



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Fondamenti e Applicazioni della Geometria Descrittiva
(corso del secondo semestre)

Introduzione alla rappresentazione
numerica per la resa chiaroscurale
(lezione 10 del Programma)

(Riccardo Migliari e ...)

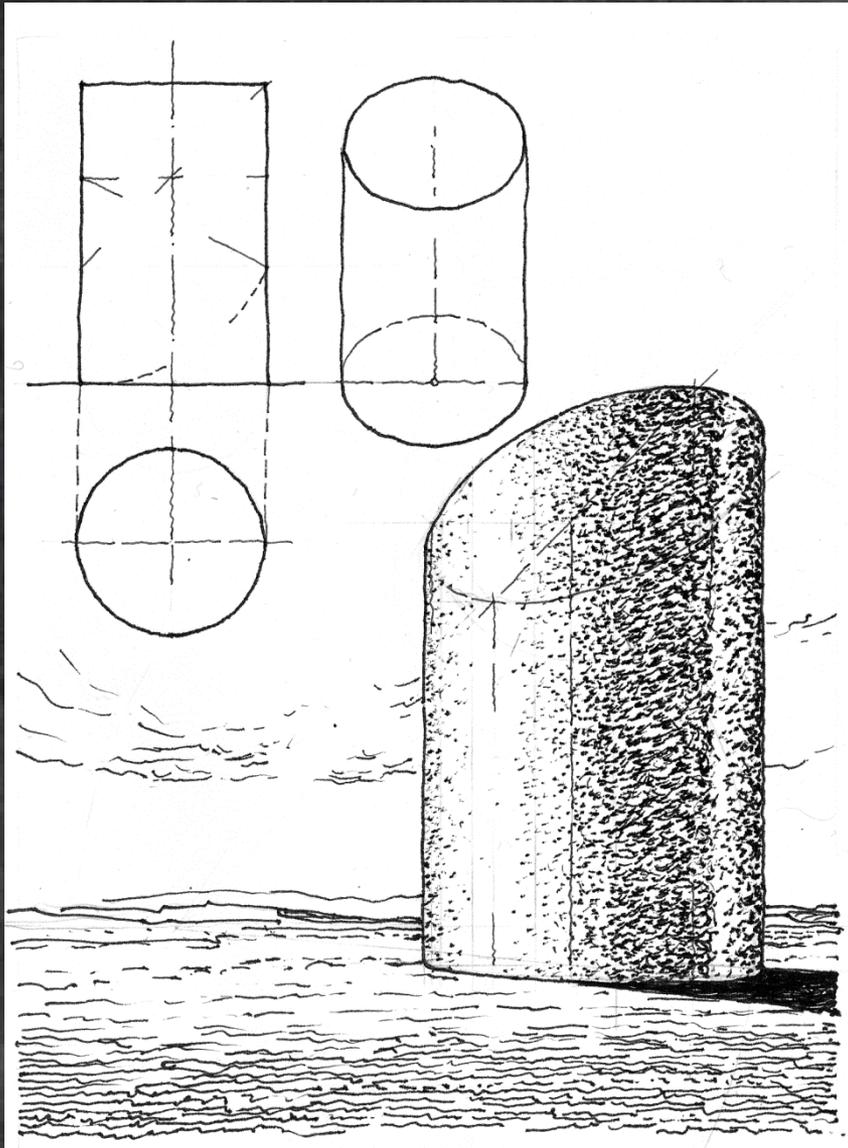
La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica

La qualità di una immagine prospettica dipende da vari fattori, che si possono riassumere come segue:

1. L'altezza dell'osservatore rispetto all'altezza dell'architettura o dello spazio osservato
2. Il formato dell'output
3. La composizione dell'immagine
4. La luce

Questi effetti si producono tutti insieme ed è perciò necessario imparare a distinguerli per controllarli separatamente.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – L'altezza dell'osservatore



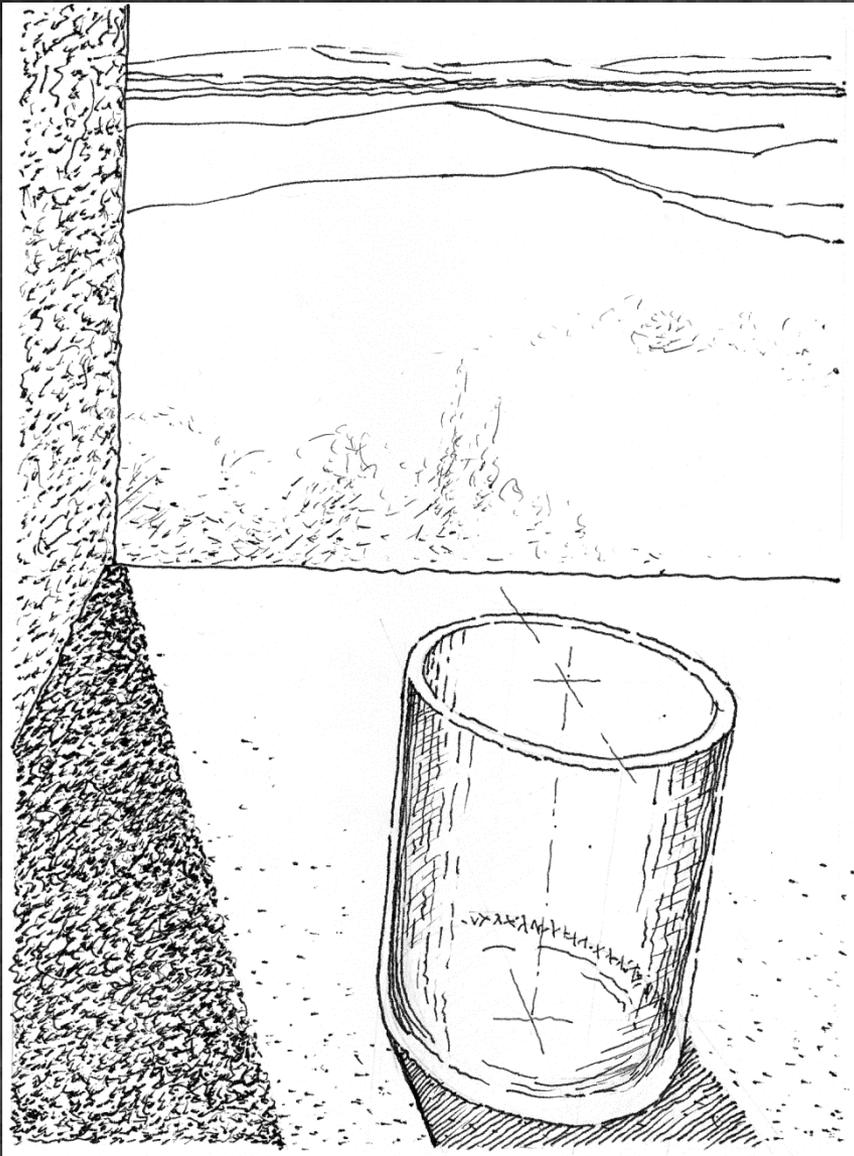
Se disegno un cilindro in pianta e prospetto, oppure in assonometria (vedi dettaglio in alto a sinistra) non so dire se l'oggetto che ho rappresentato è grande e o piccolo, a meno di indicare il rapporto di riduzione o una scala grafica.

Se disegno un cilindro in prospettiva, come ho fatto più in basso, dico subito che è grande almeno quanto un edificio.
Come mai?

Perché nel secondo disegno, in prospettiva, è presente un'entità che non figura nel primo, in pianta, prospetto e assonometria. Questa entità è l'osservatore.

L'osservatore diviene unità di misura o 'modulo' dello spazio prospettico.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – L'altezza dell'osservatore



Ed ecco un disegno analogo, nel quale si vede benissimo che il cilindro è piccolo come un bicchiere.

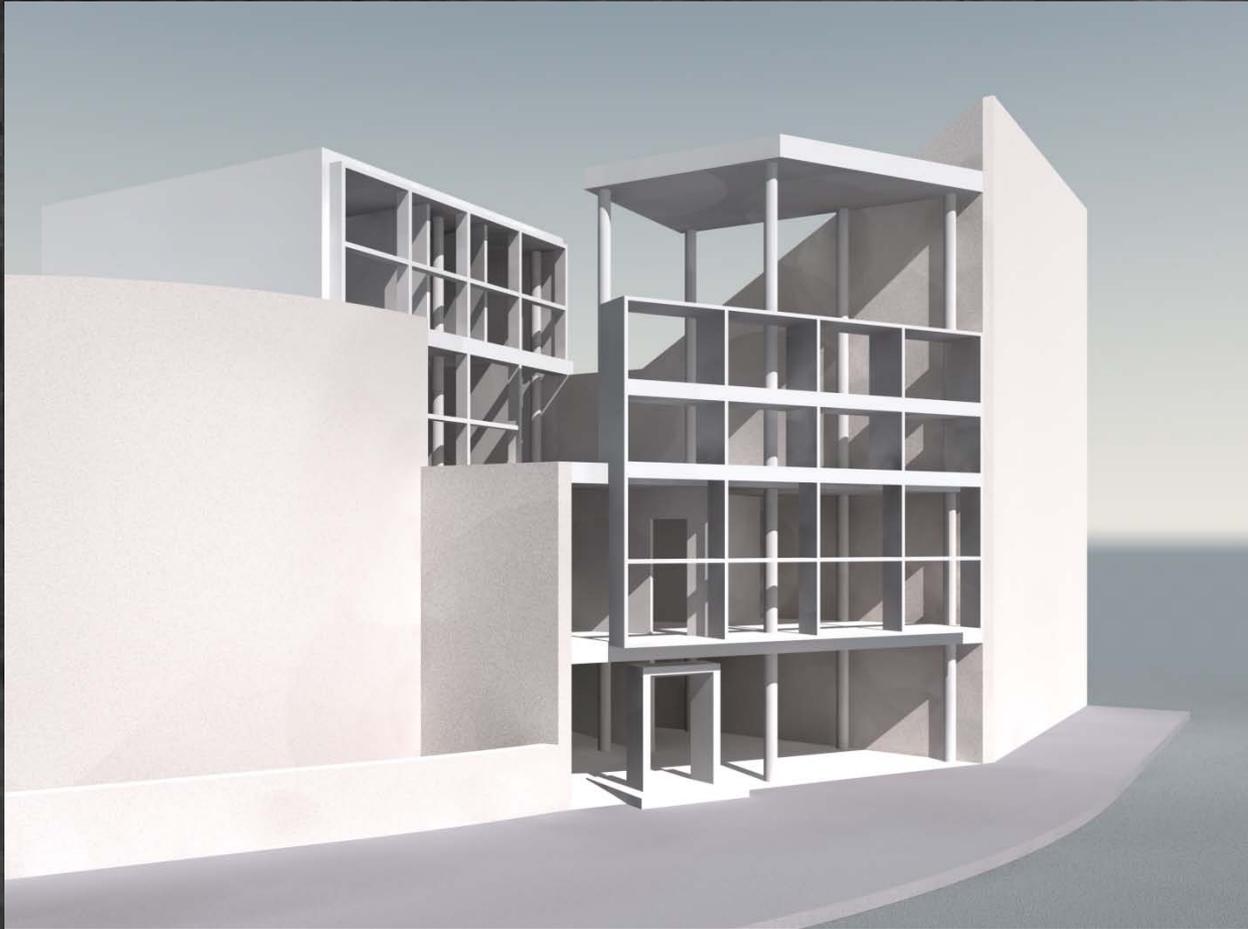
Cosa fa la differenza tra questi due disegni?

È semplice: è l'altezza dell'orizzonte rispetto all'oggetto. E non importa se il suddetto oggetto è vicino o lontano.

L'altezza dell'orizzonte, infatti, è l'altezza dell'occhio di chi osserva, rispetto a ciò che è osservato.

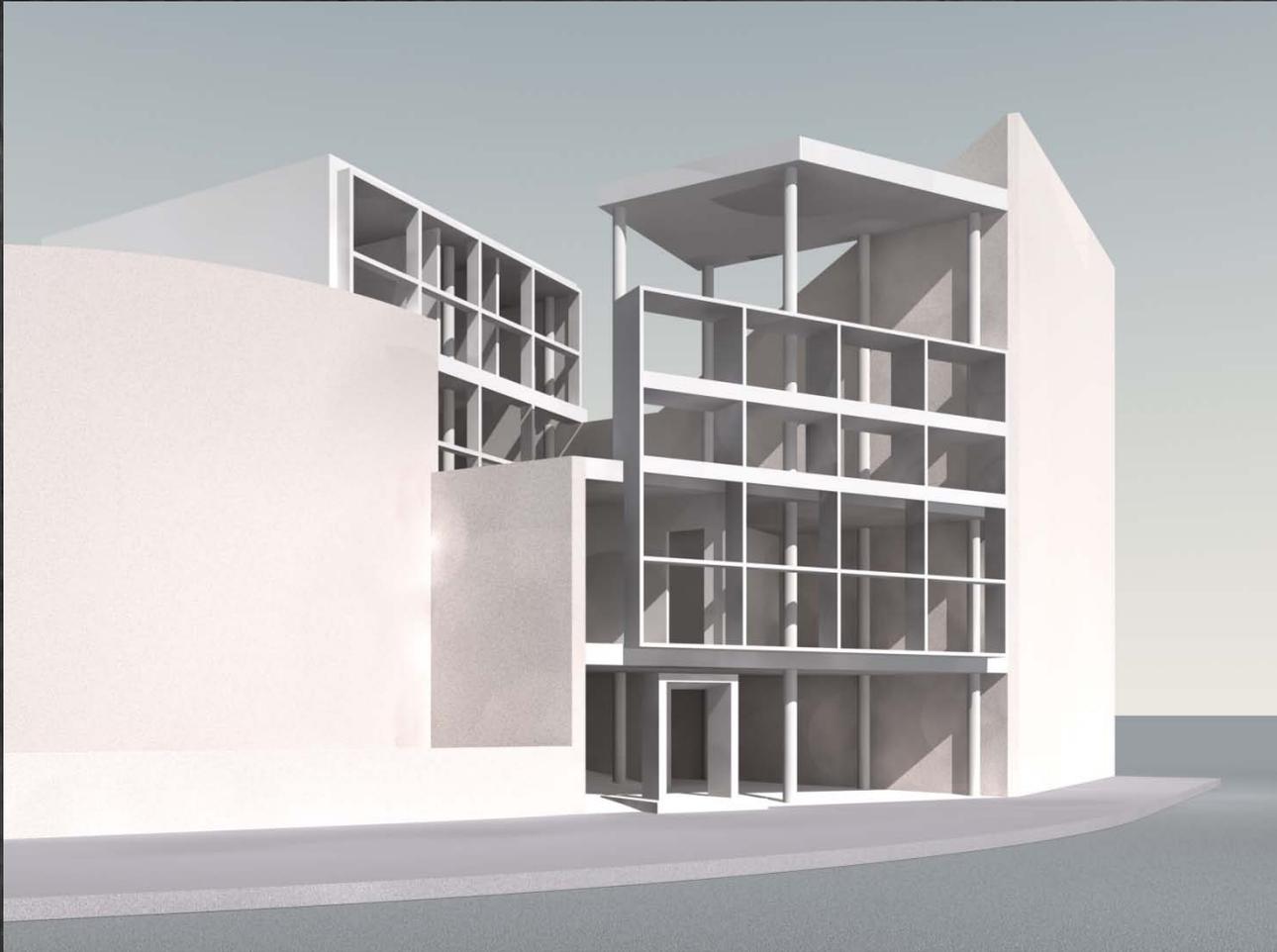
Se si vuole imparare a controllare la prospettiva è molto importante acquisire dimestichezza o 'occhio' per questi rapporti, anche quando sono molto meno evidenti di quanto non siano in questi due esempi.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – L'altezza dell'osservatore



In questa prospettiva, apparentemente, non vi è nulla di strano. Ma l'orizzonte taglia l'architettura all'altezza del secondo piano. Quindi: o chi osserva è un gigante, oppure l'edificio è una casa per le bambole.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) –
Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – L'altezza dell'osservatore



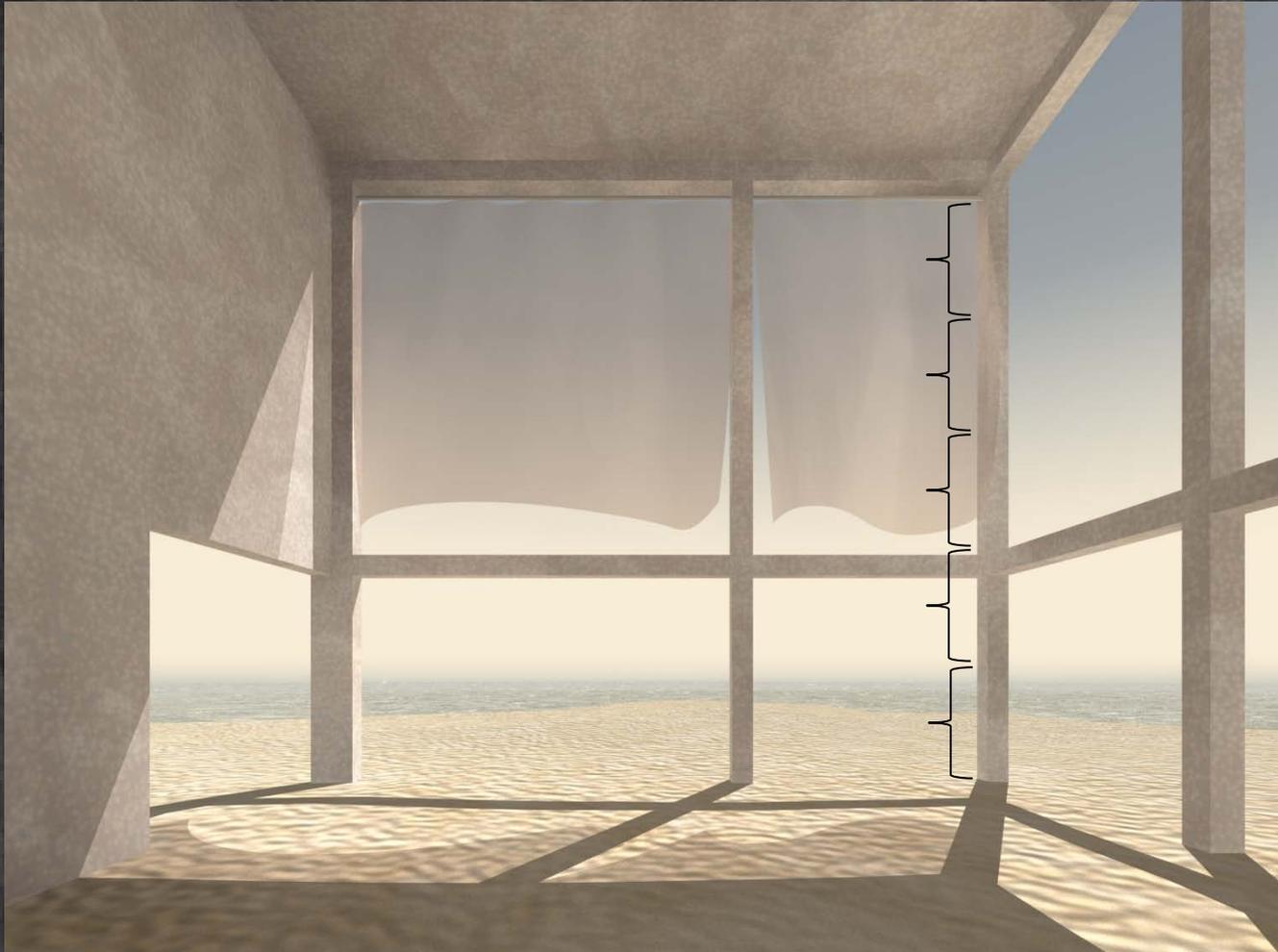
Qui il difetto è stato corretto e l'edificio appare nelle sue giuste dimensioni.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) –
Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – L'altezza dell'osservatore



Se proprio
voglio
guardare un
po' più
dall'alto, allora
debbo
introdurre un
primo piano
che lasci
intendere
dove mi trovo,
ad esempio
sul balcone
della casa di
fronte.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – L'altezza dell'osservatore



Si può, dunque, misurare l'altezza di un edificio anche se non è indicata la scala? Si può. Basta considerare la parte compresa tra l'orizzonte e il suolo e rapportarla al resto. In questa immagine, ad esempio, l'altezza tra l'orizzonte e il suolo sta cinque volte nell'altezza totale. Dunque, se l'occhio dell'osservatore è alto m 1,65, l'edificio rappresentato è alto $1,65 * 5 = \text{m } 8,25$.

Forse questa misura non ha una accuratezza millimetrica, ma è attendibile.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) –
Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – L'altezza dell'osservatore



Un modo diverso, ma altrettanto efficace, di controllare la scala della prospettiva, consiste nell'inserire una figura che stabilisca il rapporto con le dimensioni dell'uomo. Qui l'orizzonte è artificialmente basso, ma la donna vestita di bianco ci fa capire che ci troviamo di fronte a una struttura alta non più di tre metri.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – L'altezza dell'osservatore

Come si può ottenere questo risultato?

Si prende una figura (io amo Edward Hopper e saccheggio i suoi quadri) e la si ritaglia dal contesto con un programma di fotoritocco. A sinistra la donna in bianco da *Summertime*, un quadro del 1943.



A destra la medesima figura ritagliata.

Si crea poi una copia della figura in bianco e nero puri (vedi qui a destra).



Infine si crea un materiale che ha la texture di sinistra nel canale Colore e quella di destra nel canale Alpha, Alpha è un canale che permette di sottrarre visibilità a una texture: ciò che nella mappa di sinistra è bianco si vede; ciò che è nero diventa invisibile.

Attenzione: se vi sono mezzi toni o colori la visibilità è parziale, il che torna comodo quando si vuole sfumare un'immagine, come vedremo.

Prima di procedere, annotiamo le dimensioni in pixel delle due immagini: in questo caso misurano 190 * 640 pixel.

Si tratta di una risoluzione piuttosto bassa non adatta a stampe di grande formato.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – L'altezza dell'osservatore

Nell'ambiente di rendering, si crea un piano che abbia le proporzioni della figura, nel nostro esempio 190 * 640 unità e si applica a questo piano il materiale preparato come sopra.



Naturalmente si tratta di una sagoma priva di spessore, come si vede bene osservando l'immagine da un altro punto di vista. Ma se la sagoma è rivolta verso l'osservatore, il risultato è buono.

Questa tecnica è nota con il nome di *billboard technique*.

I programmi dedicati al rendering dispongono di comandi che permettono ai piani creati per questo scopo di puntare sempre verso l'osservatore (in C4D il tag Guarda la camera).



La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica- Il formato dell'output

Il formato dell'output è dato dal rapporto che lega la base all'altezza del quadro.

Ad esempio:

1 : 1 è quadrato,

2 : 1 oblungo orizzontale o *landscape*; 1 : 2 oblungo verticale o *portrait*;

4 : 3 è il formato Leica landscape, tipico della fotografia, 3 : 4 il medesimo *portrait*;

16 : 9 è quello dei monitor più recenti;

10 : 6,18 è il rettangolo i cui lati stanno nel rapporto 'aureo', detto anche 'divina proporzione' per la frequenza con cui ricorre nelle forme naturali.

Alcuni di questi rapporti hanno anche a che fare con la musica, perché esprimono le medesime proporzioni che intercedono tra le altezze dei suoni. Ad esempio, 1 : 2 (diapason) è l'intervallo di ottava; 2 : 3 (diapente) l'intervallo di quinta. E così via ...

Quale che sia l'output prescelto è bene che non sia generato a caso, ma per scelta.

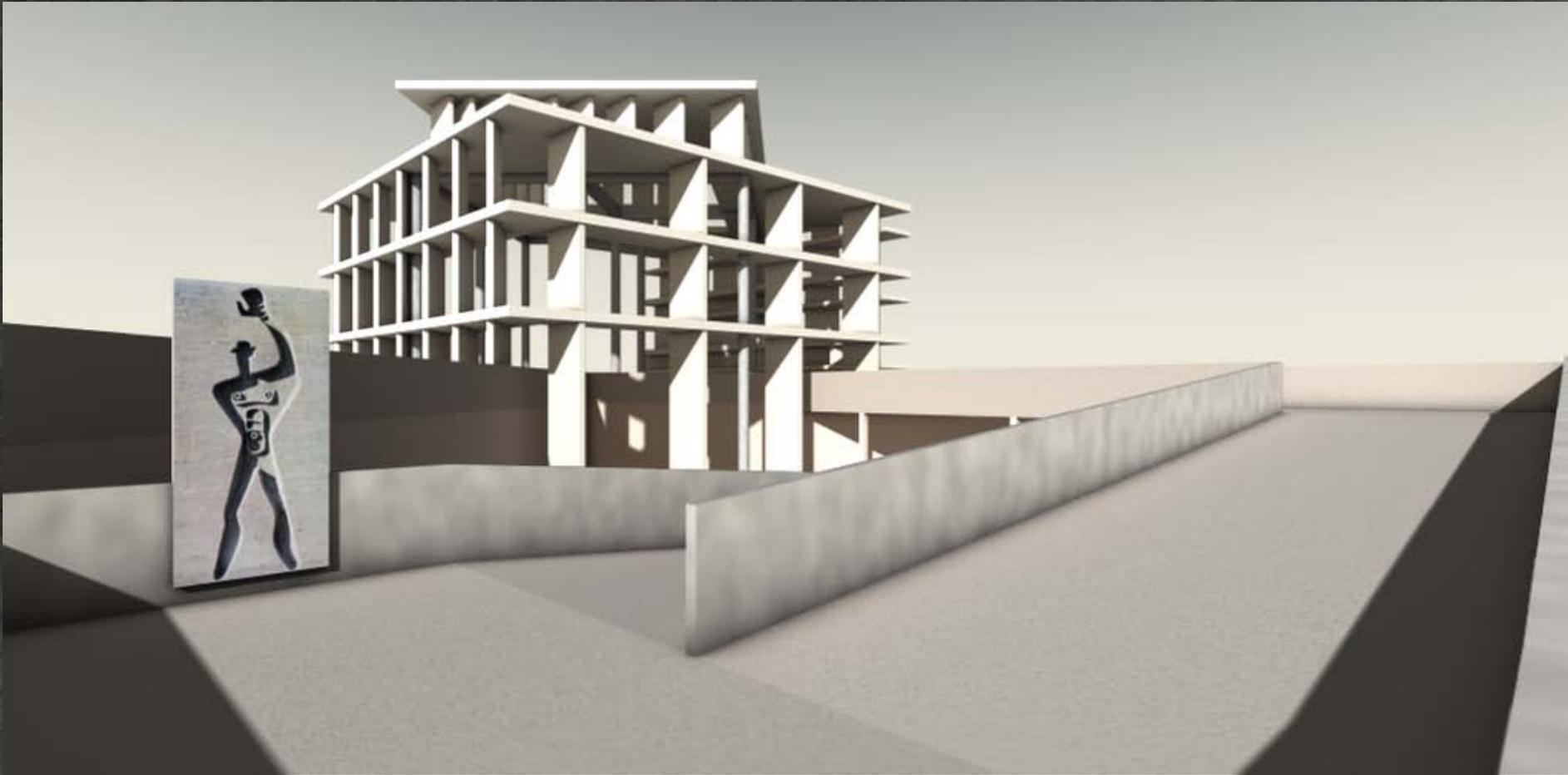
La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – La composizione



C'è una regola pratica, banale ma efficace, che si usa in fotografia: la 'regola dei terzi'. Se non vuoi che la tua prospettiva sia banale o, peggio, sembri buttata l'ì a caso, fai in modo che l'oggetto sul quale vuoi che chi osserva concentri la sua attenzione sia collocato vicino ad uno dei quattro nodi formati dalle rette che dividono l'immagine in tre parti.

La regola dei terzi applicata in una celebra fotografia di Henri Cartier-Bresson

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) –
Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – La composizione



Formato 2:1 e regola dei terzi applicati in una prospettiva della Tour-Ombres di Le Corbusier

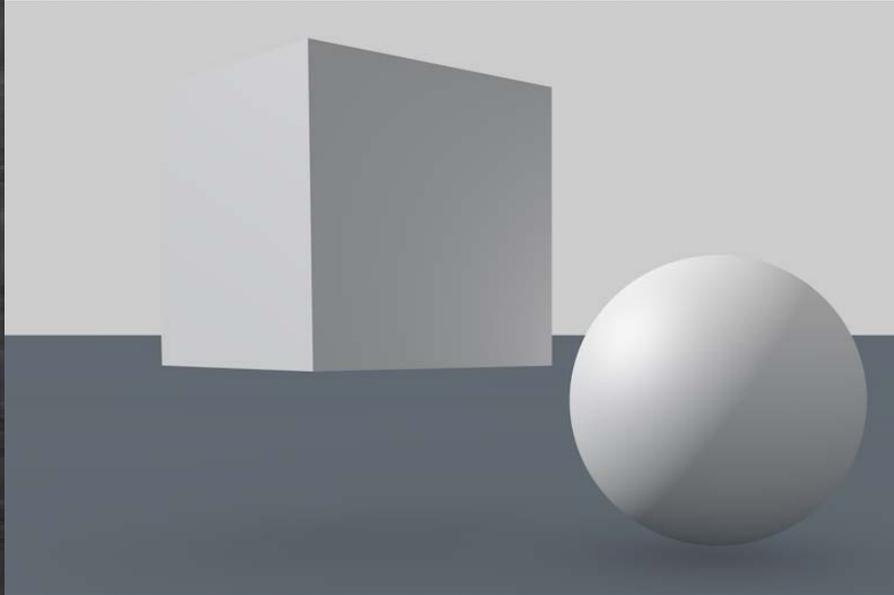
La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – La luce

Per quanto riguarda la luce, vorrei dare queste sole regole:

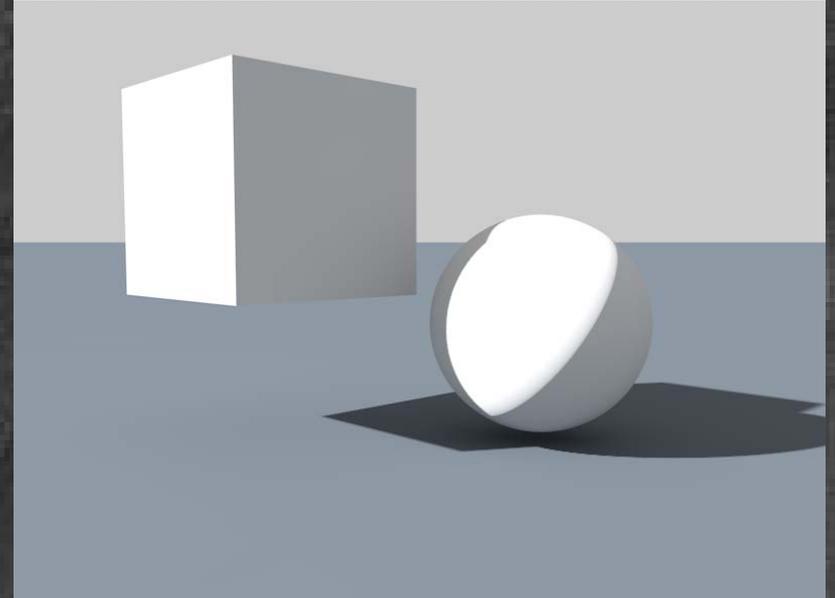
1. Usare, di preferenza, la luce naturale: vale a dire il Sole e la luce diffusa dal cielo. A questo scopo si prestano, come vedremo, le immagini HDRI.
2. Evitare le temperature cromatiche della luce lontane dal bianco (tra 5500 e 6500 K°).
3. Controllare che le immagini non siano 'bruciate'. Una prospettiva in chiaroscuro, come una fotografia, è 'bruciata' quando nelle zone più chiare o, anche nelle zone più scure, o, in entrambe, non sono visibili i dettagli.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – La luce

Esempi di immagini 'bruciate'.

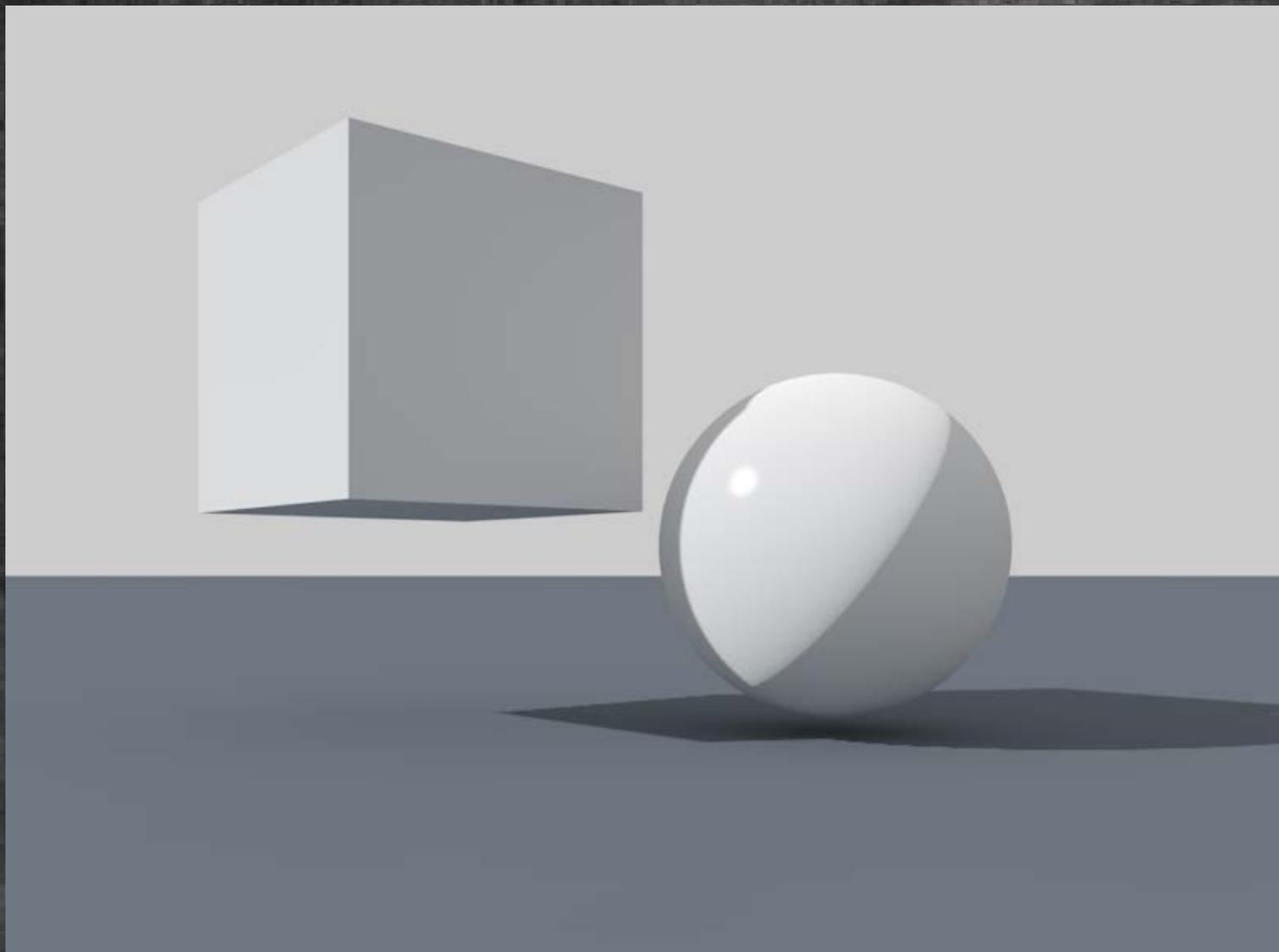


Questo rendering, nonostante la scarsa illuminazione, è bruciato: infatti la faccia a sinistra del cubo non si distingue dal cielo.



Anche questo è bruciato, perché non si distingue il chiaroscuro sulla superficie della sfera e anche nelle ombre portate non si vedono di dettagli che permetterebbero di capire che la sfera è leggermente sollevata (come si vede invece nell'immagine precedente).

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) –
Prospettiva – Il controllo dell'immagine prospettica – La luce



Questa
immagine
non è
bruciata.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto panoramica hdr

Le tecniche di fotomontaggio permettono di simulare l'inserimento di un oggetto virtuale in uno spazio reale e perciò sono molto utili nel progetto di architettura.

Il modo più semplice, per ottenere questo risultato, è forse quello che utilizza una foto panoramica.



La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto panoramica hdr

Le fotografie panoramiche ricoprono un angolo di campo molto ampio, anche di 360° e si possono proiettare sul piano, come quella qui presentata, come anche sul cilindro o sulla sfera.



La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto panoramica hdr

Per servire al rendering, la foto panoramica deve avere le seguenti caratteristiche:

- l'altezza del punto dal quale è stata ripresa deve essere la medesima altezza dell'osservatore dell'immagine finale;
- se si vuole costruire la prospettiva di un esterno, ci deve essere in primo piano uno spazio sufficiente all'inserimento;
- i colori non debbono essere saturi, altrimenti coloreranno anche l'oggetto virtuale.

La foto qui sotto, ad esempio, NON si può usare.

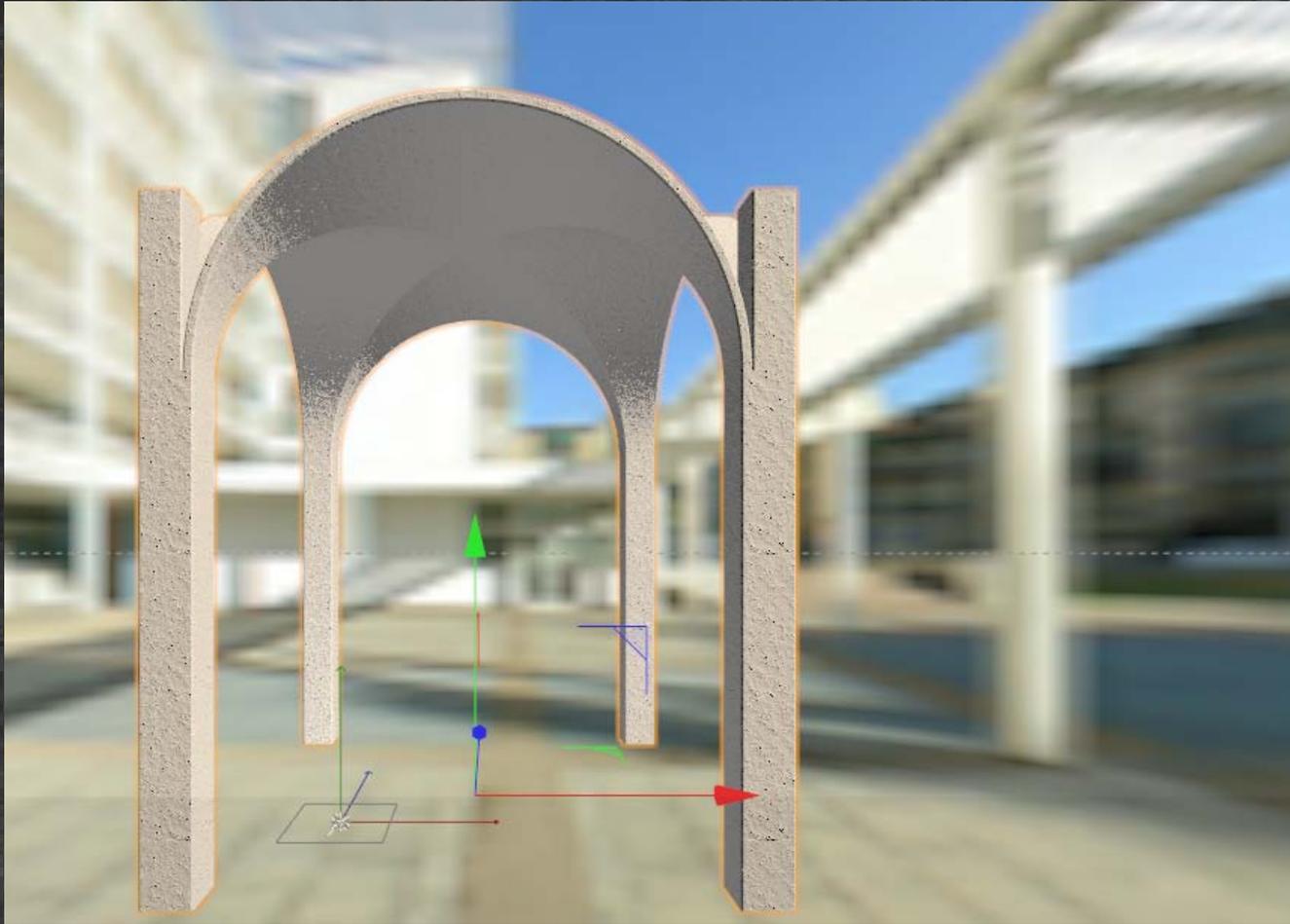


La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto panoramica hdr



Per creare un panorama, in C4D, basta creare un oggetto cielo e associare un materiale che abbia la foto panoramica come texture nel canale colore; la proiezione deve essere sferica.

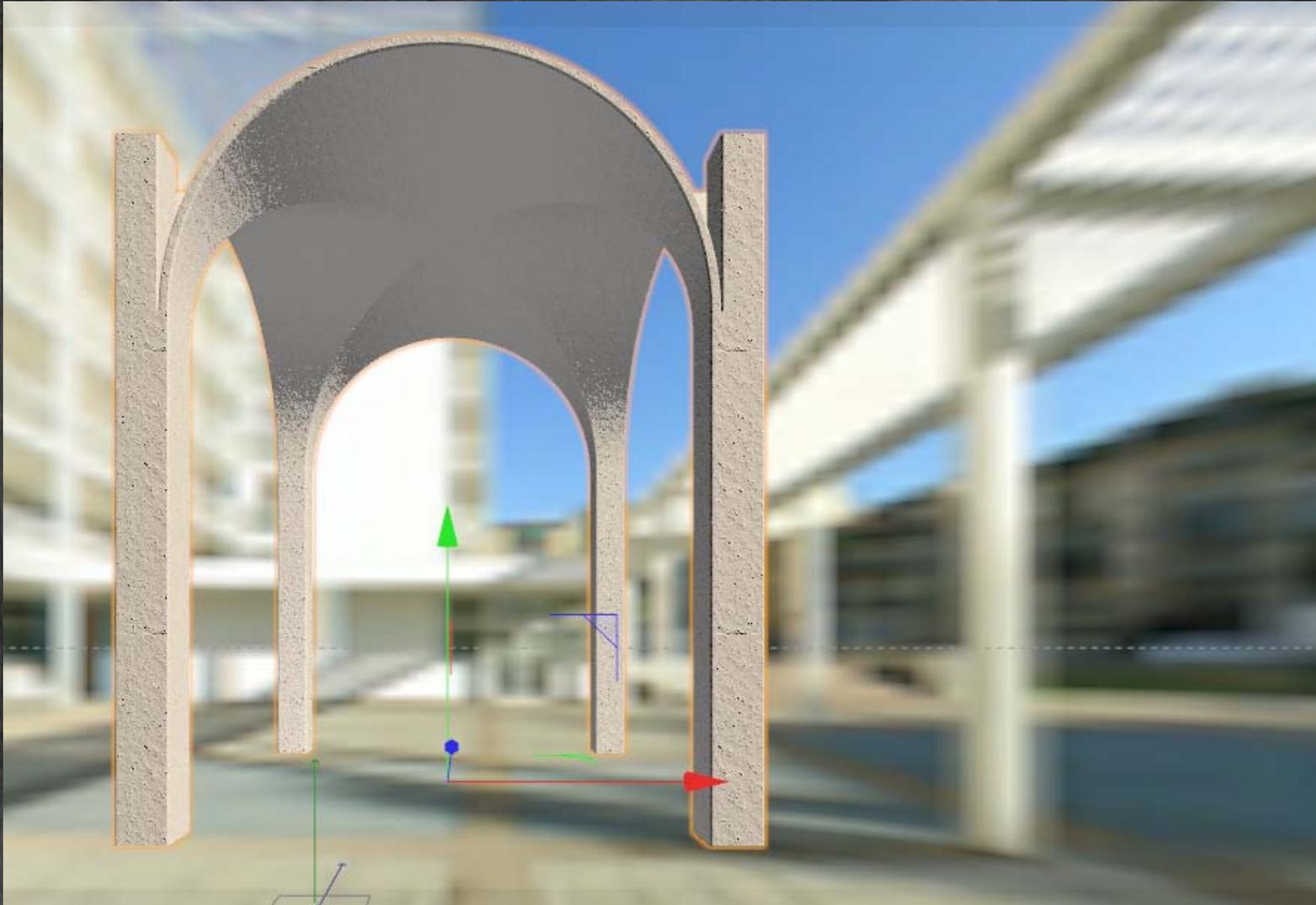
La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto panoramica hdr



Dopo aver creato il panorama, si carica l'oggetto virtuale e si studia la posizione e, soprattutto, l'altezza dell'osservatore, in modo che sia la stessa che ha il fotografo.

Qui sopra è mostrato un errore tipico: mentre la prospettiva dello spazio reale è presa ad altezza d'uomo; la prospettiva dell'oggetto virtuale è presa da un punto di vista più alto, che fa apparire la volta a crociera più piccola del vero (ricordiamo che il piano di imposta della volta qui rappresentata è alto sei metri).

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto panoramica hdr



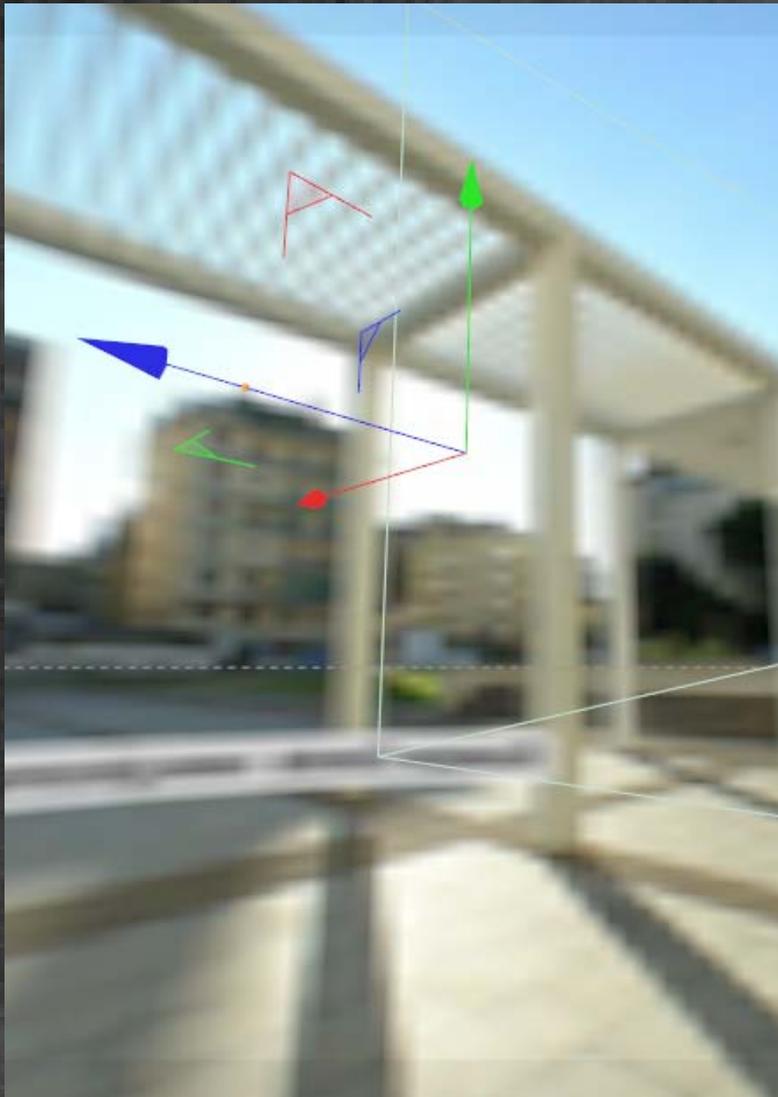
Qui l'errore precedente è stato corretto e le due prospettive, reale e virtuale, sono coerenti.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto panoramica hdr

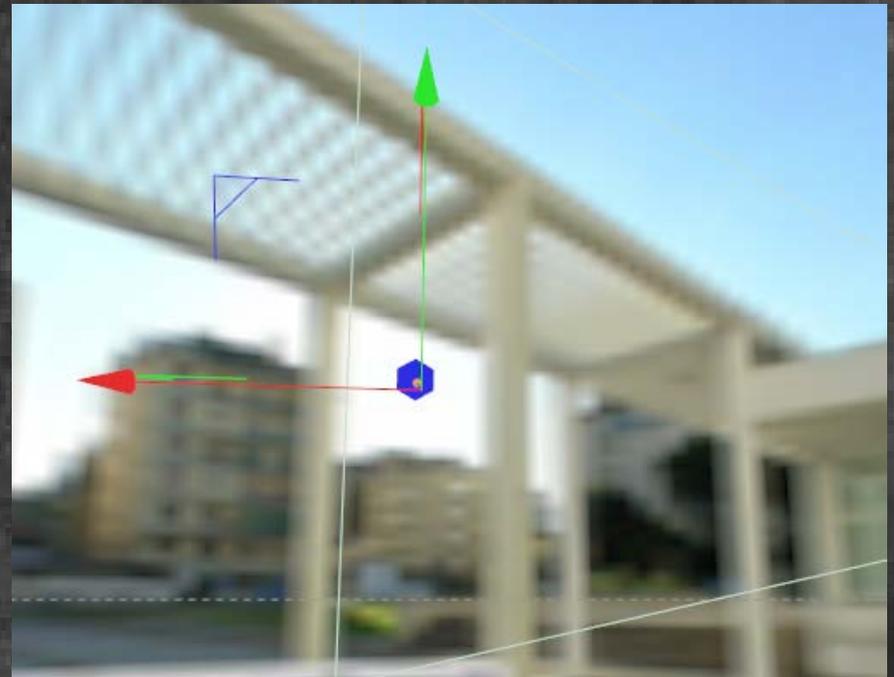


Di norma un panorama, meglio se hdr, può bastare, da solo, a illuminare gli oggetti virtuali. Ma per ottenere ombre realistiche occorrono panorami molto dettagliati (ad esempio 20.000 * 10.000 pixel). Se, come in questo caso, non si dispone di una immagine hdr e per di più l'immagine è in bassa risoluzione, il risultato, in assenza di luci è questo. Per migliorarlo, però, basta aggiungere una sorgente di luce infinita coerente con la situazione ripresa nella fotografia.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto panoramica hdr



Per fare in modo che la sorgente di luce aggiunta da noi sia coerente con la sorgente di luce principale della fotografia, giriamo la vista fino ad inquadrare il Sole, quindi trasliamo l'oggetto 'luce infinita' fino a farlo corrispondere con questa zona di massima luminosità. Ciò fatto, ruotiamo l'oggetto 'luce infinita' fino a quando il vettore blu del sistema di coordinate locale appare come un punto, perché ciò vuol dire che è diretto verso di noi e dunque parallelo ai raggi di luce solare (vedi sotto).



La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto panoramica hdr



Proviamo, ora, a generare il chiaroscuro: il risultato è soddisfacente. Si tenga presente, tuttavia, che l'intensità della luce deve essere ridotta (qui al 90%) perché si aggiunge a quella, comunque presente, della fotografia. C'è però ancora un problema: l'oggetto virtuale non porta ombre: ha solo le ombre proprie.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto panoramica hdr

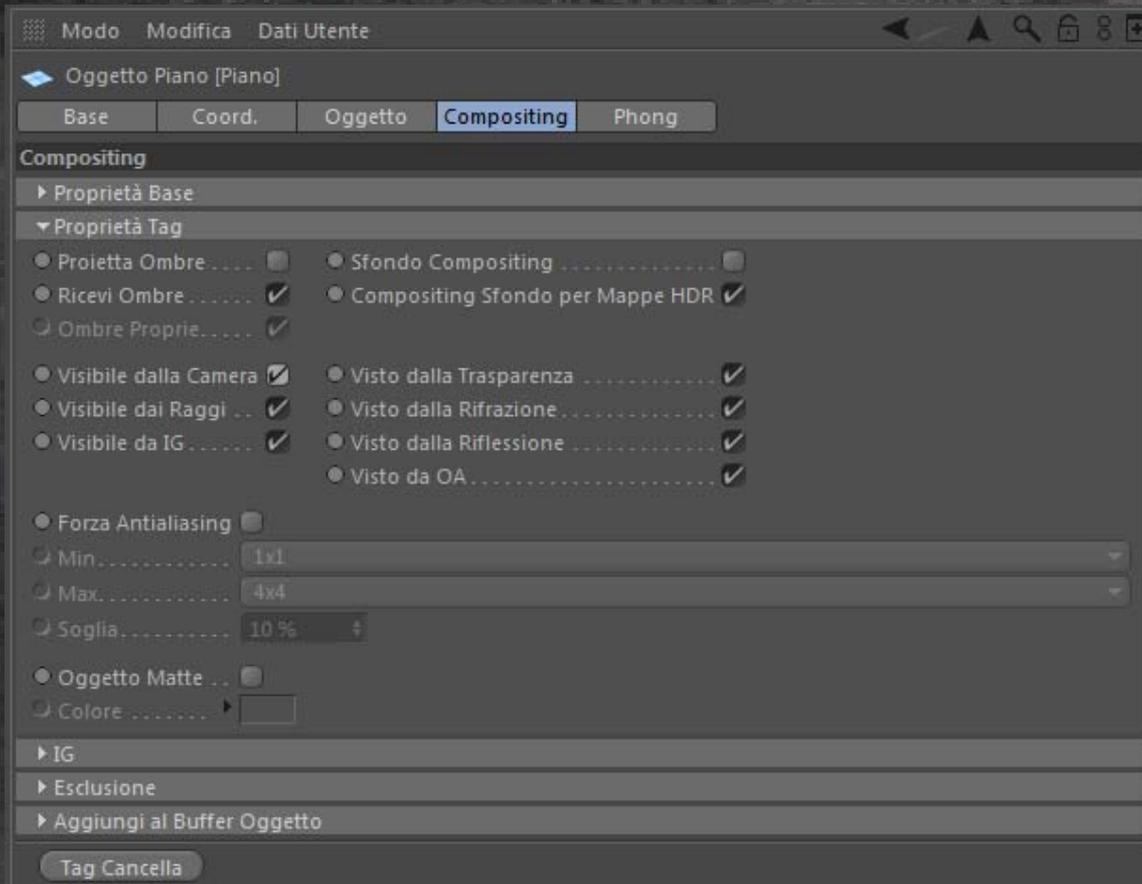


Questo problema è dovuto al fatto che non ci sono piani, né altre superfici che possano accogliere l'ombra e si risolve, perciò, aggiungendo un piano sotto i pilastri della volta.

L'ombra ora c'è, ma il piano copre parte della fotografia e bisogna, perciò renderlo trasparente, in qualche modo.

I modi, in realtà, sono più d'uno e dipendono dalle caratteristiche del software.

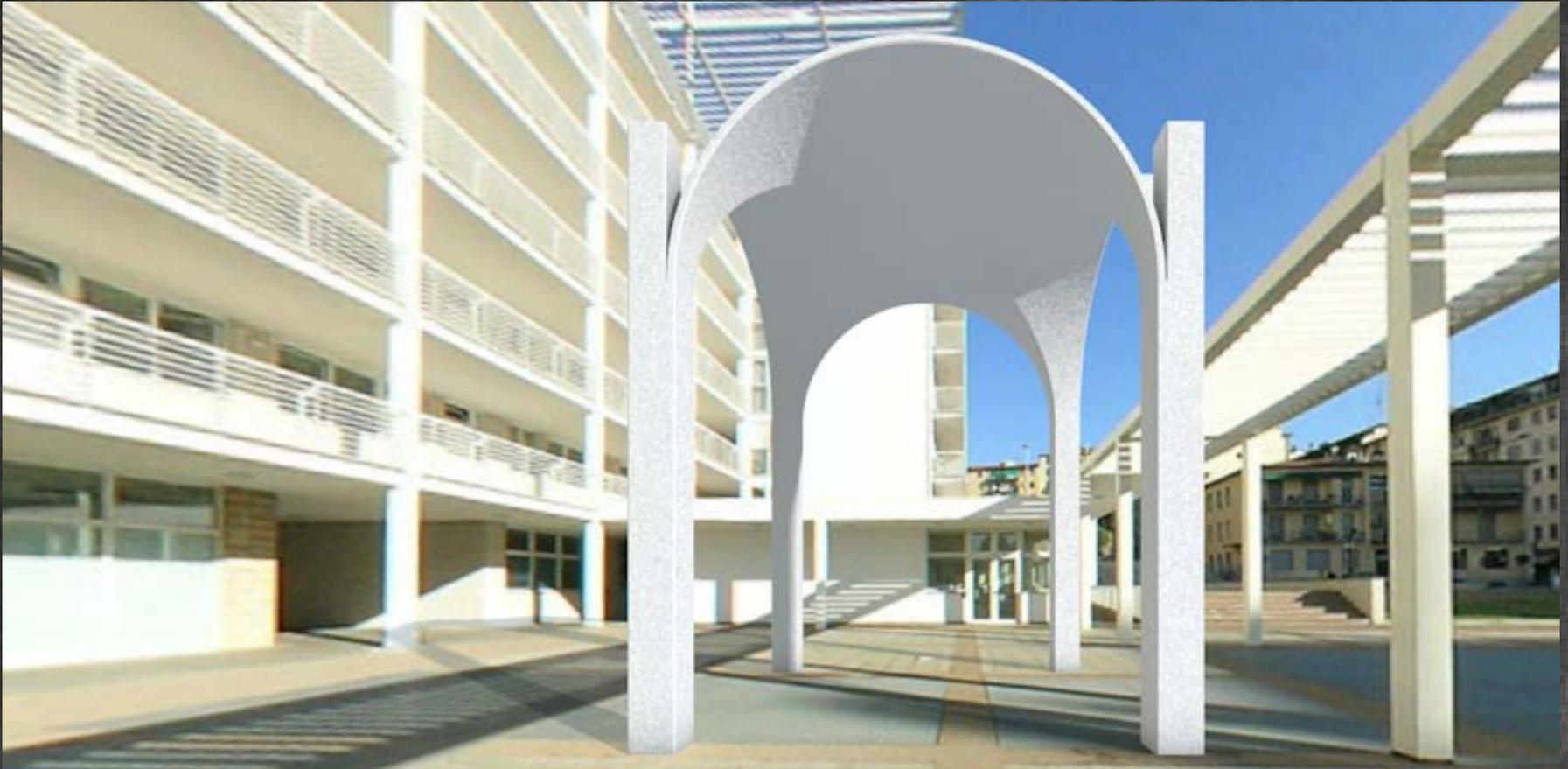
La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto panoramica hdr



In Cinema 4D

Si aggiunge al piano un tag Compositing, vale a dire una opzione che permette di definire il comportamento di un singolo oggetto rispetto alla prospettiva e al chiaroscuro (selezionare l'oggetto, poi nella scheda Gestione oggetti: Tag/Cinema4D Tag/Compositing).

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto panoramica hdr



Questo è il risultato. Non male, se non fosse per l'ombra che è troppo leggera e che non sale sul pilastro dell'edificio a sinistra, come dovrebbe.

Per correggere questi errori: quanto alla densità si agisce sul parametro relativo; quanto al pilastro basta metterci davanti un altro piano che riceva l'ombra, dotato del medesimo tag Compositing.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto panoramica hdr



Questo è il risultato. Non male, se non fosse per l'ombra che è troppo leggera e per il fatto che non sale sul pilastro dell'edificio a destra, come dovrebbe.

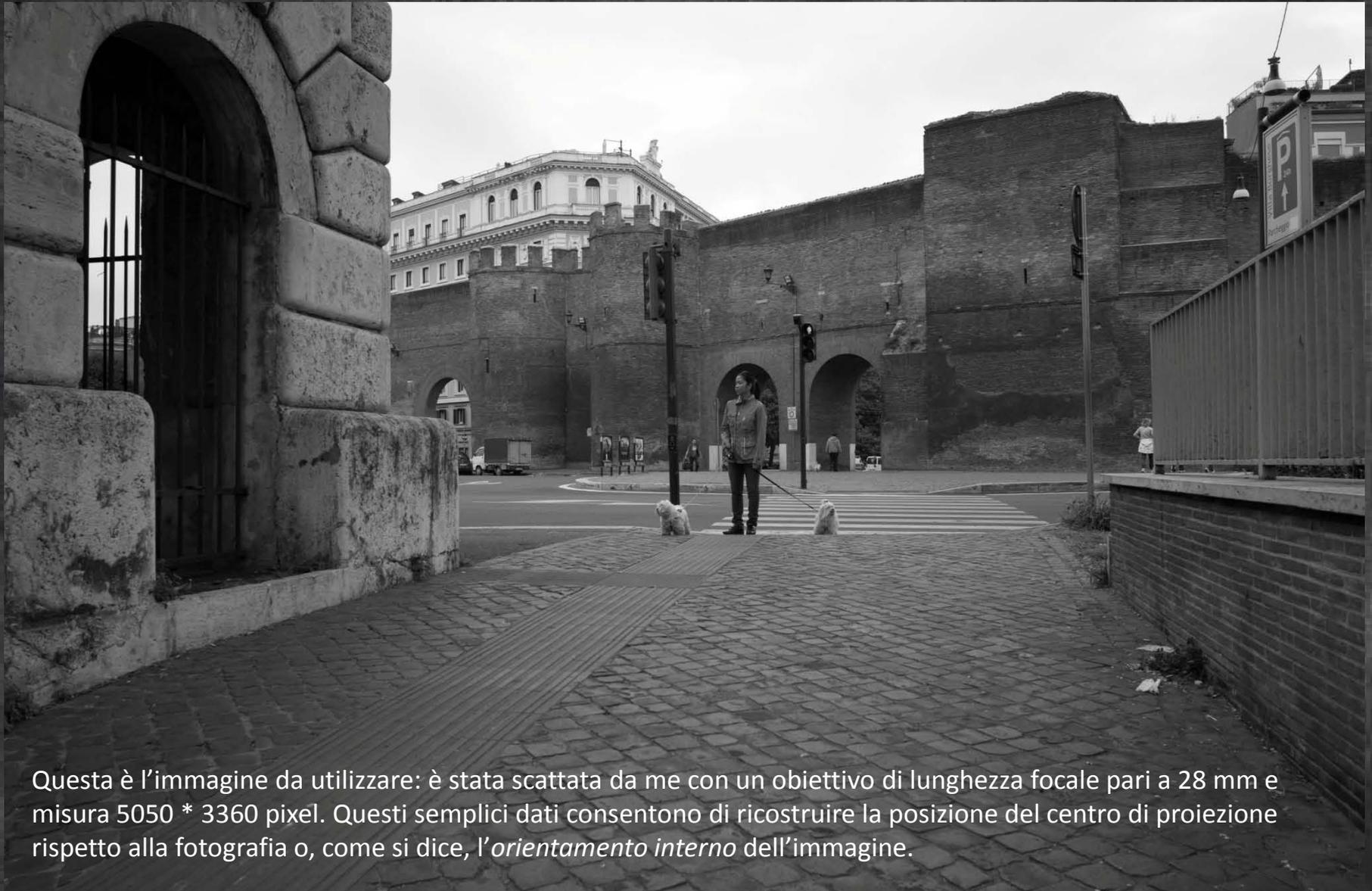
Per correggere questi errori: quanto alla densità si agisce sul parametro relativo; quanto al pilastro basta metterci davanti un altro piano che riceva l'ombra, dotato del medesimo tag Compositing.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto piana

La tecnica di montaggio di un oggetto virtuale su una foto di tipo tradizionale richiede qualche accorgimento diverso da quelli esaminati sin qui.



La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto piana



Questa è l'immagine da utilizzare: è stata scattata da me con un obiettivo di lunghezza focale pari a 28 mm e misura 5050 * 3360 pixel. Questi semplici dati consentono di ricostruire la posizione del centro di proiezione rispetto alla fotografia o, come si dice, *l'orientamento interno* dell'immagine.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto piana

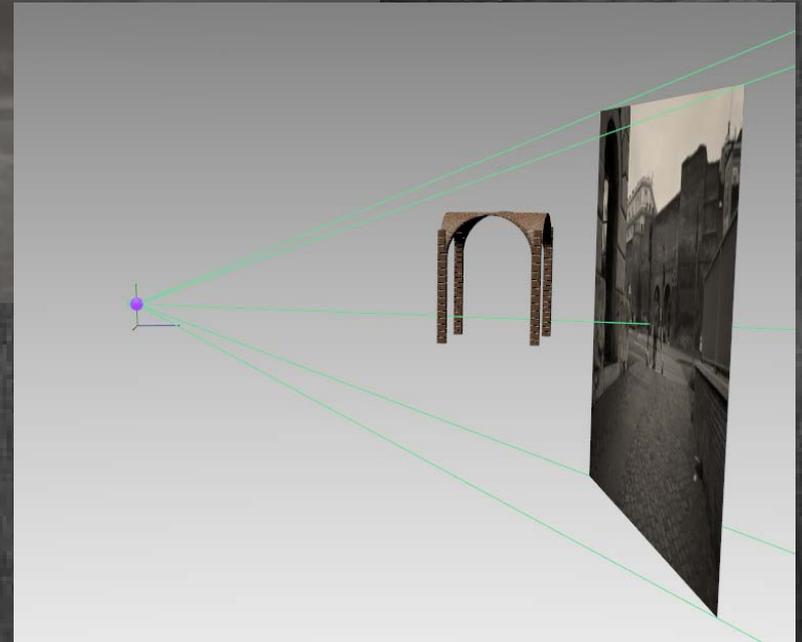


Infatti, se applichiamo la fotografia su un piano che abbia per lati $5050 * 3360$ unità, il centro di proiezione si troverà a 3928 unità di distanza dal quadro, sulla perpendicolare per il centro dello stesso ($28 : 36 = x : 5050$)

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto piana



Dopo avere ricostruito l'orientamento interno della prospettiva dello spazio reale, si trova la giusta posizione dell'oggetto virtuale variando le coordinate e la scala, per rendere coerenti del due prospettive



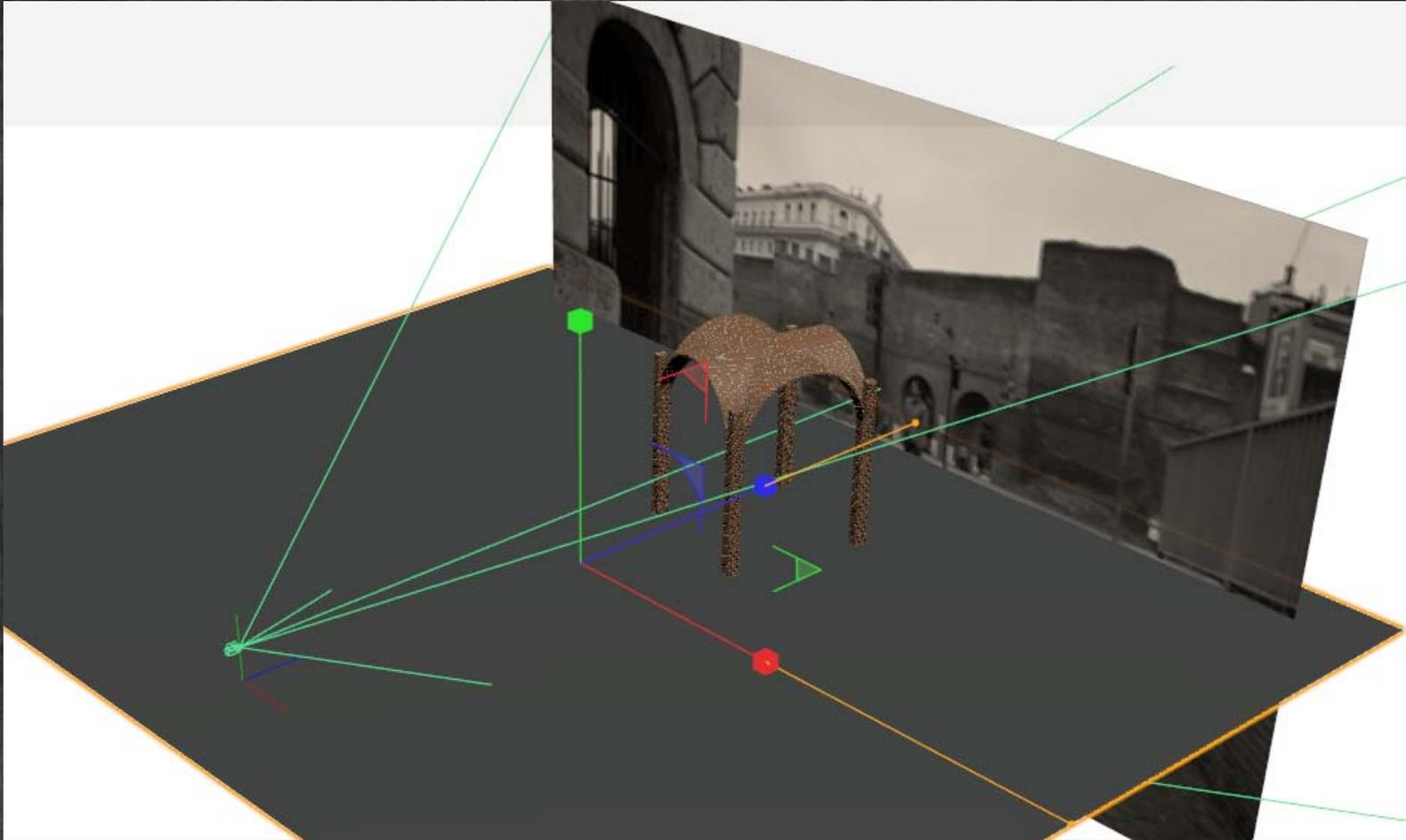
La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto piana



Questo risultato è corretto per ciò che riguarda la coerenza delle prospettive, ma non lo è ancora per ciò che riguarda le luci e le ombre. Infatti la volta sembra staccata dal suolo e dal contesto

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto piana

È dunque necessario, come già abbiamo visto, inserire un piano che riceva l'ombra, anche se si tratta solo di un'ombra tenue, generata dalla luce diffusa d un cielo nuvoloso. Il piano è stato posto semplicemente sotto i pilastri.



La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto piana

Naturalmente, se generiamo il rendering, il risultato è questo.



Dobbiamo, ancora una volta, 'far sparire il piano'. Ma questa volta ci serviremo di una illusione prospettica. Infatti il piano non si noterà più se proiettiamo su di esso ciò che, comunque, vedrebbe l'osservatore assumendolo come quadro.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto piana

Questo tipo di proiezione si chiama Frontale e fa in modo che un osservatore veda sempre il contenuto di una texture come se la osservasse di fronte, anche se appartiene, in realtà, ad un piano che non è affatto frontale, ma orizzontale, come in questo caso, oppure obliquo. È una proprietà della prospettiva, già nota Leonardo, poi ampiamente utilizzata nei secoli successivi, e nota come ‘anamorfosi’.



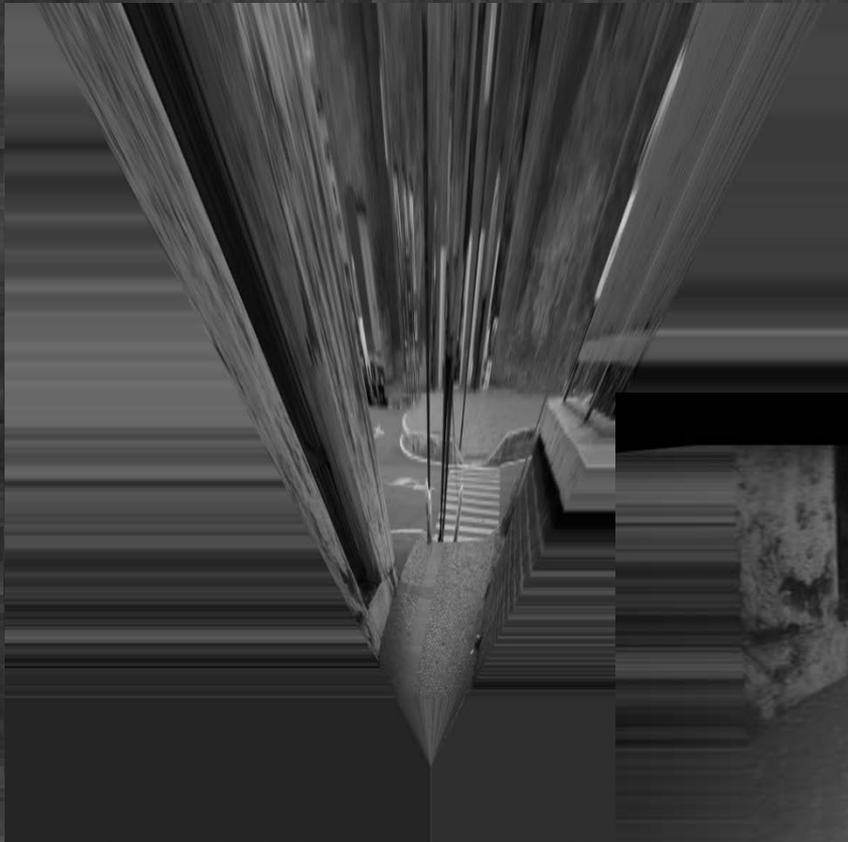
La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto piana



Questo è il risultato. L'aggiunta di una luce di schiarita (Area) di fronte al quadro permette di equilibrare i toni delle due immagini.

La rappresentazione numerica per la resa chiaroscurale (rendering) – Teoria delle ombre e del chiaroscuro – Elementi di montaggio su foto piana

Possiamo anche, con un semplice accorgimento, fissare la texture sul piano per vederla poi, non come la vede l'osservatore della nostra prospettiva, bensì come la vedrebbe un osservatore dislocato e posto di fronte al piano. Ecco il risultato: una anamorfose, appunto.



... Che però, guardata dal giusto punto di vista, appare come qui sotto.



Domanda ??

- ?

?? - risposta

Il ...

Se non hai risposto correttamente torna qui

Segue ...