

# POLITECNICO DI TORINO

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

Tesi di Laurea Magistrale

## **Visual effects e CGI: workflow per il fotorealismo**



**Relatore**

Prof. Riccardo Antonio Silvio Antonino

**Candidato**

Renato Alberto Angelone

Anno accademico 2017/2018



## Indice

Introduzione.....	2
1. COMPUTER GRAPHICS E CGI.....	4
1.2 UN PO' DI STORIA.....	5
2. FOTOREALISMO IN CGI.....	11
2.1 RASTERIZZAZIONE.....	12
2.2 RAY CASTING.....	13
2.3 RAY TRACING.....	15
3. RENDERING FOTOREALISTICO.....	21
3.1 LA MODELLAZIONE.....	22
3.2 MATERIALI.....	23
3.2.1 FONDAMENTI DEL COMPORTAMENTO DELLA LUCE.....	24
3.2.2 MATERIALI PBR.....	29
3.3 LIGHTING.....	30
3.4 POST-PROCESSING.....	32
4. MOTORI DI RENDERING.....	33
5. WORKFLOW ELABORAZIONE TRAILER "IL VATE".....	37
5.1 FASE 1.....	41
Chroma Key.....	41
Tracking.....	43
Modellazione.....	48
5.2 FASE 2.....	54
Rotoscoping.....	54
Shading.....	56
I Shader utilizzati.....	57
Creazione delle diverse texture.....	65
Configurare le luci.....	69
5.3 FASE 3.....	72
Render Passes.....	72
DirectLighting.....	73
Info Channel.....	75
5.4 FASE 4.....	88
Compositing.....	88
CONCLUSIONI.....	89
BIBLIOGRAFIA.....	90
SITOGRAFIA.....	90

## Introduzione

Quando la grafica generata in computer viene fatta bene, non è percettibile, e se integrata bene con la storia difficilmente si riesce a capire che tutto quanto è stato creato da un computer, semplicemente perché dei buone effetti visivi servono al racconto della storia, per questo il miglior effetto visivo è quello che non si nota, perché integrato bene con il resto della scena.

Riuscire ad avere ottimi risultati in effetti visivi non ha a che vedere con semplicemente solo applicare effetti visivi pratici che come detto prima nella maggior parte dei casi vengono meglio ma sono troppo costosi in confronto ad alternative che la CGI può offrire ma con capire la tecnologia che si ha a disposizione e la potenza che questa può offrire individuando i punti forti e deboli che si devono affrontare e sostituendole magari con altre tecniche.

Ai giorni d'oggi i computer hanno raggiunto una capacità di calcolo importante che permettono renderizzare oggetti, automobili, sedie, piante che vengono usate tutto il tempo nella realizzazione dei film e lo spettatore non se ne accorge nemmeno, le scene di persecuzione in macchina o scene che prevedono incidenti o schianti hanno macchine in CGI, scene aeree con elicotteri o nello spazio, oppure a volte scene con intere città che sono ricreate in CGI.

Vale lo stesso per i diversi tipi di materiali più complessi che si vedono nei film, i computer riescono a ricreare i metalli riflettenti, i tessuti, e anche la pelle sia degli animali come quella degli umani, ma qui in particolare c'è stata una vera sfida per raggiungere livelli fotorealistici come nel film *Il Curioso Caso di Benjamin Button* (2008), ma non è stato il caso per ricreare una folla, essendo questa una tecnica spesso utilizzata nel cinema al posto di pagare centinaia di

comparse o dover affittare immense location, conviene molto di più ricrearle al computer e animarle. Invece quando si devono inserire creature o animali in CGI come nel caso del T-Rex di Jurassic Park di cui si parlava prima, o come in *Rise of the Planet of the Apes* (2011) si inseriscono referenze fisiche in fase di produzione quando si gira, perché si teme che l'illuminazione non sia quella giusta oppure che gli oggetti in CGI manchi peso nella scena, e un altro esempio di un film notevole è Gravity (2013) in cui praticamente tutto è fatto in CGI come si vede nelle immagini.

Ma quando si trattano di fluidi o fumo, la fatica per i computer aumenta e non di poco per questo a volte si combinano effetti pratici con quelli in CGI, sono tecniche impiegate molto spesso in film di azione dove si prevedono esplosioni e tanto fumo.

La questione è che il cinema è stato sempre pieno di effetti visivi da quelli pratici alla CGI che in questi tempi regna negli studio grandi e piccoli di produzione come tecnologia che da sola non serve a niente perché nell'industria degli effetti speciali la competitività è alle stelle e quello che succede è che il lavoro che gli artisti degli effetti speciali meno si nota e più invisibile è per il pubblico, questo vuol dire che gli effetti speciali devono essere un complemento della storia e supportare i personaggi.

## 1. COMPUTER GRAPHICS E CGI

Oggi la computer grafica è una parte centrale delle nostre vite, nei film, videogiochi, design, realtà virtuale e tutto ciò che riguarda l'immagine partendo dalla creazione, passando al salvataggio e manipolazione di un tipo di informazione che rappresenta l'immagine che si sta trattando con l'aiuto di hardware e software specializzati che impiegano algoritmi e strutture di dati che si basano nelle scienze della geometria, ottica e fisica.

Le tecnologie che si occupano della rappresentazione e manipolazione di dati che si traducono in un'immagine, eppure l'acquisizione di essi dati dal mondo fisico fanno parte della computer grafica, che come termine è molto diffuso e generale, ed è per questo che tra le diverse discipline della computer grafica spunta una in particolare: la CGI (sigla in inglese oppure Immagine Generata al Computer) che si occupa della grafica 3D e 2D utilizzata nell'arte e nella produzione di effetti speciali nel cinema e la televisione, anche perché in certe situazioni che ci vuole una determinata ambientazione, oppure la ricostruzione di scenografie, l'affitto di vestiti che richiedono un certo numero di persone e ad un certo punto diventa più abbordabile a livello di budget usare la CGI, ma non solo per i motivi citati prima, anche perché capita spesso che sia importante raggiungere una resa di un certo tipo che si può solo fare con l'aiuto della CGI. E non finisce qui, con la tecnologia che migliora e diventa più accessibile certe produzioni impiegano la CGI per risolvere problemi di logistica, invece che per creare esplosioni o creature fantastiche per risparmiare tempo e denaro.

L'evoluzione della CGI avviene grazie alla nascita di due grandi industrie che sono i videogiochi ed il cinema, che col passare degli anni hanno contribuito allo sviluppo di algoritmi, software e hardware e hanno reso più accessibili queste tecnologie ad artisti individuali, freelance del settore e piccoli studi per

produrre film, videogiochi e installazioni artistiche da computer ad un costo non molto alto per ottenere una resa più realistica di volta in volta partendo da piccoli inserimenti in film alla creazione di personaggi totalmente generati in computer in lungometraggi fatti interamente in CGI.

## **1.2 UN PO' DI STORIA**

Il primo film ad impiegare la CGI ma in due dimensioni è stato *Westworld* (1973), e il suo sequel *Futureworld* (1976), solo tre anni dopo usa la CGI in 3D per ricreare una mano ed una faccia col contributo di Edwin Catmull e Fred Parke, due studenti dell'università di Utah.

In quanto alle produzioni televisive, la CGI fa il suo esordio con il telefilm *Captain Power and the soldiers of the future* in 1987, storia ambientata nel futuro che mette insieme girato vero e animazione fatta in computer, che non ebbe molta accoglienza siccome la resa non era la migliore, e per questo il cinema non sposò la CGI fino all'anno 1989, quando l'Industrial Light & Magic (ILM) di George Lucas si prese cura degli effetti computerizzati del film *the abyss* (1989) impiegando sei mesi di postproduzione, rallentando l'uscita del film ma valendo la pena per vincere il premio Oscar ai migliori effetti speciali, provocando una vera rivoluzione nell'industria della computer grafica e per difetto del cinema.



Comunque negli anni 90 la CGI non era ancora così forte come adesso, quindi gli effetti speciali pratici erano preferiti per la resa finale che davano ai film. Ma bisogna fare una considerazione al riguardo: più inavvertita passa la presenza della CGI più questa viene apprezzata perché questa deve dare un supporto alla storia e al personaggio, e non diventare la protagonista del film con un'eccezione che fu *Jurassic Park* (1993) che con Steven Spielberg, diventato un referente del cinema fin dal suo primo lavoro.

Spielberg è stato pioniere nell'uso della tecnologia per rendere possibile la realizzazione di questo film cambiando il cinema moderno per sempre, la resa fotorealistica venne riuscita, integrando immagini generate al computer con immagini dal vivo, e rendendo i veri protagonisti gli stessi dinosauri.





Prima della sua uscita, Jurassic Park era già leggendario dai suoi trailer, il che lasciava intendere che questo film avrebbe avuto alcuni dei mostri in VFX più realistici di sempre e come detto prima gli esseri umani dovevano essere subordinati in questo film agli effetti (i dinosauri). Ed è con la scena dove compare per la prima volta il T-Rex, che Spielberg è molto preoccupato su come rivelare il gigante mostro. Il dinosauro è stato portato in vita dalle case degli effetti ILM, Stan Winston Studios e da Phil Tippett, questo ultimo lavorò negli anni '80 per i film di Star Wars, è stato quello a spingere l'animazione stop-motion ai suoi limiti; invece della normale serie di immagini fisse, un quasi flipbook che, sebbene molto bello, non era realmente realistico nel ritrarre la fisica degli esseri viventi, Tippett ha introdotto il fenomeno ottico del motion blur, o *"quel momento di sfocatura quando un oggetto si muove più velocemente di quanto possa osservare l'occhio nudo"*.



Nasce così il "Go Motion" grazie all'inventiva di Tippett che cambiò l'intera idea di ciò che potrebbe essere realizzato in un film. Sopprimendo il processo che era stato sostanzialmente lo stesso usato dal film King Kong dell'anno 1933. La tecnica di Tippett, pur facendo un balzo in avanti, era ancora piuttosto vecchia scuola. Induceva un leggero movimento in tutto ciò che era necessario per muoversi, nell'istante prima che fosse esposto. In questo caso, gli oggetti in questione erano i modelli controllati dal computer di ILM e Winston, che erano versioni potenziate delle marionette di Tippett. Spielberg ha rapidamente apprezzato la direzione dei suoi collaboratori; la sua comprensione di VFX e del cinema gli hanno costantemente permesso di implementare la tecnologia al servizio della narrativa.

Il workflow per i VFX era il seguente: Tippet creava piccoli pupazzi, potenziati da microcontrollori e robotica di Winston, poi riportati in vita dal lavoro di ILM, il cui compito era quello di legare tutto insieme per compositing, aumentare il motion blur e spargere la sua magia digitale a rendere il prodotto finale reale come un film su creature che nessuno avrebbe mai visto. Spielberg stava attraversando una linea che è ancora più rilevante oggi, vale a dire: si può creare qualcosa di completamente falso, filato da tutto il tessuto, e renderlo più significativo degli stessi attori per il pubblico. La pre-produzione era già in corso

da 24 mesi e la decisione era stata presa in base alla quale gli esseri umani dovevano essere sottoposti in questo film agli effetti. Potrebbe non essere stata la prima volta che un film è stato così pesante, ma è stato certamente il caso su una scala così grande e, inoltre, con degli VFX e animatronica così all'avanguardia.



I modelli di Winston potevano durare 16 settimane, con valvole attraverso le quali venivano forzati 60 galloni di liquido al minuto, per dare alla pelle un'illusione di movimento; solo uno poteva arrivare a pesare più di 6500 Kg. Era chiaro che questo non sarebbe stato un film normale, neanche per gli standard di Spielberg, non si comparava neanche con Jaws (1975). Spielberg non voleva dinosauri che assomigliassero a "mostri dei film di serie B" e quindi la preoccupazione, fin dall'inizio, era su ciò che non poteva essere girato.

Gli attori erano lì per recitare davanti al vuoto, per far sì che il pubblico si identificasse con loro, e la premessa era diventata che senza una vera e propria grafica rivoluzionaria, non ci sarebbe nulla per i personaggi di cui essere terrorizzati e quindi nulla per sopraffare il pubblico. In realtà, però, era un problema piuttosto semplice: tutto ciò di cui c'era bisogno erano effetti che non erano mai stati prodotti prima.

Prima che le riprese iniziassero, Spielberg portò sul campo un paleontologo, Jack Horner, per consultarsi sul comportamento dei dinosauri. Allo stesso tempo, Tippett stava creando storyboard, al fine di catturare il movimento delle creature. Horner aveva scoperto che il lavoro di Tippett era sbagliato, perché a suo parere, la rappresentazione del movimento fatta da Tippett della creatura rettiliana era sbagliata. Horner era fermamente convinto che i dinosauri fossero molto più simili agli uccelli. In definitiva, ILM sfruttò questa opportunità per spingere il suo nuovo sistema di microprocessori basato su computer Apple (che aveva trasformato il T-1000 in Judgment Day in tutti i tipi di cose mortali) come una soluzione al problema di dare vita ai modelli di Winston.

Dopo che Spielberg vide il filmato dei modelli, capì il potenziale di quella tecnica, e divenne uno dei momenti più importanti della storia del cinema: questo film segna l'inizio dell'era dei computer nei film costringendo Tippett a adattarsi ed integrare nel suo workflow l'uso del digitale, in parte perché non ebbe scelta. Il film non sarebbe mai stato lo stesso, specialmente dopo che il primo della serie di film fu pubblicato nel 1993 e guadagnò \$81,7 milioni di dollari nella prima settimana, superando il budget di quasi \$ 20 milioni. Opportunamente, Spielberg, che, insieme a Lucas, aveva introdotto il "blockbuster" a Hollywood alla fine degli anni '70, portò i film in un'altra era; con le nuove tecnologie che possono essere utilizzate per intrattenere e realizzare filmati, ed è in questo momento che inizia il vero salto di qualità della CGI e

inizia a prendere importanza nell'industria dell'arte ed intrattenimento portando con sé la realizzazione dei primi lungometraggi fatti interamente in CGI e la crescita degli studi d'animazione come la Pixar con *Toy Story* (1996) e la Dreamworks.

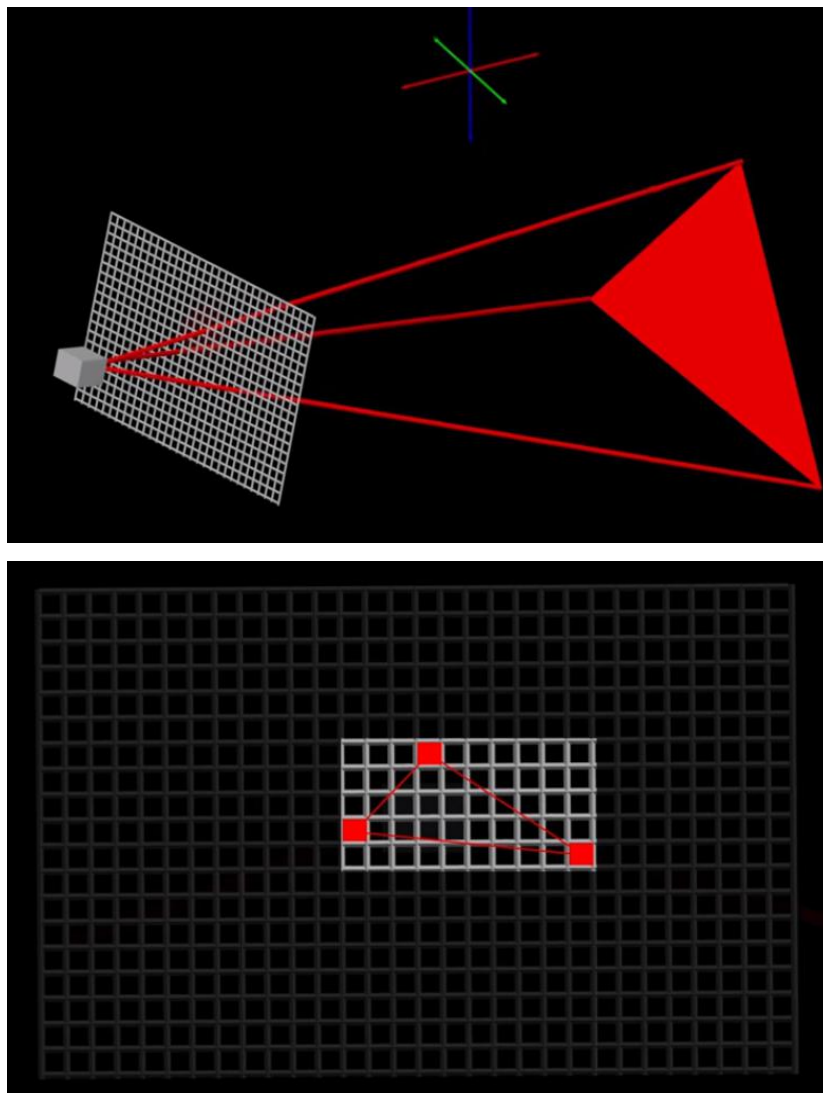
## **2. FOTOREALISMO IN CGI**

Con la tecnologia che avanza, processori, schede grafiche e software di rendering più potenti si può raggiungere un livello di rendering fotorealistico che col tempo può solo migliorare semplificando e velocizzando il lavoro ai professionisti dell'industria del cinema dando più soluzioni e alternative per abbassare costi di produzione. Tutto ciò avviene grazie alla matematica, con i fondamenti di geometria, le coordinate 3D, i vettori e le matrici, le operazioni vengono eseguite con linguaggi di programmazione che permettono i computer di interpretarli.

L'approccio più semplice per creare una grafica 3D è partire da 3 punti nello spazio tridimensionale ovviamente che definiscono un triangolo che in CGI è il poligono più utile per la sua semplicità e comodità. Nel mondo reale un triangolo fatto di carta diffonde i raggi di luce che lo colpiscono in un'infinità di direzioni, operazione che per un computer va aldilà delle sue capacità soprattutto se parliamo dei computer negli anni 1960 quando i primi scienziati informatici si chiesero per un metodo per svolgere questi calcoli.

## 2.1 RASTERIZZAZIONE

La premessa è stata: non tenere in considerazione tutti i raggi che colpiscono il triangolo ma una certa quantità limitata, e per fare così fu inserita una camera nello spazio 3D, cioè un punto di prospettiva, e di fronte a quel punto venne inserita una griglia dove ogni cella rappresenta un pixel dell'immagine finale renderizzata.



Dunque invece di disegnare un'infinità di raggi di luce per ogni vertice del triangolo, si disegna solo un raggio che interseca col punto di prospettiva della camera, dove questi raggi che intersecano sarebbero i bordi del triangolo in questione dal punto di vista della camera, e così riducendo il calcolo solo a quella porzione della griglia dove i tre punti si intersecano, il computer calcolerà in ogni pixel di quella regione se questo viene intersecato per i raggi, se è così saranno assegnate le proprietà dei materiali e shaders dell'oggetto, altrimenti si lascia vuoto e così il triangolo 3D sarà visibile in due dimensioni rasterizzato.

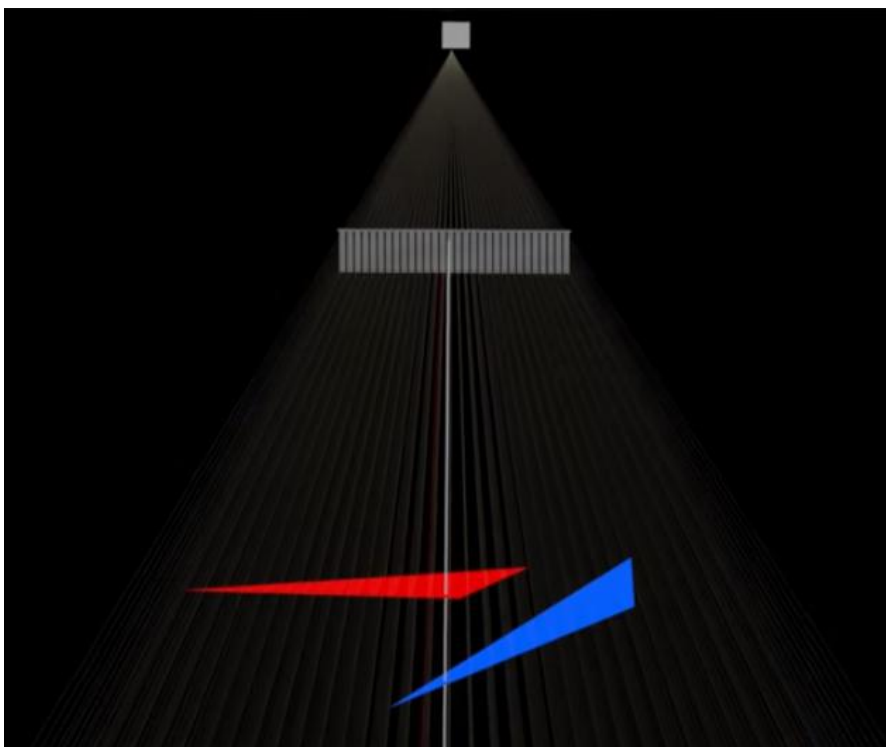
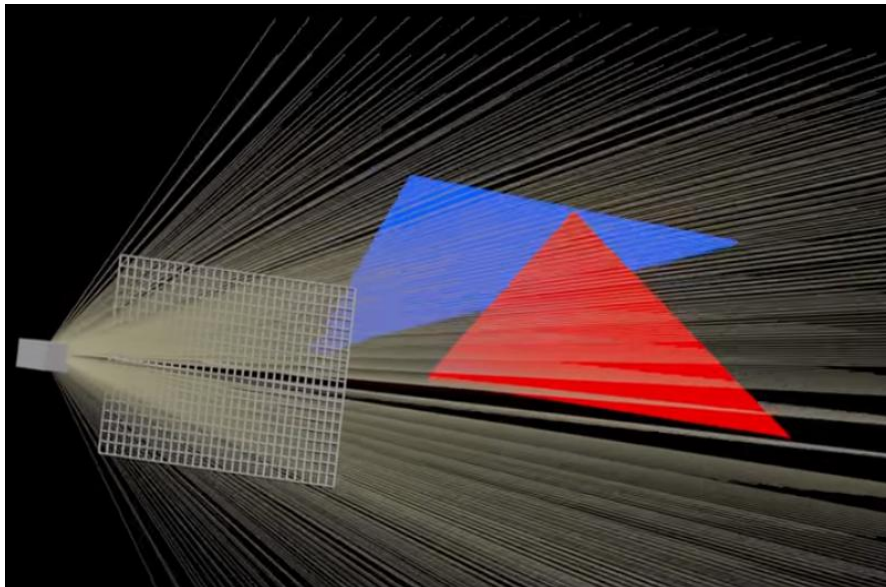
Questo processo di proiezione e rasterizzazione fu oggetto di ricerca per i scienziati specializzati in computer grafica negli anni 1970 e fa ancora parte della pipeline della GPU che si basano su OpenGL e DirectX per il gaming moderno ma ovviamente molto più sofisticata.

## **2.2 RAY CASTING**

L'alternativa al metodo precedente è il Ray Casting, che a differenza della rasterizzazione era considerato più farraginoso quando fu presentato in un paper da Arthur Appel che lavorava per l'IBM in 1968.

Siccome la rasterizzazione è un processo oggetto-centrico cioè che i raggi vengono disegnati dall'oggetto alla camera, il Ray Casting è immagine-centrico, cioè che i raggi d'interesse saranno quelli che escono dalla camera e colpiscono l'oggetto, puntando un raggio per ogni cella della griglia e calcolando se ogni raggio di questi colpisce l'oggetto in questione nello spazio tridimensionale, e calcolare ogni volta che si intersecano. Se a questo spazio 3D si aggiunge un altro triangolo, se calcolerà solo l'intersezione più vicina tra i due, creando un problema di profondità già che non era possibile calcolarla, questo si presentava con la rasterizzazione e solo dopo quando si è inserita la

tecnica che richiama un buffer nell'asse Z (Z-buffer) che crea una mappa di profondità cosa che col Ray Casting veniva risolto da subito questo problema di visibilità già che la matematica per calcolare intersezioni tra poligoni e raggi è molto semplice in molti casi in particolare per i triangoli.



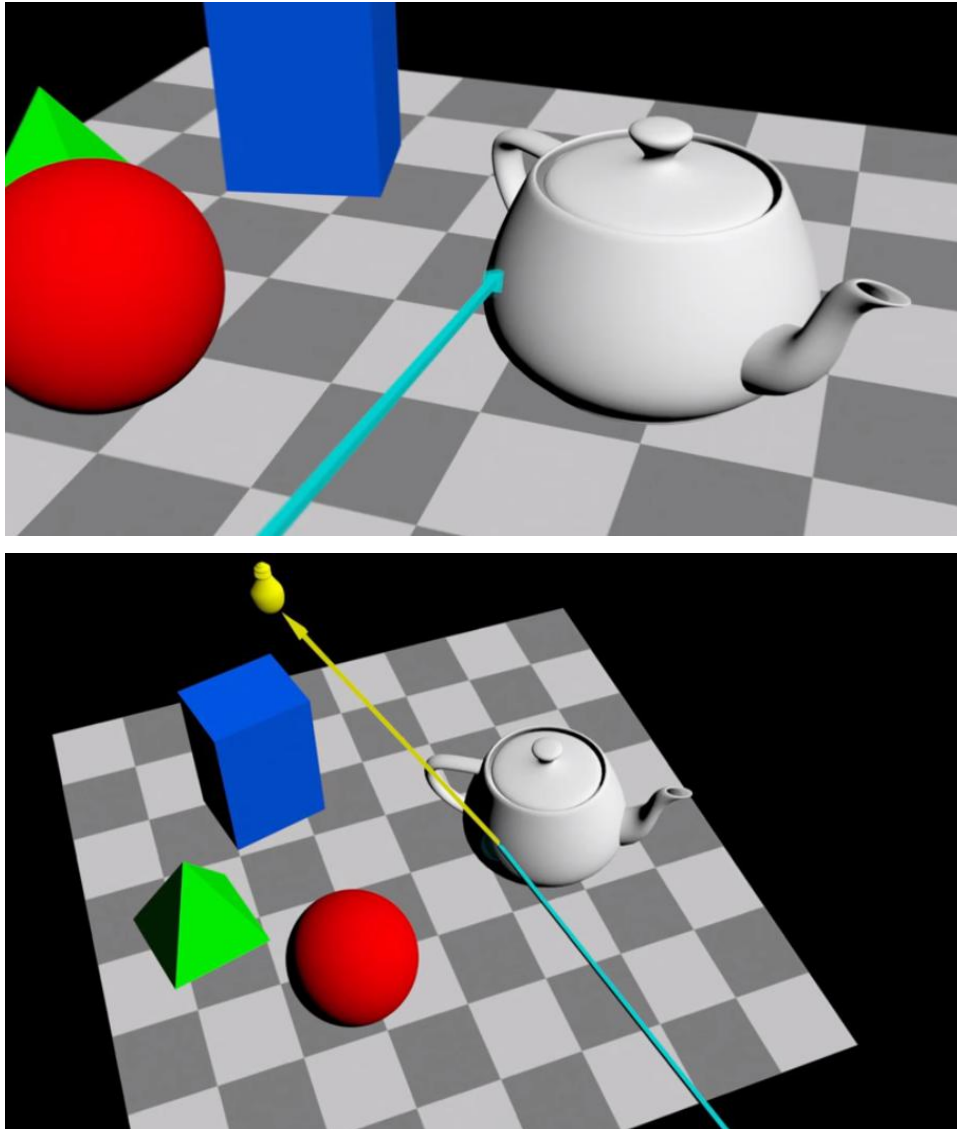


Il problema di questa tecnica, era che si doveva verificare per ogni singolo raggio di luce (ogni pixel) se c'era una intersezione con ogni oggetto nello spazio, per esempio, se un'immagine di 1000x1000 pixel avrebbe da verificare 1 Milione di raggi da verificare per un oggetto di 1000 poligoni (che è un numero basso di poligoni), quindi il computer dovrebbe calcolare 1 Milioni di raggi per 1000 poligoni. Ci sono metodi e strategie per abbassare il carico di lavoro, ma rimangono ancora tante operazioni da realizzare. Per questo motivo la tecnica Ray Casting fu ignorata per gran parte degli anni 70'.

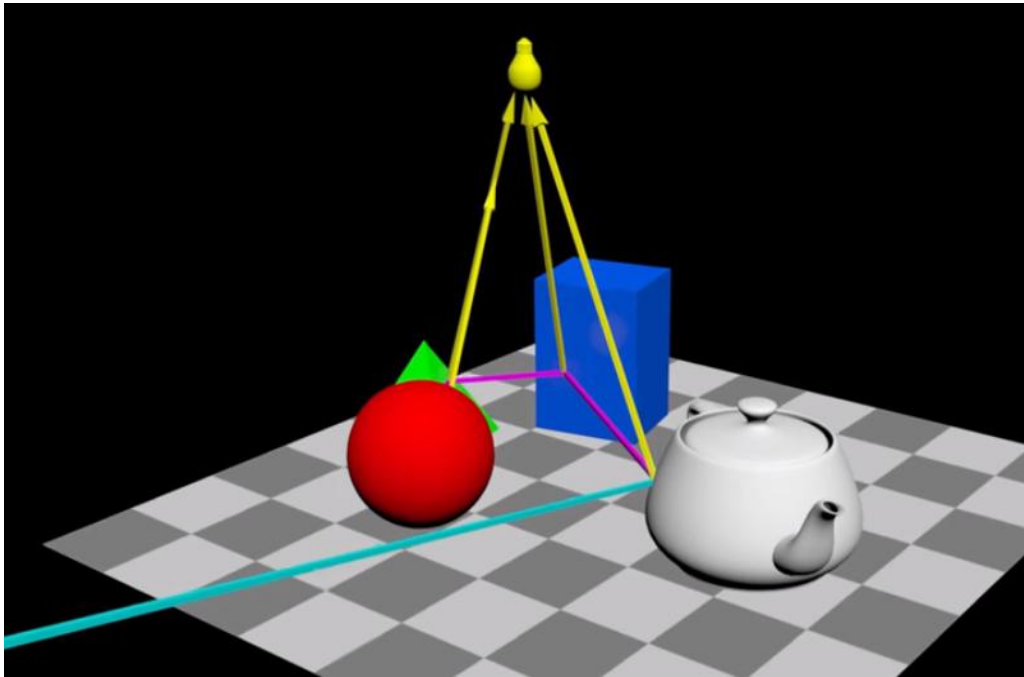
## **2.3 RAY TRACING**

La rasterizzazione rimaneva quella più accessibile ma sempre con 3 grandi debolezze: simulare bene le ombre, le riflessioni e le rifrazioni. La soluzione era tornare a utilizzare il Ray Casting e aggiungere qualche variante, ma questa modifica andrebbe ad aggiungere ancora più carico computazionale.

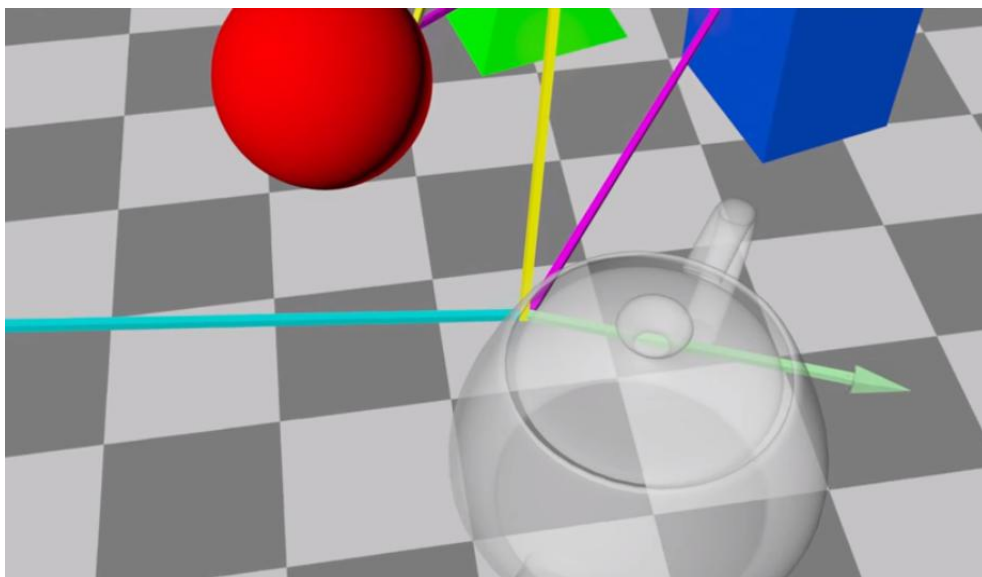
Nell'anno 1980 Turner Whitted pubblicò un articolo alla SIGGRAPH intitolato "*An improved illumination model for a shaded display*" in cui risolse il problema delle simulazioni di ombre, rifrazioni e riflessioni usando la tecnica del Ray Cast ricorsivo che usava i primi raggi che partivano dalla camera fino ad scontrarsi con gli oggetti, quando questi raggi toccavano gli oggetti, e per risolvere la questione delle ombre si disegna un secondo raggio o "shadow ray" in direzione verso la posizione della luce nella scena e se non ci sono oggetti tra la fonte di luce e l'oggetto colpito, si dice che è illuminato in modo diretto che vuol dire colorare quel pixel e aggiungere informazione di specularità e riflessioni generati per quella fonte di luce se invece il raggio di luce si incontra con alcun oggetto che sia tra la superficie di quell'oggetto in questione e la fonte di luce, allora quel pixel verrà colorato solo con la luce ambiente.



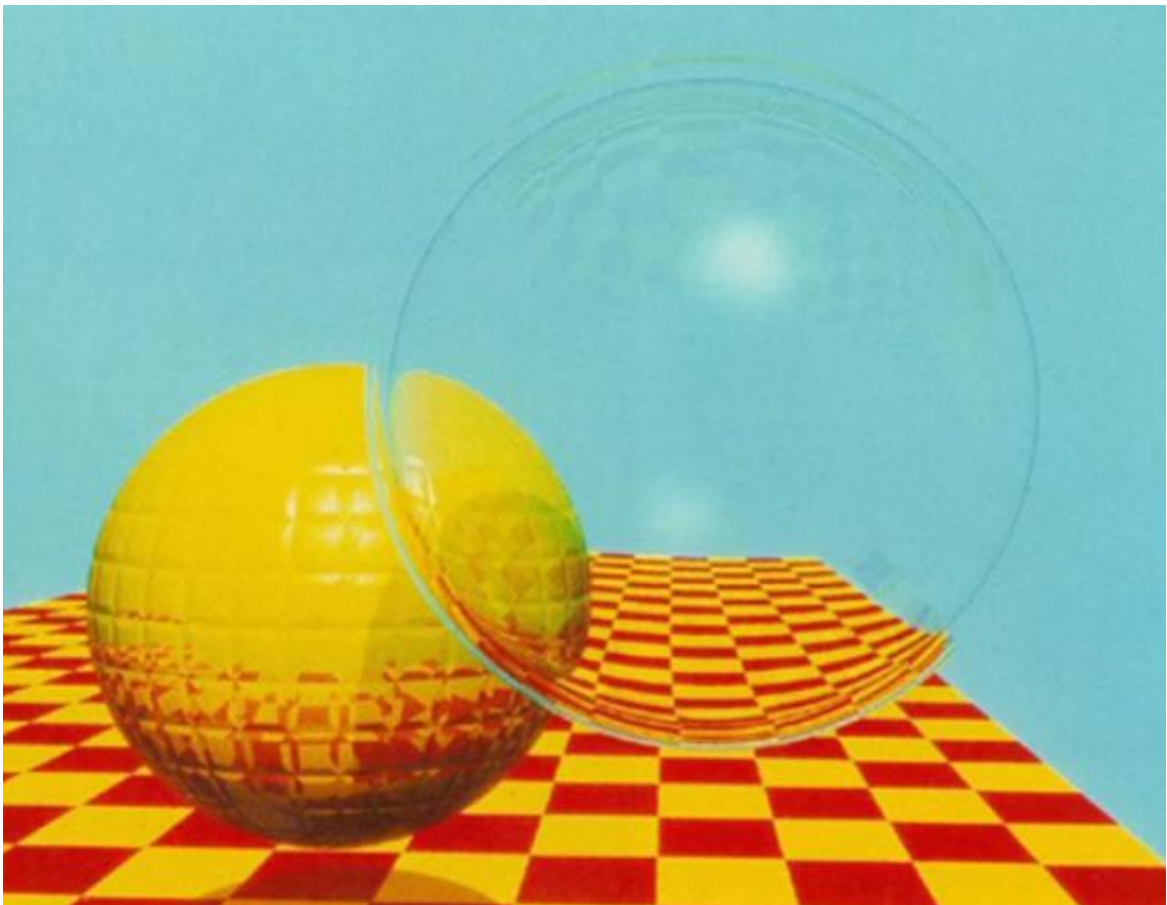
Se l'oggetto è riflettente si disegna un raggio di riflessione con un angolo di incidenza e si vede dove arriva quel raggio, e l'informazione di questo raggio di riflessione cambierà il modo in cui si colorerà il pixel, invece se questo raggio incontra un altro oggetto, si disegneranno altri due raggi di riflessioni che partono dalla nuova intersezione fino ad arrivare alla fonte di luce.



Il processo è simile quando l'oggetto è trasparente a differenza che invece di usare l'angolo di incidenza, si usa l'angolo di rifrazione dell'oggetto, e per questo la tecnica viene denominata Ray Tracing Ricorsiva.



Il primo render realizzato con questa tecnica fu di una risoluzione di 512x512, e ci sono voluti 74 minuti, e questo portò un grande avanzamento nelle tecnologie di computer grafica consolidando le basi per i render fotorealistici, e a differenza della rasterizzazione, il Ray Tracing si impiega per simulare il comportamento reale della luce e come questa rimbalza nel mondo reale, anche se al momento non era perfetto, per la mancanza di potenza computazionale. Il prossimo passo per la computer grafica era simulare perfettamente il comportamento della luce del mondo reale e le sue leggi.



I risultati erano ottimi, il Ray tracing produceva riflessioni, ombre e trasparenze realistiche, ma c'era ancora molto da migliorare prima di ottenere un qualcosa di veramente fotorealistico, e problemi come il *motion blur* e la *profondità di*

*campo* potevano essere risolte tranquillamente, la più grande difficoltà era l'illuminazione indiretta perché la luce nel mondo reale, arriva da tutte le parti e non semplicemente da una fonte di luce direttamente, la luce rimbalza e si propaga ovunque, ma un algoritmo vero di Ray Tracing non considera tutti i rimbalzi che la luce fa da tutte le fonti.

In 1986, James Kajiya pubblicò un paper chiamato "The Rendering Equation" sviluppato con le fondamenta del Ray Tracing, propose un'equazione basata sulla teoria della conservazione dell'energia e le equazioni di Maxwell per simulare correttamente il percorso che faceva la luce in un ambiente e come veniva percepito per ogni singolo pixel di un'immagine, la luce riflessa che si percepisce da qualunque punto è la somma della luce da tutte le direzioni, moltiplicata per l'area di propagazione e la funzione di distribuzione bidirezionale della riflessione.

$$I(x, x') = g(x, x') \left[ \epsilon(x, x') + \int_S \rho(x, x', x'') I(x', x'') dx'' \right].$$

where:

- $I(x, x')$  is the related to the intensity of light passing from point  $x'$  to point  $x$
- $g(x, x')$  is a "geometry" term
- $\epsilon(x, x')$  is related to the intensity of emitted light from  $x'$  to  $x$
- $\rho(x, x' x'')$  is related to the intensity of light scattered from  $x''$  to  $x$  by a patch of surface at  $x'$

Ancora questa equazione presentò certi limiti, non riusciva a gestire altri parametri come la *transmission scattering* e la *sub-surface scattering* ma era la migliore rappresentazione della luce simulata del mondo reale, con una integrale abbastanza onerosa in termini di carico computazionale, per questo

motivo si sono sviluppate tecniche per ridurre la quantità di operazioni tra cui la Radiosità, che cercava di fare una media tra la luce da differenti angolazioni, ma non ebbe risultati migliori.

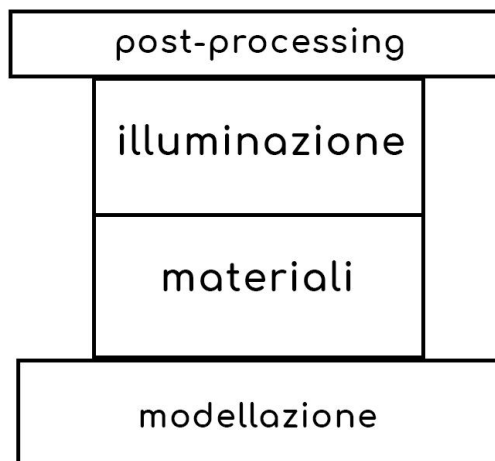
Un processo matematico chiamato Monte Carlo Integration fu proposto per risolvere l'integrale mediante un metodo di approssimazione probabilistico usando un gran numero di valori random. Questo metodo fa parte delle tecniche come Path Tracing, Bidirectional Ray Tracing, Photon Mapping, Metropolis Light Transport, e tanti altre.

Il costo di portare il più vicino possibile la simulazione della luce del mondo reale è la potenza dei computer, solo fino al 2005 quando la Pixar produsse Cars che implementò nella sua pipeline di render la tecnica del Ray Tracing, prima usava la rasterizzazione nella sua scanline con qualche trucco per semplificare i calcoli.

### 3. RENDERING FOTOREALISTICO

L'importanza del fotorealismo radica nella riduzione di costi nelle produzioni, raccontare storie che i registi altrimenti non riuscirebbero a realizzare, e non solo nel cinema ma nell'architettura che insieme alla VR si fondono per dare vita a qualcosa che oggi si chiamano "walkthrough" in tempo reale in ambienti 3D usando motori di rendering come Unreal Engine e la tendenza è che la CGI sta superando il mondo reale e tutto grazie alla resa fotorealistica che è il topic più ambito tra i CGI artists.

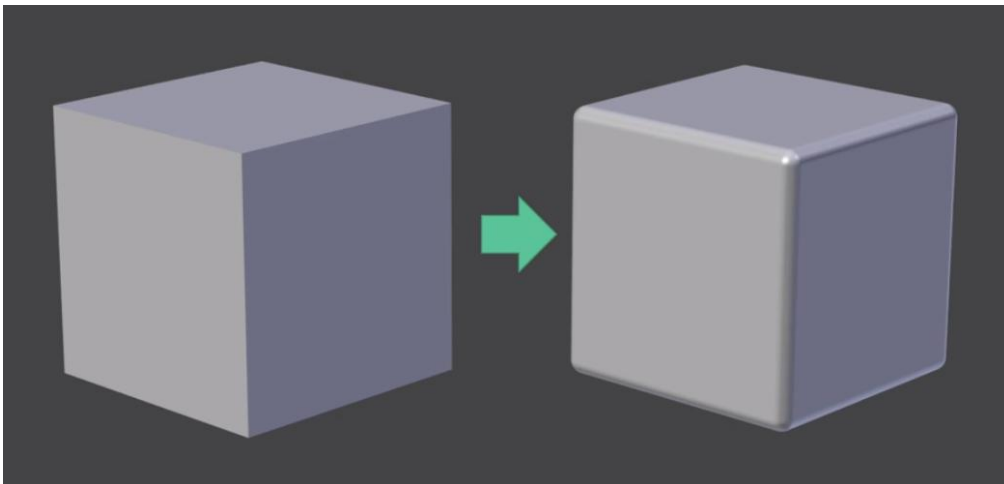
Il fotorealismo si basa in quattro principi: La modellazione che sono i fondamenti, i materiali, l'illuminazione e il post-processing che è replica gli effetti di una camera vera.



Tra queste quattro categorie, i materiali e l'illuminazione sono quelle due in cui l'artista lascia il suo marchio e può esprimersi con le varie conoscenze dei diversi software usati e che non può prendere con leggerezza a differenza della modellazione in cui è possibile trovare modelli non eccellenti e lavorarci con i materiali e la luce per migliorare la resa fotorealistica.

### 3.1 LA MODELLAZIONE

La modellazione per il fotorealismo consiste in far combaciare le proporzioni e le forme di un oggetto in CGI a uno del mondo reale. Tra le considerazioni più utili quando si modella per il fotorealismo si trova la scala, cioè procurare di tenere tutto a una scala come nel mondo reale e negli oggetti i bordi non devono essere mai affilati, nel mondo reale fisicamente gli oggetti non hanno i loro bordi perfettamente affilati, sempre c'è una leggera curvatura che ammorbidisce l'angolo di 90° perché se si va anche a scale microscopiche, ci sarà sempre una leggera curvatura nei bordi degli oggetti, e si deve tenere cura perché in CGI si è possibile averne questi angoli così nitidi.



E una terza considerazione è sempre usare referenze giuste dal mondo reale quando si debba modellare un qualsiasi oggetto, a volte quando si vuole modellare un oggetto, non si trovano le referenze o foto giuste quindi quando si ha l'oggetto fisicamente è consigliato fotografargli direttamente e crearsi le referenze appropriate, in poche parole le migliori referenze sono quelle dal mondo reale.

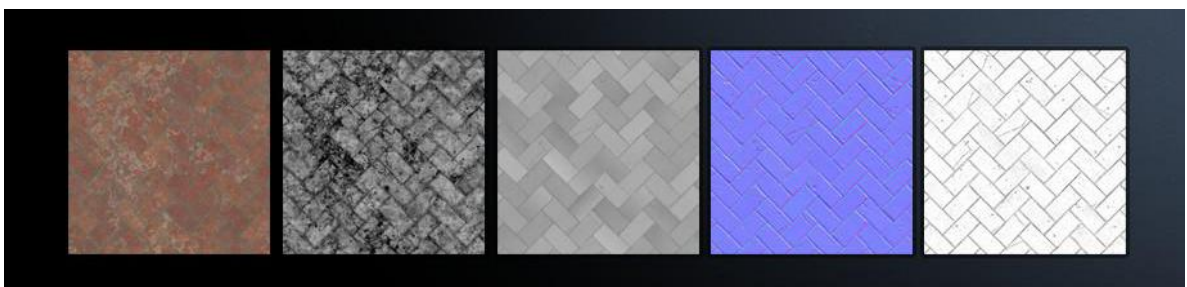


## 3.2 MATERIALI

Quando si parla di materiali fotorealistici si parla di come si comporta la luce quando si incontra con certi materiali, come rimbalza o come si rifratta e non solo, i materiali hanno a che vedere anche con le texture e farle combaciare col mondo reale.

Al momento di iniziare a creare un elemento fotorealistico si deve tenere in considerazione i “Shader” (più avanti si spiega cosa sono), che siano fisicamente precisi che si possono ottenere automaticamente con i motori di rendering unbiased ed evitare la fatica di dover creare uno fisicamente preciso.

Da un'altra parte ci sono le diverse proprietà dei materiali che nel mondo reale presentano una varietà immensa di effetti come le riflessioni o la rugosità in diverse parti del materiale, e per questo viene consigliato usare le mappe PBR già che la solita texture non basta per dare l'effetto che si vuole, si aggiungono altri shaders che aiuteranno al materiale interpretare come si deve comportare. Queste mappe PBR sono immagini che vengono accoppiate con la texture che forniscono informazione addizionale al motore di rendering per capire il tipo di resa che avrà il materiale. L'informazione aggiunta riguarda il “Bump”, il “Displacement” e al “Diffuse”, più avanti si approfondirà di più il tema delle mappe PBR e a come creare singolarmente i diversi tipi di mappe.



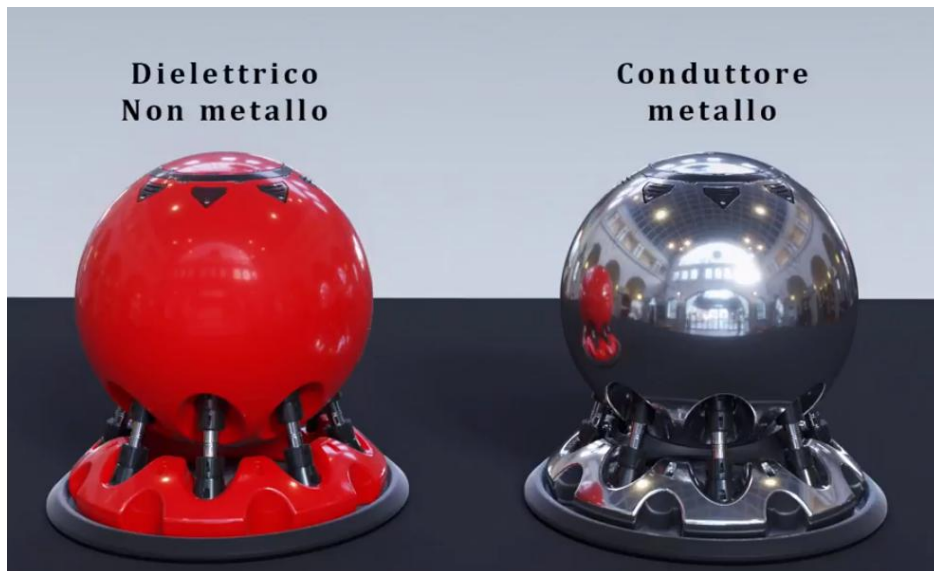


Un'altra caratteristica che dà il senso del fotorealismo sono le imperfezioni, soprattutto quelle superficiali come i graffi, la polvere accumulata negli angoli dell'oggetto, deterioro, il segno delle impronte in una superficie trasparente o riflettente. Ogni singola superficie nel mondo reale ha delle imperfezioni anche se non le notiamo e ricreare queste imperfezioni porterà ad un altro livello la resa fotorealistica.

### **3.2.1 FONDAMENTI DEL COMPORTAMENTO DELLA LUCE**

La teoria che sta dietro al comportamento della luce, è molto importante da conoscere perché se si lavora con i motori di render si sta provando ad imitare il comportamento della luce sui materiali in maniera digitale. Se si capiscono i fondamentali, risulterà più semplice passare da un motore ad un altro.

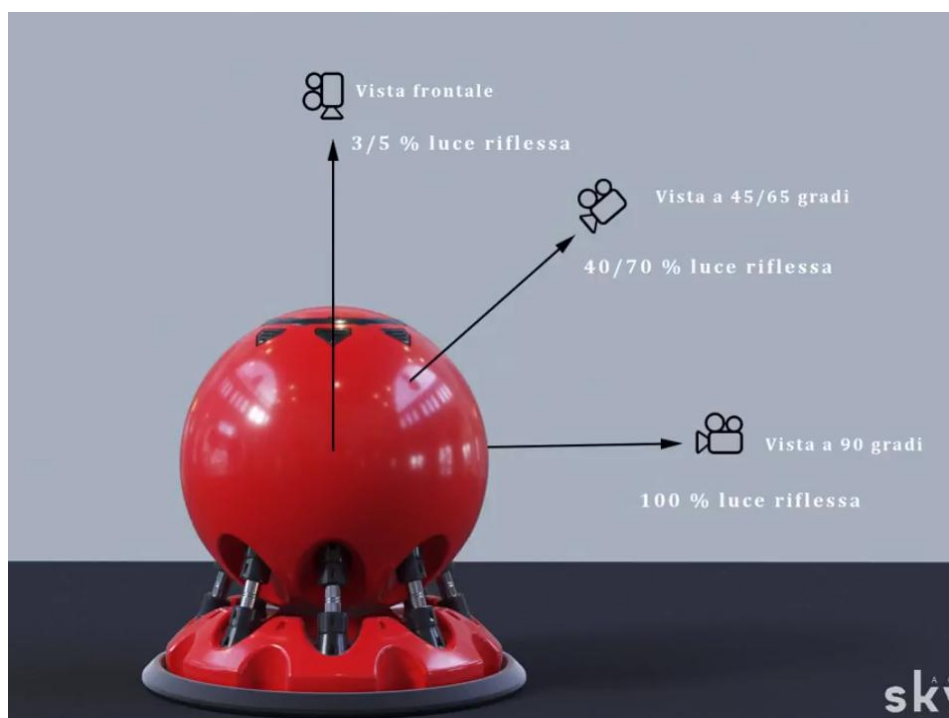
Ne esistono due tipi di materiali, i metalli quelli come il ferro, cromo, nichel, oro, rame e i non metalli sono tutto il resto come l'acqua, la plastica, il vetro e il legno. I metalli sono divisi in due categorie i dielettrici che non sono buoni conduttori elettrici e i non dielettrici che invece sono buoni conduttori di elettricità.



Su i materiali dielettrici le riflessioni possono essere due, la riflessione diffusa (quella che ci permette vedere il colore di un materiale) e la riflessione speculare. Nel caso della riflessione diffusa, se si ha una fonte luminosa che emette dei fotoni, che l'occhio umano percepisce come luce bianca e contiene l'RGB, e quello che si percepisce è la luce che non viene assorbita e quindi riflessa.



La riflessione diffusa è un tipo di riflessione omogeneo, ovvero i raggi vanno in tutte le direzioni in maniera omogenea a differenza della riflessione speculare che è diversa a quella diffusa, in questo caso, i fotoni vengono tutti riflessi ma non omogeneamente per capire meglio il concetto si spiega *l'effetto Fresnel*:



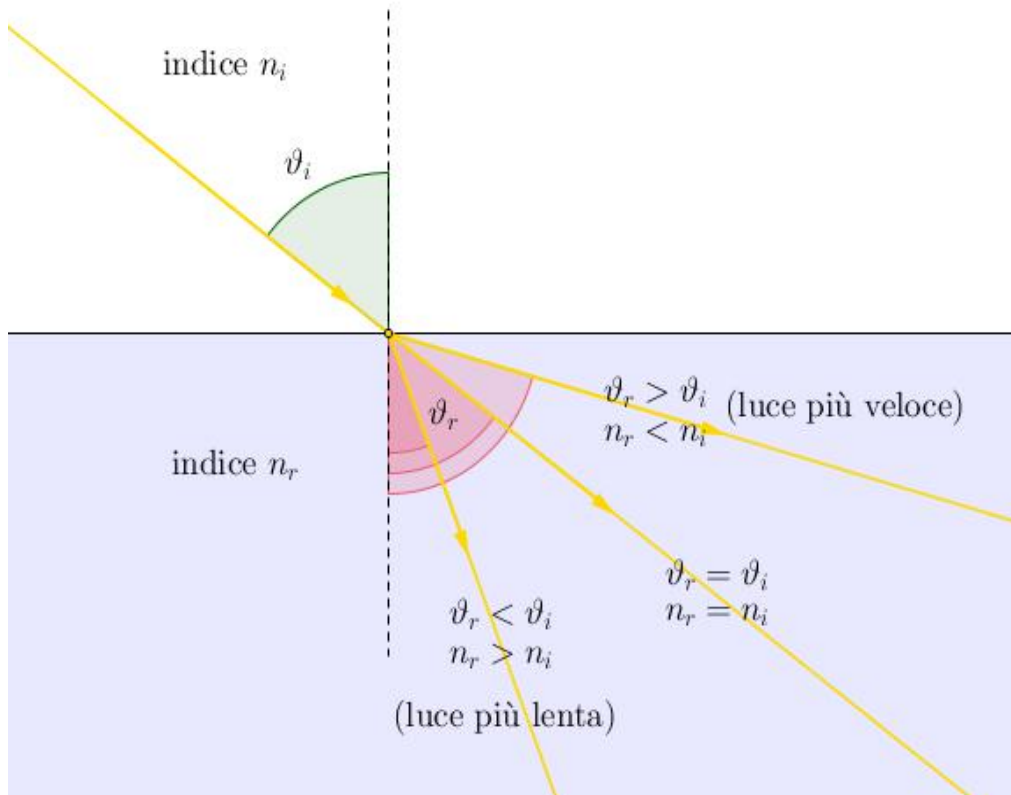
questo è un effetto ottico che spiega il comportamento della luce soprattutto quando viene riflessa e dice che la riflessione di un oggetto è molto più attenuata quando si osserva il centro dell'oggetto, invece andando a guardare i bordi, le riflessioni saranno più nitide, in pratica la luce si comporta in maniera diversa a seconda dell'angolo di visione.

Se per i dielettrici il colore viene dato dalla riflessione diffusa della luce, per i conduttori non succede lo stesso, la riflessione diffusa è nulla e si rappresenta col colore nero in quanto a che tutta la luce viene assorbita dall'oggetto. Il colore che si percepisce viene dato solo dalla riflessione speculare che non è uguale per tutte le frequenze di onde quindi la riflessione tende ad essere variabile, per esempio l'oro sembra giallo perché la superficie sta riflettendo solo alcune longitudine d'onda, in questo caso per modificare il colore di un metallo conduttore, si deve modificare il colore di riflessione e non quello di diffusione.

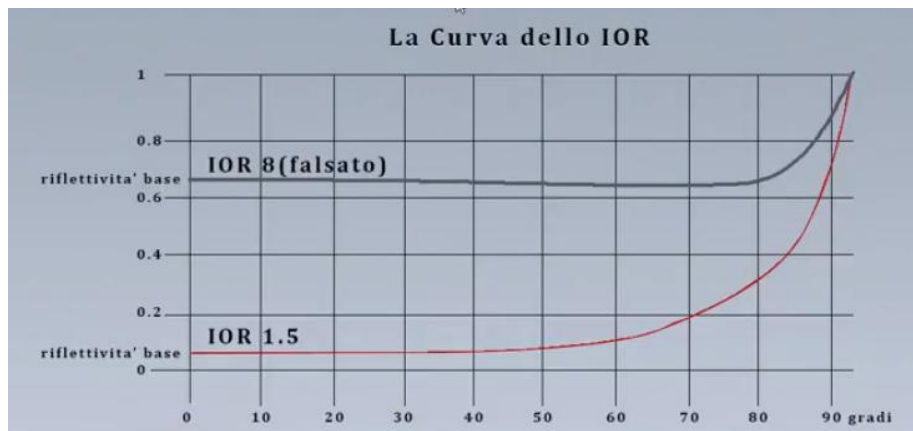


Un altro aspetto importante è l'*indice di rifrazione* che spiega come la velocità di un raggio di luce cambia in base al mezzo dove si propaga, e questo

rallentamento provoca una variazione dell'angolo d'incidenza della luce sul mezzo che colpisce.



Questo indice, chiamato IOR, determina quanto sarà riflettente un materiale, e questo indice per ogni materiale viene calcolato nel mondo reale però questo non può garantire che sia quello l'indice giusto, siccome si possono trovare su internet diverse tabelle con questi indici calcolati, non si saprà mai in quali condizioni sono state calcolate, quindi questi servono solo per avere un riferimento e un punto di partenza per creare i materiali conduttori.



### 3.2.2 MATERIALI PBR

Sempre che si sta lavorando con materiali per raggiungere il fotorealismo, si deve tenere in considerazione l'inserzione di una *texture* e per avere un materiale fotorealistico ci sarà bisogno delle textures in alte risoluzioni. Ogni materiale presenta diversi parametri che aiutano l'utente a definirlo. Tra questi parametri si trova il *Diffuse* che è quello che permette di dare un colore in particolare al materiale, c'è il canale *Specular* che è quello che dà la brillantezza ad un materiale. Poi c'è il canale *Roughness* che è il parametro che dice quanto dovrebbe essere rubida una superficie riflettente. Il canale *Bump* molto importante, aggiunge dettaglio al materiale e crea l'illusione dell'uniformità senza affettare la geometria del modello, ed è una mappa in scala di grigio, le aree bianche alzano i dettagli verso l'alto e quelle grigie appiattiscono la superficie, e quelle nere abbassano la superficie sotto quelle grigie.

Un altro canale è il *Normal*, che è molto simile al bump con la differenza che le mappe normali usano informazione RGB che corrispondono direttamente alle assi X,Y e Z nello spazio 3D, e questa mappa dice al motore di rendering come dovrebbe essere modificato il materiale, neanche canale Normal modifica la geometria dell'oggetto e ugualmente crea l'illusione del dettaglio nella

superficie dell'oggetto. Una buona mappa normal può essere anche creata con software di grafica o disegno como Adobe Photoshop.

Il canale *Displacement* ha una funzione simile, al canale Normal e Bump, ma questa sì che modifica la geometria di una superficie, e tradizionalmente con i motori di render di CPU, la geometria è suddivisa per far funzionare meglio il displacement aumentando i tempi di render. Come i bump, le mappe di displacement sono mappe in scale di grigio, ma dato che queste si occupano di dare un dettaglio più accurato, si consiglia di avere le mappe con una profondità di 16 Bit oppure 32 Bit, comunque queste aumentando considerevolmente i tempi di render, quindi bisogna usarle in casi particolari dove il dettaglio di una superficie di un oggetto sia molto importante.

### **3.3 LIGHTING**

L'illuminazione va alla pari con i materiali, e vuol dire il colore, l'intensità e la direzione che ha la luce nel mondo reale, queste proprietà non sono le uniche perché l'occhio umano riesce a percepire poche, ma ce ne sono tante altre, e con i motori di rendering, imitare la luce del mondo reale è molto più semplice.

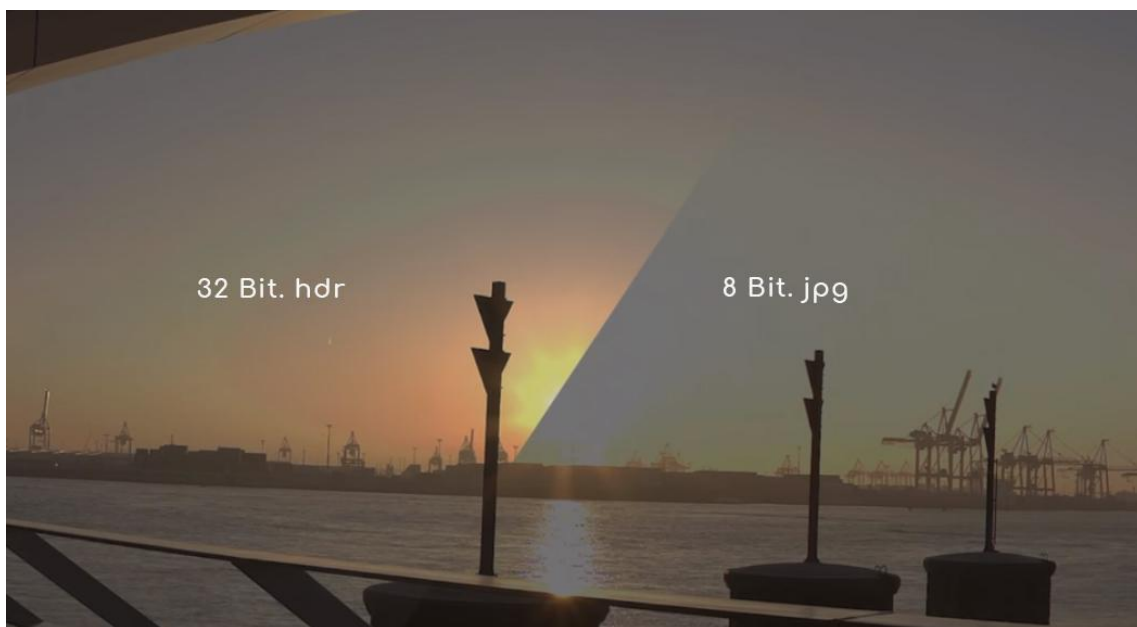
In quanto al colore della luce, va consigliato usare il colore vero della luce in base alla temperatura, questi valori si possono conoscere quando si vuole ricreare un certo ambiente da far combaciare con un girato vero, quindi conoscendo i valori della temperatura della luce nel girato si possono tranquillamente configurare gli stessi valori nei parametri della temperatura delle luci usate nel motore di rendering.

Un altro aspetto importante è la luce generata dalle riflessioni, perché ogni oggetto nel mondo reale riflette la luce anche in una minima quantità, e questo



aiuta a dare il tocco del fotorealismo giusto. L'HDR Environment Lighting si può ottenere con le foto a 360° che aiutano a potenziare la luce della scena e le riflessioni, e tutto quello che si è elencato prima si può raggiungere con l'HDRI che sarebbe: High Dinamic Range Illumination.

Come detto prima, una delle cose più importanti nel fotorealismo è la luce, e una parte fondamentale sono le mappe HDRI, che sono delle mappe con un rango dinamico alto, sferiche che possono illuminare una scena con un'illuminazione realistica. Usare una mappa HDRI è un modo veloce ed efficace per illuminare una scena, ma molto dipende dalla qualità di queste mappe che possono essere mappe dagli 8-bit fino a mappe create apposta da 32-bit che si possono acquistare su website dedicati.



Una mappa di bassa qualità, cioè di 8 bit, quando viene sovraesposta questa diventa grigia perché non ha informazione in quell'area, invece con una mappa di alta qualità, non succede e l'illuminazione può essere manipolata a piacere per l'alto rango dinamico dei colori.

### 3.4 POST-PROCESSING

Il punto del post-processing è ricreare le imperfezioni delle camere nel mondo reale, perché le camere hanno un gran numero di imperfezioni con cui i fotografi e filmmaker lottano ogni giorno, però queste imperfezioni sono presenti in ogni scatto o frame che si catturano, invece in CG le camere sono perfette e pulite, cosa che nel mondo reale è impossibile fisicamente. Dunque questo passaggio tratta di rendere un po' imperfetti i render per farli passare più realistici.

Per questo è importante avere una conoscenza e dominio importante delle camere e le loro caratteristiche fisiche. Tra le imperfezioni fisiche che presenta una camera si possono elencare il *bagliore* (Glare), che quando si fa una foto, che ha nel frame una fonte di luce come il sole o una lampada, c'è questo bagliore che non è presente nel render, ma si può aggiungere nel post-processing facilmente. Un altro effetto non da meno è il *Motion blur* che abbinando alle conoscenze di fotografia, che in situazioni di scarsa luce l'otturatore deve stare aperto per una maggior quantità di tempo per riuscire a catturare la luce, si crea questo effetto di alone. Aggiungere questo effetto porta ad aumentare il carico di calcolo al computer quindi è consigliabile aggiungere solo nel post-processing il motion blur. Un'altro effetto molto importante è la profondità di campo o DoP (*Depth of Field*), questo in particolare non può mancare mai. L'aberrazione cromatica è un effetto che si ottiene con gli obiettivi di scarsa qualità, e si può evitare con obiettivi potenti, quindi bisogna avere cura di come impiegare questo effetto e quando applicarlo. E come ultimo c'è la *distorsione* della lente, e questo succede perché ogni lente ha una leggera curvatura che poi si manifesta nell'immagine finale, quindi anche qui la CG deve aggiungere queste imperfezioni per dare un tocco più fotorealistico.

## 4. MOTORI DI RENDERING

Nell'industria del 3D ad oggi è possibile raggiungere livelli fotorealistici con qualsiasi motore di render, l'importante è la capacità che si ha quando si usa un motore o l'altro, anche se ci sono tre fattori che dettano la differenza tra i diversi motori di render che esistono nel mercato e sono la velocità, che va molto legata al tipo di motore ("biased" o "unbiased") e alle risorse hardware in di cui fa uso il motore (GPU o CPU).

La differenza tra "biased" e "unbiased" sta nei tipi di algoritmi che usano i motori per simulare la luce, praticamente quelli "unbiased" sono "fisicamente precisi" cioè che ricreano la fisica della luce come nel mondo reale, In altre parole, nessun errore sistematico o "bias" viene intenzionalmente introdotto. Qualsiasi varianza si manifesterà come rumore, ma dato abbastanza tempo un render non distorto alla fine convergono in un risultato matematicamente "corretto", e per questo hanno più limitazioni a livello di parametri, e sono meno tecnici.







I motori di rendering "biased" per il contrario fanno certe concessioni nell'interesse dell'efficienza. Introducono l'approssimazione del campione e usano un'interpolazione o sfocatura sottile per ridurre il tempo di rendering. Generalmente possono essere messi a punto e manipolati più degli "unbiased", e con le conoscenze giuste può potenzialmente produrre un risultato accurato con un tempo di CPU significativamente inferiore.

Quindi, in definitiva, la scelta è tra un motore unbiased, che richiede più tempo di CPU ma meno ore per settare i parametri, o un motore biased che dà all'utente un controllo più ampio ma che presenta una curva di apprendimento più lenta.

Anche se ci sono sempre delle eccezioni alla regola, i motori unbiased funzionano abbastanza bene per le immagini fisse, specialmente nel settore della visualizzazione architettonica, tuttavia in grafica animata, film e motion graphics l'efficienza di un motore biased è solitamente preferibile, ma come sempre tutto dipende dall'utente.

In quanto alle GPU, l'accelerazione GPU è uno sviluppo relativamente nuovo nella tecnologia di rendering. I motori di gioco usano grafica basata su GPU da anni e anni, tuttavia, è abbastanza recente che l'integrazione della GPU è stata esplorata per l'utilizzo in applicazioni di rendering offline in cui è sempre stata usata la CPU.

Tuttavia, con la proliferazione diffusa della piattaforma CUDA di NVIDIA, è diventato possibile utilizzare la GPU in tandem con la CPU nei task di rendering offline, dando origine a una nuova entusiasmante ondata di applicazioni di rendering tra cui si trovano Indigo o Octane entrambi unbiased, o come Redshift tra quelli biased.

Motore	Tipo	Risorse Hardware
 octanerender	Unbiased	GPU
 REDSHIFT	Biased	GPU
 Maxwell	Unbiased	CPU
 v-ray	Biased	CPU
 arnold SOLIDANGLE	Unbiased	CPU
 PIXAR'S RenderMan	Unbiased	CPU

Una considerazione si deve fare per il motore di rendering per eccellenza della Pixar, a un certo livello, Renderman si distingue un po' dal discorso corrente. Si tratta di un'architettura di rendering unbiased basata sull'algoritmo di Reyes, creato più di 20 anni fa presso la Pixar Animation Studios.

Renderman è nel settore della grafica per computer, e nonostante la crescente concorrenza di Arnold di Solid Angle (un altro gigante nelle grandi produzioni), molto probabilmente rimarrà una delle migliori soluzioni di rendering di fascia alta.

La domanda da farsi, sarebbe: se è così importante e potente perché fa parte di un'altra categoria? la risposta è perché non è stato progettato per l'utente indipendente. Intorno alla comunità di CG online si vedono ogni giorno migliaia di immagini create con motori come Vray, Octane oppure Maxwell e Indigo, ma è molto raro trovare qualcosa disegnata in Renderman da un singolo 3D artist.

In realtà si riduce al fatto che Renderman (come Arnold) non è mai stato concepito per essere ampiamente utilizzato da artisti indipendenti. Mentre Vray o Maxwell possono essere usati in modo abbastanza competente da un singolo artista. Ci vuole una squadra per usare Renderman come si deve. In poche parole fu progettato per studi di produzione grossi.

## **5. WORKFLOW ELABORAZIONE TRAILER “IL VATE”**

Al momento di scegliere il software a utilizzare, si devono capire due cose: ciò che si vuole fare, e gli obiettivi futuri nell'industria del settore interessato. Quando si pensa ad un tipo di software si deve anche fare riferimento alla pipeline industriale nella quale fa parte, perché ogni software, sia di modellazione, animazione o renderizzazione in diversi campi come quello ingegneristico, di design, di architettura o effetti speciali nel cinema, e ognuno appartiene a una o diverse pipelines che associano altri software.

Nel nostro caso, consideriamo i software per VFX, e ogni artista 3D ha il suo software prediletto come nel mio caso Cinema 4D, che è un programma molto user-friendly e intuitivo che si può imparare molto velocemente in comparazione ad altri come Maya, 3D studio Max o Blender. C4D è molto usato per la motion graphics in 3D soprattutto, ma poco comune per fare character design e rigging e in questi casi Maya sarebbe una buona opzione, che da un'altra parte potrebbe essere considerato il più potente ma anche quello più complesso da imparare, nonchè usato nelle grandi produzioni che diventerà uno standard nelle pipeline di character design e animazione delle grandi case di produzioni. Insieme a Maya, c'è 3D max, sempre da Autodesk, molto conosciuto dagli architetti, ma che ha un'interfaccia poco user-friendly ne aggiornata.

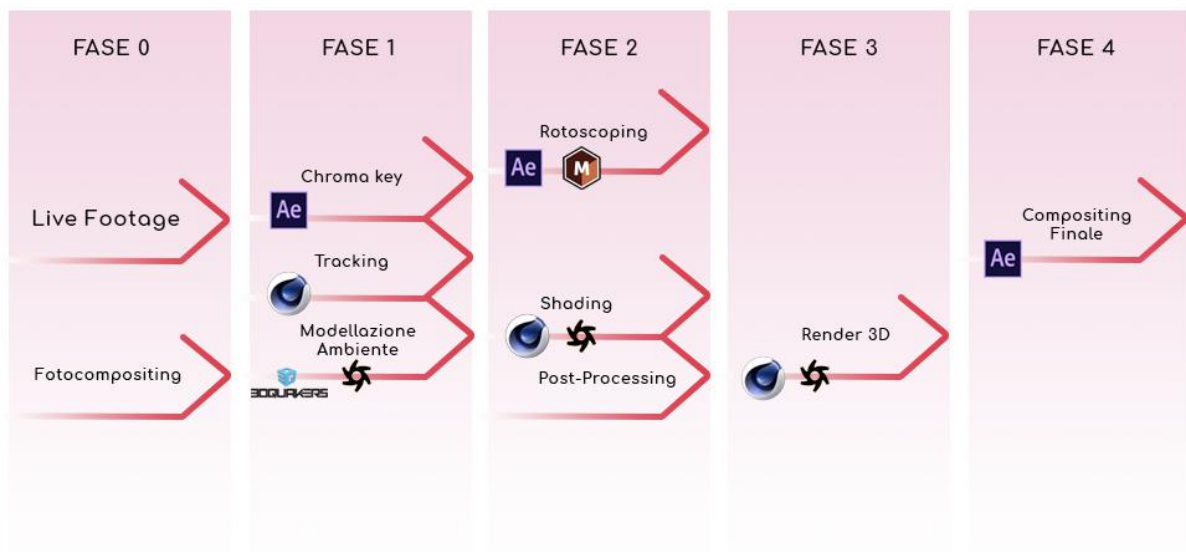
In quanto ai software con licenza gratuita c'è il tanto riconosciuto Blender, che a livelli qualitativi può raggiungere livelli come quelli di 3D Max e Maya, ma è molto più usato dai Game-developers, ma a mio parere con un'interfaccia poco user-friendly e poco intuitiva che non facilita tanto l'adattamento degli utenti nuovi che hanno già usato altri software in passato.

Oltre alle considerazioni fatte prima, ci sono anche altri dettagli di grande rilevanza quando si decide per un software, e sono i plugin, i motori di render, scripts, o software aggiuntivi come quelli solo per il texturing, painting, oppure le simulazioni come sarebbe il caso di Houdini che è un potentissimo se no il migliore per fare simulazioni di ogni tipo come fuoco, fumo, liquidi, effetti realistici in generale, particelle, distruzione di oggetti. Houdini è particolarmente complesso da imparare, ma è lo standard nell'industria in quanto alle simulazioni.

Come detto prima, per raggiungere una resa fotorealistica, ci vuole il compositing, senza questo non è possibile raggiungerla, ci vuole sempre anche un minimo già che nei VFX stiamo unendo girato reale con modellazione in 3d. Tra i software di compositing ci sono 3 molto importanti che sono Adobe After Effects, che è based-layer ottimo per motion graphics, UI design, e animazione in 2D, Nuke che è lo standard nelle produzioni attuali che è un software node-based ma molto costoso, e il terzo è Fusion di Black Magic che è gratuito e anche node-based che si integra facilmente con Da Vinci che è il software per fare la Color-correction (sempre di Black Magic).

Tenendo in considerazione la seguente premessa che il tipo di prodotto che si voleva realizzare era a basso budget da una piccola produzione allora abbiamo deciso di implementare una pipeline che avesse come base C4D per la sua affinità con Octane Render e Adobe After Effects col plugin Cineware di cui avevamo già conoscenze prima.





Il progetto Il Vate nasce con l'idea di realizzare un prodotto cinematografico a basso budget sulla vita del poeta Gabriele D'Annunzio riguardando la necessità di parlare della sua figura dall'altro lato ci siamo interrogati sulle motivazioni per cui una figura così interessante non sia stata mai affrontata in maniera completa al cinema.

Questo workflow è stato pensato per sviluppare la post-produzione di un trailer, che viene composto dalla prima scena del cortometraggio, Il Martirio.

Lo schema è diviso in 4 fasi, con la fase 0 che è una parte intermedia tra la produzione e la post-produzione, dove viene tratta il materiale ottenuto dalle riprese da una parte e dall'altra vengono creati i foto-compositing che serviranno come referenza per la modellazione e creazione dell'ambiente 3D.



Dalle prove fatte in precedenza si concluse che ci servivano dei file il più possibile non compressi per non compromettere la qualità. Oltre a questo le riprese sono state fatte a 50fps sia per ottenere un effetto di slow motion alla scena ma anche perché andando a rallentare il tutto a 25fps il movimento del carrello sarebbe apparso ancora più smussato.

A monte di queste valutazioni per effettuare le riprese è stata utilizzata una 92 Blackmagic Design Ursa Mini 4.6K Digital Cinema Camera. Questa cinepresa digitale è dotata di un sensore Super 35 mm in grado di registrare fino a 60fps in formato RAW a 4608x2592 pixel ed arriva fino a 15 stop di gamma dinamica.

Il girato poi è stato salvato in file Cinema DNG RAW senza perdita a 12 bit oppure in ProRes a 10 bit, che si integra perfettamente con Davinci Resolve, software in cui abbiamo effettuato la color-correction e il color-grading finale. Il tutto è stato girato a una risoluzione di 1920x1080 p.

## **5.1 FASE 1**

Per la fase 1 era previsto una lavorazione in parallelo, col girato sia per iniziare a fare il chroma key come per fare il tracking su due software diversi (Adobe After Effects e Cinema 4D) e con la modellazione dell'ambiente 3D (sempre su C4D) impiegando un plugin per la creazione di natura fotorealistica.

### **Chroma Key**

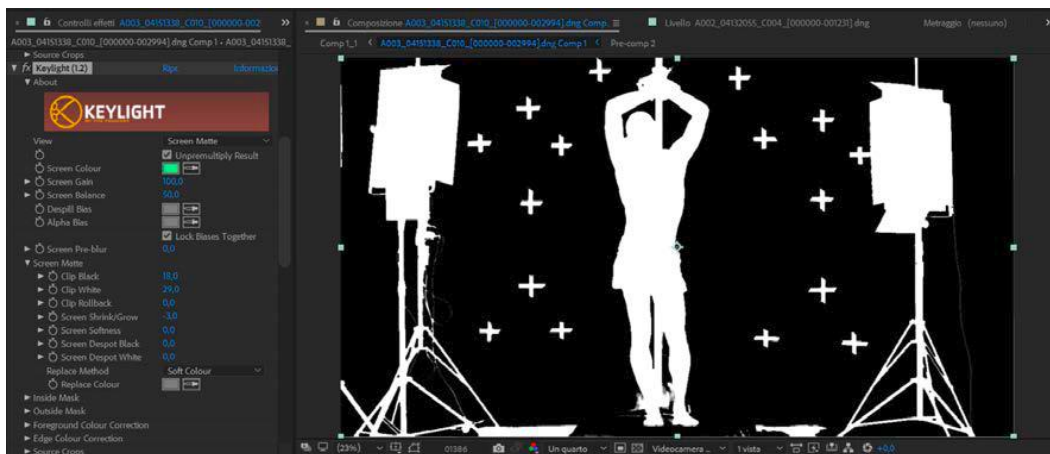
Una delle tecniche più importanti di manipolazione digitale è il chroma key. Nel caso di questo progetto è stata la prima utilizzata nel compositing.

Come prima cosa è stata creata una composizione 1080p a 25fps su After Effects ed importato il take scelto tagliando le parti iniziali e finali della sequenza che non si intendeva utilizzare. Al layer del girato è stata applicato l'effetto denominato keylight che consente di effettuare il chroma key.



Per ottenere un ottimo risultato si è selezionato prima un valore di Screen Color un colore di verde molto vicino ai bordi del personaggio poi giocando con i valori Clip Black, Clip White, Screen Shrink/Grow e Screen Softness impostando la View in Screen Matte fino ad ottenere una sagoma del soggetto pulita da eventuale rumore, come si può notare in figura.

Oltre a keylight è stato necessario associare altri effetti per curare i bordi e l'effetto dello spill. Il primo effetto utilizzato è stato il Key Cleaner che aggiusta i bordi della selezione appena effettuata. Il secondo effetto è l'Advanced Spill Suppressor che rimuove totalmente tutti i bagliori verdi sull'attore causati dalla luce riflessa del green screen.



il passaggio successivo è la rimozione di tutti gli elementi di troppo presenti in scena come ad esempio le luci, i marker e il palo, che sarà effettuato nella fase 2.

## Tracking

Il tracking o tracciato del movimento della camera, è stato fatto su Cinema 4D per due motivi, principalmente per l'accuratezza nel tracciare il movimento della camera e ricreare il suo movimento adattando pure l'angolo della camera e la prospettiva di questa, in comparazione per esempio col tracciatore di After Effects, e in secondo posto perché la modellazione e ricreazione dell'ambiente sarebbe fatta anche su C4D.

Dopo aver scelto il girato su cui lavorare, tagliando il metraggio che ci interessa, questo viene convertito in una sequenza di immagini .PNG e La motivazione di consiste nella codifica cui vengono esportati alcuni filmati, perché alcuni codec video come ad esempio H.264 si occupa di descrivere i cambiamenti che occorrono tra un frame ed il successivo partendo da un frame di riferimento. Questa tipologia chiamata inter-frame rappresenta la peggiore per effettuare il

tracking che necessità di trovare la stessa informazione frame per frame come nelle codifiche intra-frame.

Il Motion Tracking è basato sull'analisi e il tracciamento di punti marcati in questo caso le nostre croci del metraggio originale come si vede nell'immagine successiva.



Le posizioni nello spazio 3D possono essere calcolate basandosi sulle diverse velocità con cui queste croci si muovono, in base anche alla loro distanza dalla camera.



Dopo aver creato l'oggetto Motion Tracker e importato il metraggio in sequenza di .PNG si verifica che il ricampionamento (Resampling) sia al 100% ciò

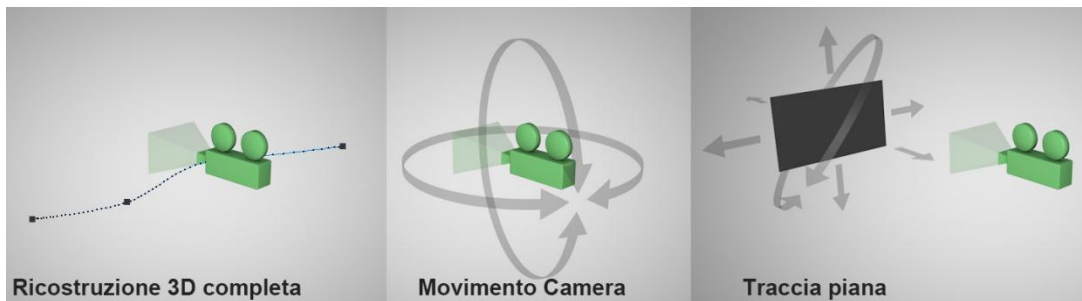


significa che nella ViewPort la sequenza d'immagini verrà vista al 100% della qualità altrimenti più basso è il valore, meno memoria verrà richiesta e più sarete in grado di lavorare nella Viewport in modo fluido e veloce. I risultati potranno comunque essere poco precisi in alcune circostanze.

La creazione delle tracce che C4D utilizzerà per ricreare il movimento della camera possono essere automatiche o manuali, Una buona ricostruzione di una camera in 3D dipende interamente dalla creazione corretta delle tracce, per il nostro caso, abbiamo usato il *Tracking Automatico*, perché il movimento della camera essendo una carrellata all'indietro non presentava una difficoltà particolare, e dalle prove fatte in precedenza si era capito che bastava creare le tracce automatiche, aggiungendo qualche maschera per coprire i punti che non dovevano essere tracciati (stativi, luci, e attore) lasciando libera solo l'area verde dove sono stati posizionati i markers fisici.



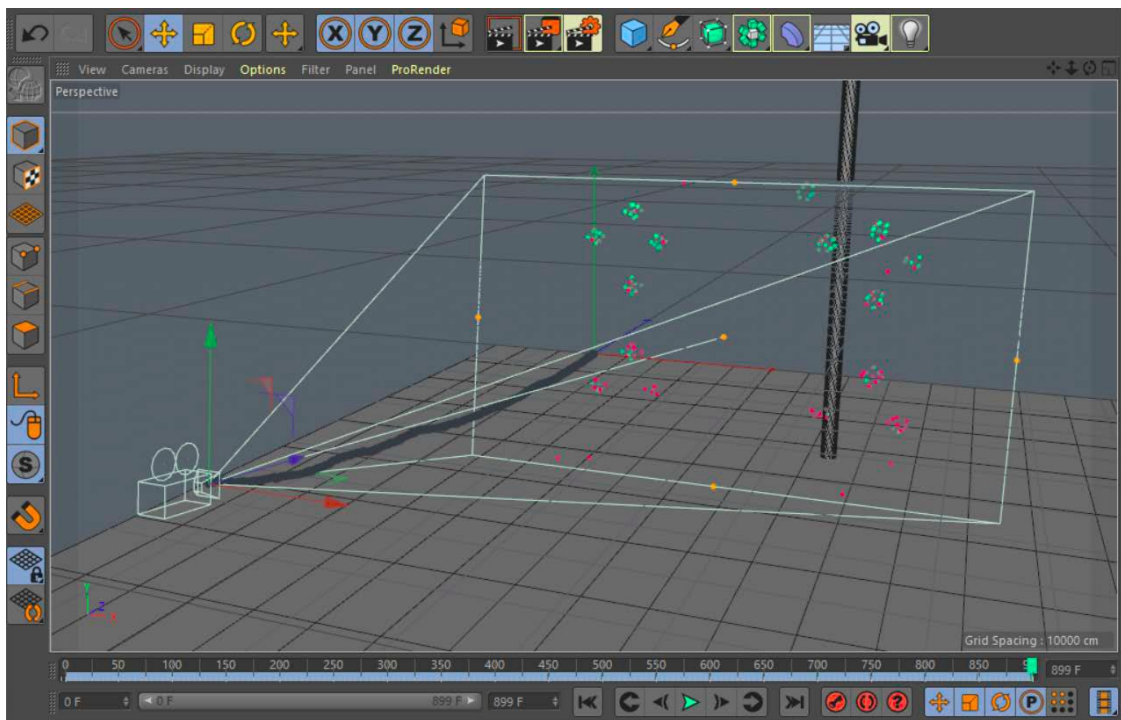
Il prossimo step consisteva in fare la ricostruzione 3D del movimento della camera, in questo caso Cinema 4D propone 3 tipi diversi: La ricostruzione 3D completa, il movimento camera e la traccia planare (quella che faceva per noi).



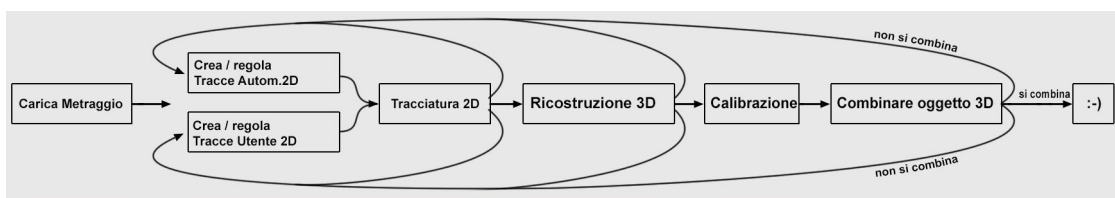
L'opzione *Traccia Planare* assume che tutte le Tracce, senza eccezione, siano su un singolo piano. Questo modo è quello giusto perché ci permette di tracciare il piano in green screen dove si trovano i nostri markers fisici. La ricostruzione della camera ricostruirà di fatto solo la camera e non i movimenti dell'oggetto (greenscreen) nella scena. Verrà calcolato solo il movimento della camera relativo al green screen.

Notare che la Lunghezza Focale e la Dimensione Sensore della camera che registra devono essere note in questa modalità, come specificato prima.





Fatta la ricostruzione della camera, si procede a verificare che il movimento sia quello giusto, usando il *position constraint* (che è quello che dà la referenza globale) dove piazzando un cilindro e un piano come referenze degli elementi 3D che saranno dopo in scena e verranno sostituiti, nel nostro caso abbiamo dovuto aggiustare il tracking aggiungendo i diversi tag del motion tracking con dei vector constraint e planar constraint (oltre i mask constraint) per correggere che la scala degli oggetti in scena sia accorde approssimativamente a quelli veri (attore) nel girato.



Dopo ottenere un risultato più che soddisfacente, questi dati di movimenti di camera possono essere importati in un'altra scena dove la modellazione sarà già avviata.

## Modellazione

Come specificato nel diagramma del workflow, la modellazione era un processo che poteva avviarsi indipendentemente dal tracking e dal chroma key, quindi è stato portato avanti in parallelo agli altri due processi.

Per il trailer, che prevedeva solo la scena del Martirio, erano previsti i modelli 3D fotorealistici di: l'albero, un busto di dante e il terreno, nello sfondo una città romana e le montagne.

l'albero della scena del martirio doveva possedere un alto livello di dettaglio, perché presente in primo piano e completamente a fuoco. Ma sempre nella stessa inquadratura la città romana nello sfondo che appariva sfocata e molto lontana dalla camera poteva essere tranquillamente modellata low quality.

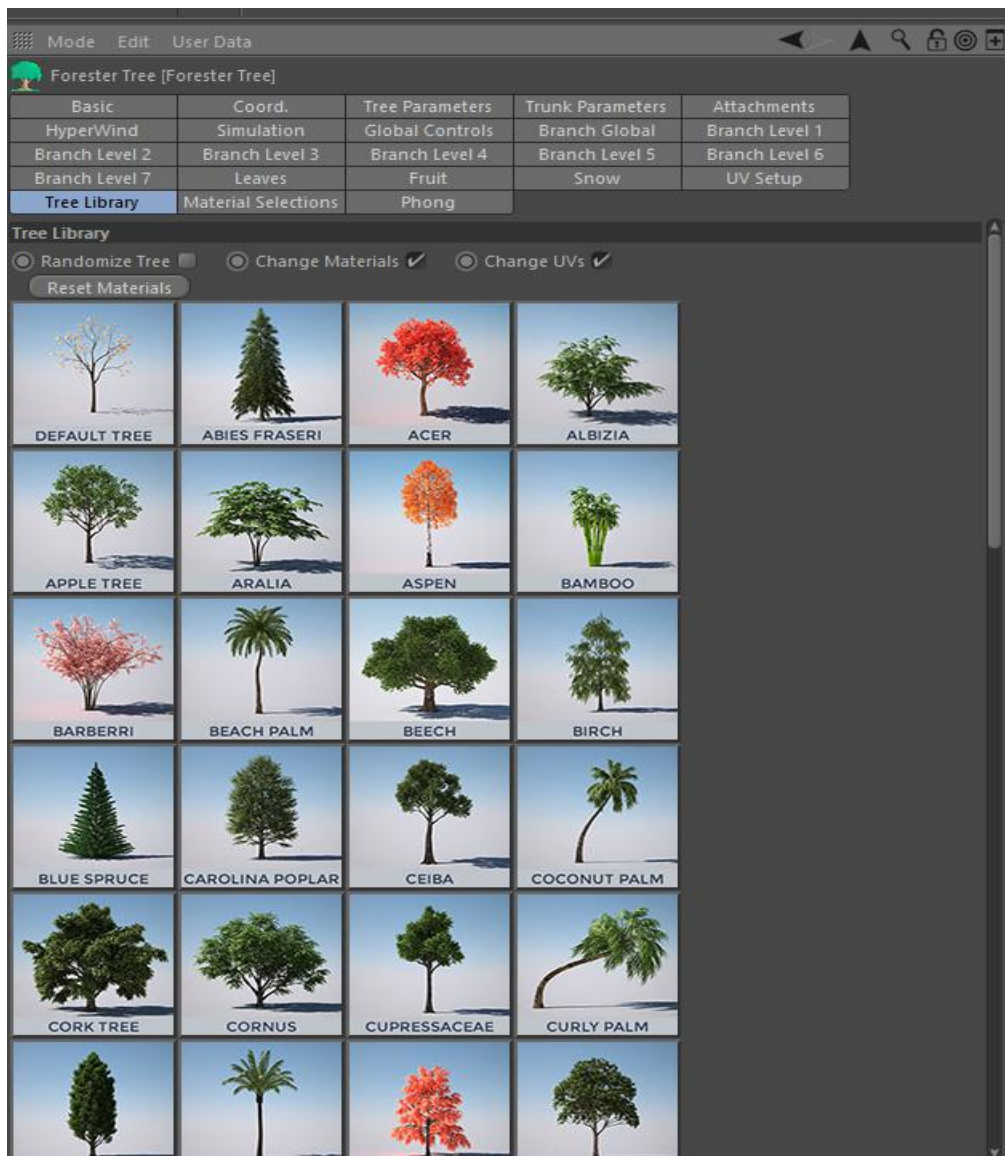
Per modellare l'albero e il terreno dove sta l'attore, abbiamo usato un plugin di C4D chiamato *Forester* da 3DQuakers che è specializzato in creare natura e foresta a livelli fotorealistici, configurando una serie di parametri che permettono la modellazione di foglie, erba, alberi, piante e rocce, cioè un metodo procedurale.



Il plugin possiede quattro moduli:

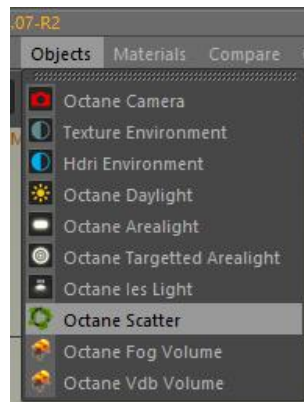
- *Forester Trees*, con cui è possibile la creazione veloce di un albero partendo da zero oppure scegliendolo da una libreria.
- *Multiflora*, con cui si possono creare un grande numero di piante secondo metodi procedurali che utilizzano specifici parametri e regole.
- *Multicloner*, con cui è possibile controllare la distribuzione di un grande numero di oggetti in modo controllato ma realistico.
- *Forester Rocks*, con cui si possono creare rocce estremamente realistiche attraverso tre livelli di deformazione.

Per il caso nostro, bastava creare un albero con l'opzione *Forester Trees*, scegliendo un tipo di albero da un'ampia varietà di opzioni che offre la libreria per default di *Forester*, e modificarlo partendo dal tipo di tronco, altezza, lunghezza, dai rami, la quantità, la forma, i segmenti, fino a scegliere il tipo di foglie, la quantità e la forma.

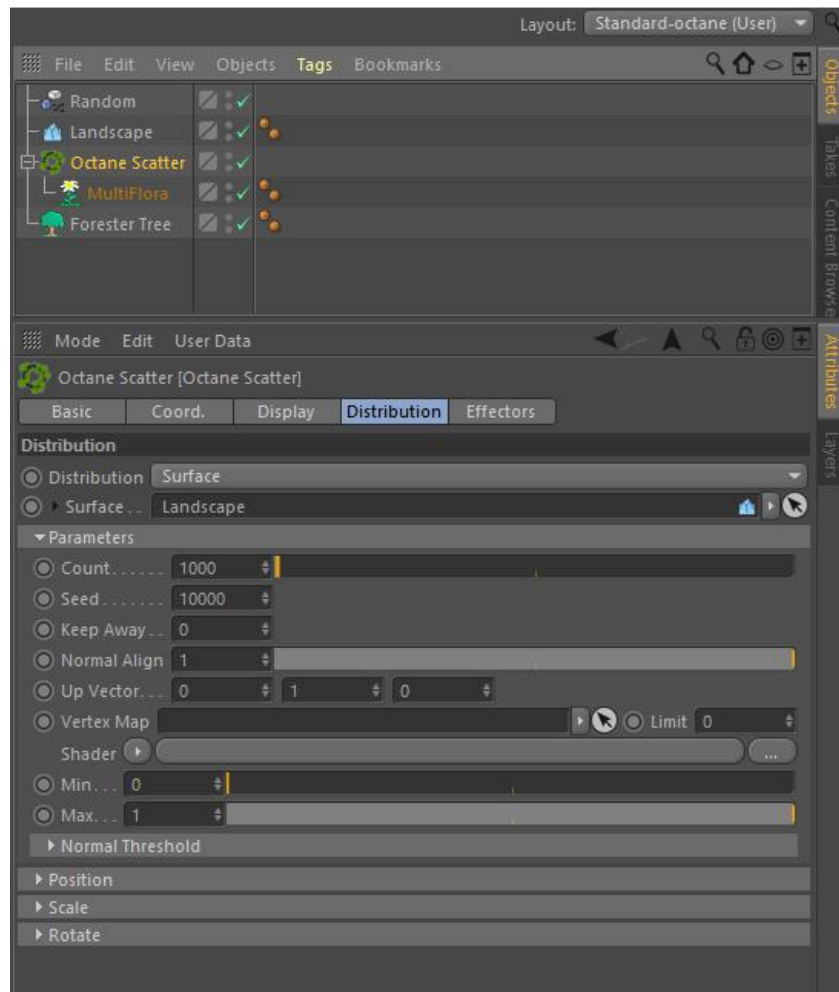


Con l'albero viene creato anche il terreno con un semplice *Landscape* dove verrà aggiunta poi l'erba e diverse rocce con l'opzione combinata di Octane scatter un potente generatore ideale per il popolamento di superfici con grandi quantità di oggetti e multiflora di forester. Bisogna dire che entrambi i plugin sia Octane e Forester sono compatibili, con C4d.

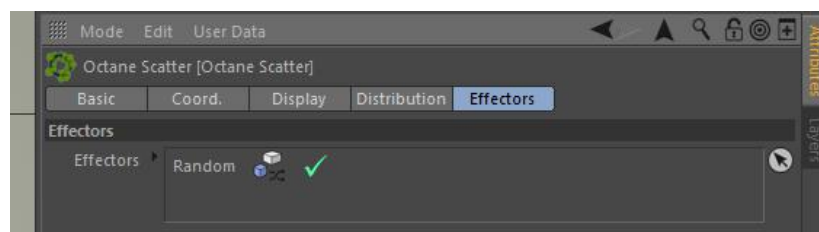
Il modulo *Octane Scatter* è un generatore personalizzato e ciò che rende speciale questo oggetto è certamente la sua capacità di elaborare milioni di istanze con facilità. Lo fa durante il rendering, mentre semplici forme proxy e stand-in mantengono l'editor veloce e reattivo mentre lavora. Oltre a una vasta gamma di funzioni integrate, supporta anche la maggior parte dei Mograph Effector.



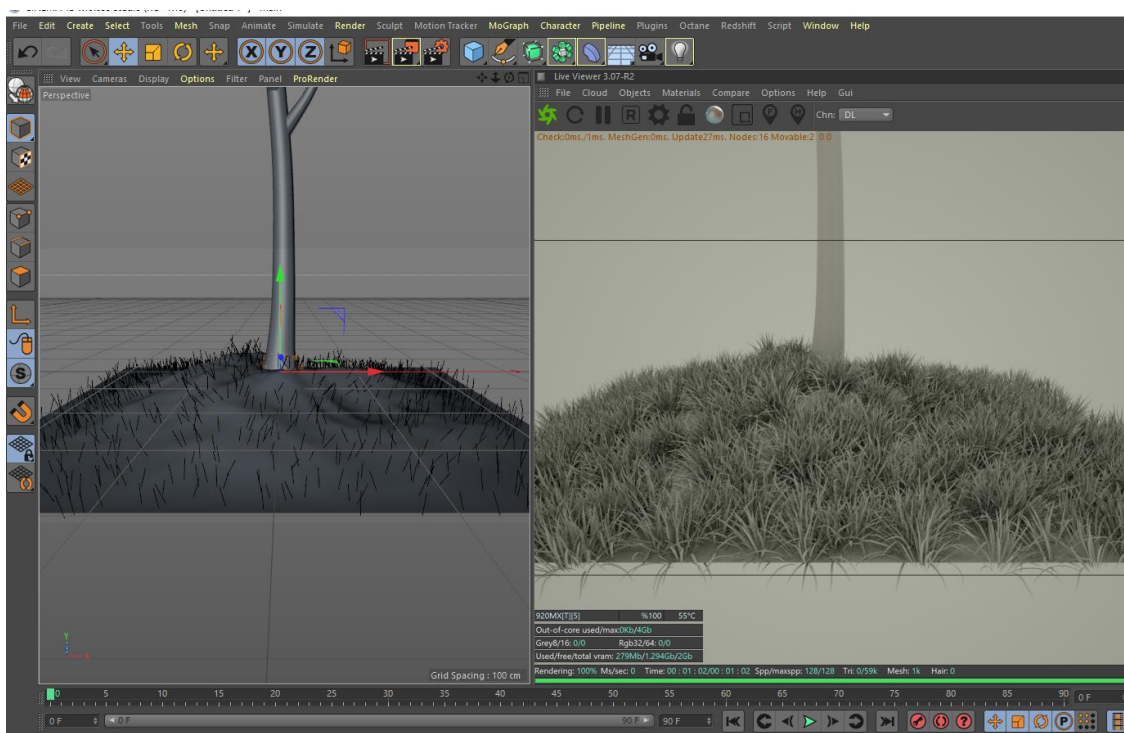
Con il terreno pronto, si passa ad aggiungere l'erba col multiflora di forester, configurando su Octane Scatter, la distribuzione, quantità della multiflora e la superficie (in questo caso Landscape) del manto erboso.



Per dare un po' di realismo, si aggiunge l'effector *Random* del modulo "mograph" di C4D che dà più aleatorietà ad ogni singolo oggetto sotto l'octane Scatter.



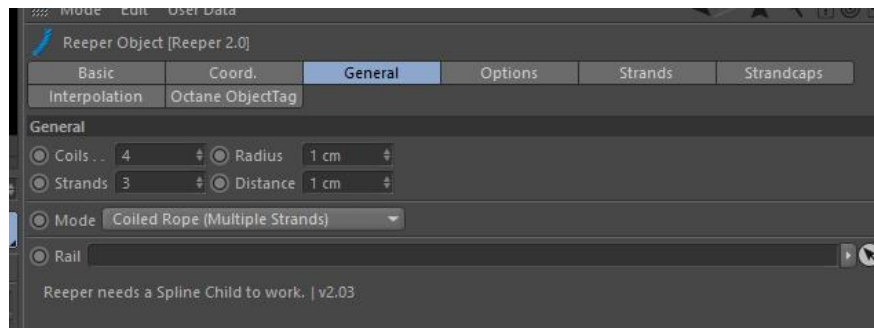
Come si vede nell'immagine successiva, ancora non sono stati assegnati materiali né textures al terreno, all'erba, all'albero e neanche a le foglie. Questo sarà un processo che farà parte della fase due. Bisogna aggiungere pure che il plugin Forester conta con i suoi materiali, che sono ottimi, ma per motivi di compatibilità questi materiali bisogna convertirli a materiali adatti per Octane.



Dato che erano previste molte scene ambientate nella natura abbiamo scelto di utilizzare questo plugin perché come resa visiva restituisce un livello di fotorealismo notevole senza appesantire troppo il progetto grazie alle sue ottimizzazioni procedurali.

Per modellare la corda che lega l'attore all'albero in CGI, ho usato un altro plugin di C4D chiamato *Reeper* che ha come unico scopo disegnare corde di diversi tipi anche in un modo procedurale come si vede nell'immagine





## 5.2 FASE 2

### Rotoscoping

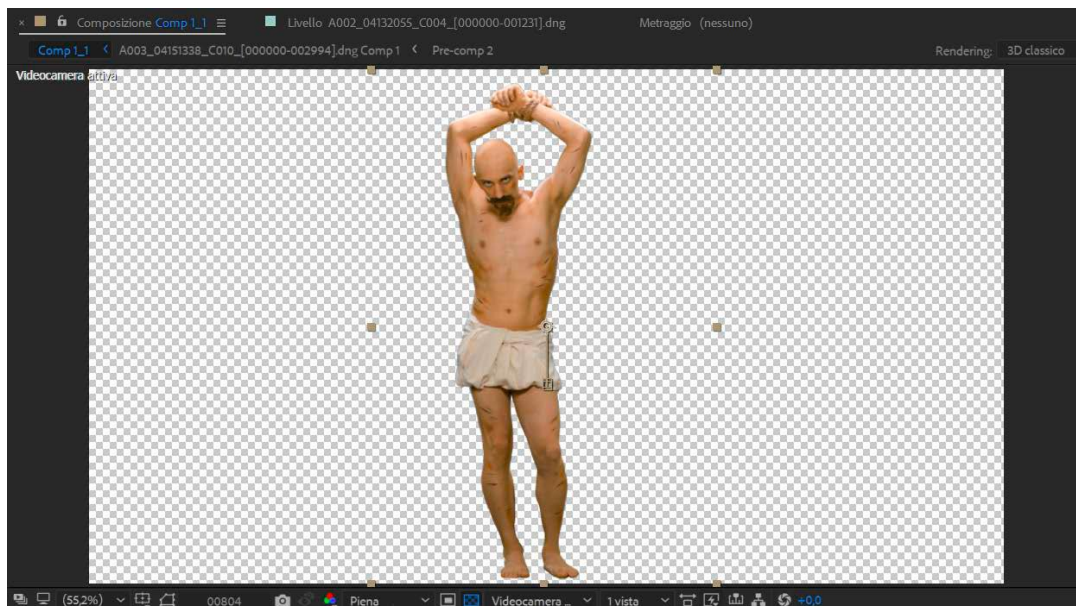
Per effettuare questa operazione di pulizia è stato necessario un software esterno chiamato Mocha, che risulta essere uno dei migliori sulla piazza per il



tracking 2D e il roto-scoping, basato su un motore d'immagine chiamato Planar Tracking, seguendo i "pattern di pixel" attraverso le condizioni più difficili, inclusi gli oggetti fuori dallo schermo, gli oggetti che sono parzialmente oscurati, anche quelli fuori fuoco. Per fortuna la lavorazione di pulizia non era difficile perché il movimento di camera era una carrellata all'indietro.



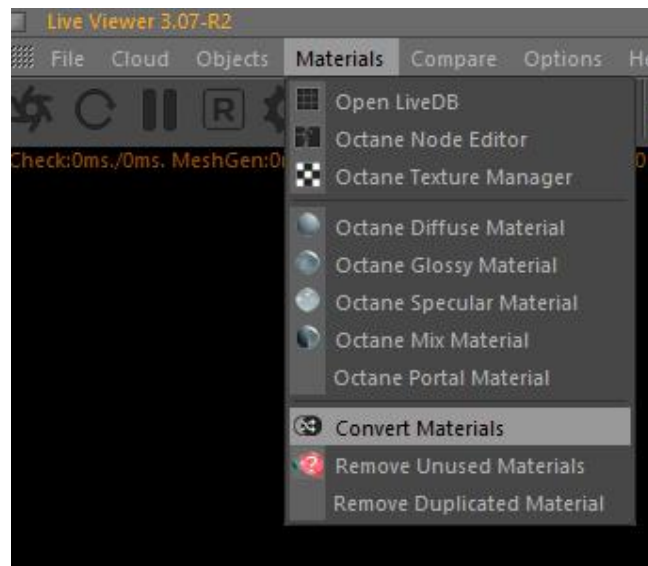
Su Mocha sono state effettuate tutte le maschere planare e tracciate che hanno portato, come si può notare in foto, ad una rimozione pulita degli elementi di troppo.



## Shading

In questa parte della fase 2, si intende per shading la creazione e assegnazione dei materiali ai diversi modelli, insieme alle texture usate per ogni oggetto, per l'illuminazione e il post-processing finale.

Avendo già modellato l'albero e la superficie, si passa a ritoccare i materiali delle foglie, del tronco e dell'erba. Siccome Forester ha dei materiali predefiniti ma che devono ancora essere ritoccati per migliorare la resa, si procede a convertire i materiali a un tipo di materiale che possa essere modificato con octane.

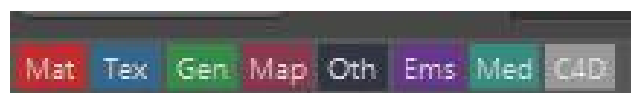


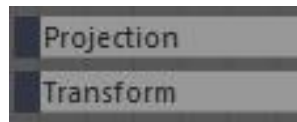
Dopo la conversione è possibile modificare il tipo di materiale, e aggiungere le diverse texture ai moduli come il diffuse, bump e displacement, come si vedrà a continuazione.

La modifica del materiale usato per il tronco avviene dentro il Node Editor di Octane che permette aggiustare e ritoccare i diversi parametri di ogni materiale con i diversi shader a disposizione di octane.

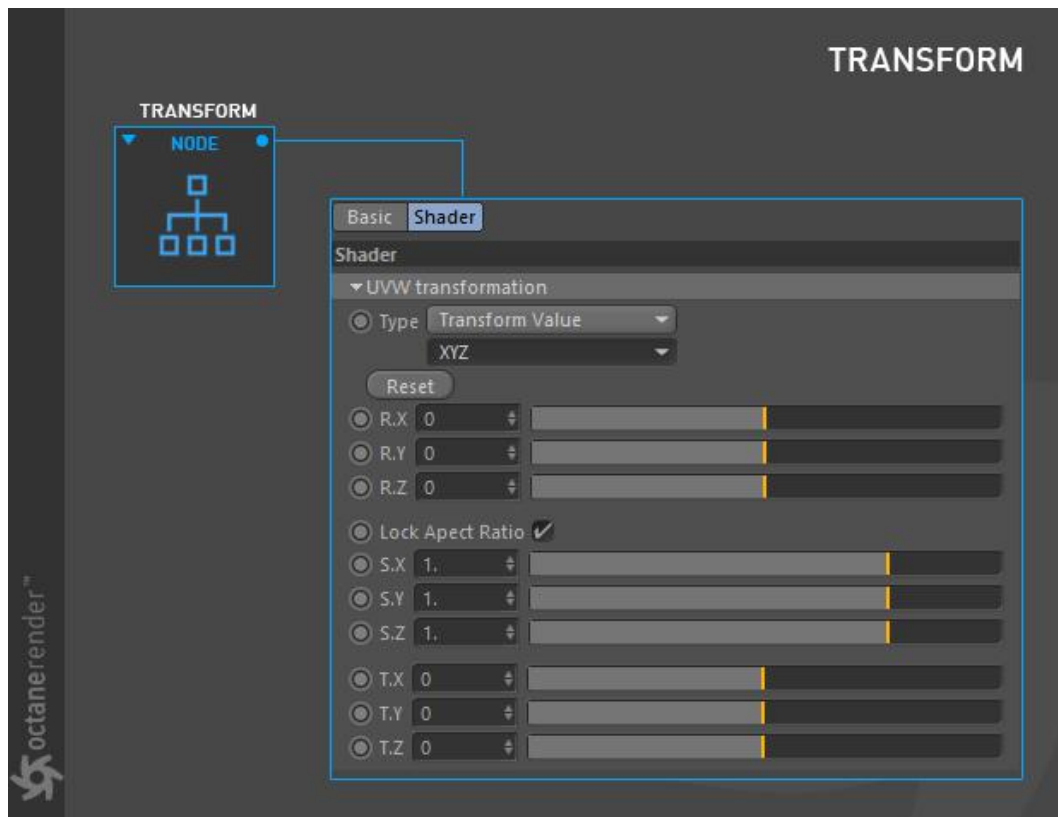
## I Shader utilizzati

Octane propone 4 tipo diversi di manipolazione delle texture e sono tramite la proiezione o trasformazione, l'immagine, generazione oppure tramite le mappe.

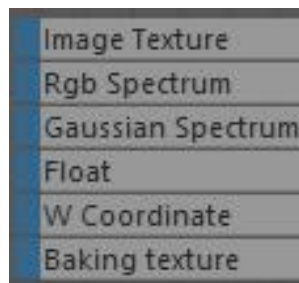




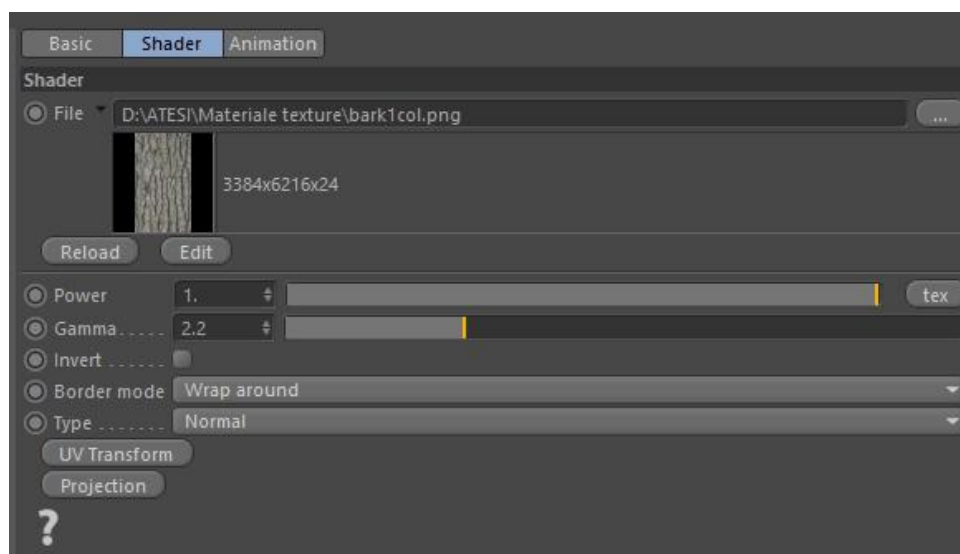
Questo nodo permette configurare la posizione, rotazione o scala di una texture, e determina che tipo di trasformazione verrà usata.



In quanto al tipo di texture, Octane permette generare texture colorate oppure caricare una mappa.



Per caricare le texture esterne, si usa il modulo *Image Texture* in cui si possono manipolare parametri come la luminanza, il gamma, invertire i colori.

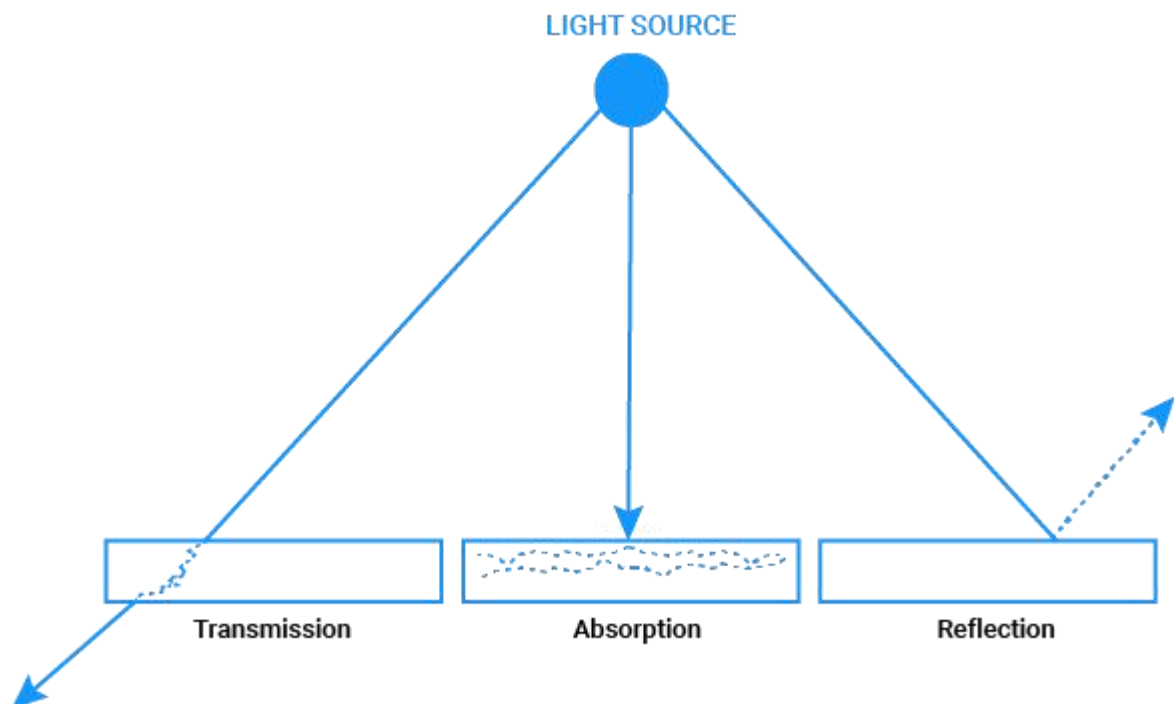


Un'altra opzione usata spesso è *Mix Material* oltre a *Octane Material* che serve ogni volta che si crea un materiale



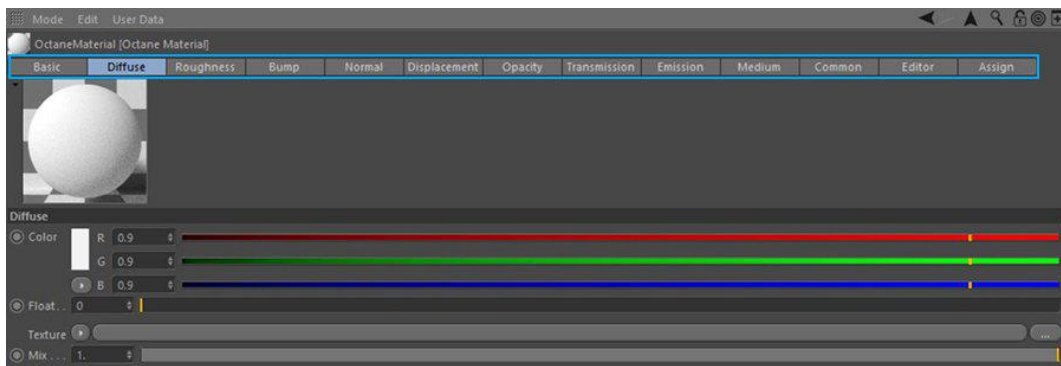
Octane ha a disposizione ben 7 tipi di materiali diversi, ma i più usati sono quelli classici: Diffuse, Glossy, Specular e Metallic.

Per creare buoni materiali è necessaria una forte comprensione dell'interazione tra superfici e luce nel mondo reale. Con la definizione più semplice, i fotoni della luce colpiscono la superficie. Cosa influenza l'aspetto di una superficie? Quando la luce colpisce una superficie, possono verificarsi tre tipi di interazioni.



Per questa scena servivano due tipi di materiali, Diffuse e Glossy. I materiali Diffuse hanno le seguenti caratteristiche:

Si usa quando si ha bisogno di un materiale opaco, e non riflettente e permette aggiungere altre mappe di texture come il bump, displacement, normal e roughness



**Diffuse:** Questo valore controlla il colore generale della superficie. Viene anche chiamato Albedo in altri software.

**Roughness:** o rugosità, controlla la distribuzione della luce speculare sulla superficie. I valori più alti sono evidenziati in modo speculare, i valori più bassi sono più miti. Ad esempio, in un materiale lucido, il valore di rugosità sfuma anche il riflesso. Questo parametro funziona interamente sul valore della scala di grigi, pertanto, è possibile utilizzare solo un valore float, se viene aggiunta una trama, Octane leggerà solo i valori della scala di grigi della mappa della trama. Il valore Mix è disponibile anche qui ed è usato per fondere i valori di Colore e Texture.

**Bump:** Il parametro di rilievo viene utilizzato per creare dettagli fini sulla superficie del materiale utilizzando una trama procedurale o di immagine. In genere a questo parametro è collegata una texture in scala di grigi, le aree chiare della texture danno l'aspetto di protuberanze sporgenti, le aree scure creano l'aspetto di rientranza. La forza della mappa di bump può essere regolata impostando il valore di Power sul nodo Immagine Texture.

**Normal:** questo parametro viene anche utilizzato per creare l'aspetto dei dettagli fini sulla superficie. Una mappa normale è un tipo speciale di texture dell'immagine che utilizza valori di colore rosso, verde e blu per modificare le

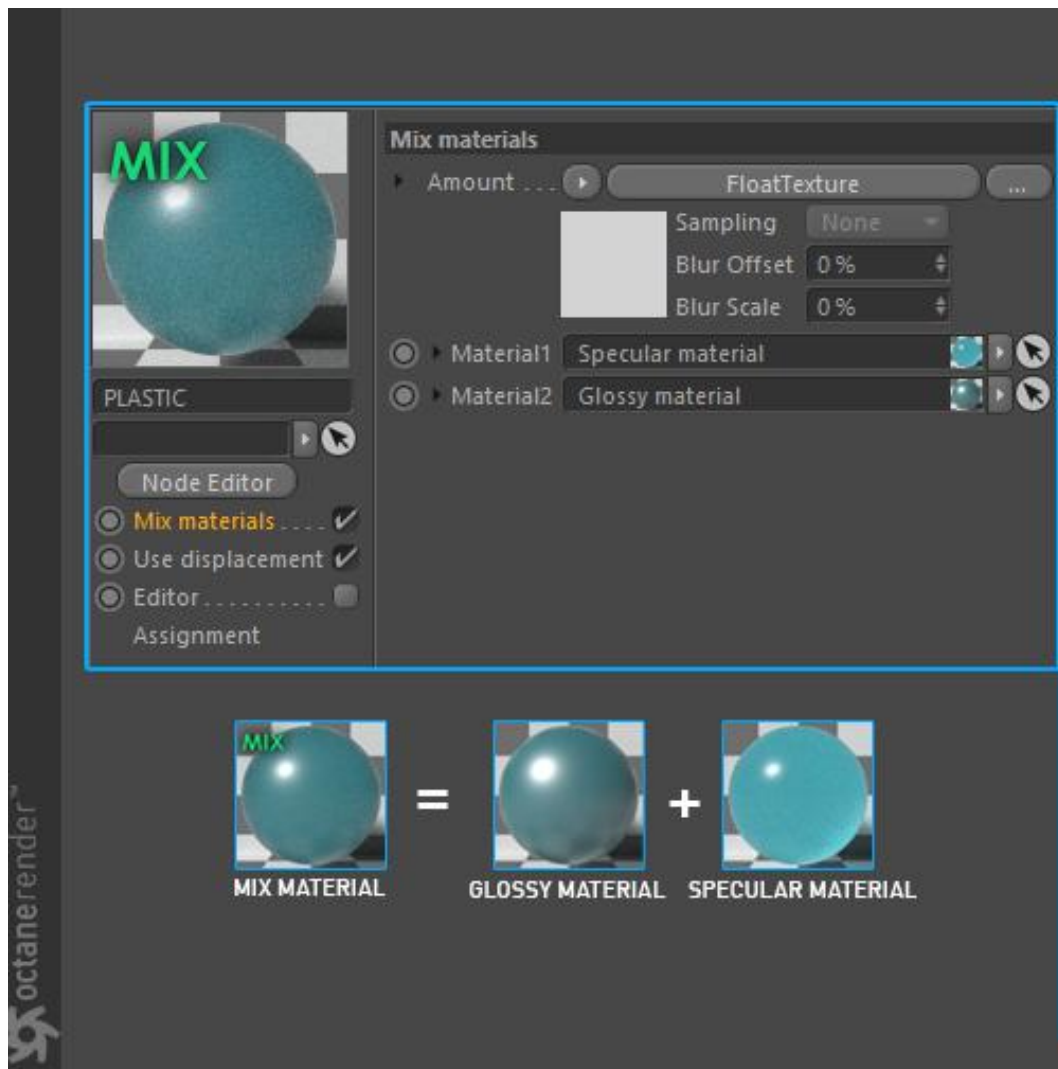
normali della superficie al momento del rendering, dando così l'aspetto di dettagli aggiunti. Possono essere più accurati rispetto alle mappe di rilievo ma richiedono software specifici, come ZBrush, Mudbox, Designer di sostanze, Xnormal o altri da generare.

*Displacement:* Il parametro displacement regola l'altezza dei vertici di una superficie in fase di rendering utilizzando una mappa di texture dell'immagine. Le mappe di spostamento differiscono dalle mappe di rilievo o normali in quanto la geometria viene alterata dalla trama anziché creare semplicemente l'aspetto dei dettagli. La mappatura dello spostamento è più dispendiosa dal punto di vista computazionale rispetto all'utilizzo di un bump o di una mappa normale, ma i risultati possono essere più realistici, specialmente lungo la sagoma della superficie.

Ci sono altri parametri altrettanto importanti, ma per il nostro caso, bastavano quelli nominati prima.

A volte può essere necessario utilizzare una combinazione di diversi tipi di materiale nel processo di creazione del materiale. La creazione di materiali realistici è un processo complesso e potrebbe essere difficile crearli con un singolo tipo di materiale. A tale scopo esiste il Mix Material.





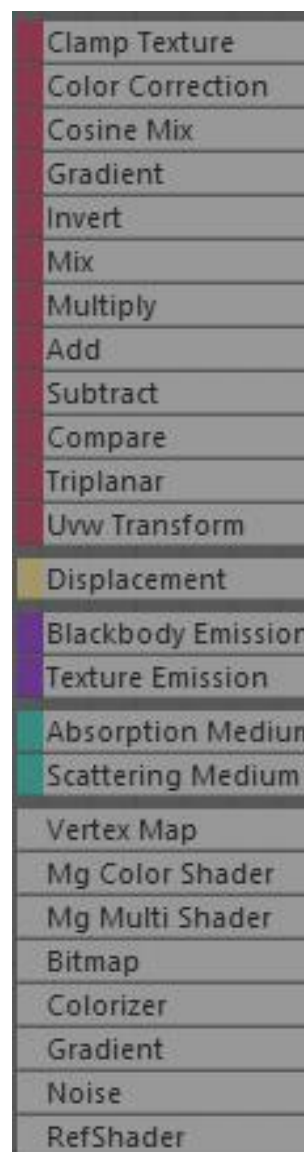
Per il materiale Glossy, i parametri sono sempre gli stessi di un materiale Diffuse, ma con un parametro aggiunto che sarebbe Specular.

Viene utilizzato per creare materiali lucidi come plastica o metalli. I BRDF fisici; Beckmann, GGX e Ward sono disponibili per l'uso con il materiale glossy. Con questi modelli è ora possibile creare proprietà di superficie reali come la precisione fisica dei lobi speculari, l'effetto fresnel, la legge di conservazione dell'energia e l'anisotropia.

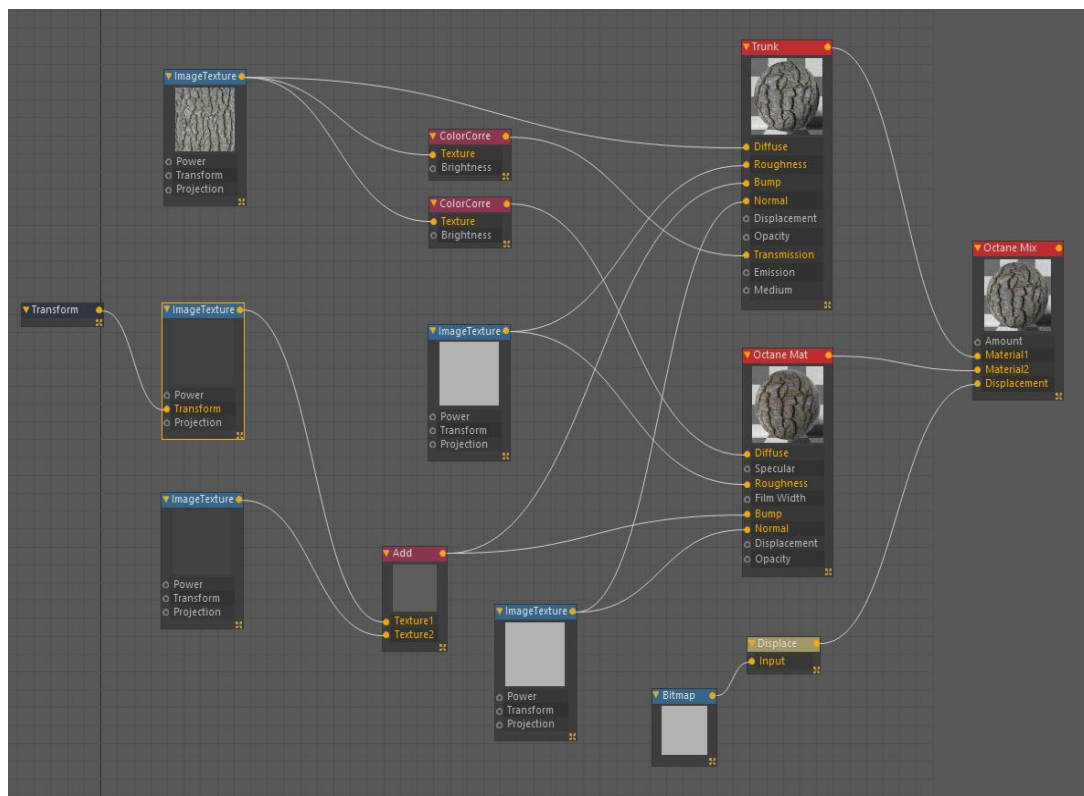
*Specular*: determina l'intensità delle riflessioni speculari che appaiono sulla superficie. Riflessi speculari sono riflessi di sorgenti luminose sulla superficie.

L'input speculare accetta valori e trame di colore. Nella maggior parte dei casi i punti salienti speculari sono bianchi o incolori. Tuttavia per simulare superfici metalliche il colore speculare dovrebbe essere colorato usando un colore simile al parametro diffuso. Pensa ai riflessi giallo-arancio che si vedono sulla superficie di un bollitore di rame lucido.

Si è deciso di fare un mix con un materiale diffuse e un glossy, per dare più realismo all'erba, foglie e tronco.

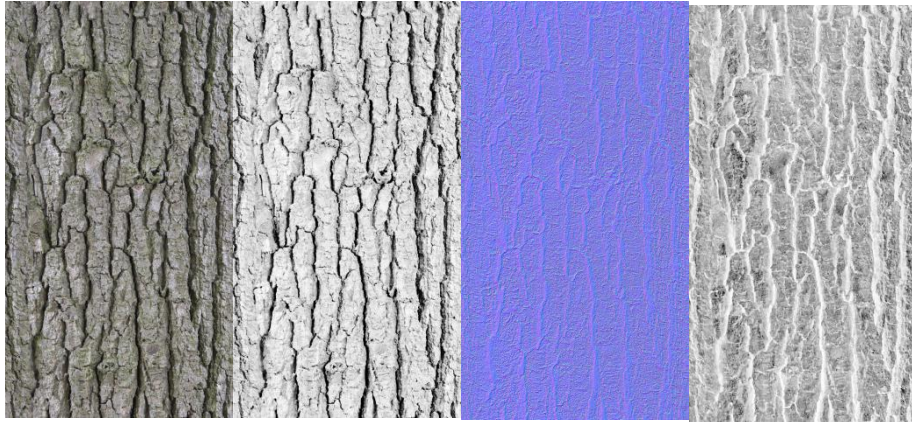


Nel nostro caso, per dare il senso del fotorealismo al nostro tronco dell'albero, ci è bastato aggiungere una texture ai moduli di diffuse, roughness, bump, Normal e al displacement facendo utilizzando l'opzione Mix Material di Octane che ci permette di mischiare un materiale di tipo Diffuse e uno del tipo Glossy.



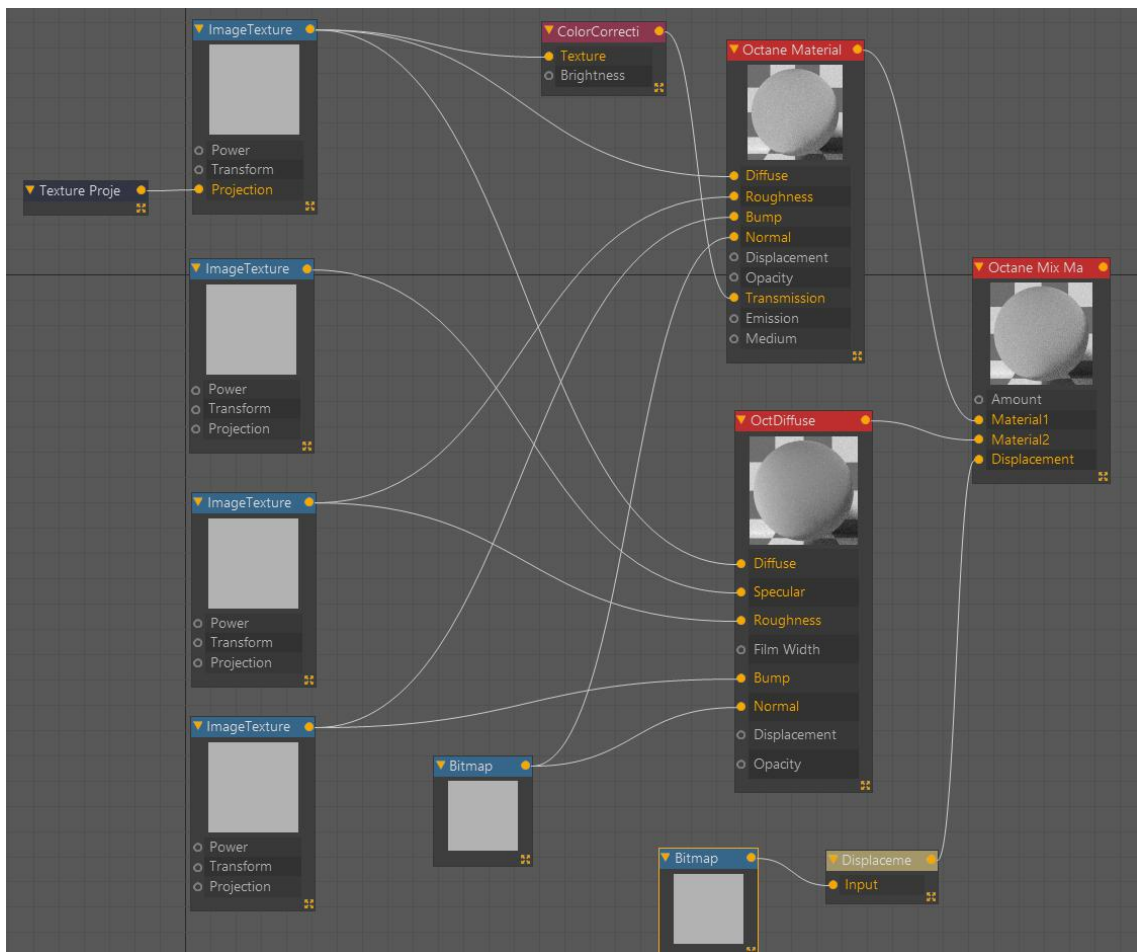
### Creazione delle diverse texture

Bisogna aggiungere che precedentemente, usando come modello iniziale la texture del tronco dei preset di Forester, si sono create le altre texture di Bump, Normal e Displacement su Photoshop.



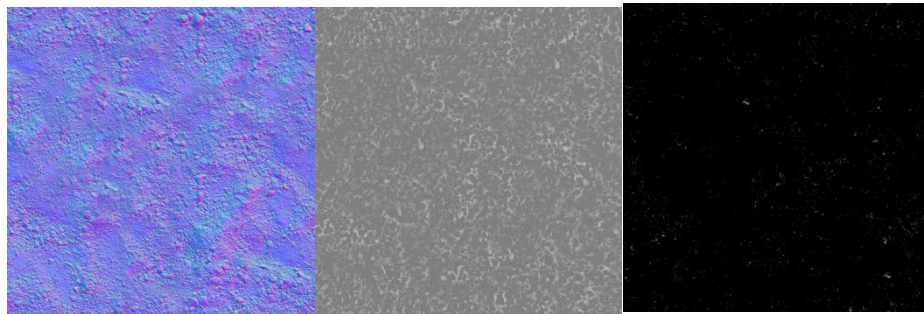
La stessa procedura venne fatta per gli altri oggetti in scena come le foglie, l'erba, il terreno e il busto di Dante che si trova per terra. A continuazione si mostreranno i diversi diagramma a nodi per ogni materiale creato.

Terreno:

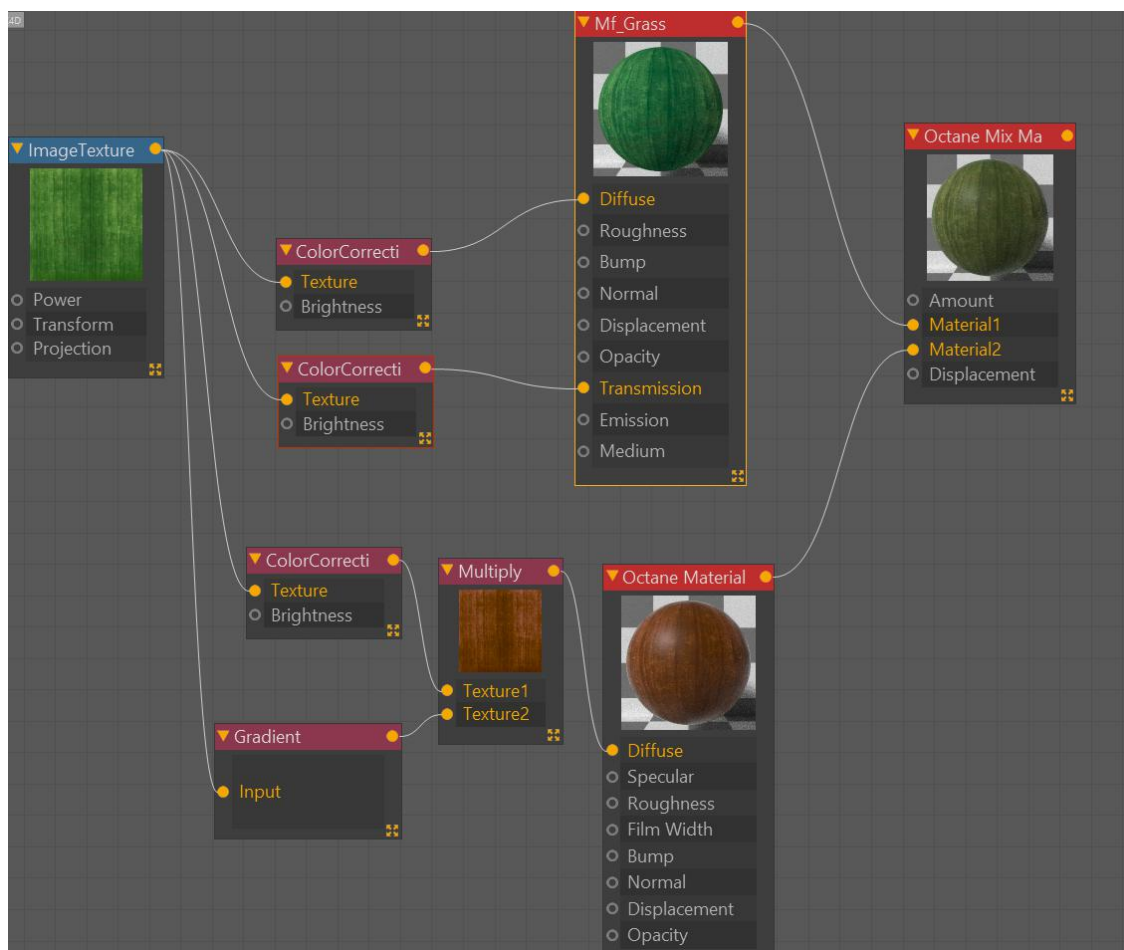


Texture utilizzate:





Erba:



Nel caso dell'erba, c'era solo bisogno di fare un Mix material, per dare un po' di brillantezza al materiale. Non serviva dare un dettaglio così perfetto perché l'erba non viene ripresa così in primo piano. Lo stesso discorso vale per le



foglie dell'albero, aggiungere Bump e Displacement appesantiva semplicemente la scena senza notare la differenza tra un modo o l'altro.

### **Configurare le luci**

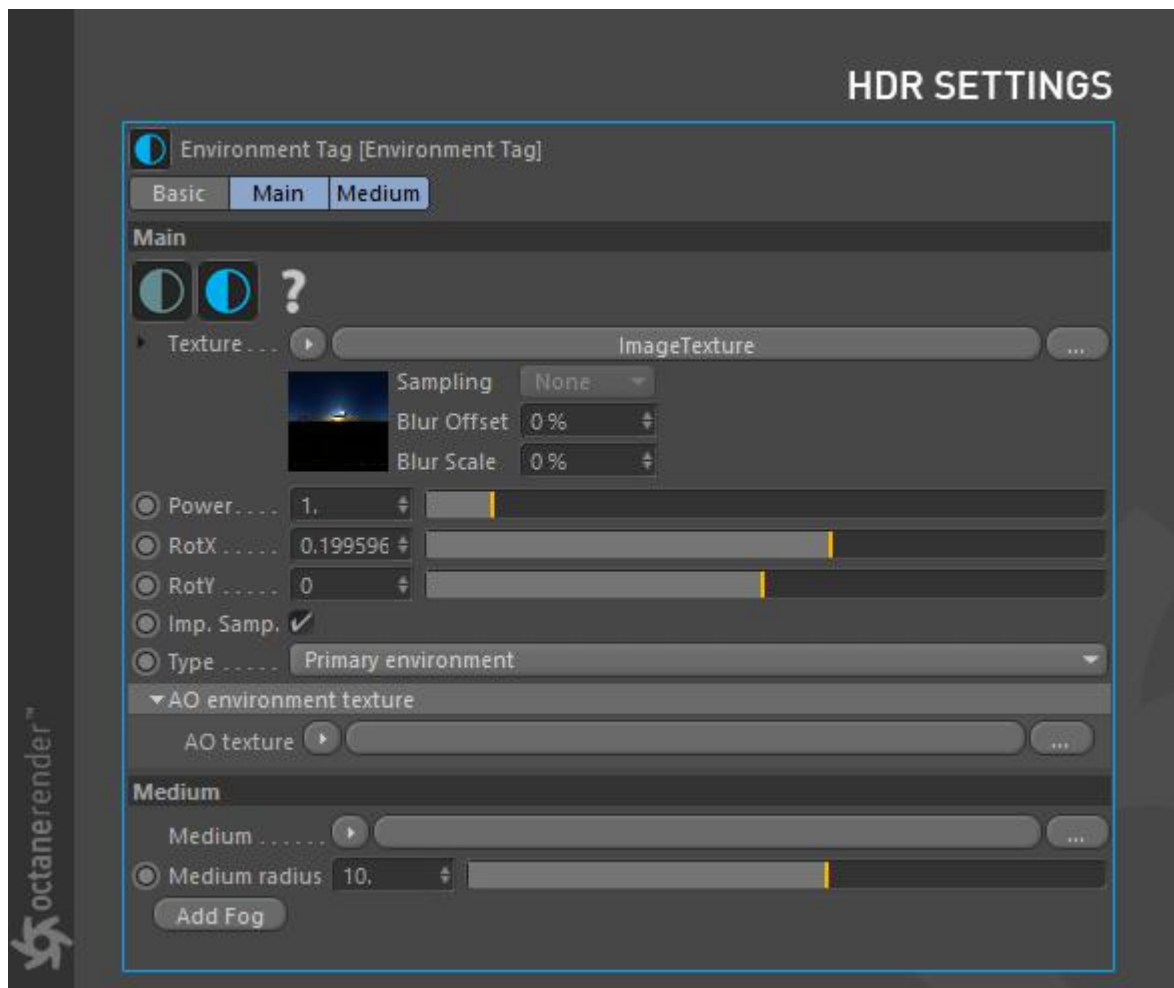
Questa era una parte delicata del processo perché si doveva ricreare la luce della scena, con la stessa temperatura, e la stessa intensità. Per fortuna in fase di riprese abbiamo curato con dettaglio la fotografia, e così replicare la luce su C4D.

Abbiamo inserito una Key Light, una back light, e una fill light, proprio come erano predisposte sul set, ma anche aggiungendo la mappa HDRI, di un ambiente simile e con una luce come la desideravamo, ha aiutato molto all'illuminazione globale della scena.



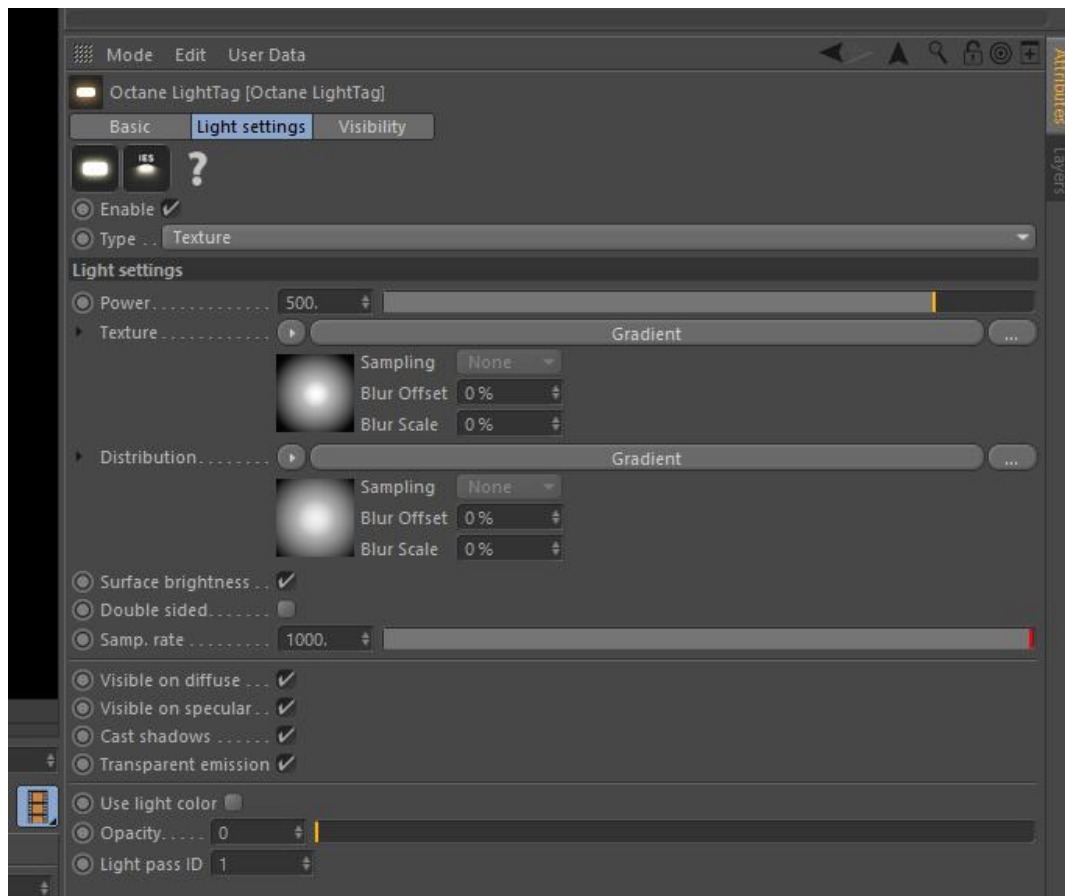
L'illuminazione HDRI è un dei modelli di illuminazione in Octane. L'illuminazione HDRI richiede un'immagine hdr con estensione .hdr. Come texture di ambiente, è possibile utilizzare qualsiasi immagine o trama

procedurale. Tuttavia, questi non sono qualità HDRI, maggior qualità, maggior dynamic range e disposizione di colori per illuminare meglio la scena.



Entrambe le fonti di luce posizioneranno un oggetto OctaneSky nella scena con un tag Ambiente. La principale differenza tra una texture e una luce dell'ambiente HDRI è la texture che viene applicata di default. La luce dell'ambiente di trama avrà un nodo Spettro RGB collegato al parametro Texture e la luce Ambiente HDRI avrà un nodo Texture immagine collegato al parametro Texture.





Un dettaglio importante per ammorbidire la luce, è stato usare un gradiente sferico, che permette di simulare la diffusione della luce come quella delle lupo reali usata sul set.

## 5.3 FASE 3

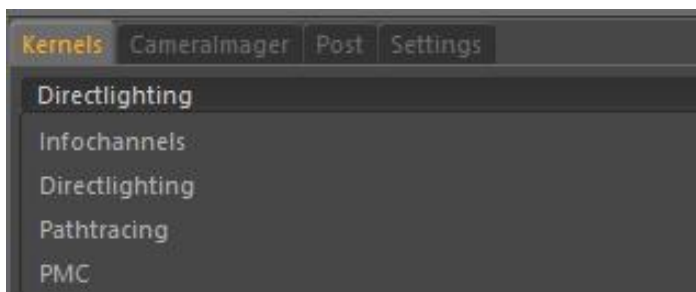
### Render Passes

Nella terza fase, ci focalizziamo nel renderizzare gli elementi creati su C4D e Octane, siccome il nostro motore di rendering utilizzato è Octane, si spiegherà come abbiamo fatto per renderizzare la scena del trailer Il Vate.

Per il rendering bisogna fare due considerazioni, capire che tipo di file vogliamo avere dopo per il compositing finale e spiegheremo il perché della scelta dei file .EXR, quale tipo di render conviene, e come si può ottimizzare a livello di tempi e qualità il render finale.

Octane prevede diversi tipi di *kernel* nelle sue impostazioni di render, i kernel come il nome lo suggerisce è il cuore del motore di rendering, cioè la parte più importante ed è quello che determina lo stile del render su Octane. Ci sono 4 tipi di modalità di Kernel in Octane:

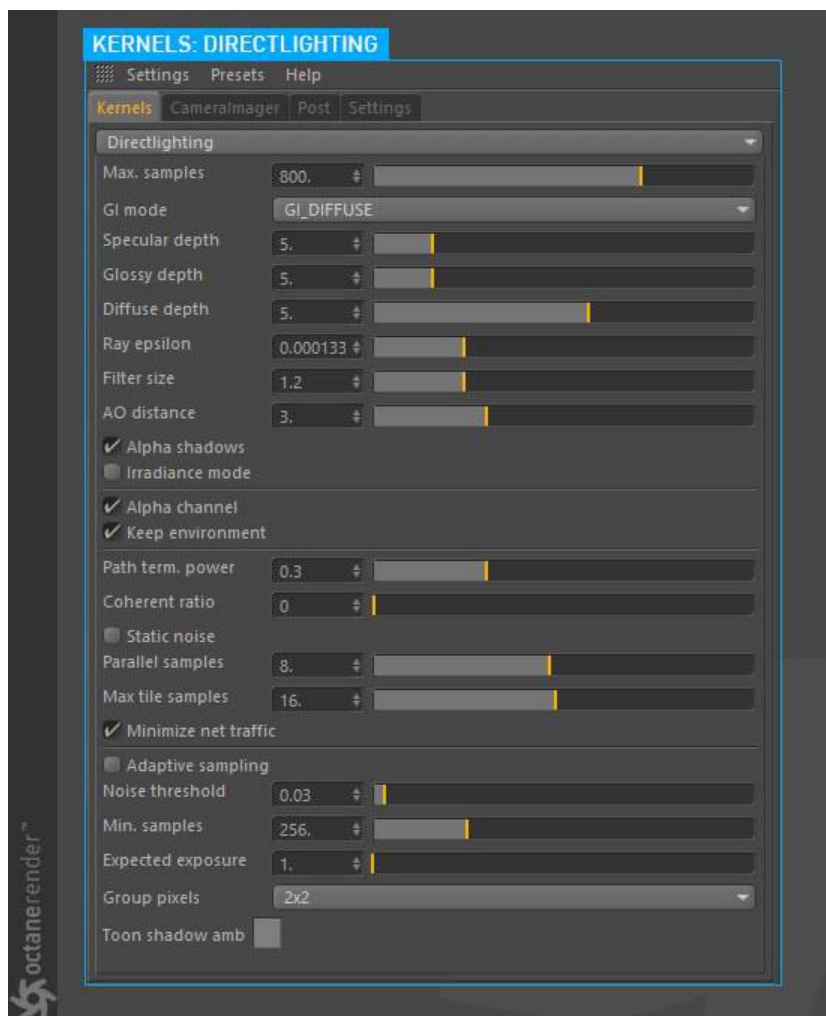
- ❖ Directlighting
- ❖ Pathtracing
- ❖ PMC
- ❖ Infochannels



A continuazione si spiegheranno i diversi tipi di modalità di render e quella usata da noi.

## DirectLighting

Il Directlighting Kernel è generalmente utilizzato per il rendering di anteprima più veloce. L'illuminazione diretta non è unbiased, e non produce risultati fotorealistici, tuttavia a causa della sua velocità può essere la scelta ideale per il rendering di animazioni o immagini fisse a seconda delle esigenze del progetto, nel nostro caso era usata come dicevamo prima, per le anteprime.



Tra i parametri più importanti mentre si facevano prove di anteprima, ci sono quelli di:

*Maximum Samples:* imposta il numero massimo di campioni per pixel prima che il processo di rendering si arresti. Maggiore è il numero di campioni per pixel, più il render è pulito. Non esiste una regola sul numero di campioni per pixel necessari per un buon rendering, è soggettiva e può variare a seconda del contenuto e della complessità della scena che viene renderizzata, per le nostre prove di anteprima di solito si metteva tra i 64 e i 128 questo valore.

*GI Mode:* Ci sono cinque diverse modalità di illuminazione globale nel kernel di illuminazione diretta:

- ❖ Nessuno - È inclusa solo l'illuminazione diretta dalle luci dell'area. Le aree della scena illuminate indirettamente non riceveranno alcun contributo e saranno nere.
- ❖ Occlusione ambientale - Occlusione ambientale standard basata sullo shadowing nelle aree messe a fuoco.
- ❖ Diffuse - Produce un rendering di qualità superiore rispetto all'occlusione ambientale ma con un sovraccarico minore rispetto al rendering con Pathtracing o PMC. È simile al rendering di "Brute Force" trovato in altri motori di rendering. Non renderà caustiche o altri effetti di ray tracing ma può essere di qualità abbastanza alta per il rendering di produzione a seconda della scena.

*Specular Depth:* Controlla il numero di volte in cui un raggio può essere rifratto prima di morire. Numeri più alti significano tempi di rendering più elevati ma più saturazione del colore e maggiori dettagli nei materiali trasparenti. I numeri bassi possono introdurre artefatti o trasformare alcune rifrazioni in nero puro, per le nostre prove usavamo valori tra 4 e 6.

*Glossy Depth:* controlla il numero di volte in cui un raggio può essere riflesso prima di morire. Numeri più alti significano tempi di rendering più alti. I numeri bassi sotto "4" possono introdurre artefatti o trasformare alcuni riflessi in nero puro.

*Diffuse Depth:* imposta il numero massimo di riflessi diffusi quando la Modalità GI è impostata su Diffuse.

*Ray Epsilon:* È la distanza tra la geometria e il raggio di luce quando si calcolano le intersezioni di raggio per l'illuminazione e l'ombra. Valori più grandi allontanano i raggi dalla superficie della geometria. Valori più bassi sono più precisi, ma possono causare artefatti su oggetti grandi o distanti. Ray Epsilon è simile al bias del raytracing in altri motori di rendering. Regola Ray Epsilon per ridurre gli artefatti nelle scene su larga scala.

Ci sono altri parametri, ma per importanza quelli elencati prima sono quelli che influiscono in gran parte nei tempi di render e qualità.

## **Info Channel**

Questa modalità valuta i dati delle scene e rende i dati come immagini a colori che possono essere utilizzate nei processi postali per il compositing, molto importante per il render multi-pass.

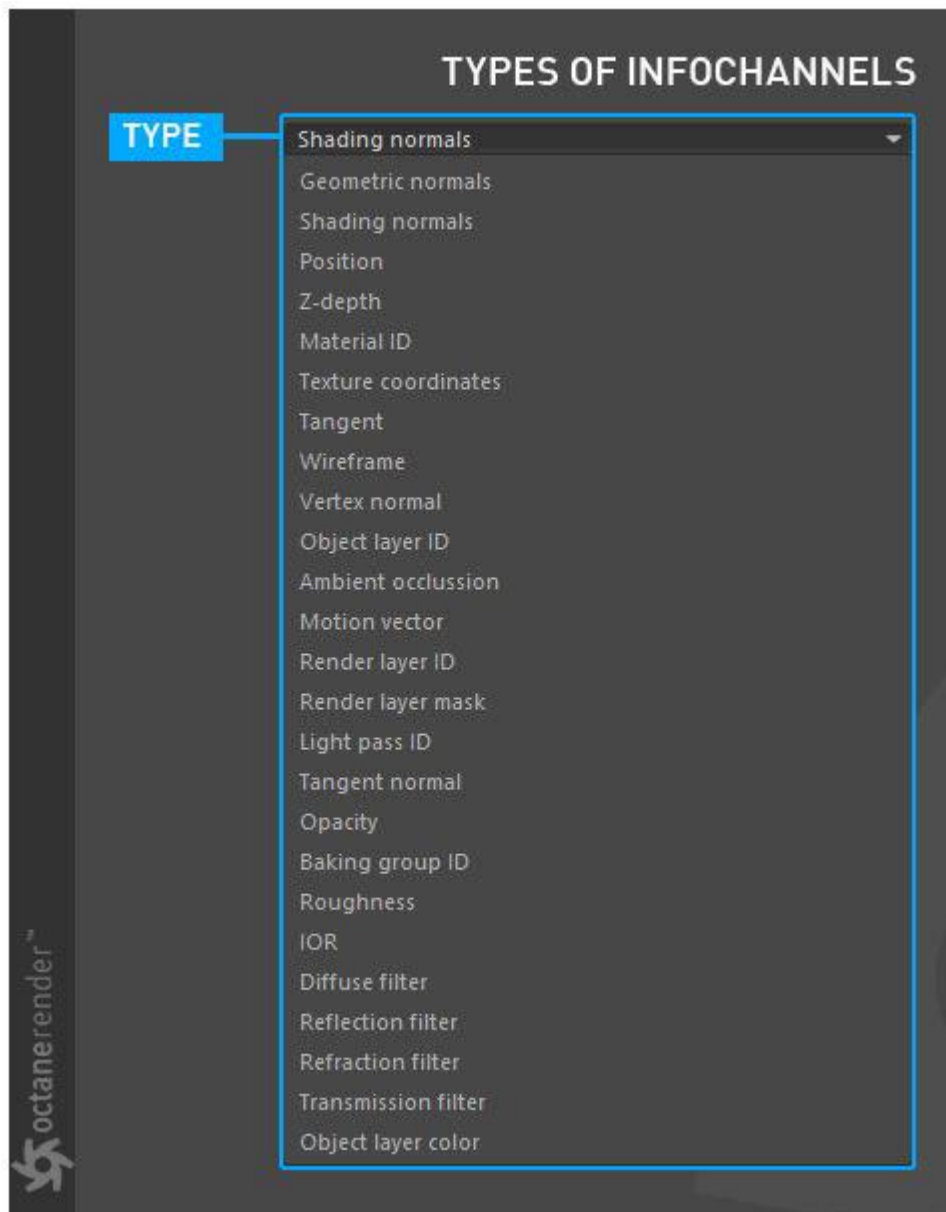
Questo tipo di render è molto utile quando si desidera renderizzare i differenti passi, perchè permette vedere in tempo reale cosa stiamo per renderizzare, e assegnare un colore diverso ad ogni elemento della scena, invece di usare *Object mask*, che rallenta molto di più i tempi di render.

Ci sono però due parametri particolarmente importanti che sono il Z-Depth e il Sampling Mode:

*Distributed Rays*: Opzione per mostrare il ray tracing distribuito, cioè se abilitato, motion blur e DOF vengono campionati. Questo è abilitato di default.

*Non-Distributed with Pixel Filtering*: rimuove qualsiasi DOF o Motion Blur dal canale info selezionato utilizzando il filtro Pixel. Per un'immagine di output pulita.

*Non-Distributed without Pixel Filtering*: rimuove qualsiasi DOF o Motion Blur dal canale informazioni selezionato senza filtraggio Pixel. I bordi frastagliati possono apparire nell'immagine.



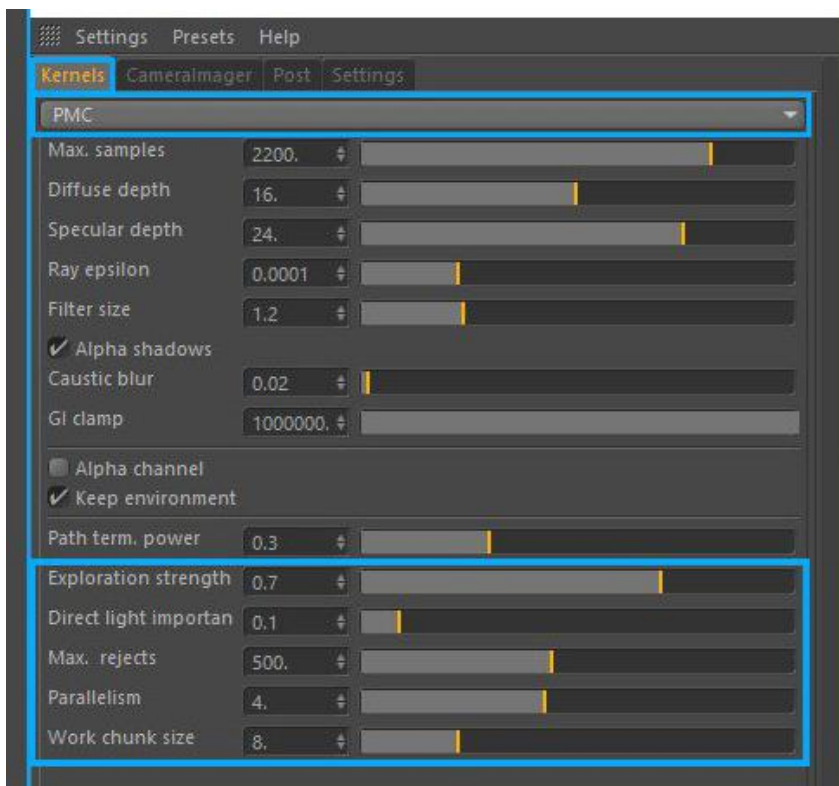
Poi abbiamo i tipi di infochannel, nel nostro caso abbiamo usato quelli che ci servivano per il compositing:

Light pass ID: per avere le luci separate e poter modificarle a piacimento.

Object Layer Color: per fare chroma key sugli oggetti, in scena e separarli in layer dopo. Anche se bisogna stare attenti alla qualità del render per utilizzare questa opzione perché a volte i bordi possono essere non molto definiti e viene fuori un KeyLight di scarsa qualità.

## PMC

Il kernel PMC è un kernel personalizzato, progettato specificamente per il rendering GPU. Il rendering con PMC crea luci e effetti caustici fisicamente precisi e generalmente produce il risultato di massima qualità ma può anche richiedere più tempo per renderizzare in base alla scena. Viene usato principalmente per scene con un set-up luce particolarmente difficile dove come in interni, nel nostro caso non l'abbiamo usato in questa scena che era all'aperto perché non ci voleva tanta precisione sacrificando tempi di render.



## PathTracing

E' un metodo di rendering "unbiased" avanzato. Questo kernel di rendering può ottenere una qualità di immagine fotorealistica con certezza fisica. Ma può causare problemi in alcune piccole fonti di luce oppure non si può ottenere la



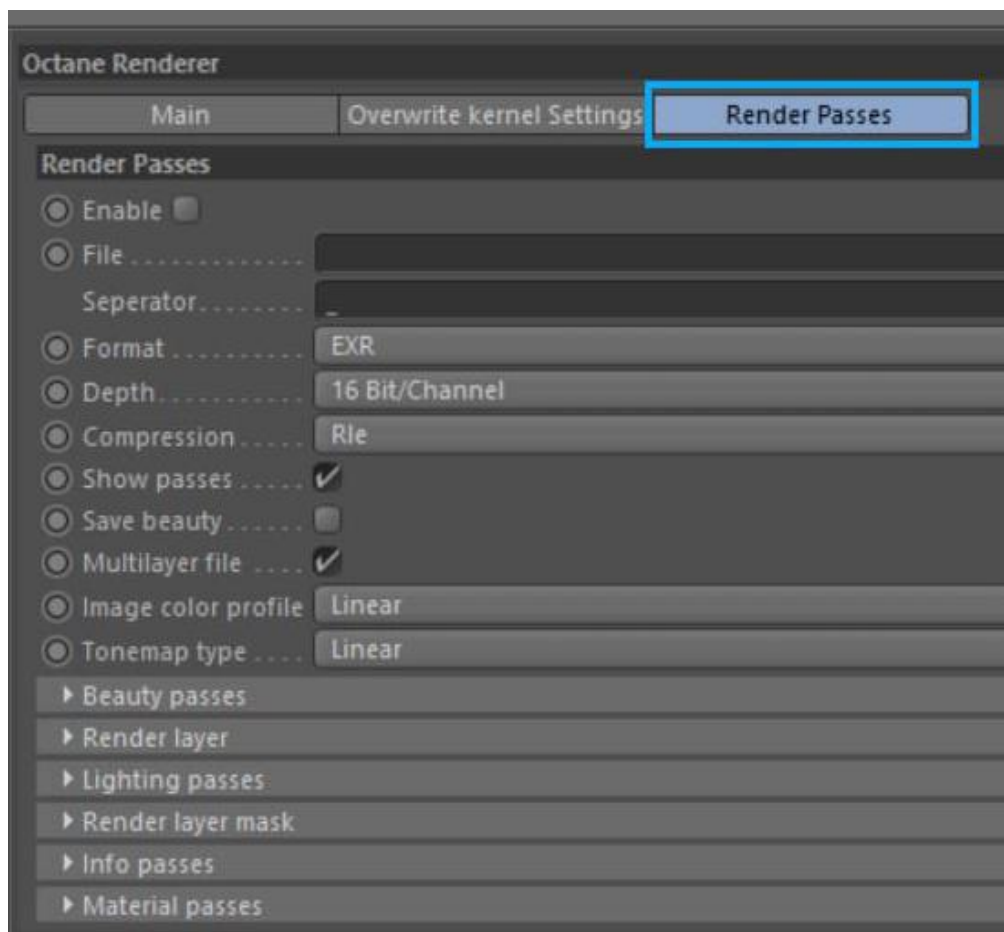
piena efficienza in caso di riflessioni caustiche. Questo tipo di render è stato usato per il rendering finale della scena. A continuazione i valori usati da noi:

FOTO VALORI DI RENDER NOSTRI.

Su Octane, la modalità del multipass è ordinata in sei categorie:

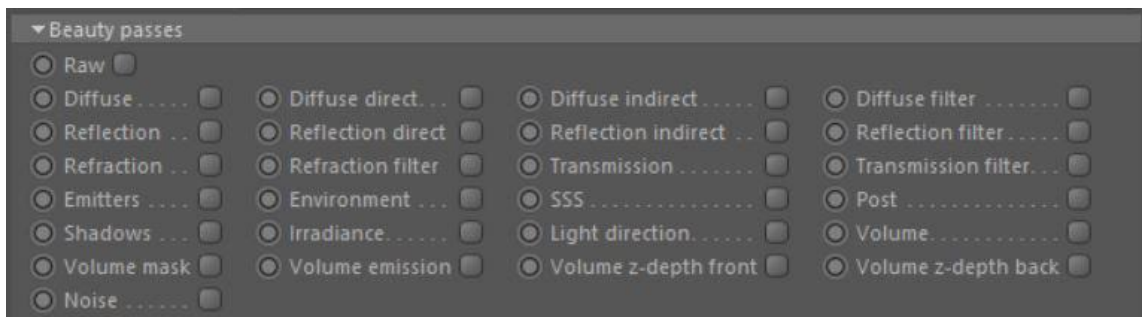
- Beauty pass
- Render Layer
- Lighting pass
- Render Layer Mask
- Info pass
- Material Pass

Le opzioni predefinite sono ottimizzate per l'uscita lineare a 32 bit. Assicurarsi che il buffer di rendering e i passaggi siano float (lineari) per ottenere risultati corretti quando si combinano le immagini di output in post.



## Beauty Pass

I pass di bellezza forniscono una vista resa dei diversi aspetti che illuminano la scena, come ombre, luci, riflessi, illuminazione e colori. I pass di bellezza sono resi insieme al pass di bellezza principale (il normale rendering). Cioè ognuno di questi richiede il proprio buffer di film che deve essere memorizzato in aggiunta al buffer del film principale sul dispositivo.



L'attivazione dell'opzione Raw consente un maggiore controllo sull'aspetto finale nella post-produzione. Se controlli il pulsante Raw, otterrai l'immagine simile al rendering di bellezza. Poiché si specifica il formato di output di rendering dal campo del file e del formato la maggior parte del tempo, è possibile disattivare questa opzione.

## Lighting Pass

isola il contributo di una fonte di luce. Ogni passaggio di luce si comporta come se tutte le altre luci nella scena fossero spente. Le singole passate di luce possono essere aggiunte insieme per ricreare il rendering originale in post o per regolare ulteriormente i singoli contributi di ciascuna luce durante il post. Le passate di luce sono disponibili per quanto segue:

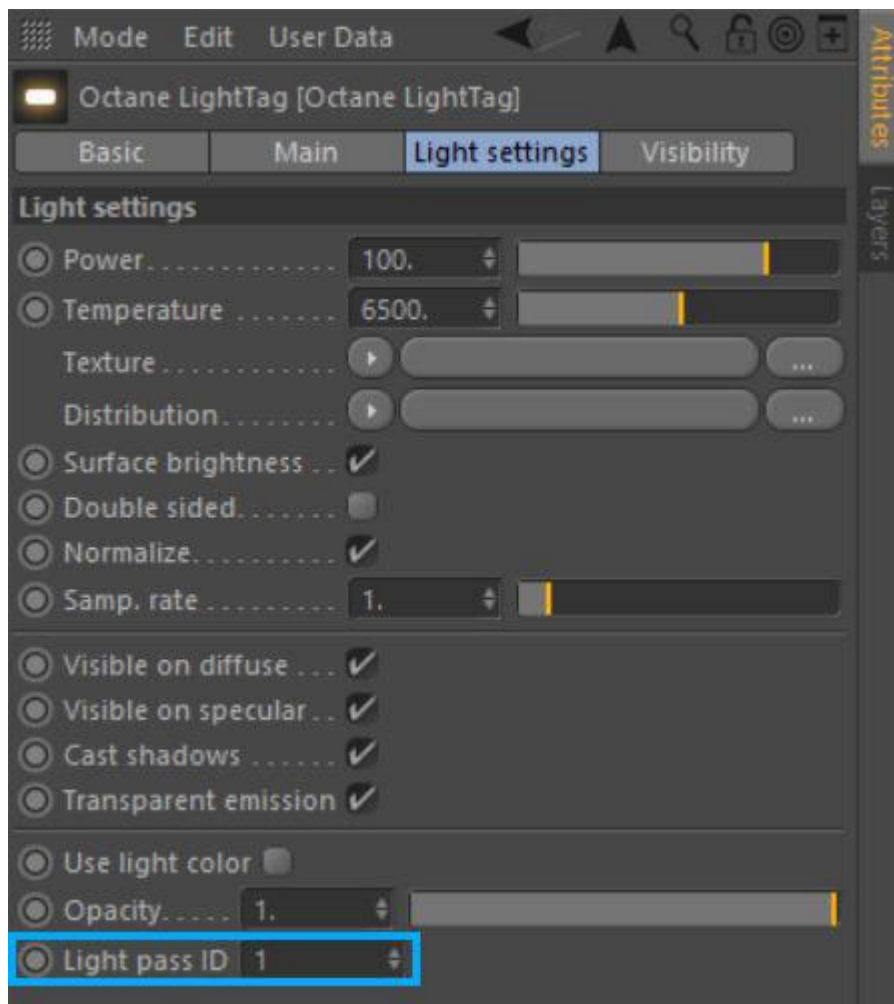
*Ambient light:* cattura la luce ambientale sia dal cielo in un ambiente diurno o dalla texture in un texture ambient.

*Sunlight:* cattura il contributo della luce del sole. Utile solo quando è configurato un ambiente daylight.

*Light pass 1-8:* la luce passa da 1 a 8 per catturare il contributo degli emettitori mesh. Gli emettitori (sia la texture che il corpo nero) hanno un pin ID pass luminoso che assegna un emettitore ad un passaggio luce. È possibile

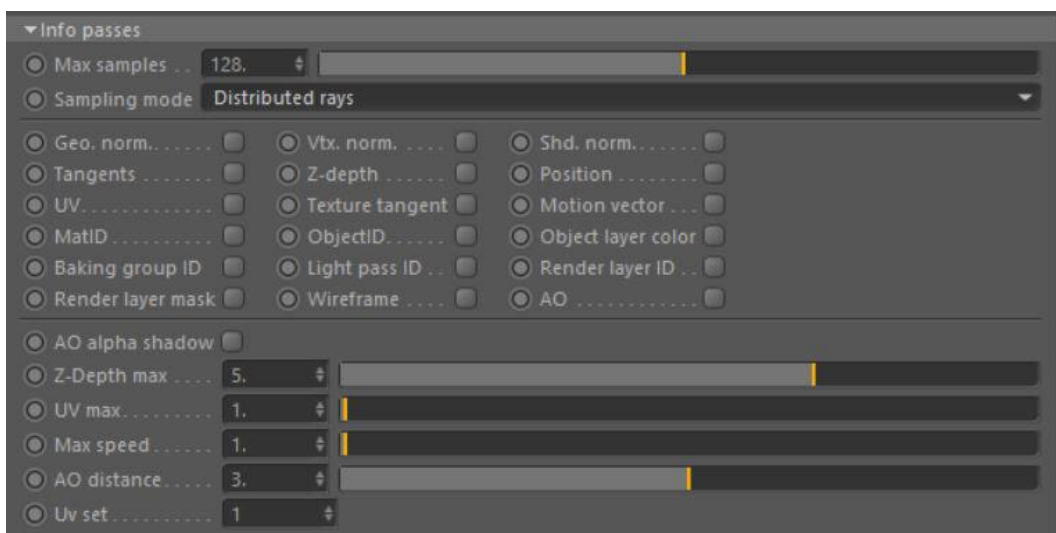
assegnare più emettitori allo stesso passaggio luce. Se non è configurato nulla, tutti gli emettitori contribuiscono al passaggio della luce 1.

Per utilizzare i passaggi di luce in OctaneRender, ogni emettitore di luce deve essere identificato e mappato al passaggio di luce desiderato. Questo può essere fatto assegnando l'ID Light Pass in ciascuno dei nodi di emissione presenti nella scena, come mostrato a continuazione.



## Infochannel Pass

Questi forniscono una vista degli effetti delle normali, degli UV e di altri dati forniti nella scena. Gli Infochannel Pass sono resi uno ad uno utilizzando un solo buffer di film aggiuntivo alla fine o quando necessario. Questo è per salvare la memoria della GPU e perché sono veloci da calcolare. I campioni massimi (campioni Max) per i passaggi Info possono essere regolati senza influire sui campioni massimi impostati verso l'immagine di rendering finale.

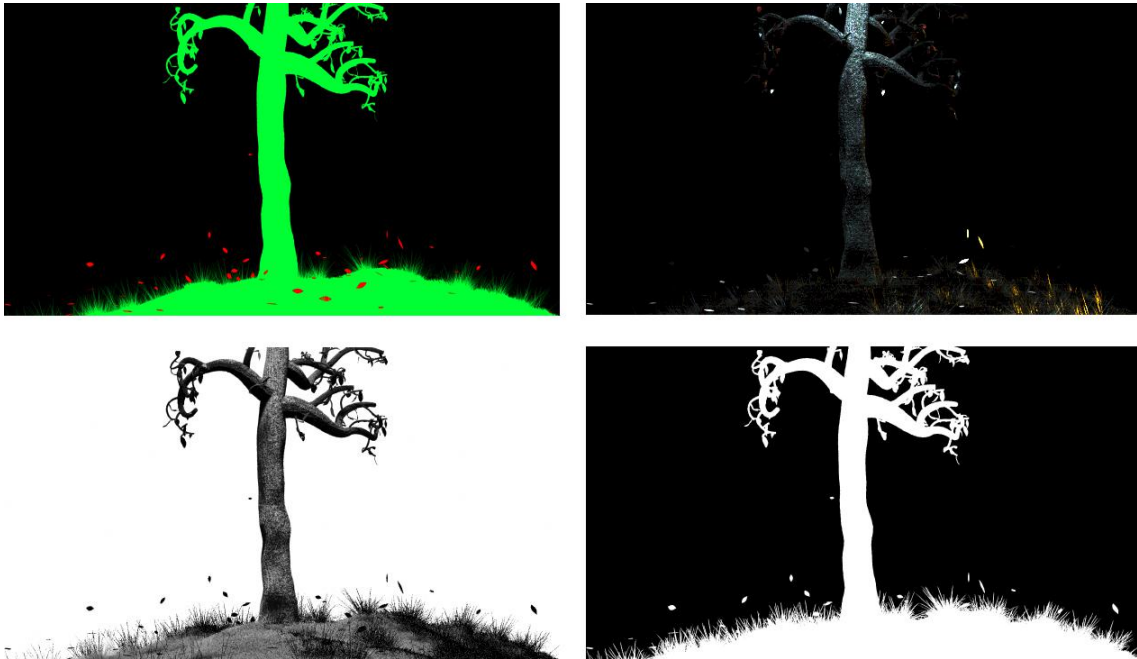


I passi usati sono i seguenti:

- *Diffuse Filter Pass*, che consiste nella rappresentazione della scena illuminata solamente dalle luci dirette presenti. Contiene un gran numero di informazioni riguardanti i colori e dettagli.
- *Diffuse direct pass* e *Diffuse indirect pass*, che racchiudono i dati riguardanti il modo in cui le sorgenti di luce colpiscono gli elementi che presentano un contributo diffuse in scena, nel primo caso direttamente nel secondo indirettamente. In entrambi i casi non contengono informazioni riguardo i colori.

- *Specular Pass*, che contiene informazioni riguardanti le riflessioni speculari presenti in scena, che dipendono dal colore della sorgente di luce e dal tipo materiale.
- *Reflection pass*, che contiene informazioni riguardanti le riflessioni all'interno della scena. Il passo viene renderizzato isolando la componente delle riflessioni dell'oggetto e disattivando i contributi diffuse, ambient e specular.
- *Ambient Occlusion Pass*, che possiede informazioni riguardo il contatto e le occlusioni della luce ambiente tra gli elementi 3D, generando una mappa di aree più scure nei punti in cui l'oggetto riceve meno illuminazione dai ribalzi dei fotoni a causa dell'occlusione degli oggetti che la delimitano.
- *Shadow Pass*, che consiste nella rappresentazione delle ombre presenti nella scena. Serve spesso per schiarire le ombre del rendere, nel caso in cui siano troppo nette. Visivamente si tratta di una porzione bianca su sfondo nero oppure l'inverso.
- *Depth Map Pass*, che contiene i dati sulla distanza degli oggetti in scena camera, consente di effettuare cambi di fuoco in post produzione oppure di aumentare o ridurre la profondità di campo.
- *Ambient Light Pass*, che racchiude informazioni riguardo la luce proveniente dal cielo o dalla texture utilizzata per rappresentazione l'ambiente
- *Lighting Pass*, che possiede informazioni riguardo le singole fonti di luci in scena, solitamente vengono renderizzati differenti lighting pass per ogni sorgente in modo da gestire in fase di compositing il loro contributo. Tenzialmente questo passo è opzionale, però consente un maggior controllo della manipolazione digitale.
- *Object layer color pass*, che rappresenta tutti gli oggetti scena con colori accessi diversi tra loro in modo da consentire in fase di compositing una selezione dell'oggetto attraverso la chiave di colore.





### **File .EXR**

Un file con estensione EXR è un file Bitmap OpenEXR. È un formato di file di immagine di imaging ad alta gamma open source creato dalla società di effetti speciali Industrial Light & Magic.

I file EXR vengono utilizzati da vari programmi di fotoritocco, effetti visivi e animazione perché possono memorizzare immagini di alta qualità, possono comprendere compressione senza perdita o perdita, supportare più livelli e contenere un intervallo e un colore ad alta luminanza.

Per i render 3D abbiamo scelto questo formato per i motivi elencati prima, e per la facilità che dà After Effects nella lavorazione di questi con l'effetto EXtractor.



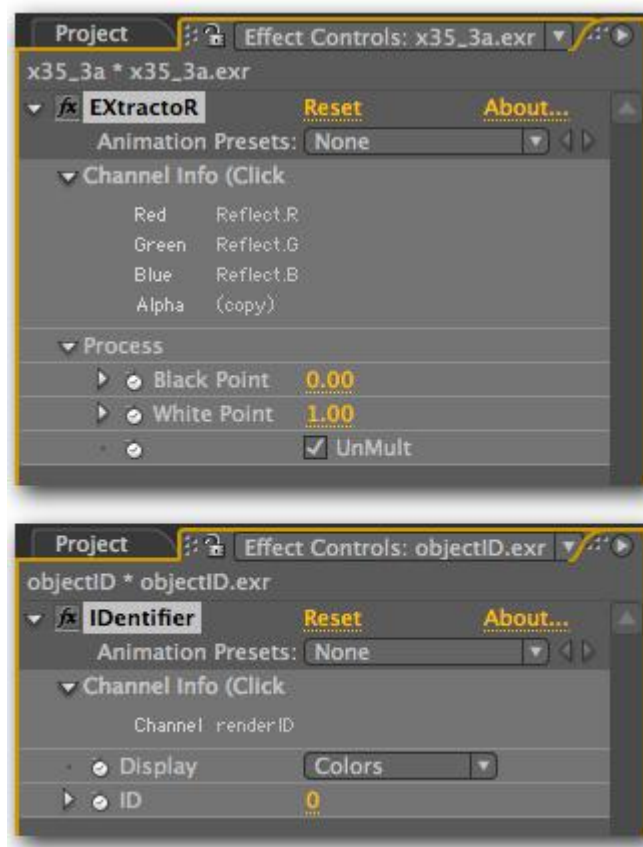


## 5.4 FASE 4

### Compositing

Questa è la fase dove il massimo livello di fotorealismo può essere raggiunto, dove elementi visivi da diverse fonti vengono uniti e diventano uno solo, nel nostro caso live footage e CG.

Grazie al render multipass, è possibile avere un massimo di controllo su ogni layer nel compositing, basicamente dividendo in passi diversi informazione come il colore, le riflessione, le ombre o l'ambient occlusion, luci separati, oppure la profondità di campo. Usando tutti questi passi in Adobe After Effects, è possibile manipolarli a volontà con i file .EXR e l'opzione Extractor.



## CONCLUSIONI

Dalla prima immagine renderizzata da Turner Whitted, ad oggi che renderizzare un'immagine molto più complessa può prendere 1/30 di tempo che ci mise lui grazie in parte alla legge di Moore che dice che il numero di transistori in un circuito si raddoppia ogni due anni, tuttavia per bilanciare la legge di Moore c'è la legge di Blinn che dice che anche se la tecnologia avanza, i tempi di render rimangono costanti perché più riescono a fare i computer, più carico mettiamo chiedendo più e più alle macchine per alzare il livello ed innovare.

In parte ogni film è un effetto speciale, dai film muti ai blockbuster di oggi, è un mucchio di immagini 3D, mostrate velocemente per ingannare il cervello per dare il senso del movimento, con i filmmakers, veri maghi e artigiani che approfittano la tecnologia per innovare, aggiungendo dai tagli nel montaggio, al matte painting, il compositing, green screen, animatronics e adesso la CGI fotorealistica. Anche se ha i suoi contro.

Gli ottimi risultati ottenuti in quanto al rapporto tempo di lavoro e qualità, si può concludere che per la continuazione dei lavori si continuerà con questo workflow, aggiungendo altri integranti, e creare un team di post-produzione che con skills in particolari tecniche, e si pensa provare in futuro passare al software di compositing fusion che potrebbe dare una maggior capacità di lavorare scene ancora molto più complesse con maggior semplicità e perché è uno dei software standard dell'industria dei VFX.

## BIBLIOGRAFIA

*Processing: Creative Coding and Computational Art*, Ira Greenberg  
<http://cs.uns.edu.ar/cg/clasespdf/GraphicShaders.pdf>

*F. Hughes, Andries Van Dam, Morgan McGuire, David F. Sklar, James D. Foley, Steven K. Feiner, Kurt Akeley, Computer Graphics Principles and Practise*, 3<sup>a</sup> ed

*Practical effects e visual effects: evoluzione ed estetica degli effetti speciali nel cinema* (2017)  
di Michele Achilli edito da Amazon Media EU

*Digital Compositing for Film and Video* (2010) di Steve Wright edito da Routledge

*The Art and Science of Digital Compositing* (2008) di Ron Brinkmann edito da Morgan Kaufmann

*Professional Digital Compositing: Essential Tools and Techniques* (2009) di Lee Lanier edito da Sybex Inc

## SITOGRAFIA

<https://www.stanwinstonschool.com/blog/building-jurassic-park-t-rex-animatronic-dinosaur>

<http://www.few.vu.nl/~kielmann/theses/avdploeg.pdf>

<https://www.blenderguru.com/tutorials/photorealism-explained>

<https://inlifethrill.com/category/tutorials/octane-render/>

<https://help.maxon.net/it/#43668>

<https://home.otoy.com/render/octane-render/features/>

<https://help.otoy.com/hc/en-us/articles/115002979803>