

Università IUAV di Venezia, corso di laurea in Architettura

**LABORATORIO DI TEORIE E METODI
DEL DISEGNO DI ARCHITETTURA**
a.a.2025/26

Fabrizio Gay e Irene Cazzaro

**Campo dei Miracoli a
Tokyo: istruzione pra-
tica degli esercizi di di-
segno**

ORCID®

Fabrizio Gay <https://orcid.org/0000-0002-5796-7744>

Irene Cazzaro <https://orcid.org/0000-0002-9484-1980>



Questo opuscolo è soggetto a *Creative Commons Attribution License*

CC BY-NC-SA 4.0.

Le immagini contenute in questo testo sono soggette a *Creative Commons License*

CC BY-ND 4.0.

The electronic open access version of this work is permanently available at

<https://classroom.google.com/c/MjM0Nzc5MzYyODha>

Published by

Università Iuav di Venezia, 2025

ISBN 9791257250034

I Università Iuav
- - - di Venezia
U
- - -
A
- - -
V

Campo dei Miracoli a Tokyo:

istruzione pratica degli esercizi di disegno

1.	Contenuti pratici e obiettivi formativi del corso.....	5
1.1	Progressione formativa del corso: dal disegno dal vero di “natura morta” all’abbozzo progettuale di una piazza a Tokyo	6
1.2	Elaborati iniziali: disegni di “natura morta” (dal vero e in geometria descrittiva) eseguiti in aula e a casa:.....	14
1.3	Elaborati finali	15
1.3	Numero e tipo degli elaborati	18
2.	Il tema progettuale dell’esercizio accademico	19
2.1	“Campo dei Miracoli” in Tokyo, Aoyama-dori	19
3.	Modello dell’area di progetto e dell’edificio Prada	25
3.1	base del modello	25
3.2	Edificio della Boutique Prada	25
3.3	Altri aspetti dell’edificio Prada da conoscere prima dell’ideazione e ai fini delle rappresentazioni finali.....	25
4.	Strumenti utili alla fabbricazione dei modelli (in carta e digitali) e per l’estrazione delle immagini da comporre nei grafici.	39
5.	Costruzione dei modelli in carta spessa o cartoncino	39
5.1	Disegno dello sviluppo.....	40
5.2	Riporto del disegno sul supporto da ritagliare.....	40
5.3	Ritaglio dei cartamodelli	40
5.4	Segnatura delle pieghe e incollatura dei lembi	42
6.	Elaborati euristici.....	42
7.	Ripresa fotografica a fini fotogrammetrici.....	51
7.1	Fotografia per la ricostruzione di una mesh fotografica 3D tramite fotogrammetria digitale a base di immagini	51
7.2	Fotografia per la fotogrammetria elementare	55
8.	Estrazione fotogrammetrica della mesh fotografica 3D	59
9.	Esportazione dalla mesh fotografica 3D per farne le immagini utili alla composizione dei grafici finali	63
10.	Editing e composizione dei grafici	67
10.1	Piante, sezioni e altri grafici in vera forma disegnati al solo tratto.....	67

10.2	Composizione dei grafici	73
11.	Esempi di grafici finali	75
11.1	Esempio di elaborati in proiezione ortogonale (Metodo di Monge e assonometrie ortogonali)	75
11.2	Ricapitolazione della procedura costruttiva con esempi di elaborati in tipi di assonometrie ortogonali isometriche e trimetriche correlate a rappresentazioni in vera forma	79
11.2	Ricapitolazione della procedura costruttiva con esempi di elaborati in Assonometria obliqua cavaliera e militare	95
11.3	Ricapitolazione della procedura con esempi di elaborati in Prospettiva a quadro frontale con pianta iposcopica (vista dal basso)	108
11.5	Ricapitolazione della procedura con esempi di elaborati in Prospettiva a quadro frontale relazionata a una pianta episcopica (vista dall'alto)	113
11.6	Ricapitolazione della procedura con esempi di elaborati in Prepositiva a quadro inclinato con pianta iposcopica	122
12.	Valutazione d'esame	129

1. Contenuti pratici e obiettivi formativi del corso

Il Laboratorio di Teorie e Metodi del Disegno di Architettura insegna la raffigurazione grafica — sia con mezzi analogici (disegno a mano libera, squadre, compasso) che digitali (software CAD, modellazione 3D, disegno parametrico) — come strumento espressivo fondamentale per la concezione, l'ideazione e l'esecuzione di artefatti architettonici e urbani. Il corso si propone di trasmettere:

- **Tecniche di immaginazione euristica** per sviluppare una capacità progettuale che unisca astrazione geometrica e concretezza percettiva.
- **Metodi di rappresentazione tecnica** universalmente adottati in architettura (proiezioni ortogonali, assonometrie, prospettive).
- **Elementi di morfologia geometrica delle curve e delle superfici** (fino al quarto ordine), con attenzione alla loro rilevanza estetica e culturale.

L'obiettivo è formare gli studenti a un uso consapevole, competente e critico del disegno, inteso come linguaggio tecnico e poetico per:

- Esplorare forma, struttura e composizione degli artefatti architettonici e urbani.
- Tradurre idee in rappresentazioni visive e spaziali tecnicamente leggibili.
- Produrre prefigurazioni grafiche utili alle decisioni progettuali.

Il corso, rivolto a studenti provenienti da percorsi scolastici eterogenei (licei, istituti tecnici, professionali o sistemi formativi esteri), deve raggiungere questi obiettivi in un solo trimestre (ottobre-dicembre 2025). Entro gennaio 2026, ogni discente dovrà:

- Disegnare agevolmente a mano libera usando tecniche grafiche di base.
- Padroneggiare con sicurezza i metodi proiettivi (proiezioni ortogonali, assonometrie, prospettive) a tutte le scale (dal dettaglio costruttivo alla città: "*dal cucchiaino alla città*").
- Conoscere la basilare morfologia geometrica di curve e superfici.
- Avere un'impostazione di massima all'uso di strumenti digitali (CAD, modellazione 3D, disegno parametrico).
- Saper eseguire rilievi diretti e fotogrammetrici per la ricostruzione digitale di oggetti esistenti.
- Sviluppare l'immaginazione euristica attraverso schizzi, modelli e strategie di pensiero visivo per definire e comunicare l'intento progettuale.

L'estensione teorica del corso è visibile nell'elenco delle 50 domande (elencate a pag. ?), dalle quali verranno estratti a sorte gli argomenti per la discussione d'esame.

Oltre alla comprensione concettuale, si richiede una buona capacità performativa nell'espressione grafica, intesa come capacità di usare il disegno come strumento di progettazione e comunicazione.

1.1 Progressione formativa del corso: dal disegno dal vero di “natura morta” all’abbozzo progettuale di una piazza a Tokyo

Il corso raggiunge i propri obiettivi formativi attraverso una **sequenza ordinata e progressiva di esercizi pratici**, affiancati da **proposizioni teoriche** di tipo geometrico, psicoperceptivo ed estetologico. L’approccio didattico mira a **tradurre sistematicamente le competenze teoriche in abilità tecnico-pratiche**, richiedendo:

a) un’**alternanza iniziale stretta** tra teoria e pratica, con focus su geometria descrittiva, disegno dal vero e categorie della morfologia geometrica; b) l’adozione di un **metodo didattico basato sul ciclo di retroazione** tra teoria e pratica; c) una **progressione degli argomenti** che parte dal disegno dal vero di oggetti semplici e arriva alla rappresentazione geometrica e tecnica di oggetti edilizi a scala urbana.

All’interno di questa progressione, le materie sono organizzate come segue:

- I **fondamenti della geometria descrittiva** sono trasmessi attraverso l’alternanza tra risoluzione di problemi metrici e grafici (nei vari metodi di rappresentazione) e il parallelo esercizio del disegno dal vero in proiezione parallela (secondo consuetudini rappresentative estremo-orientali), applicato a “nature morte” con soggetti a riferimento architettonico, forniti attraverso cartamodelli da montare.
- I **fondamenti pratici della stereotomia** sono insegnati utilizzando i cartamodelli degli oggetti ritratti nella “natura morta”, rappresentati geometricamente nei diversi metodi proiettivi.
- L’**approccio alle scale architettoniche** (dal particolare al complessivo) viene introdotto tramite cartamodelli che riproducono involucri esterni di edifici in scala 1:200, alcuni dei quali sono successivamente approfonditi con rappresentazioni tecniche e fotografiche.
- La **produzione di grafici a scopo euristico** nella progettazione viene affrontata solo nella fase avanzata del corso, attraverso la **rivalutazione degli elaborati iniziali** alla luce del tema progettuale “*Campo dei Miracoli a Tokyo, Aoyamadori*”, per il quale si illustrano le strategie di prefigurazione grafica e i criteri di valutazione estetologica dei grafici finali.

La formazione si svolge tra:

- una **fase iniziale** di familiarizzazione con il tracciamento dei segni su carta, gli assiomi della geometria proiettiva, la pratica delle trasformazioni proiettive e la semiotica pragmatica degli elaborati grafici;
- una **fase finale** di rielaborazione progettuale **consapevole, limitata e guidata**, finalizzata a produrre grafici adatti al portfolio di laurea.

Non essendo realisticamente possibile richiedere un “progetto” compiuto a studenti che, all’ingresso del corso, presentano generalmente una **cultura architettonica ancora elementare**, il corso si limita a strutturare un percorso in cui il disegno è insegnato in funzione dei suoi scopi specifici, pur nei vincoli di un arco temporale di tre mesi e di un numero ridotto di letture. Ciò avviene **senza sovrapporsi** ai contenuti dei corsi di progettazione.

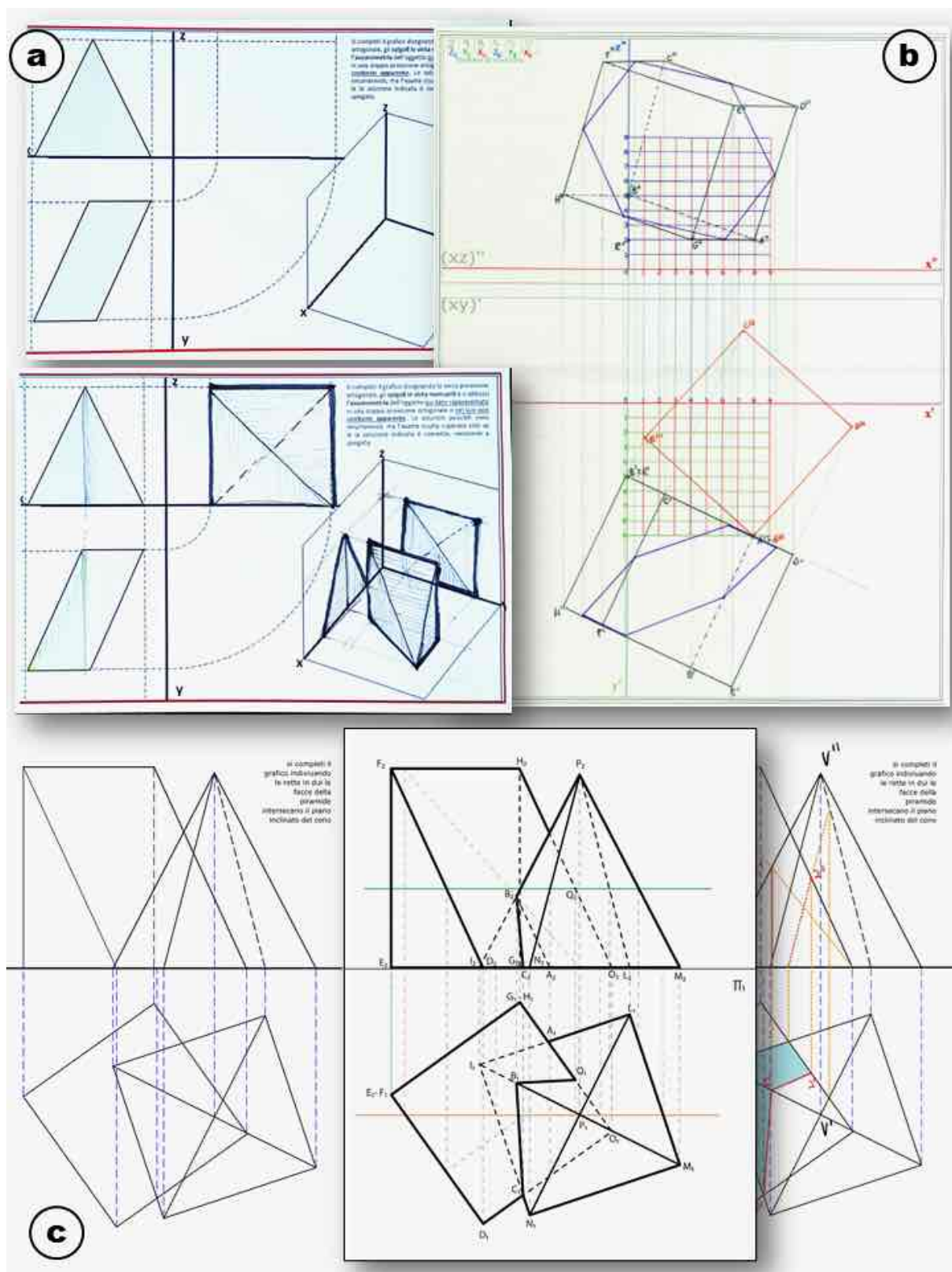


Figura 1 – Esercizi iniziali di geometria descrittiva: a) determinazione degli spigoli in vista e della terza immagine mongiana di una superficie; b) rappresentazione di un cubo in posizione generica e individuazione della sua sezione piana a contorno esagonale. C) Problemi grafici assegnati: intersezioni di poliedri semplici.

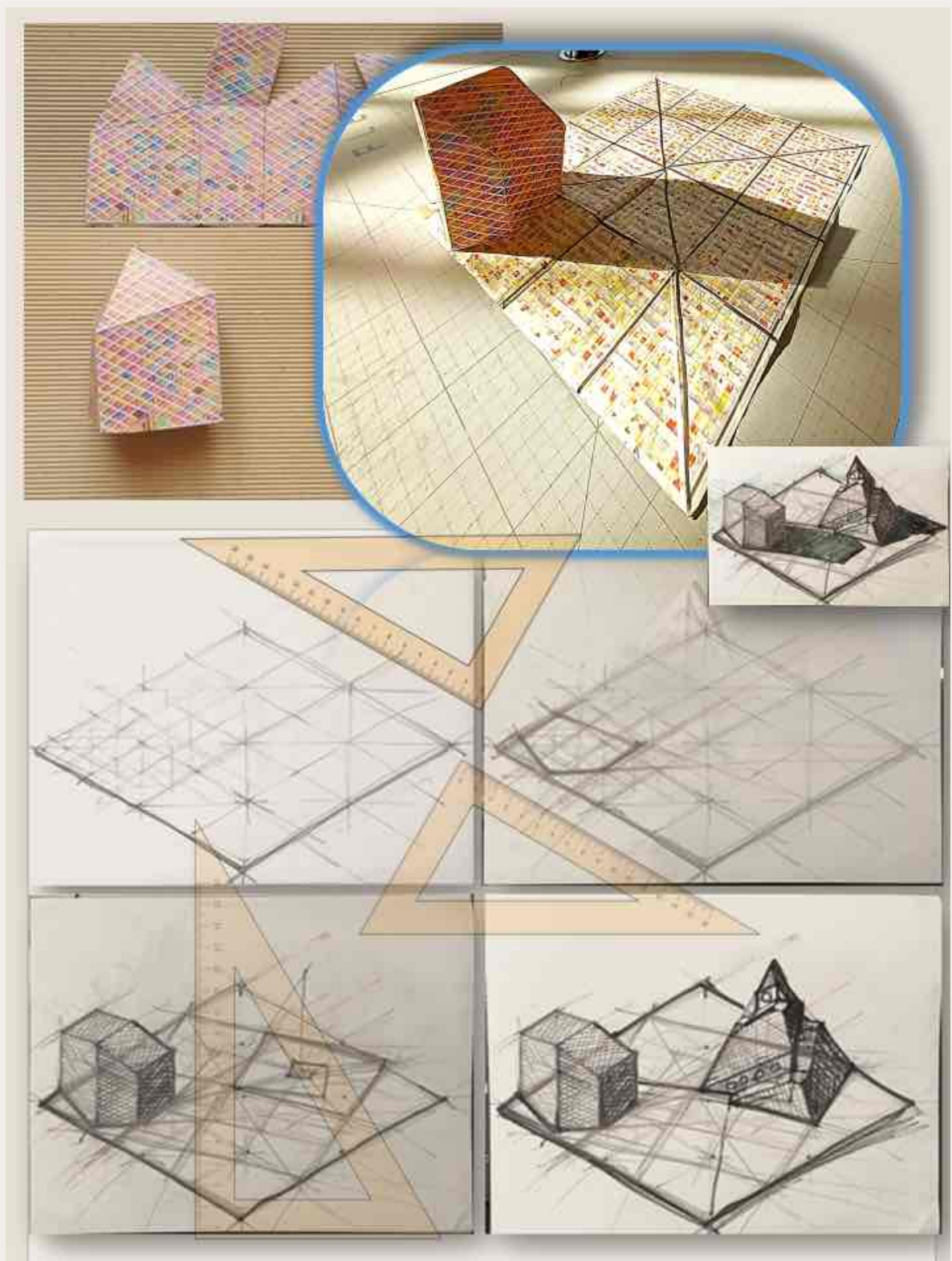


Figura 2 - Dal cartamodello al disegno dal vero in proiezione parallela.

Costruito e assemblato un poliedro a forma edilizia in carta scelto tra quelli forniti alla pagina web del corso, lo si dispone su un foglio quadrettato e lo disegna a matita e pennarello, sotto una luce a fonte unica e semplice, lo si disegna traducendo la vista naturale (prospettica) in un grafico in proiezione parallela (linee parallele tra loro nella realtà restano tali anche nel grafico). La pianta è tracciata in affinità omologica per garantire precisione geometrica, secondo lo stile estremo-orientale, che privilegia chiarezza e rigore sulla resa illusionistica.

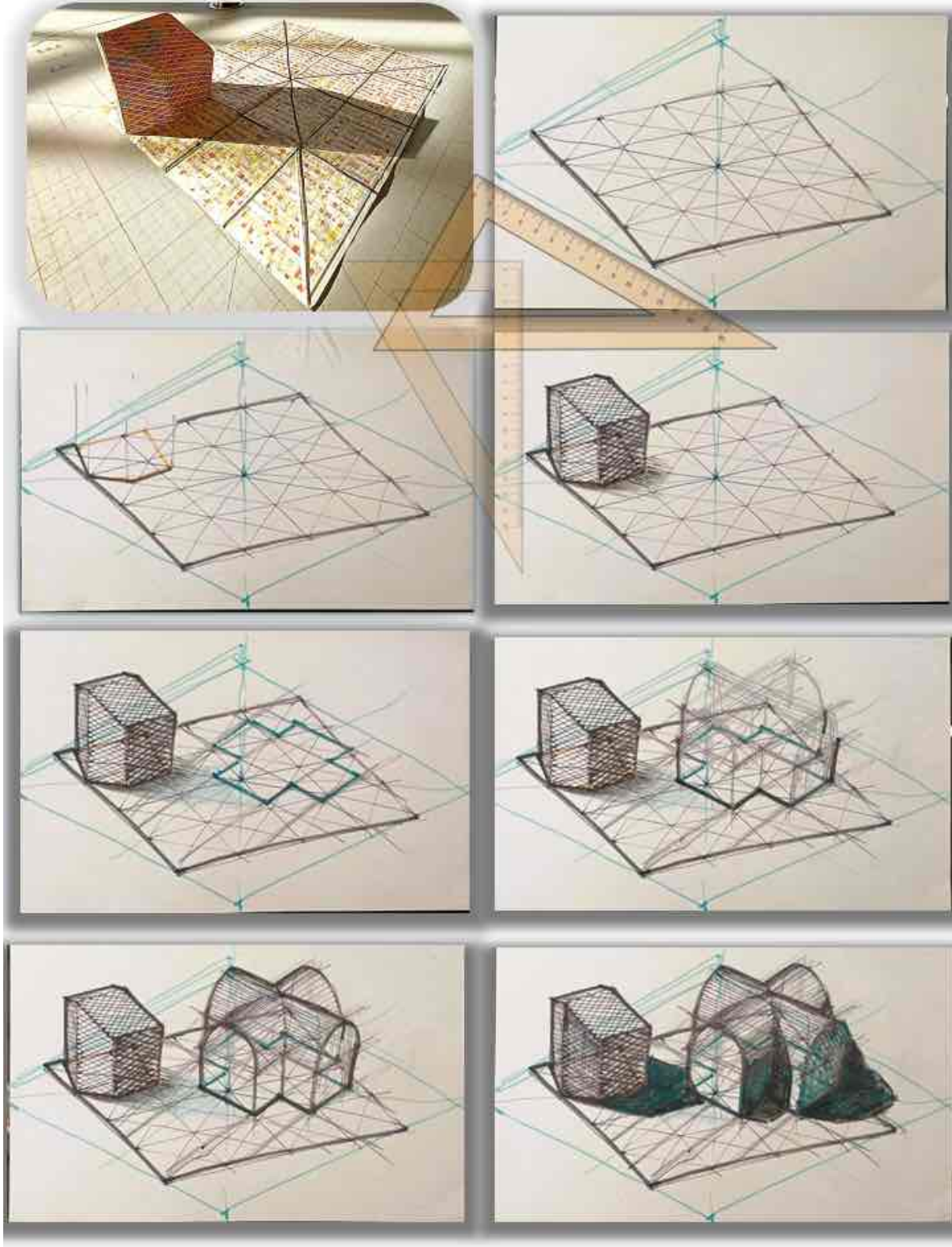


Figura 3 - Disegno dal vero di poliedri in proiezione parallela"

Composizione di due oggetti poliedrici (da cartamodelli online), disposti su un foglio quadrettato (40×40 cm) e illuminati da una singola fonte. Il disegno, eseguito in proiezione parallela (linee parallele conservate), è ripetuto in secondo assonometrie ortogonali generiche che possono anche essere ricavate all'interno dello schema in assonometria ortogonale isometrica,

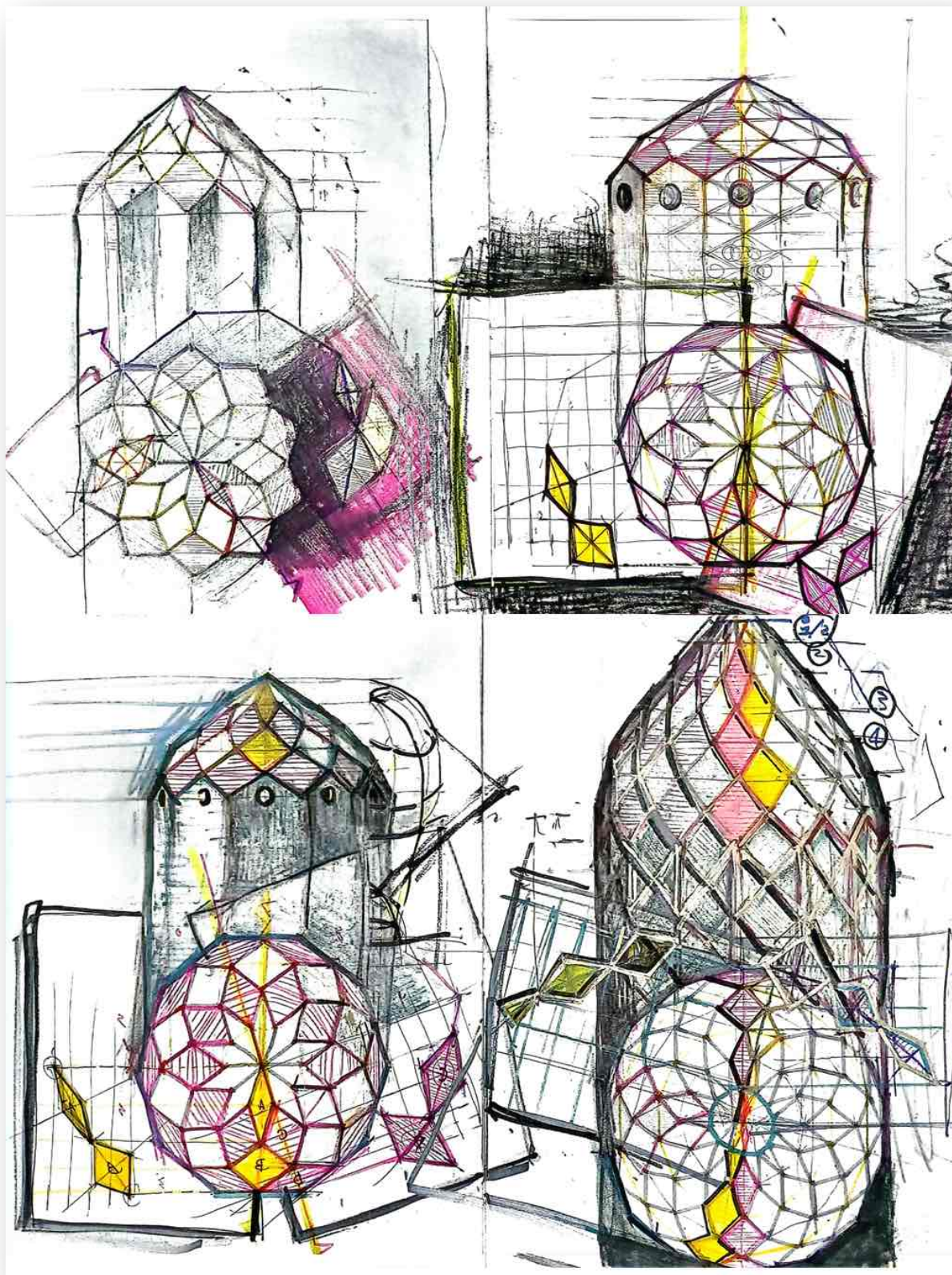


Figura 4 – Proiezioni ortogonali di varianti del corpo detto “Battistero” il cui cartamodello è fornito nella pagina web del corso. Qui sono esemplificate varianti della cupola accompagnate dalla restituzione in

vera forma nell'annesso sviluppo in piano delle faccette romboidali che sono concepite in modo da formare la cupola con sequenze di spigoli lungo lossodromie della superficie.

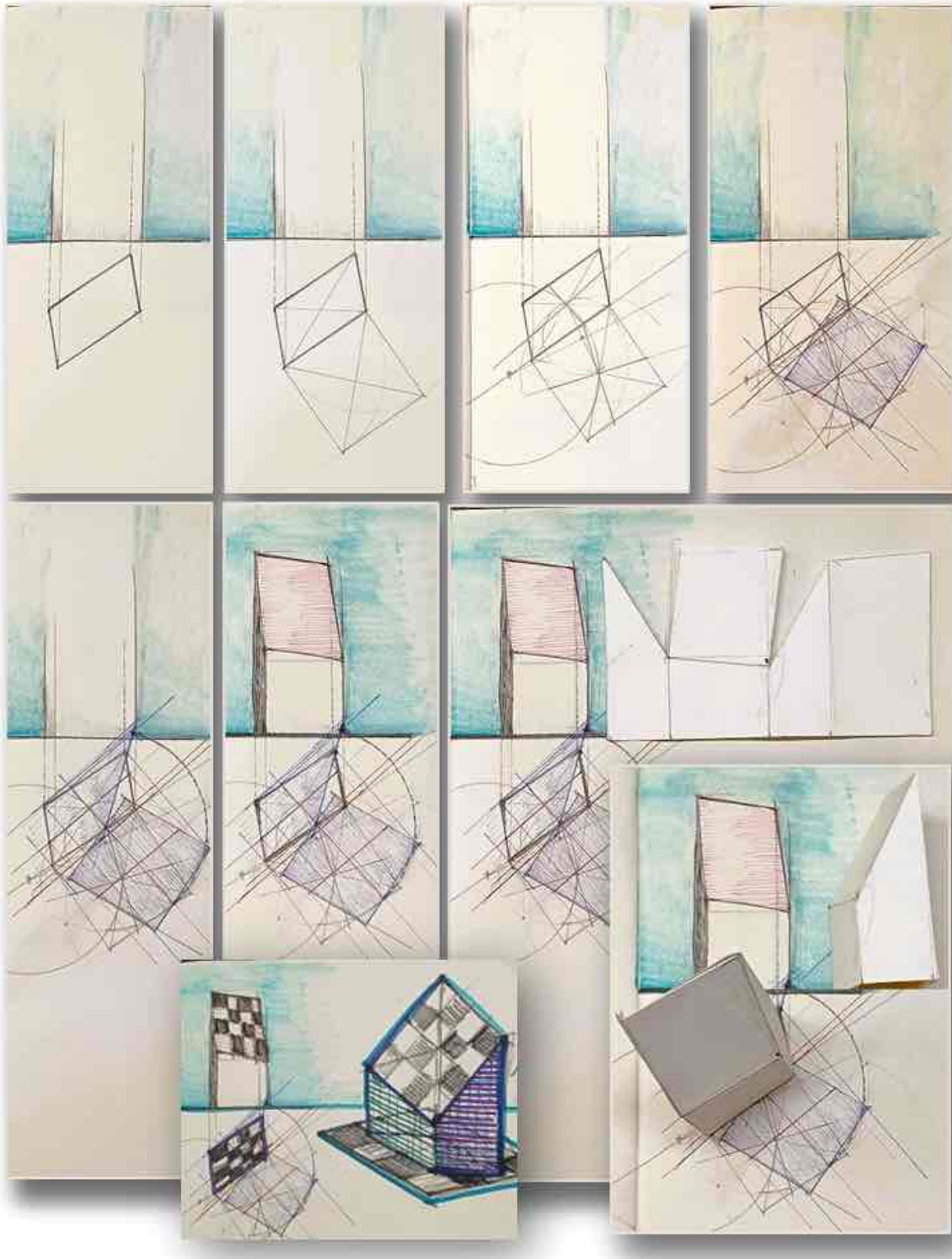


Figura 5 – Determinare la giacitura che seziona in un esatto quadrato un generico prisma retto a base in forma di parallelogrammo.

Come applicazione della teoria delle affinità omologiche, l'esercizio richiede la prefigurazione di un poliedro in cartoncino tale che sia un prisma retto di assegnata base a forma di parallelogrammo e abbia la

faccia superiore quadrata. L'esercizio illustrato consiste nel trovare l'inclinazione esatta del piano che taglia il prisma in una sezione quadrata attraverso un'affinità omologica che individua esattamente le direzioni di massimo pendio e quelle di pendio nullo dal piano cercato. .

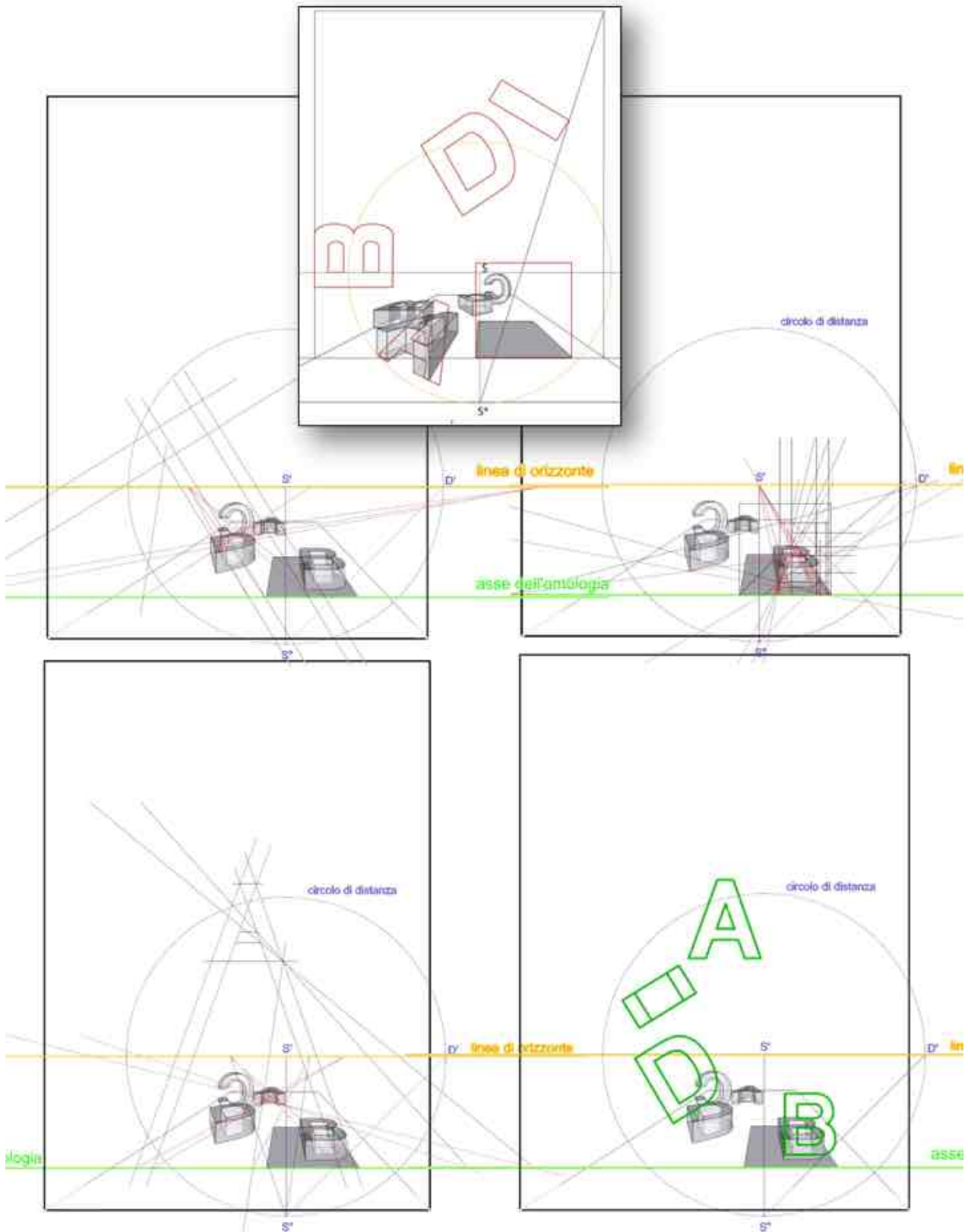


Figura 6 - Applicazione della teoria dell'omologia generale ai casi della costruzione della prospettiva e della restituzione prospettica (secondo la teoria delle proiezioni centrali). In questo caso è richiesta l'individuazione in vera forma della vista zenitale delle figure disposte sul piano orizzontale raffigurato qui in proiezione centrale. Si richiede l'individuazione dell'orientamento interno della proiezione centrale e la costruzione dell'omologia che trasforma in "vera forma" il piano raffigurato prospetticamente.

1.2 Elaborati iniziali: disegni di “natura morta” (dal vero e in geometria descrittiva) eseguiti in aula e a casa:

Il corso prende avvio con una serie di esercizi mirati a sviluppare la capacità di tradurre l’osservazione diretta dal vero in rappresentazione geometrica. Gli elaborati, da svolgersi sia in aula sia individualmente a casa, si articolano in quattro fasi progressive, ciascuna finalizzata all’acquisizione di competenze specifiche nel disegno tecnico e nella geometria descrittiva.

Dal 7 ottobre 2025

Su fogli prestampati consegnati in aula si chiede di completare i grafici ivi figurati (vedi Figura 1a)., aggiungendo la terza proiezione ortogonale, i tratti interni del contorno apparente e gli spigoli visibili di una superficie data. Segue la realizzazione a mano libera di una vista assonometrica dello stesso soggetto nel riferimento stampato sul foglio. Contemporaneamente, viene assegnato per caso il disegno dal vero di una composizione di almeno due oggetti poliedrici, costruiti a partire dai cartamodelli disponibili online: vedi Figura 2. Gli oggetti, disposti liberamente su un foglio quadrato e quadrettato di 40 cm di lato e illuminati da una singola fonte luminosa, devono essere riprodotti in proiezione parallela, secondo le consuetudini rappresentative della grafica estremo-orientale. L’esercizio viene poi ripetuto usando come schema sia l’assonometria ortogonale isometrica, sia diverse assonometrie ortogonali generiche, come illustrato nelle figure di riferimento (vedi Figura 3).

Dal 14 ottobre 2025

Come illustrato in Figura 1b, si chiede la costruzione di un cubo genericamente posto rappresentato nel metodo di Monge e che abbia le seguenti proprietà: 1° il segmento AB i cui estremi hanno le coordinate indicate dalle cifre del proprio numero di matricola: $A = (x_A, y_A, z_A)$, $B = (x_B, y_B, z_B)$, 2° il cubo la cui faccia inferiore ha AB come lato e lati adiacenti AD e BC in giacitura orizzontale, 3° Individuare una delle sezioni piane IGKLMN che taglia le facce del detto cubo in un esagono regolare.

Vengono inoltre risolti problemi grafici su fogli prestampati (vedi Figura 1c). Infine, come si esemplifica in Figura 4, si chiede di rappresentare in doppia proiezione ortogonale gli oggetti poliedrici costruiti in carta, con particolare attenzione al modo in cui si determina la vera misura degli spigoli e degli angoli delle facce.

Dal 21 ottobre 2025

Trattando l’applicazione della teoria delle affinità omologiche si richiede la prefigurazione di un prisma retto con base a parallelogrammo (diverso per ciascun discente) e si richiede che la faccia superiore del poliedro sia quadrata. L’obiettivo è dunque determinare l’inclinazione esatta del piano che interseca il prisma in una sezione quadrata (vedi Figura 5).

Dal 28 ottobre 2025

Affronta la **teoria dell’omologia generale** si fa riferimento applicativo alla costruzione della prospettiva e alla restituzione prospettica e alla fotogrammetria elementare. Ogni studente riceve fogli prestampati con configurazioni diverse sul recto e sul verso:

- Sul **recto**, data una proiezione centrale di corpi a forma di caratteri tipografici poggiati su un piano orizzontale, si chiede di ricavare la vista zenitale in vera forma del piano orizzontale. (vedi Figura 6)
- Sul **verso**, data la vista zenitale di una diversa configurazione di caratteri, si chiede di fare il percorso inverso, costruendo una prospettiva della quale si sceglie liberamente l'orientamento interno.

Novembre – dicembre 2025

Con l'avvio dell'elaborazione dei grafici finali, le lezioni prevedono esercitazioni di ricapitolazione su:

- assonometria sezionata di edifici con sistemi voltati (11 novembre);
- rappresentazione di un iperellissoide di Lamé (18 novembre);
- restituzione planimetrica e in sezione di spazi interni da prospettive pittoriche (25 novembre);
- tracciamento di ombre in grafici assonometrici (2 dicembre);
- eidotipi di rilevamento a vista di oggetti a scala edilizia (9 dicembre);
- disegni progettuali estemporanei in simulazione d'esame di Stato (16 dicembre).

Questa sequenza, progressiva e strutturata, accompagna lo studente dall'osservazione diretta alla rappresentazione geometrica e progettuale, integrando teoria e pratica.

1.3 Elaborati finali

La formulazione del tema d'esercizio d'esame spiegata in queste pagine (e preventivamente presentata in aula) è indirizzata genericamente agli studenti di primo anno provenienti dai più diversi indirizzi di studio della scuola secondaria. È un tema d'esame concepito pedagogicamente per una formazione o un apprendistato (da compiersi in soli due mesi e mezzo) nei **tre tipi pragmatici (esecutivo, euristico, e artisticamente autonomo)** di elaborati grafici per **espressione ideativa dell'architettura**: siano essi realizzati con mezzi grafici e/o digitali. Si noti bene che: ogni studentessa e studente di questo corso è libero/a di proporre ai docenti del corso un tema personale di esercitazione d'esame, un tema che può scegliere a seconda delle proprie conoscenze pregresse, delle proprie capacità, dei propri interessi o curiosità.

Agli elaborati d'esame è richiesta una migliore qualità esecutiva rispetto agli esercizi svolti in aula perché, a differenza dei semplici esercizi-test, tali grafici d'esame le possono valere come pagine del portfolio di laurea, cioè, dovrebbero essere rappresentativi delle competenze e *performance* raggiunte alla fine del corso. Dunque, per "elaborati d'esame" intendiamo tutte le immagini in forma di grafici in formato digitale (.pdf, .jpg, .tiff, ecc.) che sia possibile candidare come possibili pagine del portfolio di laurea. Con le indicazioni che seguono intendiamo aiutare la redazione di questi pochi grafici nel modo più comodo e semplice destinabili al portfolio che, ricordiamo, è un documento tipografico generalmente stampato in fogli di formato UNI A4 con impaginazione che tenga conto, ove possibile e utile, di chiare relazioni proiettive tra immagini di grafici posti in pagine affiancate. [vedi gli esempi in Figura 7] Saranno forniti

ulteriori esempi a riguardo. La valutazione degli elaborati d'esame è relativa a tre aspetti:

- a) alla **qualità architettonica del progetto** (verosimiglianza funzionale e strutturale, strategia plastica e pregnanza iconica, ecc.) almeno per come risulta espressa attraverso gli elaborati euristici e tecnici a una scala d'informazione 1:200 e eventuali approfondimenti;
- b) **all'efficacia espressiva degli elaborati** euristici nel definire i caratteri figurativi del progetto;
- c) **alla correttezza geometrica descrittiva e grafica degli elaborati** tecnici che dovranno seguire i metodi di rappresentazione della geometria descrittiva (come esemplificati qui nel seguito) e il codice grafico necessario a distinguere le linee che rappresentano corpi sezionati, in vista, in proiezione, piani di sezione, orientamenti, assi o linee di richiamo, ecc. Elaborati non correttamente "leggibili" non saranno ammessi alla valutazione d'esame.

È inteso che con sono considerati "elaborati d'esame" tutti e soli quei grafici che hanno le qualità per essere usati come pagine del proprio portfolio di laurea. Dunque, le caratteristiche grafiche e tipografiche degli elaborati tengono conto del fatto che il Portfolio personale, in quanto oggetto di discussione dell'esame di laurea triennale in architettura, dev'essere (stando a quanto oggi si prescrive) stampato e rilegato in formato UNI A4 (21 x 29,7 cm), dunque, concepito come un tipo di «libro», tenendo conto, ove possibile e utile, delle relazioni visive (e geometricamente proiettive) tra immagini su pagine affiancate [vedi l'esempio in Figura 7].



elaborati euristici di progettazione (schizzi, collage, diagrammi, mood board, ...) compresa l'eventuale analisi morfologica della Boutique Prada e l'uso di immagini prodotte attraverso intelligenza artificiale generativa; I materiali degli elaborati euristici – come spiegheremo dopo - possono essere prodotti nel modo più libero, tuttavia è richiesta una loro selezione in qualche immagine significativa.

elaborati tecnici sono quelli che contengono rappresentazioni leggibili secondo i metodi di rappresentazione della geometria descrittiva

a) per **proiezione parallela** e

b) per **proiezione centrale**,

tutti a una certa **scala d'informazione**.

In particolare, si richiedono:



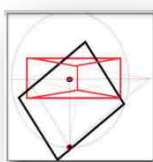
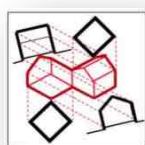
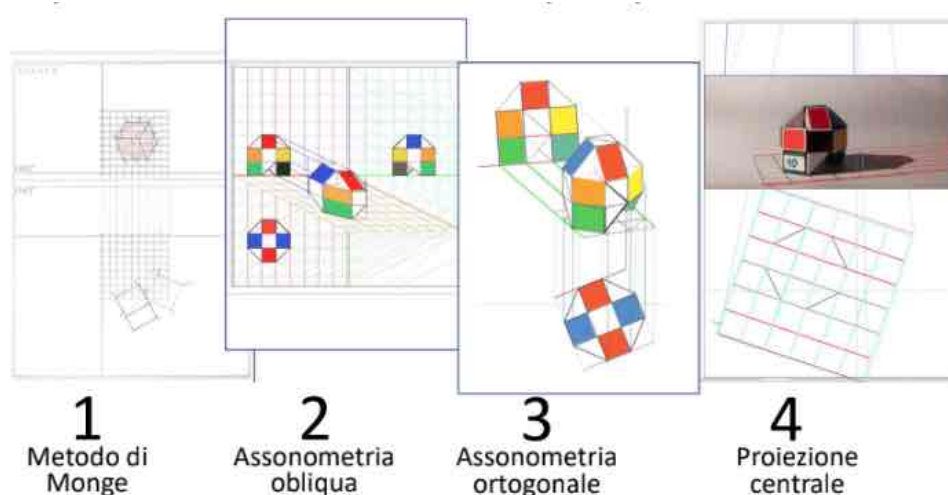
grafici in proiezione parallela (assonometria ortogonale od obliqua collegata in affinità omologica con opportune immagini di rappresentazione in vera forma, come le sezioni orizzontali e/o verticali, prospettici ecc.),

Figura 7- Esempi di schemi di impaginazione di pagine del portfolio di laurea riferite agli elaborati di questo corso di Disegno che tengono conto dei nessi proiettivi dei grafici pubblicati in due pagine affiancate. In alto: bozze d'impaginazione; in basso: esempi in bozza e a stampa.

1.3 Numero e tipo degli elaborati

La richiesta minima è che l'insieme dei grafici realizzi un'adeguata descrizione (grafica e/o fotografica) della composizione progettata in senso euristico, geometrico e visuale:

Dunque, si richiede che tali rappresentazioni in assonometria o proiezione centrale siano protettivamente connesse a rappresentazioni in vera forma. Si tratta di almeno tre tra le seguenti quattro elaborazioni che esemplifichiamo abbondantemente in queste istruzioni:



I grafici nei metodi di rappresentazione in “**proiezione parallela**” sono tipicamente rappresentazioni nel metodo di Monge e nelle assonometrie (ortogonali od oblique) connesse con almeno un'immagine in vera forma (prospetto, sezione, pianta, schema costruttivo piano) del corpo rappresentato: tale connessione è un' affinità omologica (ortogonale od obliqua) opportunamente scelta a seconda che la rappresentazione sia l'assonometria di un corpo visto dall'esterno oppure quella di un interno e, principalmente, a seconda del tipo di assonometria (ortogonale oppure obliqua). Daremo nel seguito molte esemplificazioni.

Il secondo tipo di grafici prevede la composizione di immagini dell'oggetto in **proiezione centrale** (prospettiva, fotografia, rendering del modello, ...) composto con almeno una immagine in vera forma del medesimo oggetto connessa alla precedente da un'omologia generale.

L'immagine in proiezione centrale può essere costituita in diversi modi:

- a) da una **fotografia dell'oggetto** dalla quale sia possibile ricavare l'orientamento interno, ovvero, la posizione del punto di fuga principale e della distanza principale;

- b) da un modello digitale in forma **mesh fotografica 3D** ricavato per fotogrammetria a base di immagini.
- c) da una visualizzazione (**rendering**) in prospettiva del modello digitale dell'oggetto;
- d) **tracciata a mano in prospettiva** a partire dalla pianta o dalla sezione in vera forma dell'oggetto

Il **tracciamento dei grafici** può avvenire nei modi preferiti: sia che li si tracci interamente a mano, sia che ci si avvalga di strumenti di modellazione digitale, sia che si usino modi composti di fasi di disegno a mano e fasi di elaborazione digitale e stampa parziale dei grafici.

Nel seguito diamo esemplificazioni dettagliate di tutti i tipi di grafici richiesti e ricapitolazioni dei procedimenti di costruzione geometrica e di tracciamento grafico con mezzi digitali o a mano.

2. Il tema progettuale dell'esercizio accademico

Per istruire la produzione e la valutazione comparativa degli elaborati d'esame con i criteri su esposti è necessario fissare un minimo **tema progettuale**, anche se l'esercizio non consiste in un progetto architettonico completo paragonabile a quelli che si svolgono nei laboratori di progettazione architettonica. Non si richiede la definizione completa di un organismo architettonico o urbano, ma solo la definizione di alcuni suoi aspetti morfologici e strutturali a scala d'informazione 1:200, secondo le richieste specifiche del tema che illustriamo di seguito.

2.1 "Campo dei Miracoli" in Tokyo, Aoyama-dori

Si richiede di Immaginare un nuovo "Campo dei Miracoli" a Tokyo che sorge nei dintorni del viale Aoyama-dori, in un'area che mescola con audacia il fascino della tradizione e l'avanguardia architettonica. L'area di progetto è puramente pretestuale e indicata solo con approssimazione nella fig. 2: un quadrato di circa 80 metri di lato che include nell'angolo a Nord il **palazzo della boutique Prada** progettata da Herzog e De Meuron, spesso indicato come simbolo della modernità urbana del quartiere. [Figura 8]

Il nome commerciale di "**Campo dei Miracoli**" è da intendersi come invenzione di marketing, dato che l'area di progetto non è direttamente comparabile a quella della celebre piazza pisana. Si intende evocare nel nome la celebre piazza di Pisa — il Campo dei Miracoli, databile al periodo medievale e arricchito tra l'XI e il XIV secolo — per il fatto che il luogo vorrebbe imporre un'estetica basata su un vuoto percettivamente conteso da corpi isolati fortemente iconici. L'evocazione del Campo pisano assume una connotazione inedita nel contesto dinamico di Tokyo, prefigurando (secondo le intenzioni di marketing) un luogo dove la tradizione architettonica italiana si riflette in una reinterpretazione contemporanea.

Dunque, il nuovo e sedicente "Campo dei Miracoli" a Tokyo è concepito come uno spiazzo aperto, un vuoto urbano (80x80 m) simile a una piazza, circondato da edifici a torre e in linea o a impluvio o in altre fogge e tipi insediativi che, pur simili tra loro, mantengono una distanza di rispetto. Questo relativo isolamento conferisce a ciascun

edificio del campo una presenza scultorea autonoma, non molto simile (data la ristrettezza dello spazio) alla disposizione dei monumenti del Campo dei Miracoli di Pisa, quali la Torre Pendente, il Duomo, il Battistero e il Camposanto.

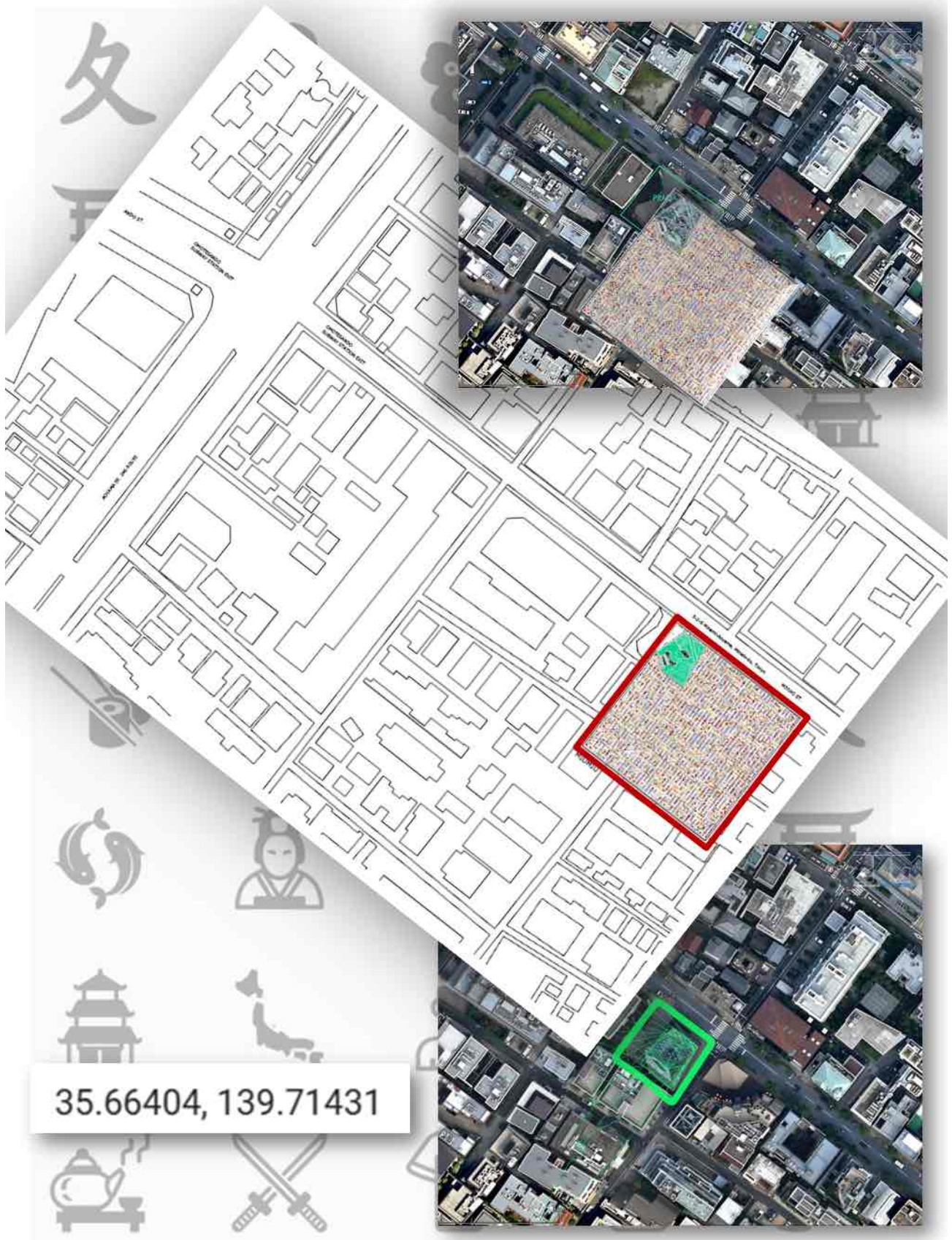


Figura 8 - Area pretestuale di progetto per il tema del corso con esatta indicazione delle coordinate geografiche e orientamento.

Gli edifici componenti, alti all'incirca tra i venti e i trentacinque metri, si ergerebbero con una plasticità drammatica, rivelando una tensione tra forma e spazio che solo vagamente si richiama l'effetto del luogo pisano, ma immerso nella frenesia di Tokyo.

I corpi progettati dovrebbero essere caratterizzati da forme iconiche, possibilmente specifiche e articolazioni volumetriche che s'impongono sulla linearità tipica delle strutture metropolitane. Dal punto di vista iconico, ogni corpo dovrebbe rinviare a uno stereotipo iconico reinterpretato: ex. la piramide, la torre di Babele, il prisma cristallino, l'impluvio, il padiglione, la basilica, ecc. Dunque, le forme di questi di questi corpi possono rifarsi a stereotipi architettonici tradizionali, reinterpretati in chiave contemporanea, secondo una veste modernista, magari grazie all'uso di materiali industriali e a un design dirompente. Oppure possono esplorare inedite articolazioni plastiche, proponendo forme inusuali che sfidano la gravità e il senso comune di verticalità.

Concorre a questi effetti di reinvenzione modernista di stereotipi iconici il fatto che ogni edificio di questo progetto dovrebbe presentare una facciata elaborata secondo pattern complessi, magari sincopati, per esempio, dove il ritmo dei moduli in vetro e acciaio crea una danza di riflessi e ombre che mutano con la luce del giorno.

Dal punto di vista plastico ogni corpo progettato dovrebbe distinguersi per la sua identità formale, magari con angoli sfaccettati e geometrie spigolose o sinuose che producono un contrasto dinamico con la linearità della strada e delle costruzioni circostanti.

In teoria il nuovo Campo dei Miracoli di Tokyo dovrebbe presentarsi come un'opera corale e contesa, dove la modernità architettonica si confronta con l'idea classica di monumento declinata paradossalmente nelle forme dell'identità visuale dell'artefatto architettonico.

Per questa ragione è richiesto che alla fine del progetto si scelga un nome e un logo al corpo o ai corpi progettati che contendono il medesimo spazio urbano del palazzo Prada. In altri termini, si richiede che le connotazioni iconiche e plastiche del proprio progetto siano interpretate da un nome e un marchio esistente o deliberatamente inventato.



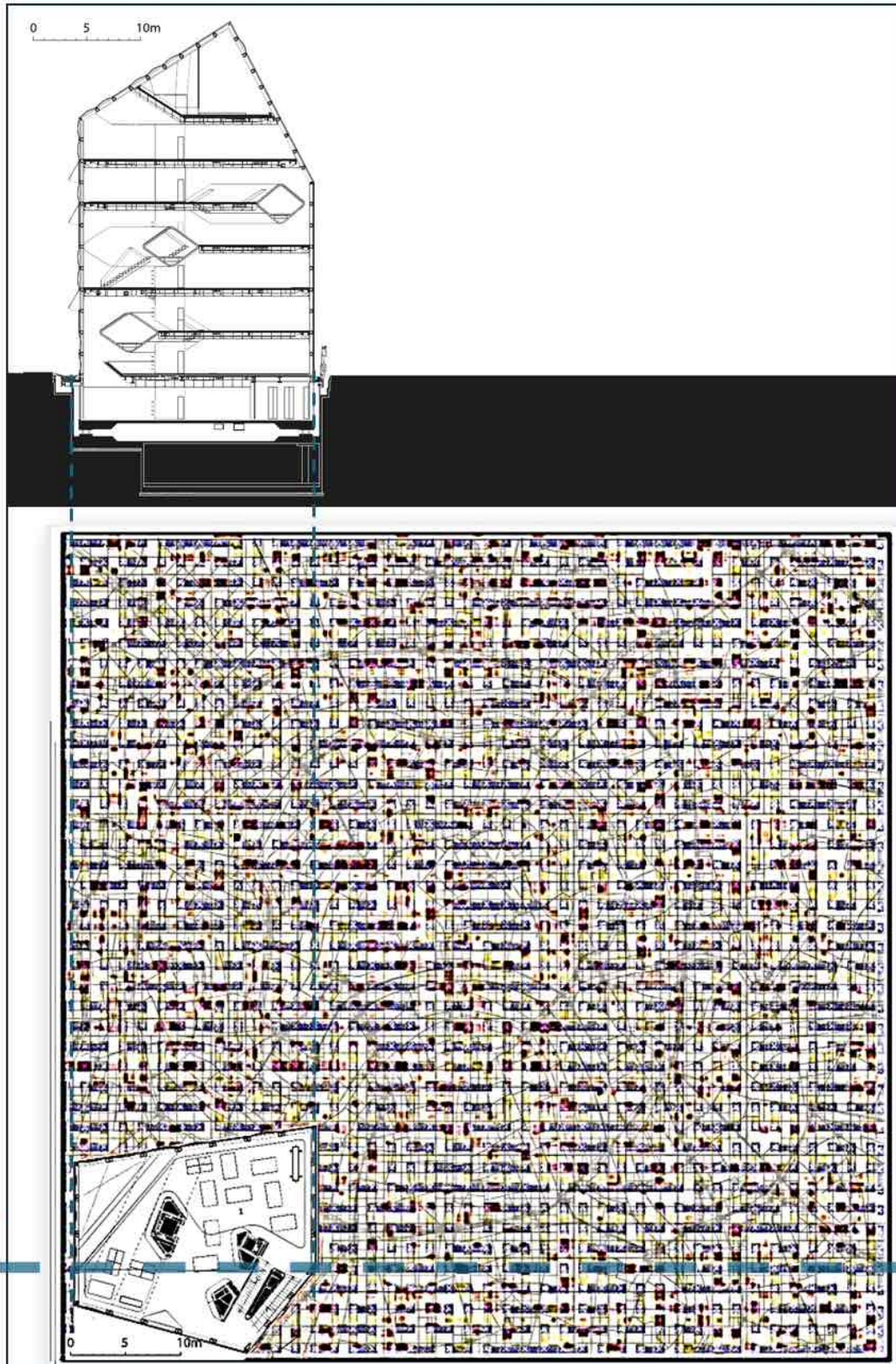


Figura 9- vista zenitale (planimetrica) e una sezione verticale in giacitura Nordest - Sudovest dell'area di progetto con indicato l'edificio di referenza.

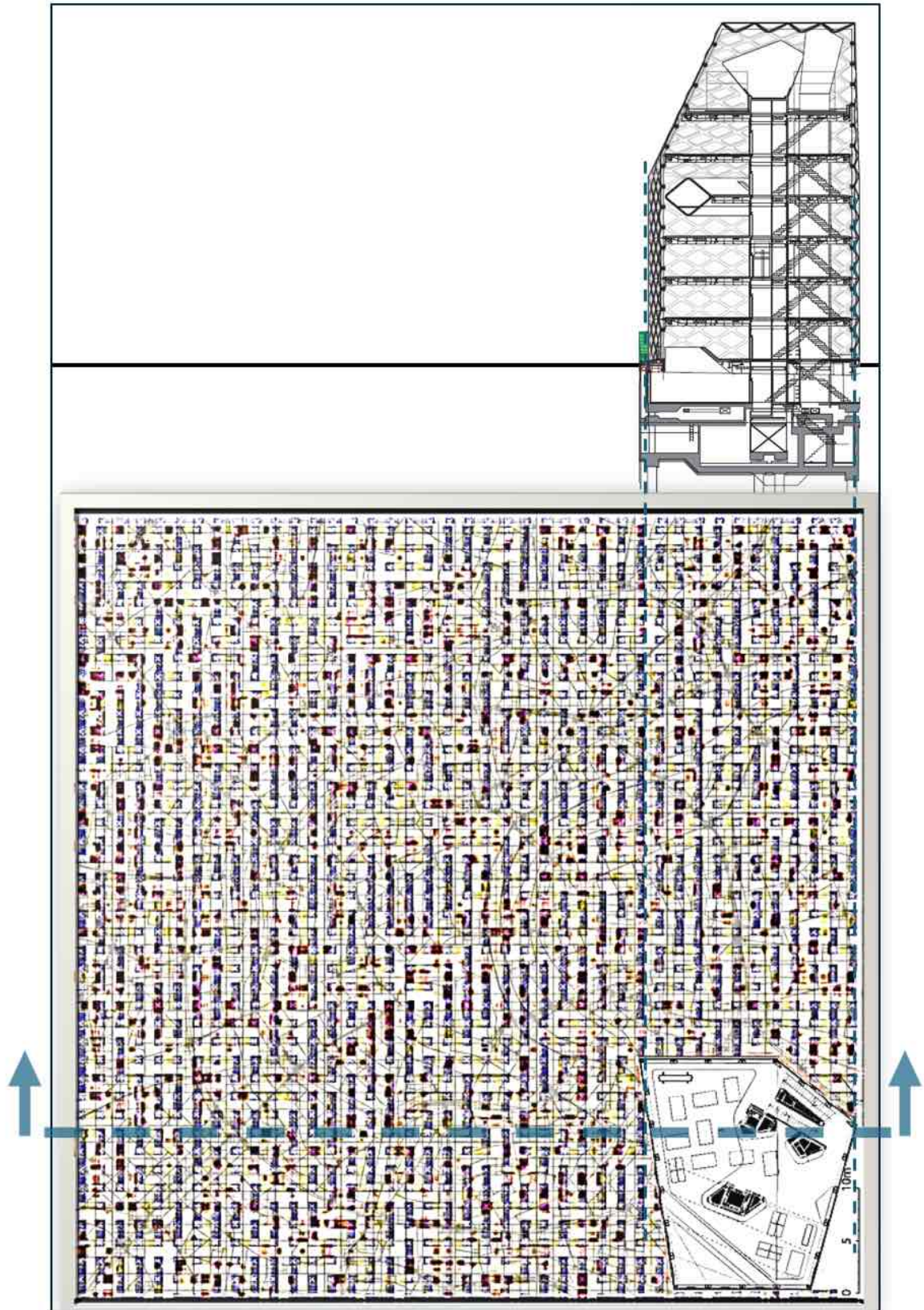


Figura 10- vista zenitale (planimetrica) e una sezione verticale in giacitura Sudest - Nordovest dell'area di progetto con indicato l'edificio di referenza.

3. Modello dell'area di progetto e dell'edificio Prada

3.1 base del modello

Si richiede la costruzione di un modello in una approssimativa scala 1:200 dell'area quadrata di progetto con l'edificio di riferimento posto nell'angolo a Nord. **La base di questo modello** si ottiene semplicemente stampando e componendo i due fogli in formato uni a A3 (42x29,7 cm) forniti alla pagina Google Classroom del corso tramite i due file: [Base modello 01.pdf](#) e [Base modello 02.pdf](#). [vedi Figura 11] La stampa deve avvenire su fogli nel formato A3 e in scala 1:1, ovvero adattando la stampa ai limiti del foglio di carta e non alla cornice di stampa preimpostata. Infine, basterà sovrapporre adeguatamente su una base rigida quadrata le due stampe in A3 che hanno impresso un pattern di pavimentazione che rende la superficie orizzontale facilmente rilevabile da sistemi di fotogrammetria a base di immagini [si vedano le indicazioni in Figura 11].

3.2 Edificio della Boutique Prada

Anche i cartamodelli per la realizzazione del poliedro che rappresenta l'edificio di Herzog e De Meuron (che serve da riferimento e parte della composizione richiesta) da collocare nell'angolo Nord dell'area sono forniti alla succitata pagina Classroom del corso. In questo caso bisogna scegliere il formato visuale preferito, giacché il cartamodello è fornito in quattro versioni il cui confronto è offerto di seguito in Figura 13, 14 e 15.

La scelta del formato grafico del cartamodello che si vuole realizzare dipende dal formato visuale del modello che si intende costruire anche per i corpi di propria invenzione, giacché i modelli dei corpi di propria invenzione dovrebbero essere realizzati con campitura della superficie del cartamodello simile o assimilabile a quella del prisma dell'edificio Prada prescelto, in modo da realizzare un modello visivamente più coerente e confrontabile nelle sue parti.

3.3 Altri aspetti dell'edificio Prada da conoscere prima dell'ideazione e ai fini delle rappresentazioni finali

Le figure comprese dalla n.15 alla n. 22 forniscono rappresentazioni dell'edificio di riferimento in diversi metodi di figurazione e scale d'informazione in modo che se ne abbia contezza anche alla scala dell'area di progetto.

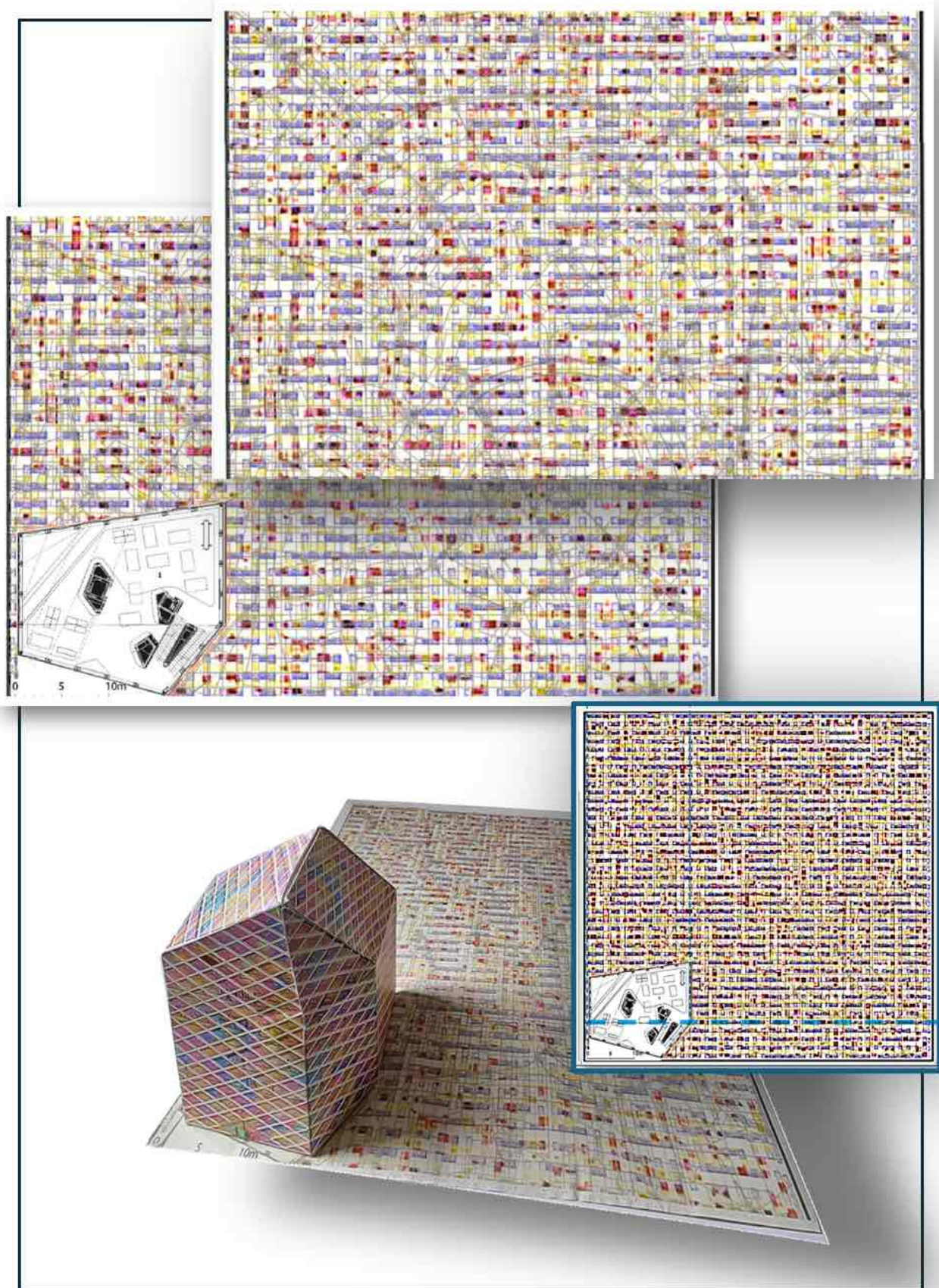


Figura 11- Stampa e incollatura della campitura della pavimentazione della base del modello.

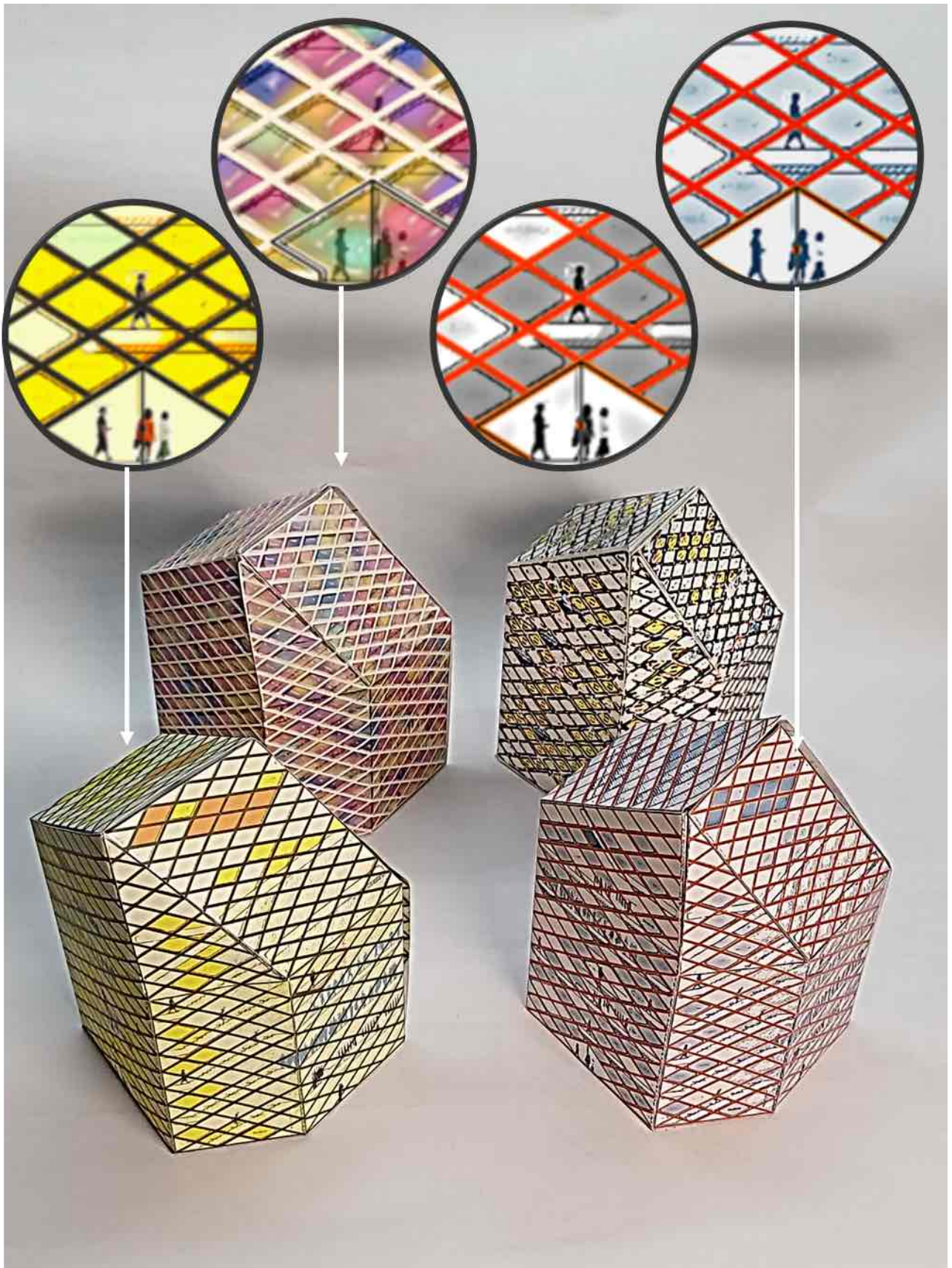


Figura 12- Confronto tra i formati grafici del cartamodello a disposizione per realizzare il prisma che rappresenta in scala 1:200 il palazzo della Boutique Prada.

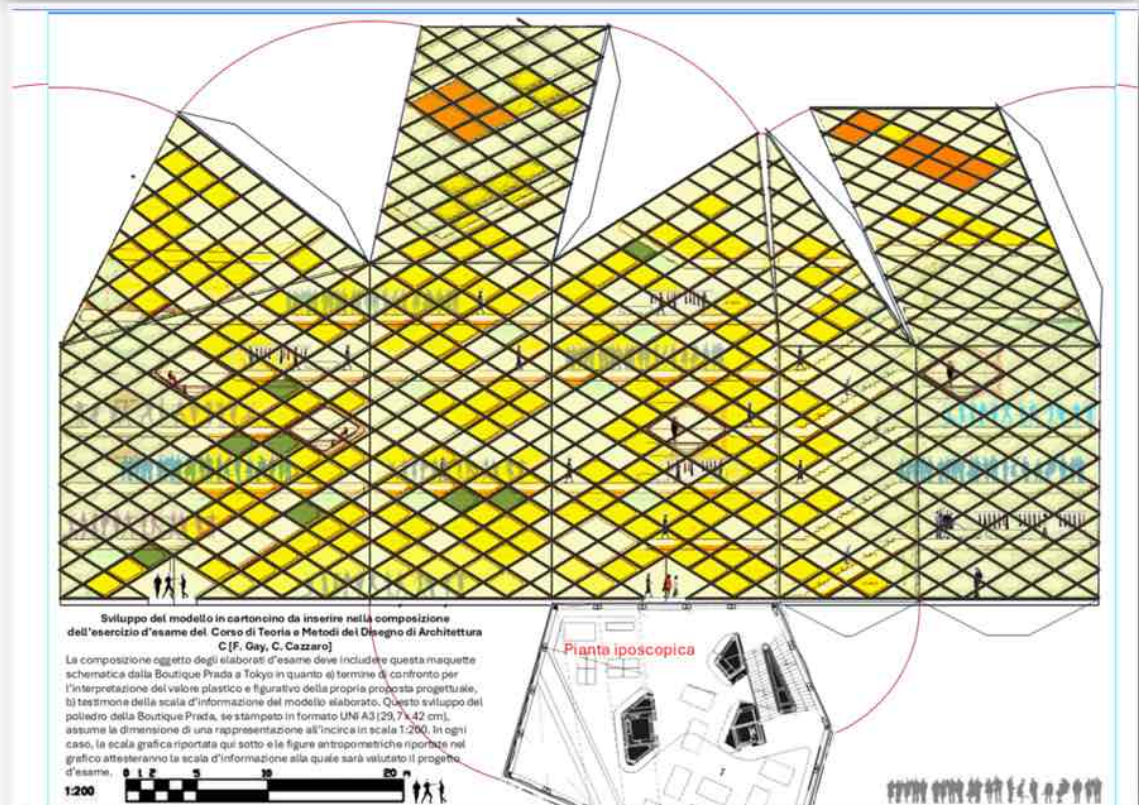
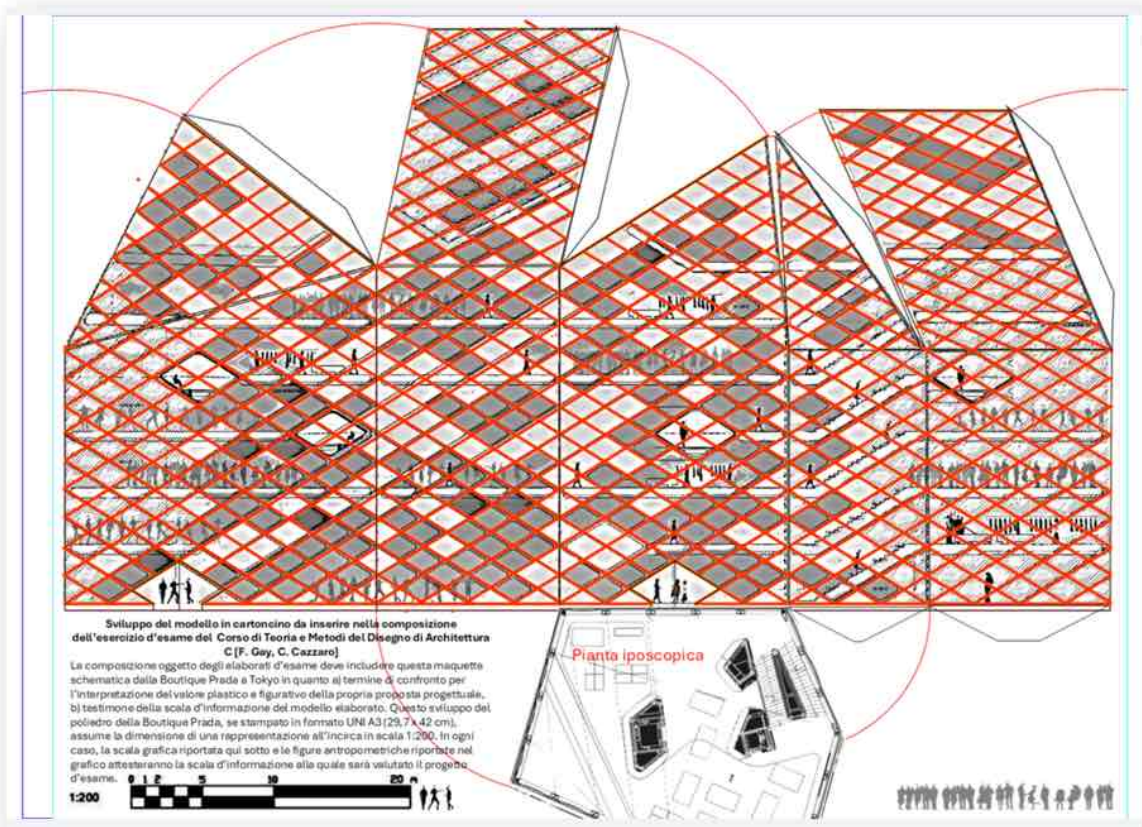


Figura 13 - Cartamodelli a disposizione alla pagina Classroom del corso per la realizzazione del primo che rappresenta l'edificio Prada a Tokyo in scala 1:200: in alto il file "01_Draw_Bicrom_Arancio_Grigio.pdf", in basso il file "02_Draw_Bi_poli_crom_GIALLO_NERO.pdf".

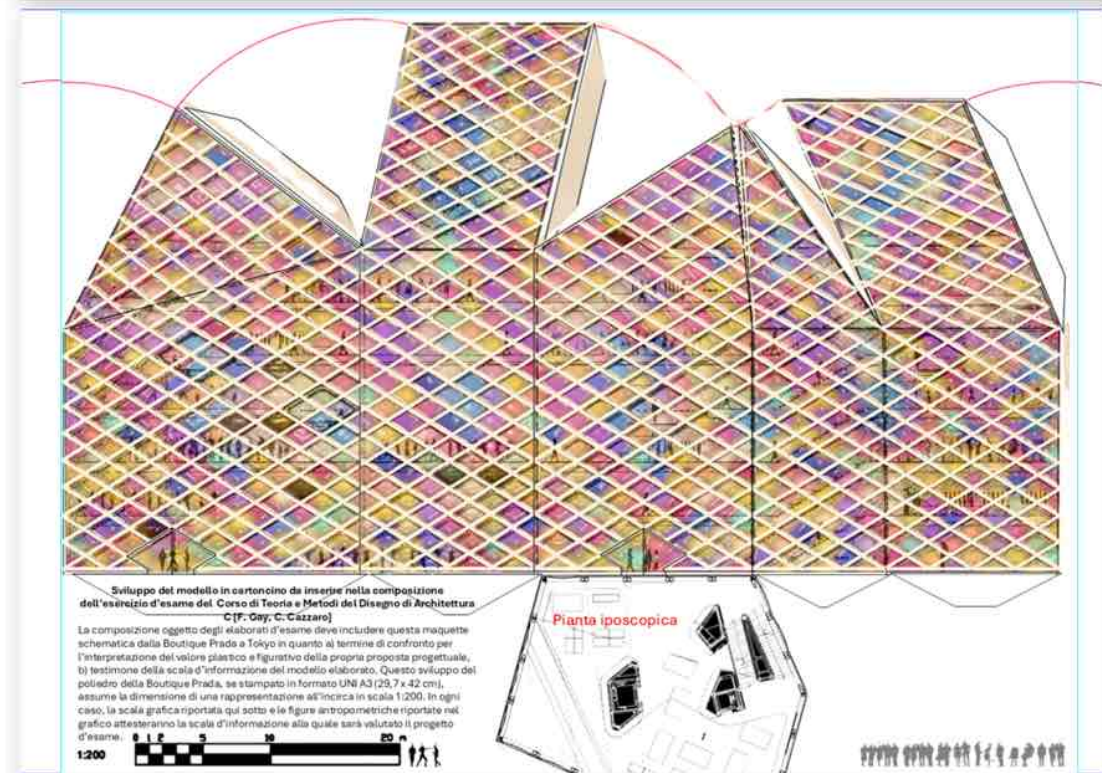
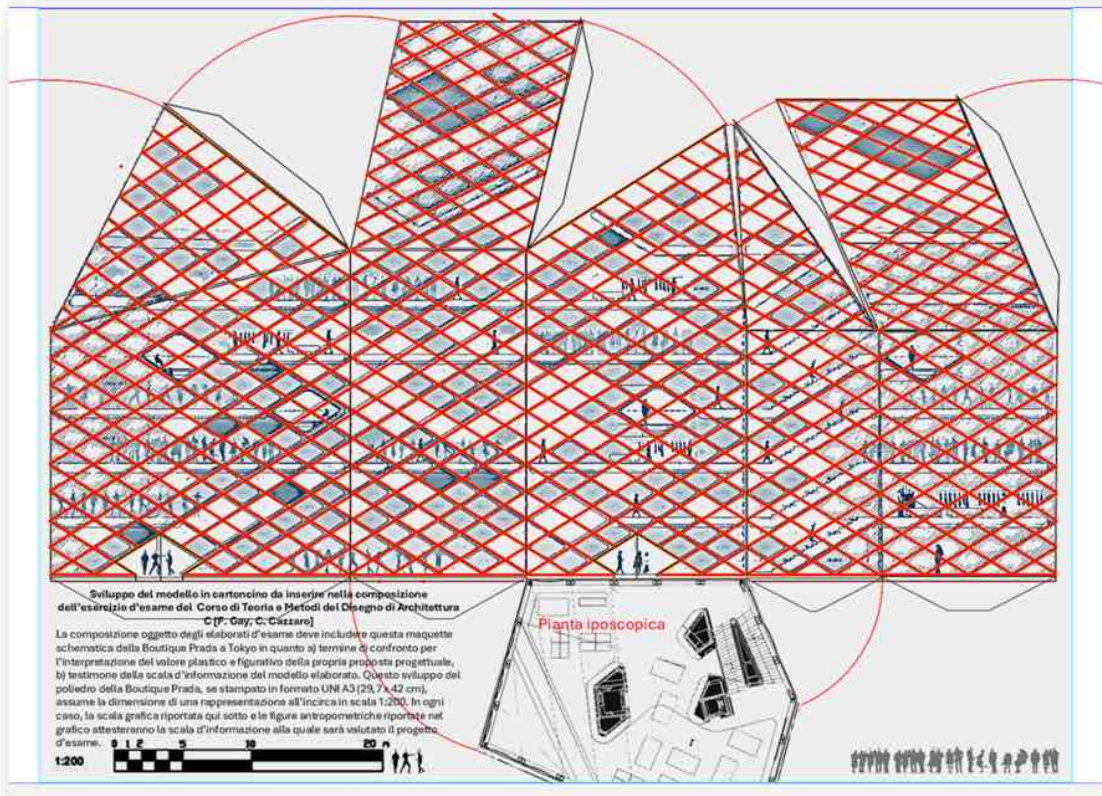
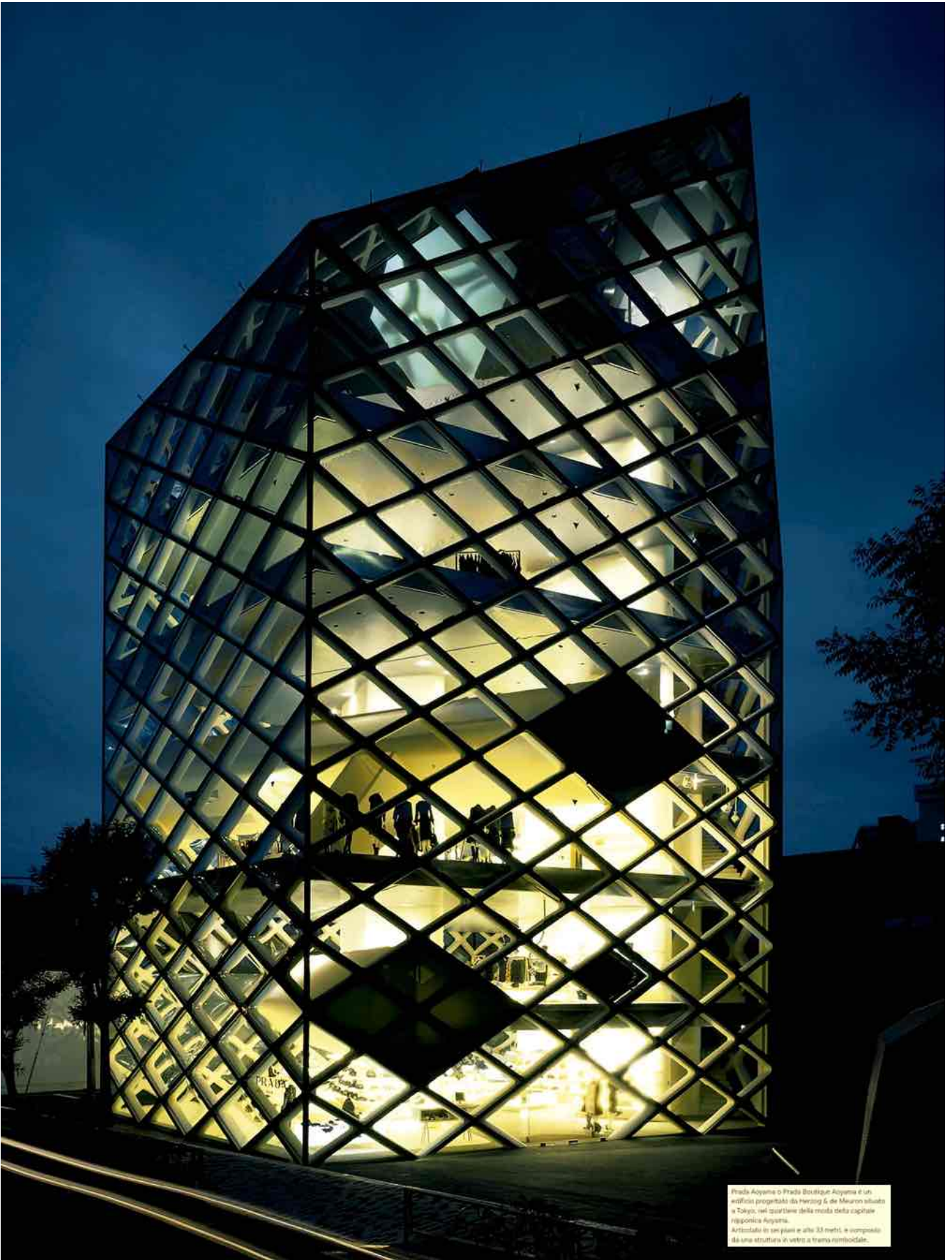


Figura 14 - - Cartamodelli a disposizione alla pagina Classroom del corso per la realizzazione del prima che rappresenta l'edificio Prada a Tokyo in scala 1:200: in alto il file "03_Draw_Bicrom,_Arancio_Blu.pdf", in basso il file "04_Draw_Policrom_Reflex_BIANCO_POLICROM.pdf".



Prada Aoyama o Prada Boutique Aoyama è un edificio progettato da Herzog & de Meuron situato a Tokyo, nel quartiere della moda della capitale nipponica Aoyama. Articolato in sei piani e alto 33 metri, è composto da una struttura in vetro a trama romboidale.

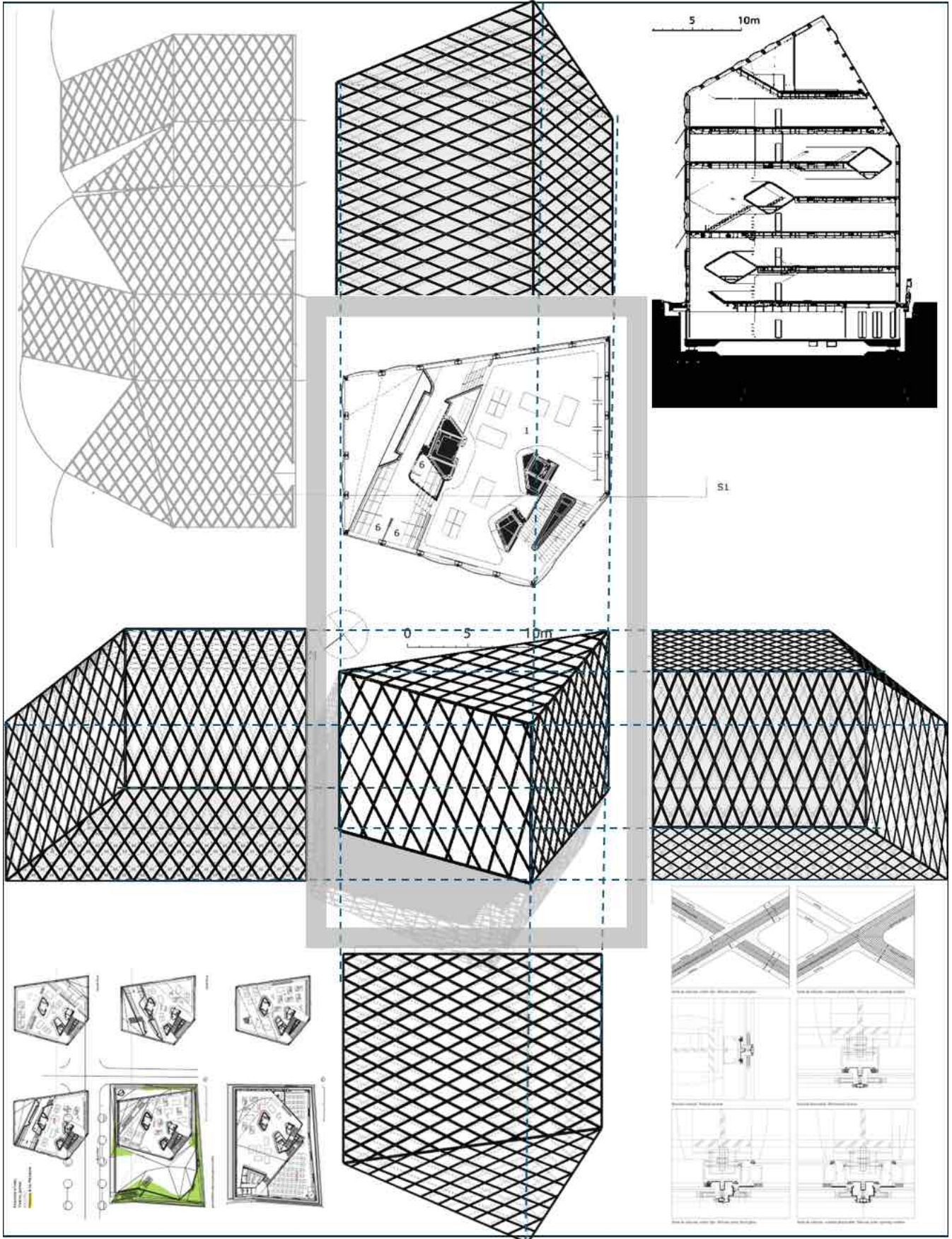


Figura 15 - Proiezioni ortogonali

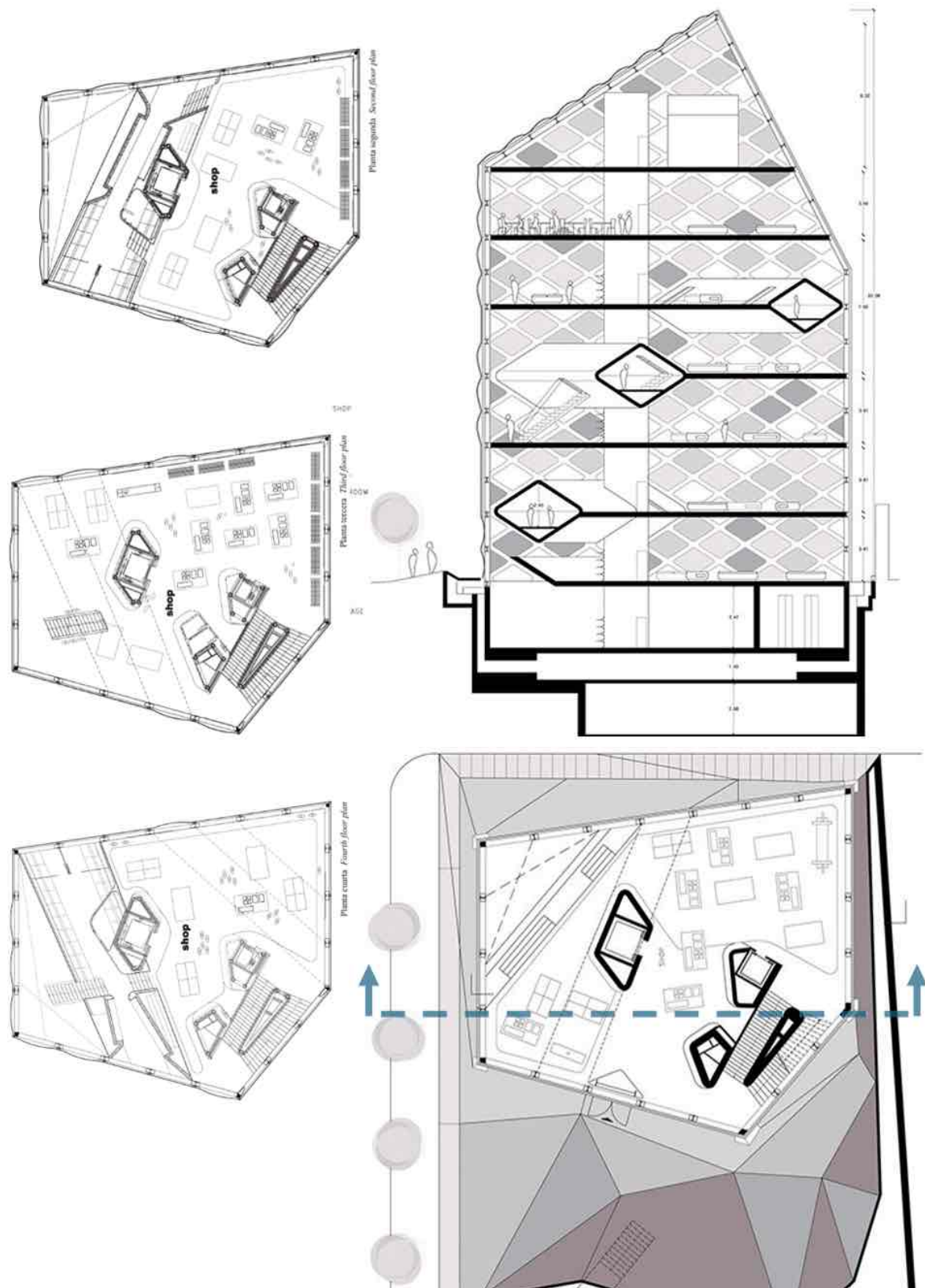


Figura 16- sezione verticale con vista Sudest alla scala d'informazione approssimativamente 1:50 (non si tratta di scala grafica misurabile sull'immagine qui stampata)

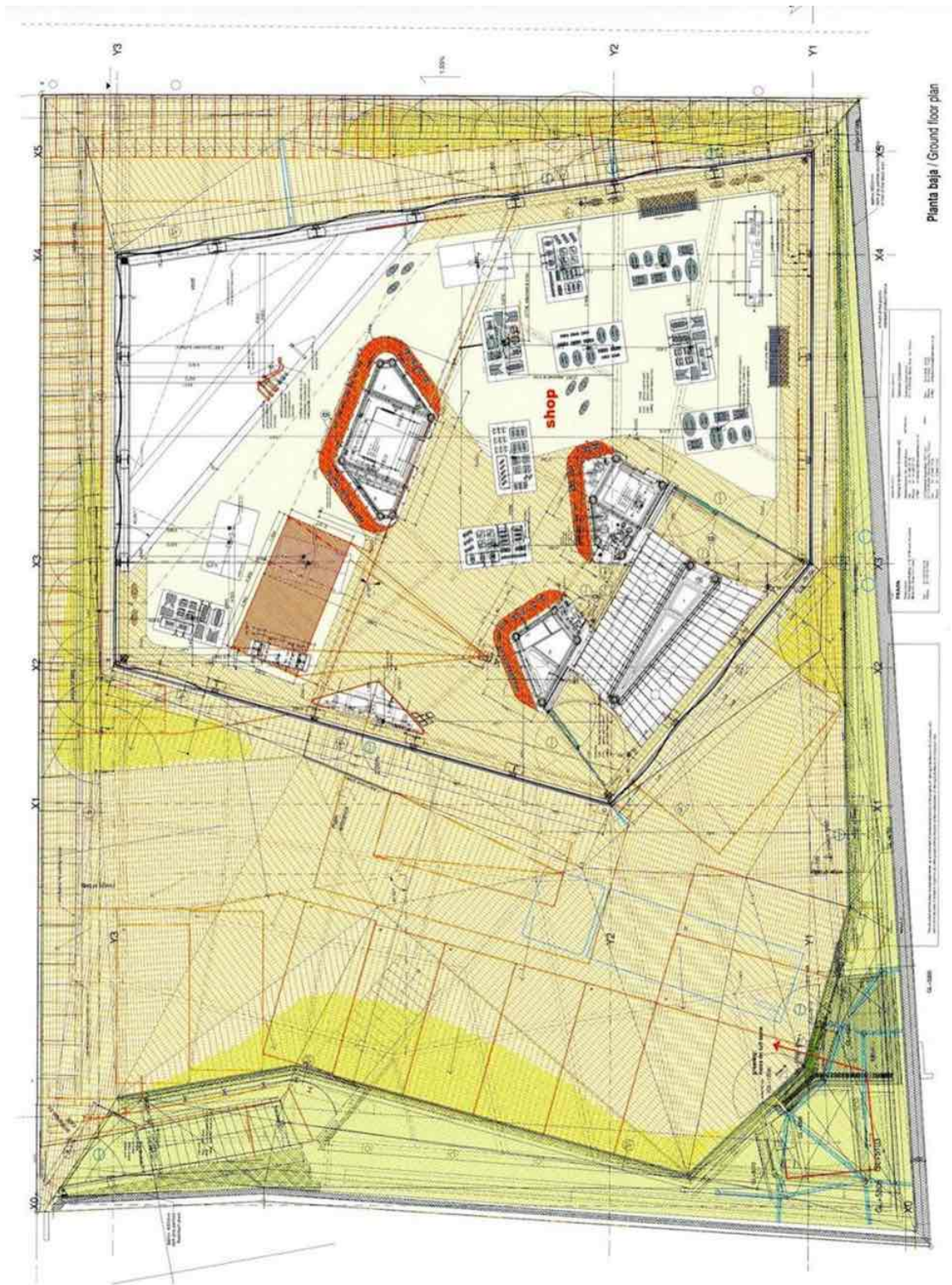


Figura 17 - Pianta del piano terreno alla scala d'informazione 1:20 (non direttamente misurabile sull'immagine a stampa).

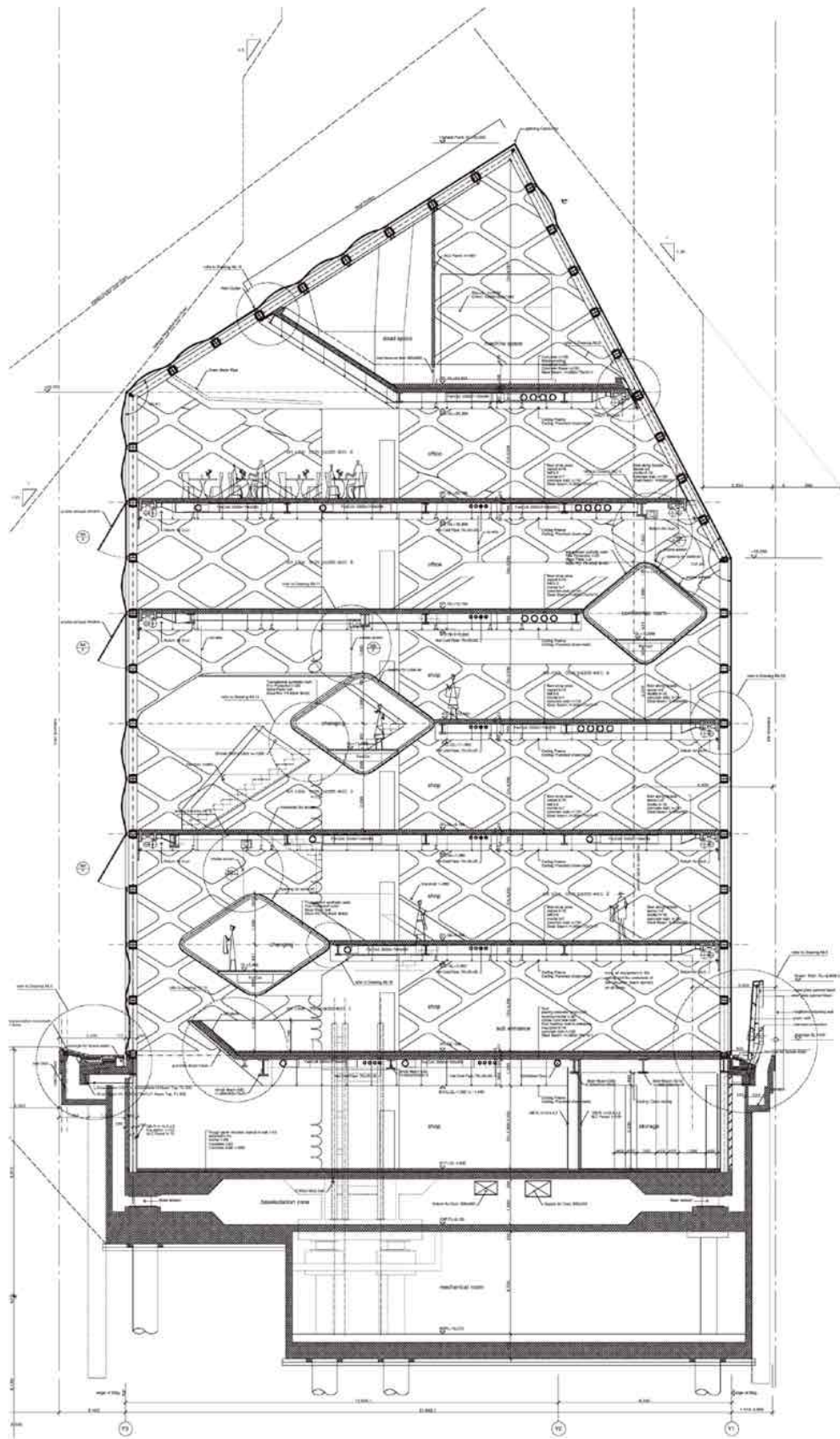


Figura 18 - Sezione in direzione di vista Sudest a una scala d'informazione di circa 1:20 (non direttamente misurabile sull'immagine a stampa qui).

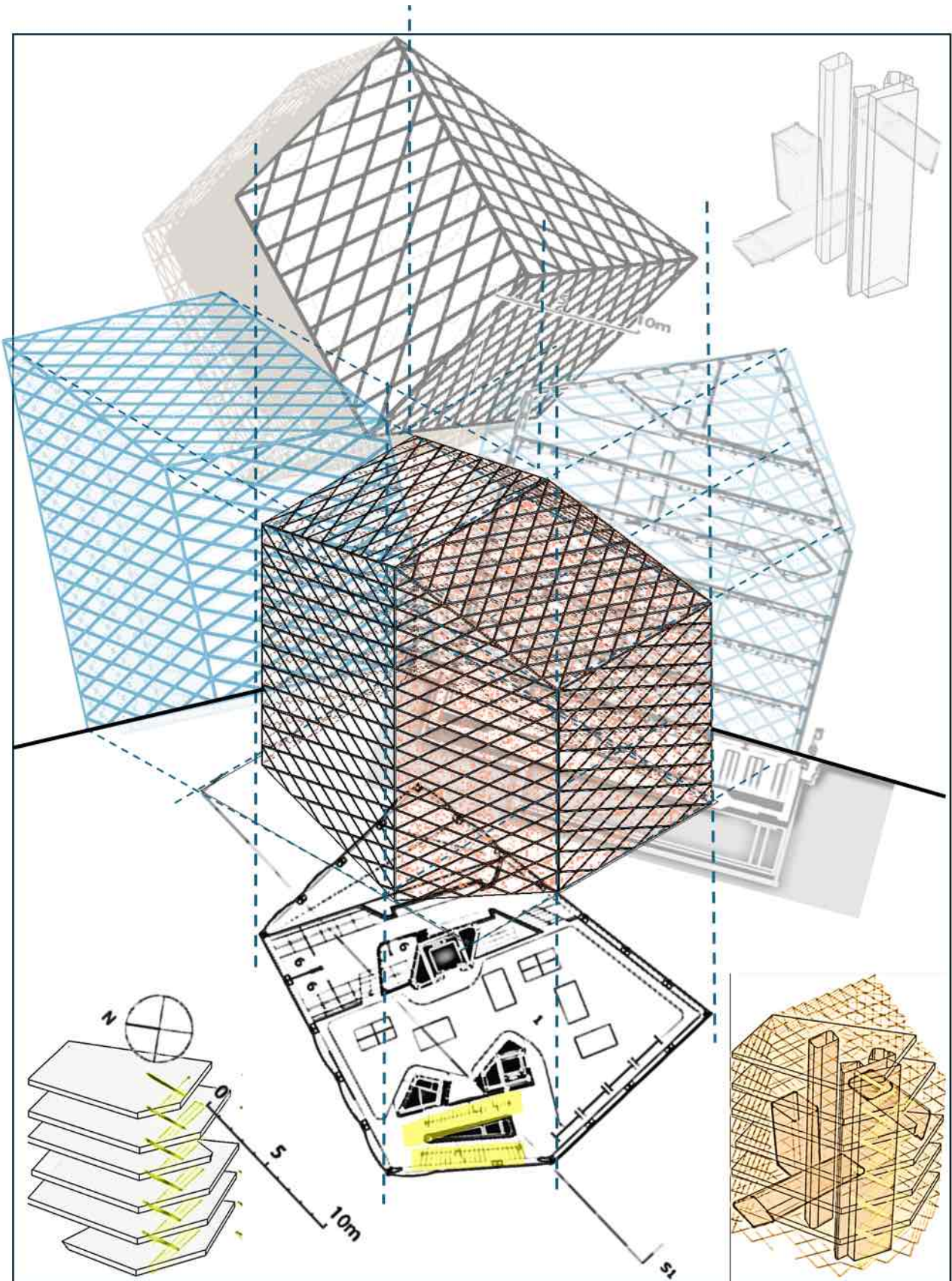


Figura 19 - Assonometria ortogonale isometrica del poliedro che rappresenta l'edificio Prada in relazione di affinità ortogonale con la pianta del piano terreno, due prospetti; inoltre, con schemi morfologici sulla costituzione del corpo edilizio.

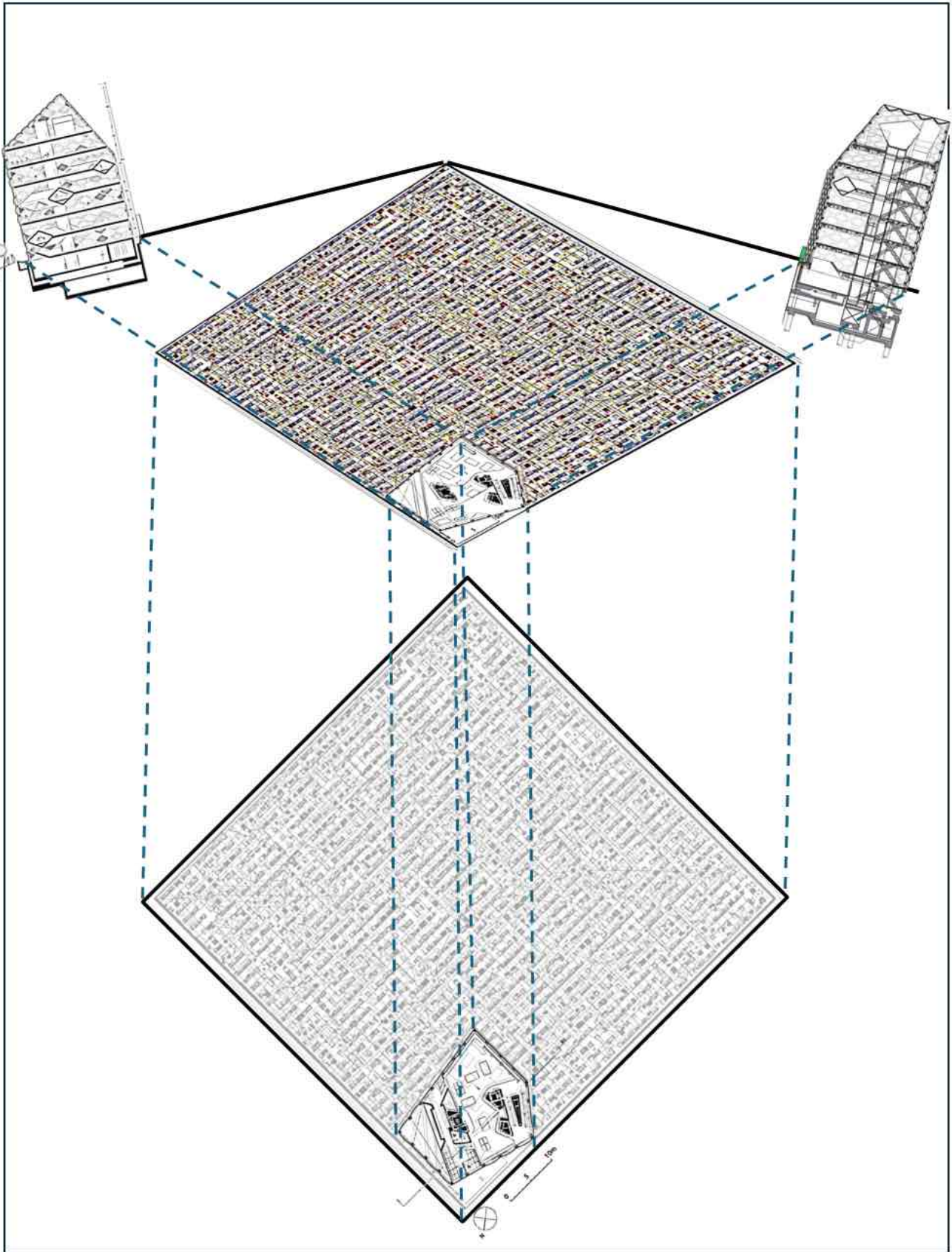


Figura 20- Schema dell'assonometria ortogonale isometrica dell'area di progetto riferita in affinità omologica ortogonale alla pianta e a due sezioni verticali in vera forma.

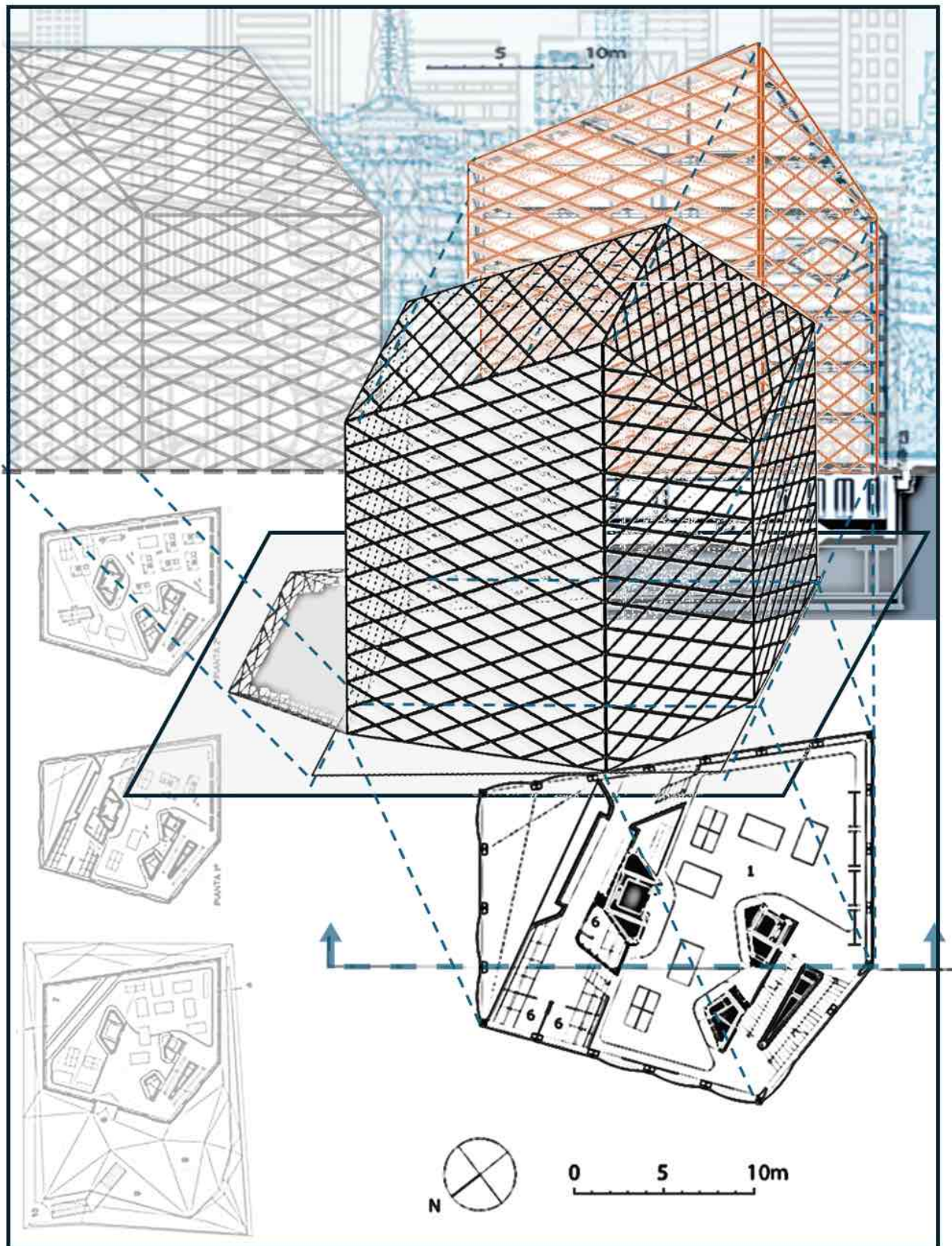


Figura 21 - Assonometria obliqua cavaliera del poliedro che rappresenta l'edificio Prada a Tokyo relazionata per affinità obliqua alla pianta del piano terreno e al prospetto verso Nordest, inoltre relazionata per traslazione al prospetto visto verso Sudest.

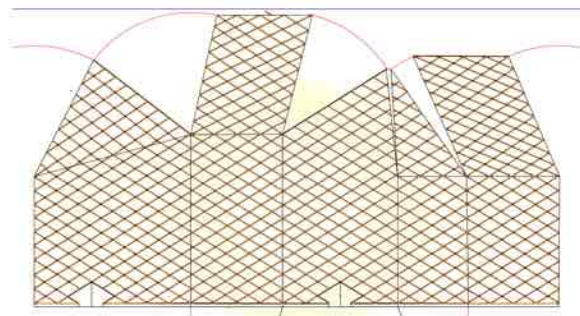
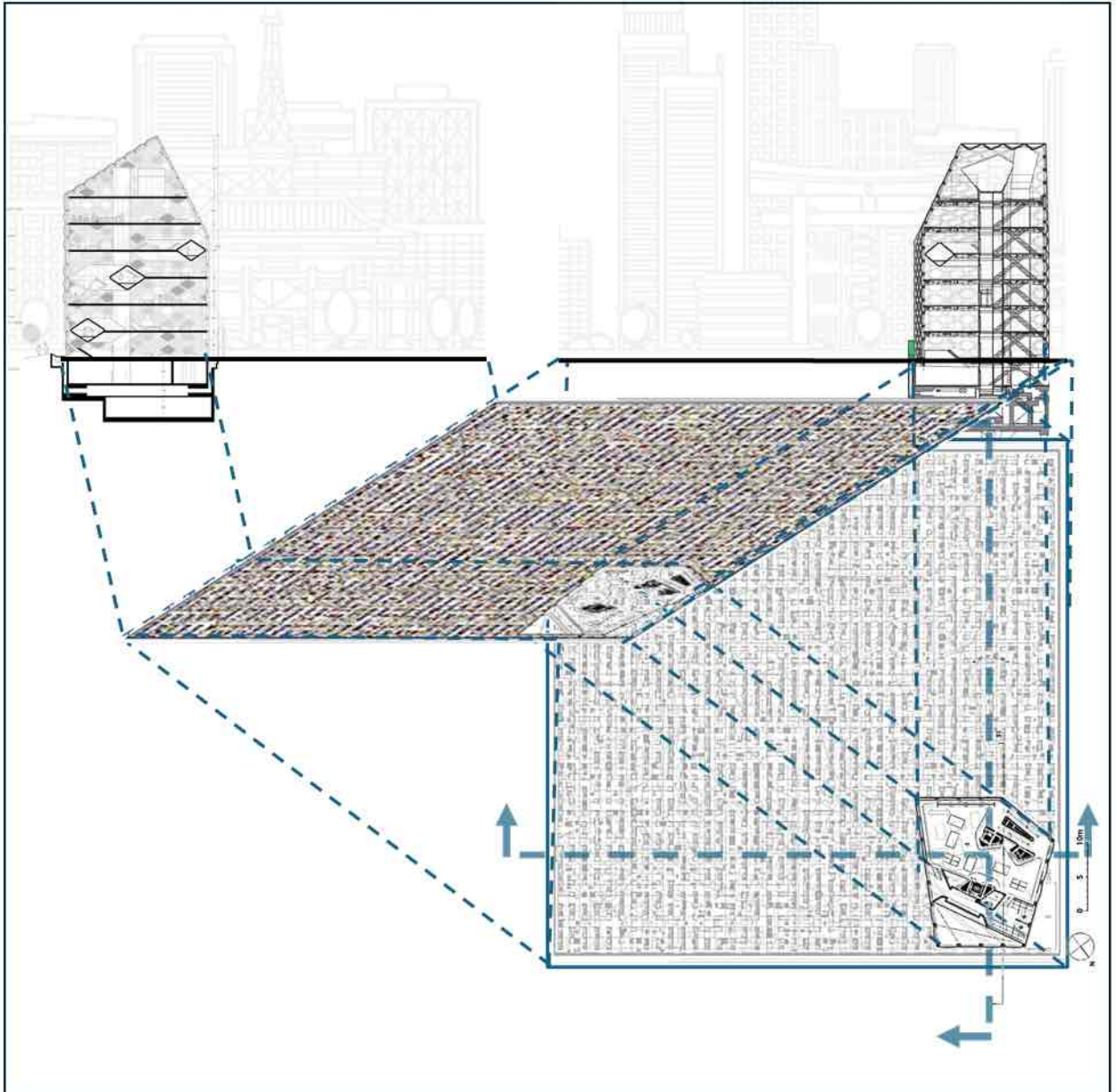


Figura 22 - Un'assonometria obliqua cavaliera dell'area di progetto con pianta e due sezioni di riferimento in corrispondenza affine con l'assonometria

4. Strumenti utili alla fabbricazione dei modelli (in carta e digitali) e per l'estrazione delle immagini da comporre nei grafici.

Come premesso, la modalità di redazione degli elaborati d'esame spiegata in queste istruzioni non è strettamente tassativa. Propone un flusso di lavoro standard e consiste anzitutto nel costruire un modello in carta che rappresenta un oggetto architettonico – che può anche aver forme di una geometria complessa o ibrida – e a rilevarlo tramite sistemi di fotogrammetria automatica a base di immagini fotografiche, come mostrato nelle comunicazioni in aula.

Sulla base degli esperimenti fatti, si avverte che il buon esito di questo lavoro non è garantito automaticamente perché sono molti i fattori del processo che possono inficiarlo.

Anzitutto è necessario disporre di alcuni **strumenti funzionali**:

- per tagliare e incollare la carta (piano di taglio, taglierino con lama a punta acuta, nastro adesivo, compasso, riga metallica),
- per fotografare (basta una qualunque fotocamera amatoriale digitale o uno smartphone dotato di fotocamera),
- per elaborare la mesh fotografica (un computer e del software di fotogrammetria come 3DF Zephyr nella versione completamente gratuita ottenibile al seguente link: <https://www.3dflow.net/it/3dfzephyr-free-gratuito/?authuser=0>),
- (eventualmente) per ottenere direttamente dalla mesh fotografica le immagini da comporre nei grafici in assonometrie ortogonali od oblique del modello; per questo sarebbero utili software di visualizzazione di oggetti 3D: per esempio Microsoft 3D Viewer (gratuito e ottenibile anche al seguente link: <https://apps.microsoft.com/detail/9NBLGGH42THS?hl=it-it&gl=IT>)
- per comporre le immagini costituenti dei grafici finali : allo scopo basta anche un'applicazione per presentazioni come Power Point, magari combinata con una applicazione di grafica vettoriale e di modellazione quali Autocad, Illustrator.

La lavorazione dei grafici è suddivisibile in cinque brevi fasi istruite nel seguito:

1. Costruzione del soggetto della rappresentazione in carta o materiali assimilabili,
2. Ripresa fotografica ai fini delle restituzioni fotogrammetriche,
3. Estrazione fotogrammetrica della mesh fotografica dal primo set di fotografie del modello,
4. Estrazione delle immagini utili alla composizione dei grafici da un visualizzatore della mesh 3D rilevata,
5. Composizione dei grafici finali e loro invio in risposta al compito "Consegna dei grafici d'esame".

5. Costruzione dei modelli in carta spessa o cartoncino

Fin dall'inizio questo corso ha messo a disposizione nella sua pagina Classroom dei cartamodelli da tagliare e piegare per realizzare degli esempi di corpi architettonici da sottoporre poi al disegno dal vero e alla composizione spaziale.

La preparazione degli elaborati d'esame richiede ora che si producano modelli analoghi, simili a quelli forniti per la realizzazione del palazzo Prada a Tokyo, ma ora riferiti al progetto personale da presentare come interpretazione del tema assegnato.

5.1 Disegno dello sviluppo

A tal scopo è anche possibile:

- **modificare i modelli** allora messi a disposizione, personalizzandoli, assegnando loro la giusta dimensione in una approssimativa scala 1:200, variandoli anche solo nella variazione del disegno superficiale;
- oppure, **ideare altri modelli** analoghi sempre rispondendo all'interpretazione del tema "Campo dei Miracoli", così come esemplificato durante le comunicazioni in aula e nel seguito di queste istruzioni, a proposito degli elaborati euristici;

In ogni caso occorre far attenzione ad alcuni aspetti pratici della realizzazione in carta spessa o cartoncino, sia che si disegni direttamente il modello dello sviluppo superficiale di un corpo architettonico, sia che si utilizzi, si ripassi o si stampi un cartamodello svolto già fornito dal corso.

5.2 Riporto del disegno sul supporto da ritagliare

I **cartamodelli che realizzano lo sviluppati in piano** della superficie di un corpo architettonico possono essere **riportati su fogli di carta o cartoncino**, preferibilmente di grammatura pesante (da 160 a 290g/m²) con varie tecniche:

- **direttamente stampati** introducendo il cartoncino, anche se largo 30 cm, nello sportello principale o nello sportello laterale di una stampante,
- oppure, direttamente stampati su carta normale ((da 80g/m²) e poi **ricalati a vetro in trasparenza** per retroilluminazione su idoneo foglio a grammatura pesante (da 160 a 290g/m²);
- oppure, direttamente **stampati su etichetta adesiva** in formato UNI A3 – o in più parti su etichette in formato UNI A3 – da stendere poi su idoneo foglio a grammatura assai pesante (da 160 a 290g/m²);
- oppure, per **esecuzione diretta del disegno** sul supporto finale grammatura pesante;
- Oppure, per Ibridazione dei precedenti metodi.

5.3 Ritaglio dei cartamodelli

In tutti i casi il **ritaglio dei cartamodelli** si pratica con taglierino (a punta acuta) guidato da una **riga** e/o da **compasso**, o, nel caso di curve diverse dal circolo, condotto lentamente a **mano libera** a seconda dei vari casi.

Il taglierino può essere assicurato a un compasso (compasso preferibilmente dotato di viti che ne possano bloccare l'apertura) tramite due fasciature (a monte e a valle) con nastro adesivo, [Figura 23].

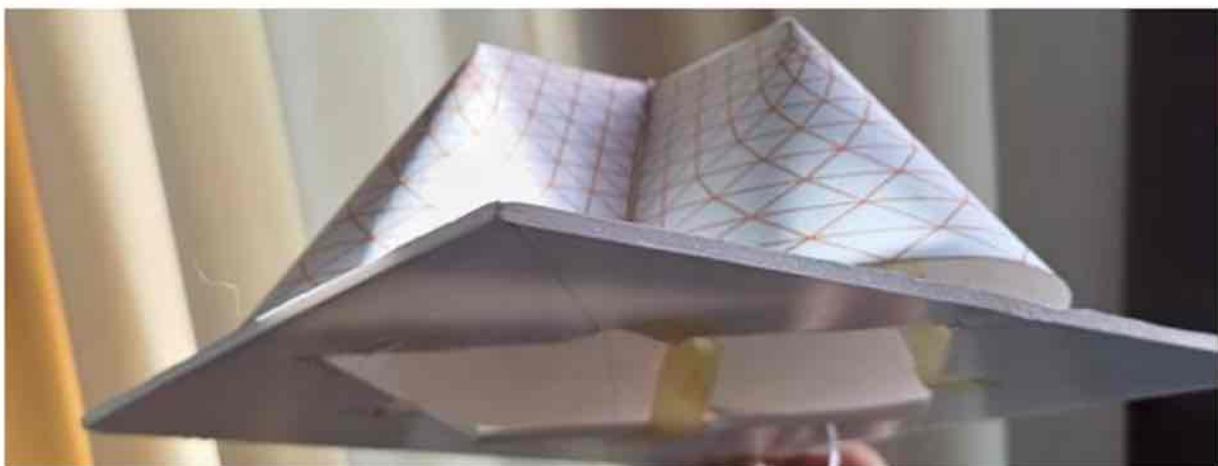
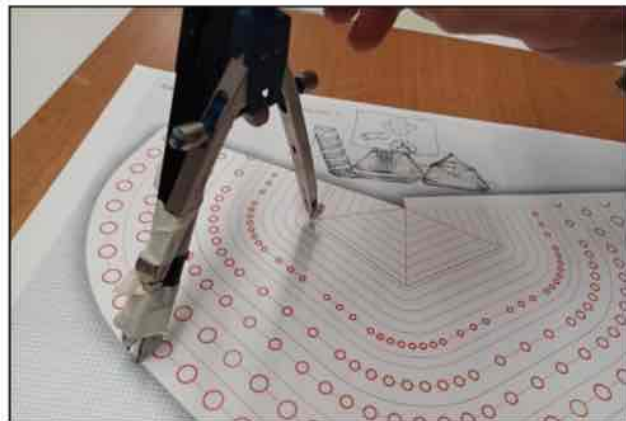
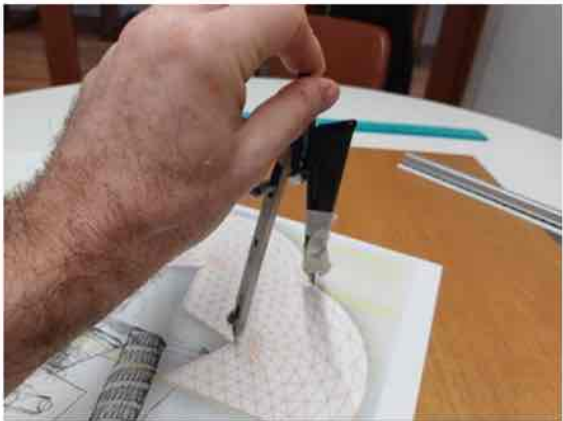
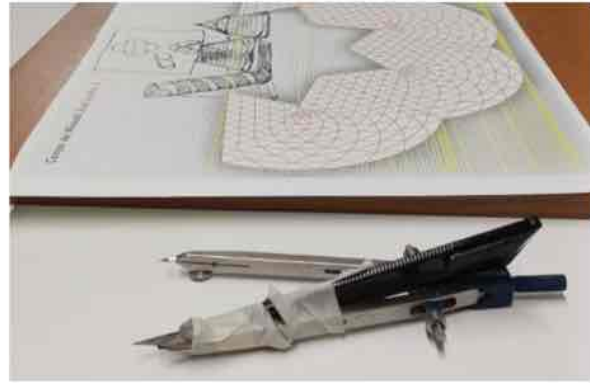
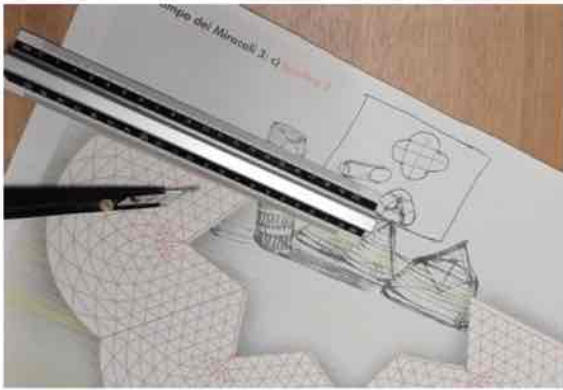


Figura 23 - Dall'alto in basso: taglierino a punto acuta, riga metallica, sistema di legatura del taglierino a un compasso per ritagliare archi di circonferenza, costruzioni di basi in cartoncino per mantenere la forma esatta delle superfici dei corpi.

5.4 Segnatura delle pieghe e incollatura dei lembi

Occorre poi imprimere con una punta secca le linee di piega del modello di carta. I tratti da piegare a monte sul recto del foglio è forse meglio che siano impressi sul verso; viceversa, per i tratti a valle sul recto, questi possono essere impressi con la punta secca sul recto del foglio.



Incollatura dei bordi da congiungere può essere fatta con colla e/nastro adesivo di vario tipo. Se non si è molto sicuri dell'operazione, si può usare prima nastro di carta a debole collautura. Ovviamente, è preferibile che l'incollatura dei bordi sia fatta nell'intradosso della superficie visibile; tuttavia, se non si può fare a meno di una congiunzione con nastro adesivo nell'estradosso della superficie, si può usare nastro adesivo in PVC perfettamente trasparente, dunque, invisibile.

Infine, è necessario assicurare la tenuta della superficie di carta nella forma voluta. Questo irrigidimento della superficie può essere ottenuto in vari modi ricorrendo a strutture interne nei materiali più disponibili. Per esempio, qui di seguito [Figura 23 in basso] si riporta un modo di messa in forma che sfrutta la realizzazione di una base più rigida (in cartone polistirolo) della superficie. Nel caso si voglia rappresentare l'intera composizione del "Campo dei Miracoli" occorre progettare con molto cura lo spazio conteso tra i tre oggetti edilizi e realizzare la **base del modello**. Nel caso illustrato sotto si è usato nastro biadesivo per fissare i tre pezzi alla base.

6. Elaborati euristici

Come spiegato a lungo nelle comunicazioni del corso e nella bibliografia annessa, gli elaborati euristici sono tutti quelli prodotti nel corso dell'ideazione progettuale, oppure a posteriori, una volta fino il progetto sono prodotti per simulare a scopo didattico i reperti di un processo ideativo. Dunque, tali elaborati possono ricadere in qual si voglia categoria materiale (disegni, modelli, fotografie, descrizioni verbali, moodboard, video, ...) e metodo di rappresentazione (diagrammi topologici, grafi, grafici geometrici, sviluppi piani, viste assonometriche, proiezioni ortogonali, sezioni tecniche, tabelle di comparazione planimetrica o altimetrica, ecc..). Verosimilmente, per le caratteristiche del tema progettuale assegnato, si devono produrre schizzi d'ideazione dei corpi componenti la composizione richiesta e tali disegni fatti a mano sul proprio quaderno del corso possono essere tracciati secondo diversi criteri di rappresentazione: proiezioni ortogonali, assonometrie, tabelle comparative, prospettive, figurazioni libere di vario tipo. Diamo esempi di simili disegni a mano in particolare con le Figure 25-30. Ma sono elaborati euristici anche i cartamodelli e le foto del loro

montaggio, nonché ogni altra immagine o corpo che sia assunto come interpretante del tema dato: vedi bene la Figura 24.

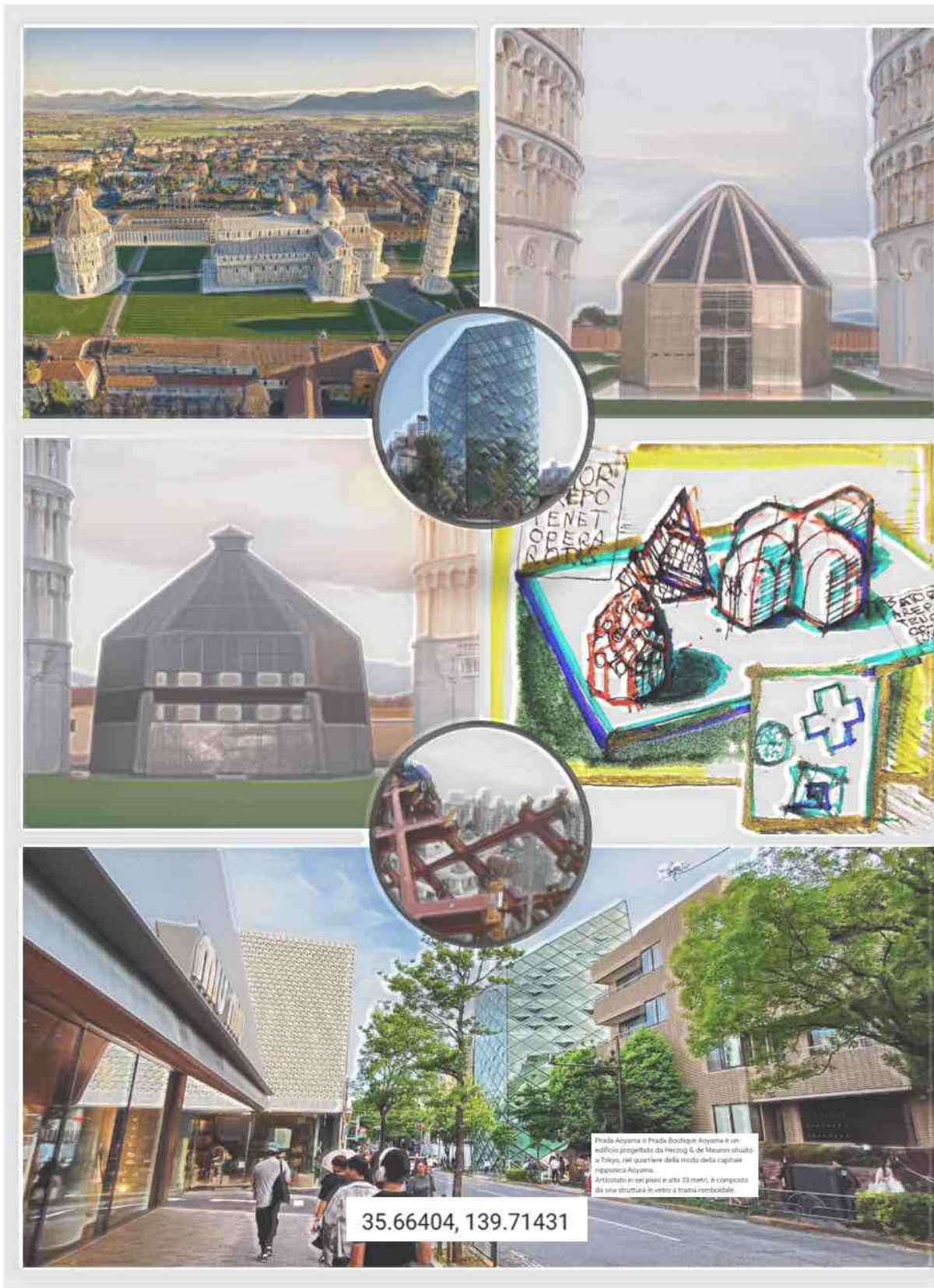


Figura 24 - presentazione del tema di esercitazione attraverso la raccolta di immagini fotografiche tratte dal vero, di grafici personali e di immagini elaborate da intelligenza artificiale generativa. In alto: Campo dei miracoli a Pisa (vista aerea). Due immagini prodotte con Dalle-2 in risposta a un prompt che riporta la formulazione del tema progettuale. Schizzi a mano della composizione e fotografia scattata sul luogo della boutique Prada.

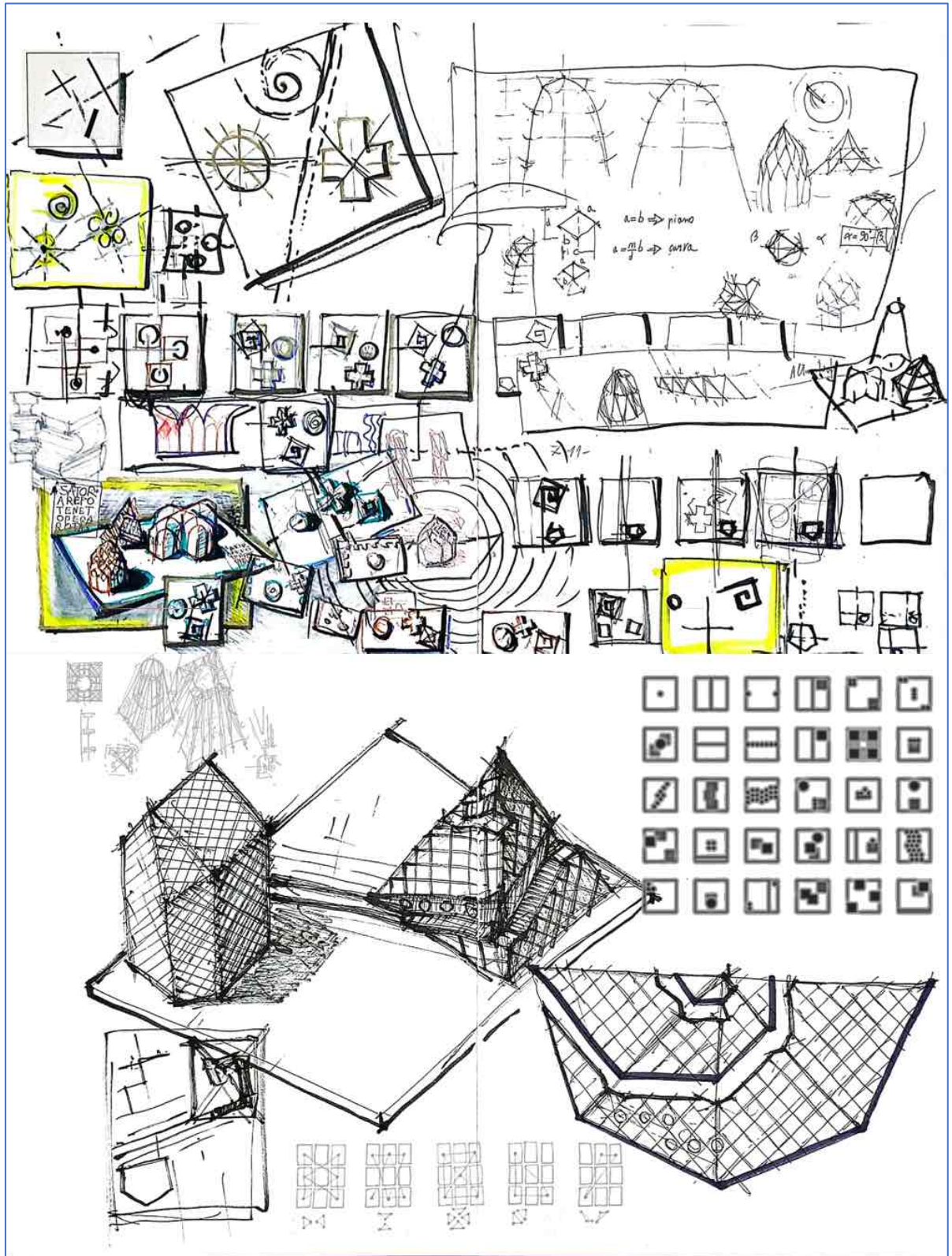


Figura 25 - schizzi di elaborazione di alcune idee di progetto a scala dell'intera composizione con accenno ai tipi iconici e alle dimensioni dei corpi edilizi componenti. Si notino in particolare le sequenze comparative delle disposizioni planimetriche e l'accenno allo sviluppo della superficie di un corpo a forma di piramide incavata da un percorso elicoidale a pendenza costante.

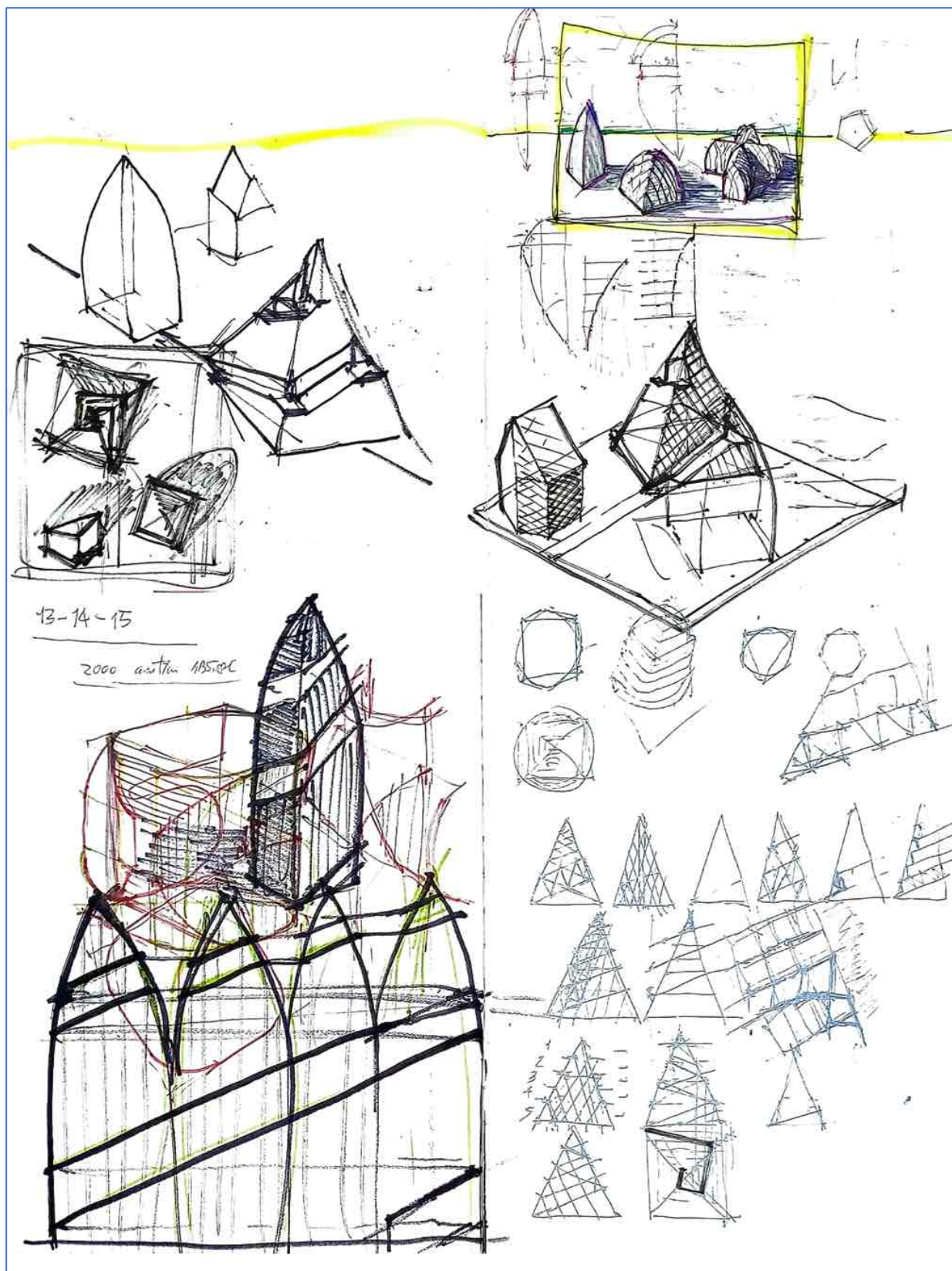


Figura 26 - schizzi di elaborazione di alcune idee di progetto a scala dell'intera composizione con accenno ai tipi iconici e alle dimensioni dei corpi edilizi componenti. Si notino in particolare le sequenze comparative delle disposizioni planimetriche, lo sviluppo di un corpo a padiglione su pianta quadrata solcato da un percorso elicoidale a pendenza costante.

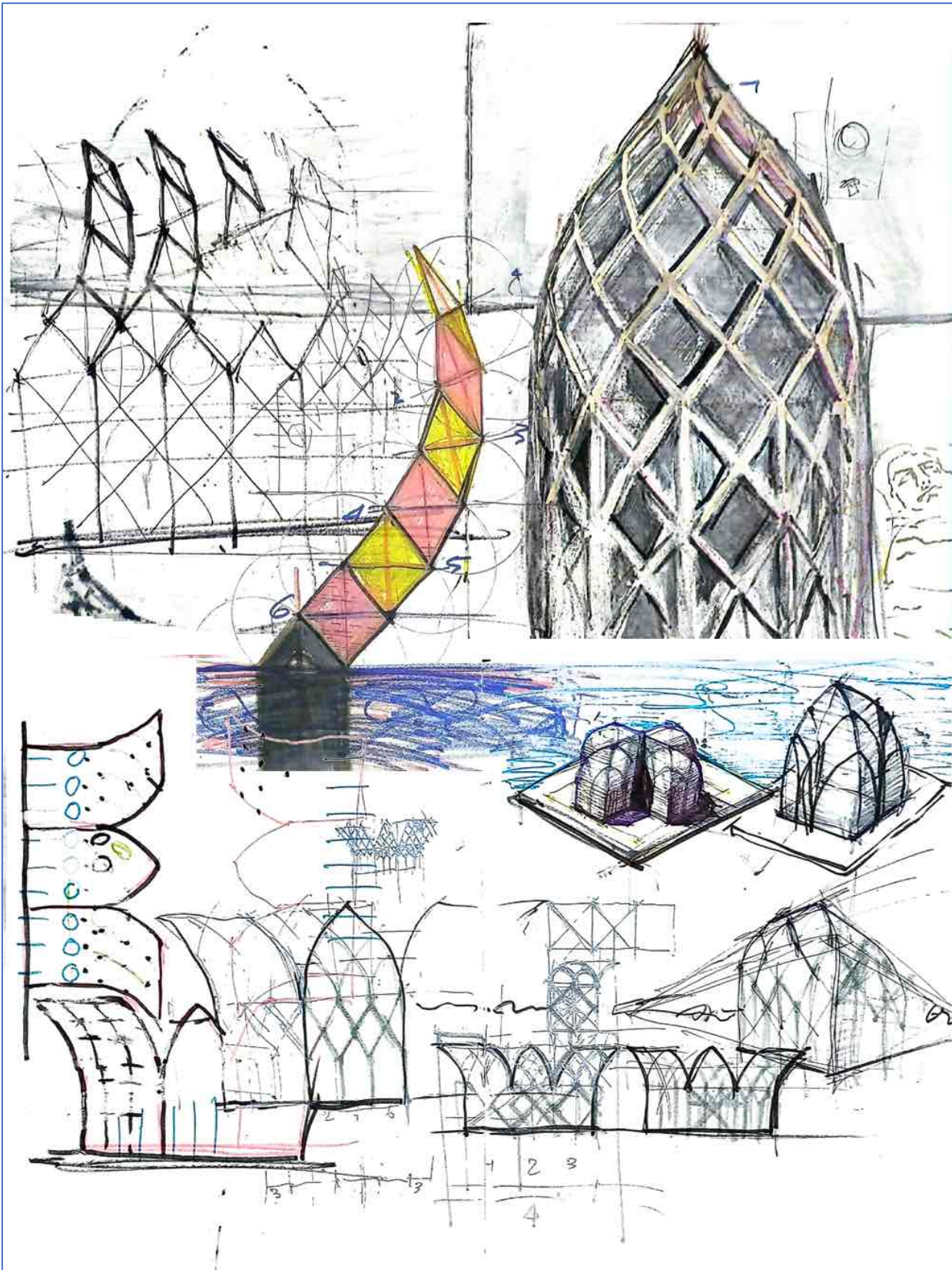


Figura 27 – schizzi della versione finale dell'ideazione del corpo detto "Battistero" reso in prospettiva, affiancato da schema in vera forma delle faccette della cupola della superficie. Nella parte inferiore: disegni di ideazione di corpi a padiglione nella versione a pianta quadrata e a pianta a croce greca. Studio del partito di facciata.



Figura 28 - schizzi e disegni di ideazione di corpi componenti la composizione del "Campo dei Miracoli" a Tokyo. In alto studi sulla versione della "Torre pendente" resa con un cilindro ellittico ad asse inclinato e percorso da una rampa elicoidale a pendenza costante. A sinistra è tracciato lo sviluppo piano della torre. In basso, studio di quattro corpi: un corpo ad impluvio centrale, un corpo coperto a falde e coni su pianta a croce greca, un corpo su pianta triangolare equilatera la cui superficie è a padiglione ma a segmenti inversamente simmetrici lungo le piegature della superficie indicata in basso nel suo completo sviluppo piano dove sono indicate le piegature.

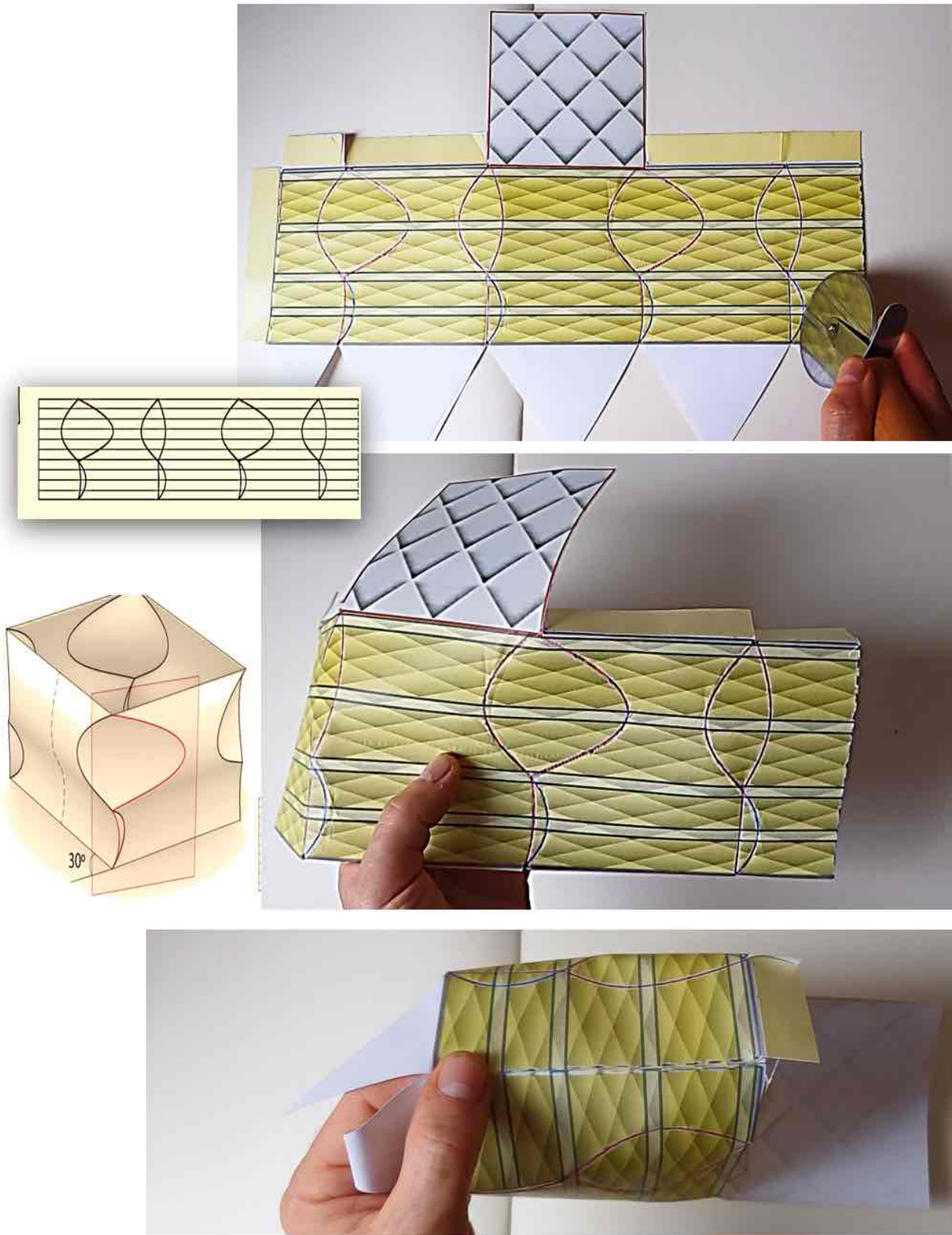


Figura 29 - taglio e montaggio del cartamodello con cui si è ideato uno dei corpi della composizione assegnata. Anche i cartamodelli di ricerca sono a tutti gli effetti degli elaborati euristici.

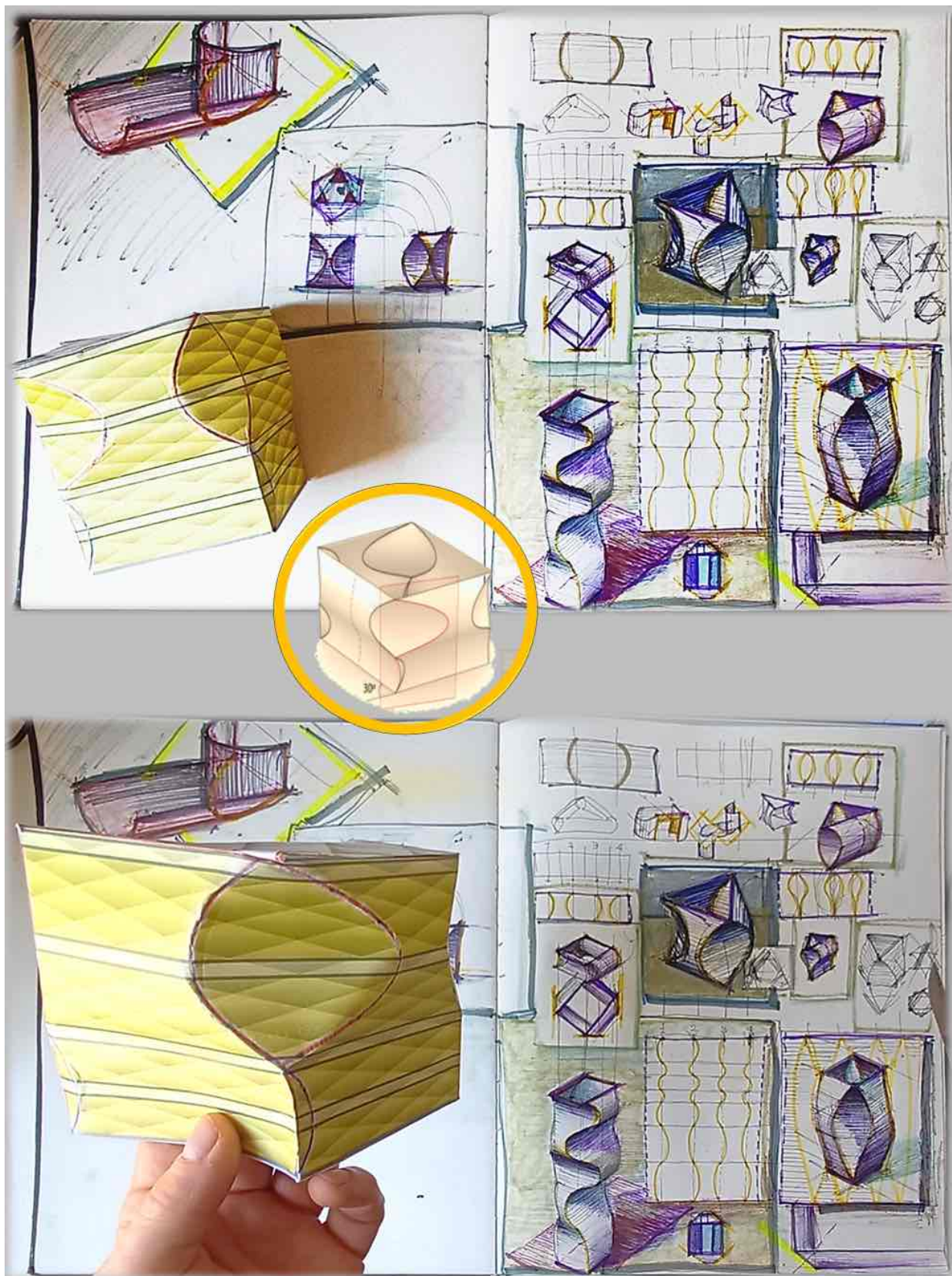


Figura 30 – elaborati di ideazione di uno dei corpi della composizione assegnata. I cartamodelli di ricerca sono a tutti gli effetti degli elaborati euristici, specie quando sono in relazione con schizzi e sviluppi delle superfici rigate in piano, con prefigurazione dell'aspetto finale del corpo. Sono elaborati euristici anche le fotografie delle elaborazioni materiali e dei vari esperimenti di configurazione dei corpi progettati.

7. Ripresa fotografica a fini fotogrammetrici

7.1 Fotografia per la ricostruzione di una mesh fotografica 3D tramite fotogrammetria digitale a base di immagini

Il soggetto delle riprese – le riprese sono di vario tipo.

- a) Anzitutto per la ricostruzione della mesh fotografica 3D ci sono quelle che riguardano la composizione intera dei due o tre oggetti modello, e ci sono quelle che riguardano un singolo oggetto per volta.
- b) Infine, si scattano possono altresì produrre immagini per la fotogrammetria elementare.

Condizioni luministiche di presa – Purtroppo, le riprese fotografiche del modello illuminato con luce solare diretta e conseguenti ombre nette – che sarebbero le migliori ai fini dell'immagine finale – si sono rivelate inadatte per un'accettabile restituzione fotogrammetrica tramite il software **3DF Zephyr**.

Dunque, a seguito di svariati esperimenti compiuti in diverse condizioni ottiche e con diversi parametri ricostruttivi attraverso 3DF Zephyr, consigliamo di esporre il modello alla **presa fotografica in regime di luce intensa e diffusa, quasi scialitica**, come mostrato in [fig. 27](#).

Set di presa – Le richieste condizioni di illuminazione intensa e quasi scialitica si possono ottenere esponendo il modello sia in interno – usando apposite lampade a luce diffusa, oppure lampade a luce diretta ma dirette verso superfici riflettenti e non sul modello –, sia in esterno, scegliendo un luogo non direttamente illuminato dal sole ma nel quale la luce provenga alle superfici del modello indirettamente riflessa da varie pareti illuminate intensamente dal Sole. Oppure, si facciano le riprese in giornate di cielo coperto o molto velato.

Ai fini della ricostruzione è conveniente disporre il **modello** da riprendere in modo che la base sia perfettamente **orizzontale**.

Angoli di presa – Ai fini della ricostruzione fotogrammetrica della mesh fotografica del modello con il software 3DF Zephyr si può procedere usando anche una fotocamera amatoriale o quella equipaggiata da uno smartphone, a patto di deselezionare alcune opzioni automatiche relative al riconoscimento di oggetti, come mostrato in Figura 32.

Non si faccia uso di obiettivi grandangolari o di particolari opzioni relative alla distanza focale di presa. È necessario che tutti gli scatti fotografici siano bene a fuoco ed abbiano gli stessi parametri ottici.

Per la ricostruzione è necessario che ogni area della superficie del modello sia ripresa in almeno tre diverse foto. Ma è altresì controproducente la ripetizione di immagini da punti di vista quasi identici.

Dunque, è conveniente riprendere il soggetto in venti o trenta fotogrammi, spostando con continuità la fotocamera attorno all'asse baricentrale verticale del soggetto, com-

piendo di volta in volta uno scostamento di circa 12-15 gradi azimutali, senza ridondanza di foto dallo stesso punto di vista. È altresì conveniente non variare molto la distanza di presa dal soggetto, come mostrato in Figura 32.

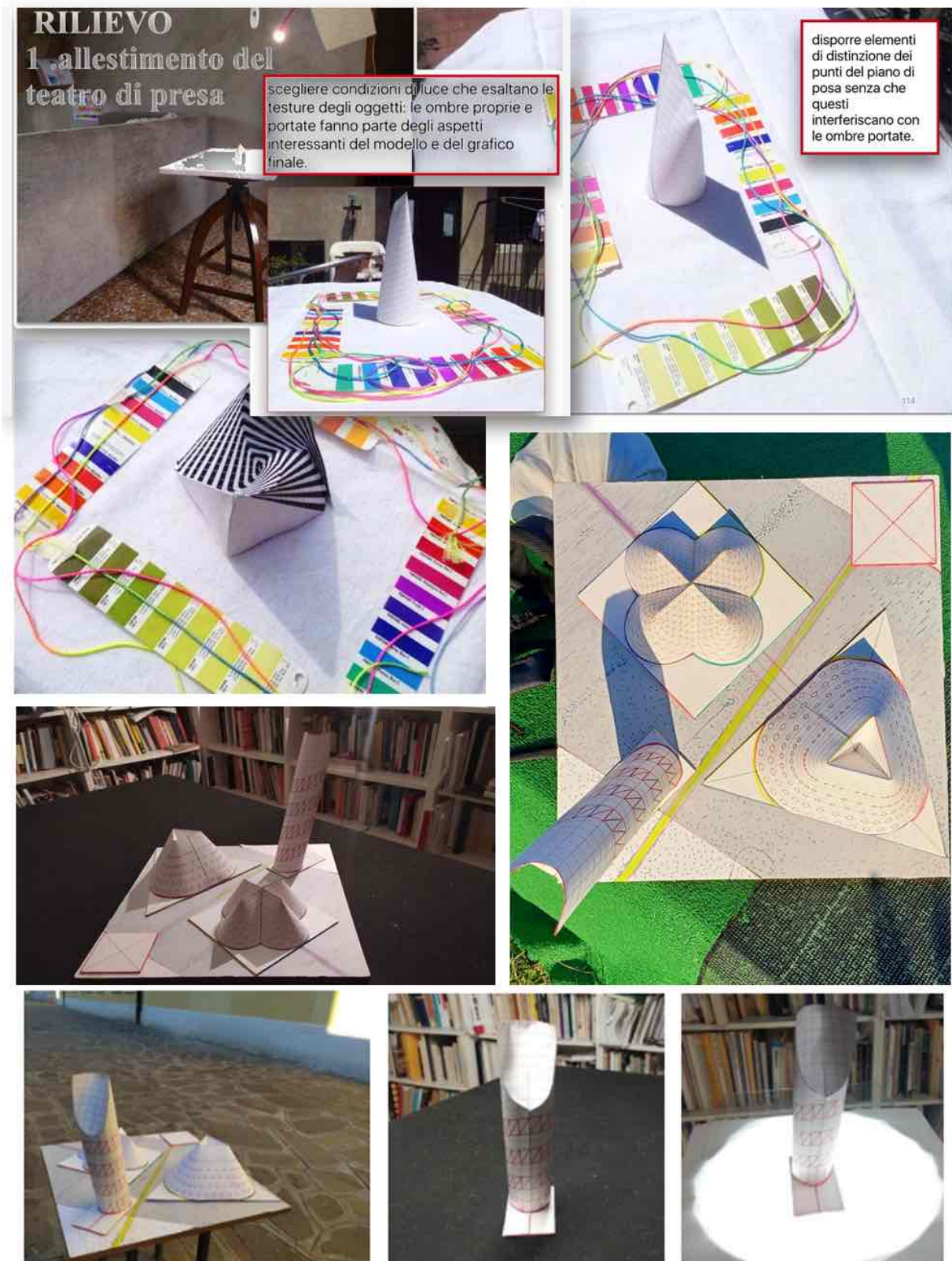


Figura 31 - Allestimento del set di presa fotografica del modello a seconda che si scattino fotografie dell'intera composizione o di uno dei corpi che la compongono e a seconda dello scopo della ripresa fotografica. Per il set di foto che informano la ricostruzione digitale della mech fotografica 3D è preferibile una illuminazione scialitica e una superficie di base – o come quella fornita per il modello completo – con un pattern grafico che facilita il sistema di fotogrammetria a base di immagini nella determinazione spaziale dei punti ripresi.

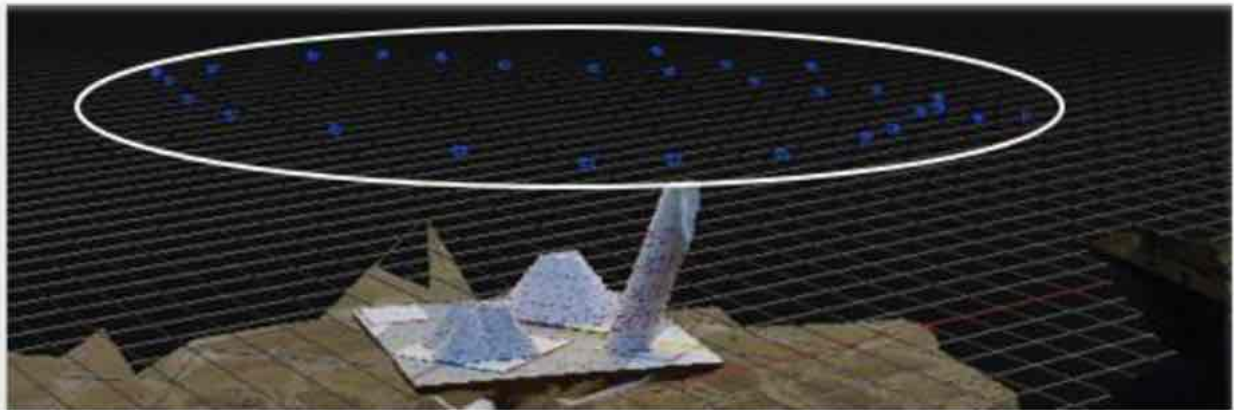
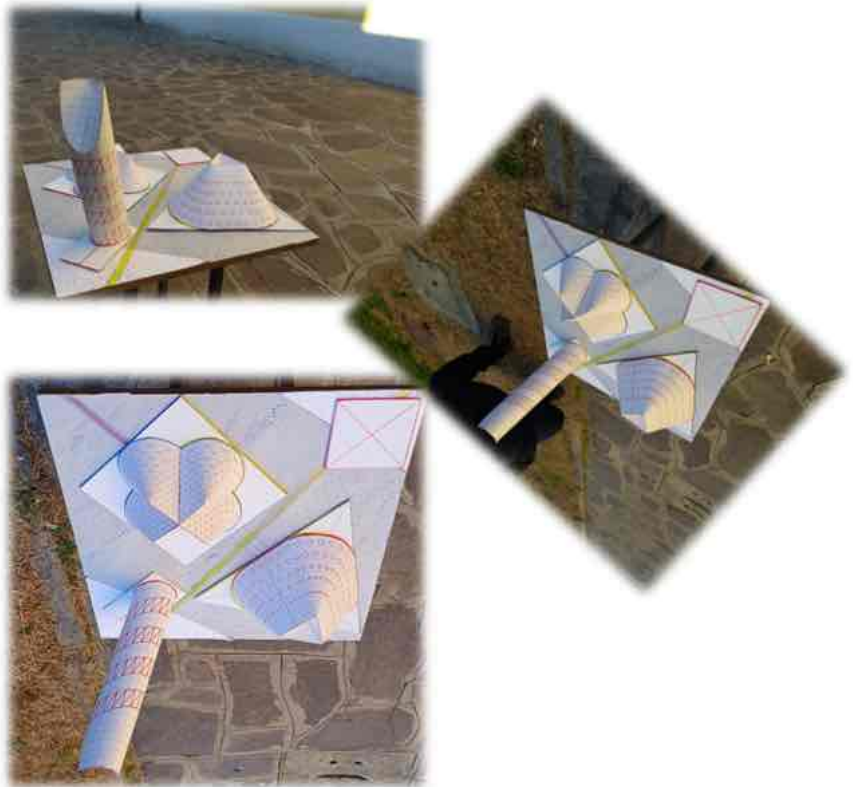


Figura 32- Riprese fotografiche finalizzate alla ricostruzione della mesh fotografica 3D dell'intera composizione. Oltre all'illuminazione scaltica e alla presenza di riverberi ben diffusi, è necessario il sistematico ricoprimiento di tutti gli aspetti spaziali del modello in corretta sequenza.

7.2 Fotografia per la fotogrammetria elementare

Infine, serve un'ultima presa fotografica da utilizzare per il grafico della proiezione centrale da mettere in omologia con una rappresentazione in vera forma (come esemplificheremo). A differenza delle molte prese fotografiche necessarie alla fotogrammetria digitale a base di immagini, per la fotogrammetria elementare diretta invece, serve una sola foto, ma a definizione molto buona e a luce solare diretta o simile.

Quindi, per ottenere queste pochissime immagini in proiezione centrale il modello e il singolo oggetto componente può essere esposto preferibilmente alla illuminazione solare diretta ed è meglio che sia colto con un obiettivo ottico grandangolare. Chi usa smartphone equipaggiati con diverse fotocamere ne troverà certamente una con la distanza focale minima e sarà assai meglio adottare quella.

L'inquadratura del soggetto può avvenire utilmente in vari modi, a seconda del tipo di restituzione che s'intende operare (vedi fig.28):

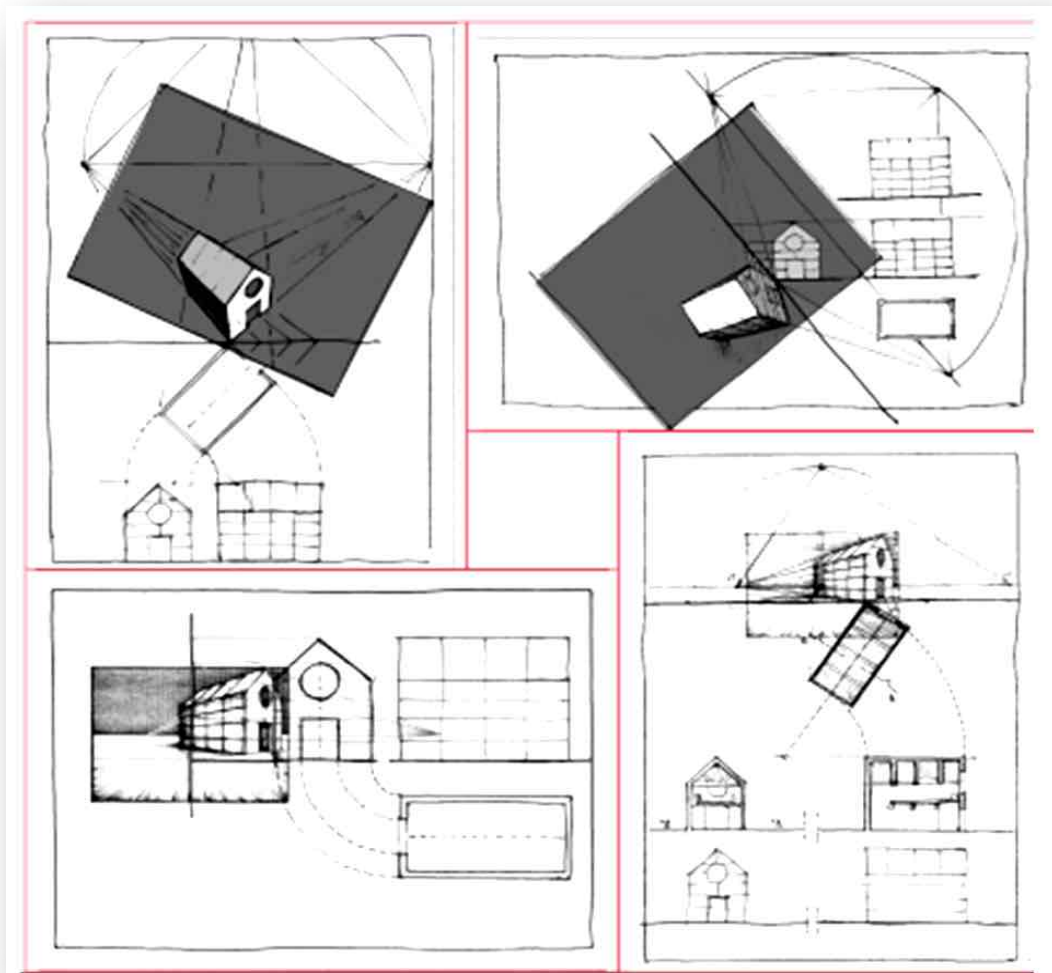
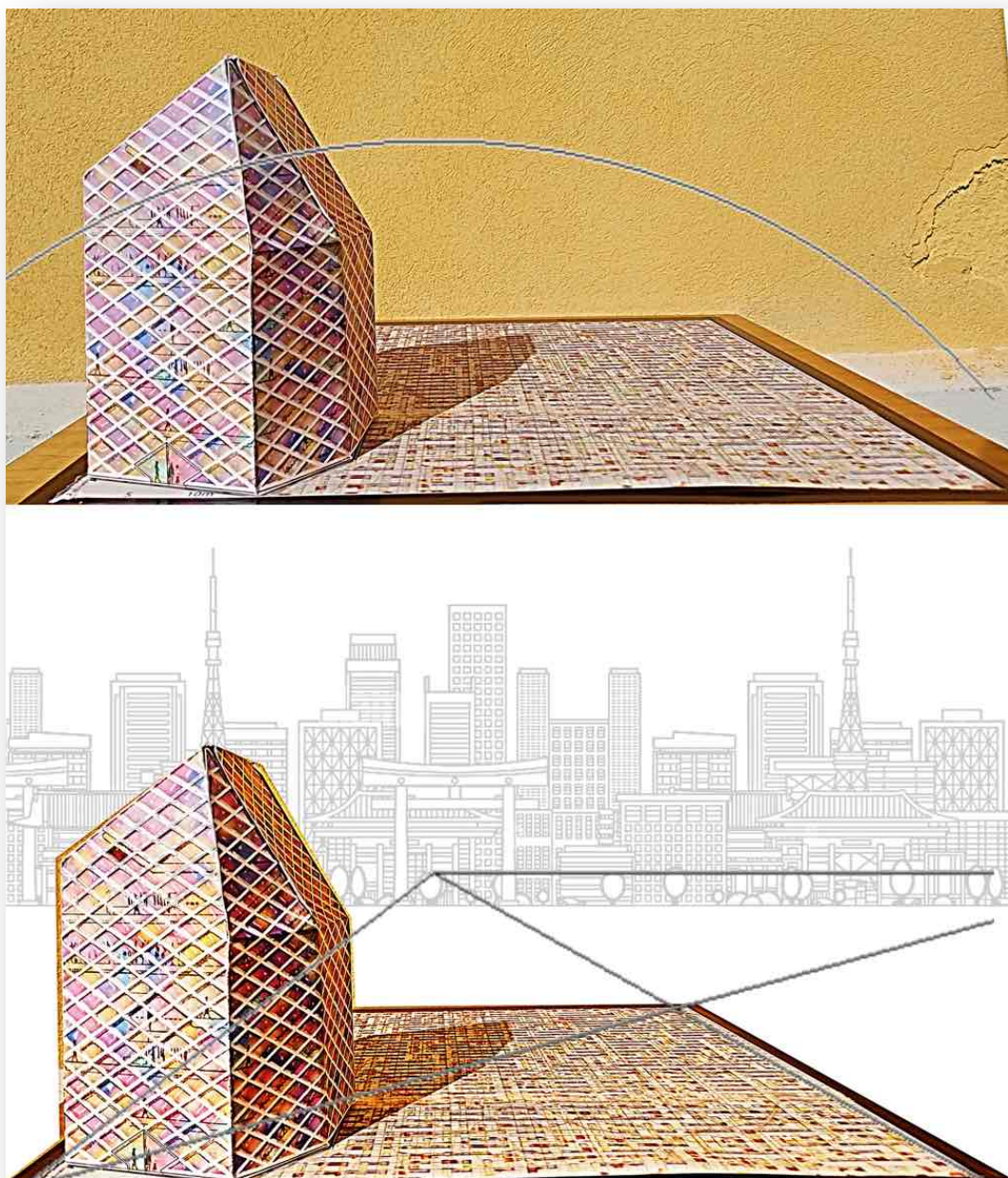


Figura 33 - casistica di inquadramenti del soggetto per farne la fotogrammetria elementare a seconda delle restituzioni in vera forma che si intende fare in proiezione ortogonale. In alto a sinistra: fotografia a

quadro inclinato per la restituzione della vera forma in omologia secondo due diverse disposizioni della vera forma (modo adatto alla rappresentazione di un solo corpo della composizione). In basso: altri due esempi di fotografia tenendo la fotocamera perfettamente verticale e parallela alle direzioni verticali del soggetto obiettivo.

Distingueremo due modi principali d'inquadramento del soggetto:

- 1) Inquadramento a quadro verticale, in modo che la base quadrata del modello completo consenta l'individuazione immediata della linea d'orizzonte e del circolo di distanza. Nel caso di fotografie dei singoli oggetti componenti consiglia la disposizione di un quadrato orizzontale di riferimento poggiato sulla base del soggetto, come mostreremo in seguito.
- 2) Inquadrando il soggetto in una prospettiva accelerata a quadro obliquo ponendo un riferimento cubico nel modello, in modo che sia possibile ricavare i punti di fuga delle



tre direzioni triortogonali degli assi del modello [ex Figura 35]. In questo caso la restituzione della pianta avviene con la tecnica che ricapiteremo alle fine di queste istruzioni.

Figura 34 - esempio di fotografia della base del modello completo a quadro verticale, cioè con la fotocamera parallela alle direzioni verticali del modello. Il punto di vista principale risulta al centro del fotogramma.



Figura 35 - Esempio di fotografia della base del modello completo scattata a quadro inclinato, in modo che le tre principali direzioni tri-ortogonali (X, Y, Z) del modello obiettivo abbiano un punto di fuga proprio rintracciabile sul piano dell'immagine.

8. Estrazione fotogrammetrica della mesh fotografica 3D

L'operazione può essere compiuta avendo installato sul proprio pc il software 3DF Zephyr nella versione completamente gratuita ottenibile al seguente link: <https://www.3dflow.net/it/3dfzephyr-free-gratuito/?authuser=0>).

- 1) Si cominci dal comando “**Elabora**”, “**Nuovo progetto**” e si segua il flusso di lavoro assistito dal software [Figura 36 in alto].
- 2) Il flusso richiede che si carichino anzitutto le **fotografie** da utilizzare: vedi Figura 35.
- 3) Nel passaggio dalla **nuvola di punti diffusa** alla **nuvola di punti densa**, alla successiva elaborazione del modello digitale e della mesh si accettino i parametri standard o si pongano quelli visualizzati nella Figura 36 in basso.
- 4) Ottenuta la **superficie mesh** con la relativa **testura fotografica** è possibile eliminare dal modello ottenuto tutte le parti inutili ai fini dell'elaborato d'esame.

Ottenimento delle viste utili - Anzitutto è utile agire fin da subito sui parametri di visualizzazione che si trovano nel menu “**scena**”. Il software usa di default una visualizzazione in prospettiva – inutile anche ai fini della produzione delle immagini per i grafici finali –; per ottenere **immagini del modello in proiezione parallela** bisogna assegnare l'opzione “proiezione ortografica” al comando “**camera**”.

Per correggere l'asse verticale del modello o apportare altre modifiche al suo orientamento si può agire sull'icona del comando “**trasforma griglia**” come indicato qui sotto nella **fig 32**. Le tre giaciture di rotazione sono modificabili in modo interattivo agendo sui tre cerchi orbitali.

Se l'orientamento del modello è corretto in rapporto alla verticale, è poi possibile ottenere una sua corretta vista planimetrica e prospetti conseguenti.

Tali “viste” in proiezione ortogonale si ottengono sempre tra le opzioni “**camera**” del menu “**Scena**”.

Per ruotare il modello ottenuto si può agire nella finestra di “**modifica**” cambiando i parametri di “**rotazione**” relativi alla giacitura inquadrata a schermo.

Nel caso esemplificato in Figura 37 è il valore dell'angolo nella terza colonna. In caso di errore è sempre possibile annullare l'operazione.

Editing del modello mesch - Per cancellare le parti indesiderate del modello si deve anzitutto operare una selezione in una delle modalità consentite: finestra, poligono, laccio, ecc.

Se si procede circoscrivendo esattamente la parte del modello utile, si può poi invertire la selezione (tasto “inverti”) per selezionare l’intorno da eliminare e, poi, premere il tasto “canc.”.

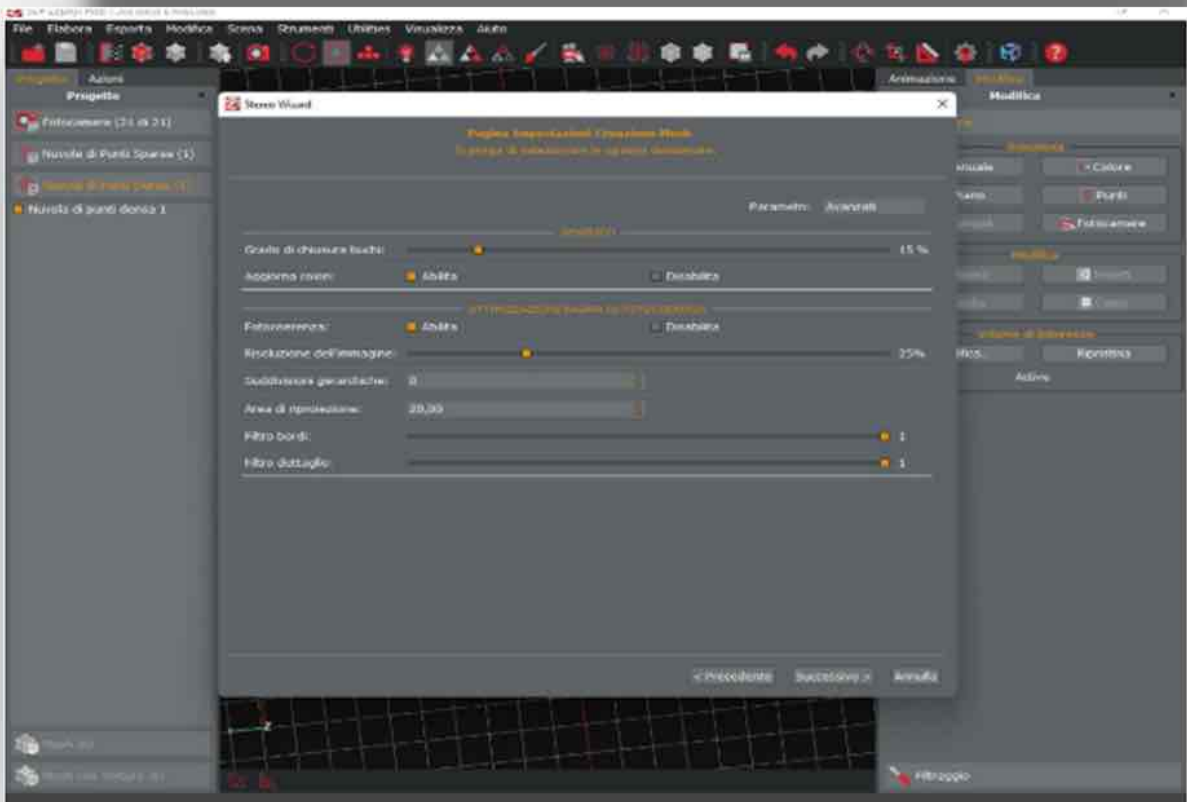
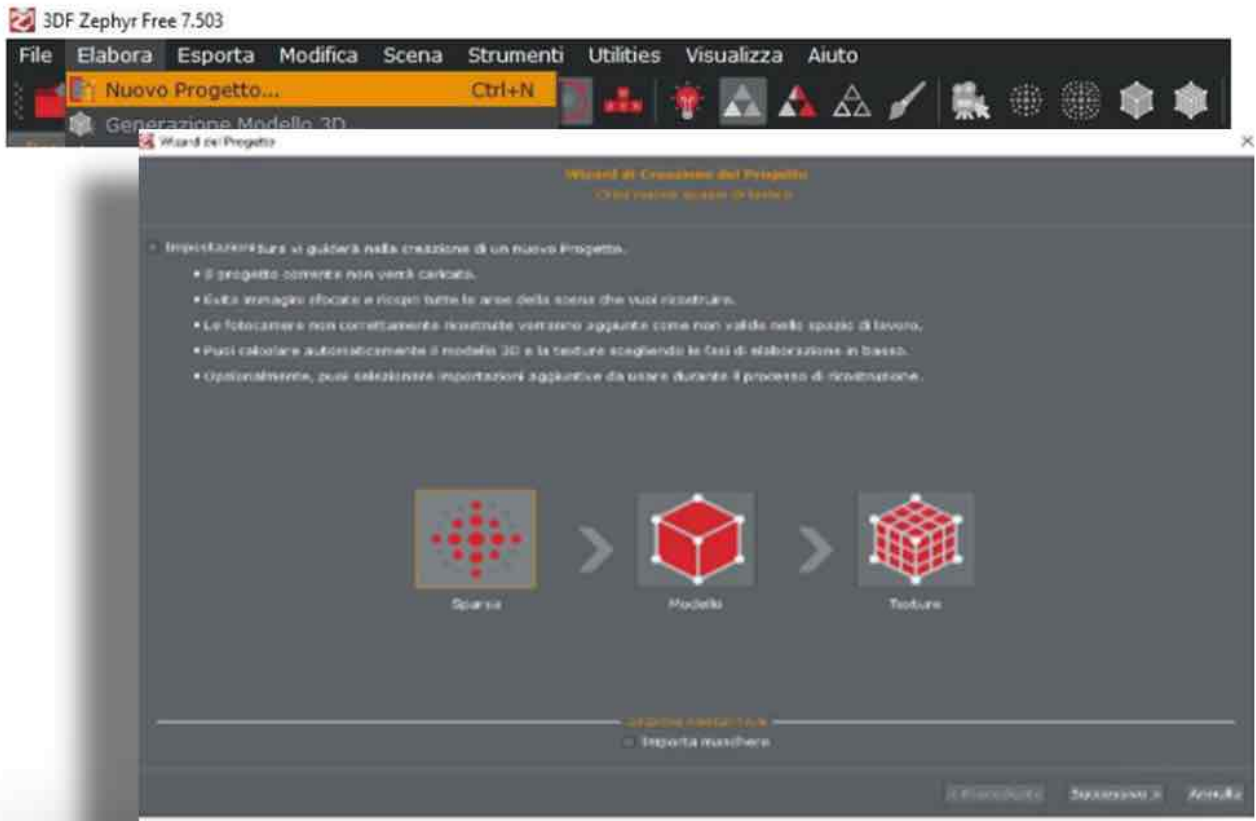


Figura 36- Flusso di lavoro dell'applicazione 3DF Zephyr. 1) Inizio dell'elaborazione e possibilità di settaggio dei parametri di elaborazione delle immagini caricate e rappresentate nella figura 27.

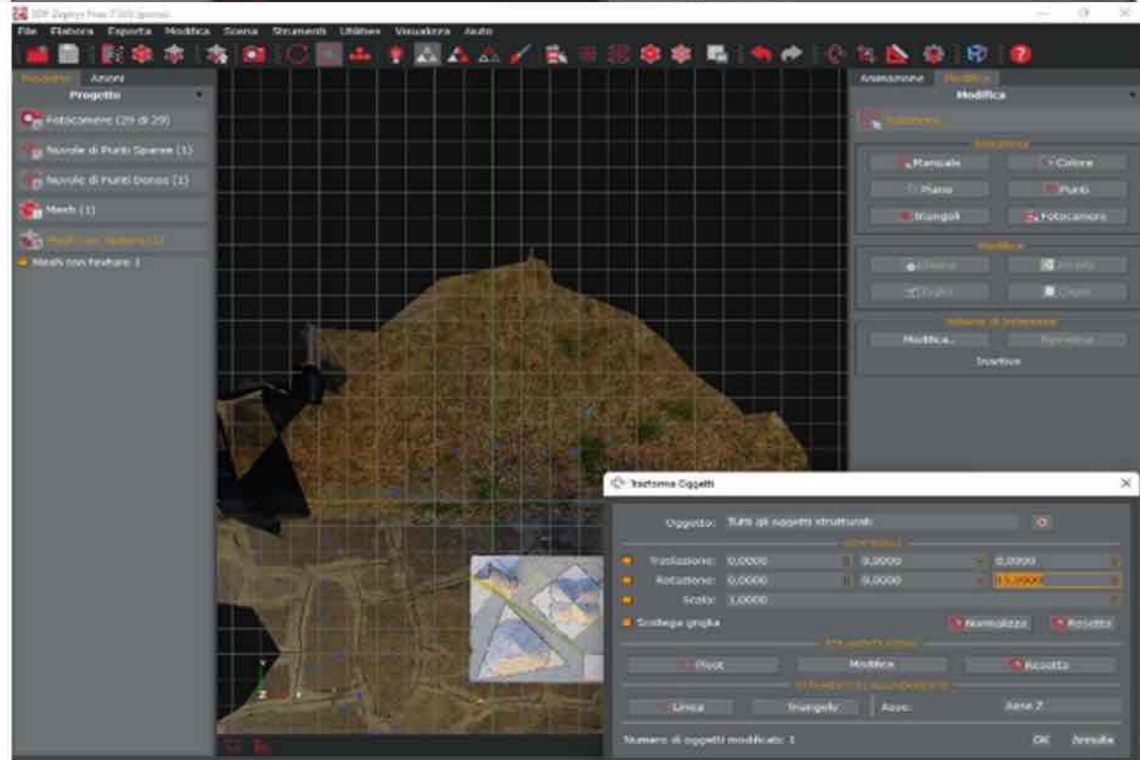
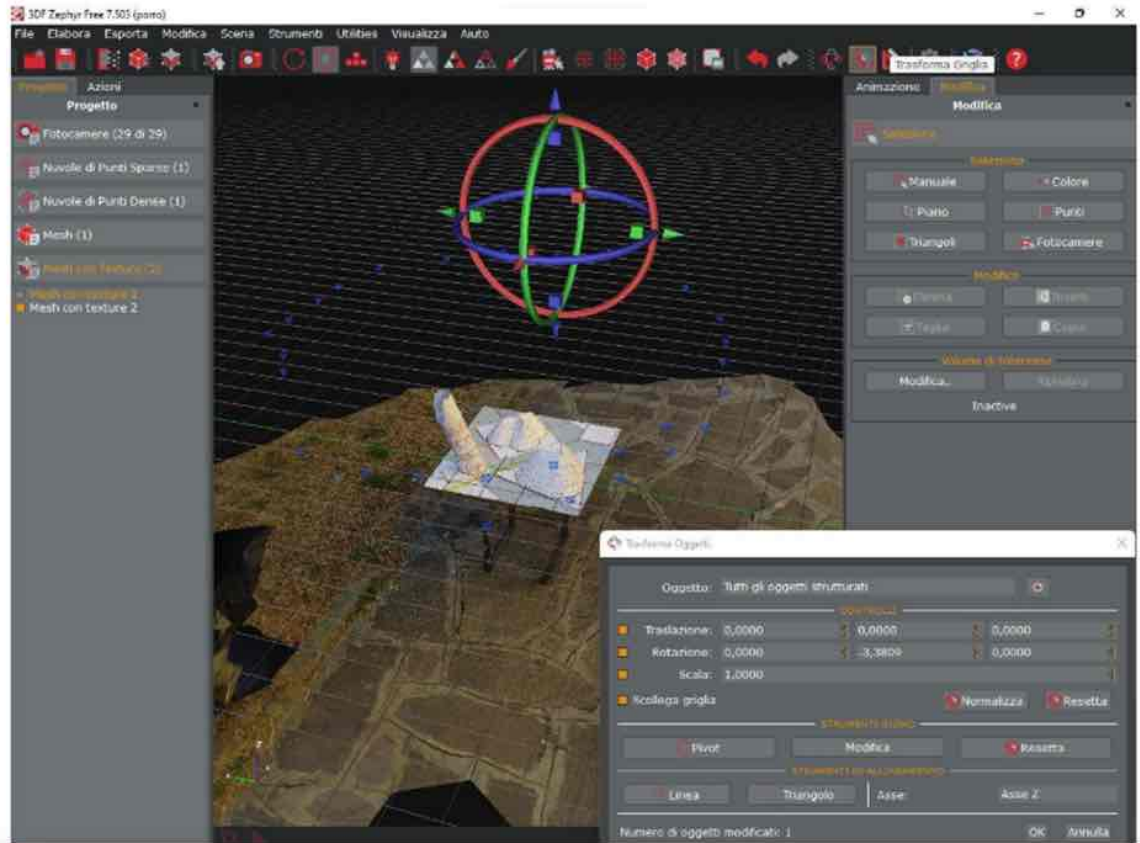


Figura 37 – Correzione dell’asse verticale del modello mesh fotografica 3D del modello per apportare altre modifiche al suo orientamento agendo sull’icona del comando “**trasforma griglia**”. Le tre giaciture di rotazione sono modificabili in modo interattivo agendo sui tre cerchi orbitali.

9. Esportazione dalla mesh fotografica 3D per farne le immagini utili alla composizione dei grafici finali

Le **immagini in proiezione parallela** (vista zenitale, prospetti e assonometrie ortogonali) si possono ottenere direttamente dalla visualizzazione offerta da 3D Zephyr: basta che nel menu “**scena**” per la “**camera**” sia settata l’opzione “**proiezione ortografica**”. Si veda [fig. 33](#).

Dalla visualizzazione si possono rimuovere i contrassegni blu delle fotocamere agendo dal menu rapido che si attiva cliccando il tasto destro del mouse.



Esportazione della mesh fotografica 3D in altre applicazioni per poterla visualizzare più comodamente e anche secondo proiezioni parallele oblique

Da 3D Zephyr free si può sempre salvare la mesh con texture fotografica in un formato che lo renda accessibile ad altre applicazioni che offrono una visualizzazione più varia e semplice: per esempio **Microsoft 3D Viewer**: un visualizzatore 3D, già incluso in Windows dalla versione 10 1703, che legge molti formati: ex. .fbx, .3mf, .obj e .stl.

Per l’**esportazione in Microsoft 3D Viewer** è utile prima ruotare il modello ottenuto in modo da invertire l’asse Z (verticale) e l’asse Y, giacché risulterà così più facilmente visualizzabile nella nuova interfaccia.

L’**esportazione** da 3D Zephyr si comanda dal suo omonimo menu indicando poi il **formato di destinazione Obj/mtl** e specificando nome e collocazione del file ottenuto.

Aperto il file esportato in Microsoft 3D Viewer è possibile ottenere direttamente le immagini utili in proiezione parallela ortogonale ed obliqua;

la proiezione parallela ortogonale si ottiene richiedendo la modalità di “proiezione ortografica” che si trova a destra, srotolando il menu relativo a “Griglia e visualizzazioni”.

Il menu laterale a destra presenta le varie possibilità di **declinazione del punto di vista** e alcune posizioni tipiche. È molto intuitivo ottenere la visualizzazione zenitale (pianta), i quattro prospetti principali e ogni sorta di assonometria ortogonale.

Per ottenere le **immagini in assonometria obliqua** si opti per la modalità di proiezione “**obliqua**” e si regolino i **due parametri di scorcio zenitale e azimutale** che stabiliscono la direzione del centro di proiezione.

Infine, il comando “**esporta immagine**” nel menu File consente molte opzioni di esportazione che si settano nella finestra a destra. È così possibile ottenere file immagine di buona qualità in formato TIFF ad alta definizione e con fondo trasparente.

Estrate e salvate le immagini della veduta zenitale, di alcuni prospetti utili, di alcune assonometrie ortogonali ed oblique, non resta che editarle e comporre gli elaborati finali.

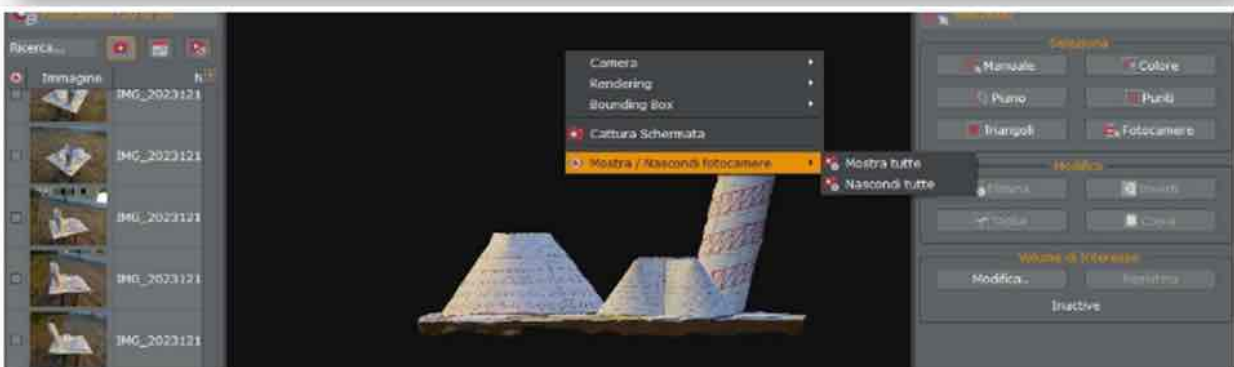
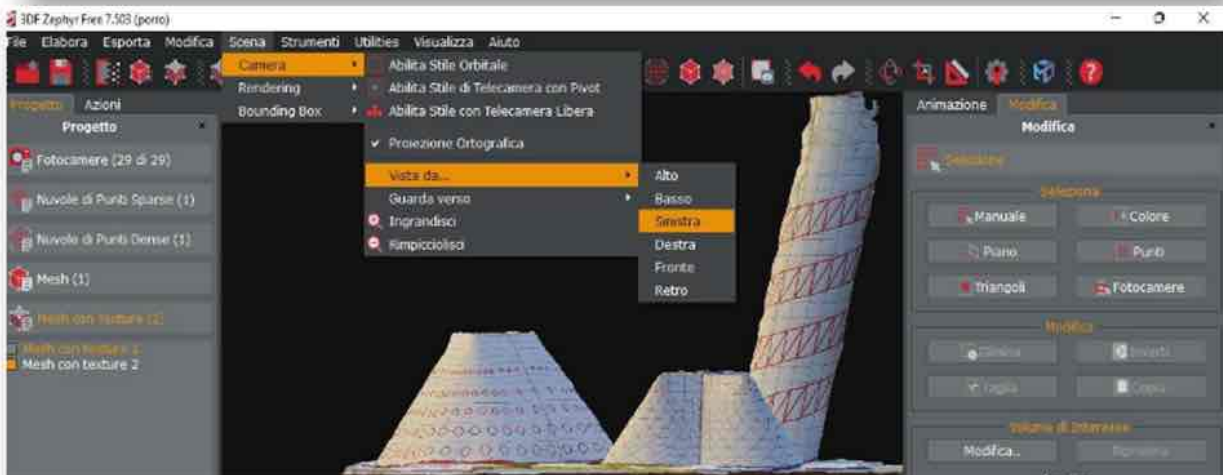
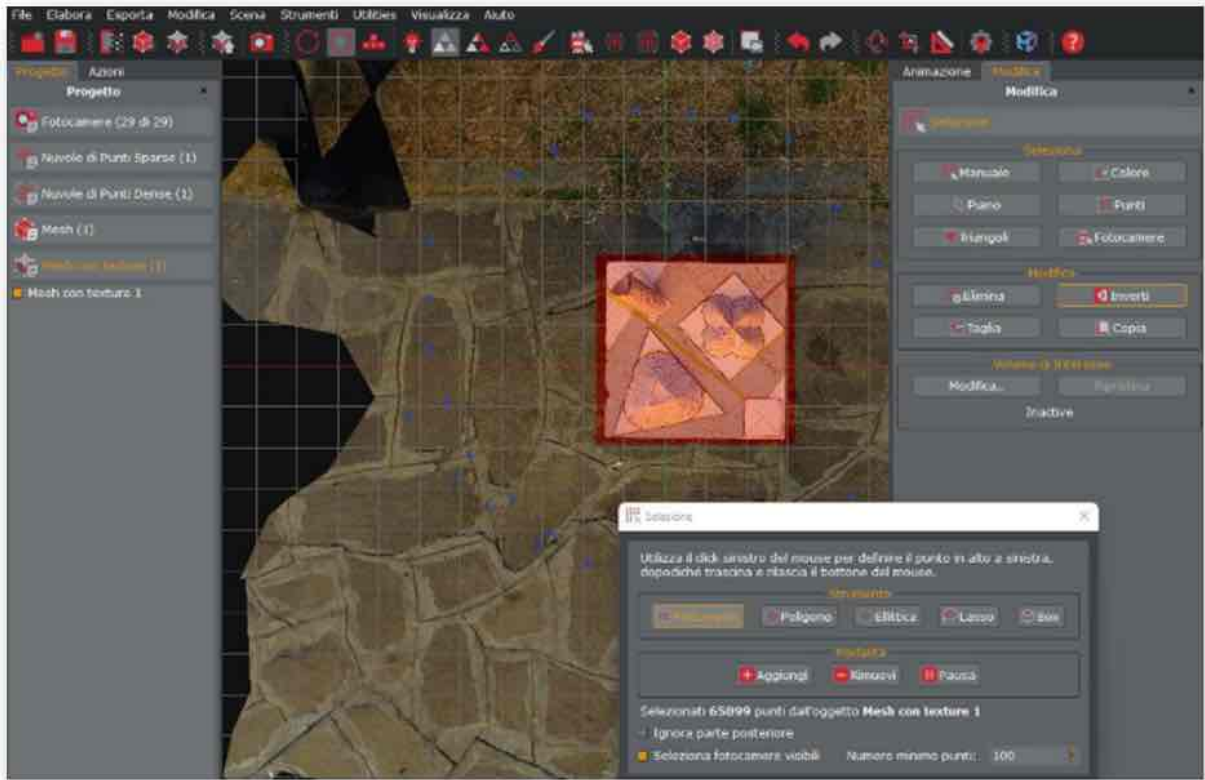


Figura 38 - ottenimento delle immagini del modello mesh fotografica 3D in proiezione parallela dell'applicazione 3D Zephyr.

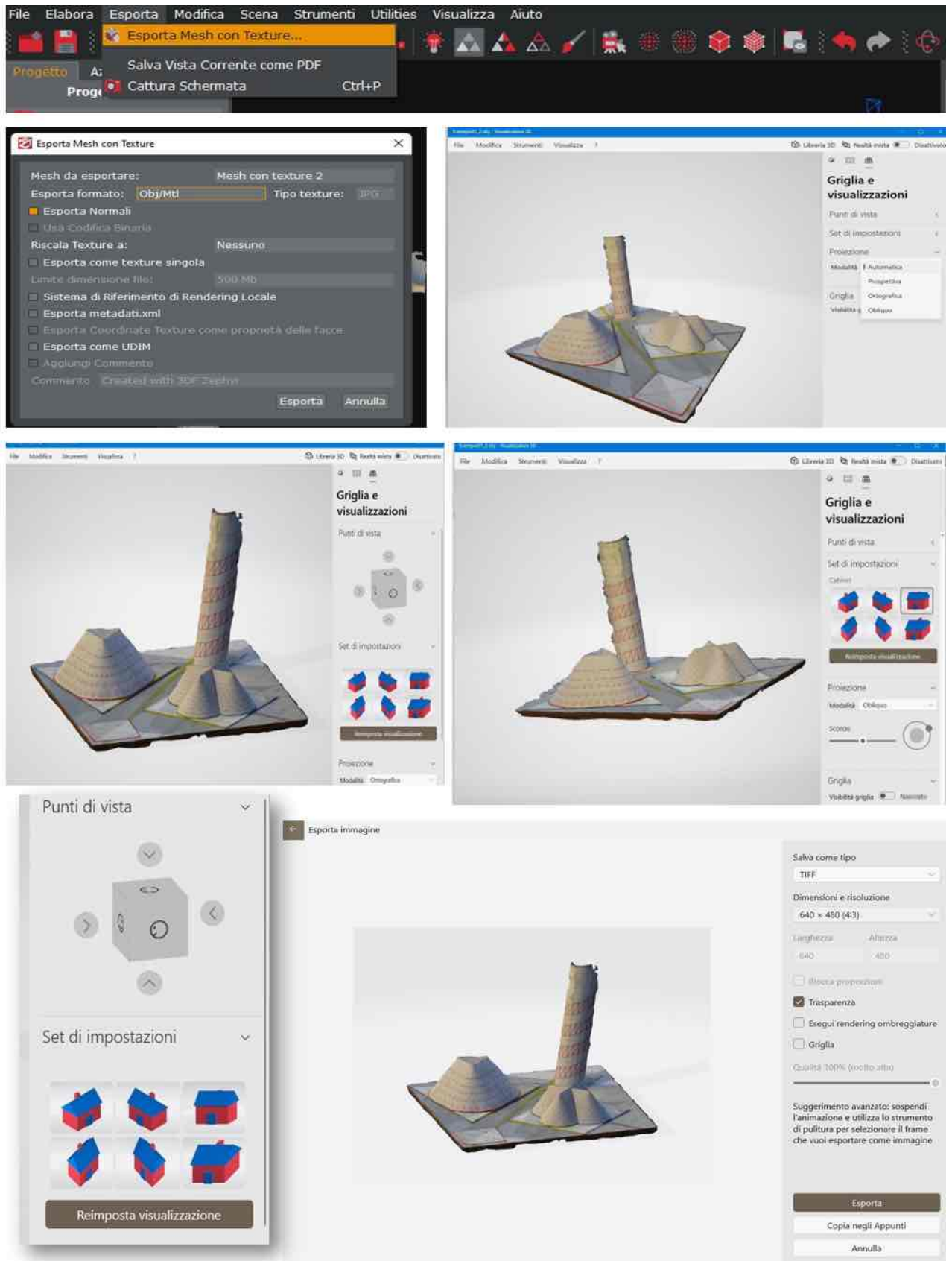


Figura 39- esportazione della mesh fotografica 3D del modello completo da EDF Zephir a Microsoft 3D Viewer. Ottenimento in 3D Viewer delle immagini nei vari metodi di rappresentazione e settaggio delle

condizioni di rendering desiderate. Si ricorda che è possibile ottenere ombre portate anche a partire da un modello fotografato sotto luce diffusa e scialitica.

10. Editing e composizione dei grafici

10.1 Piante, sezioni e altri grafici in vera forma disegnati al solo tratto

Anche se si è prodotto direttamente il modello finale senza disegnare esattamente una planimetria o un prospetto, il grafico della rappresentazione planimetrica può essere agevolmente ricavato per ridisegno della vista zenitale fornita esportabile in alta definizione da Microsoft 3D Viewer (come indicato sopra). Si può fare il “**ripasso**” con **linee di diverso spessore** nel modo corretto – vedi bene la Figura 40 – che si ritiene più comodo e idoneo alla propria idea dell’elaborato finale; per esempio:

- Avendo già redatto in precedenza una pianta o una vista planimetrica della maquette che si è rilevata, non è necessario fare alcun altro disegno; andrà bene il **grafico che si è già fatto** se corrisponde alla situazione del modello rilevato;
- Stampare l’immagine planimetrica ricavata dalla visualizzazione della mesh fotografica 3D e **ripassarla a vetro** (in trasparenza) a matita o a china nel modo che si ritiene migliore e comodo: magari a matita a mano libera oppure con la guida di riga e compasso.
- Importare il file dell’immagine planimetrica ricavata dalla mesh fotografica 3D in un file di **Autocad** o di **qualsiasi altro software per il disegno in formato vettoriale**; sarà possibile ripassare i tratti essenziali del disegno disponendo appositi layer per i vari tipi di linea: contorno apparente (linee più spesse), spigoli in vista (di spessore intermedio), linee delle trame testurali (di minor spessore).

Se nell’elaborato che s’intende disegnare molto bene al tratto prevalgono linee complesse (non riducibili a tratti rettilinei e archi di circolo) conviene optare per una delle seguenti due opzioni opposte:

- ❖ tracciare il disegno a mano libera per ricalco o in trasparenza diretta (ripasso a vetro o su carta translucida), oppure per ricalco digitale reso possibile di disegno;
- ❖ ripassare tramite un software per il disegno vettoriale (come Autocad) approssimando le linee complessa con Spline [vedi per esempio la Figura 41].

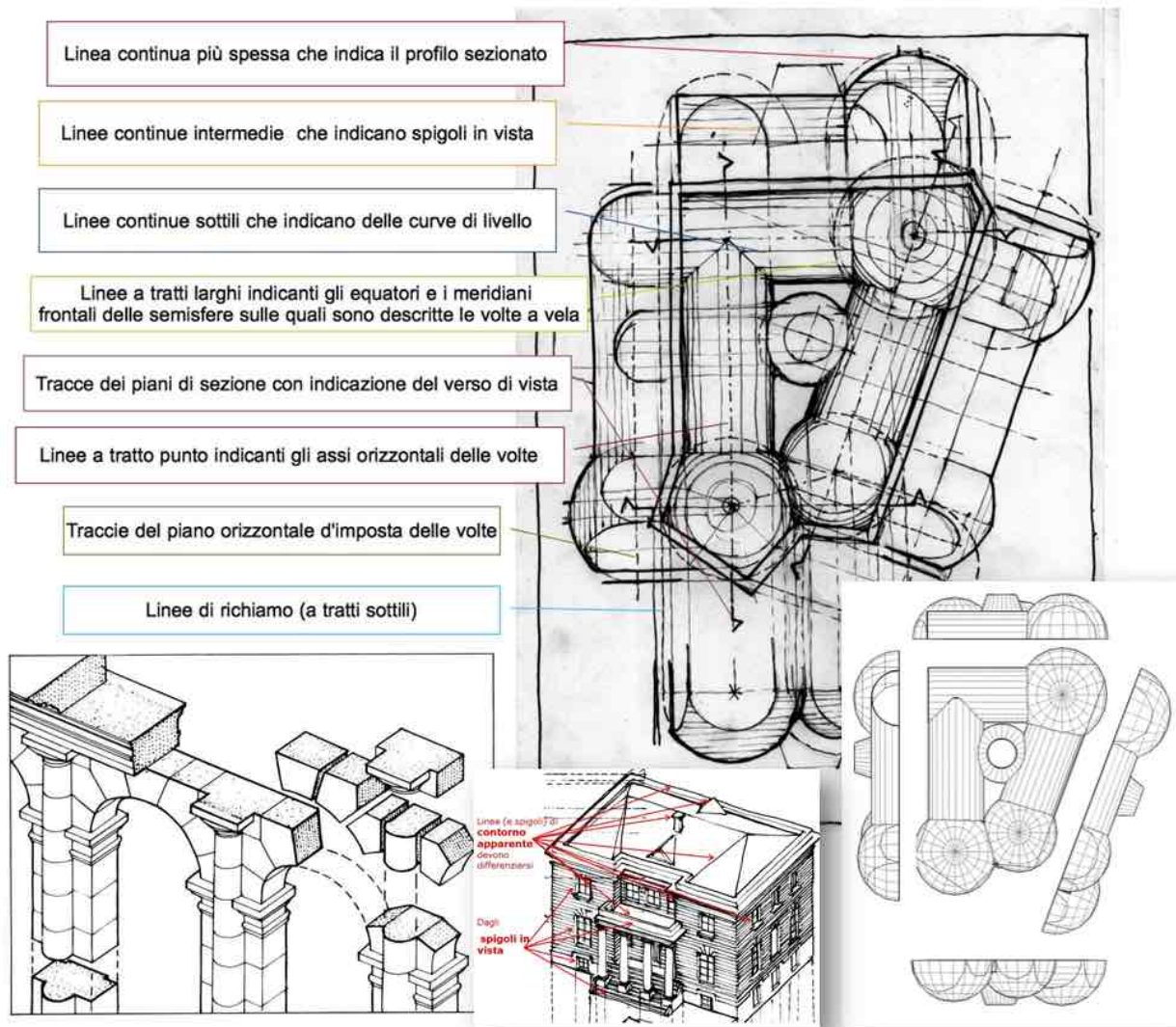
Varietà dei formati visuali

Per comporre grafici più efficaci da pubblicare eventualmente sul proprio portfolio di laurea è utile disporre di rappresentazioni in diverso formato visuale.

Credo che un grafico risulti efficace se, per esempio, nella pagina stampata vi si trovano a stretto confronto proiettivo immagini in formato visuale “**raster fotografico**” ma, all’opposto, correlate a grafici a sole linee (“**vettoriali**”) e perciò detti “**a filo di ferro**”.

Non sempre è necessario comporre grafici in diversi formati visuali; se è ben riuscita la restituzione fotogrammetrica della mesh della maquette fornitaci da 3D Zephyr, oppure, se almeno i suoi disegni a mano originali o i suoi ridisegni al tratto sono corretti,

allora si può redigere un grafico in “pianta e alzato” che riesce bene anche con immagini proiettivamente corrette solo di tipo **fotorealistico**, oppure, solo di tipo **grafico** (a pure linee).



• **contorni di corpo sezionato**: linea continua di maggiore spessore, mai inferiore a 0,5 mm.

linea di contorno apparente: linea continua di 0,35 mm. o sufficientemente evidenziarla rispetto ai semplici spigoli in vista.

spigoli in vista: linea continua di spessore non inferiore a 0,25 mm..

spigoli e contorni non in vista: linea 0,25 mm. tratteggiata regolarmente (talora 0,35 mm., in caso di contorni).

Interruzione di corpo: linea 0,25 (0,35) mm. irregolarmente tratteggiata o talora con tratti a punta irregolare.

Figura 40 - Codice grafico essenziale per il disegno tecnico al tratto basato sulla distinzione di spessore e tipo di linea in relazione al suo significato denotativo. Gli spessori indicati in basso hanno solo valore di

esempio: non conta lo spessore esatto, ma solo quello relativo all'insieme dei segni apposti a un dato disegno.

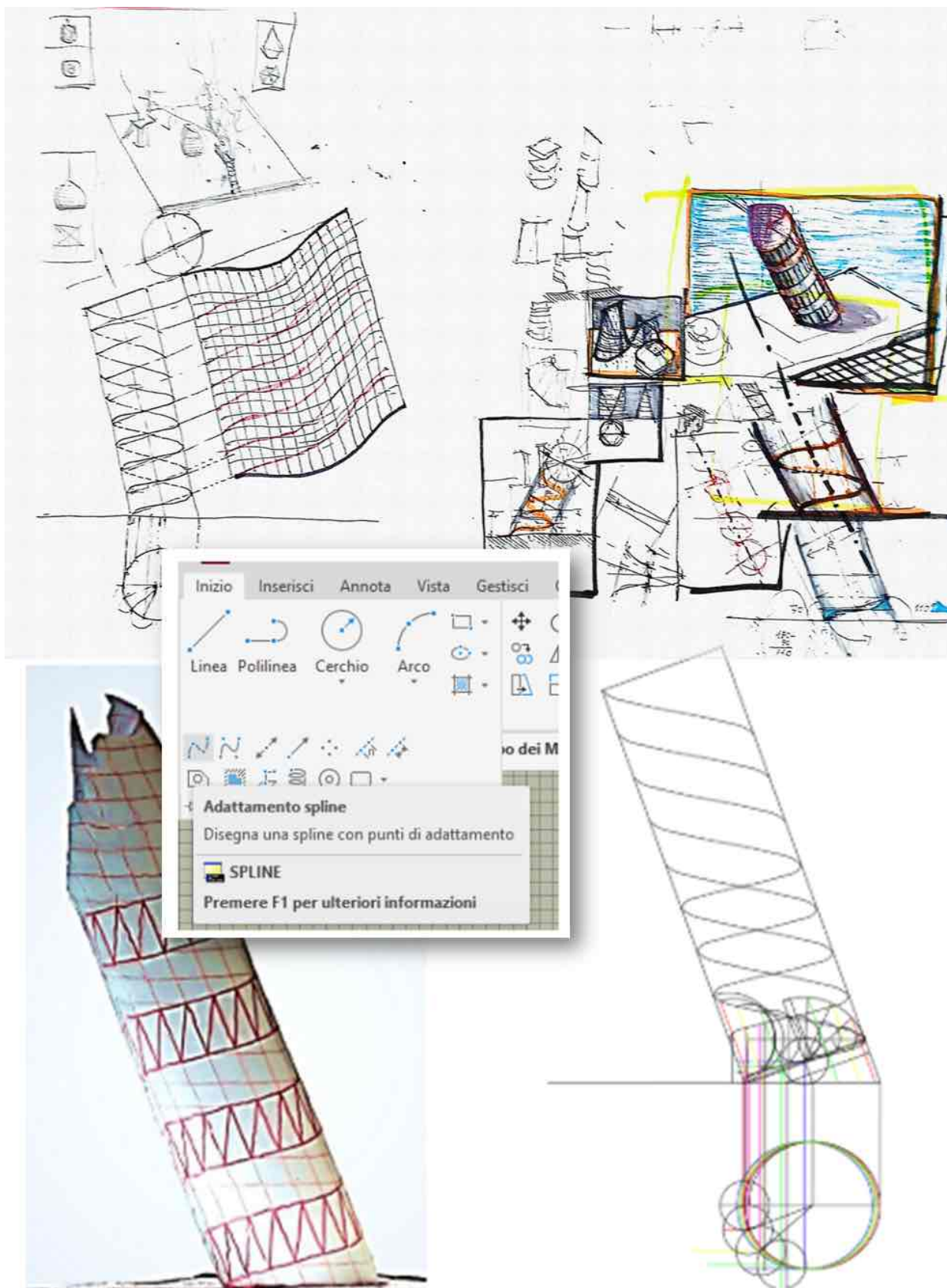


Figura 41 - Traduzione dell'immagine ortografica di un modello mesh fotografica 3D in un grafico correttamente rappresentato. In questo caso si mostra come si può usare Autocad o altro software di disegno vettoriale. La sinusoide che rappresenta in prospettiva la linea elicoidale (**elica conica**) di pendio costante è reso digitalmente attraverso una **spiline**.

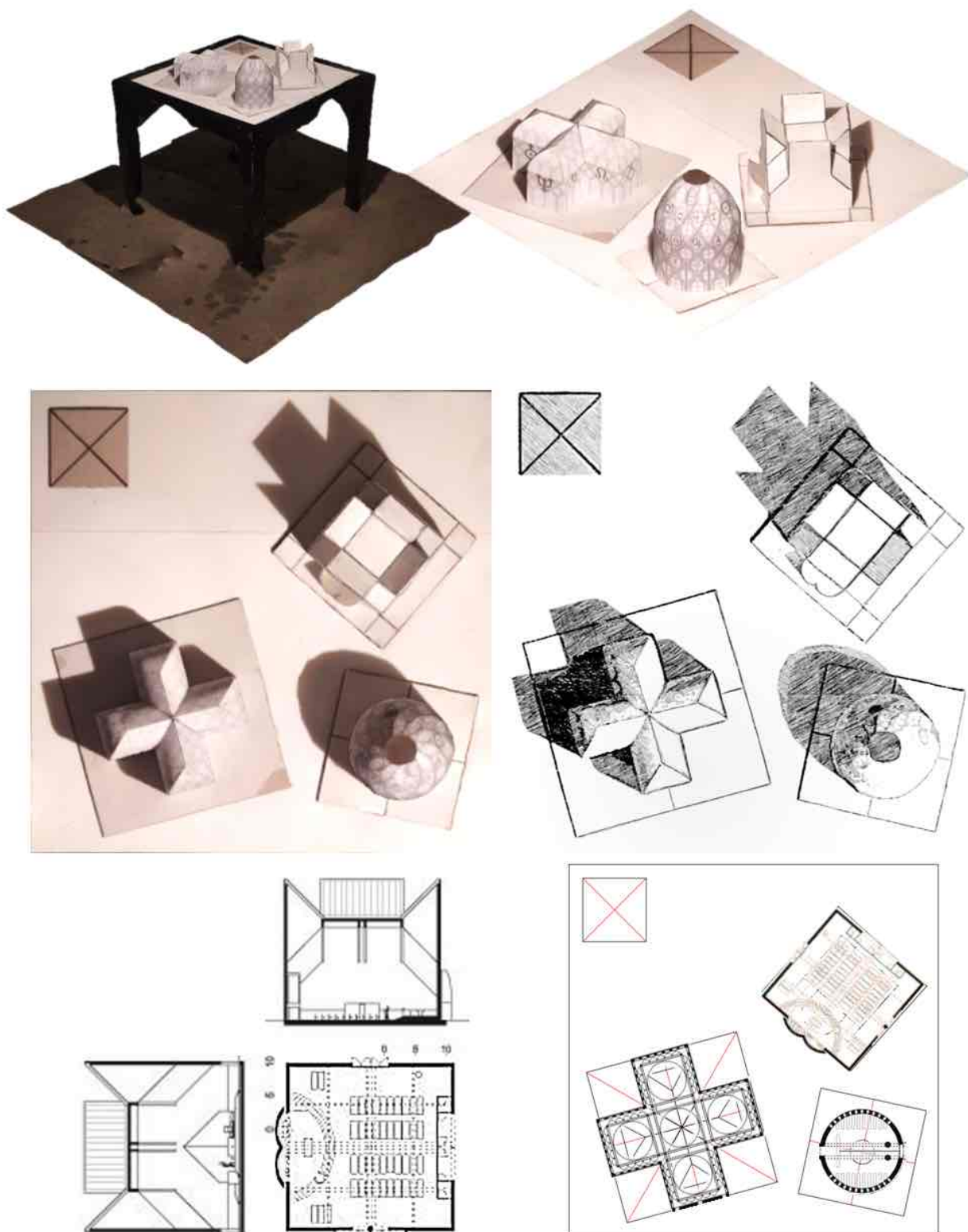


Figura 42 – Esempio di versione al tratto di un modello completo rilevato inizialmente nel formato di una mesh fotografica 3D. Traduzione di formato visuale da mesh fotografica a disegno al tratto con aggiunta delle informazioni sulla vera forma architettonica (piante e altre sezioni verosimili).

10.2 Composizione dei grafici

La redazione dei grafici finali (abbondantemente esemplificati nel seguito di queste istruzioni) si fa semplicemente componendo le immagini costituenti e può essere fatta nei modi più diversi e congegnali alle proprie abitudini e capacità: dal tracciamento diretto a mano, all'uso di applicazioni per il disegno digitale o per la semplice presentazione.

Chi ha una minima pratica di software come **Autocad** può avvalersene anche per comporre gli elaborati con la massima precisione, oltre che per trascrivere in linee delle immagini di tipo fotografico. In questi software CAD è molto facile importare direttamente le immagini raster che servono, scalarle e orientarle correttamente, poi tracciare tutte le costruzioni necessarie assegnando alle linee i tipi e gli spessori differenziati a seconda del loro significato di rappresentazione.

In alternativa tutti – proprio tutti – possono utilizzare applicazioni di sicuro possesso gratuito a disposizione di ogni studente IUAV. Mi riferisco ad applicazioni di presentazione come **Libre Office Impress**, **Beamer**, **Keynote** o il più diffuso **Microsoft PowerPoint** che fa parte della suite di software di produttività personale che Microsoft, distribuisce con licenza commerciale, disponibile per i sistemi operativi Windows e macOS. Sono strumenti che si ottengono gratuitamente. Ricordo che la suite di



software di produttività personale Microsoft 365 Education è a disposizione gratuitamente per tutti gli studenti; basta accedere al seguente link con il proprio indirizzo mail istituzionale (...@stud.iuav.it) : <http://products.office.com/IT/student/office-in-education>

Usando Power Point



PowerPoint o simili applicazioni di presentazione non offrono certo strumenti di disegno che abbiano la precisione richiesta dalla redazione dei grafici d'esame. Questi servono solo a immaginare comodamente immagini fatte altrimenti.

Il problema in questo caso è nella loro scarsa offerta di tracciamento geometrico, dunque nella difficoltà di poter fare delle costruzioni geometriche precise. Ma il problema è facilmente superabile: per queste costruzioni geometriche è possibile procedere disegnando a mano su carta o con altri software CAD.

Si può disegnare lo schema generale del grafico indicando sommariamente le posizioni delle singole immagini componenti, oppure disegnate direttamente a mano su carta, vuoi in forma definitiva (con cura grafica). Nel caso lo schema sia tracciato con grossolanità, l'immagine grossolana di costruzione deve poi essere tolta una volta impaginato correttamente l'intero grafico; allora non si vedranno che le immagini componenti al posto giusto. Come fare con Power Point.

Disegno a mano e sua scansione digitale e inserimento (temporaneo) nello sfondo del foglio di presentazione nel quale si compone il grafico – L'impostazione del grafico può essere tracciata disegnando a mano qualche linea della costruzione su carta in formati usuali; per essere trasposta nel file Power Point la costruzione immagine disegnata a mano dev'essere scandita digitalmente. Allora l'immagine potrà essere usata come sfondo alla "diapositiva" del software di presentazione; infine eliminata, una

volta compiuta l'impaginazione del grafico con i materiali più idonei. Facciamo l'esempio con PowerPoint.

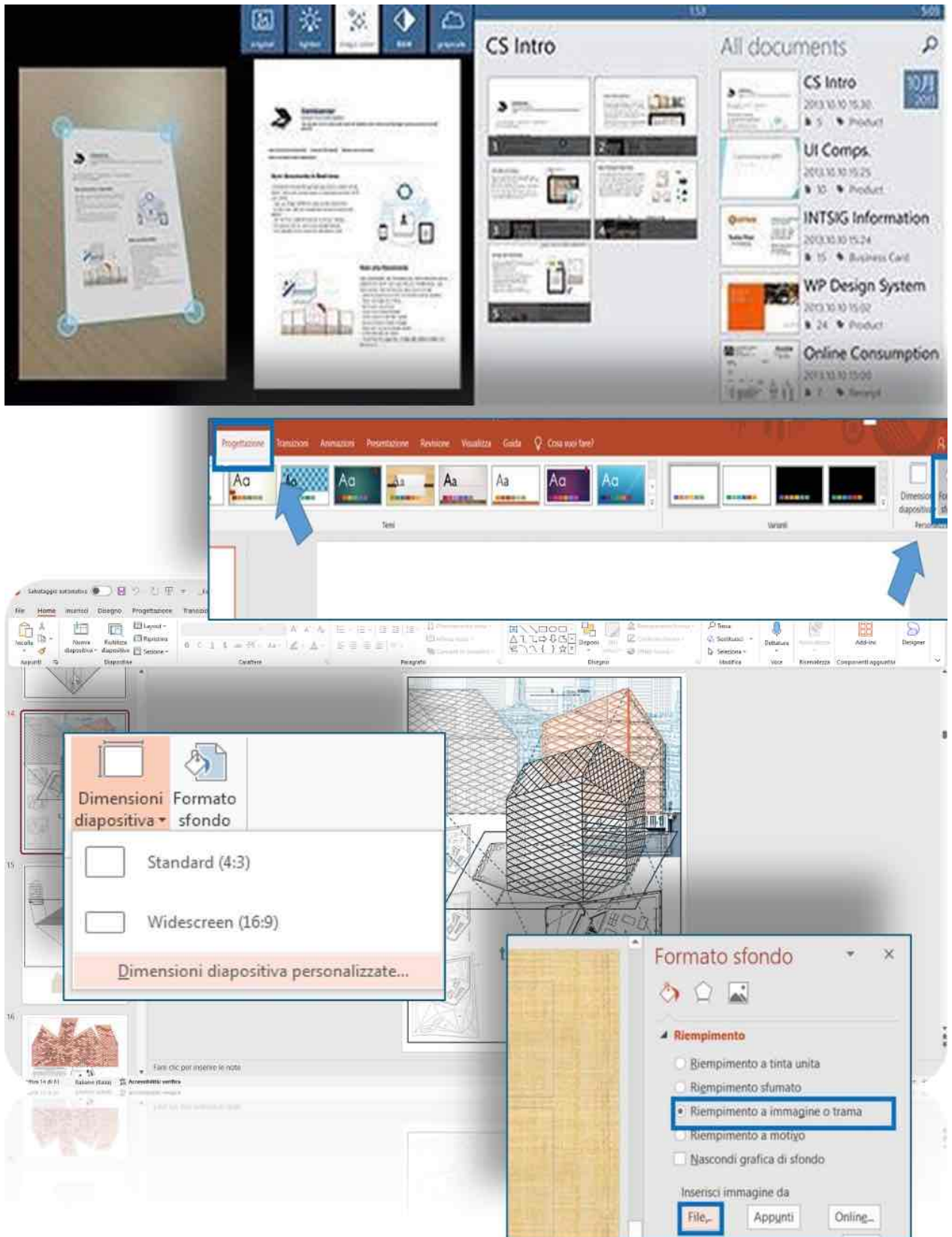


Figura 43 - In alto, scansione di un disegno con un'applicazione per il raddrizzamento fotografico [ex.: AdobeScan, Microsoft Office Lens, Scanbot, Notebloc Scanner, Zoho Doc Scanner, Clear Scan, Kaagaz Scanner, TurboScan, TapScanner, CamScanner, ...] e il contrasto automatico dell'immagine di un documento. In basso, inserimento dell'immagine scandita e raddrizzata come sfondo di una diapositiva in un file Power Point.

Procedura:

- 1) Si disegni a mano su carta l'impostazione geometrica del grafico;
- 2) Si scandisca quel tracciato con lo smartphone usando applicazioni come Adobe-Scan, oppure Microsoft Office Lens, o ancora ... Scanbot, Notebloc Scanner, Zoho Doc Scanner, Clear Scan, Kaagaz Scanner, TurboScan, TapScanner, o ancora meglio, con CamScanner,
- 3) Salvare l'immagine della scansione e creazione di un nuovo file di PowerPoint al quale si conferisce il formato di diapositive UNI A3 con il comando "**Dimensioni diapositiva personalizzate**"
- 4) Si usi l'immagine del tracciato grafico d'impaginazione fatto a mano come sfondo delle diapositive del file di PowerPoint scegliendo nella scheda "**Progettazione**" il comando "-> **Formato Sfondo**"
- 5) Nella finestra "**Formato Sfondo**" selezionare l'opzione "**Riempimento a immagine o trama**" e poi il tasto "**File**";
- 6) Selezionare il file dell'immagine con il tracciato grafico che apparirà come sfondo alle diapositive del file e confermare premendo su **OK**.
- 7) Ora si può comporre agevolmente il grafico finale inserendo le varie immagini componenti, scalandole e ruotandole opportunamente.
- 8) Infine, se il tracciato di partenza non serve più o può dare fastidio alla compiutezza del grafico complessivo, può essere eliminato facilmente ricorrendo di nuovo al comando "**Progettazione -> Formato Sfondo**" e selezionando "**Riempimento a tinta unita**".
- 9) Alla fine della lavorazione, il file di PowerPoint può essere esportato o stampato in formato .pdf o in un altro qualunque formato d'immagine raster: .jpg, .tiff, .gif ecc. Dunque, il lavoro d'esame è finito e pronto per essere inviato al prof.

La casistica esemplificativa delle impaginazioni e della combinazione dei formati visuali delle immagini componenti i grafici d'esame è esemplificata nelle pagine seguenti dove saranno anche ricapitolate le procedure di costruzione grafica necessarie all'impaginazione corretta delle rappresentazioni in vera forma (sezioni costruttive orizzontali e verticali) in relazione omologica con le assonometrie e le prospettive.

11. Esempi di grafici finali

11.1 Esempio di elaborati in proiezione ortogonale (Metodo di Monge e assonometrie ortogonali)

Come spiegato sopra, i grafici in proiezione ortogonale provengono – vedi [fig. 39](#) –, sia dalle piante e sezioni verticali con cui si sono ideati i singoli corpi del modello finale,

sia dal ridisegno delle immagini ricavate in proiezione ortografica dalla mesh fotografica 3D estratta per fotogrammetria a base di immagini dal modello in carta o cartoncino.

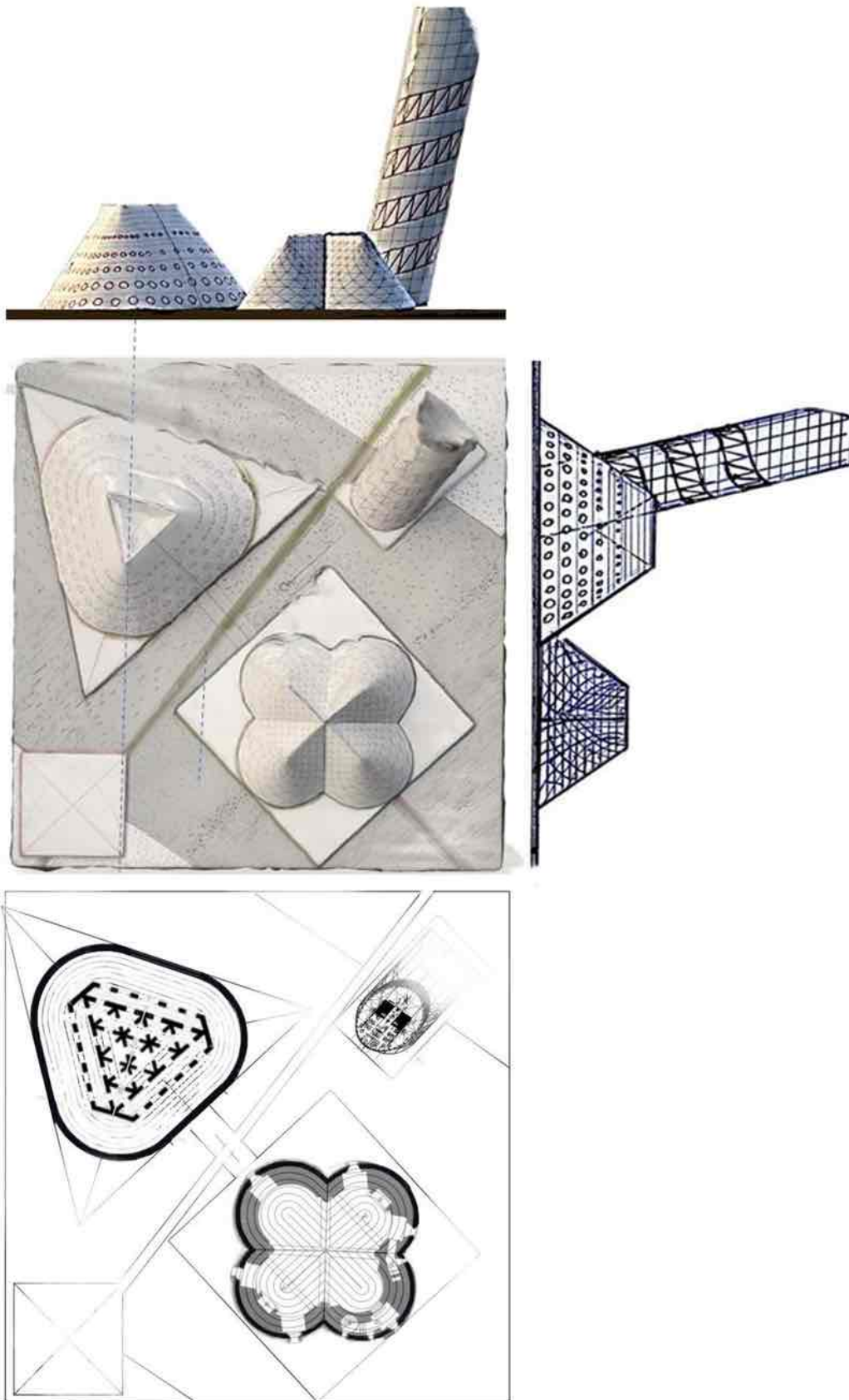


Figura 44 - esempio di proiezioni ortogonali di un intero modello fatto solo per mostrare il confronto diretto tra i formati visivi di tipo fotografico e grafico, al tratto.

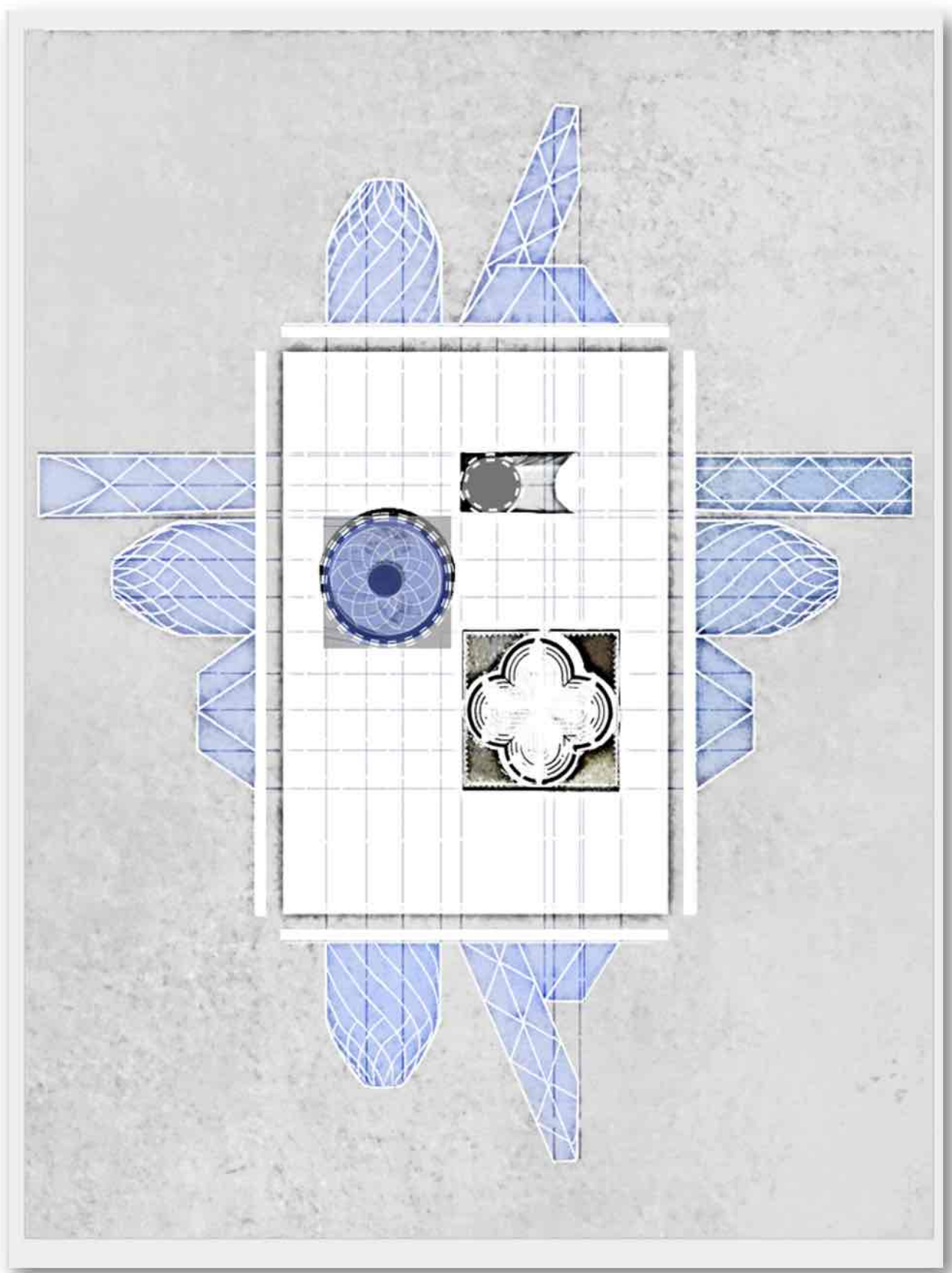


Figura 45 - Esempio di proiezione ortogonale di un modello completo resa in un formato visuale essenzialmente grafico, legato a una palette cromatica definita.

11.2 Ricapitolazione della procedura costruttiva con esempi di elaborati in tipi di assonometrie ortogonali isometriche e trimetriche correlate a rappresentazioni in vera forma

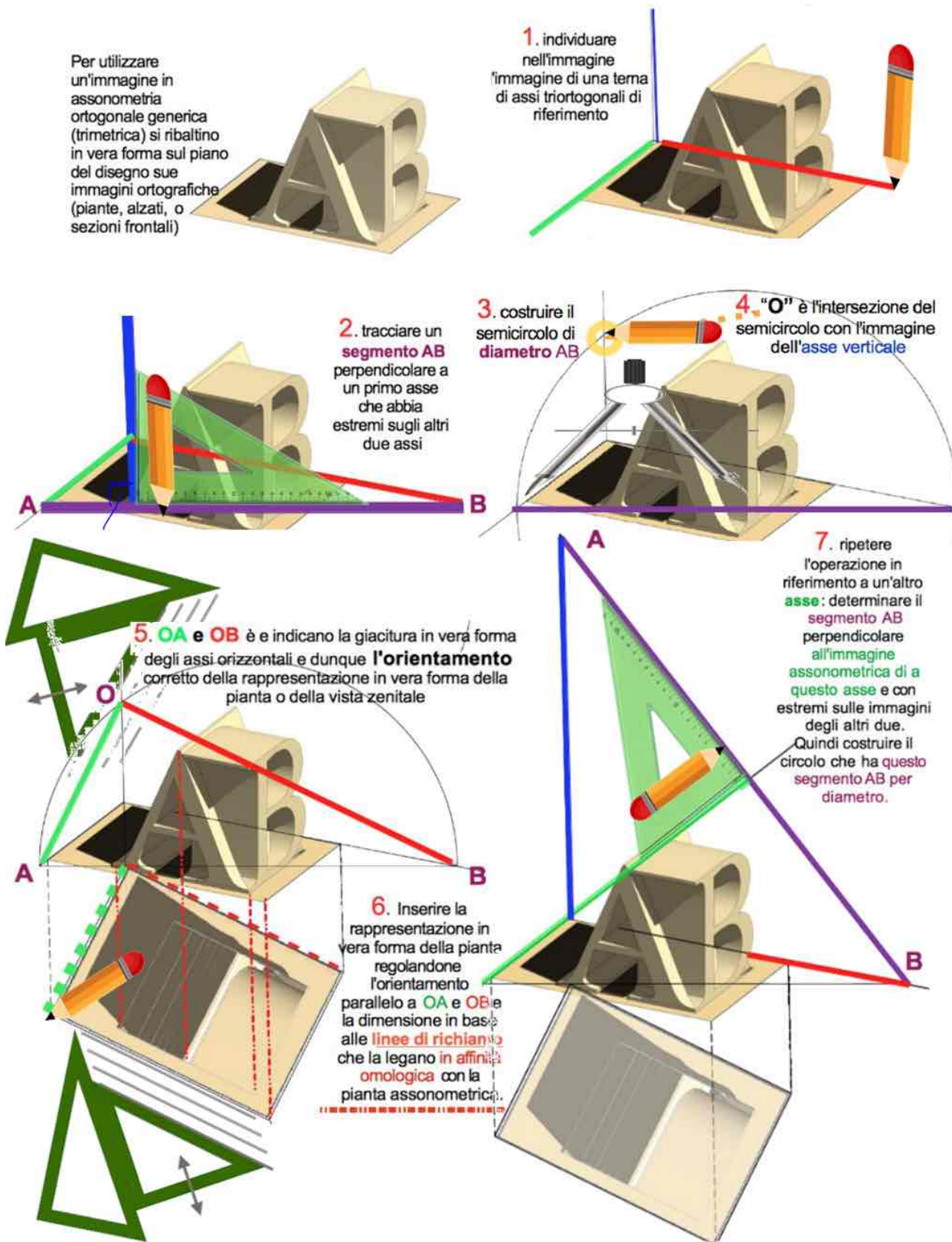
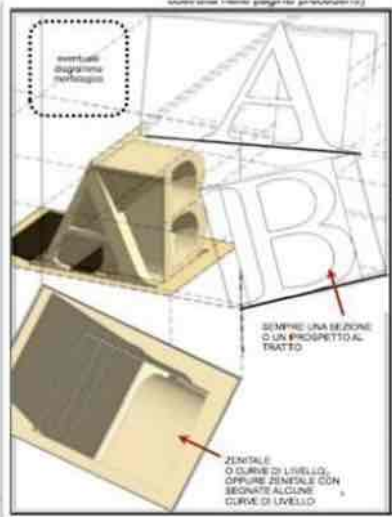
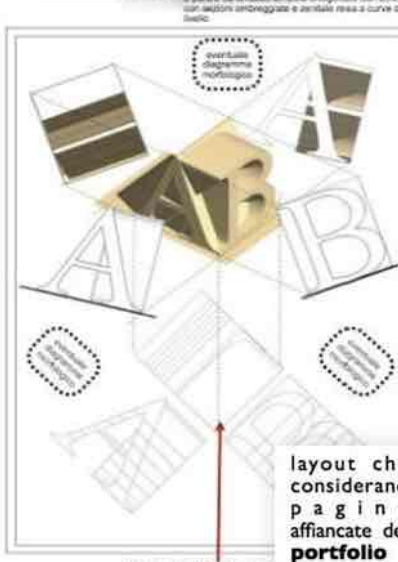
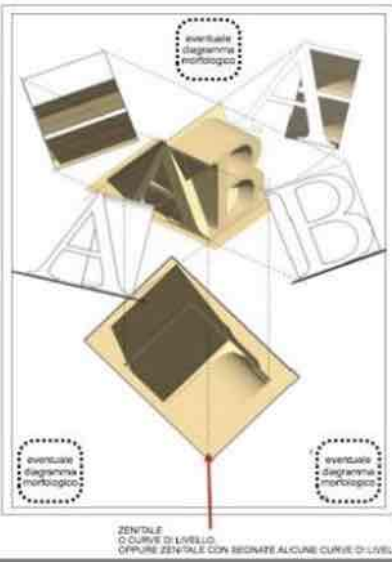
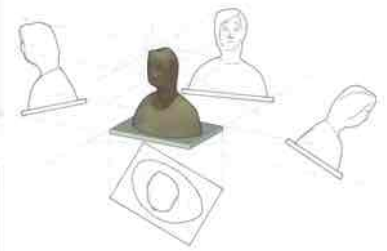


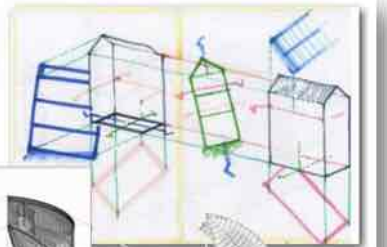
Figura 46 - ricapitolazione della procedura di costruzione delle affinità tri-ortogonali di una data assonometria ortogonale.



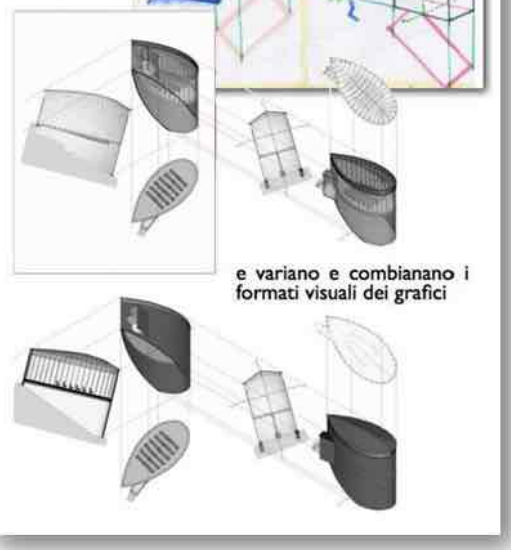
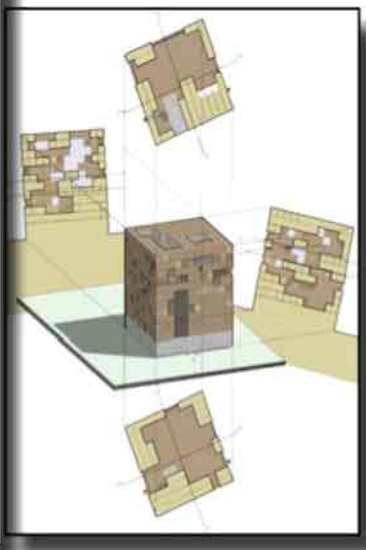
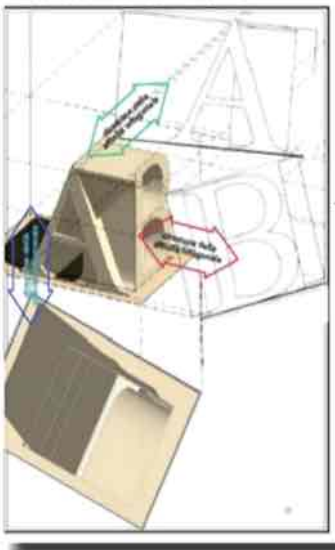
combinatoria del formato visuale dei grafici componenti



layout che considerano pagine affiancate del portfolio



In direzione degli assi sono dunque quelle dei vetti originali: delle sfere originali che reggono le rappresentazioni in una forma a guida di gran rappresentatività e documentativa a loro stabilmente parallela



e variano e cambiano i formati visuali dei grafici

Figura 47 - ricapitolazione dell'alternanza di formato visuale delle varie rappresentazioni composte in un grafico in assonometria ortogonale che rappresenta il modello completo o uno dei suoi corpi componenti.

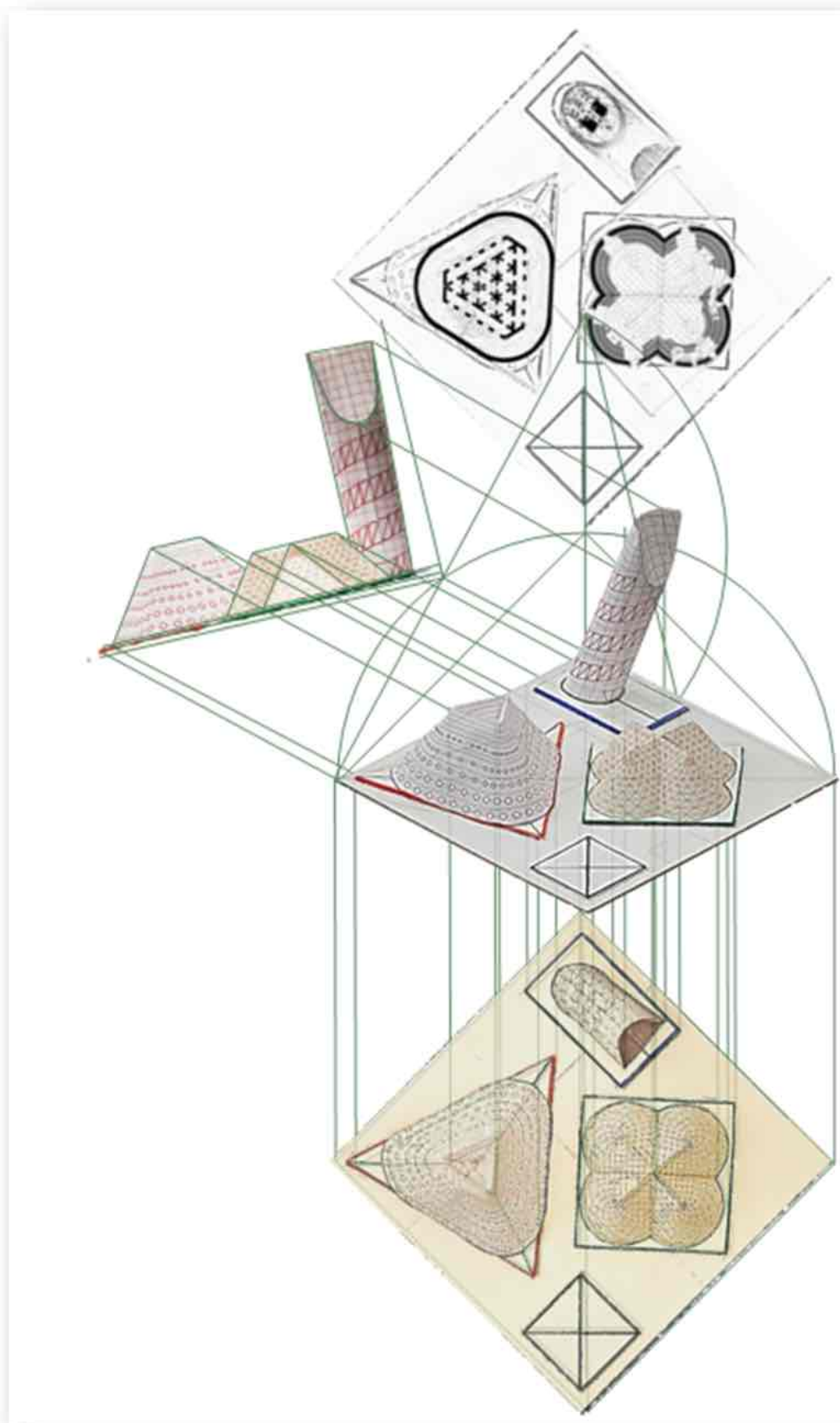


Figura 48 - Esempio di assonometria ortogonale isometrica di un modello completo. Sezione planimetrica, vista zenitale e uno dei prospetti sono posti in relazione all'immagine assonometrica con affinità omologica ortogonale.

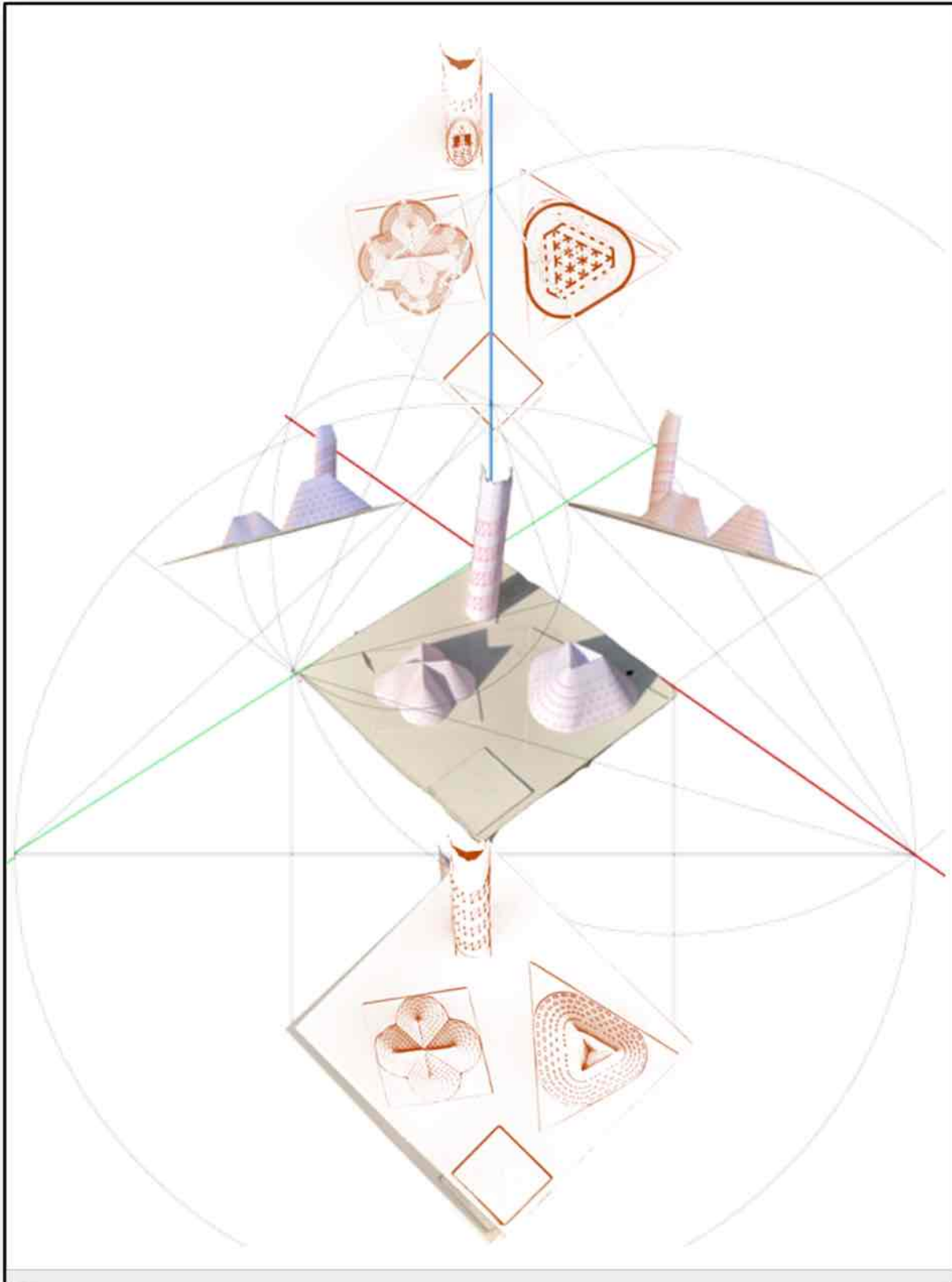


Figura 49 - Altro esempio di assonometria ortogonale isometrica di un modello completo. Sezione planimetrica, vista zenitale e uno dei prospetti sono posti in relazione all'immagine assonometrica con affinità omologica ortogonale.

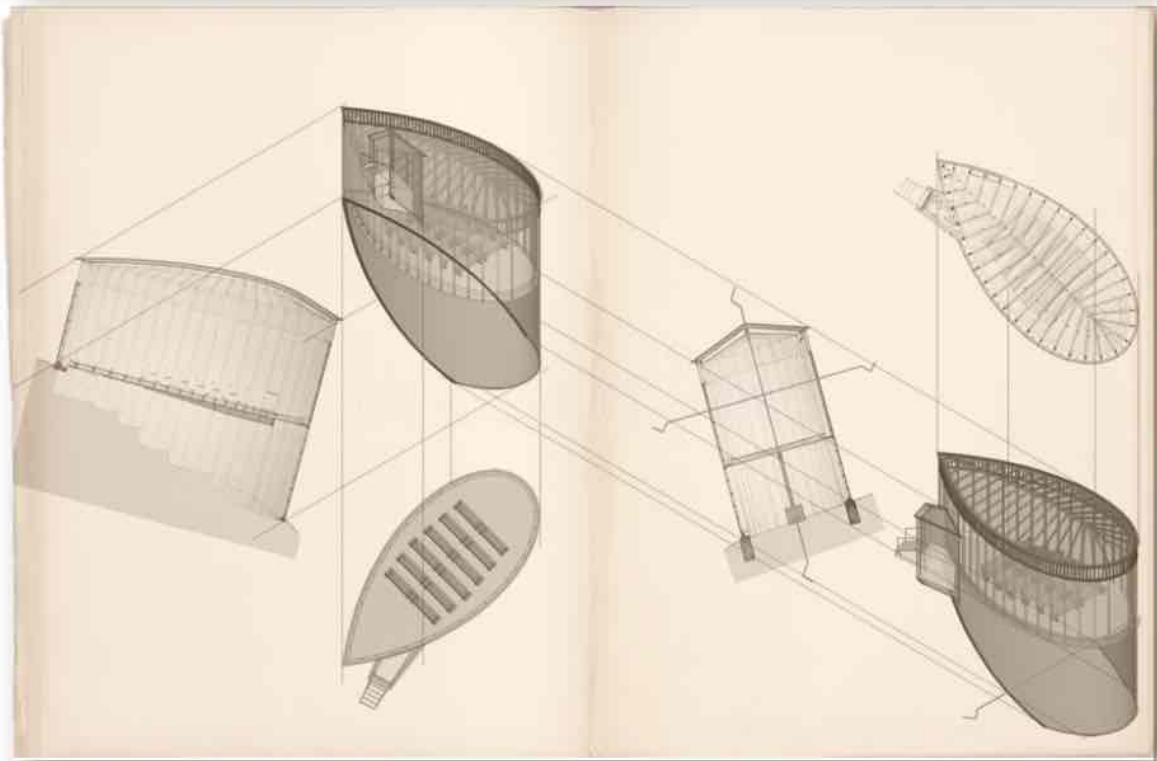
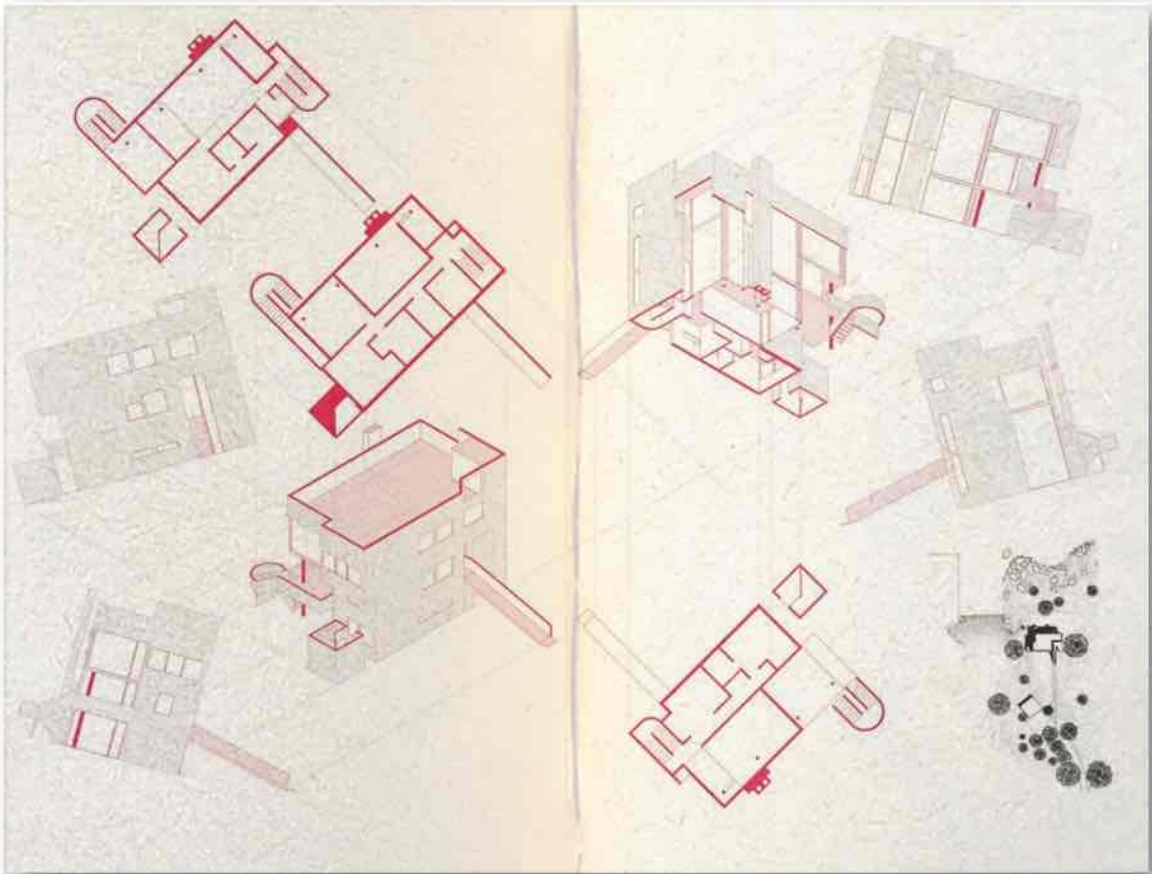


Figura 50 – esempi di pagine affiancate in due diversi portfoli di laurea in architettura: in entrambe i casi sono poste rappresentazioni in assonometria ortogonale isometrica di uno dei corpi di una composizione

correlata con immagini in vera forma. Si noti bene la varietà di formato visuale dei traccianti costituenti i due grafici.

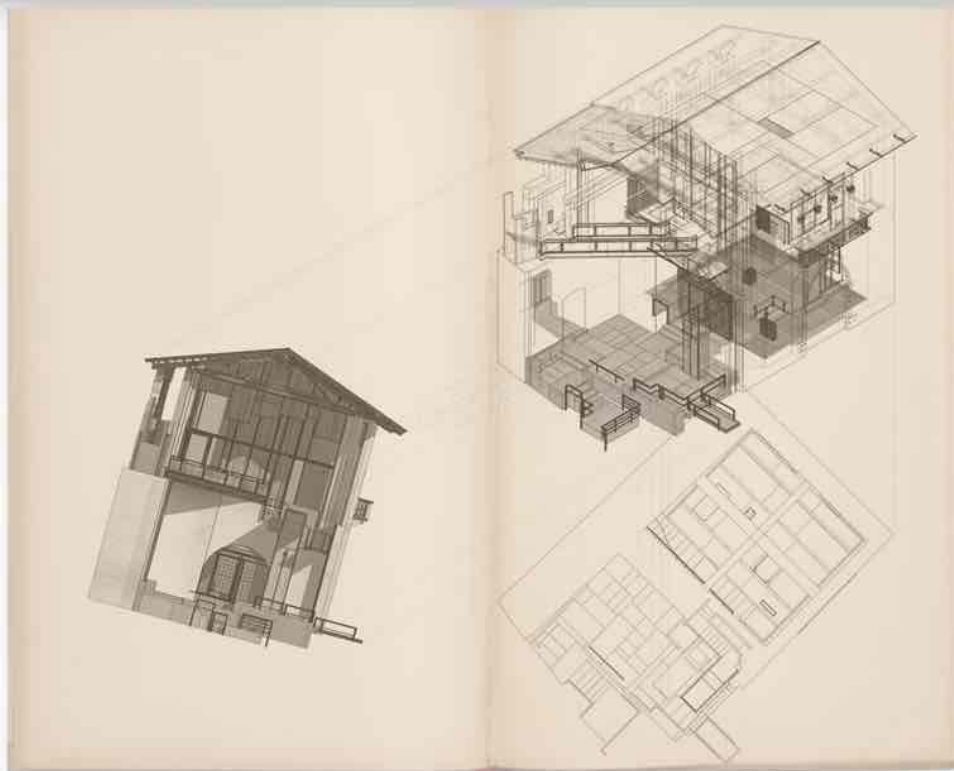
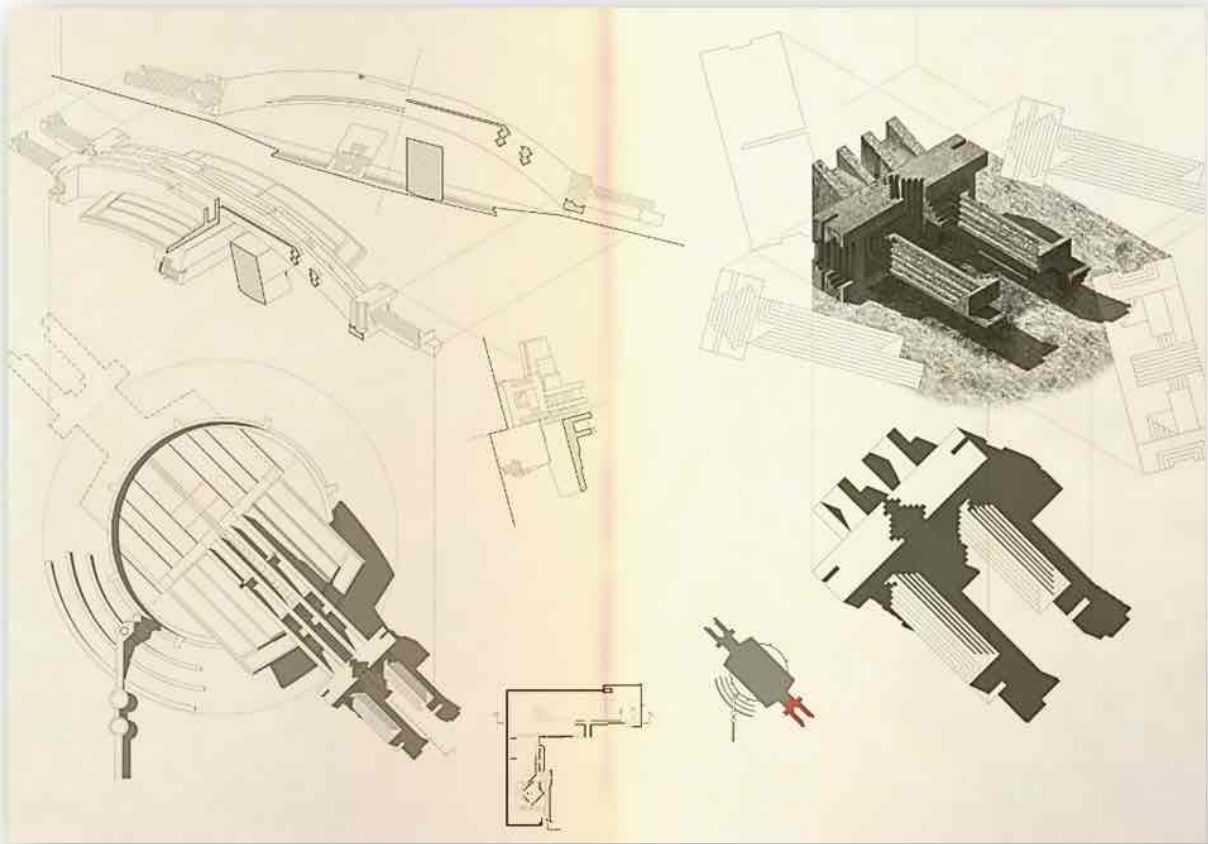


Figura 51 - altri due esempi di pagine affiancate in due diversi portfoli di laurea in architettura: in entrambe i casi sono poste rappresentazioni in assonometria ortogonale isometrica di uno dei corpi di una composizione correlata con immagini in vera forma.

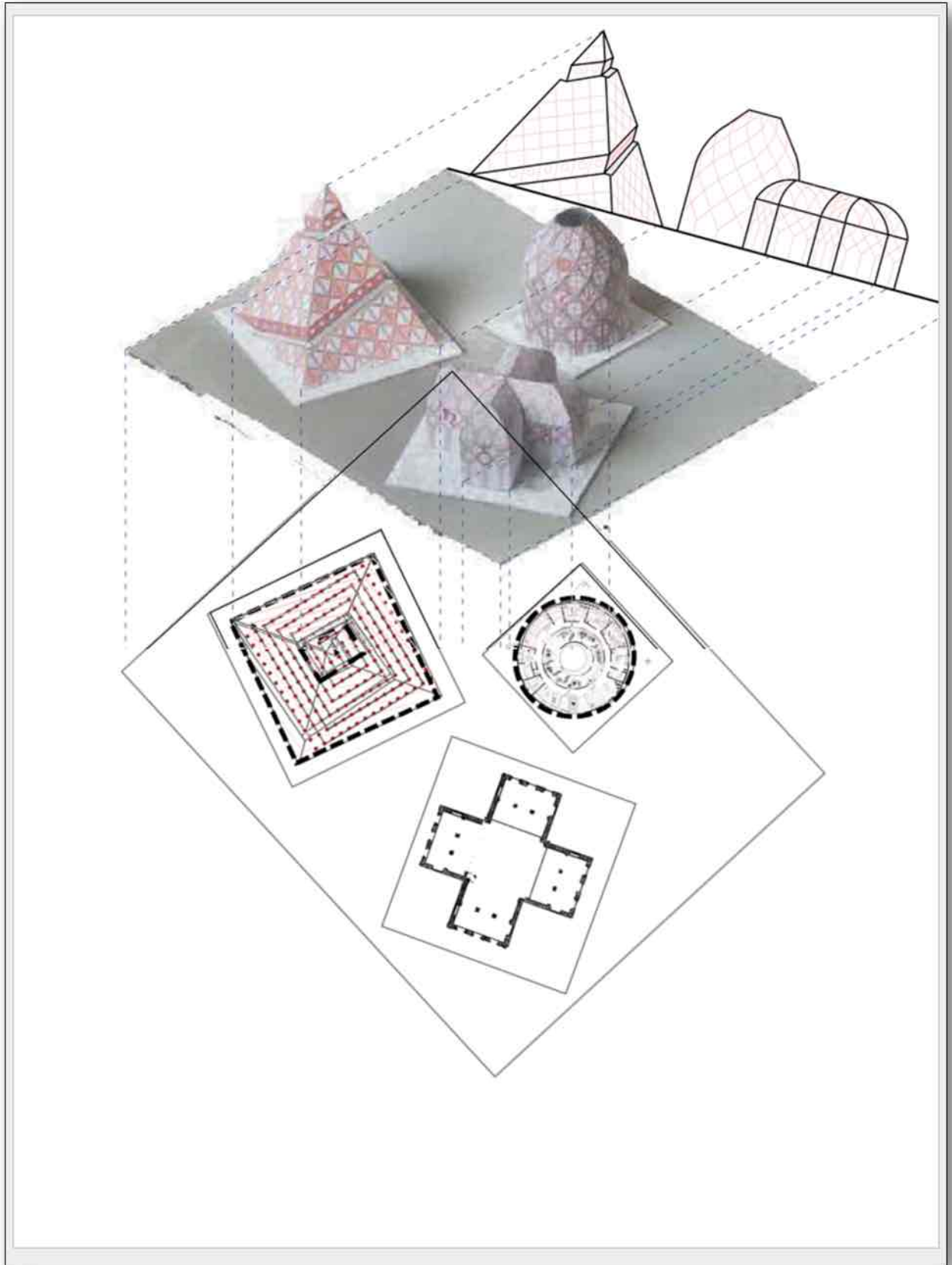


Figura 52 - Altro esempio di assonometria ortogonale isometrica di un modello completo. Sezione planimetrica, vista zenitale e uno dei prospetti sono posti in relazione all'immagine assonometrica con affinità omologica ortogonale.

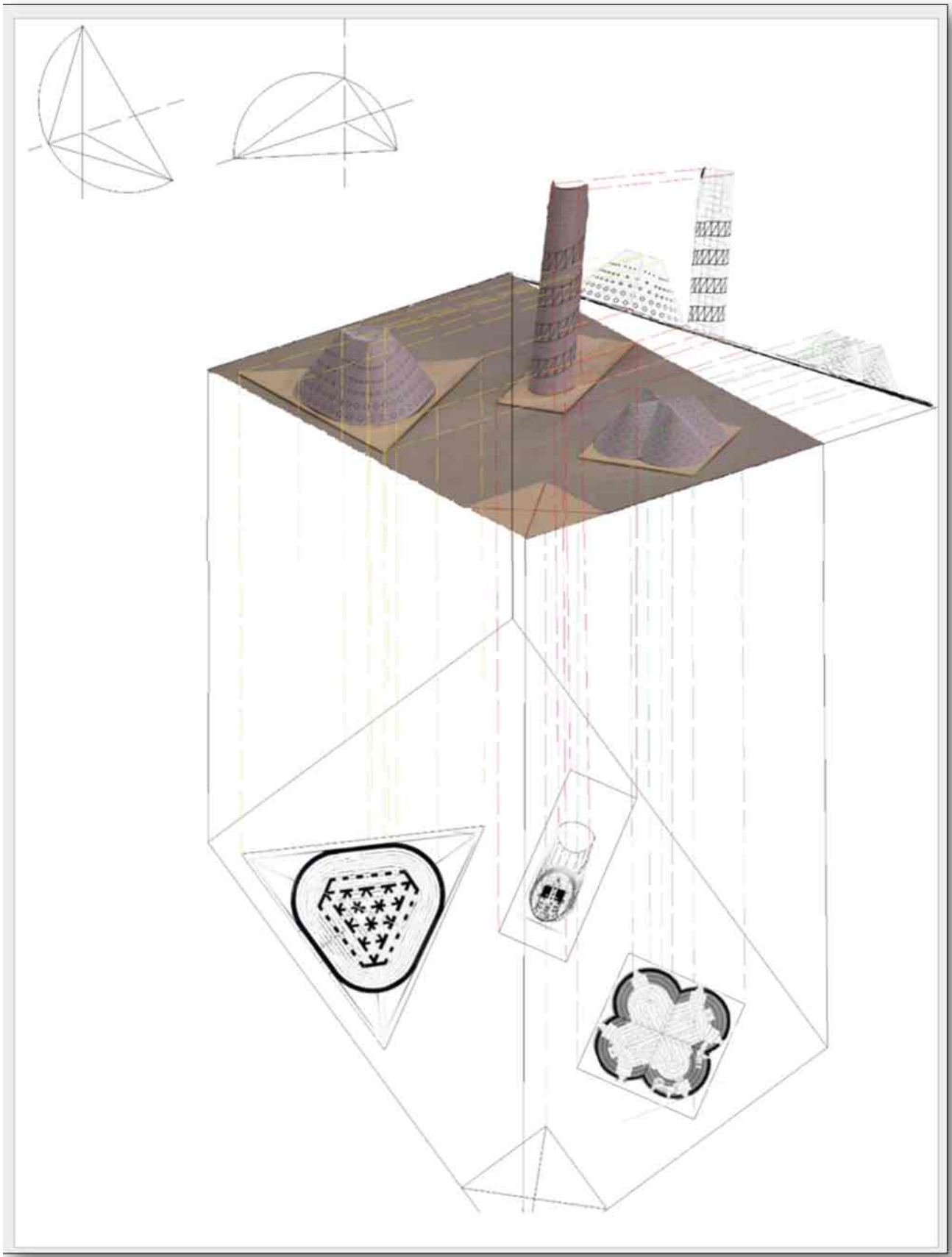


Figura 53 - esempio di assonometria ortogonale trimetrica (generica) di un modello completo. Sezione planimetrica e uno dei prospetti sono posti in relazione all'immagine assonometrica con affinità omologica ortogonale.

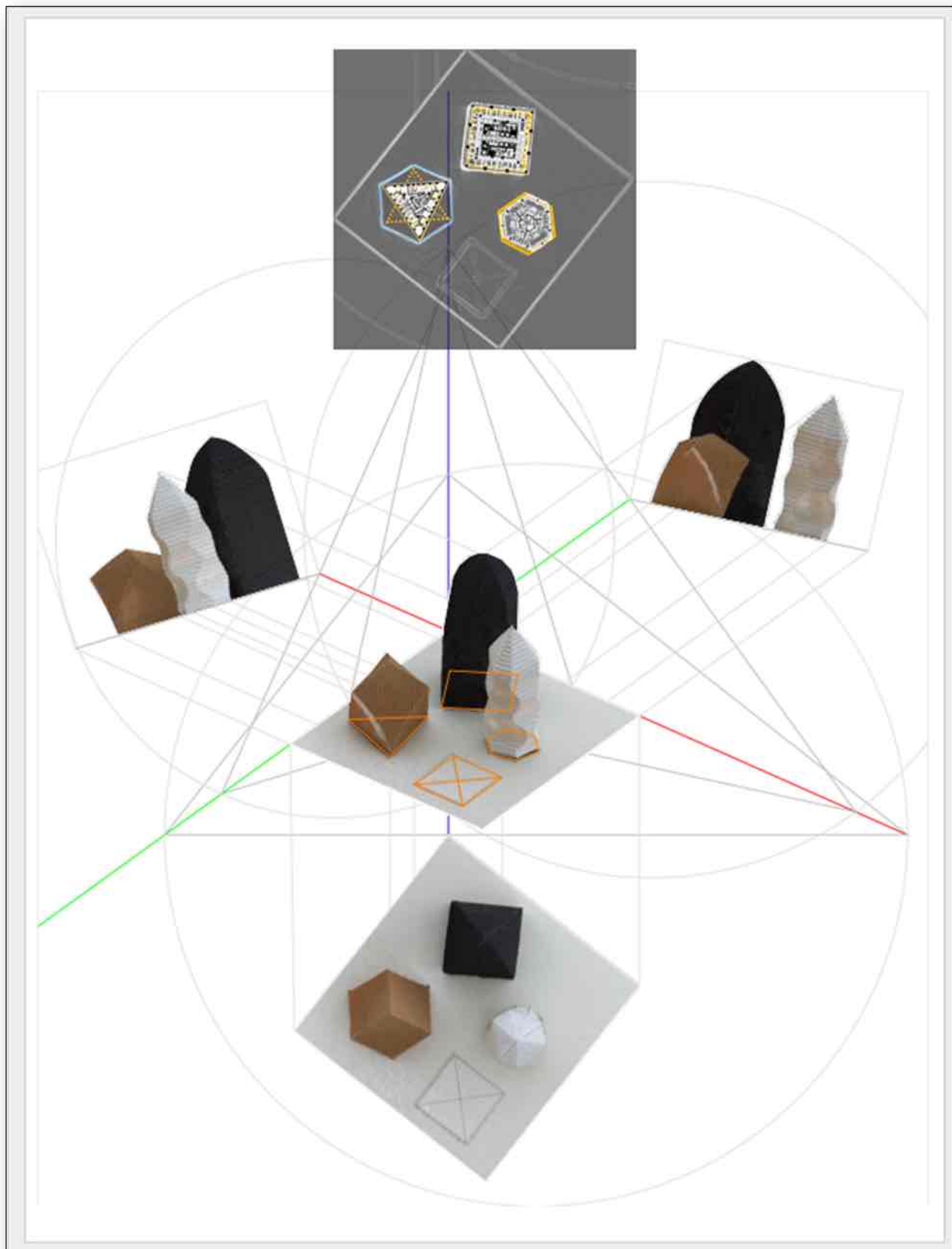


Figura 54 - Altro esempio di assonometria ortogonale trimetrica di un modello completo. Sezione planimetrica in alto, vista zenitale e prospetti laterali in formato fotorealistico con illuminazione scialitica sono posti in relazione all'immagine assonometrica del modello con affinità omologica ortogonale.

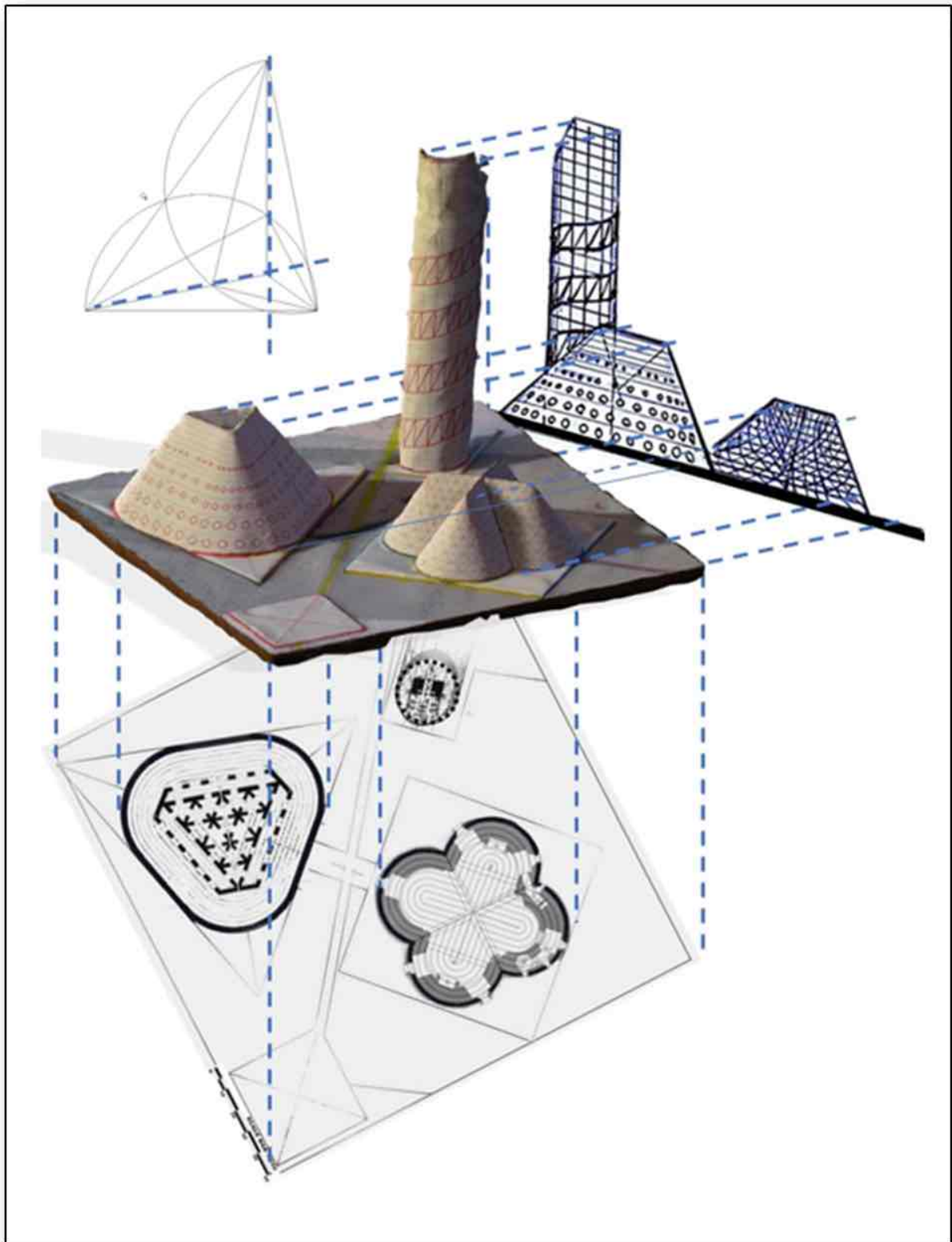


Figura 55 - Altro esempio di assonometria ortogonale trimetrica (generica) di un modello completo. Sezione planimetrica, e uno dei prospetti laterali reso al solo tratto sono posti in relazione all'immagine assonometrica con affinità omologica ortogonale. Anche se l'immagine del modello è tratta da una mesh fotografica ottenuta con illuminazione scialitica, il rendering è ottenuto con Microsoft 3D Viewer selezionando opzioni per una illuminazione diretta con ombre proprie e portate.

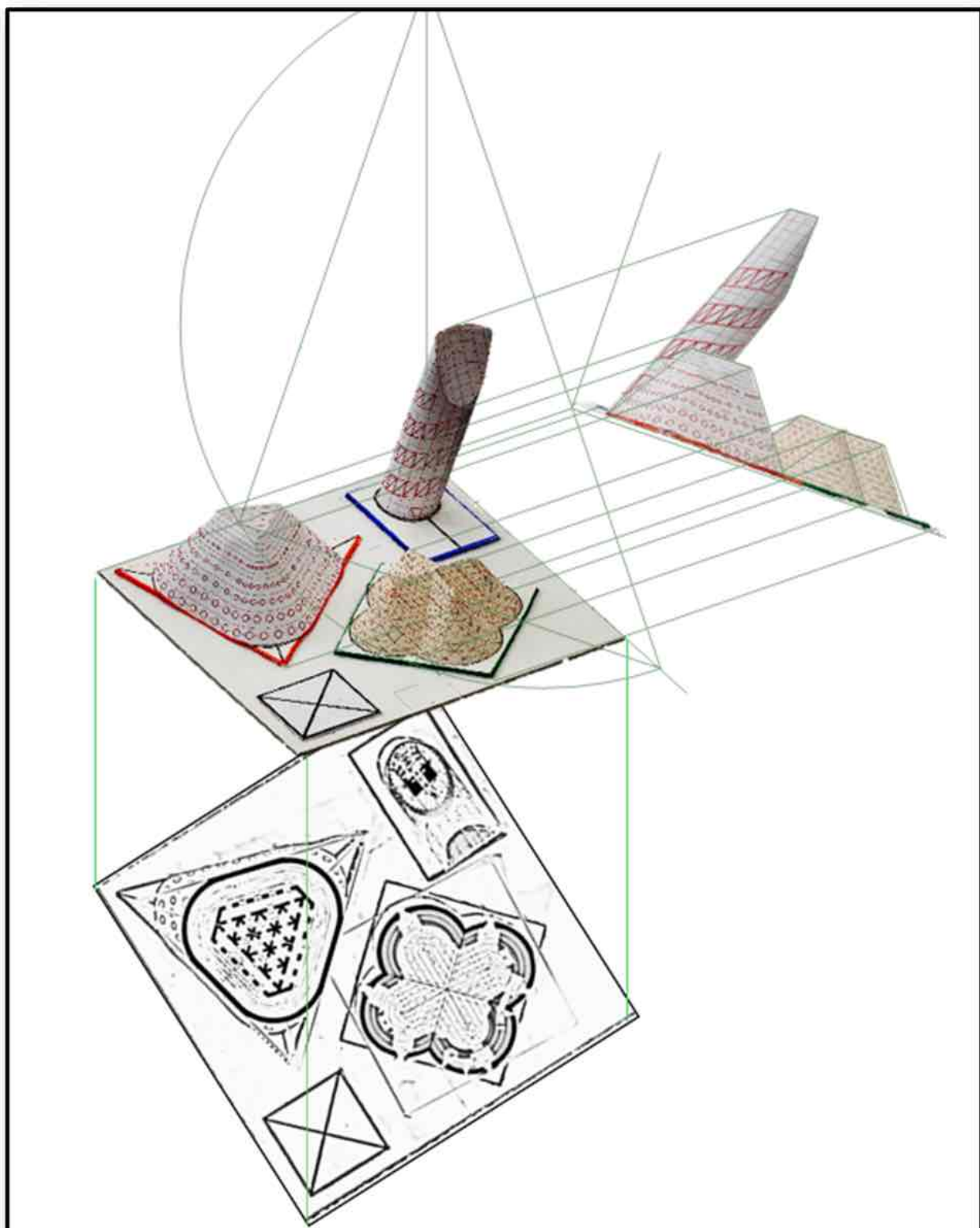
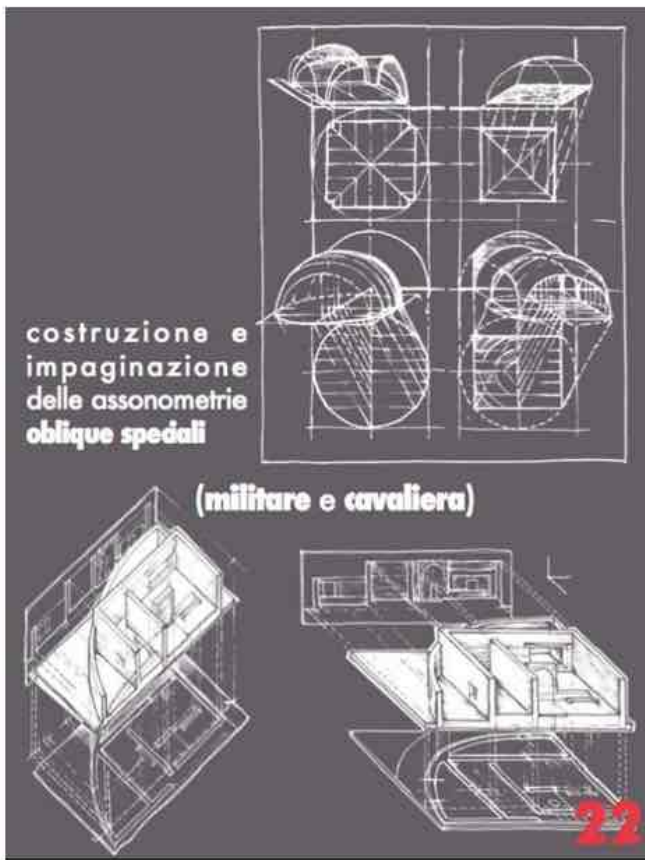


Figura 56 - Altro esempio di assonometria ortogonale trimetrica (generica) di un modello completo. Sezione planimetrica, e uno dei pro-spetti laterali reso in immagine fotorealistica sono posti in relazione all'immagine assonometrica con affinità omologica ortogonale. La vista assonometrica del modello e del suo prospetto sono in immagine fotorealistica con luce diffusa o scialitica.

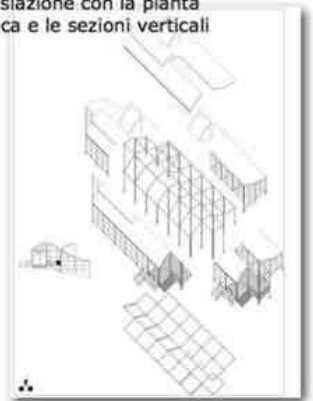
11.2 Ricapitolazione della procedura costruttiva con esempi di elaborati in Assonometria obliqua cavaliera e militare



Il grafico che rappresenta in vera forma e parte di quello che rappresenta la proiezione obliqua del corpo si corrispondono in un'affinità obliqua.



Nel caso di un'assonometria militare vista dall'alto o dal basso si potrà porre la pianta in traslazione con la pianta assonometrica e le sezioni verticali ribaltate.



Nel caso delle assonometrie cavaliera l'immagine del corpo in vera assonometria dev'essere correlata per traslazione a una sua sezione frontale in vera forma, ma la pianta assonometrica dev'essere correlata in affinità omologica a una sezione orizzontale in vera forma a sua volta connessa (in proiezione ortogonale) alla suddetta sezione frontale. Infine la rappresentazione può essere arricchita da un'ulteriore sezione sagittale del corpo posta in corrispondenza proiettiva con la sezione frontale e in relazione di ribaltamento con l'immagine assonometrica del corpo.



assonometrie oblique del corpo visto dall'esterno

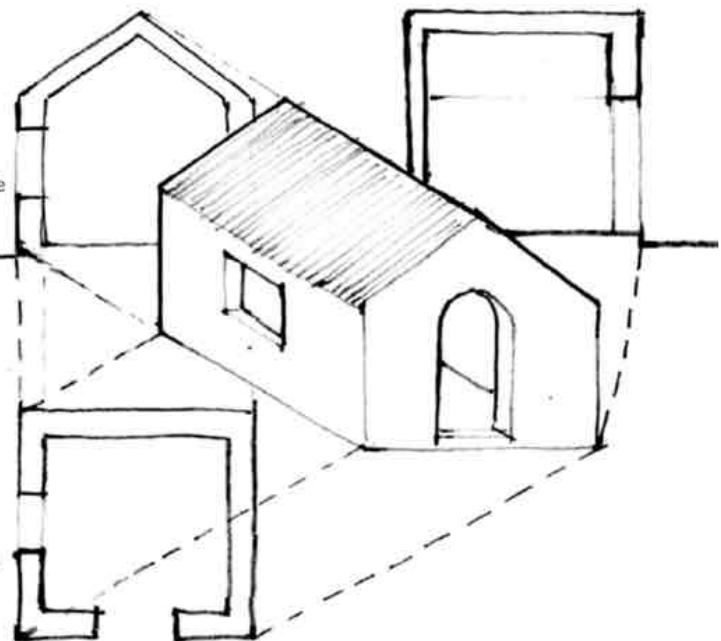
Nel caso delle assonometrie oblique l'omologia che lega la rappresentazione in vera forma e la proiezione obliqua del corpo si corrispondono in un'affinità obliqua. Saranno particolarmente vantaggiosi i casi di assonometrie militari e cavaliera. Se si tratta di un'assonometria militare vista dal basso basta evidenziare la sezione planimetrica in primo piano (se si tracciano delle fitte campiture delle tessiture murarie non si deve campire il corpo delle pareti sezionate; al contrario, se non si distinguono sufficientemente i corpi sezionati sarà necessario campirli).

Nel caso di un'assonometria militare vista dall'alto si potrà porre la pianta in traslazione con la pianta assonometrica.

Nel caso delle assonometrie cavaliera l'immagine del corpo in vera assonometria dev'essere correlata per traslazione a una sua sezione frontale in vera forma ma; la pianta assonometrica dev'essere correlata in affinità omologica a una sezione orizzontale in vera forma a sua volta connessa (in proiezione ortogonale) alla suddetta sezione frontale.

Infine la rappresentazione può essere arricchita da un'ulteriore sezione sagittale del corpo posta in corrispondenza proiettiva con la sezione frontale e in relazione di ribaltamento con l'immagine assonometrica del corpo.

Nel



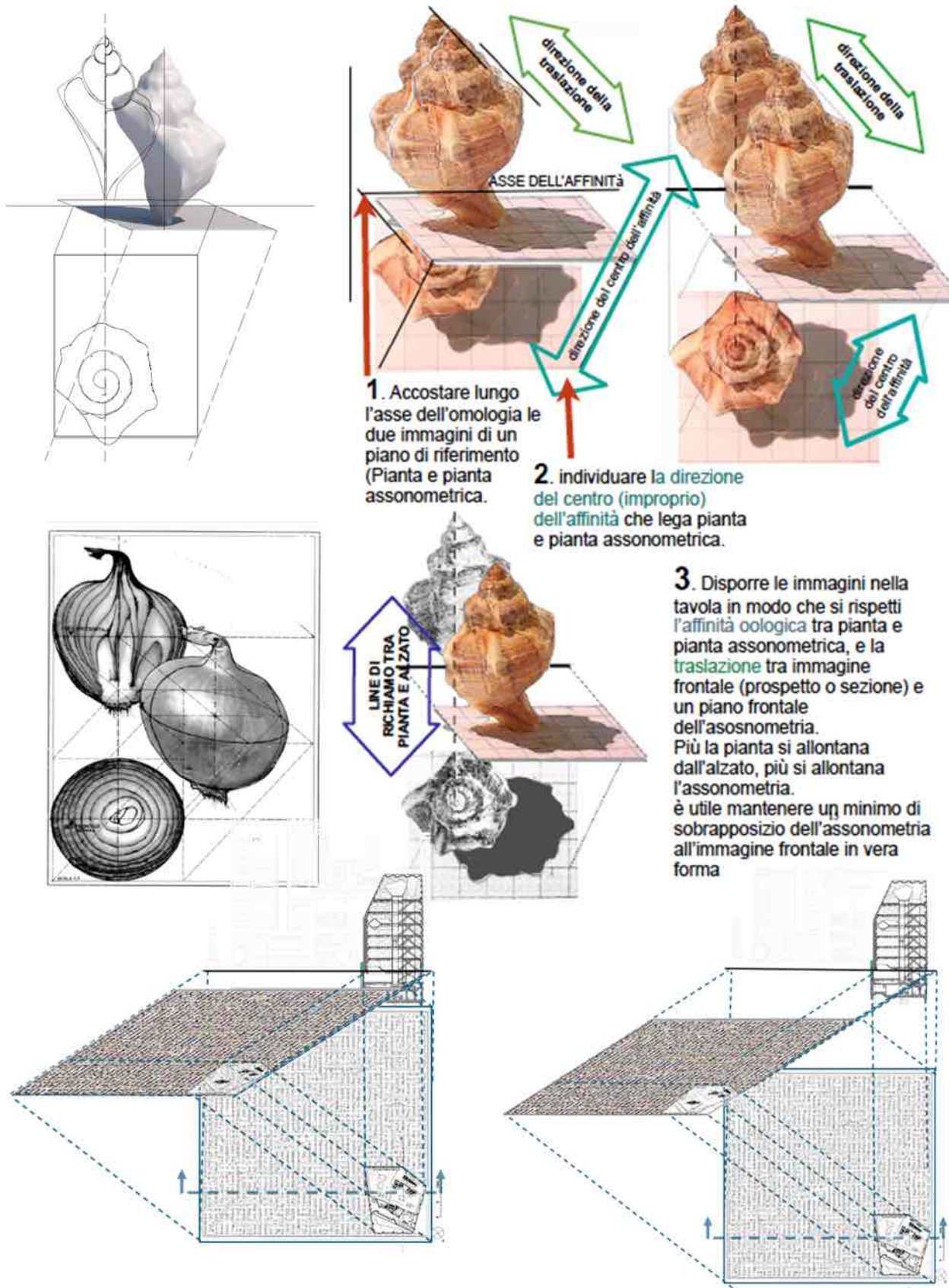


Figura 57 - ricapitolazione della procedura per la corretta disposizione e scalatura delle immagini componenti un'assonometria obliqua cavaliera in relazione alla pianta e al prospetto del medesimo soggetto.

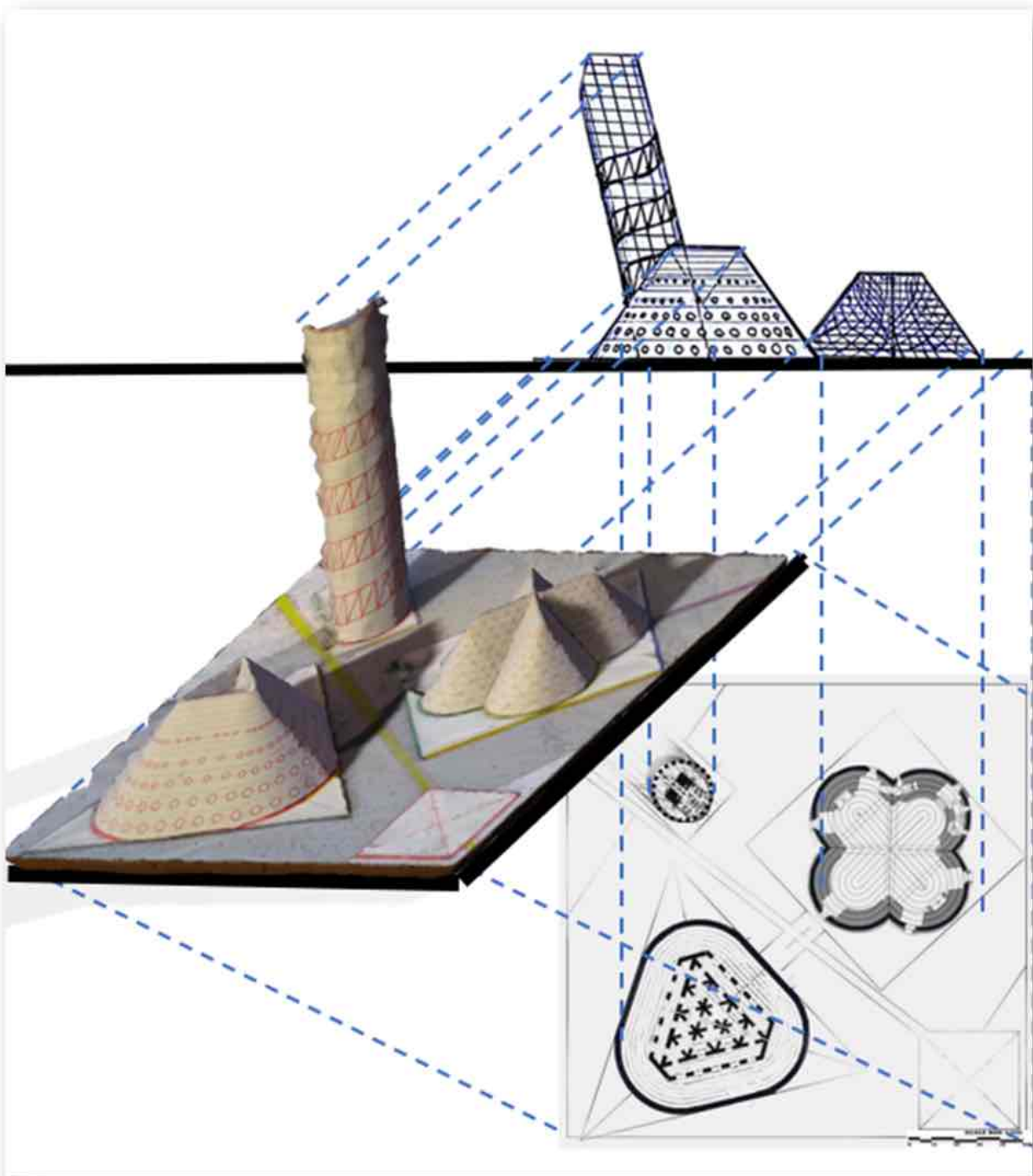


Figura 58 - esempio di grafico che rappresenta in assonometria cavaliera un modello completo della composizione assegnata. L'immagine in assonometria obliqua è esattamente posta in relazione proiettiva (in affinità omologica obliqua) con la pianta e l'alzato del modello resi al solo tratto per far risaltare il trattamento dell'immagine assonometrica resa in modalità fotorealistica con ombre proprie e portate che sono state aggiunte attraverso la visualizzazione in 3D Viwer.

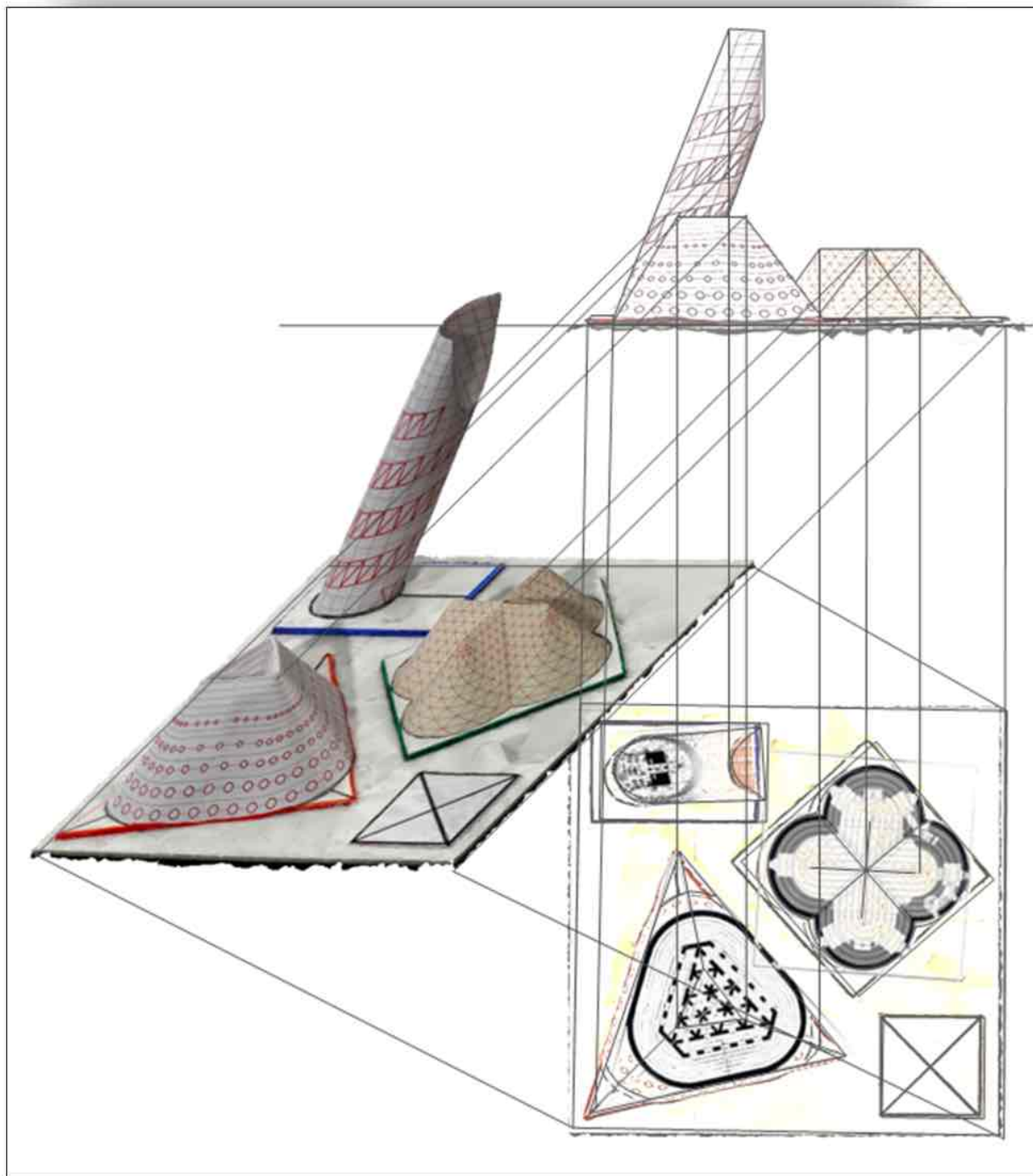


Figura 59 – altro esempio di grafico che rappresenta in assonometria cavaliera un modello completo della composizione assegnata. L'immagine in assonometria oblique è ottenuta da una mesh fotografica con illuminazione scialitica o a luce diffusa. L'immagine assonometrica obliqua è qui esattamente posta in relazione proiettiva (in affinità omologica obliqua) con la pianta resa al puro tratto e con un prospetto in formato visuale quasi al tratto ma ottenuto per filtraggio digitale di una immagine fotorealistica, sempre a illuminazione diffusa.

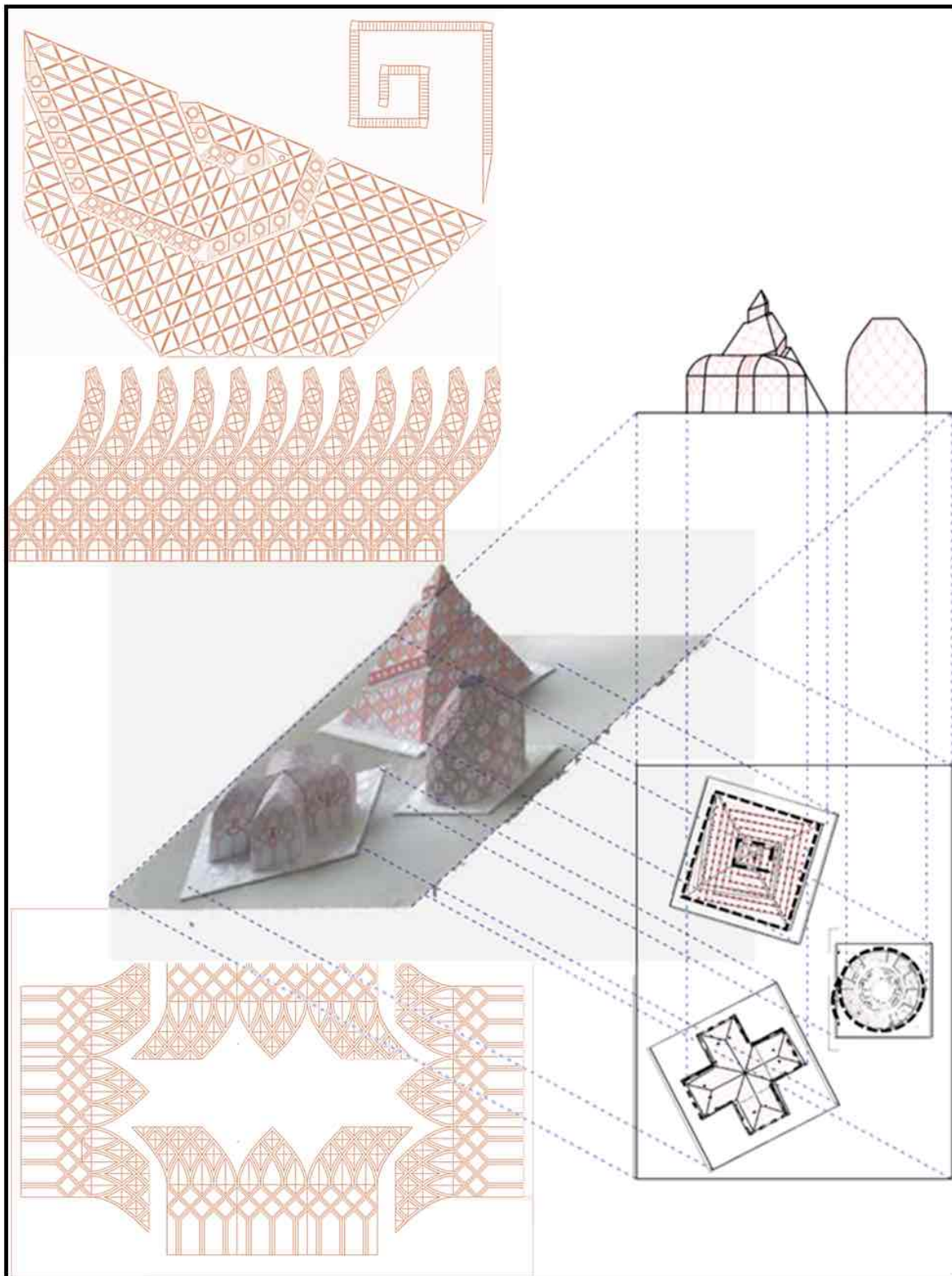


Figura 60 - altro esempio di grafico che rappresenta in assonometria cavaliera un modello completo della composizione assegnata. L'immagine in assonometria oblique è ottenuta da una mesh fotografica con illuminazione scialitica o a luce diffusa. L'immagine assonometrica è posta in relazione di affinità e traslazione con grafici in pianta e alzato della composizione resi al solo tratto, differenziando con i colori nero e

rosso, rispettivamente, i contorni dei corpi e le linee dei loro pattern di superficie. Tali superfici sono riportate nel loro sviluppo piano nella colonna a sinistra del grafico.

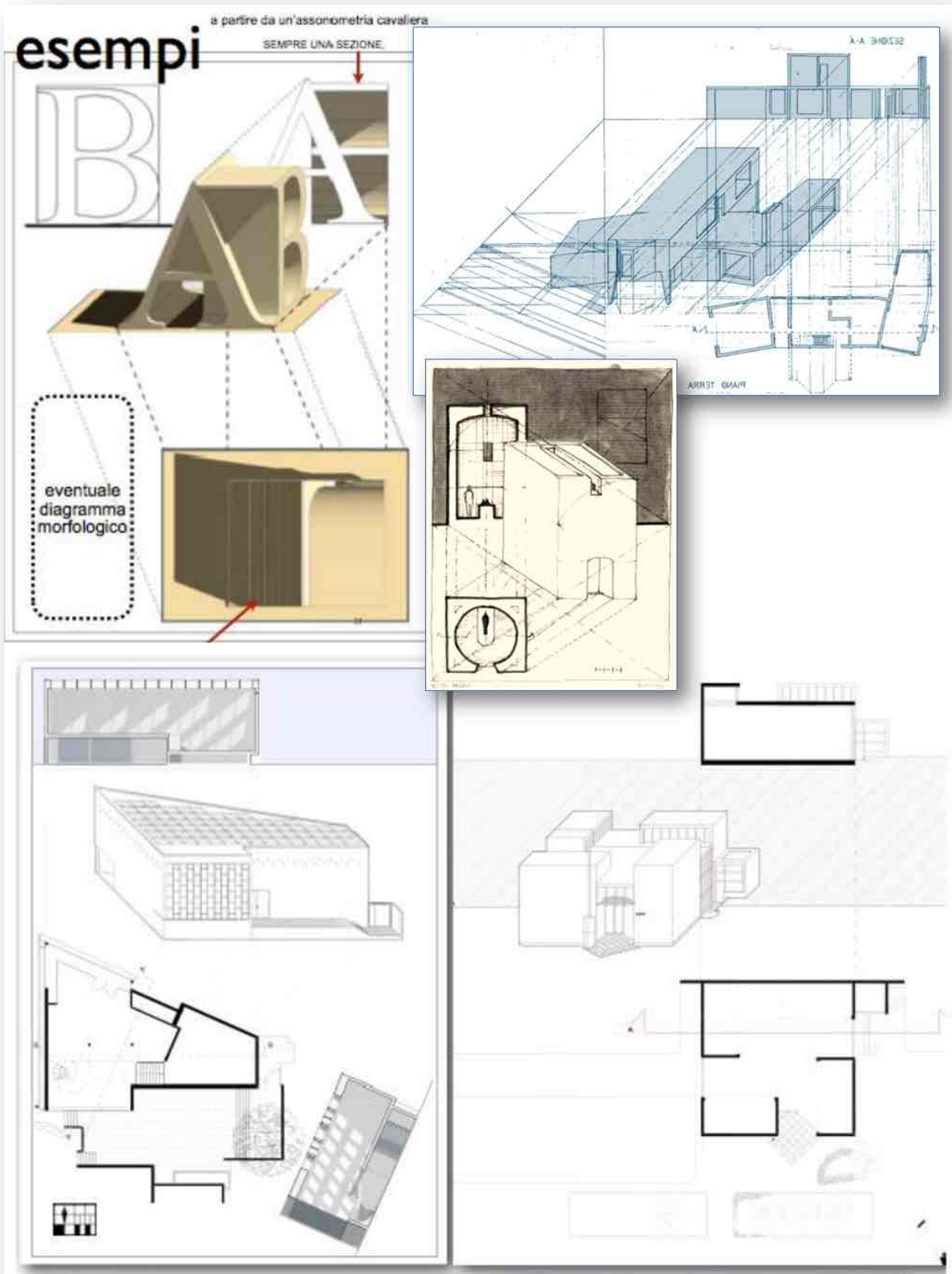


Figura 61 – vari esempi di rappresentazione di uno dei corpi edilizi delle composizioni assegnate in assonometria cavaliera poste in relazione a piante, alzati e sezioni verticali del medesimo corpo. Si noti l'alternanza e la differenziazione dei formati visuali dei componenti di ogni grafico.

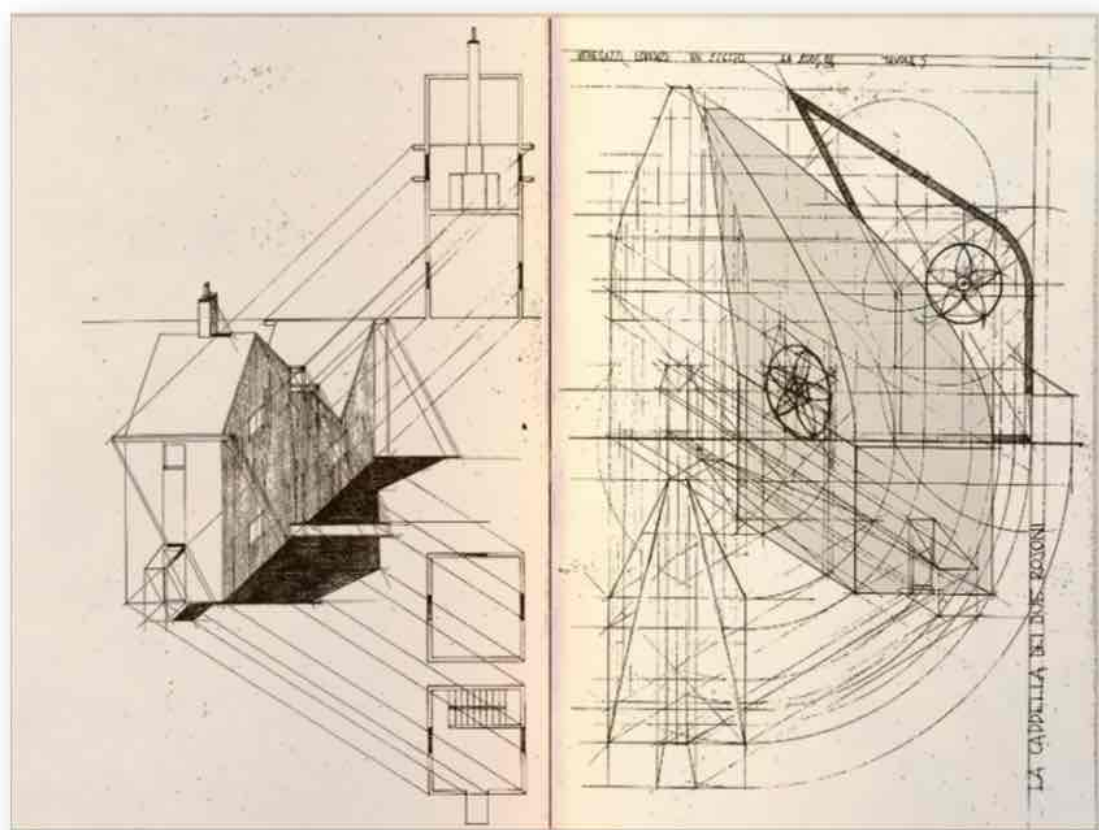
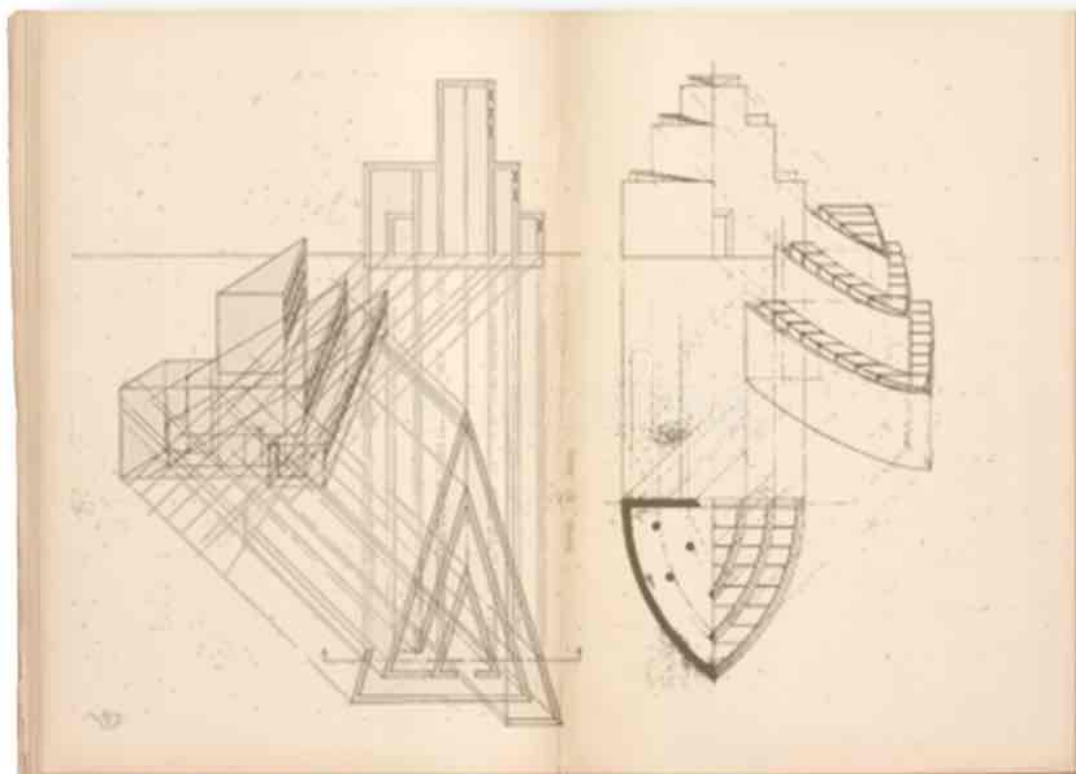


Figura 62 - due esempi di pagine affiancate in due portali di laurea che pubblicano le rappresentazioni di corpi edilizi isolati, parti delle composizioni assegnate, in assonometria cavaliera posta in relazione a

piante, alzati e sezioni verticali del medesimo corpo. Si noti la corretta resa dei grafici interamente al tratto.

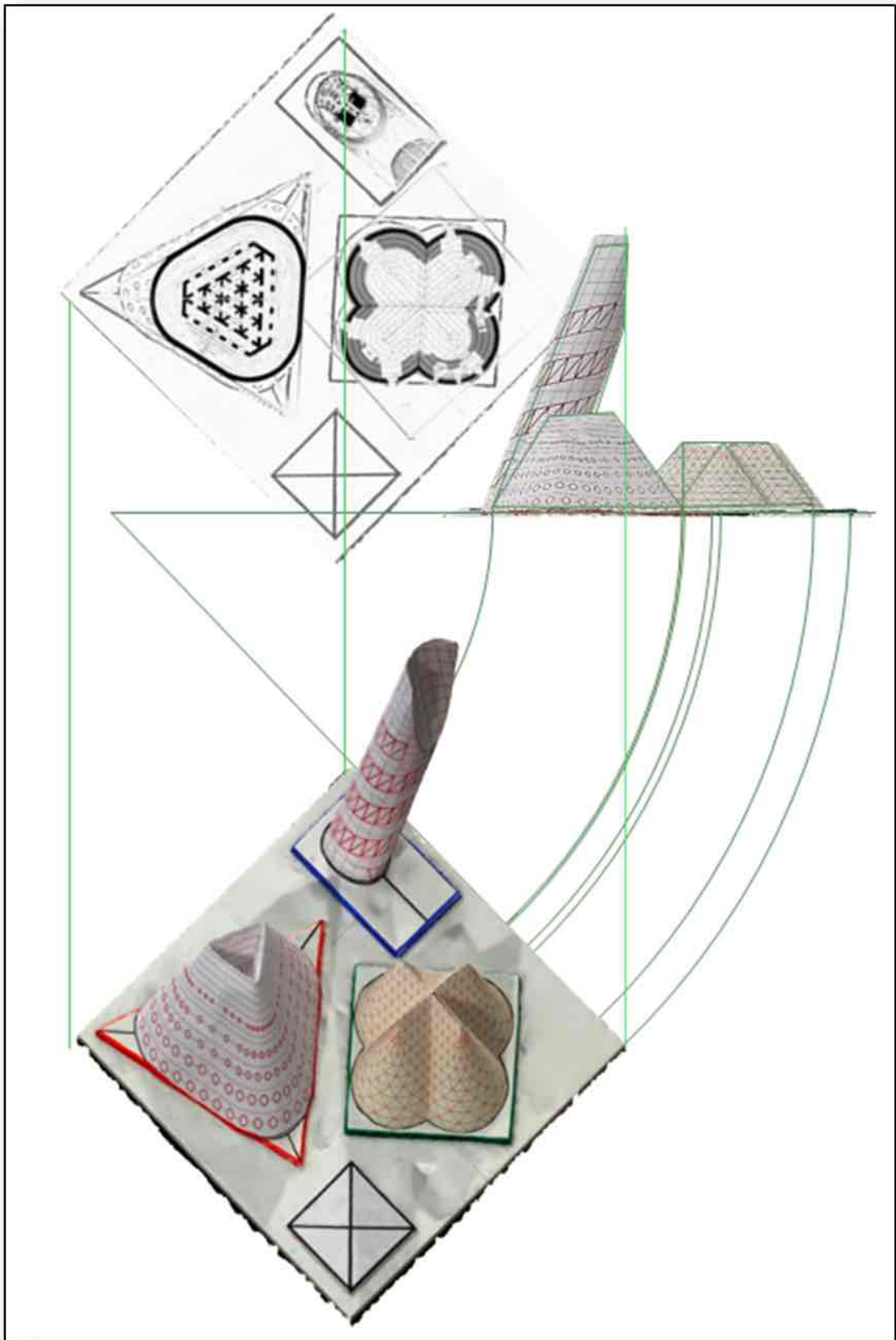


Figura 63 - esempio di grafico che rappresenta l'intera composizione assegnata in una assonometria militare monometrica posta in relazione di traslazione con la sezione planimetrica e posta in relazione di affinità obliqua con uno dei prospetti reso in formato fotorealistico. L'immagine assonometrica è tratta da una mesh fotografica 3D con illuminazione scialitica o diffusa.

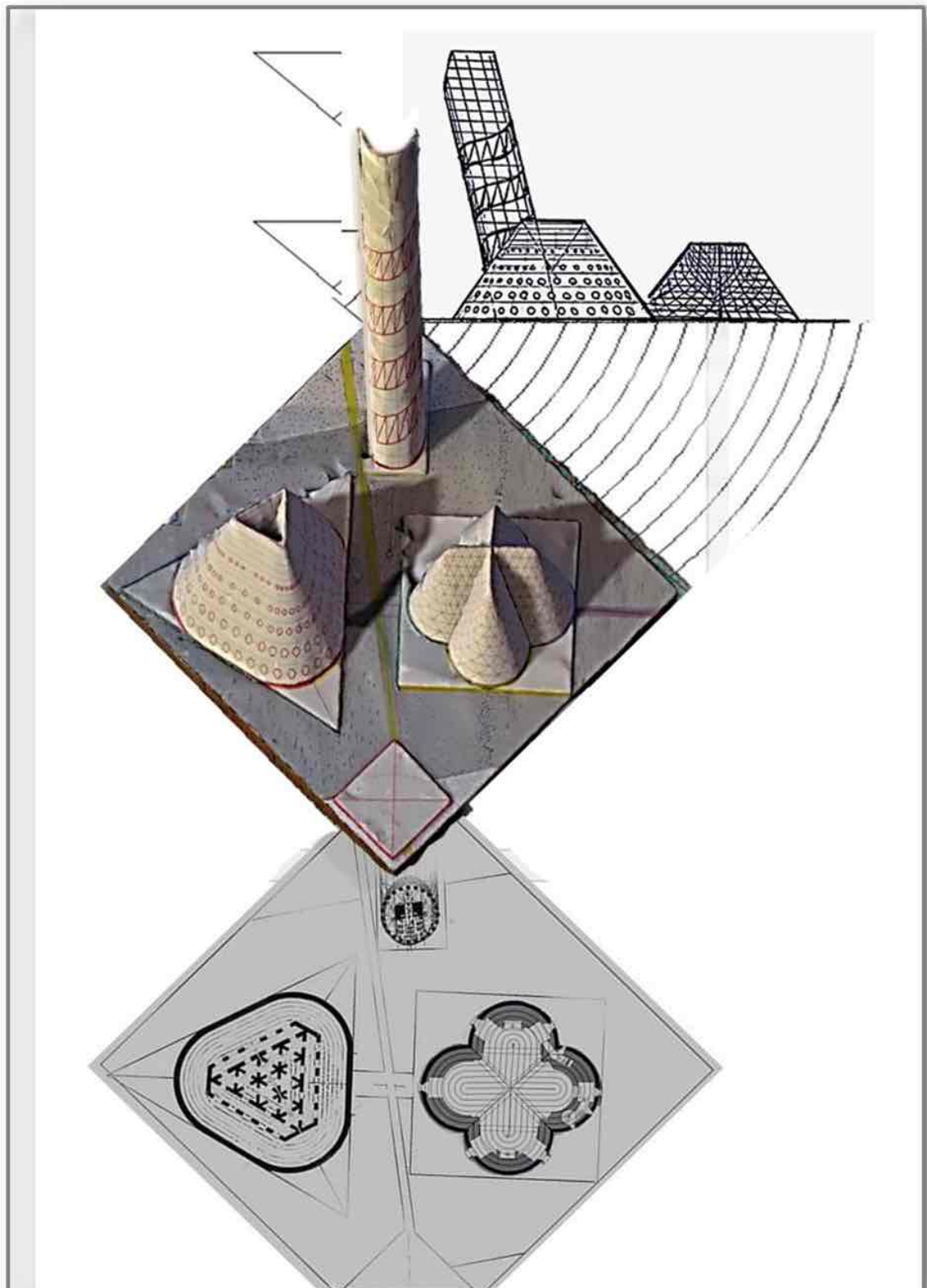


Figura 64 - altro esempio di grafico che rappresenta l'intera composizione assegnata in una assonometria militare monometrica posta in relazione di traslazione con la sezione planimetrica e posta in relazione di affinità obliqua con uno dei prospetti, immagini rese al tratto solo. Il modello, pur rilevato sotto luce scialitica, è trattato da 3D Viewer con l'aggiunta di una fonte d'illuminazione diretta che produce altre ombre proprie e portate.

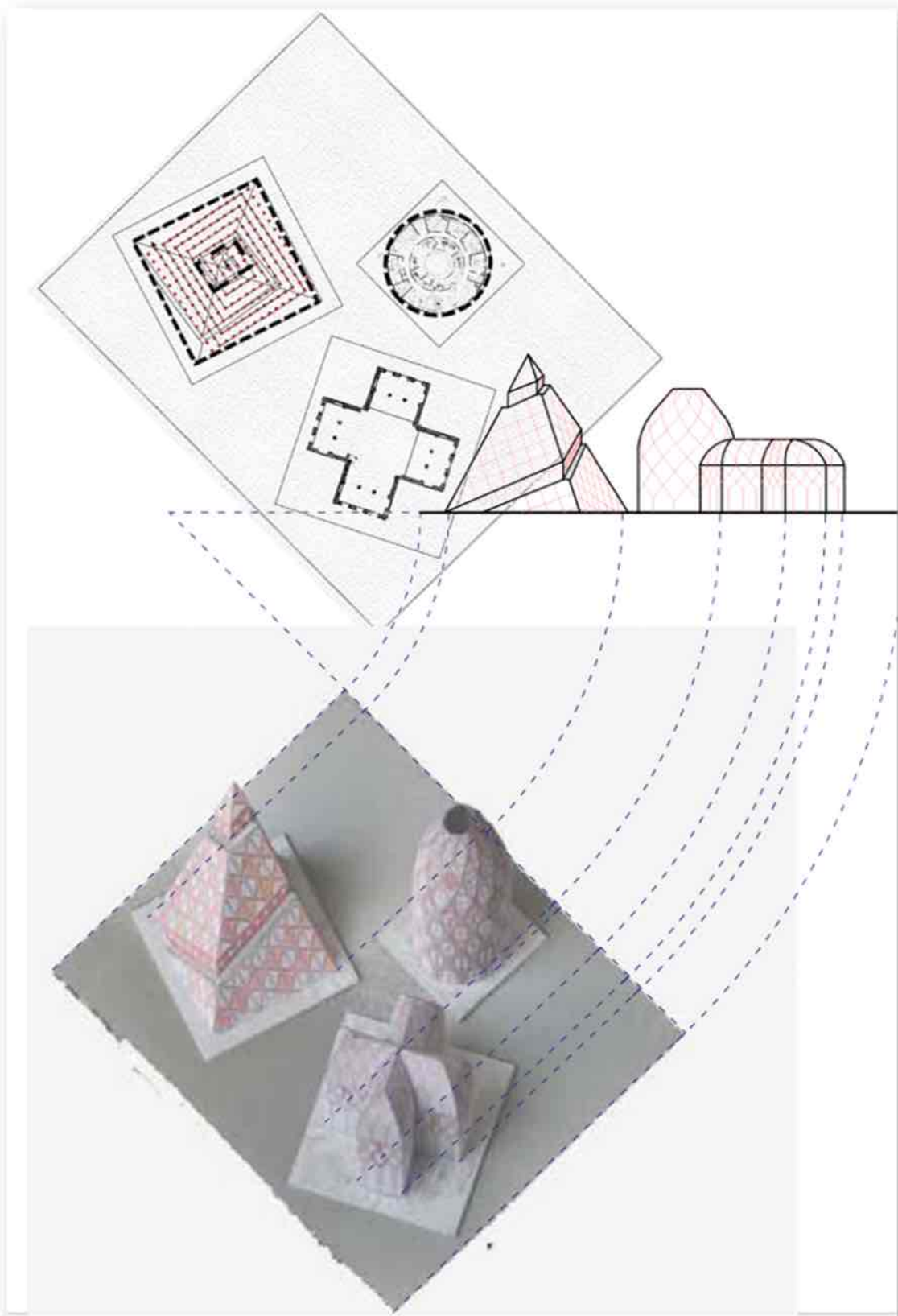


Figura 65 - altro esempio di grafico che rappresenta l'intera composizione assegnata in una assonometria militare monometrica posta in relazione di traslazione con la sezione planimetrica e posta in relazione di

affinità obliqua con uno dei prospetti, immagini rese al solo tratta, differenziando con i colori nero e rosso, rispettivamente, i contorni dei corpi e le linee dei loro pattern di superficie.

11. 3 Ricapitolazione della procedura con esempi di elaborati in Prospettai a quadro frontale con pianta iposcopica (vista dal basso)

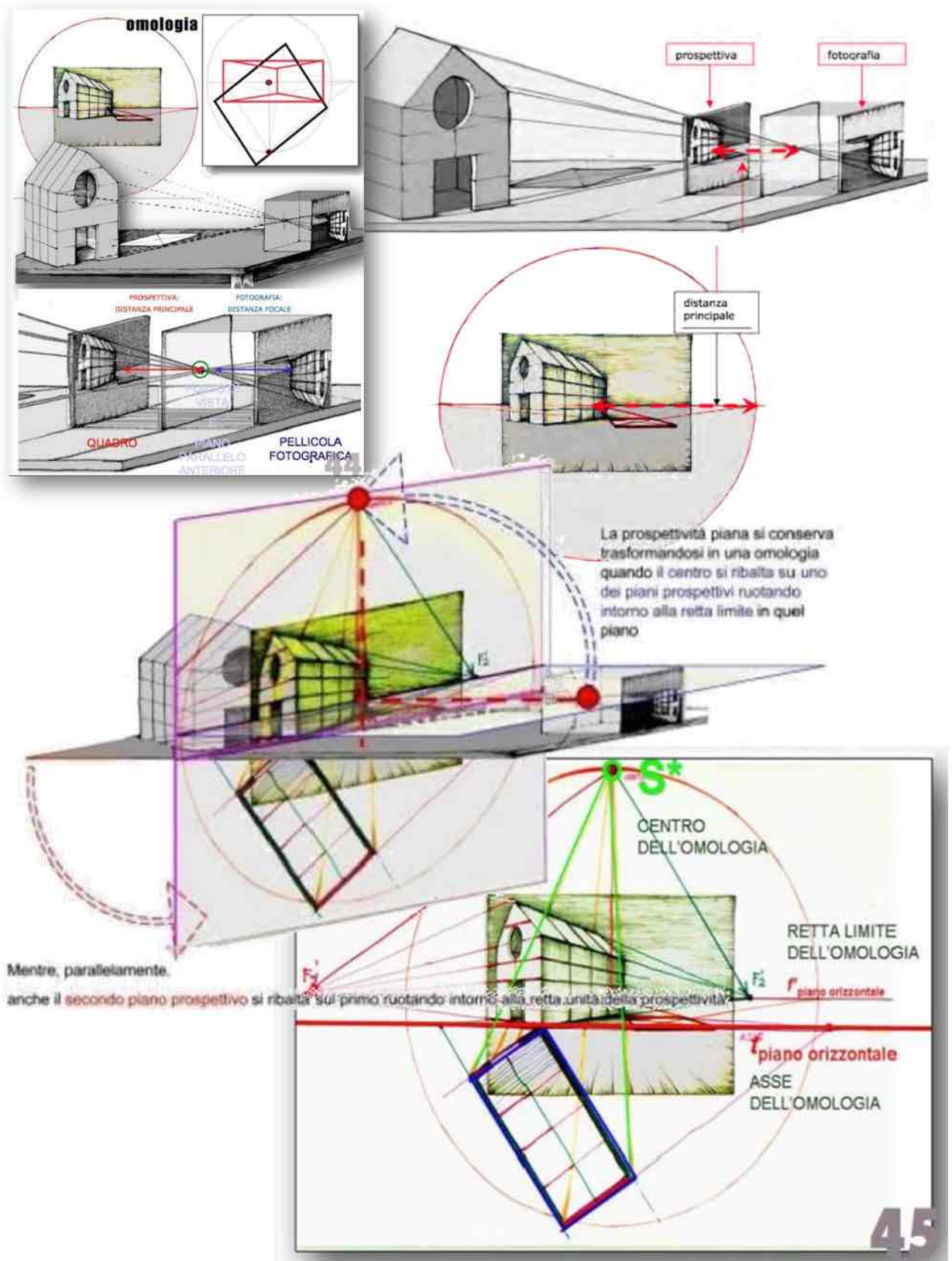
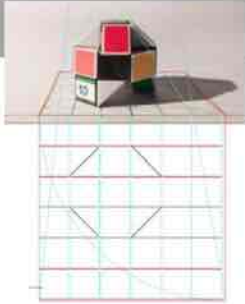
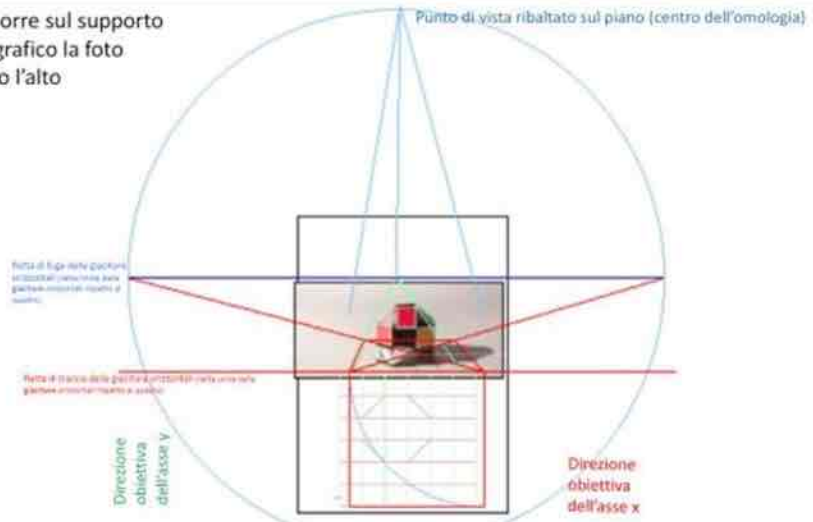


Figura 66 - ricapitolazione della procedura di applicazione del teorema di Stevin.

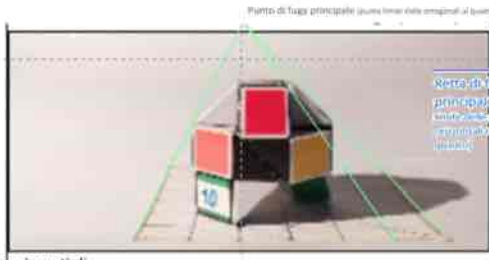
Primo caso
 Proiezione centrale del modello con facce riprese frontalmente e connessa omologia di ribaltamento in vera forma della proiezione orizzontale iposcopica (cioè vista dal basso verso l'alto)



1) Disporre sul supporto del grafico la foto verso l'alto



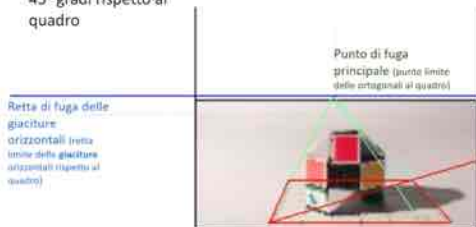
2. Individuare il punto di fuga principale



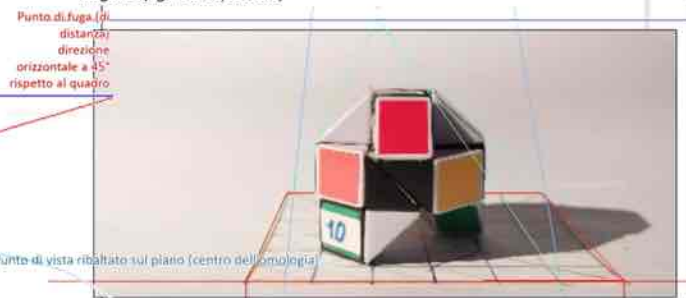
2) Individuare la retta di fuga delle giaciture orizzontali



3) Individuare i punti di fuga delle direzioni orizzontali inclinate a 45° gradi rispetto al quadro



4) Scegliere la retta di traccia del piano orizzontale (risulta comodo lungo lo spigolo del quadro)



5) Costruire il circolo di distanza e ribaltare il punto di vista in alto in modo che diventi il centro dell'omologia tra la pianta prospettica e quella ribaltata in vera forma sul quadro

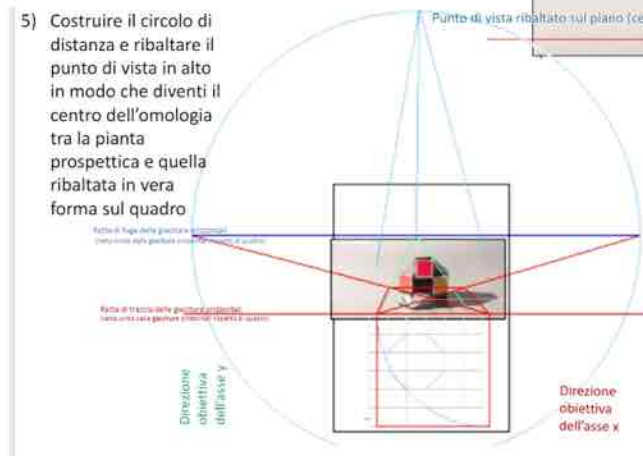


Figura 67 - ricapitolazione della procedura di costruzione di un'omologia che lega la pianta prospettica di una prospettiva frontale alla pianta in vera forma.

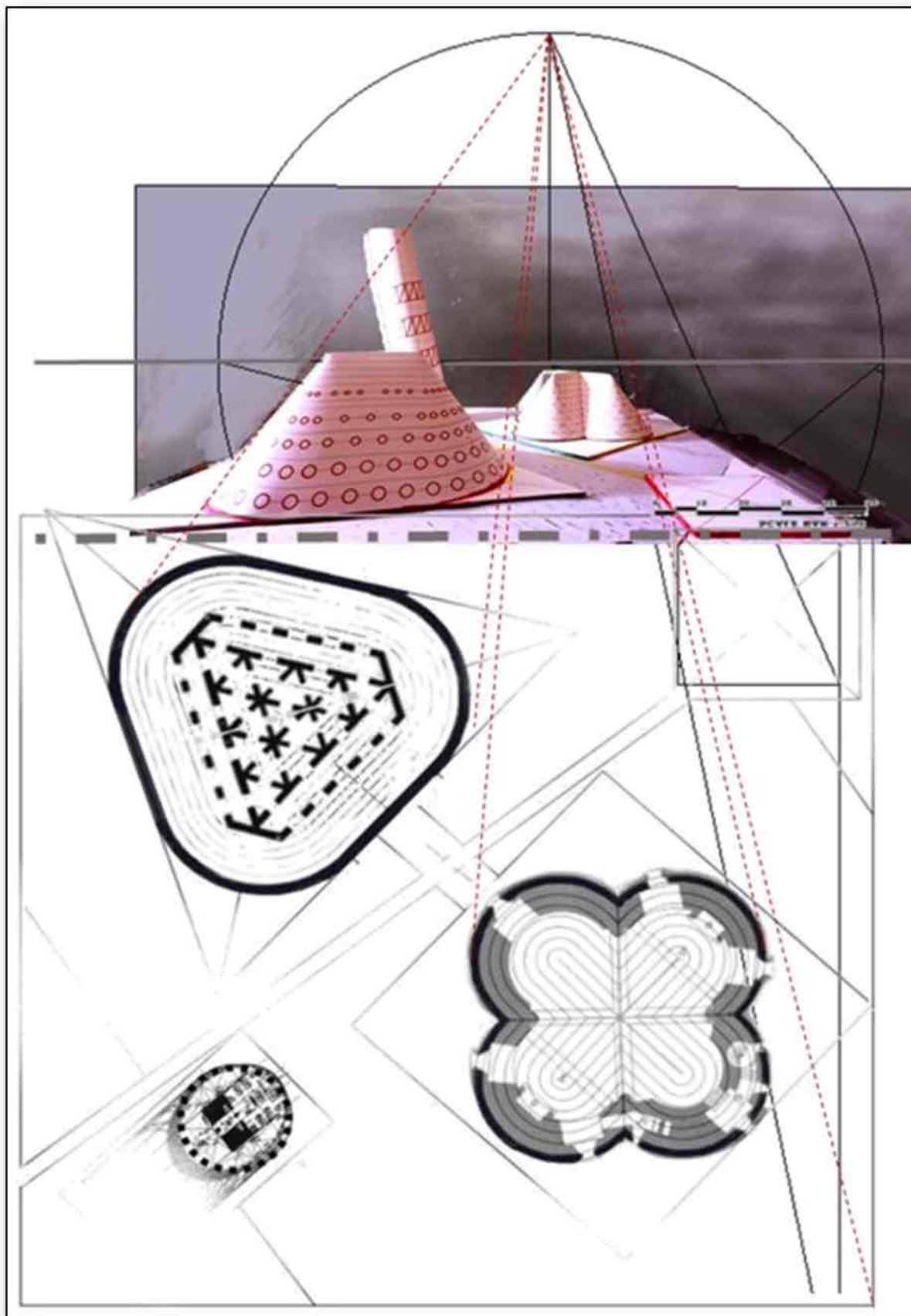


Figura 68 - esempio di una omologia che lega la pianta prosettica di una foto frontale dell'intero modello alla sua sezione planimetrica in vera forma.

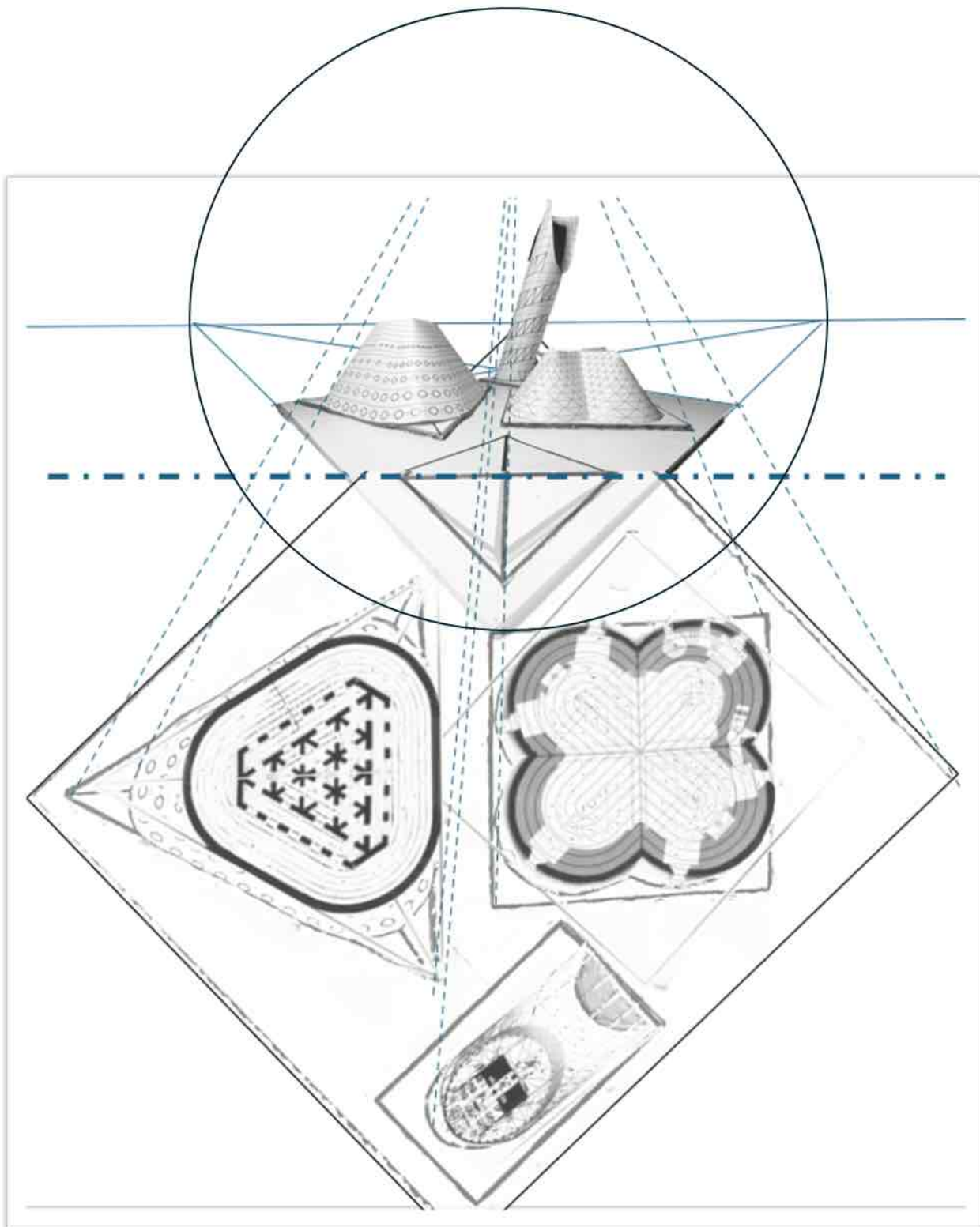


Figura 69 – Altro esempio di una omologia che lega la pianta prospettica di una foto frontale dell'intero modello alla sua sezione planimetrica in vera forma.

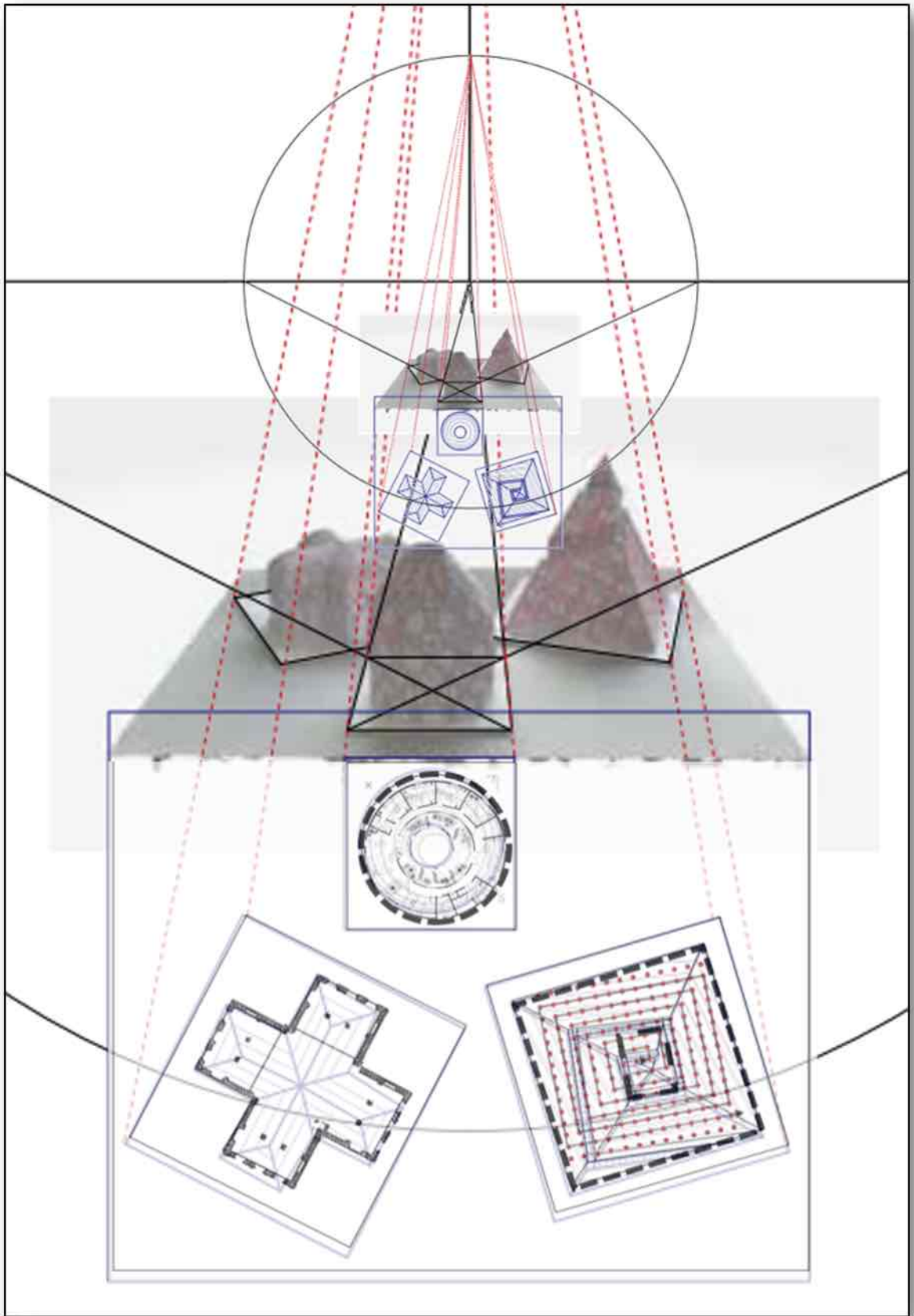
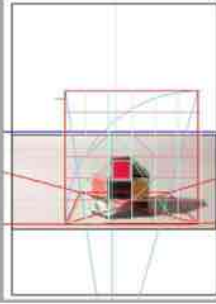


Figura 70 - Altro esempio di una omologia che lega la pianta prospettica di una foto frontale dell'intero modello alla sua sezione planimetrica in vera forma.

11.5 Ricapitolazione della procedura con esempi di elaborati in Prospettiva a quadro frontale relacionada a una pianta episcopica (vista dall'alto)

Secondo caso

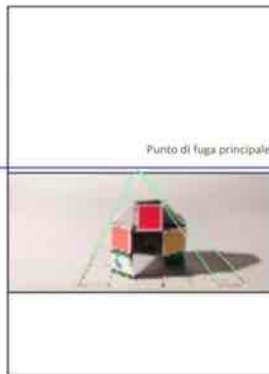
Proiezione centrale del modello con facce riprese frontalmente e connessa omologia di ribaltamento in vera forma della proiezione orizzontale episcopica (cioè vista dall'alto verso il basso)



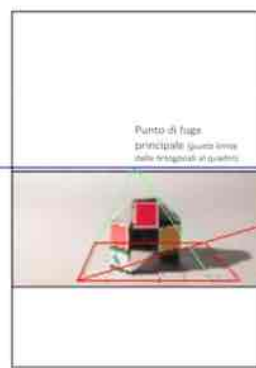
- 1) Disporre sul supporto del grafico la foto verso l'alto
- 2) Individuare il punto di fuga principale



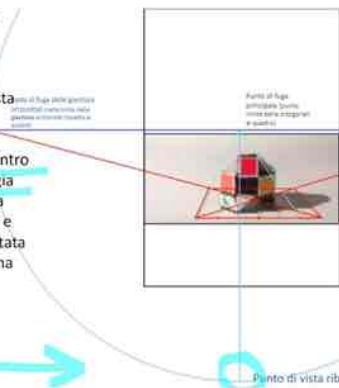
- 3) Individuare la retta di fuga delle giaciture orizzontali



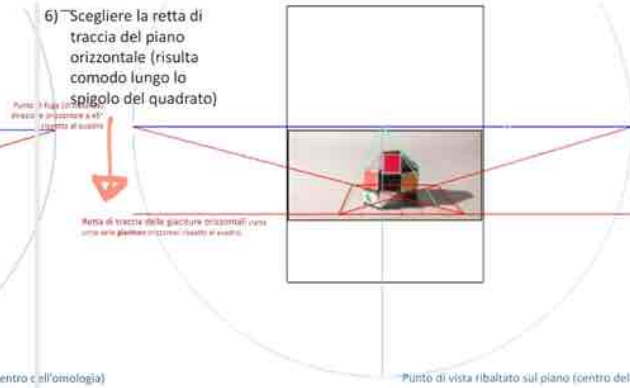
- 4) Individuare i punti di fuga delle direzioni orizzontali inclinate a 45° gradi rispetto al quadro (le diagonali del quadrato orizzontale)



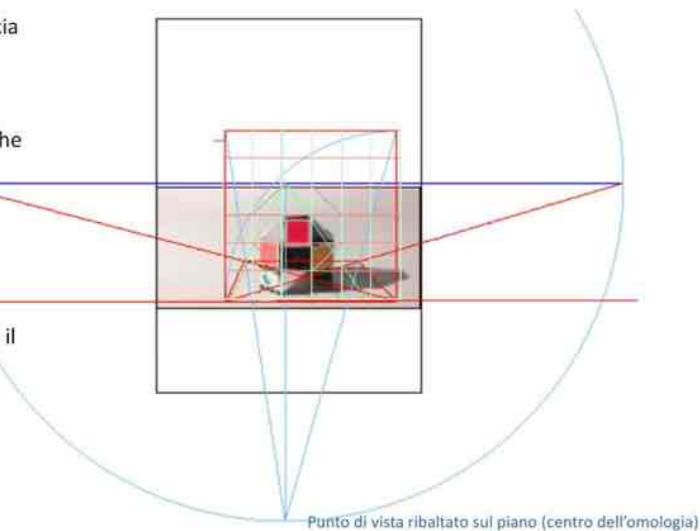
- 5) Costruire il circolo di distanza e ribaltare il punto di vista in basso in modo che diventi il centro dell'omologia tra la pianta prospettica e quella ribaltata in vera forma sul quadro



- 6) Scegliere la retta di traccia del piano orizzontale (risulta comodo lungo lo spigolo del quadrato)



- 6) La retta di traccia del piano orizzontale è l'asse dell'omologia che trasforma la pianta in vera forma nella pianta prospettica; il centro dell'omologia è il punto di vista ribaltato sul quadro....



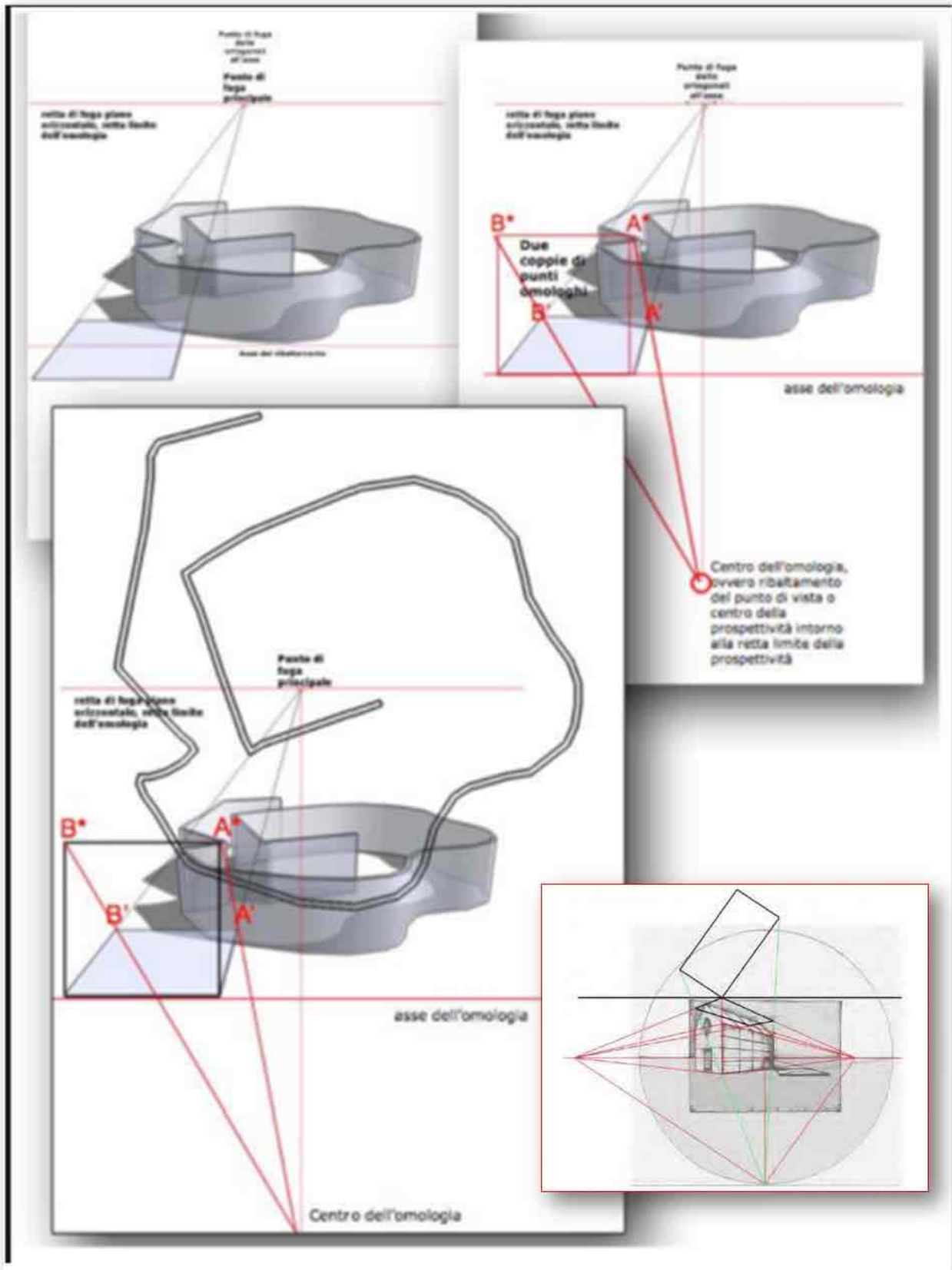


Figura 71 - ricapitolazione del metodo molto speditivo per realizzare un'omologia perfetta tra pianta prospettica e sezione planimetrica in vera forma potendo sfruttare la presenza di un quadrato con lato frontale e orizzontale nell'immagine fotografica.

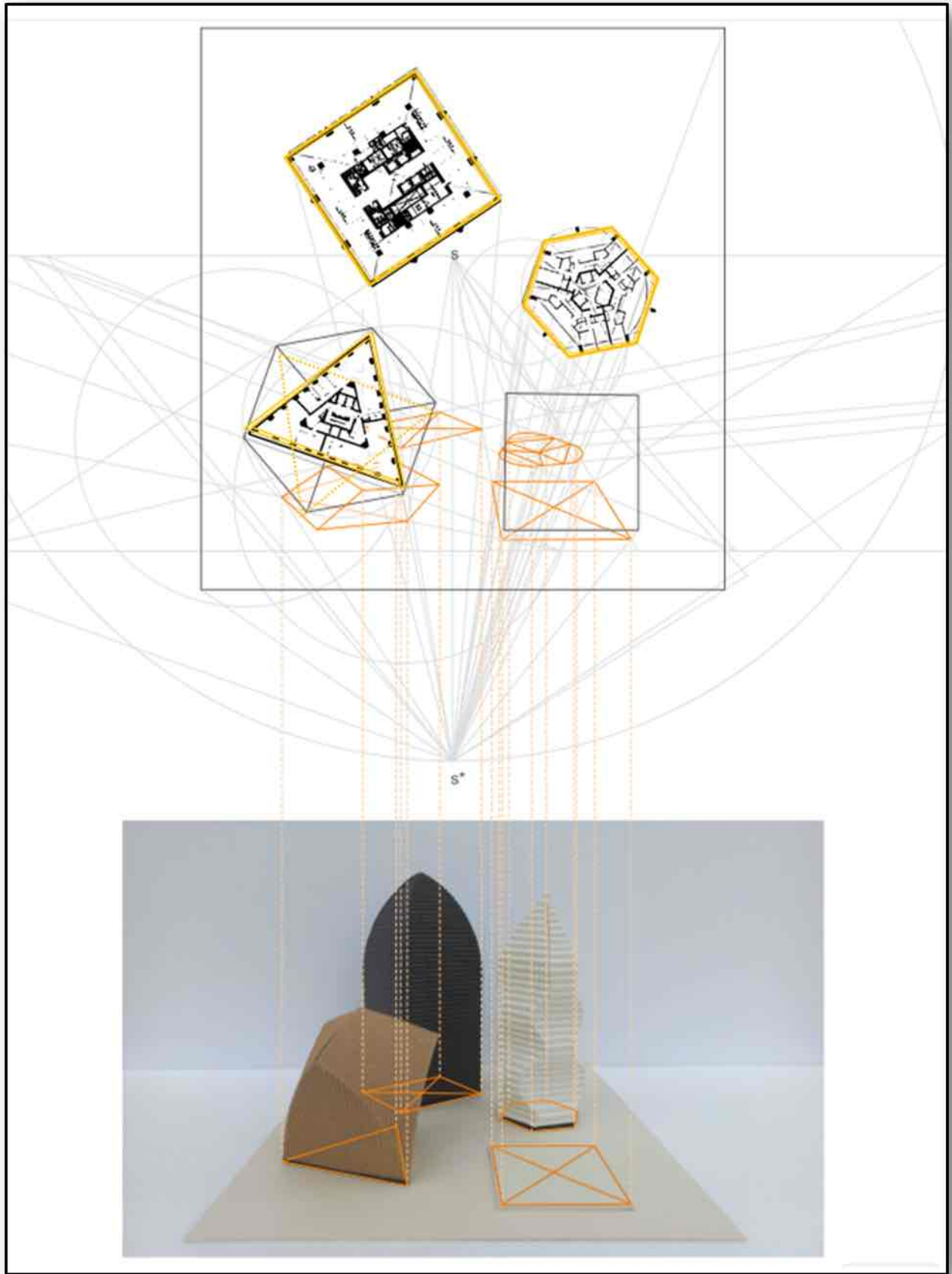


Figura 72 - esempio di omologia che relaziona la pianta prospettica di una fotografia del modello completo alla sezione planimetrica iposcopica in vera forma della medesima composizione.

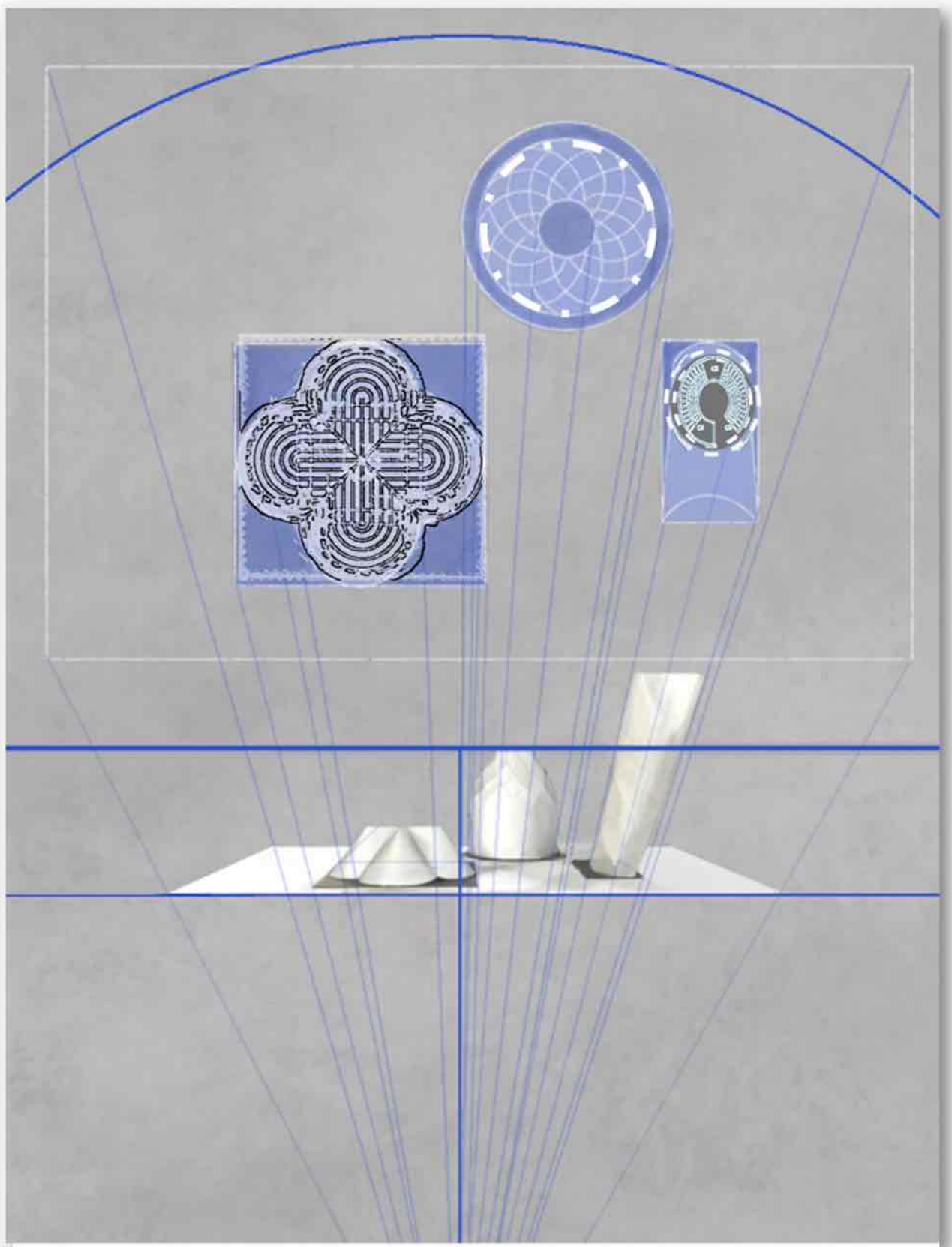


Figura 73 – altro esempio di omologia che relaziona la pianta prospettica di una fotografia del modello completo alla sezione planimetrica iposcopica in vera forma della medesima composizione.

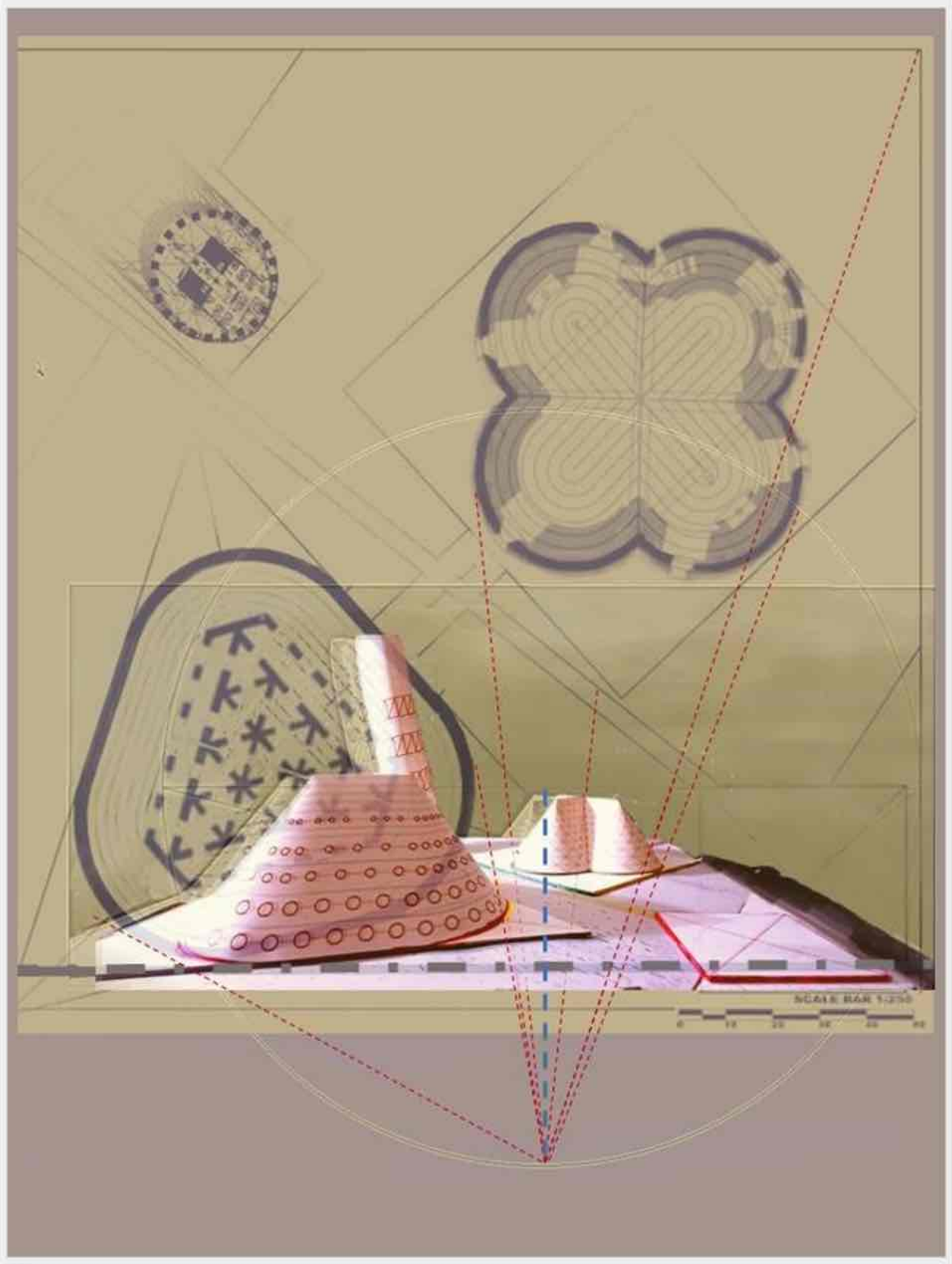


Figura 74 - altro esempio di omologia che relaziona la pianta prospettica di una fotografia del modello completo alla sezione planimetrica iposcopica in vera forma della medesima composizione.

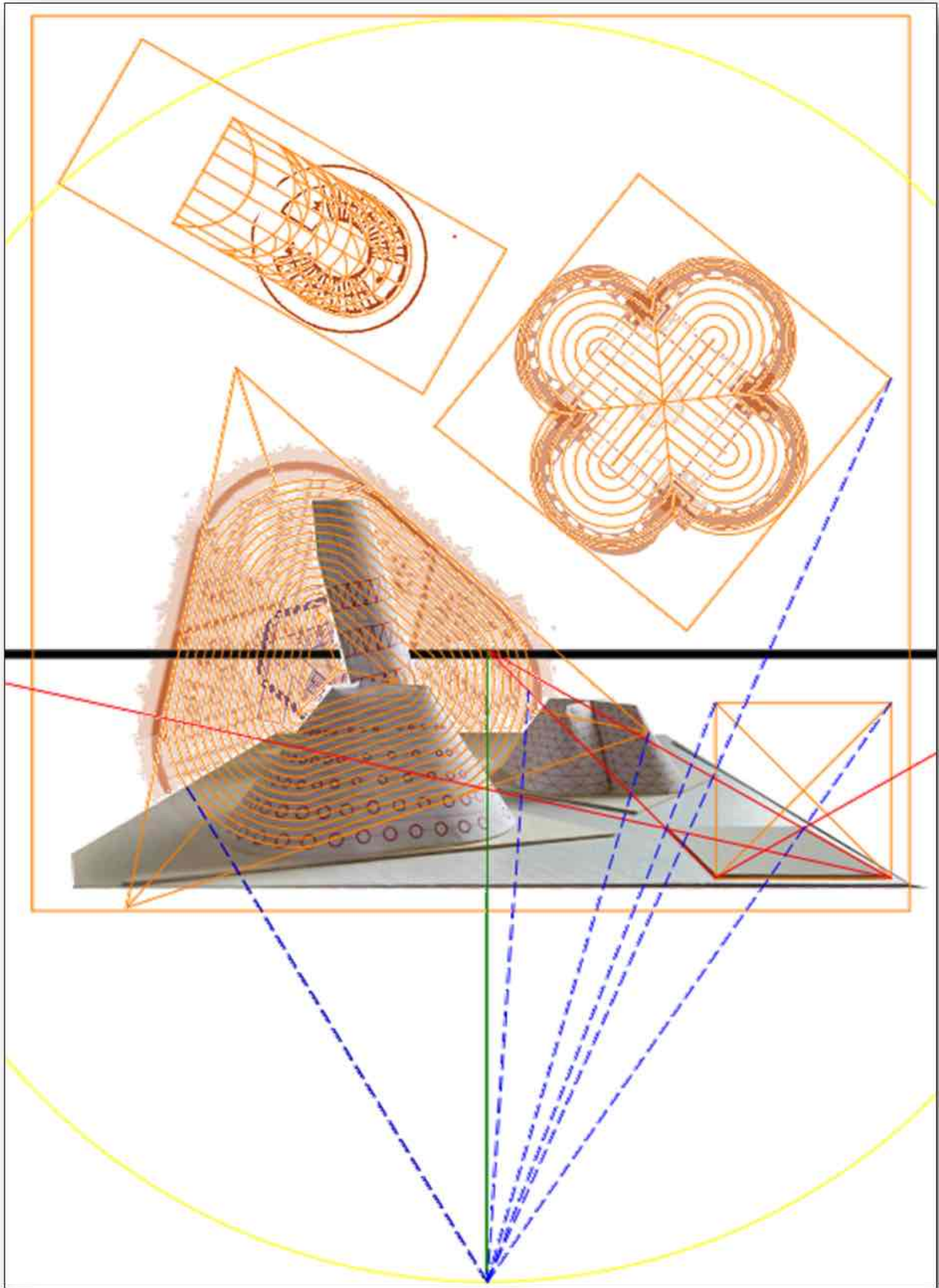


Figura 75 - altro esempio di omologia che relaziona la pianta prospettica di una fotografia del modello completo alla sezione planimetrica iposcopica in vera forma della medesima composizione.

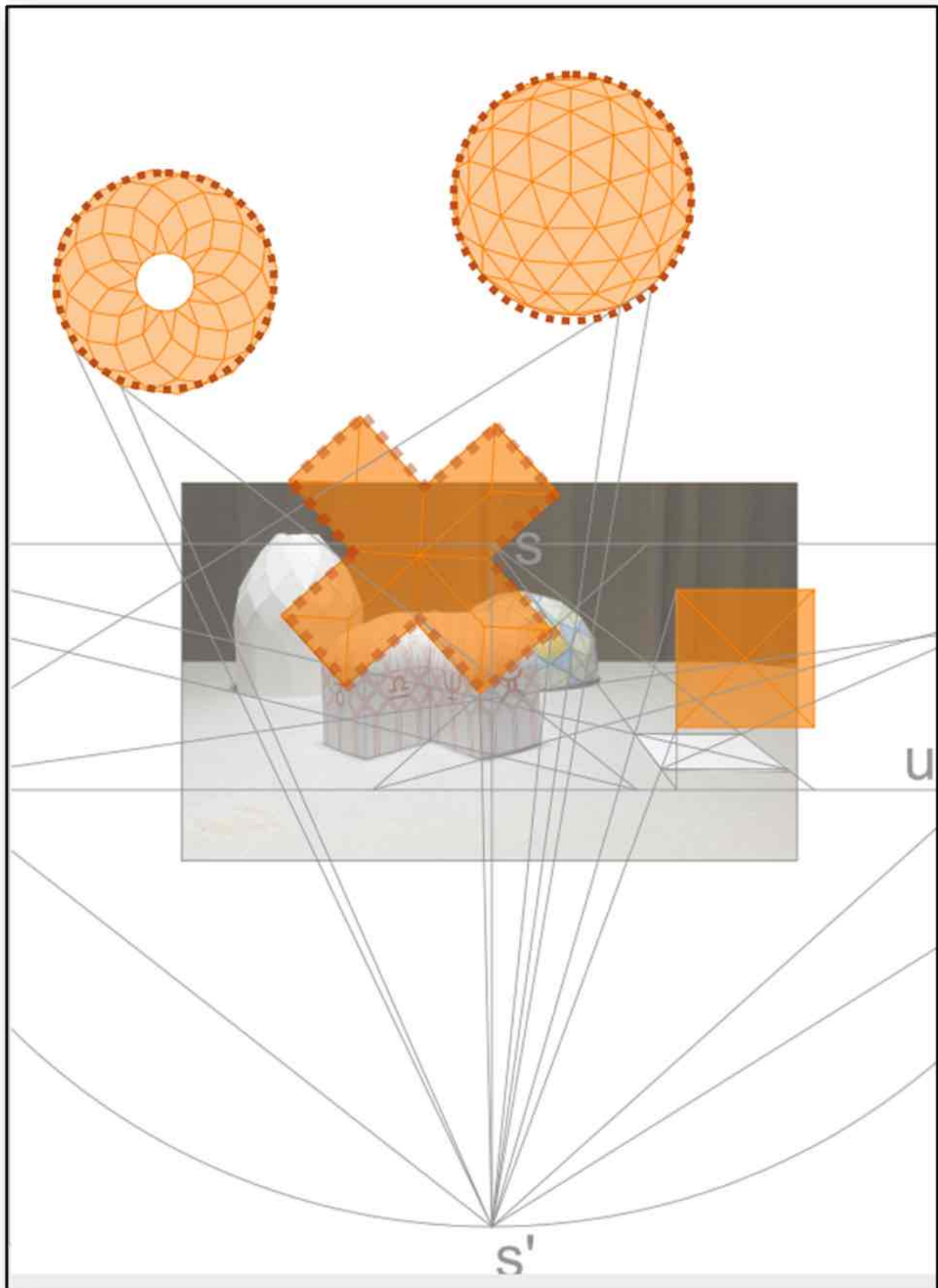
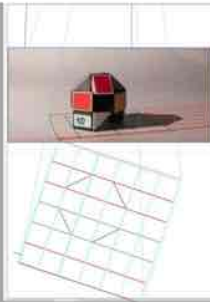


Figura 76 - altro esempio di omologia che relaziona la pianta prospettica di una fotografia del modello completo alla sezione planimetrica iposcopica in vera forma della medesima composizione.

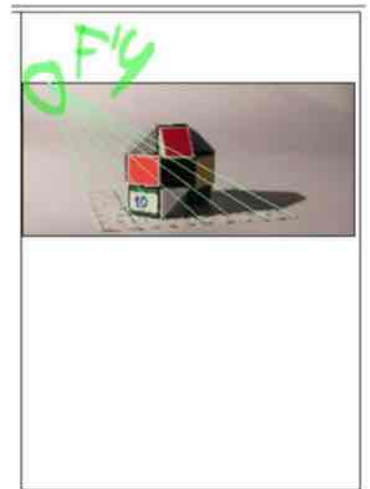
11.6 Ricapitolazione della procedura con esempi di elaborati in Prepositiva a quadro inclinato con pianta iposcopica

Terzo caso

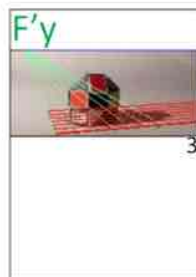
Proiezione centrale del modello con facce riprese di scorcio e connessa omologia di ribaltamento in vera forma della proiezione orizzontale iposcopica



- 1) Disporre sul supporto del grafico la foto verso l'alto
- 2) Individuare il punto di fuga della direzione y

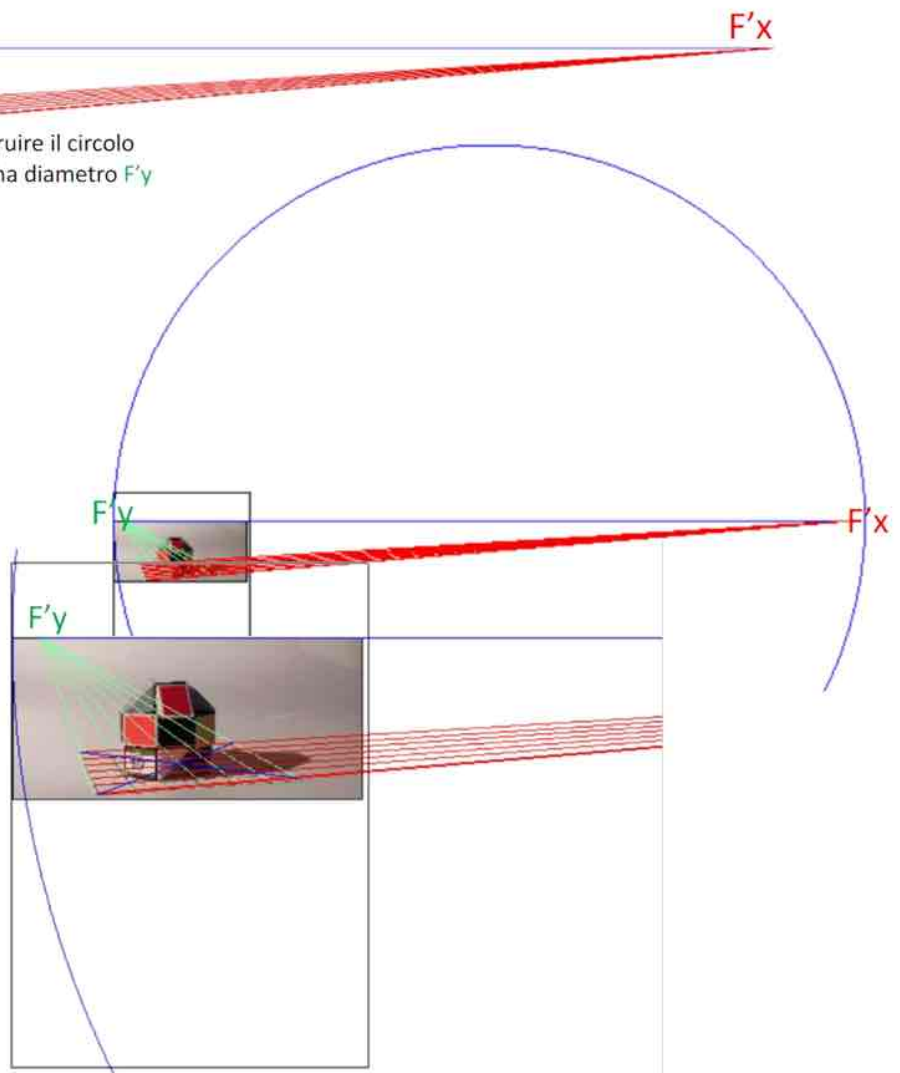


- 3) Individuare il punto di fuga della direzione x , di conseguenza, la retta di fuga delle giaciture orizzontali

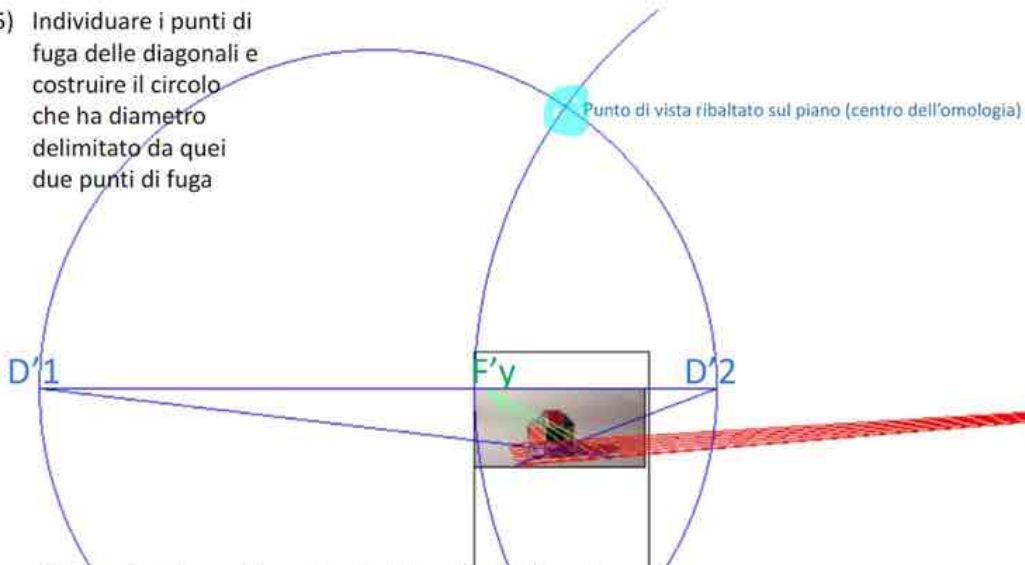


- 3) Costruire il cerchio che ha diametro $F'y$
 $F'x$

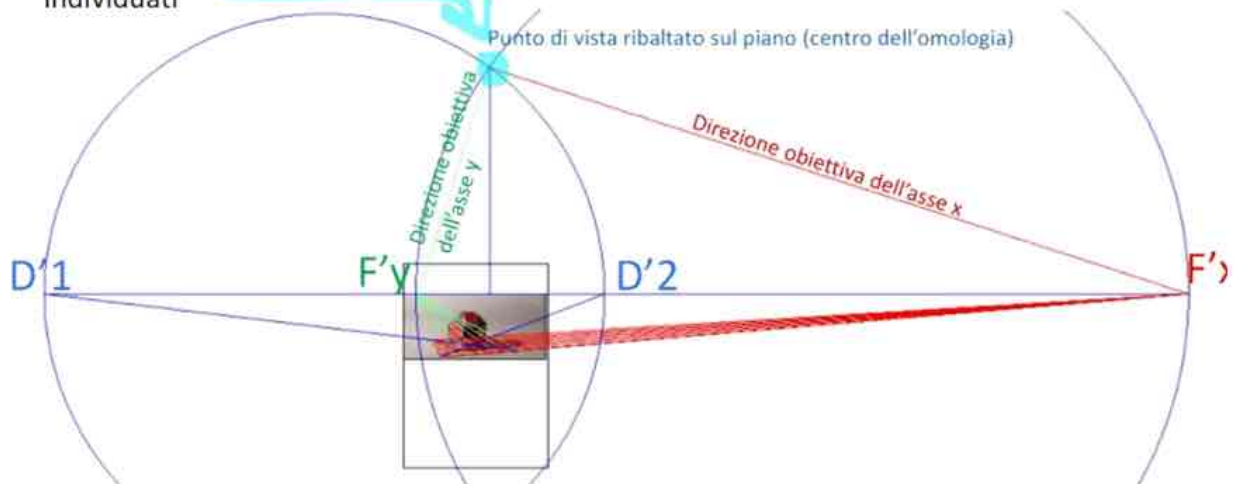
- 4) Individuare le diagonali del quadrato ripreso in fotografia



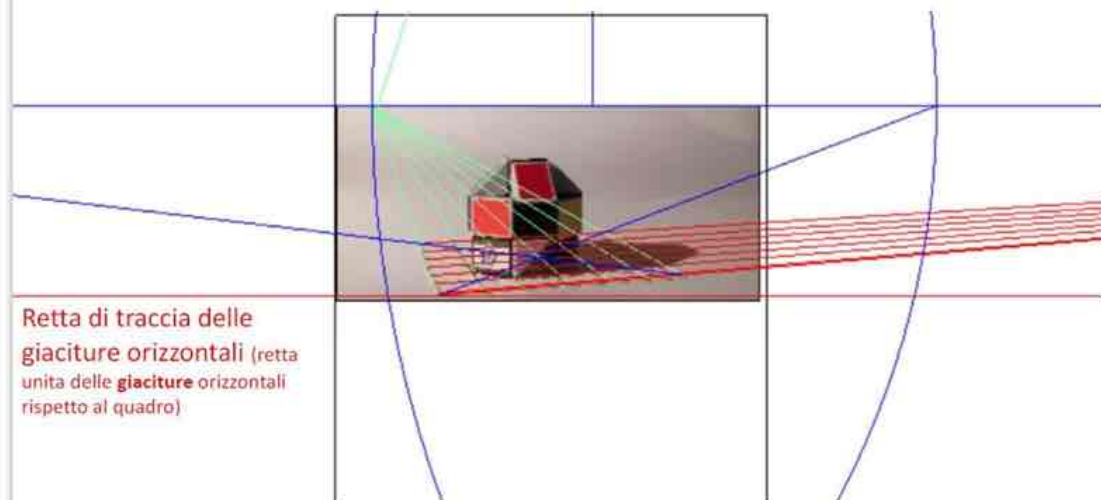
- 5) Individuare i punti di fuga delle diagonali e costruire il cerchio che ha diametro delimitato da quei due punti di fuga



- 6) Individuare il punto di vista ribaltato sul quadro nell'intersezione tra i due cerchi precedentemente individuati

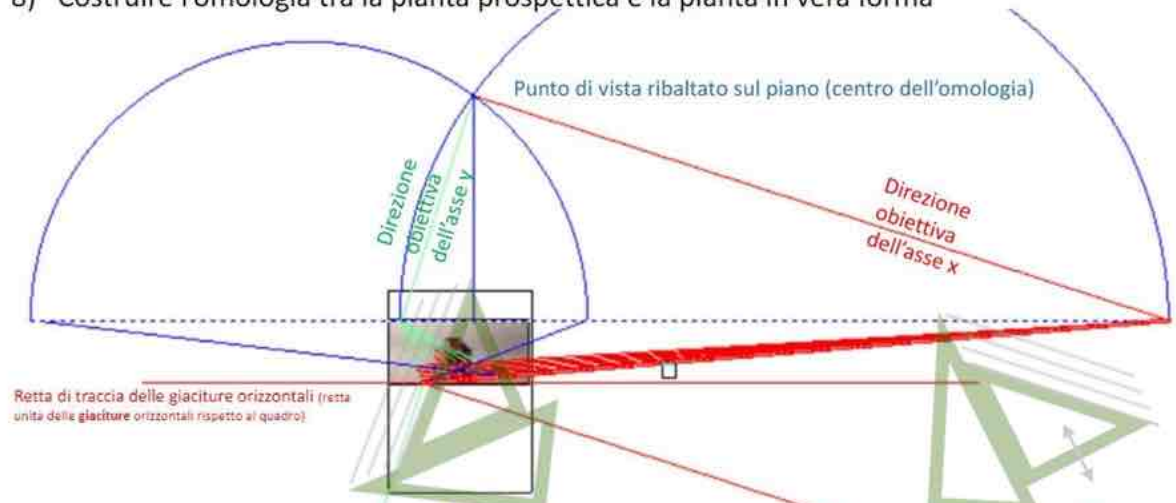


- 7) Scegliere la **retta di traccia** del piano (orizzontale) di pianta: per semplificare, porre la retta di traccia sullo spigolo prominente del quadrato raffigurato

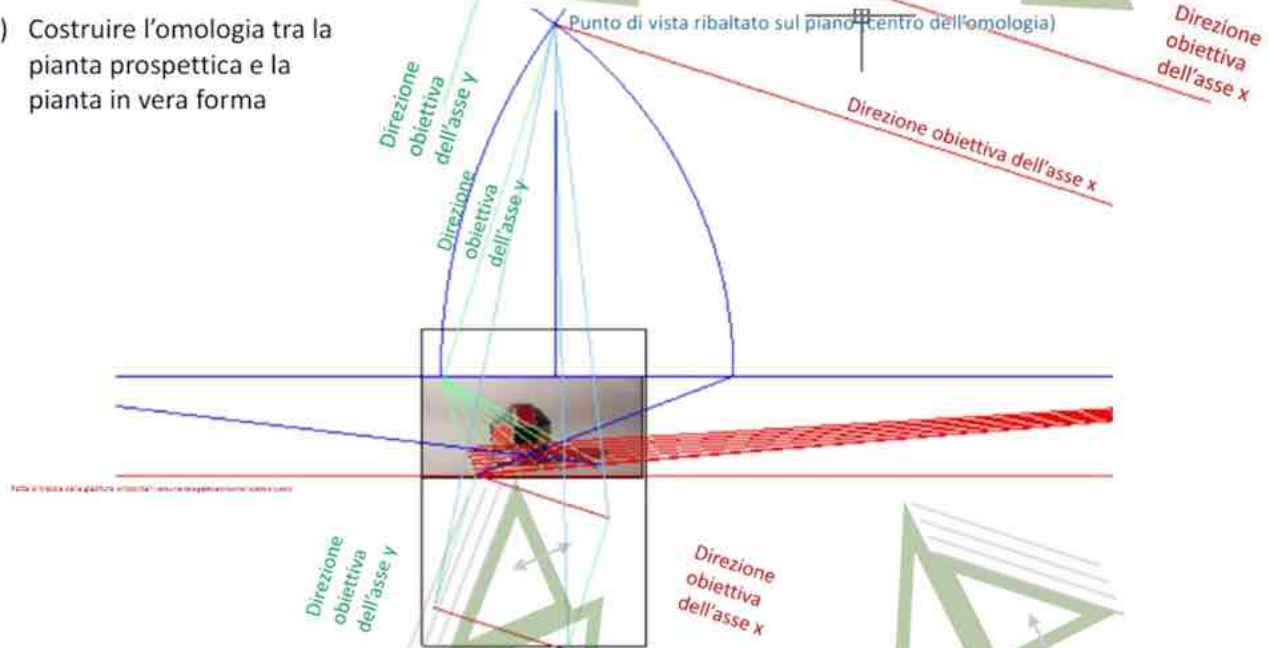


Retta di traccia delle giaciture orizzontali (retta unita delle **giaciture** orizzontali rispetto al quadro)

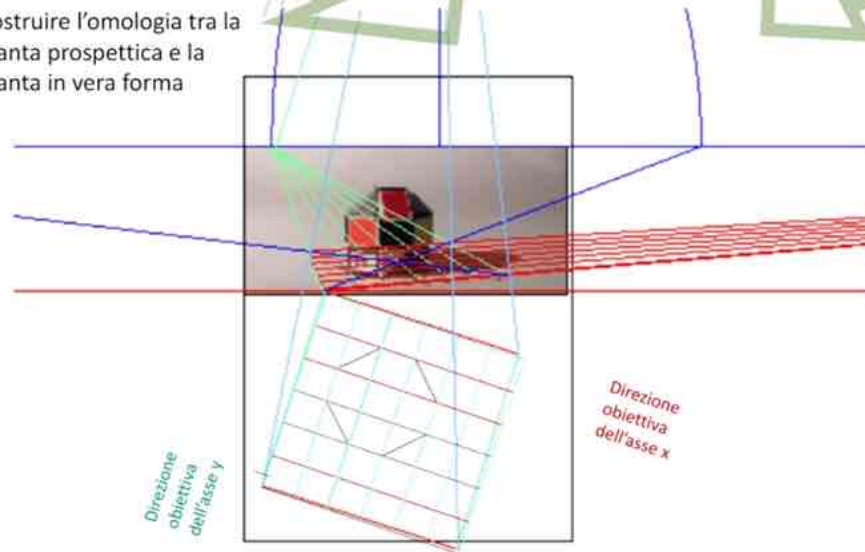
8) Costruire l'omologia tra la pianta prospettica e la pianta in vera forma



i) Costruire l'omologia tra la pianta prospettica e la pianta in vera forma



8) Costruire l'omologia tra la pianta prospettica e la pianta in vera forma



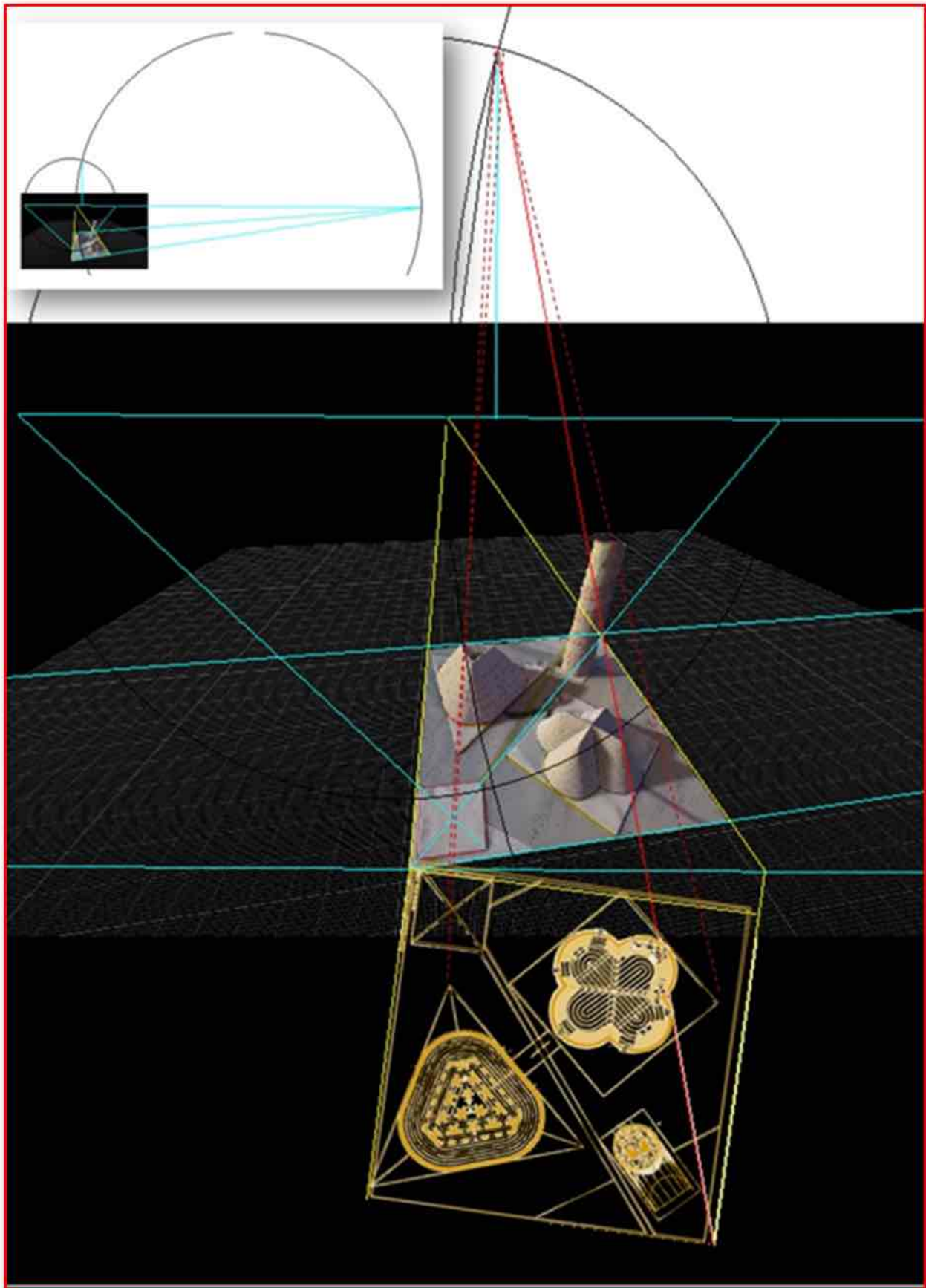
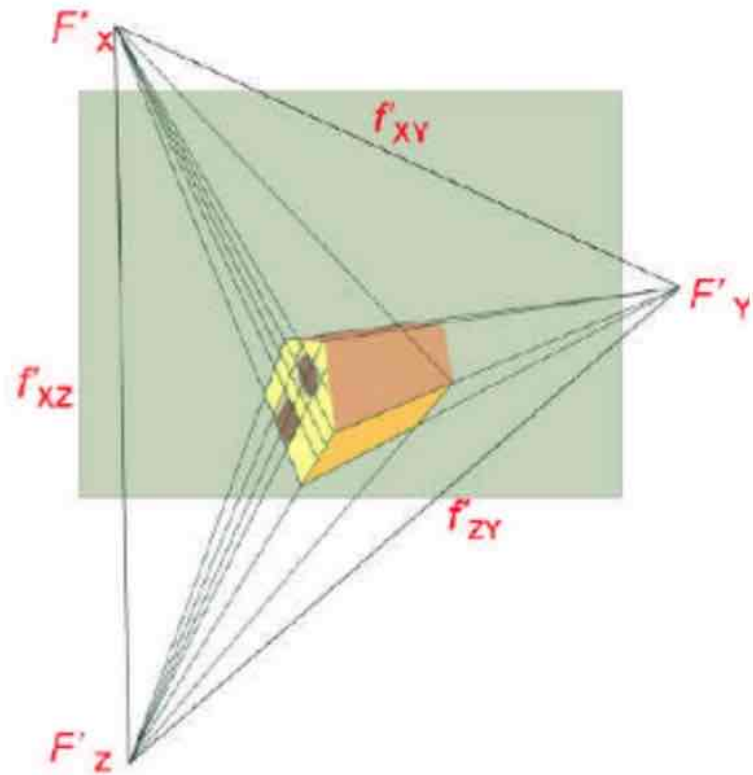


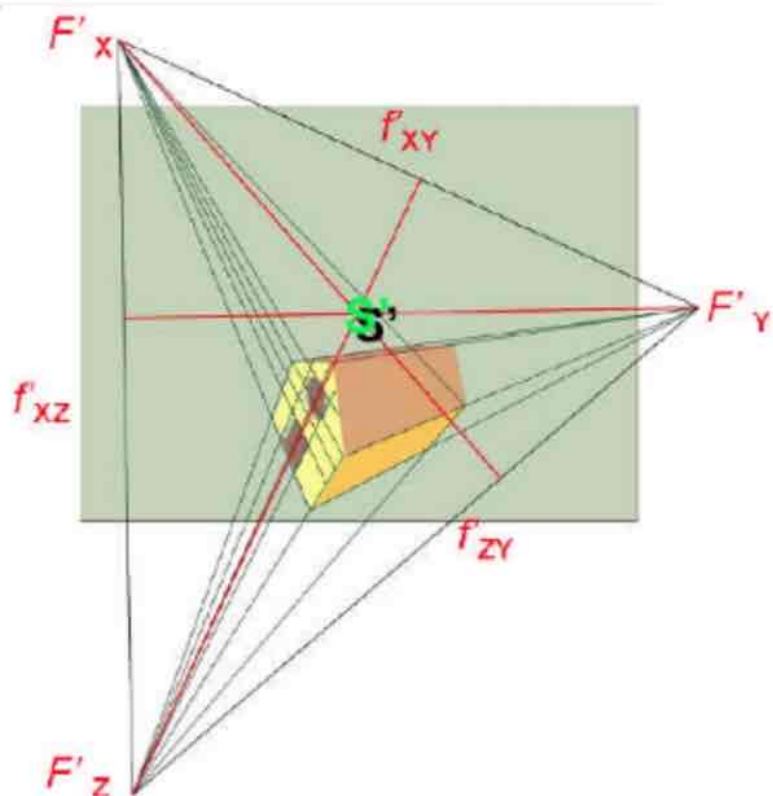
Figura 77- esempio di omologia tra la pianta prospettica di una fotografia a quadro inclinato del modello completo e la sezione planimetrica in vera forma del medesimo modello.

11.7 Ricapitolazione della procedura di costruzione di una Prepositiva a quadro inclinato correlata per omologia con rappresentazioni in vera forma

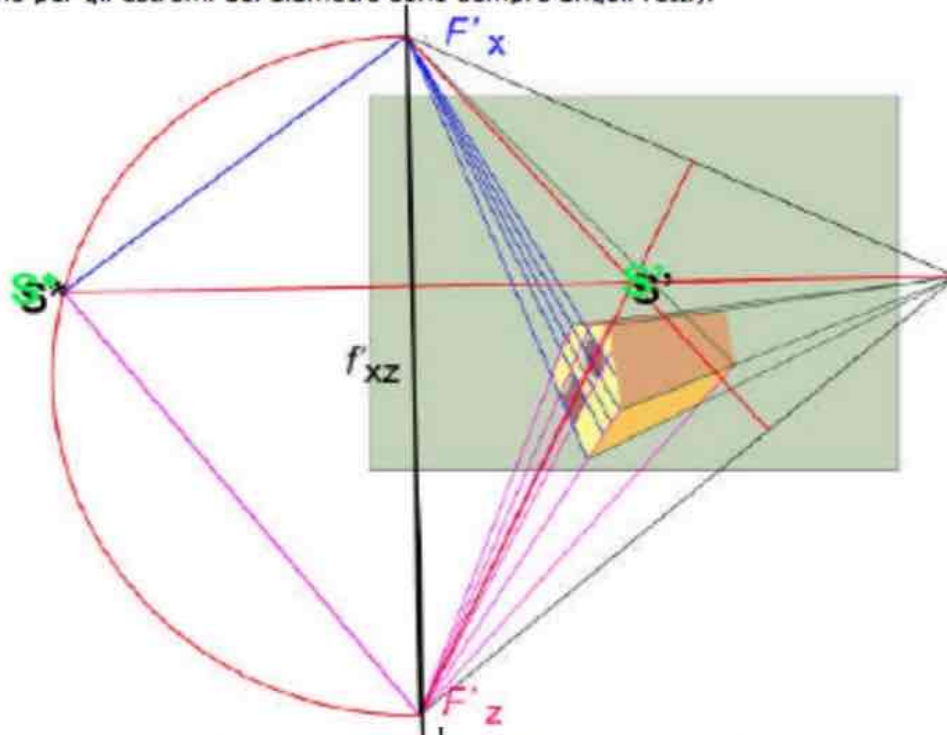
1) Trova sulla foto i tre punti fuga immagine delle tre direzioni triortogonali XYZ.
 Unendo le coppie di quel terzetto di punti fuga non fai altro che individuare le tre rette di fuga immagine delle tre giaciture delle facce triortogonali del modellino. Cioè la retta di fuga del piano orizzontale XY e dei due piani verticali XZ ed YZ.



2) Ora, anche se la fotografia è stata ritagliata e il punto di fuga principale S' non è più ritrovabile al centro del fotogramma, puoi comunque individuarlo nell'ortocentro del triangolo delle rette di fuga immagine delle giaciture XY, XZ, YZ. Il perché ti sarebbe evidente se osservassi che i tre piani proiettanti che hanno stabilito quelle tre rette di fuga formano un triedro trirettangolo nel punto di vista S . Immagina che quei tre piani proiettanti siano tre porte che hanno cardine nelle loro rette di fuga e buco della serratura nel punto di vista. Allora ti dovresti rendere conto (dato che quando apri una porta solitamente la miniglia non cambia quota) che aprendo quelle tre porte il loro buco della serratura spazza un piano ortogonale ai loro cardini. Se vedessi sul piano lo spostarsi della proiezione ortogonale del buco della serratura, ti renderesti conto che quella proiezione si sposta lungo un retta ancora ortogonale al cardine. Traccia dunque le tre altezze del triangolo delle fughe e segna S' nella loro intersezione (ortocentro).

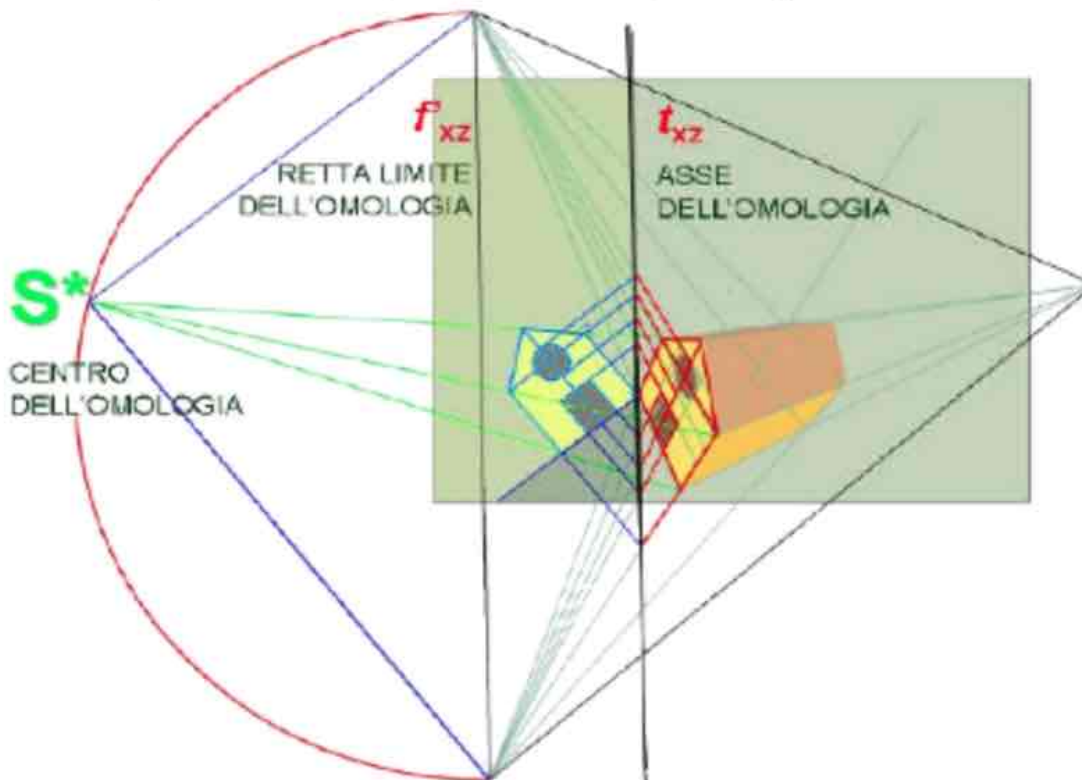


dunque le rette proiettanti che determinano i punti di fuga di X e di Z si incontrano a 90° nel punto di vista **S**. Quindi **S*** non può che stare nell'intersezione tra l'ortogonale alla retta di fuga di XZ con il semicircolo che ha diametro nel segmento compreso dei punti di fuga di X e di Z (gli angoli al semicircolo i cui lati passano per gli estremi del diametro sono sempre angoli retti).



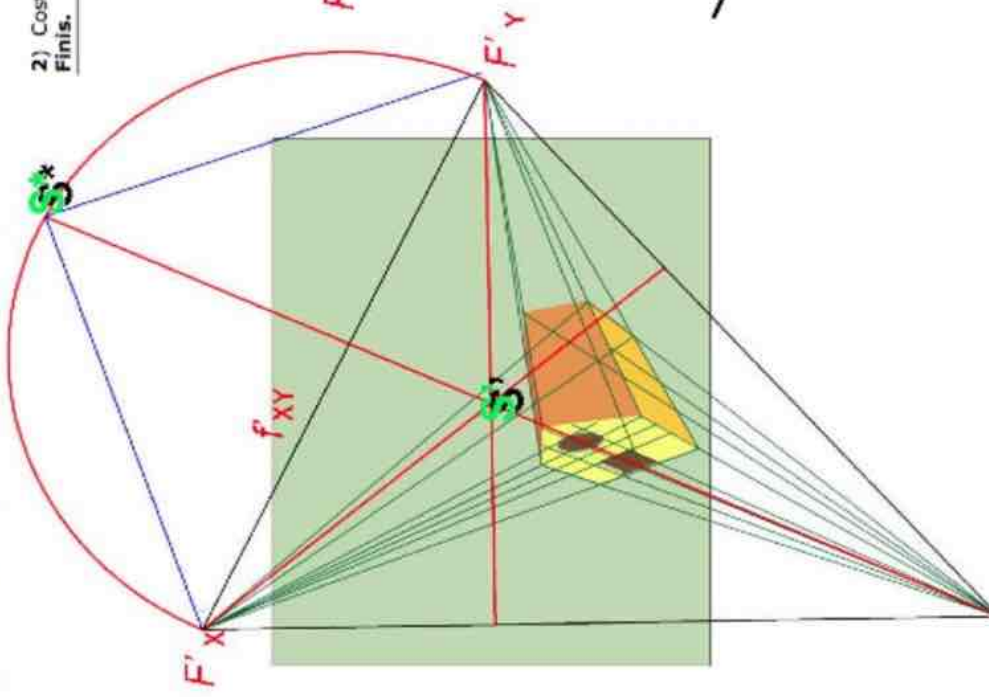
Ora non ti resta che disegnare la retta di traccia del piano XZ in modo che tu possa essere usata come asse dell'omologia del ribaltamento sul foglio da disegno delle figure di quel piano ritratte nella foto. Quella retta di traccia la potresti mettere dove ti pare (ti basta tracciare una retta parallela alla retta di fuga di XZ) ma credo ti convenga porla il più vicino possibile all'immagine che ti interessa perché la dimensione della figura restituita non differisca troppo da quella fotografata. Nell'esempio ho posto la retta di traccia di XZ passante per uno spigolo della figura del prospetto.

Ora hai tutto quello che ti serve per costruire l'omologia che rappresenta il ribaltamento. Finis.

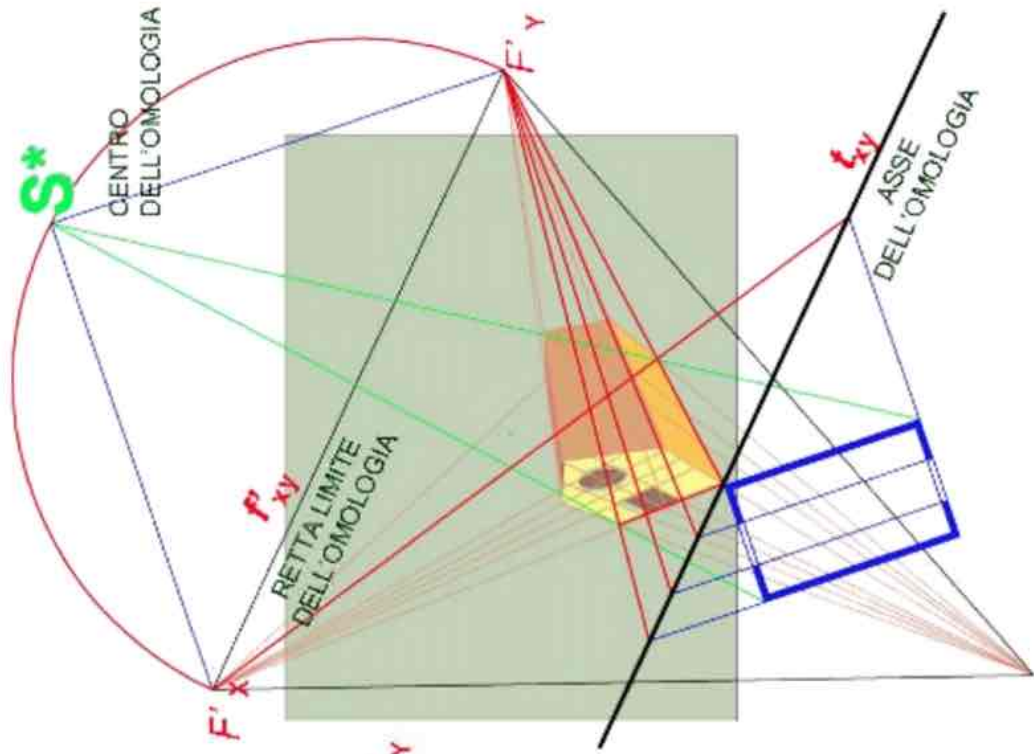


Quanto detto prima vale ovviamente anche nel caso ti interessasse ribaltare sul tuo foglio da disegno le figure di un'altra faccia del modellino fotografato. Poniamo che tu voglia rappresentare l'immagine della pianta (il piano XY) del modellino in questione. In tutto i passi sono solo e sempre due:

1) ribaltare il punto di vista sul foglio intorno alla retta di fuga del piano XY



2) Costruire l'omologia che ha centro nel punto di vista ribaltato e asse nella retta di traccia di traccia del piano. **Finis.**



12. Valutazione d'esame

Il voto d'esame è determinato come media ponderata di tre diverse componenti:

1. **V1: Voto degli esercizi in aula** (peso 1): Questo voto rappresenta il risultato ottenuto svolgendo gli esercizi proposti durante le lezioni. Ha un peso pari a 1, il che significa che ha un'importanza relativamente minore rispetto agli altri due voti, anche perché gli studenti che hanno fatto gli esercizi in aula o hanno riportato valutazione negativa su qualcuno di tali esercizi sono tenuti a rifarli in sede d'esame.
2. **V2: Voto sulla produzione di grafici personali** (peso 3): Questo voto valuta la qualità dei **grafici** di tipo **euristico, tecnico** e a **valore autonomo** realizzati da ciascuno/a studente/essa che sono istruiti in queste pagine. Tali grafici figurano una propria composizione sul tema qui illustrato e che devono avere qualità sufficienti ad essere inclusi nel portfolio di laurea. I grafici tecnici devono rispettare determinati criteri (proiezioni centrali e parallele, connessioni omologiche, coerenza con il tema assegnato). Questo voto ha un peso pari a 3, quindi ha un'importanza tripla rispetto al voto degli esercizi in aula. Ciò significa che la produzione dei grafici ha un peso maggiore nella valutazione finale perché è determinato dalla valutazione delle performance in ciascuno dei generi pragmatici del disegno di architettura: 1°) gli elaborati tecnici, 2°) gli elaborati euristici, 3°) gli elaborati di valore autonomo. Chi non abbia ancora chiara la distinzione tra le tre categorie pragmatiche può trovare una sintesi di questi argomenti trattati nella prima comunicazione del corso nel video cui rimanda il link indicato nella pagina Classroom del corso. Il voto assegnato è strettamente individuale, anche se, auspicabilmente, sono presentati lavori svolti in gruppo; in questi casi, per ciascun/a candidata/o sarà valutato l'apporto del proprio contributo specifico.
3. **V3: Voto sulla risposta a domande estratte a sorte** (peso 3): Questo voto valuta la capacità dello studente di rispondere a tre domande estratte a sorte dal seguente elenco.
 - 1.- Che differenze ci sono tra due grafici che rappresentano uno medesimo oggetto edilizio: uno alla scala d'informazione 1:20, l'altro alla scala 1:100?
 2. - Che differenza di scena pratica e di presupposti fa sì che un "elaborato tecnico esecutivo" valga, invece, come "elaborato di autonomo valore artistico"?
 - 3.- Perché i fogli di carta nel formato UNI-A hanno quelle aree e hanno tutti base e altezza nel rapporto 1 a radice quadrata di 2?
 4. - Può nominare alcuni dei diversi criteri di rappresentazione che può adottare uno schizzo progettuale grafico? Che differenza c'è il valore "topografico" e quello "topologico"?
 5. - [Metodi di rappresentazione] – Cos'è un metodo di rappresentazione?

- 6.- [Metodi di rappresentazione] – Come si può essere certi che una retta e un piano siano ortogonali tra loro quando sono rappresentati nel Metodo di Monge?
- 7.- [Metodi di rappresentazione] – Cos'è il contorno apparente?
- 8.- [Trasformazioni proiettive] – Si scelga qual è la relazione proiettiva che si stabilisce tra le due immagini (pianta e alzato) di una stessa figura piana rappresentata nel Metodo di Monge: 1) un'omologia generale, 2) un'affinità omologica obliqua o 3) un'omotetia?
9. [Metodi di rappresentazione] – Che differenza c'è tra le “assonometrie ortogonali” e le “assonometrie oblique”?
10. [Metodi di rappresentazione] – Che curva è il contorno apparente di una sfera rappresentata in assonometria obliqua?
- 11 - [Proiezioni centrali] – Cos'è il circolo di distanza (in proiezione centrale)?
- 12.- [Proiezioni centrali] – Che cosa sono le aberrazioni marginali?
- 13.– [Proiezioni centrali] – Stando in piedi di fronte parallelamente alla superficie di uno specchio piano, quanto misura – misurandola direttamente sulla superficie dello specchio – la nostra statura apparente dal punto di vista che si occupa?
14. - [Proiezioni centrali] – Come facciamo a sapere se due rette in prospettiva sono complanari o no (sghembe)?
- 15 - [Proiezioni centrali] – Cosa rappresenta una retta di fuga?
16. [Rilevamento] – Cos'è una costellazione?
17. [Rilevamento] – Come posso misurare a vista l'altezza del campanile di San Nicolò dei Mendicoli?
18. [Rilevamento] – Nella quotatura di un disegno, che differenza c'è tra “misurazione progressiva” e “misurazione parziale”? In che circostanze diverse s'impiegano i due criteri?
19. [Rendering] – Che cosa sono le “curve isofote di una superficie”?
20. [Rendering] – Cos'è un'ombra autoportata?
21. [Gnomonica] – Che direzione ha il Sole a Venezia a mezzogiorno negli equinozi (21 marzo e 21 settembre)?
22. – [Morfologia delle curve piane] – Qual è il luogo dei punti equidistanti da due punti dati?
23. – [Morfologia delle curve piane] – Qual è il luogo dei punti del piano equidistanti da un punto e da una retta?

24. – [Morfologia delle curve piane] – Quali sono i luoghi (curve) di punti P del piano che abbiano distanze (PF) da un dato punto F e da (Pd) una data retta d tali che il rapporto tra queste distanze sia costante: cioè $[PF/Pd = k]$?
25. – [Morfologia delle curve piane] – Qual è il luogo descritto dei vertici retti di tutti i triangoli rettangoli che hanno la stessa ipotenusa?
26. – [Morfologia delle curve Piane] – Qual è il luogo piano dei vertici dei rettangoli che hanno basi e altezze parallele, e che hanno il medesimo centro e la medesima area?
27. – [Morfologia delle curve piane] – Qual è il luogo dei punti P del piano la cui distanza da due altri punti del piano dati (fuochi F1 e F2) hanno la somma costante, $PF1+ PF2 = k$?
28. – [Morfologia delle curve piane] – Qual è il luogo piano dei vertici dei rettangoli che hanno basi e altezze parallele, hanno il medesimo centro e il medesimo rapporto tra i lati?
29. – [Morfologia delle curve piane] – Qual è il luogo dei punti P del piano la cui distanza da due altri punti dati (fuochi F1 e F2) hanno la differenza costante, $PF1- PF2 = k$?
30. – [Morfologia delle curve piane] – Qual è il luogo dei punti del piano per i quali è costante (= k al quadrato) il prodotto $[PF1.PF2 = k \text{ al quadrato}]$ delle loro distanze da due fuochi (F1 F2)?
31. – [Morfologia delle curve piane] – Qual è il luogo dei punti P del piano per i quali è costante il rapporto delle loro distanze da due punti dati (F1 e F2)?
32. – [Morfologia delle curve piane] – Perché i fuochi delle coniche si chiamano “fuochi”?
Quali proprietà geometriche dei raggi focali (delle tangenti e normali in P) vi sono implicate?
33. – [Morfologia delle curve piane] – Cos'è una catenaria?
34. – [Rapporti notevoli] - Qual è la curva piana che a parità di perimetro delimita l'area maggiore?
35. – [Morfologia integrale delle superfici] Qual è l'unica superficie che ha geodetiche identiche e chiuse?
36. – [Morfologia integrale delle superfici] – Com'è fatto geometricamente un penacchio sferico?
37. – [Morfologia integrale delle superficie] – Com'è fatta una volta a forma di “vite” di “Saint Gille”?
38. – [Morfologia integrale delle superficie] – Com'è fatta una superficie a “cono - cono”?
39. – [Morfologia integrale delle superficie] – Che superficie diviene un ellissoide a due assi quando i suoi due fuochi coincidono?

40. – [Morfologia differenziale delle superficie] – Quali sono le uniche due superficie costituite di soli punti ombelicali?
41. – [Morfologia integrale delle superficie] – Qual è il luogo descritto dei vertici retti di tutti i triangoli rettangoli che hanno la stessa ipotenuosa?
42. – [Morfologia differenziale delle superficie] – Qual è l'unica superficie a curvatura costante positiva in ogni suo punto?
43. – [Morfologia integrale delle superficie] – Quale superficie ha come geodetiche cerchi congruenti?
44. – [Morfologia differenziale delle superficie] – Che differenza c'è tra la "curvatura gaussiana" e la "curvatura media" di una superficie in un punto?
45. – [Morfologia differenziale delle superficie] – Che differenza (infinitesimale) c'è tra una "rigata sviluppabile" e una rigata "non sviluppabile"?
46. – [Trasformazioni proiettive delle figure] – Ricordando che nel piano un cerchio si trasforma in una conica attraverso una "omologia generale", invece, nello spazio, in quali superficie si trasforma una sfera attraverso un'omologia generale dello spazio tridimensionale ordinario?
47. – [Morfologia differenziale delle superficie] – qual è la curva geodetica di un cilindro?
48. – [Morfologia differenziale delle superficie] – Che cos'è un punto ombelicale di una superficie?
49. – [Trasformazioni proiettive delle figure] – In quali superficie si trasforma un cono circolare retto attraverso un'affinità omologica dello spazio tridimensionale ordinario?]
50. - [Fotogrammetria] – Che differenza c'è tra fotogrammetria e fotomodellazione digitale?

Si valuta la chiarezza espositiva nella risposta e la padronanza effettiva dei contenuti.

Anche questo voto ha un peso pari a 3, quindi ha la stessa importanza del voto sulla produzione di grafici, perché serve a verificare l'effettiva autorialità e consapevolezza della costruzione degli elaborati valutati.

Il voto finale è l'esito della media ponderata di questi tre voti, cioè:

$$\text{Media Ponderata} = (V1 * P1 + V2 * P2 + V3 * P3) / (P1 + P2 + P3)$$

Dove:

V1, V2, V3: Sono i voti ottenuti rispettivamente negli esercizi, nei grafici d'esame e nelle domande a sorte.

P1, P2, P3: Sono i “pesi” associati a ciascun voto (in questo caso, 1, 3 e 3) che indicano l'importanza relativa di ciascun componente nella valutazione finale. Un peso maggiore significa che quella componente ha un'influenza più significativa sul voto finale. La media ponderata tiene conto sia del valore numerico di ciascun voto sia del suo peso relativo. In questo modo, i voti con un peso maggiore contribuiscono in modo più significativo al risultato finale.

Per esempio: supponiamo che uno studente ottenga i seguenti voti:

V1 = 25 (esercizi in aula in aula)

V2 = 30 (grafici personali d'esame)

V3 = 28 (risposta alle domande estratte a sorte)

Applicando la formula della media ponderata, si ottiene: $Media\ Ponderata = (25*1 + 30*3 + 28*3) / (1+3+3) = 28.33$, approssimato a 28/30.

Dunque, in sintesi: La valutazione finale dell'esame è una combinazione di tre elementi: la performance negli esercizi, la qualità dei grafici pubblicabili prodotti e la capacità di rispondere a domande teoriche. Ognuno di questi elementi ha un peso specifico che determina il suo contributo al voto finale. Gli elaborati d'esame e il voto loro assegnato sono strettamente individuali, ma alla loro elaborazione si può concorrere in gruppo di 2 o 3 studenti anche allo scopo di disporre di tutte le dotazioni strumentali e di competenza necessari.