

Complessità spaziali. Genesi, rappresentazione e immersività di spazi astratti e multiscalari

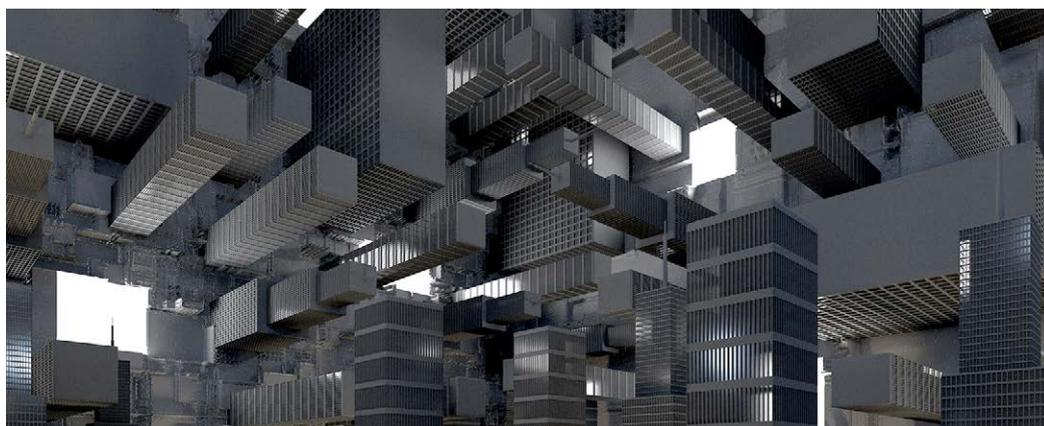
Daniele Calisi
 Stefano Botta

Abstract

L'architetto ha un compito difficile. Realizzare spazi in cui l'uomo possa sostare e vivere, che siano funzionali e accoglienti allo stesso tempo, è un'operazione complessa. All'architetto è richiesto di comprendere il *genius loci* e far sì che l'opera progettata diventi parte integrante del luogo. Ma ci sono attimi sublimi in cui l'architetto è egli stesso artefice di un nuovo *genius loci*, creando spazi capaci di suscitare determinate emozioni ricercate e volute. Emblema di questa poetica è Piranesi, le cui Carceri d'invenzione contengono un universo immaginifico, vivo e spaventoso. In esse si rinuncia alla rappresentazione classica dell'arte tendendo all'esasperazione dei contrasti, ma anche dei sentimenti. Nelle carceri ci si perde in una vertigine di spazi interconnessi e di piani prospettici, dove l'uomo si annulla e la *dismisura*, o la non misura, regna sovrana. In modo analogo anche Escher in molte sue opere gioca sul disorientamento spaziale, nel suo caso però incastrando molteplici piani prospettici attraverso l'uso magistrale delle regole geometrico-prospettiche. Saper infondere determinate caratteristiche in un ambiente, affinché esso generi emozioni per chi lo vive, è un processo complesso che spesso si serve di quelle regole che Franco Purini è riuscito a semplificare e comunicare in disegni eccelsi. Gli spazi astratti e multiscalari progettati e presentati in questo paper richiamano tali citazioni e sono il contrappasso reale di astrazioni emotive di giovani architetti.

Parole chiave

multiscalare, virtual reality, spazi complessi, regole progettuali, ideazione



Principio. Immagine di Leonardo Bongiorno.

Introduzione

Progettare e costruire è lo scopo dell'architetto che, in alcuni casi, spinge al limite teorie compositive e strutturali alla ricerca di spazialità nuove, rendendo reali le sue prefigurazioni. Tuttavia, regole compositive, leggi, calcoli e numeri insegnati nelle facoltà, non trasmettono necessariamente quella sensibilità (mista di cultura, conoscenza ed emotività) che rende geniale il progettista e le sue opere.

Spesso, inoltre, non si insegna ai giovani architetti italiani un approccio forse più diffuso nelle università estere: quello alla creazione di spazi emotivi, ovvero che suscitino determinati sentimenti in chi li vive. È un aspetto tutt'altro che scontato, un'importante capacità da infondere nelle nuove generazioni di progettisti.

Si prendano due esempi in cui l'aspetto emotivo è fortemente caratterizzante del progetto (fig. 1). Nel Museo Ebraico di Berlino, Daniel Libeskind plasma gli ambienti per acuire l'ansia del visitatore, ricreando il senso di disorientamento e di instabilità causato dalla deportazione. Il Memoriale della Shoah di Bologna, realizzato da SET Architects, accosta due blocchi di acciaio corten alti 10 metri lasciando tra loro solo una fessura. All'interno e sui due lati si trovano delle cavità cubiche ripetute in maniera ossessiva, a rappresentare le celle dei deportati e il vuoto lasciato da chi le occupava, permeando la strettoia di un senso di malessere e angoscia.

Tra le più emblematiche rappresentazioni della poetica emotiva dell'architettura, si può sicuramente annoverare Giovanni Battista Piranesi (1720-1778) con le sue Carceri d'invenzione [Piranesi 2016], una serie di sedici incisioni realizzate tra il 1745 e il 1750, considerate una delle opere più enigmatiche e suggestive del XVIII secolo [Angelini 2007] (fig. 2). Esse racchiudono un universo immaginifico, vibrante e inquietante. Si abbandona l'approccio tradizionale alla rappresentazione artistica, optando per un'exasperazione dei contrasti e dei sentimenti: dalla paura all'inquietudine e all'angoscia, dall'ingiustizia al dolore; claustrofobia e agorafobia simultanee. Si avverte un istinto di fuga che si manifesta attraverso scale che, nonostante tutto, non conducono in nessun luogo. Nelle Carceri di Piranesi, ci si imbatte

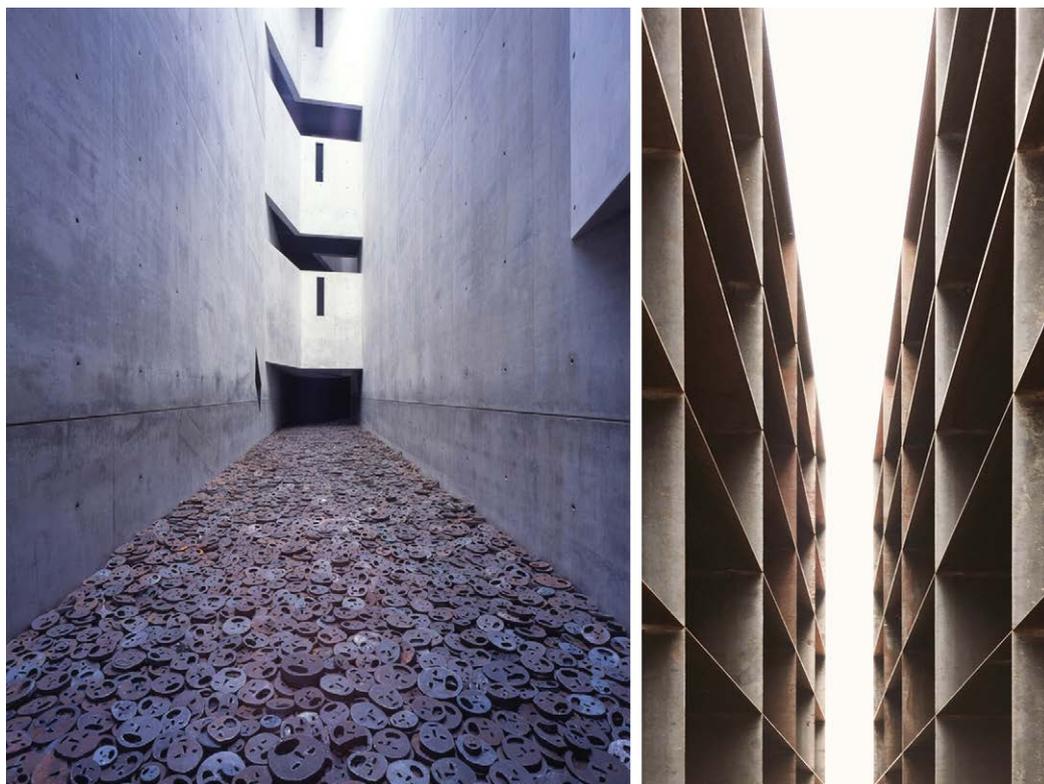


Fig. 1. A sinistra, *Shalechet*, presso il Museo Ebraico di Berlino. A destra, il Memoriale della Shoah a Bologna.

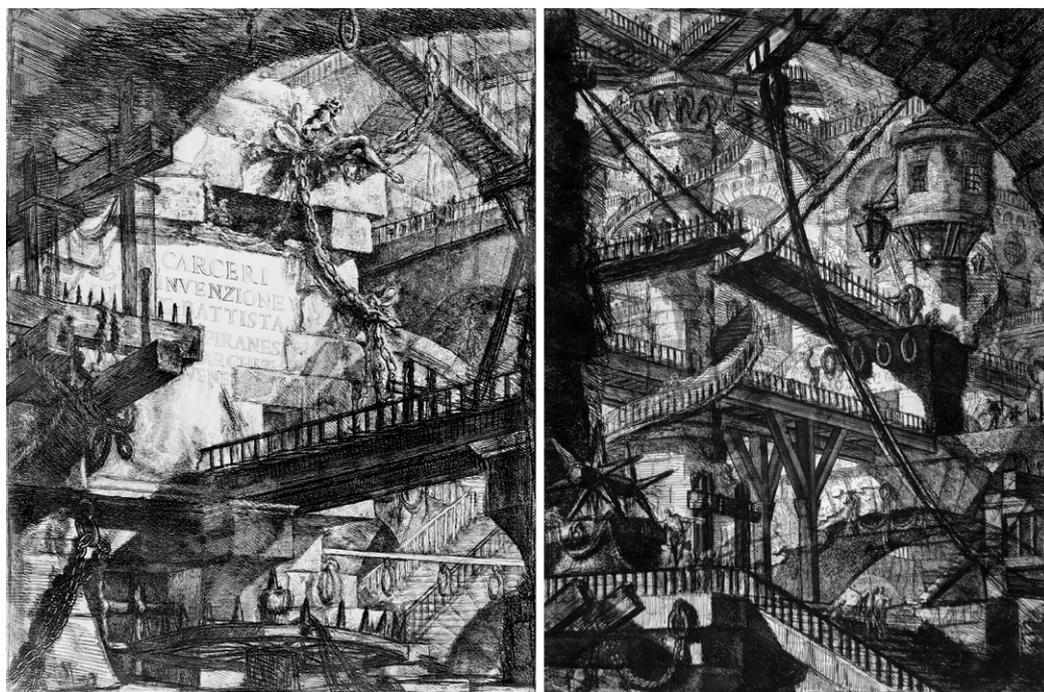


Fig. 2. Due tavole rappresentanti le *Carcere d'invenzione* di Piranesi [Piranesi, 2016, Tav. I, Tav. VII].

in spazi enormi e soffitti altissimi, apparentemente sproporzionati rispetto alle dimensioni umane [Casarin 2020]. La distorta scala e la mancanza di riferimenti misurabili amplificano l'inquietudine, accentuando il contrasto tra ombre imponenti e piccole luci che sembrano filtrare da fessure o da minuscole lanterne. Tuttavia, l'uso magistrale della prospettiva rivela spazi monumentali ed estesi all'infinito, in cui l'unica prigionia è figurativa e sta nel senso di piccolezza di fronte a un tale scenario.

Questo senso di dimensione sconfinata è accentuato dal punto di vista lontano, quasi come uno sguardo scrutatore di questi spazi. Attraverso l'eliminazione della parete frontale, Piranesi rende ancora più minuscole le figure umane, che sembrano disperse in un labirinto senza un'apparente logica.

Innumerevoli passerelle tagliano le Carcere delineando un dedalo apparentemente percorribile all'infinito e punteggiato da aperture sbarrate e catene sospese in ogni direzione. Funzioni, carrucole, argani e scale a pioli contribuiscono a creare un senso di spazio inesauribile, ancora in costruzione, ma che allo stesso tempo richiama le macchine di tortura.

Le incisioni piranesiane sono costruite con precisi calcoli prospettici, eppure il risultato ottenuto, come sottolineato da Marguerite Yourcenar [Yourcenar 2016; Menconero 2022], è completamente errato. Ciò evidenzia come l'utilizzo di un metodo ritenuto corretto per definizione possa comunque portare a un risultato inesatto o, ancor di più, arbitrario. Yourcenar descrive le carceri come una delle opere più segrete lasciate in eredità da un uomo di quell'epoca. Secondo lei, tali incisioni rappresentano la negazione del tempo, lo sfalsamento dello spazio, la levitazione suggerita e l'ebbrezza dell'impossibile raggiunto o superato, simili alle peculiarità del sogno o, meglio ancora, dell'incubo. Yourcenar sottolinea che, nonostante la vertigine provocata dalle forme labirintiche, dagli inganni prospettici e dall'affollarsi e moltiplicarsi di figure, c'è un preciso e vigilante controllo del pensiero dell'artefice, cioè di Piranesi stesso. L'artista costruisce un mondo geometrico in cui le misure sono il risultato di una molteplicità di calcoli precisi, portando a proporzioni che possono sembrare erranee. Questo controllo dettagliato del pensiero contrasta con la natura onirica delle immagini, creando un'atmosfera unica e surreale.

La capacità di ingannare l'occhio dell'osservatore, negando la dimensione prestabilita e giocando sapientemente col il piano o lo spazio illusorio, è propria anche di un altro grande incisore: Maurits Cornelis Escher. Il disegno si configura come un inganno affascinante. Sebbene

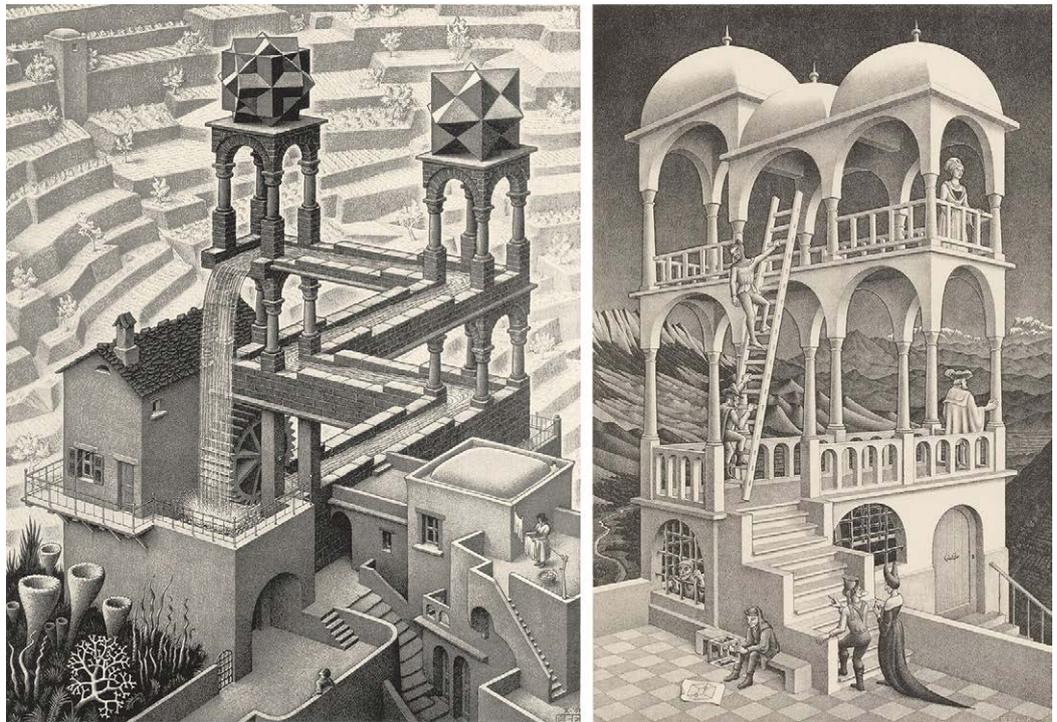


Fig. 3. Cascata e Belvedere, disegni di M. C. Escher [Ernst, 2022].

percepriamo il mondo come tridimensionale, il disegno si limita a due dimensioni. M.C. Escher considera tale disparità come un conflitto fertile che, portato alle estreme conseguenze, genera illusioni e paradossi visivi. Nei suoi lavori, esprime l'inganno intrinseco nella rappresentazione tridimensionale su un foglio bidimensionale. Conoscendo perfettamente le regole geometriche, Escher sa anche come aggirarle per illudere lo spettatore: le sue creazioni architettoniche si distinguono per aberrazioni prospettiche, apparentemente plausibili a un primo sguardo, ma che, a un'ispezione più attenta, si rivelano impossibili, dove l'infinitamente piccolo diventa anche infinitamente grande [Locher 2003].

Escher e Piranesi sono molto vicini nel loro intento di voler ingannare l'osservatore. Al di là del senso comune che possiamo trovare nelle opere dei due incisori, entrambi usano spesso elementi illusori basati sull'oggetto impossibile della tribarra, concepita Oskar Reutersvård nel 1934 [Ernst 2022]. Escher la adottò nelle sue architetture impossibili, come evidenziato in opere come Cascata, Belvedere e Salire e Scendere (fig. 3), ma in precedenza, tale principio era stato utilizzato proprio da Piranesi per rappresentare architetture drammaticamente irreali. Un esempio emblematico lo troviamo proprio nella Tav. XIV delle Carceri piranesiane, dove il disegno segue paradossi prospettici di scale e pilastri che tornano su stessi in un vortice impossibile. Escher venne fortemente influenzato dalle incisioni di Piranesi durante il suo soggiorno romano e incorporò questa concezione nelle sue costruzioni impossibili, debitrice della serie di incisioni intitolata Le Carceri (fig. 4).

La Complessità Spaziale

Questo studio attinge all'immaginario e alla ricerca spaziale di figure come Piranesi ed Escher per approcciare il tema della genesi della complessità spaziale, nonché della sua rappresentazione digitale e sperimentazione immersiva attraverso la realtà virtuale.

"Complessità" viene qui intesa come sistema coeso e strutturato di elementi interagenti, "tessuto insieme" [Morin 1995] in unicum diverso dalla semplice somma delle parti. Cercando di tenere insieme scale e complessità molteplici, si parte dall'impiego congiunto di forme e operazioni semplici al fine di generare spazi astratti dotati di identità e atmosfera propri in

quanto sistemi.

Cardine della ricerca è il proprio progetto dell'atmosfera, considerata come un medium attraverso cui tangibile e intangibile concorrono a influenzare emotivamente e sensorialmente l'esperienza dello spazio [Mallgrave 2015]. Fra i temi generatori di un'atmosfera [Zumthor

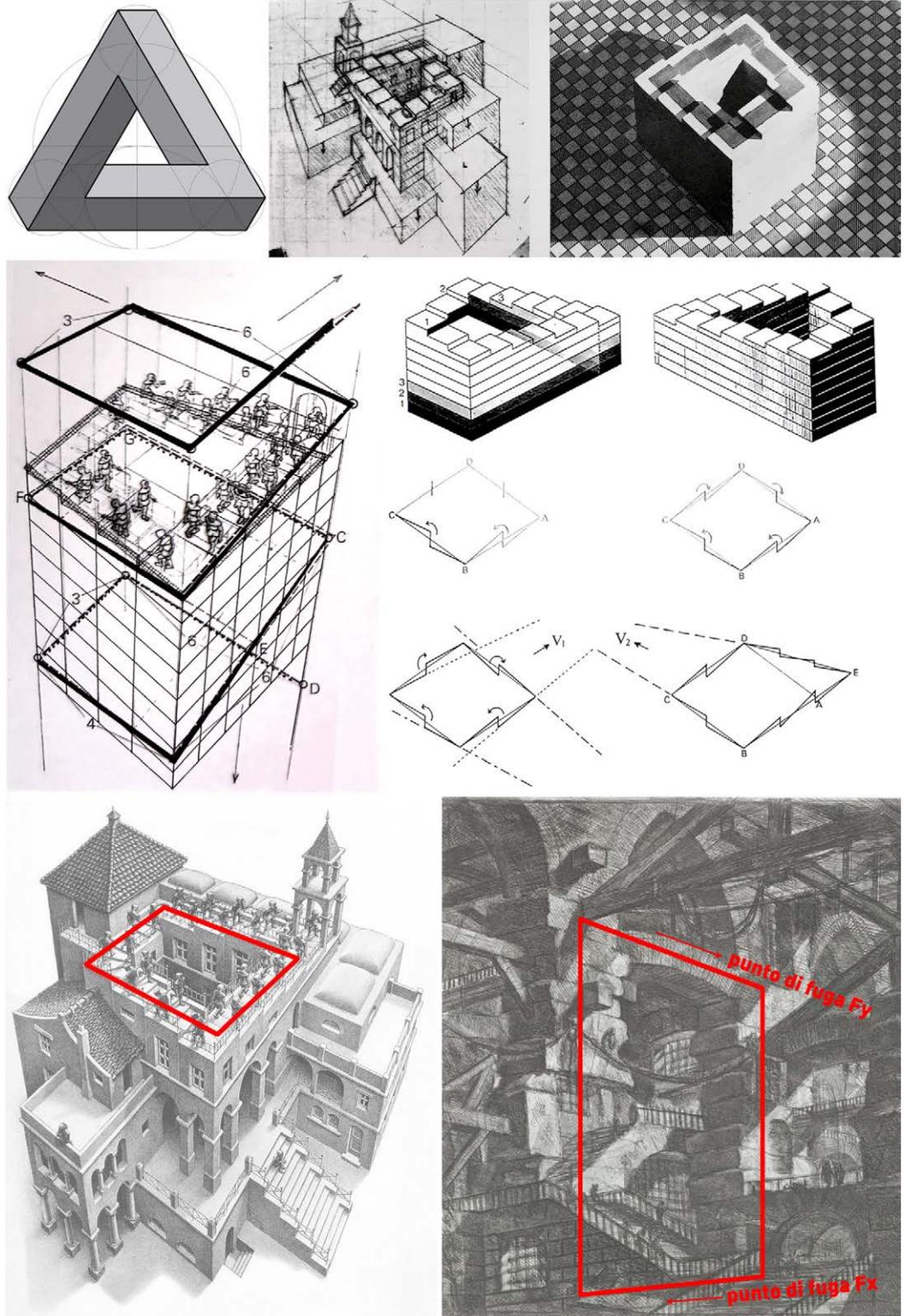


Fig. 4. Costruzione geometria della tribarra e studi su *Ascending and descending* di Escher a confronto con gli spazi impossibili di Piranesi nella Tav. XIV. Elaborazione degli autori.

2007], oltre a quelli più tangibili (corpo e materiali), troviamo anche componenti immateriali quali luce, suono e temperatura, nonché la relazione stessa fra gli oggetti. Altri importanti si rivelano il senso di movimento e stasi inducibile da uno spazio, nonché la relazione fra individuo e architettura in termini di dimensioni, scala e massa.

Tenendo fisse queste riflessioni, le sperimentazioni partono tutte dai limiti spaziali di un cubo ipotetico, di lato dieci unità, all'interno del quale la complessità viene immaginata. Ognuno dei casi sorge da un tema di natura differente (emozioni, sentimenti, concetti) intorno al quale il progetto della complessità spaziale viene costruito. Un esercizio di composizione che prescinde dalle comuni logiche di progetto, concentrandosi sulla sola espressione di un'atmosfera.

Tale sviluppo ha origine da un'analisi personale dell'autore sul significato del soggetto scelto, da cui deriva poi la concettualizzazione dei significanti conferibili allo spazio. Questa prima fase di lavoro prevede un approccio rapido e analogico alla ricerca, facendo uso di schizzi, maquette e parole, con il fine di indagare nel dettaglio l'identità assumibile dalle proprie riflessioni (fig. 5). Per favorire la complessità, lo spazio viene pensato immediatamente come tridimensionale, al fine di esprimere e controllare costantemente l'intera configurazione. Quest'ultima sorge sostanzialmente dall'interazione studiata e bilanciata fra le componenti di

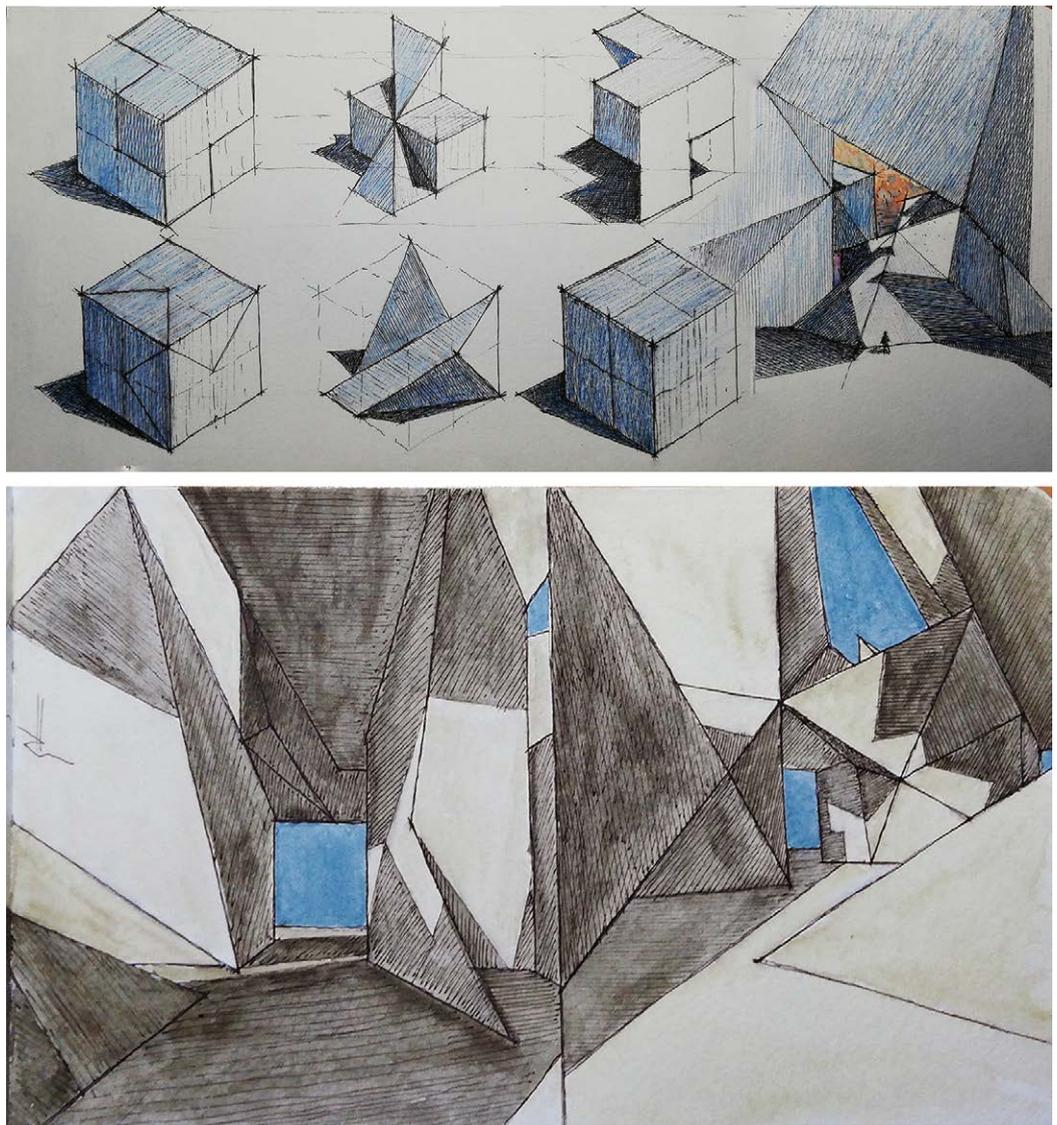


Fig. 5. Schizzi assonometrici raffiguranti la genesi della complessità spaziale attraverso operazioni su elementi semplici, accompagnati da viste prospettiche atte a valutare l'effetto della composizione dal punto di vista dell'osservatore. Disegni di Edoardo Valenti.

due classi: gli elementi e le operazioni. Nella prima, sono scelte solitamente geometrie pure (cubi, sfere, cilindri, piani, ...), volumi e superfici dal carattere essenziale, sulle quali agire in numerosi modi, modificandole o organizzandole per acuirne la complessità. Per la seconda, sono stati presi come riferimenti le operazioni architettoniche definite e

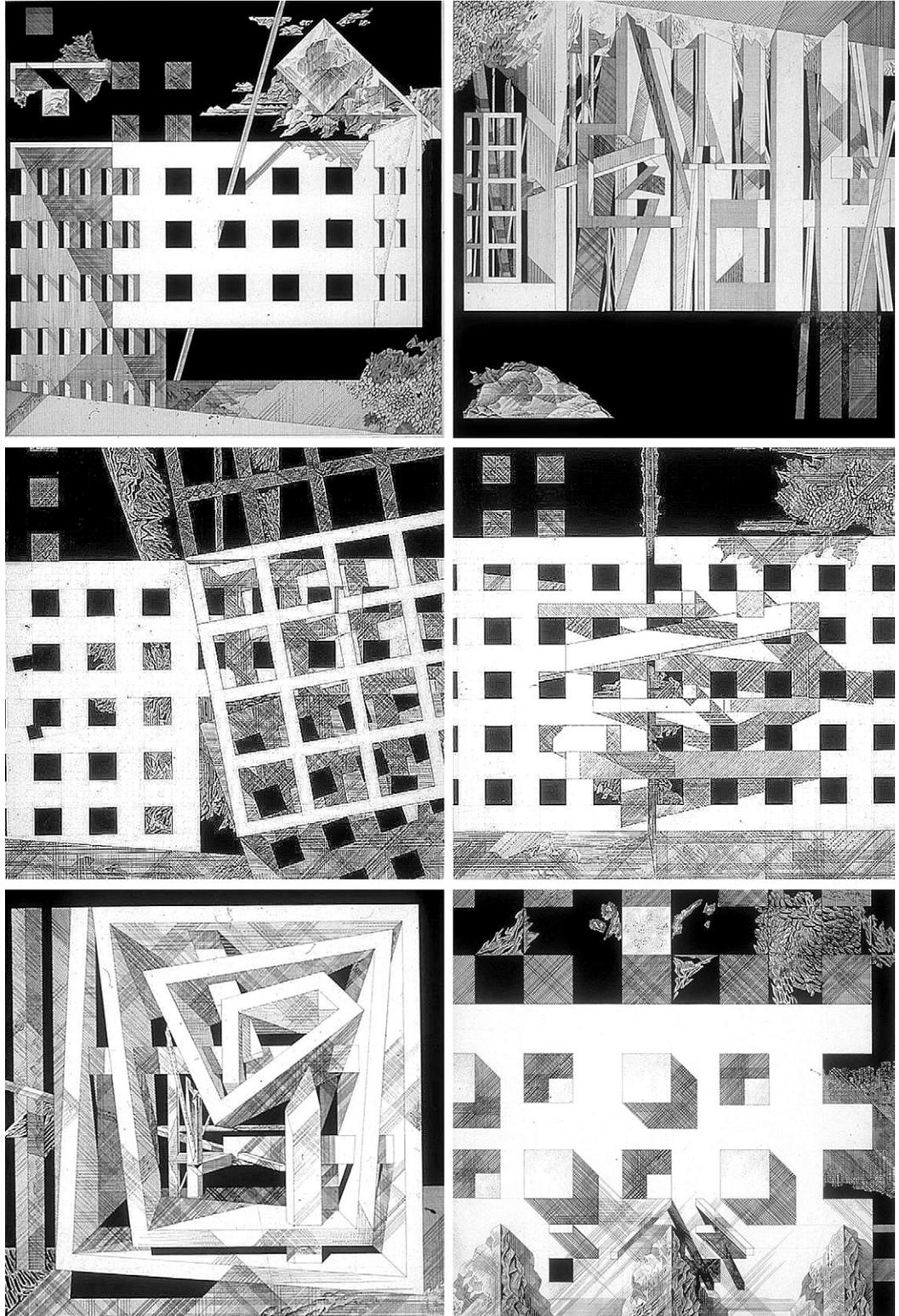


Fig. 6. Operazioni del comporre architettonico (dall'alto a sinistra)
Piegare, Accostare, Ruotare, Connettere, Avvolgere, Alterare [Purini, 2008]

rappresentate da Franco Purini [Purini 2008], sintetizzate nella forma di verbi d'azione (ruotare, piegare, duplicare, chiudere...) che condensano le molteplici possibilità attraverso cui il progettista modella lo spazio (fig. 6). Per quanto connessi alla sfera tangibile del progetto, la scelta e combinazione di operazioni ed elementi mira sempre a raccontare l'atmosfera immaginata, valutando gli effetti che queste produrranno sui caratteri immateriali dell'ambiente (fig. 7).

IPOTESI COMPOSITIVA - Franco Purini

- **SOVRAPPORRE** : Operazione esasperata di Gehry, *sovrapposizione fino a compenetrazione* dei volumi.
 - **TAGLIARE** : Gehry agisce sulle forme con operazioni di *sottrazione*, la parte sottratta viene rimodellata, *comprende a massa informe*.
 - **INCLINARE, RUOTARE** : Attraverso queste due operazioni, *del solido o di insiemi di punti del solido*, la forma assume un carattere *scultoreo*.
 - **DUPLICARE** : *Il tema ambiguo della replica, ripetizione impossibile di un'identità*. *Duplicazione e rimodellazione* degli elementi.
 - **STRATIFICARE** : Stratificazione dello spazio architettonico, ricco di *elementi contraddistinti fusi* per creare la realtà spaziale.
 - **TOCCARE** : Accostamento nelle creazioni di Gehry di *elementi differenti: masse piene e visivamente pesanti, con superfici leggere e trasparenti*.
 - **AFFOLLARE** : Ripetizione quasi morbosa degli elementi nello spazio, ad esempio *gli elementi strutturali*.
- METALLO
FORME SCULTOREE E DINAMICHE
MUSEO DI ARLES
- **CONCEPT CUBO** : *Involucro vorticoso, movimentato, dal quale escono elementi rigidi.*

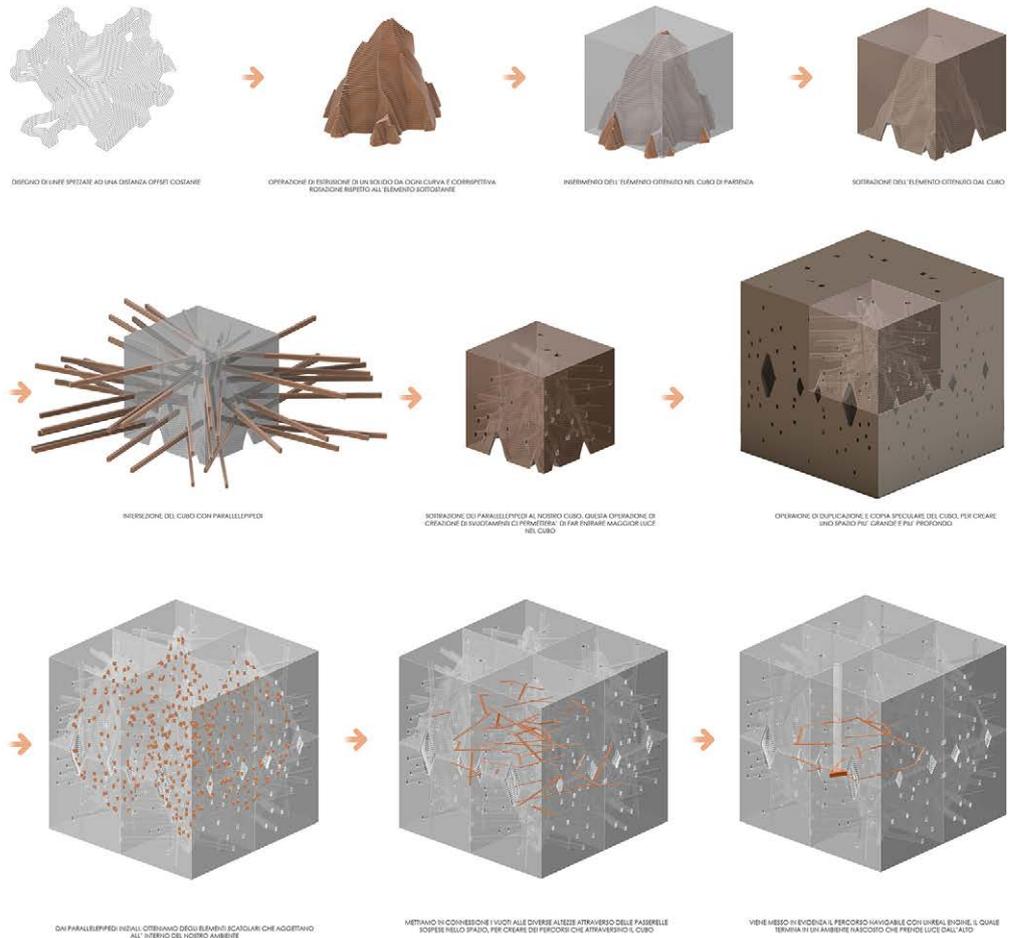
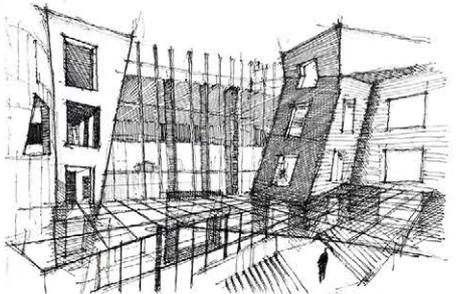
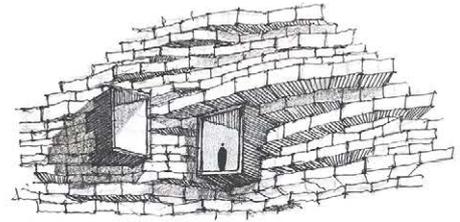


Fig. 7. Tavola e schizzi di concept di una complessità spaziale ispirata a Frank Gehry, in cui è mostrata la genesi evolutiva, nonché le operazioni puriniane impiegate. Elaborazioni di Lorenzo Carbonari.

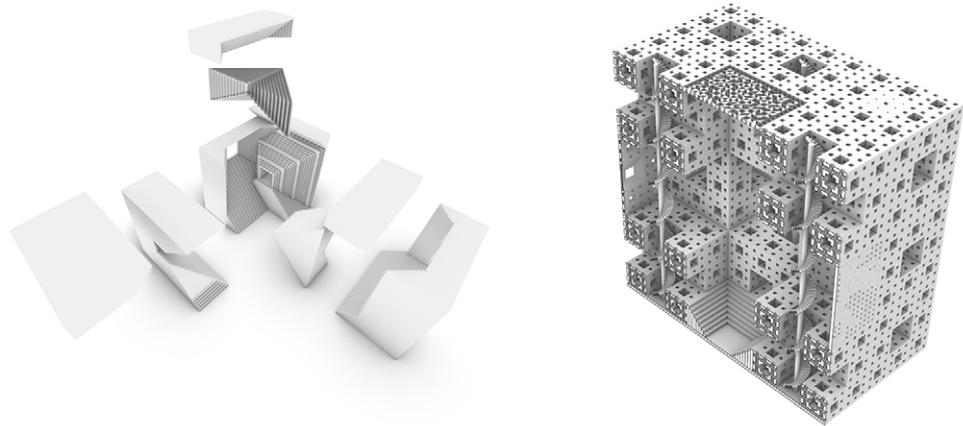


Fig. 8. Un esploso e uno spaccato rappresentanti due dei modelli di complessità spaziale elaborati con approcci diversi. Modelli di Sharon Bondi e Alessio Marinelli.

Successivamente, si è passati alla modellazione tridimensionale di NURBS (fig. 8), lavorando ancora sul tangibile ma considerando tutte le componenti nel loro insieme, incluse quelle da sviluppare in seguito. Poiché non è possibile prevedere gli effetti di alcune scelte sull'atmosfera della complessità spaziale, è stato necessario ritornare più volte sul modello, ripensando idee, elementi e configurazioni in base alle valutazioni sull'efficacia e l'espressività delle riflessioni spaziali.

A questo punto, la ricerca segue due direzioni parallele: il lavoro sul tema della rappresentazione statica e la sperimentazione immersiva e multisensoriale. La volontà è duplice: approfondire un racconto visuale della complessità spaziale in richiamo alle esperienze di Escher e Piranesi; rompere con la bidimensionalità, consentendo agli utenti di immergersi in tali ambienti, confrontandosi con architetture dalle forme e dimensioni irreali e, soprattutto, permettendo loro di relazionarsi sensorialmente con le atmosfere immaginate.

La prima direzione prevede la realizzazione di immagini statiche renderizzate. Sono stati scelti e applicati materiali adatti a ricreare le sensazioni visivo-tattili pensate. Sono state poi posizionate e impostate le luci necessarie a seconda dei casi, modulandone intensità e croma, nonché impiegando anche effetti visivi quali la nebbia e la luce volumetrica. Anche la scelta della camera per il rendering gioca un ruolo fondamentale nell'instaurare il rapporto fra l'osservatore, la scala e la massa dell'architettura, esaltandone proporzioni o dismisura, piuttosto che creando illusioni o sensazioni specifiche (fig. 9).

L'Ugola (fig. 10a) presenta un involucro che si piega in forme plastiche e lucide, illuminate da luci fredde artificiali provenienti da tubi metallici e vitrei che si torcono e cambiano sezione,

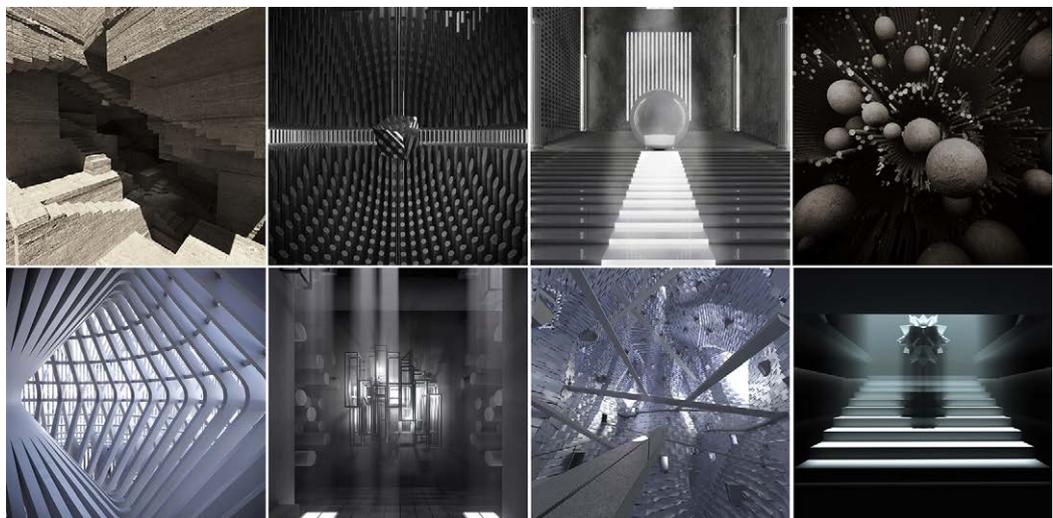


Fig. 9. Selezione di casi su temi differenti, ognuno con un proprio progetto dell'atmosfera. Render di Carlotta Cuccu, Chiara Crisciotti, Gianluca Coltellacci, Ludovica Calogiuri, Michela Di Seri, Matteo Imperoli, Lorenzo Carbonari, Sara Guarany.

creando un'atmosfera vibrante simile alle compressioni e dilatazioni di un respiro. 2020 (fig. 10b) evoca fragilità e oppressione con una foresta di spilli aguzzi che incastra sfere di vetro colorato nello spazio vuoto, riflettendo sulle emozioni e lo spaesamento del lockdown pandemico. Etere (fig. 10c) richiama un mondo leggero e incorporeo, con sfere quasi vaporose, superfici geometriche rigate, chiaroscuri tenui e colori diafani. Classicità (fig. 10d) esaspera elementi architettonici riconoscibili come archi e colonne, reiterandoli, ingigantendoli e inscendandoli in uno spazio dalla monumentalità disordinata.

La seconda direzione è stata sviluppata su Unreal Engine 5.3 per creare esperienze coinvolgenti e multisensoriali degli spazi, enfatizzando l'atmosfera attraverso la simulazione in real-time e stimoli sensoriali non solo visivi. È stato dato ampio spazio all'illuminazione, con animazioni e interazioni per variare l'aspetto degli ambienti e influenzarne l'atmosfera. È stata posta attenzione anche agli ambienti sonori, con una spazializzazione di musica e suoni per aumentare realismo e profondità. Ogni scenario include uno storytelling ambientale per guidare sottilmente l'utente attraverso gli spazi, utilizzando luci, suoni e animazioni per indirizzare l'attenzione senza limitare la scoperta autonoma.

Upside Down Mirrored (fig. 11) è fortemente influenzata da Escher, con scale, passerelle e archi disposti in modo impossibile e un'atmosfera torrida e nebbiosa che evoca un senso di stasi. Il rumore del vento viene interrotto dall'eco di note cristalline quando ci si avvicina alle sfere specchianti sparse nell'ambiente, alcune delle quali si muovono lentamente per enfatizzare la sospensione.

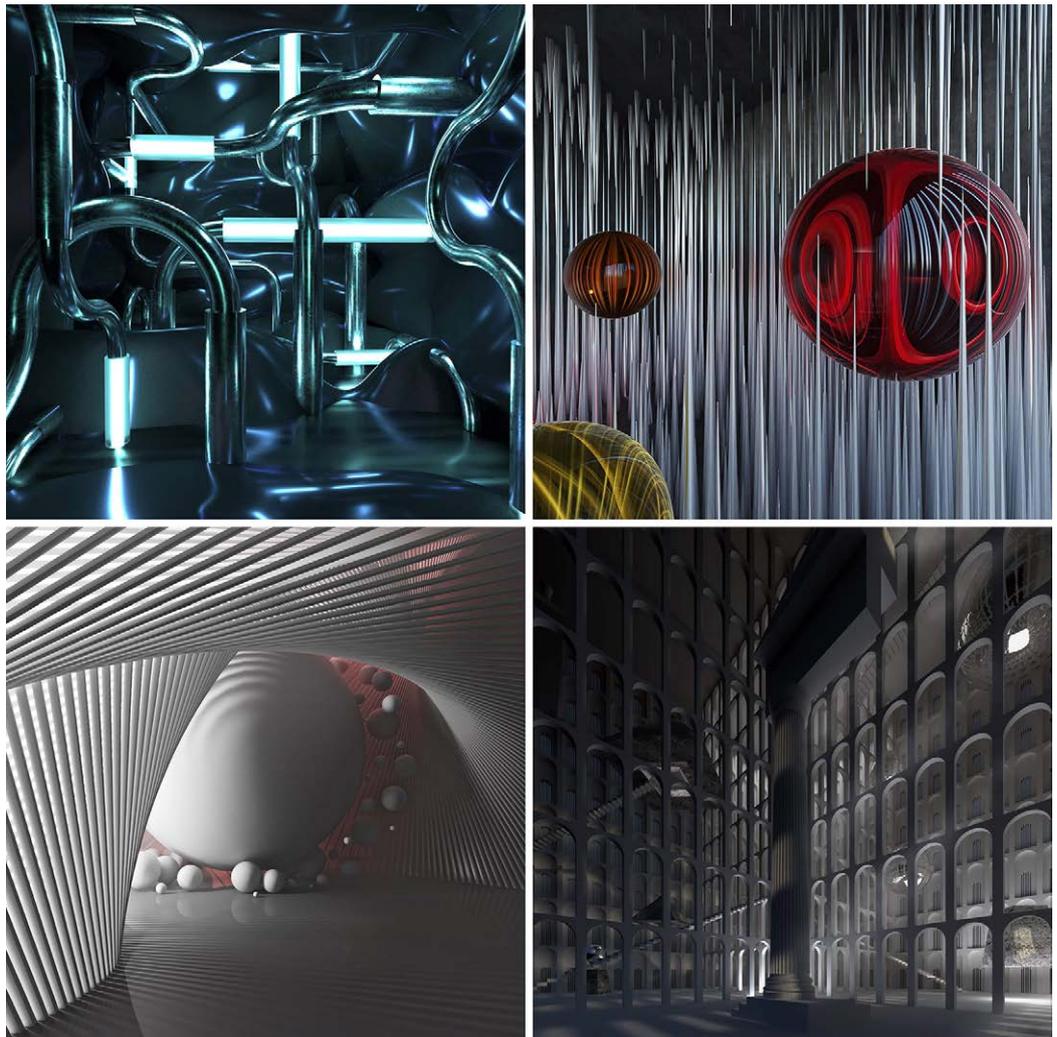


Fig. 10. Selezione di casi di cui sono state prodotte immagini statiche: a) L'Ugola (render di Vittoria Latour); b) 2020 (render di Sara Bartoloni); c) Etere (render di Valeria Allochis); d) Classicità (render di Mattia De Bonis).

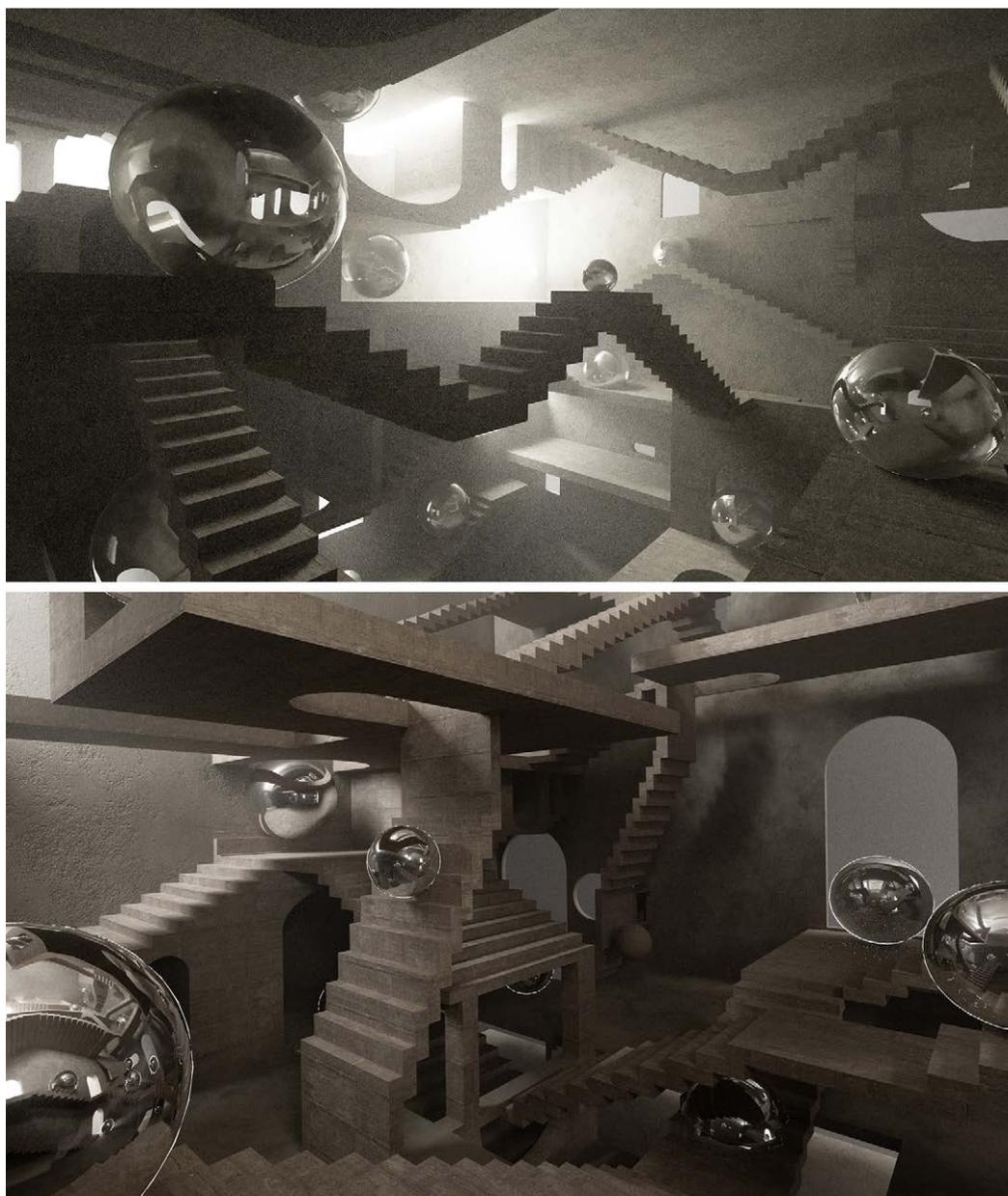


Fig. 11. Screen tratti dall'esperienza in VR *Upside Down Mirrored*. Progetto di Ivy Stefanie Ramos Baclig, esperienza VR a opera degli autori.

Penombre (fig. 12), invece, cerca di ricreare la complessità spaziale attraverso il linguaggio compositivo di Tadao Ando. Superfici in calcestruzzo guidano l'utente lungo un corridoio circolare inciso da fessure sottili, con la luce che filtra attraverso di esse creando fasci volumetrici nella penombra. Un suono di gocciolio lontano invita a esplorare una sala centrale cilindrica, illuminata dall'alto con una vasca d'acqua che riflette la luce. Una coreografia silenziosa di luci e ombre anima l'estremità del corridoio, con il movimento lento di una sfera sospesa a mezz'aria che completa l'atmosfera.

Conclusioni

Le numerose sperimentazioni sulla complessità spaziale, qui solo in parte descritte, mirano a favorire riflessioni specifiche sul rapporto percettivo ed emozionale dell'individuo con l'architettura, Spesso trascurato per via di restrizioni normative o esigenze funzionali del luogo.

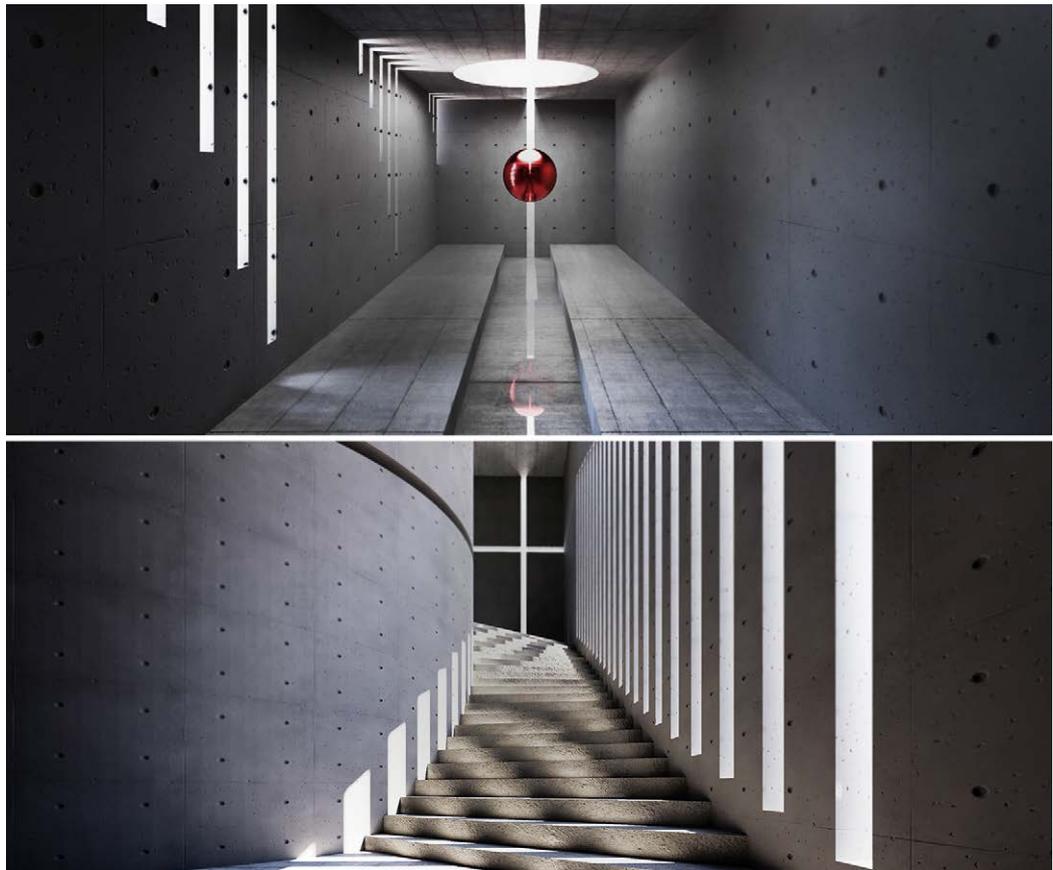


Fig. 12. Screen tratti dall'esperienza in VR Penombre. Progetto di Marco Peperoni Romano.

Liberarsi momentaneamente da tali limitazioni, seguendo un esercizio di pura e astratta immaginazione dell'atmosfera, può essere utile per (ri)pensare lo spazio secondo le suggestioni di chi lo abita, favorendo spunti interessanti anche per la progettualità reale. L'uso di software per il rendering digitale, e ancora di più per l'esperienza in realtà virtuale, consente altresì una sperimentazione ampia e libera dello spazio, offrendo uno strumento rapido, immersivo e realistico per approfondire temi quali la progettazione dell'immateriale.

Riconoscimenti

Per i render e le elaborazioni grafiche relative alla ricerca si ringraziano: Valeria Allochis, Sara Bartoloni, Ivy Stefanie Ramos Baclig, Sharon Bondi, Leonardo Bongiorno, Ludovica Calogiuri, Lorenzo Carbonari, Gianluca Coltellacci, Chiara Crisciotti, Carlotta Cuccu, Mattina De Bonis, Michela Di Seri, Sara Guarany, Matteo Imperoli, Vittoria Latour, Marco Peperoni Romano, Alessio Marinelli, Edoardo Valenti.

Riferimenti bibliografici

- Angelini, P., Celli, G. (2007). *Piranesi. Carceri d'invenzione*. Bergamo: Lubrina Bramani Editore.
- Casarin, C., Panza, P. (2020). *Giambattista Piranesi. Architetto senza tempo*. Cinisello Balsamo: Silvana Editore.
- Ernst, B. (2022). *The magic mirror of M. C. Escher*. Colonia: Taschen Edizioni.
- Locher, J. L., Veldhuysen, W. F. (2003). *Escher. Le magiche visioni*. Colonia: Taschen, Ediz. Illustrata.
- Mallgrave, H. F. (2015). *L'empatia degli spazi. Architettura e neuroscienze*. Milano: Raffaello Cortina Editore.
- Menconero, S. (2022). *Carceri piranesiane. Analisi e interpretazione di uno spazio immaginario*. Roma: Sapienza Università Editrice.
- Morin, E. (1995). La stratégie de reliance pour l'intelligence de la complexité. In *Revue Internationale de Systémique*, 9 (2), pp. 105-113.

- Piranesi, G. B. (2019). *Le carceri. Spazi immaginali dal caos*. Milano: Ghibli.
- Purini, F. (2008). *Una lezione sul disegno*. Roma: Gangemi Editore.
- Yourcenar, M. (2016). *La mente nera di Piranesi*. Tesserete: Pagine d'arte Editore.
- Zumthor, P. (2007). *Atmosphère. Ambienti architettonici. Le cose che ci circondano*. Firenze: Electa.

Autori

Daniele Calisi, Università degli Studi Roma Tre, daniele.calisi@uniroma3.it
Stefano Botta, Università degli Studi Roma Tre, stefano.botta@uniroma3.it

Per citare questo capitolo: Daniele Calisi, Stefano Botta (2024). Complessità spaziali. Genesis, rappresentazione e immersività di spazi astratti e multiscalarità/Spatial Complexity. Genesis, representation, and immersiveness of abstract and multiscale spaces. In Bergamo F., Calandriello A., Ciamaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (a cura di). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 149-174.

Spatial Complexity. Genesis, representation, and immersiveness of abstract and multiscale spaces

Daniele Calisi
Stefano Botta

Abstract

The architect has a challenging task. Creating spaces in which people can dwell and live, that are both functional and welcoming, is a complex operation. The architect is required to understand the genius loci and ensure that the designed work becomes an integral part of the place. Yet, there are sublime moments when the architect becomes the creator of a new genius loci, crafting spaces capable of eliciting specific sought-after emotions. Emblematic of this poetics is Piranesi, whose *Carceri d'invenzione* contain an imaginative, vivid, and frightening universe. In them, the classical representation of art is abandoned in favor of the exaggeration of contrasts and emotions. In the prisons, one gets lost in a vertigo of interconnected spaces and perspective planes, where humanity is nullified, and excess, or lack of measure, reigns supreme. Similarly, Escher, in many of his works, plays with spatial disorientation, though in his case by interlocking multiple perspective planes through the masterful use of geometric and perspectival rules. Infusing specific characteristics into an environment to evoke emotions for those who inhabit it is a complex process often guided by rules that Franco Purini has managed to simplify and communicate through exquisite drawings. The abstract and multiscale spaces designed and presented in this paper evoke such references and are the tangible counterpart to the emotional abstractions of young architects.

Keywords

multiscalar, virtual reality, complex spaces, design rules, ideation



Principio. Image by
Leonardo Bongiorno.

Introduction

Designing and building is the purpose of the architect, and in some cases, where the client demands, it pushes the boundaries of compositional and structural theories in the quest for innovative spatiality, bringing to life its prefigurations and visions. However, all the compositional rules, laws, calculations, and numbers taught in architecture faculties do not necessarily convey the sensitivity (a blend of culture, knowledge, and emotion) that makes the designer and their works ingenious.

Moreover, young Italian architects are often not taught, confined within rationality, norms, and patterns, an approach perhaps more widespread in foreign universities: that of creating emotional spaces, i.e., spaces that evoke specific feelings in those who inhabit them. In reality, this aspect is anything but trivial and is an important skill to instill in the new generations of designers.

We could provide two examples, somewhat related as they pertain to the Holocaust, where the emotional aspect strongly characterizes the design (fig. 1). The first is the Jewish Museum in Berlin by Daniel Libeskind, where the designer shaped the spaces to heighten the visitor's anxiety, recreating the sense of disorientation and instability caused by deportation. The second is the Shoah Memorial commissioned by the Jewish Community of Bologna, realized based on the winning design by SET Architects, a group of young architects from Rome. Two blocks of corten steel, each 10 meters high, positioned closely with only a narrow gap between them. Inside and on the two sides, there are cubical cavities repeated obsessively to represent the cells of the deportees and the emptiness left by those who occupied them, permeating the narrow passage with a sense of discomfort and anguish.

Giovanni Battista Piranesi (1720-1778) and his *Carceri d'invenzione* [Piranesi 2016] are emblematic of architecture's emotional poetics. Created between 1745 and 1750, these sixteen engravings are considered one of the most enigmatic works of the 18th century [Angelini, 2007] (fig. 2), capturing an imaginative, vibrant, and unsettling universe. Piranesi abandons traditional artistic representation, exaggerating contrasts and emotions: fear, restlessness,

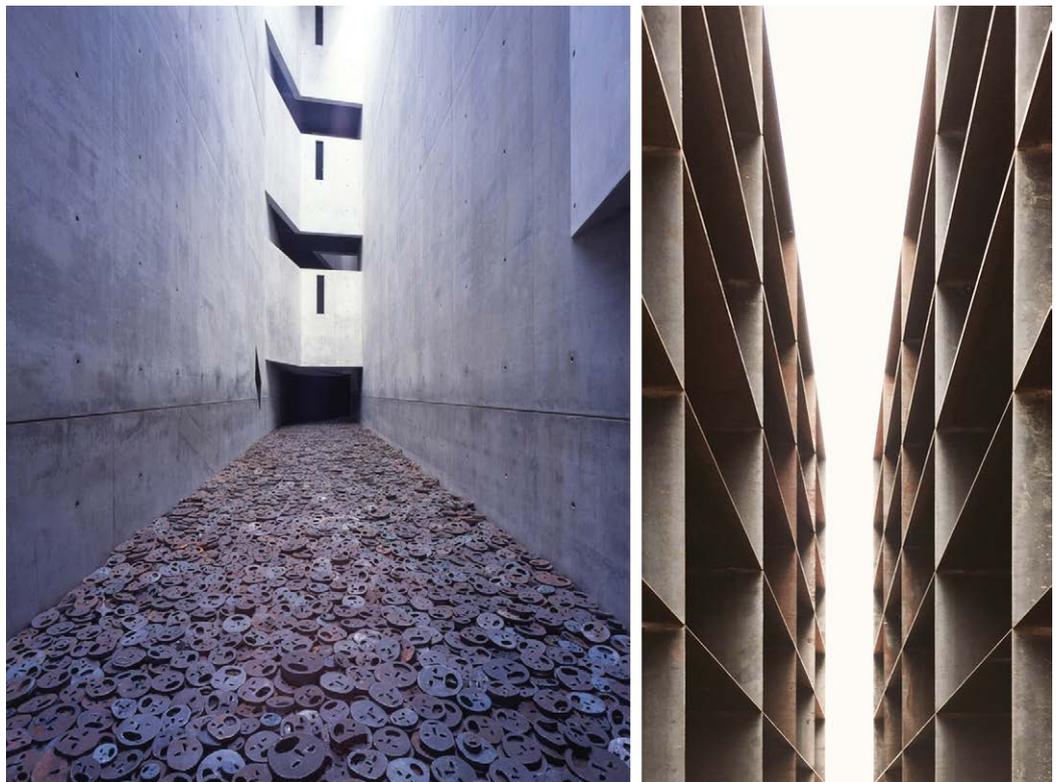


Fig. 1. On the left, *Shalechet*, at the Jewish Museum in Berlin. On the right, the Shoah Memorial in Bologna.

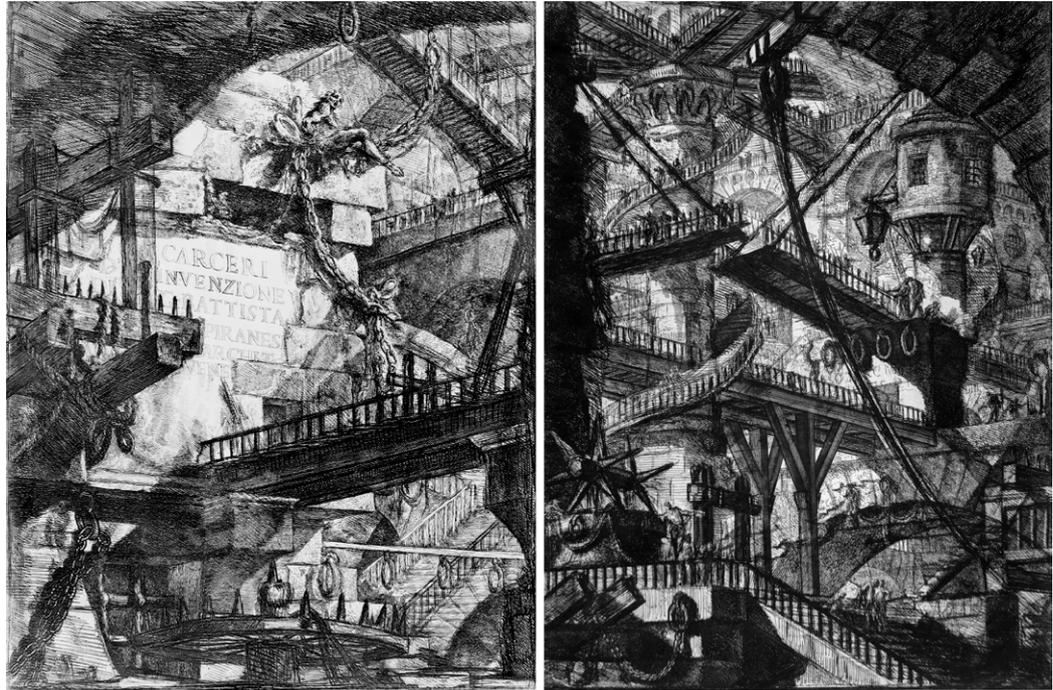


Fig. 2. Two panels representing the *Carceri d'invenzione* by Piranesi [Piranesi, 2016, Tav. I, Tav. VII].

anguish, injustice, and pain coexist in a world of simultaneous claustrophobia and agoraphobia. Escaping is useless, as stairs lead nowhere. Enormous spaces and towering ceilings defy human dimensions [Casarin 2020], challenging architectural norms and suggesting a scale not meant for humans. Distorted proportions and lack of reference points amplify unease, contrasting imposing shadows with dim lights filtering through cracks. Despite resembling a prison, Piranesi's spaces are figurative, revealing monumental expanses through masterful perspective. Here, the true imprisonment lies in the overwhelming sense of smallness amidst vastness.

This sense of boundless dimension is accentuated by the distant point of view, almost like a scrutinizing gaze upon these spaces. Through the elimination of the frontal wall, Piranesi makes the human figures even smaller, appearing scattered in a labyrinth without apparent logic. Countless walkways intersect the *Carceri*, outlining a seemingly navigable labyrinth extending infinitely and punctuated by barred openings and suspended chains in every direction. Functions, pulleys, winches, and ladder-like structures contribute to creating a sense of inexhaustible space, still under construction, yet simultaneously reminiscent of torture devices. Despite every attempt to find an exit, it seems to be entirely absent.

The architecture of Piranesi's engravings is constructed with precise perspectival calculations, and yet, as emphasized by Marguerite Yourcenar [Yourcenar 2016; Menconero 2022], the resulting effect is entirely erroneous. This highlights how, even when employing a method considered correct by definition, one can achieve a wholly incorrect or, even more so, arbitrary result. Yourcenar describes the prisons as one of the most secretive works bequeathed by a man of that era.

In her view, these engravings represent the denial of time, the dislocation of space, the suggested levitation, and the exhilaration of the impossible achieved or surpassed, akin to the peculiarities of a dream, or more aptly, a nightmare. Yourcenar emphasizes that, despite the vertigo induced by labyrinthine forms, perspectival deceptions, and the crowding and multiplication of figures, there is a precise and vigilant control of the artisan's thought, namely Piranesi himself. The artist constructs a geometric world in which measurements result from a multitude of precise calculations, leading to proportions that may appear erroneous. This meticulous control of thought contrasts with the dreamlike nature of the images, creating a unique and surreal atmosphere.

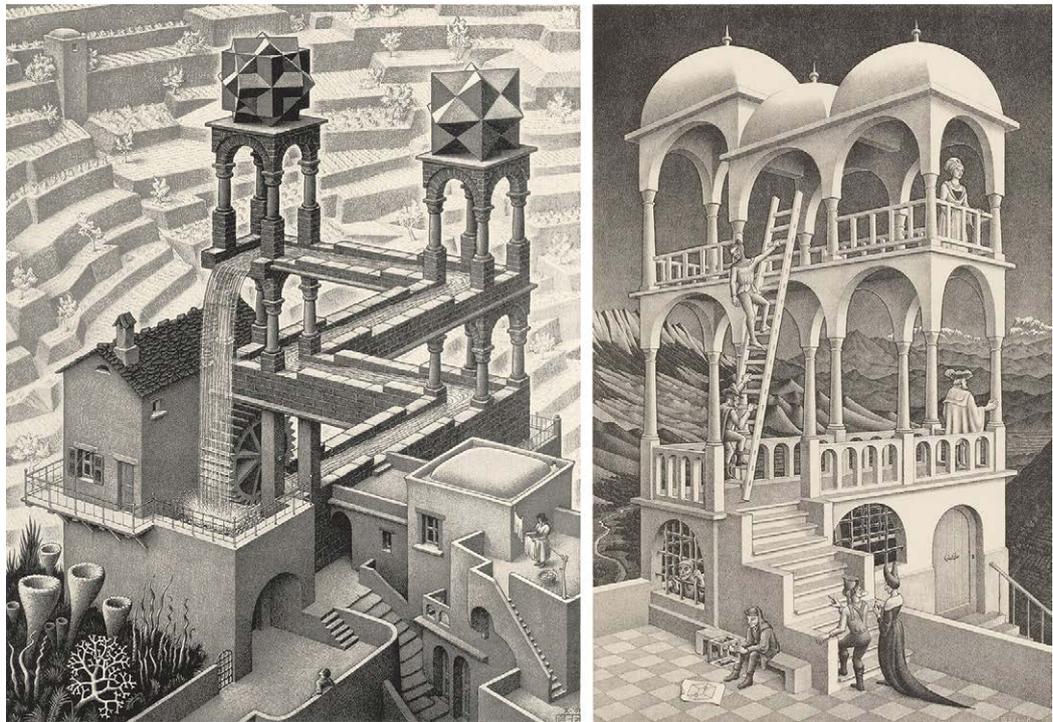


Fig. 3. *Waterfall and Belvedere*, drawings by M. C. Escher [Ernst, 2022].

The ability to deceive the observer's eye, negating the pre-established dimension and skillfully playing with the plane or illusory space, is also inherent in another great engraver: Maurits Cornelis Escher. The drawing takes on the form of a captivating deception. Although we perceive the world as three-dimensional, the drawing is confined to two dimensions. M.C. Escher regarded this disparity as a fertile conflict that, taken to extreme consequences, generated illusions and visual paradoxes. In his works, he expresses the intrinsic deception in the three-dimensional representation on a two-dimensional sheet. Having a perfect understanding of geometric rules, Escher also knows how to circumvent them to deceive the viewer: his architectural creations are distinguished by perspectival aberrations, seemingly plausible at first glance but, upon closer inspection, reveal themselves as impossible, where the infinitely small also becomes infinitely large [Locher 2003].

Escher and Piranesi closely align in their intent to deceive the observer. Beyond the common sense found in the works of both engravers, there is an illusory element that both often employ masterfully, based on the impossible object known as the tribar, conceived by the Swedish artist Oskar Reutersvård in 1934 [Ernst 2022]. Escher adopted it in his impossible architectures, as highlighted in works like *Waterfall*, *Belvedere*, and *Ascending and Descending* (fig. 3). However, the principle of the tribar had been previously utilized by Giovanni Battista Piranesi to depict dramatically unreal architectures. An emblematic example is found in Plate XIV of Piranesi's *Carceri*, where the drawing follows perspectival paradoxes of stairs and pillars looping back on themselves in an impossible vortex. Escher was heavily influenced by Piranesi's engravings during his Roman sojourn and incorporated this conception into his impossible constructions, indebted to the series of engravings titled *Le Carceri* (fig. 4).

Spatial Complexity

This study draws from the imagery and spatial research of figures such as Piranesi and Escher to approach the theme of the genesis of spatial complexity, as well as its digital representation and immersive experimentation through virtual reality. "Complexity" is understood as a cohesive and structured system of interacting elements, "woven together" [Morin 1995]

into a whole different from the simple sum of its parts. Seeking to reconcile multiple scales and complexities, it begins with the joint use of simple forms and operations to generate abstract spaces with their own identity and atmosphere as systems. The cornerstone of the research is the project of atmosphere, considered as a medium

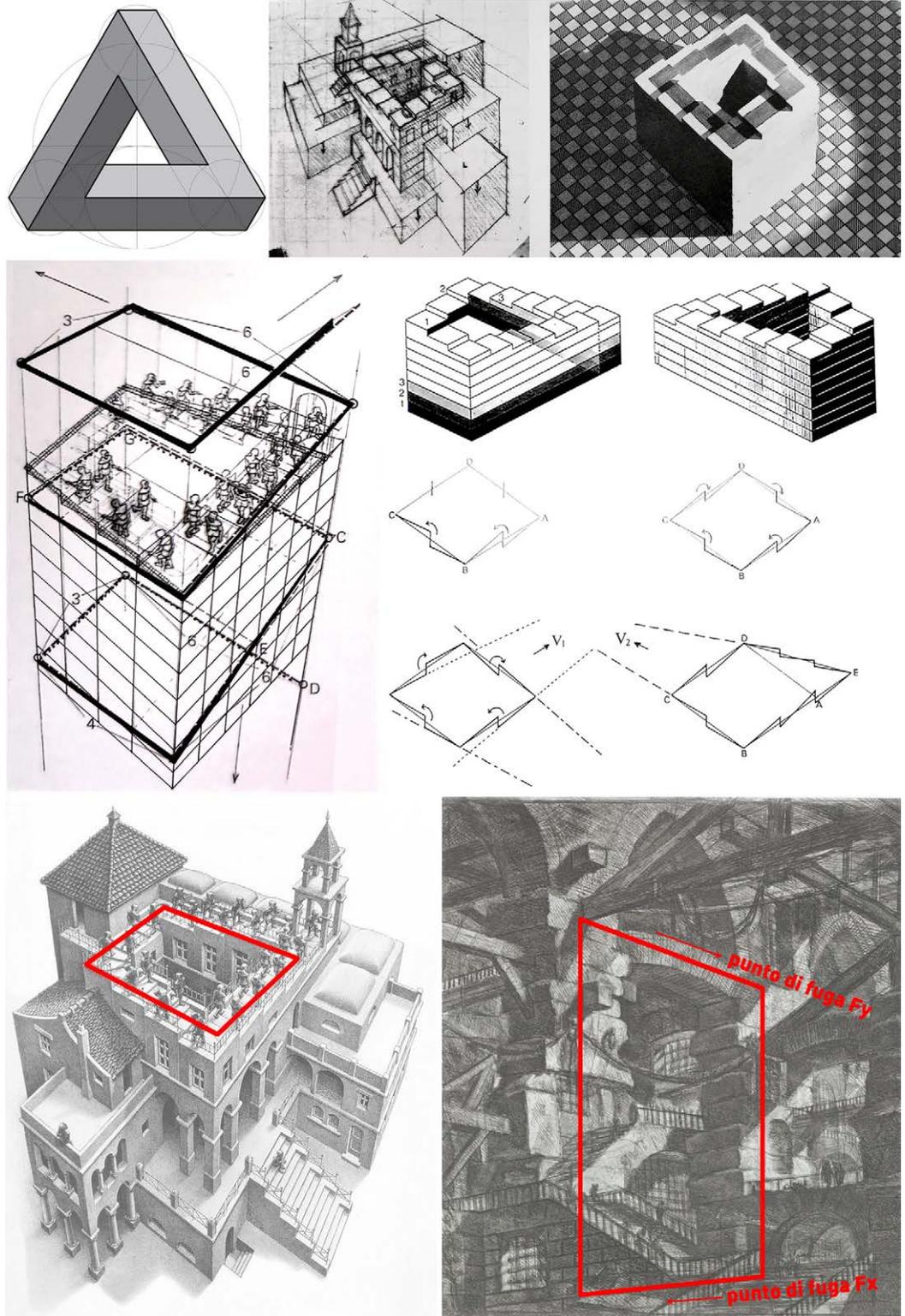


Fig. 4. Geometric reconstruction of the tribar and the analysis of *Ascending end descending* by Escher; in comparison with the impossible spaces of Piranesi in Tav. XIV. Elaboration by the authors.

through which tangible and intangible elements contribute to emotionally and sensorially influence the experience of space [Mallgrave 2015]. Among the generative themes of an atmosphere [Zumthor 2007], in addition to the more tangible ones (body and materials), there are also immaterial components such as light, sound, and temperature, as well as the relationship between objects themselves. Equally important are the sense of movement and calm induced by a space, as well as the relationship between the individual and architecture in terms of dimensions, scale, and mass.

From these reflections, all the experiments start from the spatial constraints of a hypothetical cube, ten units per side, within which the complexity is imagined. Each case arises from a different thematic (emotions, feelings, concepts) around which the project of individual spatial complexity is built. It's an exercise in composition that departs from the common project logics, focusing solely on the expression of an atmosphere.

This work originates from the author's personal analysis of the chosen subject's meaning, which then leads to the conceptualization of the significances that can be attributed to space. This initial phase involves a rapid and analogical approach to research, using sketches, models, and words, aiming at thoroughly investigating the identity that can be assumed from one's reflections (fig. 5). To promote complexity, space is immediately conceived as three-dimensional in order to express and always control the entire configuration. This configuration

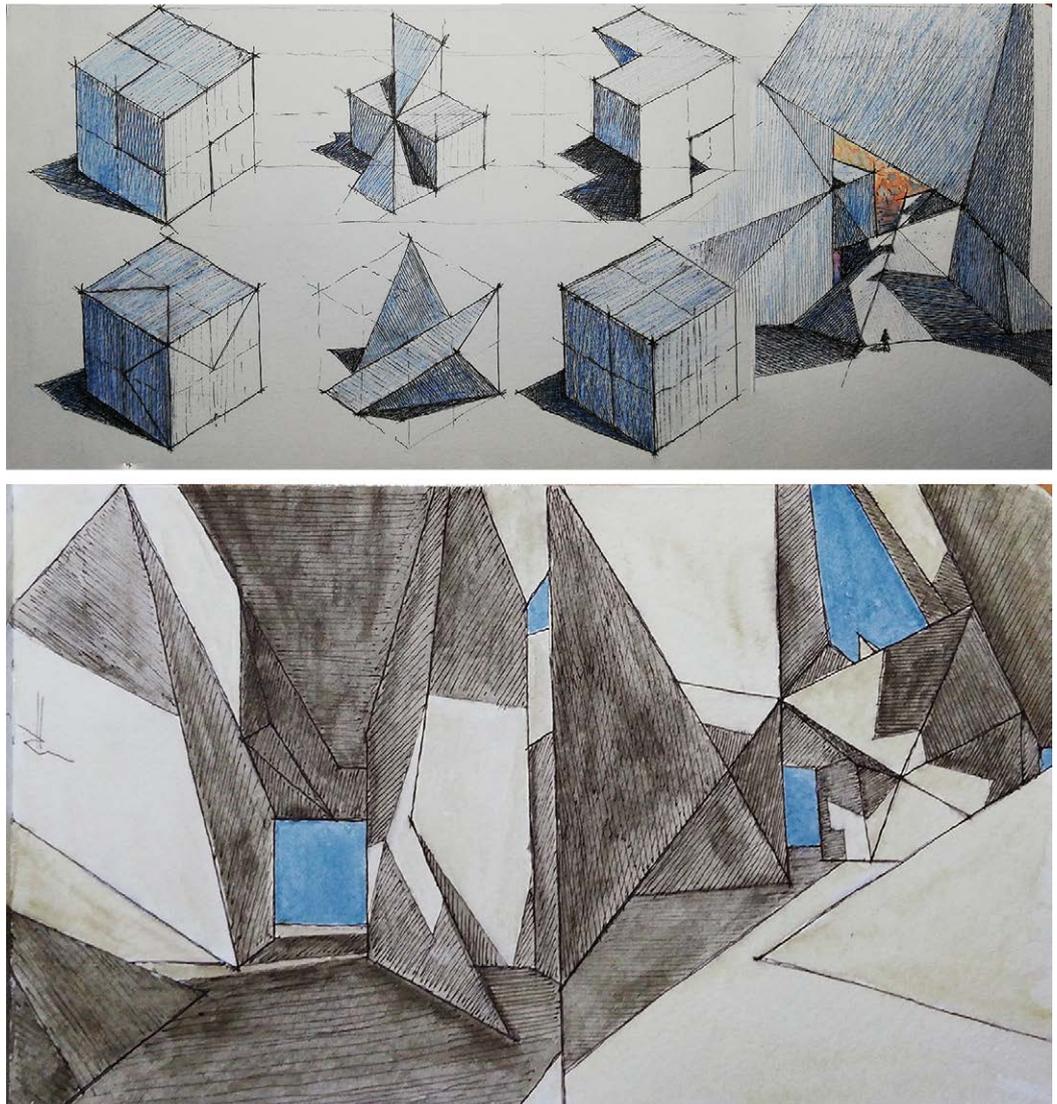


Fig. 5. Axonometric sketches depicting the genesis of the spatial complexity through operations on simple elements, accompanied by perspective views to evaluate the composition's effect from the observer's point of view. Drawings by Edoardo Valenti.

essentially arises from the studied and balanced interaction between the components of two classes: elements and operations. In the first, typically pure geometries (cubes, spheres, cylinders, planes, etc.), volumes, and surfaces with an essential character are usually chosen, upon which to act in numerous ways, modifying or organizing them to sharpen their com-

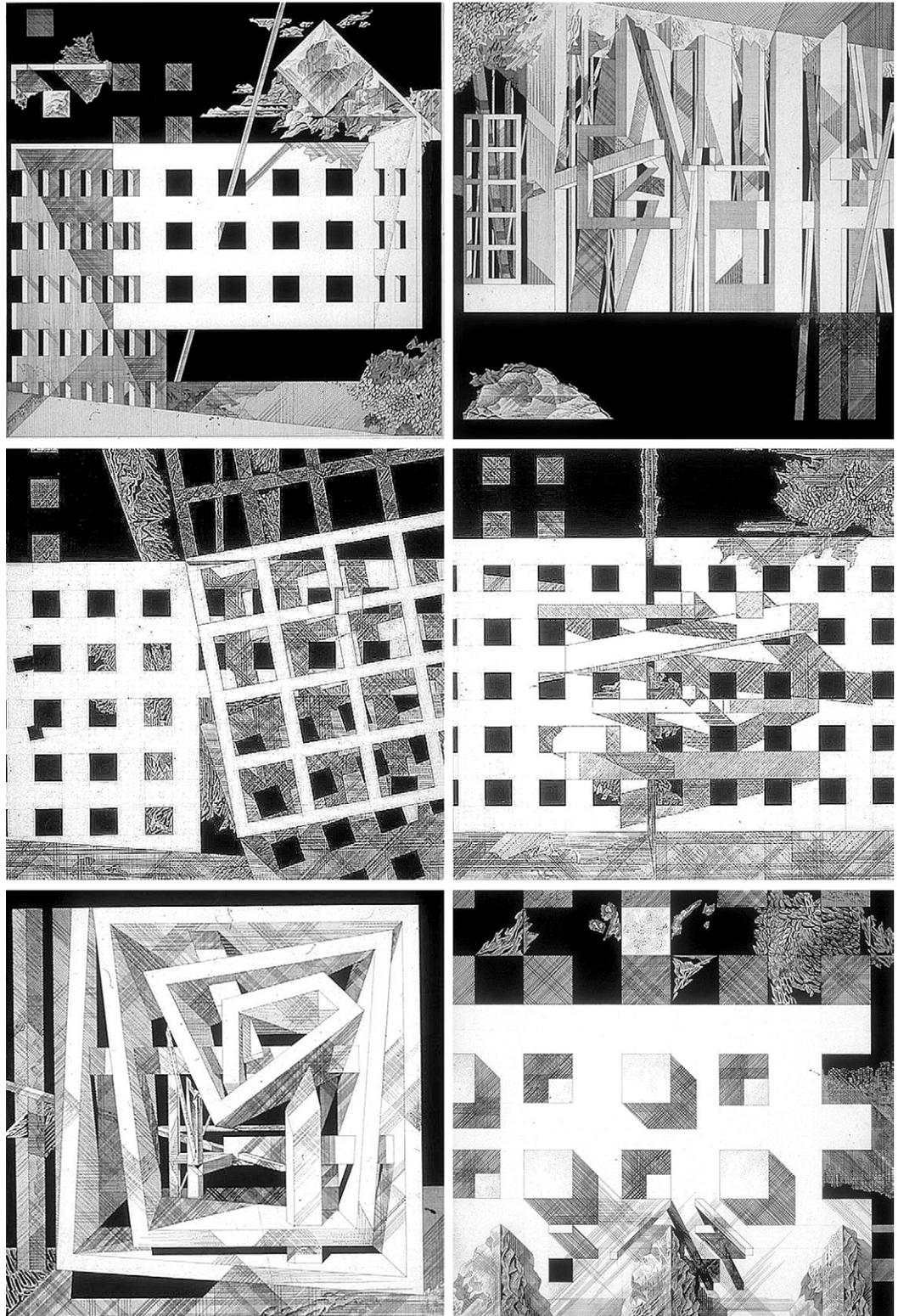
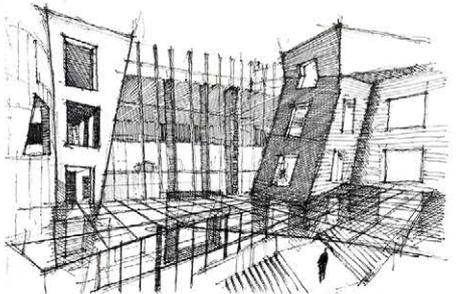
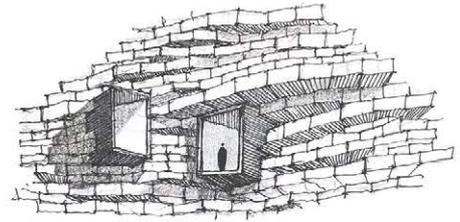


Fig. 6. Operations of architectural composition (from top left): *Piegare*, *Accostare*, *Ruotare*, *Connettere*, *Avvolgere*, *Alterare* [Purini, 2008]

plexity. For the second class, architectural operations defined and represented by Franco Purini [Purini 2008] were taken as references, synthesized in the form of action verbs (rotate, bend, duplicate, close, etc.) that encapsulate the multiple possibilities through which the designer shapes space (fig. 6). Although connected to the tangible sphere of the project, the selection and combination of operations and elements always aim to narrate the imagined atmosphere, assessing the effects they will produce on the immaterial characteristics of the

IPOTESI COMPOSITIVA - Franco Purini

- **SOVRAPPORRE** : Operazione esasperata di Gehry, *sovrapposizione fino a compenetrazione* dei volumi.
- **TAGLIARE** : Gehry agisce sulle forme con operazioni di *sottrazione*, la parte sottratta viene rimodellata, *comprende a massa informe*.
- **INCLINARE, RUOTARE** : Attraverso queste due operazioni, *del solido o di insiemi di punti del solido*, la forma assume un carattere *scultoreo*.
- **DUPLICARE** : *Il tema ambiguo della replica, ripetizione impossibile di un'identità*. *Duplicazione e rimodellazione* degli elementi.
- **STRATIFICARE** : Stratificazione dello spazio architettonico, ricco di *elementi contraddistinti fusi* per creare la realtà spaziale.
- **TOCCARE** : Accostamento nelle creazioni di Gehry di *elementi differenti: masse piene e visivamente pesanti, con superfici leggere e trasparenti*.
- **AFFOLLARE** : Ripetizione quasi morbosa degli elementi nello spazio, ad esempio *gli elementi strutturali*.



METALLO
FORME SCULTOREE E DINAMICHE
MUSEO DI ARLES



- **CONCEPT CUBO** *Involucro vorticoso, movimentato, dal quale escono elementi rigidi.*

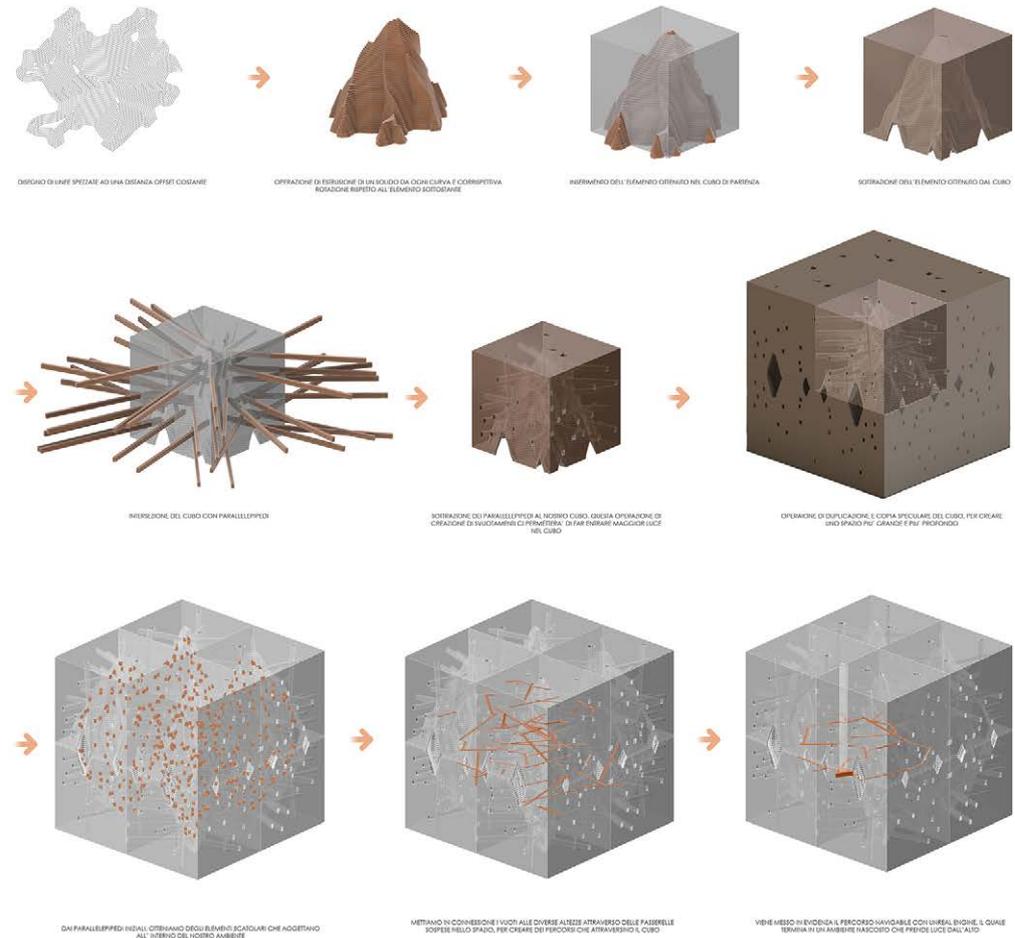


Fig. 7. Board and concept sketches of a spatial complexity inspired by Frank Gehry, depicting the evolutionary genesis as well as the Purinian operations employed. Elaborations by Lorenzo Carbonari.

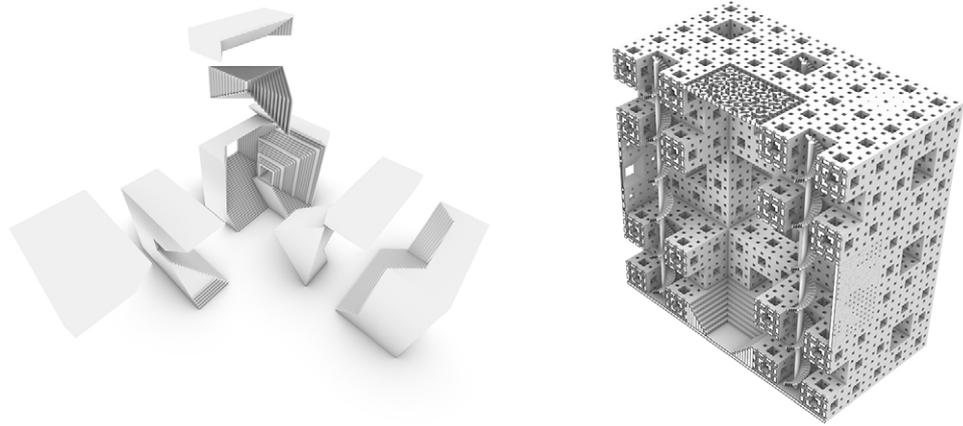


Fig. 8. An exploded view and a cross-section representing two of the spatial complexity models developed with different approaches. Models by Sharon Bondi, Alessio Marinelli.

environment (fig. 7).

Subsequently, the process moved on to the three-dimensional NURBS modeling (fig. 8), still working on the tangible but considering all the components as a whole, including those to be developed later. Since it is not possible to foresee the effects of some choices on the atmosphere of spatial complexity, it was necessary to revisit the model several times, rethinking ideas, elements, and configurations based on evaluations of the effectiveness and expressiveness of spatial reflections.

At this point, the research follows two parallel directions: work on the theme of static representation and immersive, multisensory experimentation. The intention is twofold: to deepen a visual narrative of spatial complexity reminiscent of the experiences of Escher and Piranesi; to break away from two-dimensionality, allowing users to immerse themselves in such environments, confronting themselves with architectures of unreal shapes and dimensions, and, above all, allowing them to sensorially relate to the imagined atmospheres.

The first direction involves the creation of rendered static images. Suitable materials have been chosen and applied to recreate the envisioned visual-tactile sensations. Then, the necessary lights have been positioned and set according to the cases, modulating their intensity and chroma, and also employing visual effects such as fog and volumetric light. The choice of camera for rendering also plays a fundamental role in establishing the relationship between the observer, the scale, and the mass of the architecture, enhancing proportions or disproportion, rather than creating illusions or specific sensations (fig. 9).

L'Ugola (fig. 10a) presents an envelope that folds into plastic and glossy forms, illuminated

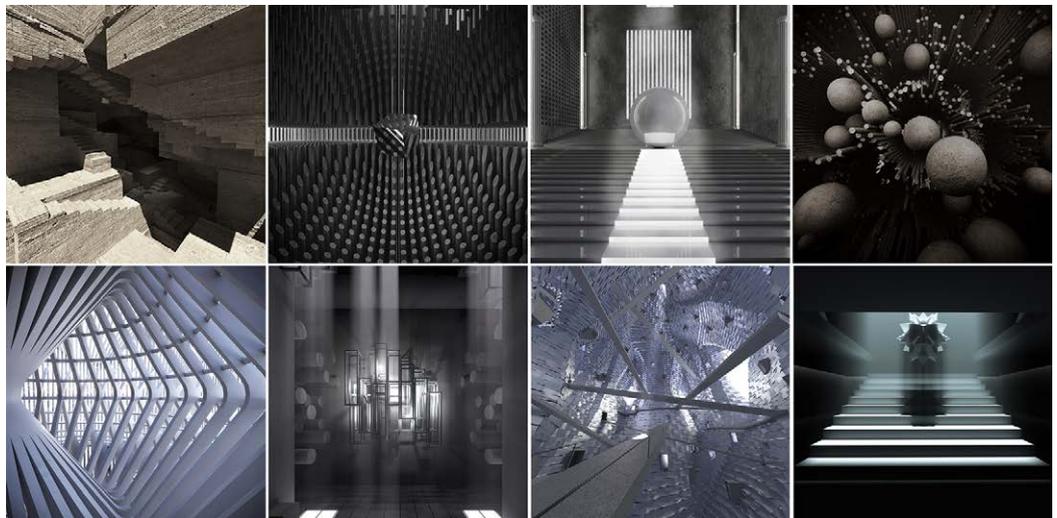


Fig. 9. A selection of cases on different themes, each with its own atmosphere project. Renders by Carlotta Cuccu, Chiara Crisciotti, Gianluca Coltellacci, Ludovica Calogiuri, Michela Di Seri, Matteo Imperoli, Lorenzo Carobonari, Sara Guarany.

by artificial cold lights coming from metallic and glass tubes that twist and change section, creating a vibrant atmosphere similar to the compressions and dilations of a breath. 2020 (fig. 10b) evokes fragility and oppression with a forest of sharp pins that embed colored glass spheres in empty space, reflecting on the emotions and disorientation of the pandemic lockdown. Etere (fig. 10c) recalls a light and incorporeal world, with almost vaporous spheres, striped geometric surfaces, soft chiaroscuro, and diaphanous colors. Classicità (fig. 10d) exaggerates recognizable architectural elements such as arches and columns, reiterating them, enlarging them, and staging them in a space of disordered monumentality. The second direction has been developed on Unreal Engine 5.3 to create engaging and multisensory experiences of spaces, emphasizing the atmosphere through real-time simulation and sensory stimuli not only visual. Extensive attention has been given to lighting, with animations and interactions to vary the appearance of environments and influence the atmosphere. Attention has also been paid to sound environments, with spatialization of music and sounds to increase realism and depth. Each scenario includes ambient storytelling to subtly guide the user through spaces, using lights, sounds, and animations to direct attention without limiting autonomous discovery. Upside Down Mirrored (fig. 11) is strongly influenced by Escher, with stairs, walkways, and arches arranged in an impossible manner and a hot and foggy atmosphere that evokes a sense of stagnation. The constant noise of the wind is interrupted by the echo of crystalline notes when approaching the mirrored spheres scattered in the environment, some of which

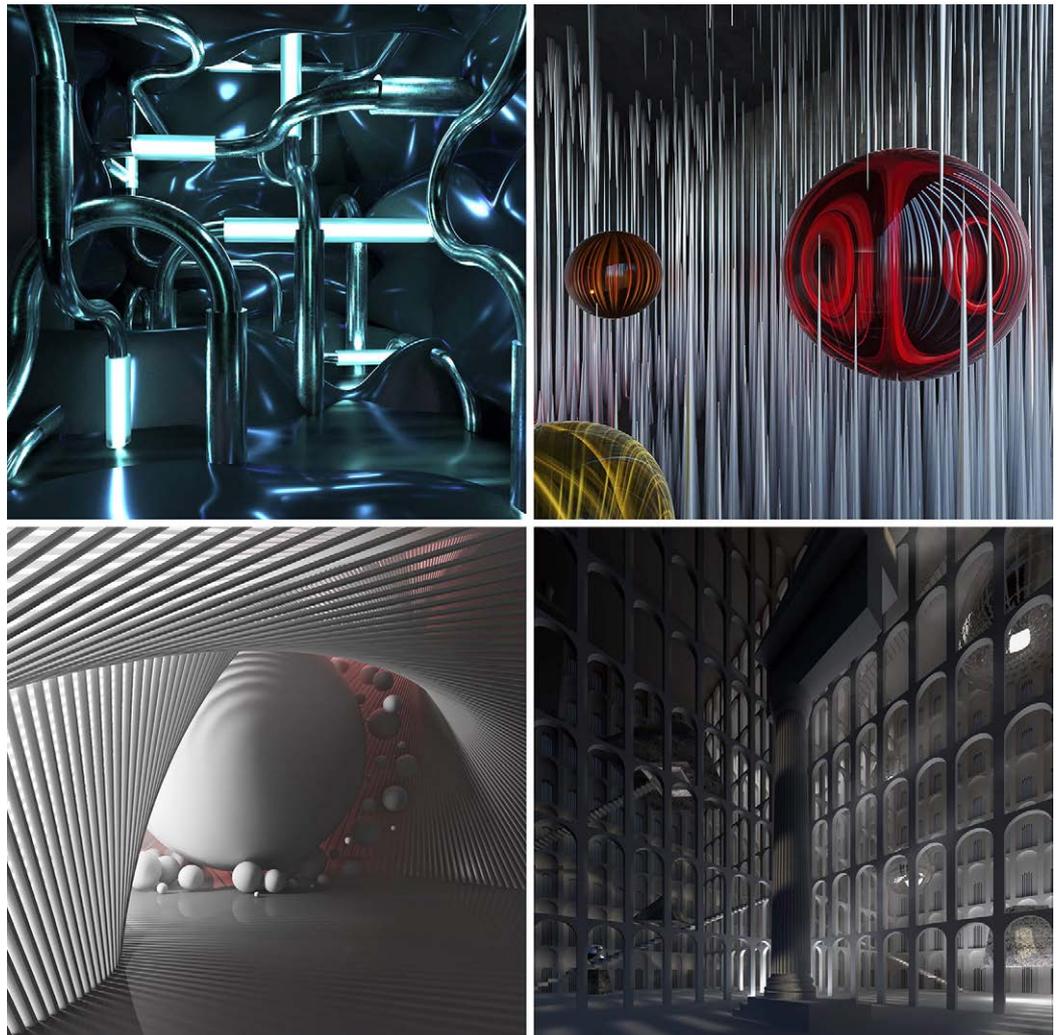


Fig. 10. A selection of cases for which static images have been rendered: a) *L'Ugola* (render by Vittoria Latour); b) *2020* (render by Sara Bartoloni); c) *Etere* (render by Valeria Allochis); d) *Classicità* (render by Mattia De Bonis).

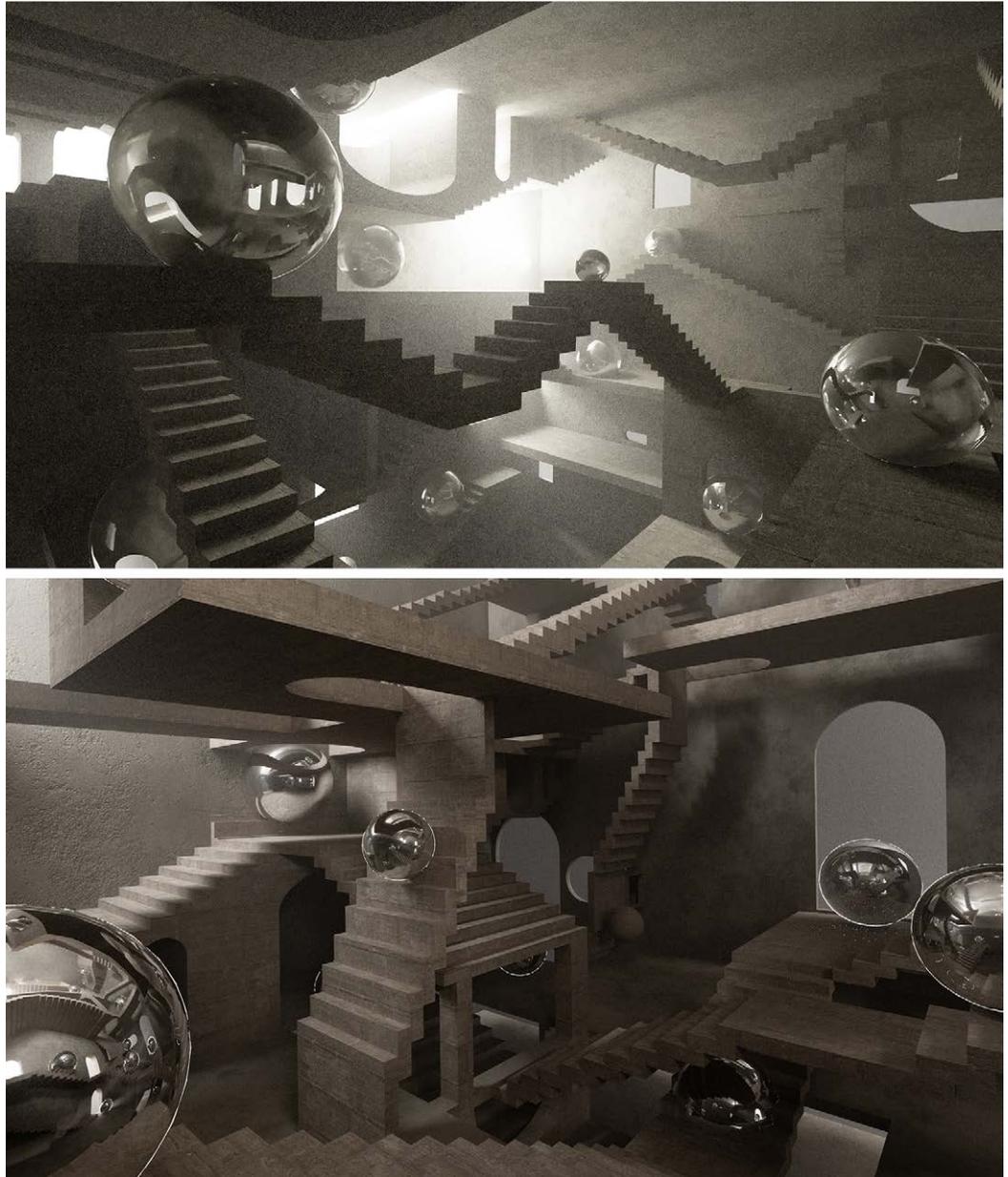


Fig. 11. Screens taken from the VR experience *Upside Down Mirrored*. Project by Ivy Stefanie Ramos Baclig, VR experience made by the authors.

move slowly to emphasize the feeling of suspension.

Penombra (fig. 12), on the other hand, seeks to recreate spatial complexity through the compositional language of Tadao Ando. Concrete surfaces guide the user along a circular corridor engraved with thin slits, with light filtering through them, creating volumetric beams in the semi-darkness. A sound of distant dripping invites exploration of a central cylindrical room, illuminated from above, while the water of the basin waves softly. A silent choreography of lights and shadows animates the end of the corridor, with the slow movement of a suspended sphere completing the atmosphere.

Conclusions

The numerous experiments on spatial complexity, only partially described here, aim to foster specific reflections on the individual's perceptual and emotional relationship with archi-

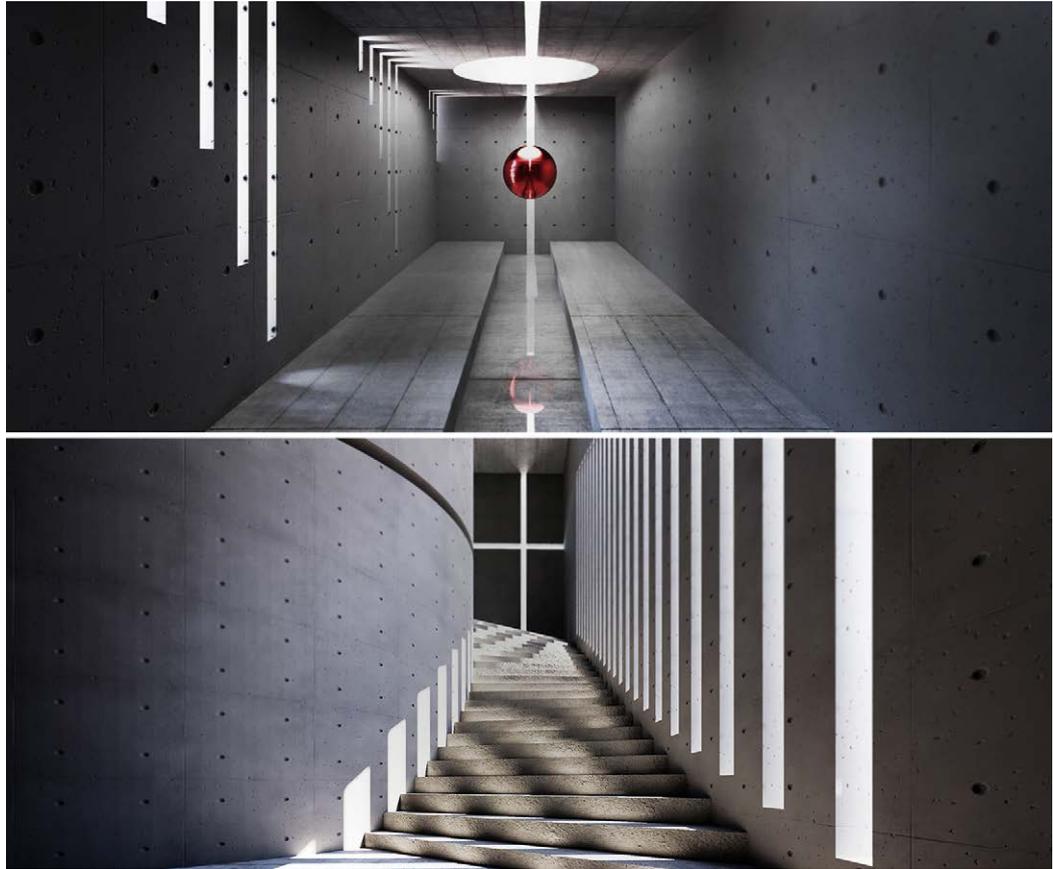


Fig. 12. Screens taken from the VR experience Penombre. Project by Marco Peperoni Romano.

ecture, often overlooked due to regulatory restrictions or functional requirements of the place. Temporarily freeing oneself from such limitations, following an exercise of pure and abstract imagination of the atmosphere, can be useful for (re)thinking space according to the suggestions of those who inhabit it, fostering interesting insights for real design. The use of software for digital rendering, and even more so for virtual reality experience, also allows for broad and free experimentation of space, offering a rapid, immersive, and realistic tool for exploring themes such as the design of the immaterial.

Acknowledgments

For renders and graphic elaborations, thanks to: Valeria Allochis, Sara Bartoloni, Ivy Stefanie Ramos Baclig, Sharon Bondi, Leonardo Bongiorno, Ludovica Calogiuri, Lorenzo Carbonari, Gianluca Coltellacci, Chiara Crisciotti, Carlotta Cuccu, Mattina De Bonis, Michela Di Seri, Sara Guarany, Matteo Imperoli, Vittoria Latour, Marco Peperoni Romano, Alessio Marinelli, Edoardo Valenti.

References

- Angelini, P., Celli, G. (2007). *Piranesi. Carceri d'invenzione*. Bergamo: Lubrina Bramani Editore.
- Casarin, C., Panza, P. (2020). *Giambattista Piranesi. Architetto senza tempo*. Cinisello Balsamo: Silvana Editore.
- Ernst, B. (2022). *The magic mirror of M. C. Escher*. Colonia: Taschen Edizioni.
- Locher, J. L., Veldhuysen, W. F. (2003). *Escher. Le magiche visioni*. Colonia: Taschen, Ediz. Illustrata.
- Mallgrave, H. F. (2015). *L'empatia degli spazi. Architettura e neuroscienze*. Milano: Raffaello Cortina Editore.
- Menconero, S. (2022). *Carceri piranesiane. Analisi e interpretazione di uno spazio immaginario*. Roma: Sapienza Università Editrice.

Morin, E. (1995). La stratégie de reliance pour l'intelligence de la complexité. In *Revue Internationale de Systémique*, 9 (2), pp. 105-113.

Piranesi, G. B. (2019). *Le carceri. Spazi immaginali dal caos*. Milano: Ghibli.

Purini, F. (2008). *Una lezione sul disegno*. Roma: Gangemi Editore.

Yourcenar, M. (2016). *La mente nera di Piranesi*. Tesserete: Pagine d'arte Editore.

Zumthor, P. (2007). *Atmosphère. Ambienti architettonici. Le cose che ci circondano*. Firenze: Electa.

Authors

Daniele Calisi, Università degli Studi Roma Tre, daniele.calisi@uniroma3.it

Stefano Botta, Università degli Studi Roma Tre, stefano.botta@uniroma3.it

To cite this chapter: Daniele Calisi, Stefano Botta (2024). Complessità spaziali. Genesis, rappresentazione e immersività di spazi astratti e multiscalari/ Spatial Complexity. Genesis, representation, and immersiveness of abstract and multiscale spaces. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (Eds.). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 149-174.