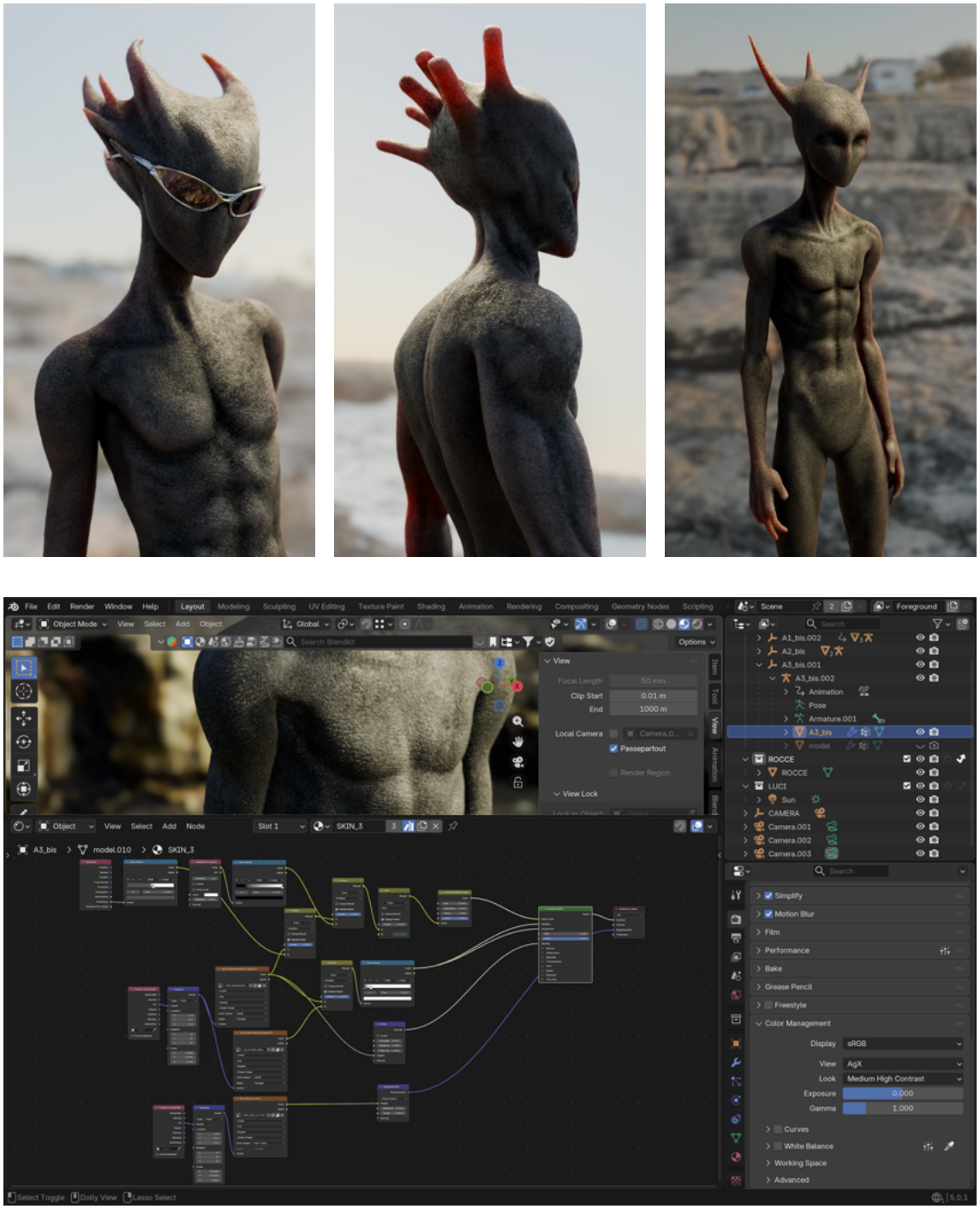


Figura 3.10: Sviluppo dei materiali per i modelli digitali. In alto: tre viste di dettaglio che evidenziano la resa visiva delle *texture* (colore, rugosità e dettagli superficiali). In basso: l'albero nodale all'interno dello *Shader Editor* di Blender, che illustra il setup matematico del materiale. Elaborazione a cura dell'autore.

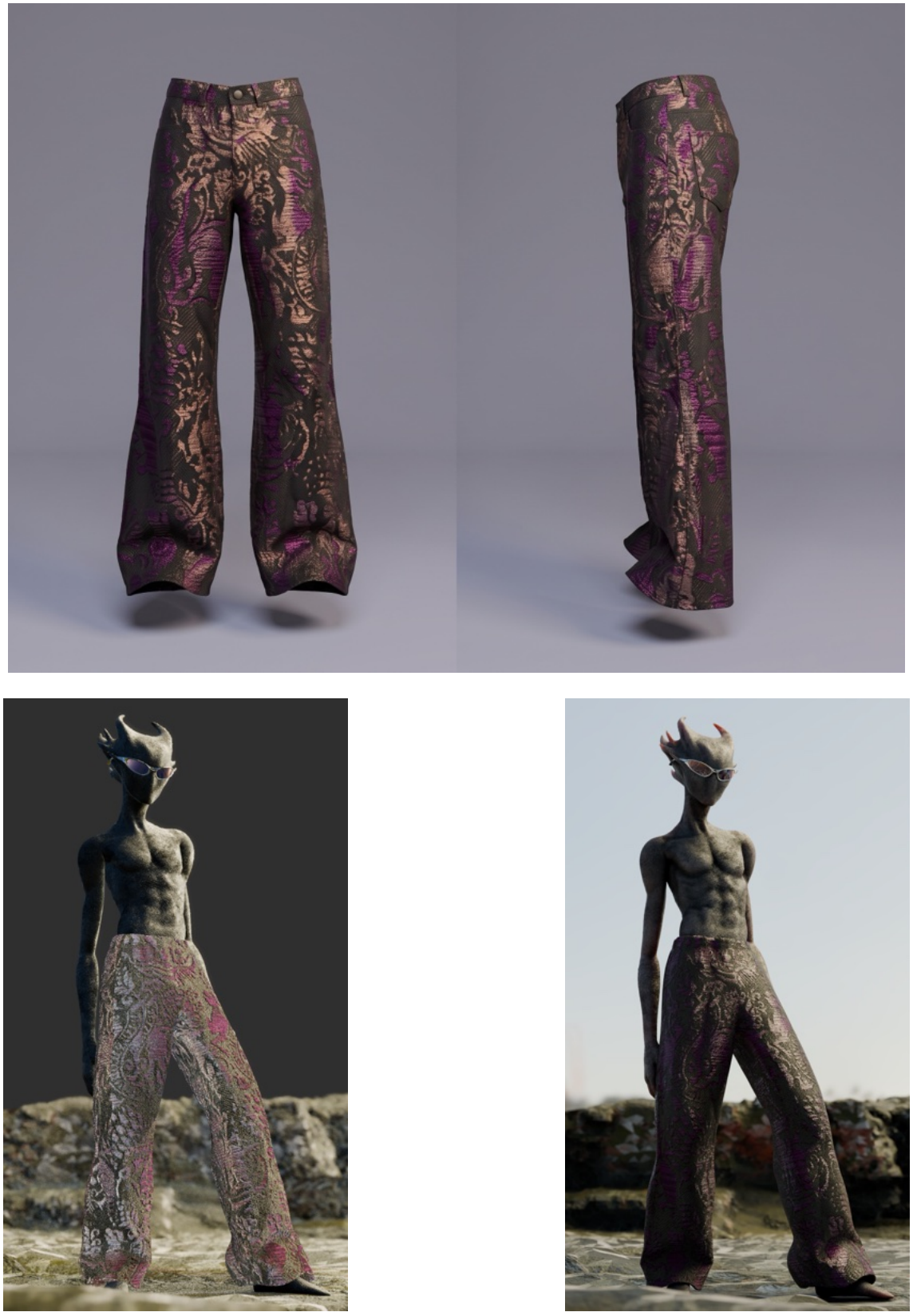


Figura 3.11: In alto: il *concept* del capo generato tramite IA (Nano Banana Pro). In basso a sinistra: il modello 3D importato e adattato al personaggio, in modalità *Material Preview*. In basso a destra: resa finale in modalità *Rendered*. Elaborazione a cura dell'autore.





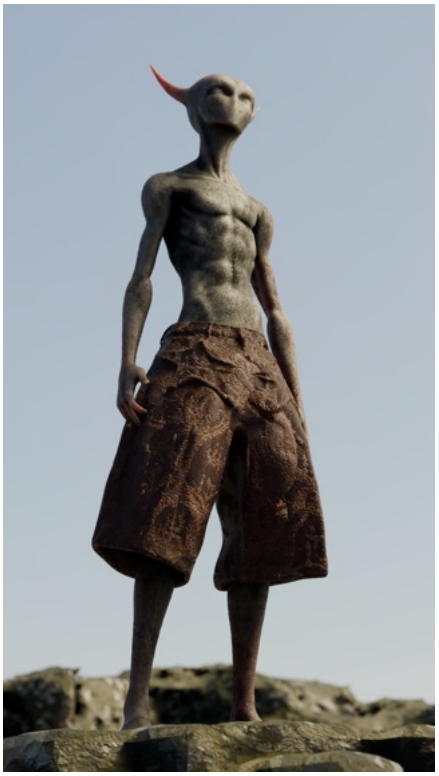


Figura 3.12: In alto: il *concept* del capo generato tramite IA (Nano Banana Pro). In basso a sinistra: il modello 3D importato e adattato al personaggio, in modalità *Material Preview*. In basso a destra: resa finale in modalità *Rendered*. Elaborazione a cura dell'autore.

Il passaggio successivo ha riguardato lo *shading* e il *texturing*, fondamentali per garantire la credibilità fisica dei soggetti all'interno del *fashion movie*. Per conferire un aspetto realistico all'epidermide aliena, si è partiti da una *texture* PBR (*Physically Based Rendering*) preesistente, denominata "dinosaur skin". Questa base è stata modificata intervenendo sui parametri di scala delle singole mappe (*Diffuse*, *Normal*, *Roughness*, *Displacement*) all'interno dell'editor nodale. L'elemento determinante per la resa organica è stato l'inserimento e la calibrazione del *Subsurface Scattering*, un parametro che simula la penetrazione e la dispersione della luce al di sotto della superficie del materiale, restituendo un effetto traslucido tipico dei tessuti biologici.

Il *texturing* dell'abbigliamento si è rivelato la fase più critica del comparto materico. L'obiettivo era ottenere tessuti complessi, caratterizzati da trame e ricami a rilievo in linea con l'identità del *brand* "Phantom Orchid". A causa di questa restrizione e delle tempistiche di produzione imposte dal progetto, la modellazione sartoriale è stata ridimensionata, concentrandosi principalmente sulla realizzazione di pantaloni. Questa scelta, oltre a semplificare le operazioni di *texturing* e di successiva simulazione fisica, si è rivelata funzionale all'estetica generale, assecondando l'aspetto distaccato e ferino dei personaggi (rappresentati a torso nudo). Conclusa la fase di modellazione statica e definizione dei materiali, i modelli erano pronti per l'inserimento in scena e la successiva fase di *rigging* e animazione.

3.2.4 Post-produzione e implementazione dei VFX

3.2.4.1 Preparazione del "plate" background e dei video per il tracking

La fase di post-produzione ha avuto inizio con la preparazione delle riprese (i *plate* di sfondo) per la successiva importazione su Blender. I *file* video originali, acquisiti tramite iPhone 16 Pro, sono stati registrati in risoluzione 4K adottando il *codec* di compressione H.265 (HEVC) e, conformemente alle impostazioni definite sul *set*, la codifica colorimetrica Apple Log.

L'importazione diretta di queste *clip* native all'interno del *software* 3D costituisce una prassi sconsigliata per specifiche criticità legate all'efficienza di decodifica e alla corretta gestione dello spazio colore. Da un lato, il programma non è ottimizzato per la riproduzione fluida di flussi video ad alta compressione *inter-frame* come l'H.265. Dall'altro, eseguire le operazioni di *compositing* direttamente su un segnale logaritmico risulta errato dal punto di vista procedurale: le operazioni di calcolo per fondere accuratamente i livelli e calcolare le maschere richiedono un ambiente di lavoro lineare. Mantenere l'immagine in questo dominio è infatti fondamentale per preservare la correttezza matematica della fusione e per garantire all'operatore i necessari margini di manovra e flessibilità sull'immagine[185].

Di conseguenza, il materiale è stato preliminarmente gestito all'interno di DaVinci Resolve Studio 18.6 per un processo di transcodifica e linearizzazione. Per ottimizzare le successive fasi di lavoro in Blender, è stata adottata una strategia basata sull'esportazione di due versioni distinte della medesima *clip*: una destinata al *compositing* finale come *plate* del *background* e una ottimizzata esclusivamente per il *camera tracking*.

Il primo passaggio ha riguardato la preparazione del *plate background*. Tramite l'applicazione di un nodo *Color Space Transform* (CST), il segnale originario, caratterizzato dallo spazio colore Rec.2020 e dalla curva Apple Log, è stato decodificato e trasposto in una curva di gamma lineare[186]. Il *file* è stato quindi esportato sotto forma di sequenza

[185] Wright, *Digital Compositing for Film and Video*.
[186] Blackmagic Design, *DaVinci Resolve 18.6 Reference Manual*.

di immagini OpenEXR a *16-bit float*. Questo formato senza perdita di dati garantisce la conservazione della massima gamma dinamica acquisita dal sensore, fornendo una base piatta e inalterata su cui integrare in modo accurato gli elementi in CGI[187].

Il secondo passaggio si è concentrato sulla generazione del *plate* di servizio, progettato unicamente per l'algoritmo di *tracking*. I *software* di *matchmoving* faticano a distinguere i dettagli validi dal rumore digitale, che nelle riprese effettuate al tramonto è spesso presente nelle aree in ombra. Per evitare che il programma tracciasse falsi punti, è stata applicata una riduzione del rumore temporale (*Temporal Noise Reduction*). Successivamente, l'immagine è stata manipolata applicando un contrasto più accentuato: lo scopo era far risaltare gli spigoli delle rocce e le irregolarità della scogliera, massimizzando il numero di punti di ancoraggio visibili. Questa specifica *clip*, esente dalla linearizzazione spaziale applicata in precedenza, è stata esportata nel classico spazio colore Rec.709, fornendo a Blender un video ad alto contrasto capace di garantire un calcolo della traiettoria di parallasse stabile e privo di slittamenti.

3.2.4.2 Camera tracking e layout

In ambito VFX, il *camera tracking* (o tracciamento dei movimenti di macchina) è la procedura algoritmica che analizza lo spostamento bidimensionale dei *pixel* all'interno di un filmato per ricostruire il percorso e l'ottica della telecamera originale in uno spazio tridimensionale. Questa operazione restituisce una videocamera virtuale che replica esattamente i movimenti della camera reale, una condizione indispensabile per inserire elementi CGI nell'ambiente senza che questi appaiano "scivolare rispetto allo sfondo".

Per questo progetto, il *camera tracking* e la successiva impostazione spaziale della scena (*layout*) sono stati eseguiti all'interno dell'ambiente di Blender. Dopo aver importato la sequenza EXR ad alto contrasto appositamente esportata da DaVinci Resolve, si è proceduto con il tracciamento manuale della scena.

Per garantire la massima aderenza dei marcatori alle irregolarità della scogliera, ogni punto di tracciamento è stato configurato impostando il modello di rilevamento del movimento su "Affine", abbinato all'opzione di normalizzazione ("Normalize"). Questa specifica combinazione istruisce il *software* a tracciare non solo la traslazione bidimensionale del *pixel*, ma anche le alterazioni prospettiche e le variazioni di illuminazione che colpiscono la roccia durante il movimento di macchina a mano libera. I marcatori sono stati posizionati e monitorati strategicamente su diversi piani di profondità, dai massi in primissimo piano fino ai dettagli sullo sfondo, al fine di massimizzare il calcolo della parallasse. Eseguita l'operazione di *solve* per istruire il *software* a calcolare matematicamente il movimento tridimensionale della telecamera, comprensivo di lunghezza focale e distorsione ottica, si è ottenuto un *solve error* (margine di errore) sufficientemente basso da certificare la stabilità della ripresa virtuale.

Generata la videocamera virtuale, l'attenzione si è spostata sul *layout* della scena, ovvero il corretto orientamento e dimensionamento dello spazio di lavoro rispetto alla griglia virtuale. In scenari *standard*, questa operazione si esegue selezionando tre punti di tracciamento sul terreno per definire un piano di base (*Set Floor*) e l'origine degli assi, per poi scalare l'intera scena basandosi su riferimenti visivi noti.

Tuttavia, la complessa conformazione della scogliera, priva di superfici artificiali piane o di elementi dalle dimensioni standardizzate, ha richiesto un approccio ibrido e più rigoroso.

[187] Okun e Zwerman, *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*.

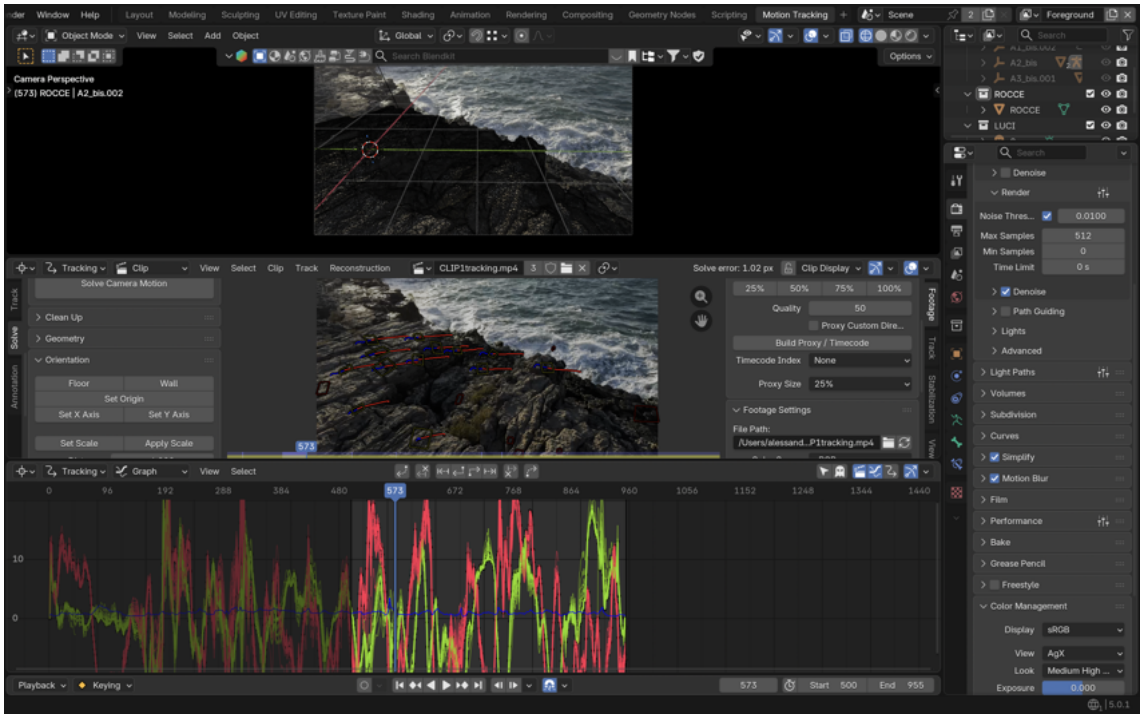


Figura 3.13: Interfaccia di lavoro *Motion Tracking*. Lo *screenshot* evidenzia la distribuzione dei marcatori sui diversi piani di profondità della scogliera per il calcolo della parallasse. Le curve in rosso e verde rappresentano lo spostamento bidimensionale dei singoli marcatori nel corso dei fotogrammi. Elaborazione a cura dell'autore.

In questa fase, la scansione LiDAR acquisita sul *set* tramite Polycam ha assolto alla sua funzione primaria. La *mesh* dell'ambiente, catturata in scala metrica reale dai sensori dello *smartphone*, è stata importata nell'area di lavoro. L'allineamento spaziale e la definizione della scala non sono stati quindi eseguiti "a occhio", ma ancorando la nuvola di punti generata dal *tracking* direttamente ai volumi geometrici della scansione fotogrammetrica.

Questa sovrapposizione tra i dati visivi del tracciamento e i dati spaziali della scansione ha permesso di vincolare la videocamera virtuale alle reali dimensioni dell'ambiente. Il risultato di questa impostazione del *layout* è la creazione di uno spazio di lavoro matematicamente in scala uno a uno con la *location* fisica, requisito costruttivo essenziale per garantire che l'inserimento dei personaggi alieni e il calcolo fisico delle simulazioni tessili avvengano con proporzioni esatte e realistiche.

Oltre a garantire la precisione spaziale, la presenza della geometria tridimensionale della scogliera è essenziale per la corretta gestione dei contributi luminosi. Le rocce scansionate, seppur destinate a essere invisibili nel *render* finale, agiscono come ostacoli fisici per la luce: esse proiettano sui modelli 3D le ombre coerenti con la conformazione del terreno reale e, contestualmente, restituiscono sui personaggi i corretti rimbalzi luminosi (*bounce light*) generati dalle asperità circostanti. In assenza di questi volumi geometrici, l'utilizzo isolato della mappa HDRI non sarebbe sufficiente a radicare i soggetti nella scena; a livello luminoso e percettivo, i personaggi riceverebbero un'illuminazione piatta, restituendo l'illusione ottica di corpi disconnessi o "fluttuanti" nel vuoto.

3.2.4.3 Inserimento dei personaggi nella scena, illuminazione e animazione

Stabilito il corretto orientamento spaziale e validato il tracciamento della telecamera, la fase operativa si è spostata sull'inserimento dei personaggi all'interno dell'ambiente virtuale. I modelli tridimensionali delle creature aliene, precedentemente generati e texturizzati, sono stati importati nella scena per essere articolati e animati.

Per gestire il movimento dei personaggi si è adottata una strategia di rigida ottimizzazione. La costruzione manuale di uno scheletro digitale (*rigging*) e la successiva pittura dei pesi di deformazione (*skinning*), così come l'animazione manuale tramite *keyframe*, sono operazioni che richiedono tempistiche incompatibili con questa tipologia di produzione. Per aggirare l'ostacolo, il processo è stato automatizzato ricorrendo a Mixamo, un applicativo *online* in grado di calcolare le giunture anatomiche e assegnare automaticamente un *rig* funzionale, fornendo al contempo un vasto *database* di *motion capture*.

Coerentemente con le necessità di un *fashion movie* dai toni dilatati e per assecondare l'assenza di movimenti di macchina complessi, sono state selezionate esclusivamente animazioni semplici e lineari: brevi passi in avanti, ingressi a fuoco nell'inquadratura e specifiche pose di attesa (*idle pose*). Queste ultime sono risultate fondamentali per simulare i micro-movimenti fisiologici (come la respirazione) necessari per mantenere il personaggio "vivo" anche quando stazionario. Le *clip* in formato FBX sono state importate in Blender e sequenziate all'interno del *Non-Linear Animation* (NLA) *Editor*. Sfruttando le funzioni di transizione di questo strumento, è stato possibile sfumare (*blend*) le diverse tracce e interpolare fluidamente l'inizio e la fine di *clip* differenti (passando, ad esempio, da una camminata a una posa stazionaria), ottenendo *performance* continue e verosimili senza la necessità di manipolare i singoli *keyframe*.



Figura 3.14: Interfaccia del *Non-Linear Animation* (NLA) *Editor* in Blender. Lo *screenshot* illustra il sequenziamento delle animazioni. Elaborazione a cura dell'autore.

Definita l'animazione dei corpi, si è affrontata la complessa gestione della dinamica dei capi di abbigliamento. L'impiego del tradizionale simulatore fisico dei tessuti (*Cloth Simulator*) avrebbe richiesto il calcolo delle collisioni geometriche per ogni singolo fotogramma.

Questa procedura impone solitamente lunghi tempi di elaborazione (*baking*) e un meticoloso lavoro di calibrazione (*fine-tuning*) per risolvere eventuali compenetrazioni poligonali tra il vestito e il corpo. Per scongiurare una dilatazione esorbitante dei tempi operativi, si è optato per un approccio procedurale alternativo basato sui *Geometry Nodes*. Attraverso questa architettura nodale, la deformazione dei vestiti è stata vincolata matematicamente alle coordinate di movimento del *rig*, simulando il drappeggio e la reazione cinetica del tessuto senza attivare il motore fisico del *software*. Questa soluzione ha restituito un risultato estetico coerente per i movimenti lineari previsti in scena, abbattendo drasticamente il carico computazionale.

Risolta l'intera componente cinetica, l'ultimo passaggio prima del *rendering* ha riguardato la ricostruzione del comparto luminoso fisico. Trattandosi di un ambiente esterno naturale privo di sorgenti artificiali secondarie, l'approccio all'illuminazione è stato essenziale ma rigoroso. La mappa HDRI acquisita durante lo *scouting* è stata assegnata all'ambiente di lavoro tridimensionale. Questa *texture* panoramica ha fornito l'intera base di illuminazione diffusa, restituendo sui personaggi i corretti riflessi dell'acqua e le dominanti cromatiche del tramonto.

Tuttavia, un'immagine HDRI campionata tramite *smartphone* fatica spesso a replicare la corretta intensità direzionale del sole reale, necessaria per generare ombre nette e contrastate. Per supplire a questa carenza e replicare fedelmente le luci di taglio presenti sui *plate* di sfondo, è stata inserita una sorgente luminosa virtuale di tipo "*Sun*". Questa è stata allineata manualmente per far corrispondere l'angolazione e la temperatura colore dei suoi raggi a quelli del sole reale, visibile nel girato originale. La combinazione di questi due elementi, la luce diffusa dell'HDRI per l'ambiente e il *Sun* per la direzionalità, si è rivelata pienamente sufficiente per illuminare e amalgamare visivamente le creature digitali con lo scenario, ottenendo un'integrazione fotorealistica con il minimo carico computazionale.

3.2.4.4 Rendering e Compositing

L'ultima fase del flusso di lavoro ha riguardato l'impostazione del motore di calcolo (*rendering*) e la successiva fusione degli elementi (*compositing*). Per garantire il massimo controllo visivo ed eludere la necessità di ricalcolare l'intera scena in caso di correzioni, gli elementi della CGI sono stati separati in due distinti livelli di *rendering* (denominati *View Layers*).

Il primo livello, nominato *Foreground*, è stato dedicato esclusivamente all'esportazione dei personaggi alieni su sfondo trasparente. All'interno di questo livello, la collezione contenente le geometrie delle rocce scansionate è stata impostata in modalità *Indirect Only*. Con questa configurazione, le rocce non vengono processate come elementi visibili nell'immagine finale, ma il motore di *rendering* ne calcola comunque l'ingombro fisico. Questo permette alle rocce di occludere correttamente la luce e di riflettere i propri rimbalzi luminosi sui modelli dei personaggi, ancorandoli all'illuminazione ambientale senza renderizzare l'ambiente geometrico 3D.

Il secondo livello, denominato *Extras*, è stato strutturato per estrapolare unicamente le ombre portate. Invertendo la logica precedente, la collezione dei personaggi è stata impostata su *Indirect Only* (generano ombre ma rimangono invisibili), mentre le geometrie delle rocce sono state attivate con la funzione di *Shadow Catcher* (superficie di cattura delle ombre). Questo approccio ha generato un livello contenente esclusivamente il dato matematico e l'opacità dell'ombra proiettata dai soggetti sull'ambiente circostante.

Terminato il *rendering*, l'assemblaggio dei vari livelli è stato eseguito nell'editor nodale di *compositing* integrato in Blender. La prima operazione ha interessato la sequenza EXR del *plate* di sfondo. Al fine di operare su un'immagine geometricamente piana, il flusso



Figura 3.15: Livello di rendering *Foreground*: esportazione dei personaggi su sfondo trasparente. Le geometrie ambientali sono impostate in modalità *Indirect Only* per calcolare fisicamente l'occlusione e i rimbalzi luminosi senza essere renderizzate. Elaborazione a cura dell'autore.

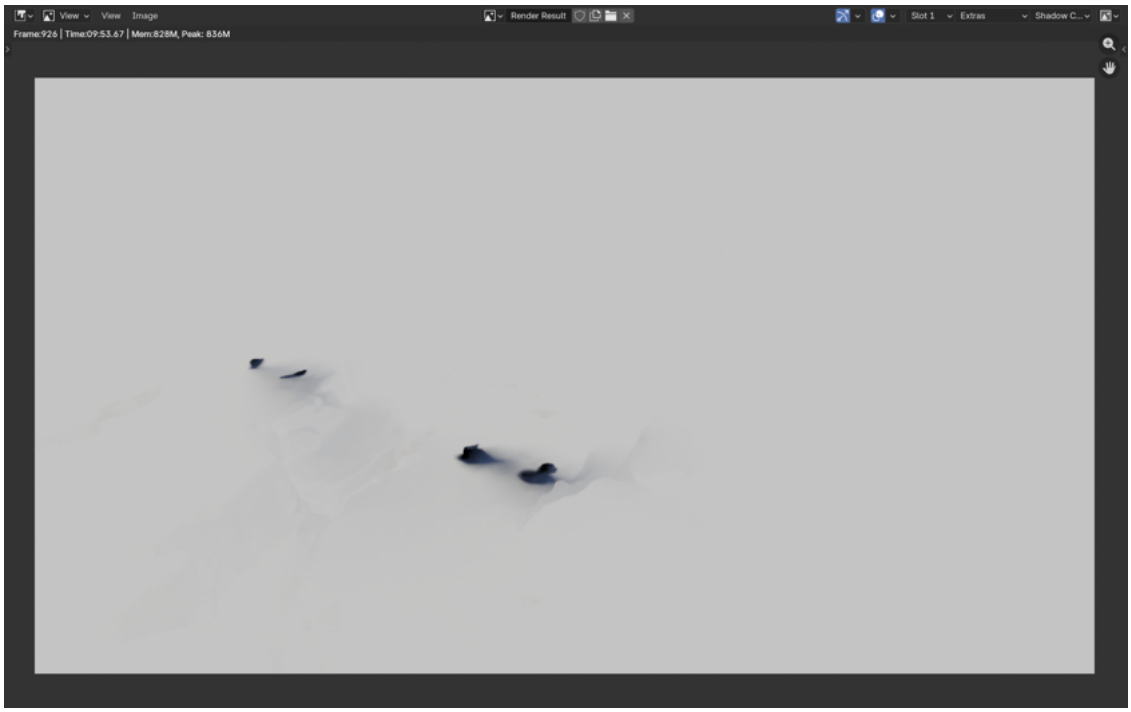


Figura 3.16: Livello di rendering *Extras*: estrapolazione delle ombre portate. La collezione dei personaggi genera l'ombra (modalità *Indirect Only*), mentre le rocce scansionate fungono da superficie di ricezione tramite la funzione *Shadow Catcher*. Elaborazione a cura dell'autore.

dati è stato elaborato da un nodo *Movie Distortion*. Questo strumento ha rimosso la distorsione ottica nativa della lente dell'iPhone, garantendo un tracciamento lineare per l'inserimento degli elementi CGI.

Subito al di sotto, il nodo del livello *Extras* fornisce i dati delle ombre, le quali sono state fuse con il *plate* reale tramite un'operazione matematica di moltiplicazione (nodo *Multiply*). Poiché le ombre pure generate dal *software* 3D risultano tipicamente neutre e assolute, è stato inserito un nodo di correzione della curva di *Gamma*. Questa operazione ha permesso di sollevare e colorare i mezzitoni dell'ombra sintetica, allineandone la densità e la temperatura colore a quelle delle ombre fisiche già presenti sulla scogliera.

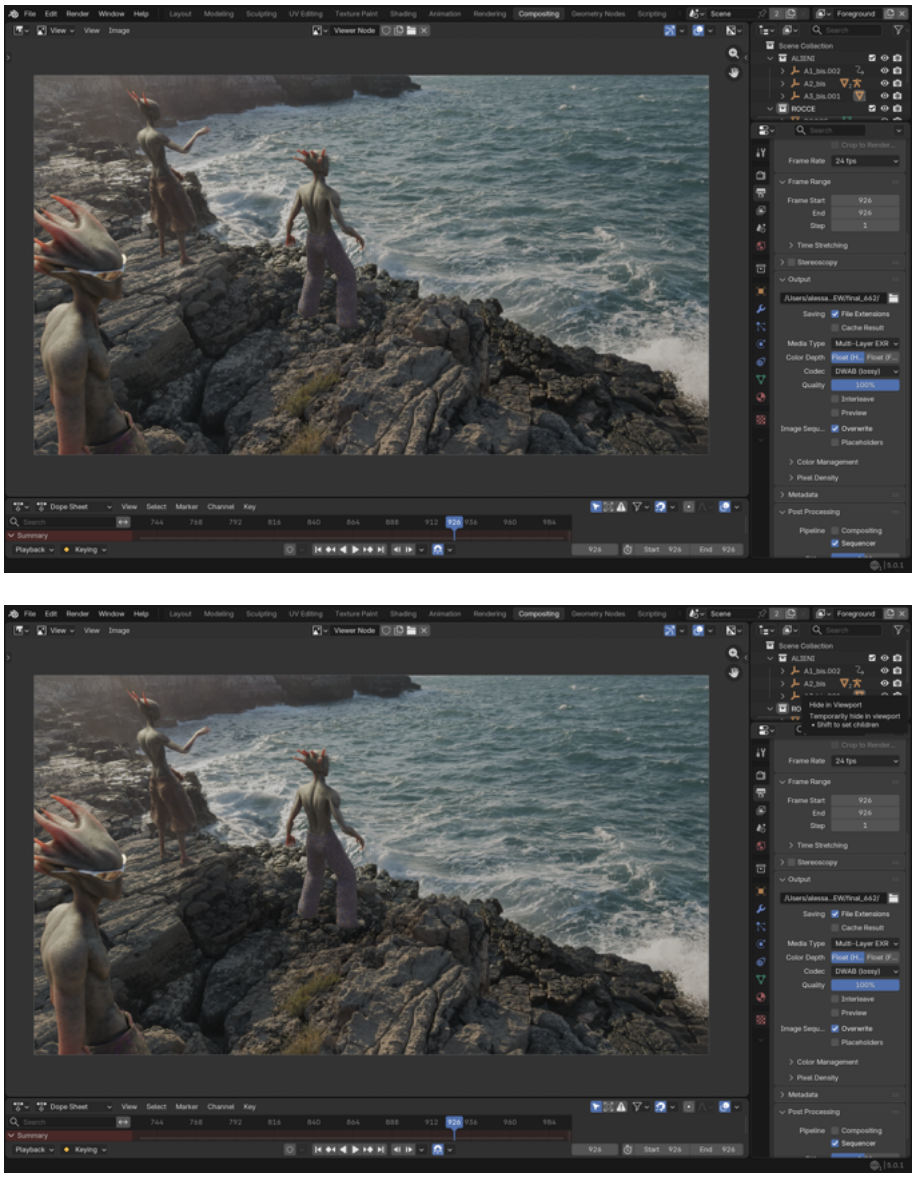


Figura 3.17: Fasi di *compositing* a confronto. In alto: sovrapposizione del solo livello *Foreground* sul *plate* reale. In basso: integrazione completata dal livello *Extras*, in cui le ombre portate ancorano fisicamente i modelli tridimensionali all'ambiente reale. Elaborazione a cura dell'autore.

Il terzo nodo di *input*, situato nella porzione inferiore, immette il livello *Foreground*. Prima della sovrapposizione finale, i *character* digitali sono stati sottoposti a una serie

di elaborazioni per degradarne la perfezione estetica e amalgamarli con l'atmosfera del girato. In primo luogo, è stata introdotta una mappa di profondità (*Mist pass*), calcolata in fase di *rendering*.

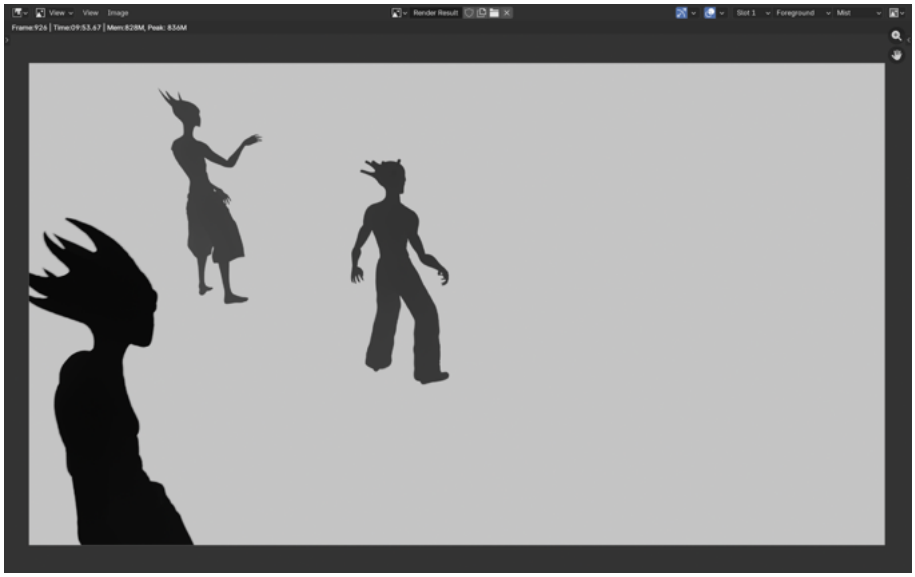


Figura 3.18: Rappresentazione visiva della mappa di profondità (*Mist pass*) calcolata in fase di *rendering*. I valori di luminanza in scala di grigi mappano la distanza dalla telecamera, fornendo il dato matematico necessario per applicare la dispersione atmosferica (nebbia) ai modelli 3D in proporzione alla loro collocazione spaziale. Elaborazione a cura dell'autore.

Questo dato in scala di grigi è stato rimappato tramite i nodi *Map Range* e *Color-Ramp*, per poi essere utilizzato come maschera (*Factor*) all'interno di un nodo *Mix*. Tale operazione ha permesso di miscelare i personaggi con un colore (selezionato tramite *color picker*), ricreando sui modelli 3D la medesima nebbiolina atmosferica che avvolge la scogliera, con un'intensità direttamente proporzionale alla loro distanza dalla telecamera.

In secondo luogo, si è reso necessario il bilanciamento dei livelli di nero. Fisiologicamente, le immagini di sintesi presentano ombre e contrasti che differiscono da quelli del girato reale. Per uniformare i due livelli, i neri dei personaggi digitali sono stati abbassati fino a farli combaciare esattamente con la densità delle ombre presenti nel *plate* di sfondo. Questa calibrazione è stata eseguita inserendo un nodo *Color Balance* e intervenendo in modo mirato sul parametro *Gamma*. Tale regolazione matematica ha permesso di armonizzare il contrasto e di ancorare visivamente i modelli tridimensionali all'illuminazione dell'ambiente fisico circostante, senza alterare la naturalezza delle alte luci.

A completamento dell'integrazione del *Foreground*, sono stati introdotti due nodi per simulare le imperfezioni ottiche e del sensore: un nodo *Glare* per riprodurre i leggeri aloni luminosi (*bloom*) causati dalla diffusione della luce nella lente, e un nodo *Sensor Noise* per replicare la grana digitale caratteristica della compressione dei video soprattutto nei dispositivi come gli iPhone.

Processati tutti i livelli, i personaggi sono stati uniti allo sfondo tramite un nodo *Alpha Over*. Questo nodo esegue il *compositing* finale sovrapponendo i *layer* e sfruttando il canale di trasparenza nativo (*Alpha*) del *render* 3D per ritagliare accuratamente le figure. Tuttavia, l'applicazione di correzioni cromatiche su immagini dotate di sfondo trasparente richiede una specifica accortezza procedurale. Qualsiasi modifica del colore

applicata direttamente rischia infatti di corrompere i *pixel* semitrasparenti situati lungo i contorni sfumati dei modelli, generando artefatti visivi sui bordi noti come *fringing* (come, ad esempio, un innaturale "bordino bianco").

Per prevenire questo difetto strutturale, tutte le manipolazioni cromatiche descritte in precedenza, inclusa la gestione dei neri, sono state incapsulate in un rigoroso calcolo matematico tramite l'uso del nodo *Alpha Convert*. L'immagine è stata dapprima sottoposta a un'operazione di *Unpremultiply*: questa funzione divide i valori RGB per i valori del canale di trasparenza, separando temporaneamente l'informazione del colore puro da quella dell'opacità. Una volta applicate le correzioni sul colore isolato, i valori sono stati nuovamente moltiplicati per l'Alpha (*Premultiply*) per ripristinare il corretto livello di trasparenza originale. Questo preciso flusso operativo garantisce una manipolazione cromatica sicura, preservando la pulizia matematica e il realismo dei bordi durante la sovrapposizione.

Infine, l'intera composizione ha attraversato due stadi conclusivi. Il penultimo nodo della catena è un secondo *Movie Distortion*, incaricato di re-introdurre la medesima distorsione ottica sottratta all'inizio della *pipeline*, saldando così in modo definitivo gli elementi digitali alle aberrazioni fisiche della telecamera originale. Come ultima operazione prima dell'esportazione del *file*, l'immagine è stata processata da un gruppo personalizzato (*Node Group*) dedicato alla finitura estetica; questo blocco condensa i classici strumenti di correzione colore per uniformare l'esposizione e il bilanciamento cromatico dell'intero lavoro, chiudendo il flusso in modo efficiente e centralizzato.

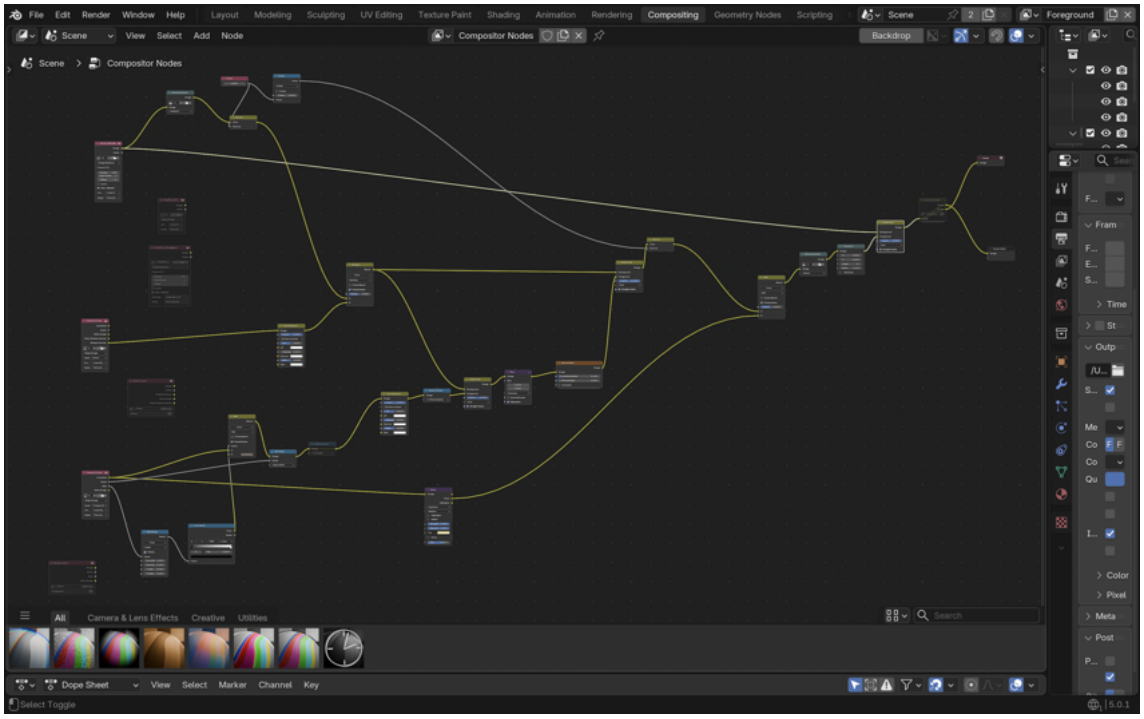


Figura 3.19: Struttura logica dell'albero nodale (*node tree*) utilizzato per il *compositing*. Elaborazione a cura dell'autore.

3.2.5 Risultato finale e commenti

L'analisi dei fotogrammi finali (renderizzati a risoluzione nativa) permette di tracciare un bilancio oggettivo sull'esperimento, valutando l'impatto dei rigidi vincoli produttivi sulla resa estetica del prodotto. I risultati visivi dimostrano l'ottenimento di un *output* coerente

con gli scopi del progetto, validando di fatto la sostenibilità dell'impianto metodologico adottato.



Figura 3.20: Risultato finale, frame 926. Elaborazione a cura dell'autore.

Sotto il profilo dell'integrazione fotografica, il *setup* di illuminazione ibrido ha restituito i risultati previsti per quanto concerne la luce diretta. La combinazione tra la mappa HDRI e la sorgente luminosa virtuale ha permesso di far coincidere la luce di taglio (*rim light*) sui modelli con l'angolazione e la temperatura colore del sole al tramonto visibile sul mare. Tuttavia, spostando l'analisi sull'interazione al suolo, emergono delle evidenti criticità. Sebbene l'impiego della scansione LiDAR e dello *Shadow Catcher* abbia consentito di proiettare l'ombra direzionale assecondando le macro-asperità della roccia, la superficie fittizia di contatto tra il terreno reale e i modelli 3D risulta il punto più debole dell'integrazione. I piedi degli alieni appaiono visivamente "scollati" dal suolo a causa di una fusione imprecisa e dell'assenza di micro-ombre di contatto accurate (*Ambient Occlusion*). Questa lacuna tecnica è imputabile in larga misura alle ristrette capacità del *compositor* integrato in Blender; per quanto funzionale all'abbattimento dei costi e alla centralizzazione del *workflow*, questo strumento fatica a gestire il *fine-tuning* e la stratificazione complessa dei canali d'ombra con la stessa precisione matematica e flessibilità di applicativi nodali dedicati esclusivamente al *compositing* (come Nuke). A mitigare parzialmente queste imperfezioni strutturali interviene però la gestione atmosferica: l'estrapolazione e il *compositing* della mappa di profondità (*Mist pass*) hanno ridotto l'effetto di un'immagine "incollata" sullo sfondo. I personaggi posizionati sui piani focali più distanti risultano infatti coerentemente avvolti dalla foschia, fondendosi con la prospettiva aerea del girato reale.

Dal punto di vista comunicativo, il materiale visivo sembra però rispondere pienamente alle esigenze del *brief* commerciale fittizio imposto in partenza. La dissonanza cognitiva generata dall'inserimento di creature aliene e iper-moderne all'interno di un paesaggio naturale aspro, isolato e malinconico innesca efficacemente il *pattern interrupt* teorizzato in fase di pre-produzione. Il forte contrasto estetico, unito alla posa rilassata e al portamento distaccato dei modelli tridimensionali, trasmette con esattezza l'identità anticonformista

e urbana richiesta dal marchio "Phantom Orchid", confermando che la direzione artistica non è stata compromessa dalle limitazioni di *budget*.

In conclusione, questo elaborato pratico convalida in modo definitivo il *single-operator workflow*. L'esperimento dimostra che, delegando le operazioni a basso valore aggiunto all'intelligenza artificiale e sfruttando l'ecosistema *open-source* (Blender) abbinato a dispositivi di uso quotidiano (iPhone 16 Pro, Polycam), un singolo operatore può coprire funzioni che tradizionalmente richiederebbero l'impiego di un intero reparto VFX. La barriera d'ingresso per la produzione di contenuti promozionali in computer grafica di fascia medio-alta è stata abbattuta: la mancanza di *budget* non rappresenta più un limite invalidante, ma si configura esclusivamente come una variabile metodologica che premia la pianificazione tecnica e l'ottimizzazione del processo.



Figura 3.21: Risultato finale, frame 662 . Elaborazione a cura dell'autore.



Figura 3.22: Risultato finale, frame 829. Elaborazione a cura dell'autore.

Conclusioni finali

Il presente lavoro ha analizzato la transizione dei *Visual Effects* da un modello industriale chiuso a un ecosistema decentralizzato. La diffusione di *software* accessibili (come Blender, Nuke Indie e DaVinci Resolve) e l'aumento della potenza di calcolo dell'*hardware consumer* hanno abbattuto le barriere del paradigma "*studio-based*". È stata così superata la rigida catena di montaggio digitale in favore di una "specializzazione flessibile", incentrata sulla figura ibrida del *VFX Generalist*.

Sul piano sociologico e mediale, l'impiego dei VFX fuori dal perimetro cinematografico risponde alle logiche dell'odierna economia dell'attenzione. Sulle piattaforme *social*, dominate dallo scorrimento ininterrotto, la manipolazione digitale funge da "*pattern interrupt*": l'alterazione surreale dello spazio o l'inserimento di oggetti fuori scala catturano l'utente e neutralizzano lo *swipe* compulsivo, fungendo da gancio algoritmico per massimizzare la *retention*.

Le sperimentazioni pratiche hanno confermato questo impianto teorico, dimostrando che i vincoli di *budget* possono stimolare lo sviluppo di *workflow* ottimizzati. Nel cortometraggio *Disegni*, l'uso rigoroso della pre-visualizzazione 3D ha permesso di allineare l'illuminazione del *set* reale agli scenari virtuali, semplificando drasticamente l'integrazione in *compositing*. Questa pianificazione anticipata è stata poi applicata con successo ai formati brevi: la campagna per l'album *Ragazzo Giovane* di Diego Random ha provato l'efficacia distributiva della CGI nel generare dissonanza cognitiva e visibilità organica, mentre il contenuto *Non prendo sonno* per i Soda ne ha dimostrato la flessibilità e scalabilità. Ricreare a basso costo un'estetica complessa ispirata a *Mad Max: Fury Road* ha imposto l'accettazione di compromessi calcolati, sacrificando il fotorealismo puro a favore di un impatto visivo caotico, ideale per le metriche *mobile*.

La democratizzazione tecnologica esaminata dimostra come il baricentro della produzione si sia spostato dalla pura potenza computazionale all'organizzazione logistica e alla rigorosa pianificazione tecnica. Tuttavia, per misurare la reale portata di questo paradigma, è stato necessario validarlo empiricamente. A tal fine, si è strutturato e testato un flusso di lavoro a *budget* zero, concepito per essere gestito nella sua interezza da un singolo operatore. Attraverso lo sviluppo del *fashion movie* per il *brand* fittizio "Phantom Orchid", l'esperimento ha dimostrato la fattibilità di una *pipeline* estremamente snella: l'acquisizione delle riprese dal vivo tramite dispositivi mobili, unita alla cattura agile dei dati spaziali e luminosi sul *set*, è stata combinata con l'uso mirato dell'intelligenza artificiale per la modellazione organica. Questo processo ha permesso di far convergere e finalizzare l'intera post-produzione all'interno di un'unica architettura *open-source*, eludendo la frammentazione e le tradizionali frizioni ingegneristiche della catena di montaggio classica.

L'analisi critica dei risultati ha evidenziato in modo netto i limiti e i punti di forza di questa impostazione. Tra i successi del *workflow* spicca la capacità di ottenere una mimesi visiva credibile, essenziale per generare il *pattern interrupt* richiesto dalle metriche *social*. Il corretto abbinamento tra l'illuminazione basata su immagini HDRI e la gestione

della foschia atmosferica ha garantito un'integrazione fotografica solida, mascherando con efficacia la sintesi digitale e radicando i personaggi nell'ambiente. Dall'altro lato, sono emerse criticità sui micro-dettagli, come l'imprecisione nell'ancoraggio delle ombre di contatto al suolo. Queste imperfezioni non derivano da un errore di calcolo spaziale, ma dai compromessi fisiologici imposti dal *software*: la scelta di accentrare il *compositing* in un programma 3D generalista abbatte i costi, ma rivela limiti strutturali nel *fine-tuning* se paragonato alla flessibilità matematica di piattaforme nodali dedicate esclusivamente alla post-produzione.

Oltre al riscontro puramente tecnico, la sperimentazione impone una profonda riflessione sulle logiche dell'industria contemporanea. In primo luogo, costringe a ricalibrare la relatività del concetto di "basso *budget*": se nella filiera cinematografica tradizionale questo termine definisce produzioni da svariati milioni di dollari, nella moderna *creator economy* coincide con la quasi totale assenza di capitale liquido. In questo nuovo scenario, il limite economico viene superato barattando il capitale con il tempo, la flessibilità organizzativa e l'ingegno del singolo professionista.

In secondo luogo, la validazione di questa *pipeline* ha operato in una condizione di totale libertà creativa, escludendo una variabile cruciale del mercato reale: il committente. Nella prassi commerciale, le agenzie impongono direttive rigide (*brief*) e cicli di revisione che spesso limitano l'autonomia del *VFX Generalist*, trasformandolo in un mero esecutore. L'efficienza del flusso di lavoro testato, invece, si regge proprio sulla possibilità di prendere decisioni estetiche irrevocabili fin dalla pre-produzione, uno scenario realistico solo nei circuiti in cui l'artista viene ingaggiato specificamente per la propria firma visiva.

L'esperimento certifica tuttavia che l'ingegnosità operativa e una severa preparazione permettono a un singolo *creator* di compensare l'assenza di mezzi, generando contenuti promozionali sufficientemente complessi da assecondare le attuali logiche distributive. Affinché questo approccio metodologico possa considerarsi pienamente validato, i futuri sviluppi della ricerca dovranno necessariamente prevedere il collaudo di questo *workflow* all'interno di una reale dinamica commerciale, affrontando le imprevedibilità di una committenza effettiva per testarne in modo definitivo la scalabilità e la resilienza.

Bibliografia

Adobe Creative Cloud. *How the 'Everything Everywhere All At Once' VFX Team Made Cinematic History*. YouTube, 18 ott. 2022. URL: https://www.youtube.com/watch?v=wXlsFhX2CQQ (visitato il giorno 11/07/2026).

Akenine-Möller, Tomas, Eric Haines e Naty Hoffman. *Real-Time Rendering*. 4ª ed. Boca Raton, FL: A K Peters/CRC Press, 2018.

Ampere Analysis. *Short-form video overtakes streaming and TV in daily media consumption*. Ampere Analysis, 2025. URL: https://csimagazine.com/csi/Short-form-video-overtakes-streaming-and-TV.php (visitato il giorno 04/09/2026).

Analog Studio. *FKA Twigs - Cellophane (VFX Breakdown)*. Vimeo, 2019. URL: https://vimeo.com/338274382 (visitato il giorno 26/08/2026).

Apple Developer. *Mac Computers with Apple Silicon: Unified Memory Architecture*. Apple Inc. 2020. URL: https://developer.apple.com/documentation/apple-silicon/about-the-unified-memory-architecture (visitato il giorno 24/08/2026).

Apple Inc. *Apple Log Profile White Paper*. Apple Developer Documentation. 2023. URL: https://developer.apple.com/documentation/avfoundation/capture_setup/.

Balla, G. «The Director's Method in Contemporary Visual Effects Film: the Influence of Digital Effects on Film Directing». University of York, Theatre, Film e Television, 2016.

Baudrillard, Jean. *Simulacri e simulazione*. Milano: SE, 2008.

Benjamin, Walter. *The Work of Art in the Age of Its Technological Reproducibility, and Other Writings on Media*. The Belknap Press of Harvard University Press, 2008.

Berger, Jonah. *Contagious: Why Things Catch On*. New York: Simon & Schuster, 2013.

Blackmagic Design. *DaVinci Resolve 18.6 Reference Manual*. Blackmagic Design. 2023. URL: https://www.blackmagicdesign.com/support/ (visitato il giorno 09/09/2026).

— *DaVinci Resolve Advanced Training Guide*. Blackmagic Design. 2026. URL: https://www.blackmagicdesign.com/products/davinciresolve.

— *DaVinci Resolve Training: Certification and Educational Resources*. Blackmagic Design. 2026. URL: https://www.blackmagicdesign.com/products/davinciresolve/training.

Blender Foundation. *Blender Reference Manual: Render Engines*. blender.org. 2026. URL: https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/index.html (visitato il giorno 29/07/2026).

— *License: GNU General Public License*. blender.org. URL: https://www.blender.org/about/license/ (visitato il giorno 03/06/2026).

Bolter, Jay David e Richard Grusin. *Remediation: Understanding New Media*. Cambridge, MA: MIT Press, 1999.

Bowes, Amy. *Why Maybelline's CGI Tube stunt shows fake OOH is the new frontier for ads*. The Drum. 11 Lug. 2023. URL: https://www.thedrum.com/news/2023/07/11/

why-maybelline-s-cgi-tube-stunt-shows-fake-ooh-the-new-frontier-ads (visitato il giorno 02/09/2026).

Brompton Technology. *Synapse Virtual Production chooses Brompton processing for Jackson Wang's 'Cruel' music video*. Brompton Technology. 28 Set. 2022. URL: https://www.bromptontech.com/news/synapse-virtual-production-chooses-brompton-processing-for-jackson-wangs-cruel-music-video/ (visitato il giorno 04/08/2026).

Bulut, Selim. *Jesse Kanda on manipulating FKA twigs' face*. Dazed. 28 Ago. 2014. URL: https://www.dazeddigital.com/music/article/21487/1/jesse-kanda-on-manipulating-fka-twigs-face (visitato il giorno 20/08/2026).

Caldwell, John Thornton. *Production Culture: Industrial Reflexivity and Critical Practice in Film and Television*. Durham, NC: Duke University Press, 2008.

Certeau, Michel de. *The Practice of Everyday Life*. Berkeley, CA: University of California Press, 1984.

Chabanova, Anastasia. «VFX - A New Frontier: The Impact of Innovative Technology on Visual Effects». University of Westminster, 2022.

Chazo Figuero, Adriana. «La era de los anuncios tridimensionales: Fake Out Of Home». Trabajo Fin de Grado (TFG). Universidad de Valladolid, Facultad de Ciencias Sociales Jurídicas y de la Comunicación, 2024. URL: https://uvadoc.uva.es/handle/10324/66861.

Cioni, Michael. *Discussing the Cost Bias in Digital Workflows*. Intervista / Podcast. 2015.

Cotter, Kelley. «Playing the visibility game: How digital influencers and algorithms dance». In: *New Media & Society* 21.4 (2019), pp. 895–913.

D'Souza, Shaad. «'It's exactly as they'd have done it in the 1910s': how Barbenheimer is leading the anti-CGI backlash». In: *The Guardian* (27 lug. 2023). URL: https://www.theguardian.com/film/2023/jul/27/its-exactly-as-theyd-have-done-it-in-the-1910s-how-barbenheimer-is-leading-the-anti-cgi-backlash (visitato il giorno 18/05/2026).

Dams, Tim. *"I am gobsmacked": UK industry reacts to collapse of film visual effects giant MPC*. Screen Daily. URL: https://www.screendaily.com/news/i-am-gobsmacked-uk-industry-reacts-to-collapse-of-film-visual-effects-giant-mpc/5202489.article (visitato il giorno 18/07/2026).

Desowitz, Bill. *How the 'Everything Everywhere All at Once' VFX Team Created the Multiverse with 5 Artists*. IndieWire. 26 Mag. 2022. URL: https://www.indiewire.com/features/craft/everything-everywhere-all-at-once-vfx-multiverse-1234728515/ (visitato il giorno 10/07/2026).

Dijck, José van e Thomas Poell. «Understanding Social Media Logic». In: *Media and Communication* 1.1 (2013), pp. 2–14.

Duncan, Jody. «Alien Nation: District 9». In: *Cinefex* 119 (2009), pp. 72–95.

Eye Studio. *Giant Barbie steps out of box next to Burj Khalifa in CGI video*. The National News. 24 Lug. 2023. URL: https://www.thenationalnews.com/arts-culture/film/2023/07/24/giant-barbie-steps-out-of-box-next-to-burj-khalifa-in-cgi-video/.

Faw, Laurence. *Made in Frame: "Everything Everywhere All At Once"*. Frame.io Insider. 11 Apr. 2022. URL: https://blog.frame.io/2022/04/11/made-in-frame-everything-everywhere-all-at-once/ (visitato il giorno 11/07/2026).

Finance, Charles e Susan Zwerman. *The Visual Effects Producer: Understanding the Art and Business of VFX*. Elsevier/Focal Press, 2015.

FKA twigs. *FKA twigs - Cellophane*. YouTube, 24 apr. 2019. URL: https://www.youtube.com/watch?v=YkLjqFpBh84 (visitato il giorno 01/09/2026).

FKA twigs. *FKA twigs - Practice*. Documentario dietro le quinte del videoclip Cellophane. YouTube, 23 mag. 2019. URL: https://www.youtube.com/watch?v=JjF8J6G9XjU (visitato il giorno 01/09/2026).
— *FKA twigs - sad day*. YouTube, 28 ago. 2020. URL: https://www.youtube.com/watch?v=p2RcHQsJEC8 (visitato il giorno 01/09/2026).
— *FKA twigs - Water Me*. YouTube, 2013. URL: https://www.youtube.com/watch?v=kFtMl-uipA8 (visitato il giorno 01/09/2026).
Follett, Gillian. *Alexander Wang uses giant sports bra in CGI stunt*. Ad Age. 7 Set. 2023. URL: https://adage.com/article/digital-marketing-ad-tech-strategies/alexander-wang-fake-out-home-fooh-stunt/2515081.
— *How fake out-of-home advertising became a marketing trend*. Ad Age. 16 Ago. 2023. URL: https://adage.com/article/digital-marketing-ad-tech-strategies/how-fake-out-home-fooh-advertising-became-marketing-trend/2510681 (visitato il giorno 07/09/2026).
FOOH.com. *Maybelline Subway & Bus Lashes FOOH Ad*. URL: https://fooh.com/library/137-maybelline-subway-bus-lashes-fooh-ad.
Fordham, Joe. *Gints Zilbalodis On The Improvisational Filmmaking Style Of 'Flow'*. Cartoon Brew. 4 Dic. 2024. URL: https://www.cartoonbrew.com/feature-film/gints-zilbalodis-on-the-improvisational-filmmaking-style-of-flow-244052.html (visitato il giorno 16/08/2026).
Foundry Visionmongers. *Nuke Indie: Feature Comparison and FAQ*. Foundry. 2020. URL: https://www.foundry.com/products/nuke-family/nuke-indie (visitato il giorno 19/07/2026).
Friedberg, Anne. *The Virtual Window: From Alberti to Microsoft*. Cambridge, MA: MIT Press, 2006.
Gauntlett, David. *Making is Connecting: The Social Power of Creativity, from Craft and Knitting to Digital Everything*. 2ª ed. Cambridge: Polity Press, 2018.
Goldhaber, Michael H. «The Attention Economy and the Net». In: *First Monday* 2.4 (1997). URL: https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/519.
Hesmondhalgh, David e Sarah Baker. *Creative Labour: Media Work in Three Cultural Industries*. London: Routledge, 2011.
Image Engine. *District 9 VFX Breakdown*. YouTube Video. YouTube, 2010. URL: https://www.youtube.com/watch?v=9_N6rXU-q_M (visitato il giorno 20/08/2026).
Jackson Wang. *Jackson Wang - Cruel (Official Music Video)*. 2022. URL: https://youtu.be/Rhy7_Y15FrI?si=UbxFb_4K2a3-QUgO (visitato il giorno 25/08/2026).
Jacquemus. *Jacquemus Hand Bag on Wheels in Paris – FOOH Ad*. FOOH.com. 2023. URL: https://fooh.com/library/95-jacquemus-hand-bag-on-wheels-in-paris-fooh-ad (visitato il giorno 06/09/2026).
Jefatura del Estado (España). *Ley 34/1988, de 11 de noviembre, General de Publicidad*. 15 Nov. 1988. URL: https://www.boe.es/eli/es/l/1988/11/11/34/con.
Jenkins, Henry. *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*. New York: New York University Press, 2006.
— *Textual Poachers: Television Fans and Participatory Culture*. New York: Routledge, 1992.
Kadner, Noah. «The Mandalorian: This is the Way». In: *American Cinematographer* 101.2 (2020), pp. 38–53.
— *The Virtual Production Field Guide*. Industry Report. Epic Games, 2019. URL: https://www.unrealengine.com/en-US/virtual-production.

Kerbl, Bernhard et al. «3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering». In: *ACM Transactions on Graphics* 42.4 (2023).

Knight, David. *FKA twigs 'Cellophane' by Andrew Thomas Huang*. Promonews. 25 Apr. 2019. URL: https://www.promonews.tv/videos/2019/04/25/fka-twigs-cellophane-andrew-thomas-huang/58632 (visitato il giorno 20/08/2026).

KYI Team. *How a-ha's "Take On Me" Video Was Made: Rotoscope Madness, Romance & MTV Warfare*. Know Your Instrument. 2026. URL: https://www.knowyourinstrument.com/how-a-has-take-on-me-video-was-made-rotoscope-madness-romance-mtv-warfare/ (visitato il giorno 20/08/2026).

Lessig, Lawrence. *Remix: Making Art and Commerce Thrive in the Hybrid Economy*. New York: Penguin Press, 2008.

Lévy, Pierre. *Collective Intelligence: Mankind's Emerging World in Cyberspace*. New York: Plenum Trade, 1997.

LIVELOVEASAPVEVO. *A$AP Rocky - HELICOPTER (Official Video)*. 2026. URL: https://www.youtube.com/watch?v=g1-46Nu3HxQ (visitato il giorno 27/07/2026).

Maguire, Lucy. «Giant bags and CGI stunts: Why fashion is obsessed with fake OOH». In: *Vogue Business* (8 ago. 2023). URL: https://www.voguebusiness.com/technology/giant-bags-and-cgi-stunts-why-fashion-is-obsessed-with-fake-ooh (visitato il giorno 02/09/2026).

Mak, Monica. «Digital Cinematic Technology and the Democratization of Independent Cinema». Montreal: McGill University, 2007.

Manovich, Lev. *The Language of New Media*. Cambridge, MA: MIT Press, 2001.

McClean, Shilo T. *Digital Storytelling: The Narrative Power of Visual Effects in Film*. MIT Press, 2007.

McLuhan, Marshall. *Understanding Media: The Extensions of Man*. New York: McGraw-Hill, 1964.

Mildenhall, Ben et al. «NeRF: Representing Scenes as Neural Radiance Fields for View Synthesis». In: *ECCV*. 2020.

Mitchell, William J. *The Reconfigured Eye: Visual Truth in the Post-Photographic Era*. Cambridge, MA: MIT Press, 1992.

MovieLabs. *The Evolution of Media Creation: A 10-Year Vision for the Future of Media Production, Post and Creative Technologies*. Motion Picture Laboratories, Inc., 2019. URL: https://movielabs.com/production-technology/2030-vision/ (visitato il giorno 19/07/2026).

MPC. *FKA twigs: Sad Day*. Moving Picture Company. 2020. URL: https://www.moving-picture.com/work/fka-twigs-sad-day/ (visitato il giorno 01/09/2026).

Nguyen, Thi-Thao-Quyen et al. «Does mindless scrolling feed your brain? A meta-analysis of short-form video consumption and cognitive functions». In: *Computers in Human Behavior* 162 (2025), p. 108428. DOI: 10.1016/j.chb.2024.108428.

Nieborg, David B. e Thomas Poell. «The platformization of cultural production: Theorizing the contingent cultural commodity». In: *New Media & Society* 20.11 (2018), pp. 4275–4292.

NVIDIA Corporation. *NVIDIA OptiX Ray Tracing Engine Programming Guide*. NVIDIA. 2026. URL: https://developer.nvidia.com/optix (visitato il giorno 19/09/2026).

Okun, Jeffrey A. e Susan Zwerman, cur. *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*. 2ª ed. Burlington, MA: Focal Press, 2014.

Padgham, Ian. *Maybelline Sky High Mascara London Tube Stunt*. Origiful. 2023. URL: https://www.origiful.com/ (visitato il giorno 07/09/2026).

Piore, Michael J. e Charles F. Sabel. *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity*. New York: Basic Books, 1984.

Prince, Stephen. *Digital Visual Effects in Cinema: The Seduction of Reality*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 2012.

Rossen, Jake. *Penciling in the History of A-ha's 'Take on Me'*. Mental Floss. 4 Feb. 2021. URL: https://www.mentalfloss.com/article/641065/a-ha-take-on-me-music-video-history (visitato il giorno 19/08/2026).

Rubin, Michael. *Nonlinear: A Guide to Digital Film and Video Editing*. 3ª ed. Gainesville, FL: Triad Publishing Company, 1995.

Rubloff, Michael. «A$AP Rocky Releases Helicopter Music Video featuring Gaussian Splatting». In: *Radiance Fields* (13 gen. 2026). URL: https://radiancefields.com/a-ap-rocky-releases-helicopter-music-video-featuring-gaussian-splatting.

Runway. *How Everything Everywhere All at Once Used Runway*. RunwayML. 2022. URL: https://runwayml.com/customer-stories/how-everything-everywhere-all-at-once-used-runway/ (visitato il giorno 11/07/2026).

Sadowski, Jathan. «The internet of landlords: Digital platforms and new mechanisms of rentier capitalism». In: *Antipode* 52.2 (2020), pp. 562–580.

Seymour, Mike. *A killer timeline: Mad Max: Fury Road*. fxguide. 29 Mag. 2015. URL: https://www.fxguide.com/fxfeatured/a-killer-timeline-mad-max-fury-road/.

— *District 9 and the aliens among us*. fxguide. 18 Ago. 2009. URL: https://www.fxguide.com/fxfeatured/district-9-and-the-aliens-among-us/ (visitato il giorno 18/08/2026).

— *Epic's MetaHuman Creator*. fxguide. 10 Feb. 2021. URL: https://www.fxguide.com/fxnews/epics-metahuman-creator/ (visitato il giorno 29/06/2026).

— *Foundry launches Nuke Indie*. fxguide. 22 Lug. 2020. URL: https://www.fxguide.com/fxnews/foundry-launches-nuke-indie/ (visitato il giorno 17/07/2026).

— *The Blackmagic Design Ecosystem: Vertical Integration and Real-Time Collaboration*. fxguide. 10 Apr. 2022. URL: https://www.fxguide.com/ (visitato il giorno 08/09/2026).

— *The Rise of the Agile VFX Team: Skeleton Crews and Virtual Production*. fxguide. 15 Ago. 2021. URL: https://www.fxguide.com/fxfeatured/the-rise-of-the-agile-vfx-team/ (visitato il giorno 10/08/2026).

Shaffer, Claire. «How The Dire Straits' 'Money for Nothing' Video Helped CGI Go Mainstream». In: *VICE* (17 mar. 2019). URL: https://www.vice.com/en/article/how-the-dire-straits-money-for-nothing-video-helped-cgi-go-mainstream/ (visitato il giorno 07/09/2026).

SheepIt Render Farm. *SheepIt: Frequently Asked Questions and Project Preparation*. sheepit-renderfarm.com. 2026. URL: https://www.sheepit-renderfarm.com/faq (visitato il giorno 03/06/2026).

Shorty Awards. *Alexander Wang - New York Bra Campaign*. URL: https://shortyawards.com/16th/alexander-wang-new-york-bra-campaign.

Shotdeck. *Stills from "District 9"*. 2009. URL: https://shotdeck.com/browse/stills#/movie/555~District+9.

— *Stills from "Everything Everywhere All At Once"*. 2022. URL: https://shotdeck.com/browse/stills#/movie/17333~Everything+Everywhere+All+at+Once.

Shotdeck. *Stills from FKA twigs - "Sad Day" Music Video*. 2020. URL: https://shotdeck.com/browse/stills#/music_video/29825~FKA+Twigs+-+%E2%80%9CSad+Day%E2%80%9D (visitato il giorno 01/09/2026).

SideFX. *PDG: Procedural Dependency Graph Overview*. Side Effects Software Inc. 2026. URL: https://www.sidefx.com/products/pdg/ (visitato il giorno 08/09/2026).

Simon, Herbert A. «Designing Organizations for an Information-Rich World». In: *Computers, Communications, and the Public Interest* (1971). A cura di Martin Greenberger, pp. 37–52.

Skinner, Burrhus F. *Science and Human Behavior*. New York: Macmillan, 1953.

Spelthann, Volker e Axel Haunschild. «Organizational Creativity in Heterarchies: The Case of VFX Production». In: *Creativity and Innovation Management* 20.2 (2011), pp. 100–107.

Staiger, Janet. «Dividing Labor for Production Control: Thomas Ince and the Rise of the Studio System». In: *Cinema Journal* 18.2 (1979), pp. 16–25.

Stump, David. *Digital Cinematography: Fundamentals, Tools, Techniques, and Workflows*. Burlington, MA: Focal Press, 2014.

Su, C. et al. «Viewing personalized video clips recommended by TikTok activates default mode network and ventral tegmental area». In: *NeuroImage* 237 (2021), p. 118136. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2021.118136.

Synapse Virtual Production. *Jackson Wang - Cruel | Virtual Production Behind The Scenes*. YouTube, 2022. URL: https://www.youtube.com/watch?v=F_Yh_3D8Vw4 (visitato il giorno 01/09/2026).

Teppati Losè, Lorenzo, Filiberto Chiabrando e Andrea Giulio Tonolo. «Apple LiDAR Sensor for 3D Surveying: Tests and Results». In: *ISPRS International Journal of Geo-Information* 11.3 (2022), pp. 1–20.

Thacker, Jim. *Why are so many studios adopting Blender?* CG Channel. 28 Lug. 2020. URL: http://www.cgchannel.com/2020/07/why-are-so-many-studios-adopting-blender/ (visitato il giorno 05/07/2026).

The Embassy Visual Effects. *District 9: Behind the Scenes of the Exosuit*. theembassyvfx.com. 2009. URL: https://theembassyvfx.com/work/district-9 (visitato il giorno 19/08/2026).

The Royal Ocean Film Society. *The Visual Effects Crisis*. YouTube. 30 Set. 2022. URL: https://youtu.be/eALwDyS7rB0 (visitato il giorno 18/06/2026).

The Technology Behind It. *A$AP Rocky's Helicopter VFX Breakdown*. YouTube, 2026. URL: https://www.youtube.com/watch?v=xNiSkR3IBIs.

Théberge, Paul. *Any Sound You Can Imagine: Making Music/Consuming Technology*. Hanover, NH: Wesleyan University Press, 1997.

Tilly, Chris. *Director Gareth Edwards Discusses Godzilla's Big Secret*. IGN. 18 Mar. 2014. URL: https://www.ign.com/articles/2014/03/18/director-gareth-edwards-discusses-godzillas-big-secret (visitato il giorno 10/06/2026).

Toffler, Alvin. *The Third Wave*. New York: Bantam Books, 1980.

Ulloa, Nina. *FKA twigs 'Sad Day' by Hiro Murai*. Promonews. 1 Set. 2020. URL: https://www.promonews.tv/videos/2020/09/01/fka-twigs-sad-day-hiro-murai/66524 (visitato il giorno 04/09/2026).

Van Hurkman, Alexis. *Color Correction Handbook: Professional Techniques for Video and Cinema*. 2ª ed. San Francisco, CA: Peachpit Press, 2014.

VFX Voice. *Music Videos and VFX Keep in Tune With Each Other and the Times*. Visual Effects Society. 2024. URL: https://vfxvoice.com/music-videos-and-vfx-keep-in-tune-with-each-other-and-the-times/ (visitato il giorno 19/08/2026).

VFX Voice. *The Creative Imperative: Taking Control of Your Own Project*. Visual Effects Society. 12 Apr. 2021. URL: https://vfxvoice.com/the-creative-imperative-taking-control-of-your-own-project/ (visitato il giorno 26/08/2026).

Wikipedia contributors. *Money for Nothing (song) — Wikipedia, The Free Encyclopedia*. 2026. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Money_for_Nothing_(song).

— *Sledgehammer (Peter Gabriel song) — Wikipedia, The Free Encyclopedia*. 2026. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Sledgehammer_(Peter_Gabriel_song) (visitato il giorno 04/09/2026).

Wright, Steve. *Digital Compositing for Film and Video*. 4ª ed. New York: Focal Press, 2017.

Yan, Y., R. Lin e P. Sun. «Excessive short-form video use leads to frontal fatigue: EEG evidence». In: *International Journal of Human–Computer Interaction* (2024), pp. 1–12. DOI: 10.1080/10447318.2024.2384777.

Zach King. *How I Make My Magic Videos - Behind The Scenes*. YouTube, 2021. URL: https://www.youtube.com/watch?v=FqjRzHbd958 (visitato il giorno 04/09/2026).

Zara, Christopher. «Oatly's fake graffiti invites real protest in Paris». In: *Fast Company* (1 dic. 2023). URL: https://www.fastcompany.com/90991367/oatlys-fake-graffiti-invites-real-protest-in-paris.

Elenco delle figure

1.1 Selezione di fotogrammi tratti dal film *District 9* (2009). Fonte: Shotdeck. *Stills from "District 9"*. 2009. URL: https://shotdeck.com/browse/stills#/movie/555~District+9. 39

1.2 Selezione di fotogrammi tratti dal film *Everything Everywhere All At Once* (2022). Fonte: Shotdeck. *Stills from "Everything Everywhere All At Once"*. 2022. URL: https://shotdeck.com/browse/stills#/movie/17333~Everything+Everywhere+All+at+Once. 43

2.1 Integrazione tra riprese *live-action* e animazione in rotoscopia nel videoclip *Take on Me* (1985). Fonte: Shotdeck. 60

2.2 Ibridazione tra estetica analogica e CGI surreale nel videoclip *Taylor Swift* di A$AP Rocky. Fonte: Shotdeck. 62

2.3 Sequenza visiva tratta dal videoclip *Shittin' Me* di A$AP Rocky. Fonte: Blinkink. 65

2.4 Frame tratti dal videoclip *HELICOPTER* di A$AP Rocky. Fonte: LIVELOVEASAPVEVO. *A$AP Rocky - HELICOPTER (Official Video)*. 2026. URL: https://www.youtube.com/watch?v=g1-46Nu3HxQ (visitato il giorno 27/07/2026). 68

2.5 Frame tratto dal videoclip *Cruel* di Jackson Wang (2022). Fonte: Jackson Wang. *Jackson Wang - Cruel (Official Music Video)*. 2022. URL: https://youtu.be/Rhy7_Y15FrI?si=UbxFb_4K2a3-QUgO (visitato il giorno 25/08/2026). 70

2.6 Frame dal videoclip *cellophane* di FKA twigs. Fonte: FKA twigs. *FKA twigs - Cellophane*. YouTube, 24 apr. 2019. URL: https://www.youtube.com/watch?v=YkLjqFpBh84 (visitato il giorno 01/09/2026). 74

2.7 Frames dal videoclip *Sad Day* di FKA twigs. Fonte: Shotdeck. *Stills from FKA twigs - "Sad Day" Music Video*. 2020. URL: https://shotdeck.com/browse/stills#/music_video/29825~FKA+Twigs+-+%E2%80%9CSad+Day%E2%80%9D (visitato il giorno 01/09/2026). 77

2.8 Campagna pubblicitaria FOOH (Fake Out Of Home) per Jacquemus a Parigi. Fonte: Jacquemus. *Jacquemus Hand Bag on Wheels in Paris – FOOH Ad*. FOOH.com. 2023. URL: https://fooh.com/library/95-jacquemus-hand-bag-on-wheels-in-paris-fooh-ad (visitato il giorno 06/09/2026). 78

2.9 Campagna pubblicitaria FOOH (Fake Out Of Home) per Maybelline. Fonte: FOOH.com. *Maybelline Subway & Bus Lashes FOOH Ad*. URL: https://fooh.com/library/137-maybelline-subway-bus-lashes-fooh-ad. . . 82

2.10 Campagna pubblicitaria FOOH (Fake Out Of Home) per Alexander Wang a New York. Fonte: Shorty Awards. *Alexander Wang - New York Bra Campaign*. URL: `https://shortyawards.com/16th/alexander-wang-new-york-bra-campaign`. 83

3.1 Integrazione di elementi CGI surreali per la campagna *social* di Diego Random, brano *Uragano* (2025). A sinistra, modelli 3D in *solid mode*; a destra, il *compositing* finale. 93
3.2 *Ragazzo Giovane*, Brano *Come sono*. A sinistra, il momento prima dell'impatto con il veicolo in CGI; a destra, la scansione 3D dell'artista utilizzata per simulare le interazioni fisiche della collisione. 95
3.3 Breakdown per il brano *Come sono*. A sinistra, l'inserimento dei modelli 3D dell'attrezzatura di scena in *solid mode*; a destra, il *compositing* finale comprensivo di *texturing*, illuminazione e *color grading* 97
3.4 Selezione di frame estratti dal reel per il brano *Randagi*. 99
3.5 *Backstage* per il progetto *non prendo sonno* del duo SoDa (2026). Le immagini documentano l'allestimento del set e l'impiego di *blue screen* e *green screen* 105
3.6 Frame estratti dal reel per il brano *non prendo sonno* (SoDa, 2026) 107
3.7 Frame estratti dal reel per il brano *non prendo sonno* (SoDa, 2026) 108
3.8 Visualizzazione in Blender delle scansioni ambientali acquisite tramite Polycam. In alto: la geometria grezza (*Solid Mode*). In basso: la *mesh* con l'applicazione della *texture* fotogrammetrica (*Material Preview*). Elaborazione a cura dell'autore. 114
3.9 Interfaccia dell'applicativo Hyper 3D Rodin durante la generazione del modello. La visualizzazione evidenzia la qualità della geometria (*mesh*) prodotta dall'IA, caratterizzata da una topologia pulita basata su quadrilateri. Elaborazione a cura dell'autore. 115
3.10 Sviluppo dei materiali per i modelli digitali. In alto: tre viste di dettaglio che evidenziano la resa visiva delle *texture* (colore, rugosità e dettagli superficiali). In basso: l'albero nodale all'interno dello *Shader Editor* di Blender, che illustra il setup matematico del materiale. Elaborazione a cura dell'autore. 117
3.11 In alto: il *concept* del capo generato tramite IA (Nano Banana Pro). In basso a sinistra: il modello 3D importato e adattato al personaggio, in modalità *Material Preview*. In basso a destra: resa finale in modalità *Rendered*. Elaborazione a cura dell'autore. 118
3.12 In alto: il *concept* del capo generato tramite IA (Nano Banana Pro). In basso a sinistra: il modello 3D importato e adattato al personaggio, in modalità *Material Preview*. In basso a destra: resa finale in modalità *Rendered*. Elaborazione a cura dell'autore. 119
3.13 Interfaccia di lavoro *Motion Tracking*. Lo *screenshot* evidenzia la distribuzione dei marcatori sui diversi piani di profondità della scogliera per il calcolo della parallasse. Le curve in rosso e verde rappresentano lo spostamento bidimensionale dei singoli marcatori nel corso dei fotogrammi. Elaborazione a cura dell'autore. 122
3.14 Interfaccia del *Non-Linear Animation* (NLA) *Editor* in Blender. Lo *screenshot* illustra il sequenziamento delle animazioni. Elaborazione a cura dell'autore. 123

3.15 Livello di rendering *Foreground*: esportazione dei personaggi su sfondo trasparente. Le geometrie ambientali sono impostate in modalità *Indirect Only* per calcolare fisicamente l'occlusione e i rimbalzi luminosi senza essere renderizzate. Elaborazione a cura dell'autore. 125
3.16 Livello di rendering *Extras*: estrapolazione delle ombre portate. La collezione dei personaggi genera l'ombra (modalità *Indirect Only*), mentre le rocce scansionate fungono da superficie di ricezione tramite la funzione *Shadow Catcher*. Elaborazione a cura dell'autore. 125
3.17 Fasi di *compositing* a confronto. In alto: sovrapposizione del solo livello *Foreground* sul *plate* reale. In basso: integrazione completata dal livello *Extras*, in cui le ombre portate ancorano fisicamente i modelli tridimensionali all'ambiente reale. Elaborazione a cura dell'autore. 126
3.18 Rappresentazione visiva della mappa di profondità (*Mist pass*) calcolata in fase di *rendering*. I valori di luminanza in scala di grigi mappano la distanza dalla telecamera, fornendo il dato matematico necessario per applicare la dispersione atmosferica (nebbia) ai modelli 3D in proporzione alla loro collocazione spaziale. Elaborazione a cura dell'autore. 127
3.19 Struttura logica dell'albero nodale (*node tree*) utilizzato per il *compositing*. Elaborazione a cura dell'autore. 128
3.20 Risultato finale, frame 926. Elaborazione a cura dell'autore. 129
3.21 Risultato finale, frame 662 . Elaborazione a cura dell'autore. 131
3.22 Risultato finale, frame 829. Elaborazione a cura dell'autore. 131

Ringraziamenti

Come prima cosa, vorrei ringraziare la mia professoressa e relatrice Cristina Colet, che fin da subito è stata entusiasta di questo lavoro e mi ha guidato nel realizzarlo.

Quando iniziai questo percorso, ormai diversi anni fa, muovendo i primi passi in questo mondo che ora mi sembra così familiare, mentre affrontavo le difficoltà dei primi anni, c'era sempre qualcosa nel mio inconscio che mi ha spinto a pensare: "anche se adesso non è così, tutto questo arriverò ad amarlo profondamente". I primi anni furono difficili, ho imparato davvero ad affrontare situazioni e problemi complessi, come mai nella mia vita prima di quel momento, ed è stato forse il più grande insegnamento che mi ha dato questo percorso, ma poi quasi come una profezia che si auto-avvera, quel sentimento è arrivato davvero.

Oggi aver trovato qualcosa che sono sicuro sia il mio posto, la mia strada (per ora, si spera, finché non arrivi, se mai, qualcosa di ancora meglio) penso sia il regalo più bello che il Politecnico mi abbia fatto. Avere la consapevolezza di essere nel posto giusto o quantomeno sul giusto cammino, penso che sia una cosa grande e per nulla scontata. I percorsi di formazione dovrebbero tutti essere così, mi sento di essere fortunato nell'averne intrapreso uno che abbia iniettato questa passione nella mia vita, nei confronti di queste materie, di questi progetti così vitali ed emozionanti, da tenermi sveglio la notte per poterne parlare con i miei amici e colleghi.

Quindi vorrei continuare ringraziando proprio voi amici, che avete passato tante notti insieme a parlare di tutti i nostri sogni, dei progetti del presente e del futuro, di magie e mondi da esplorare. Ludo, Marco, Bea e Gianlu, avete nutrito la mia passione, aiutato nei momenti peggiori, seguito in mille avventure anche improbabili, pazzesche o difficili. Siete stati la mia famiglia qui a Torino. Grazie.

Ma la passione e tutte le cose belle arrivano solo se c'è qualcuno alle tue spalle che riesce a dire la cosa giusta al momento giusto, a seminare in te tutte queste scintille nella speranza che portino ad un qualcosa che per natura è un salto nel vuoto. Se non ci sono loro a crederci per primi, chi mai potrà farlo?

Alla mia famiglia, grazie del vostro coraggio, della vostra infinita fiducia, quando nemmeno io avevo così tanta fiducia, grazie di aver seminato in me queste scintille, di avermi sopportato e di avermi sempre sostenuto in tutto questo. Grazie di avermi preso per mano e portato fin qui.

Aurelia, Benedetta, Lucilla, Francesca, Luca, Letizia, Vittoria, Santino, Lorenza, grazie di rendere la mia vita un po' più avventurosa, siete il mio posto sicuro, dove posso sempre essere me stesso, dove non ho mai paura.

Francesco, grazie di avermi insegnato ad amare e ad amarmi, grazie di essermi stato accanto in questo percorso, di riportarmi con i piedi per terra se c'è bisogno o di darmi la spinta quando mi serve di un pizzico di coraggio in più, e grazie di tutte le cose che sappiamo io e te soltanto, *mi vida*.