

2° QUADERNO di

Metodi di rappresentazione digitale: il disegno tecnico con AutoCAD

Cristina Pellegatta

I quaderni di : obiettivo immagine

COLLANA FONDATA DA ROBERTO DE RUBERTIS

2

“I quaderni di XY: obiettivo immagine” raccolgono riflessioni, esperienze e documenti pensati per un pubblico con formazioni ed esigenze diverse, anche non specialistiche. Con l’intento di approfondire i diversi ruoli che le immagini assumono nel mondo contemporaneo, la sezione “Strumenti” mette in primo piano l’utilità di una conoscenza aggiornata dei processi operativi e delle applicazioni pratiche, pubblicando i materiali qualificati “strumentali” alle attività di ricerca, didattica e di terza missione.

Comitato scientifico

Lucio Altarelli - Paolo Belardi
Alessandra Cirafici - Gianni Contessi
Antonella Di Luggo - Edoardo Dotto
Francesca Fatta - Fabrizio Gay
Paolo Giandebiaggi - Francesco Maggio
Carlos Montes Serrano - Philippe Nys
Franco Purini - Fabio Quici
Livio Sacchi - Rossella Salerno
José Antonio Franco Taboada - Marco Tubino
Ornella Zerlenga

Comitato di redazione

Elena Casartelli - Fabio Luce
Giovanna A. Massari - Margherita Parrilli
Cristina Pellegatta - Lorella Pizzonia
Roberta C. Vitale - Cristiana Volpi

Metodi di rappresentazione digitale: il disegno tecnico con AutoCAD

Cristina Pellegatta

Università degli Studi di Trento



UNIVERSITÀ
DI TRENTO

Pubblicato da:

Università degli Studi di Trento

38122 Trento | via Calepina, 14

tel. 0461 283016 - 281722

casaeditrice@unitn.it

1 ed., 2026

ISSN online: 2974-5608

ISBN online: 978-88-5541-163-9

DOI: <https://doi.org/10.15168/quaderni-di-xy.v2i0>

<https://doi.org/10.15168/quaderni-di-xy.v2.video>

Revisione dei testi: Giovanna A. Massari e Roberta C. Vitale

Progetto grafico e impaginazione: Fabio Luce e Cristina Pellegatta

Le note ai testi e i simboli nei testi e nelle grafiche sono interattivi

Copyright © 2026 Cristina Pellegatta



Licenza Creative Commons Attribuzione – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale

Volume ad accesso aperto (Diamond Open Access Policy) sottoposto a un processo di valutazione a cura del Comitato scientifico. Tutti i dettagli nel sito *XYdigitale* e nella corrispondente piattaforma *OJS*.

INDICE

7	Oltre lo schermo: un approccio didattico ai fondamenti del disegno digitale / Beyond the Screen: a Didactic Approach to Fundamentals of Digital Drawing Prefazione di / Preface by <i>Luigi Cocchiarella</i>
12	1 Il metodo al centro
14	2 Il modello [digitale]
16	3 Modellazione digitale in pillole Tipi di modellazione Modellazione matematica: controllo della forma Modellazione numerica (poligonale): controllo della figura Modellazione parametrica Modellazione procedurale Modellazione algoritmica Modellazione computazionale Tipi di modello digitale Modello 2D Modello 2D1/2 Modello 3D per piani Modello 3D Modello a filo di ferro Modello per superfici Modello per solidi
21	4 Il CAD 2D e 3D per piani Spazio modello <i>vs</i> spazio carta: costruire e comunicare il modello Progettare il processo di costruzione Progettare il processo di comunicazione
24	5 Videolezioni “in grafica” Indice delle videolezioni Schede di <i>Fabio Luce</i>
54	Non solo strumento. Metodo e cultura del disegno digitale / More than a Tool. Method and Culture of Digital Drawing Postfazione di / Afterword by <i>Leonardo Baglioni</i>
57	Bibliografia

Grazie a Fabio, Federica, Franco, Giovanna, Leonardo, Luigi, Roberta, Sara, Starlight.

Questo libro raccoglie gli esiti di un progetto di didattica innovativa per gli insegnamenti del Disegno al primo anno dei corsi di laurea in Ingegneria civile, Ingegneria per l'ambiente e il territorio e Ingegneria edile - Architettura, condotto all'Università di Trento e finanziato nell'a.a. 2025-26 dal Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale Meccanica – DICAM e dal Teaching and Learning Center – FormID.

**OLTRE LO SCHERMO:
UN APPROCCIO DIDATTICO AI
FONDAMENTI DEL DISEGNO DIGITALE**

Prefazione di *Luigi Cocchiarella*

Nell'introdurre il voluminoso compendio *Atlas of Digital Architecture*, Ludger Hovestadt annuncia: «Con questo libro vogliamo offrirvi una serie di mappe metaforiche che vi aiutino a orientarvi. Per questo lo chiamiamo Atlante». Ma subito precisa: «Si potrebbe anche considerarlo come una cassetta degli attrezzi, non per fornire strumenti manuali pronti all'uso o istruzioni su come utilizzarli, ma piuttosto degli strumenti di pensiero: conoscenza da un lato e un quadro teorico dall'altro»¹. Ebbene, anche questo “quaderno di XY”, che pubblica un contributo di taglio manualistico, nel porre al primo capo dell'indice “Il metodo al centro”, orienta fin da subito il lettore e soprattutto il discente, vero destinatario del lavoro, verso un approccio non meramente strumentale al tema dei “Metodi di rappresentazione digitale”, e in particolare del “disegno tecnico con AutoCAD”, che costituisce l'argomento principale del volume.

Tale postura consente di interpretare la performatività e la complessità dello strumento in rapporto alle specifiche istanze disciplinari della rappresentazione architettonica. Proprio negli apparati teorici e strumentali, intesi in senso ampio e inclusivo delle dimensioni analogica e digitale, Christian Gänshirt riconosce quei *Tools for Ideas* che caratterizzano il campo del progetto nei

**BEYOND THE SCREEN:
A DIDACTIC APPROACH TO
FUNDAMENTALS OF DIGITAL DRAWING**

Preface by *Luigi Cocchiarella*

Introducing the voluminous compendium *Atlas of Digital Architecture*, Ludger Hovestadt announces: “With this book we want to give you a set of metaphorical maps to help you find your way around. Which is why we are calling it Atlas.” However, he immediately clarifies: “You could also think of it as a toolkit, though not one providing the manual tools that you can take out of the box and get to work with, or instructions on how to use them, but perhaps more some thought tools: knowledge on the one hand, and a theoretical framework, on the other”¹. Similarly, this ‘quaderno di XY’ – which presents a contribution structured as a manual – places ‘Il metodo al centro’ (‘The Method at the Centre’) at the very beginning of its table of contents. In doing so, it immediately guides the reader – and above all the student, the work’s primary intended audience – towards an approach to ‘Digital Representation Methods’ (and specifically ‘technical drawing with AutoCAD’, the volume’s main topic) that goes beyond the merely instrumental purposes.

This stance allows for an interpretation of the performances and the complexity of the tool in relation to the specific disciplinary requirements of architectural representation. It is precisely within the theoretical

comparti dell'architettura e dell'ingegneria, dato che, in linea generale, «Lo strumento di progettazione è una questione centrale perché idee, pensieri e visioni non possono essere trasmessi direttamente; possono essere espressi solo con l'ausilio di “strumenti”, “mezzi” o “media”»². E in merito al digitale osserva: «A un esame più attento, il computer appare molto diverso a seconda del livello di astrazione considerato. A livello personale è diventato un accessorio di moda e un mezzo di comunicazione indispensabile, mentre a livello globale rappresenta un mezzo che riduce qualsiasi tipo di dato immaginabile a un linguaggio nuovo e universale»³.

Di fatto il bilanciamento fra le dimensioni *personal* e *universal*, costituisce un nodo problematico dell'era digitale, suggerendo interessanti cambi di prospettiva anche sul fronte didattico, laddove fra gli obiettivi più ambiziosi figura la cosiddetta “educazione personalizzata di massa”. Scrive al proposito Howard Gardner nel recente lavoro intitolato *Il mestiere della mente*: «I dispositivi digitali rendono possibile un grado di personalizzazione e pluralizzazione che in epoche passate sarebbe stato virtualmente (scusate il gioco di parole) inconcepibile»⁴.

Il lavoro di Cristina Pellegatta si sviluppa in coerenza con questi importanti avvertimenti.

In primo luogo è un contributo all'innovazione didattica che potremmo definire d'impianto classico, ispirato a riferimenti teorici solidi, rigoroso nell'ordinamento e nell'esposizione dei contenuti, che anche sul piano lessicale propone puntuali raccordi col repertorio linguistico proprio della disciplina del Disegno. A ben vedere, la stessa scelta di prendere in esame un unico applicativo, pur a fronte dell'attuale disponibilità di vario altro software *architecture oriented*, risponde al criterio assunto, poten-

and instrumental frameworks of this field – understood broadly to encompass both analogue and digital sides – that Christian Gänshirt identifies the *Tools for Ideas* characterising design practice in architecture and engineering. As he notes, generally speaking: “The design tool is such a central issue because ideas, thoughts and visions cannot be conveyed directly; they can be expressed only with the aid of ‘tools’, ‘instruments’ or ‘media’”². Regarding the digital realm, he observes: “On closer examination, the computer appears very different when examined at various levels of abstraction. At the personal level it has become a fashion accessory and an indispensable means of communication, and at a global level it represents a medium that reduces any kind of data imaginable to a new and universal language”³. Indeed, the balance between the ‘personal’ and ‘universal’ dimensions represents a key challenge of the digital age, suggesting interesting shifts in perspective, including in the realm of education, where ‘mass customisation’ in learning ranks among the most ambitious goals. As Howard Gardner writes in his recent work *Il mestiere della mente*: “Digital devices make possible a degree of personalisation and pluralisation that in past eras would have been virtually (pardon the pun) inconceivable”⁴. Cristina Pellegatta's work aligns with these important insights.

First, the work offers a valuable contribution to innovation in education, following what might be termed a classical approach: it is grounded in solid theoretical references and is rigorous in its organisation and presentation of content, also employing precise terminology drawn from the specific lexicon of the discipline of Drawing. Indeed, the decision to focus on a unique

dosi considerare AutoCAD, per la sua stessa “anzianità di servizio”, nonché per la persistente fedeltà d'impronta all'antesignano Sketchpad di Ivan Sutherland, idoneo a fungere da modello per programmi di alfabetizzazione rivolti a fornire i fondamenti della rappresentazione digitale, intesa nei suoi aspetti geometrici e grafici.

In secondo luogo, l'esplicitazione delle *routine* operative è costantemente riferita alla duplice potenzialità di impiego del software, come strumento di documentazione e come strumento di generazione di modelli e immagini, a riconferma della valenza analitica e formativa della rappresentazione in quanto strumento di pensiero. La trattazione è infine attenta a evidenziare i molteplici percorsi equivalenti consentiti dall'ambiente software nel reperimento e nell'esecuzione dei comandi, incentivando la ricerca delle opzioni di personalizzazione più affini agli stili operativi individuali, garantendo esiti modellistici e grafici conformi al linguaggio necessariamente universale preordinato dal menù digitale.

Se l'impianto argomentativo può definirsi d'ispirazione classica, l'organizzazione del volume è decisamente innovativa, presentando una struttura ipertestuale e multimediale. La sezione testuale è dedicata all'inquadramento della rappresentazione digitale nel più generale contesto teorico della rappresentazione, a una sintetica rassegna tassonomica delle principali modalità di modellazione, ai criteri di progettazione dei processi di costruzione e di comunicazione del modello nei rispettivi ambienti di elaborazione, segnatamente lo spazio modello e lo spazio carta. Segue una sezione contenente una serie di schede sinottiche organizzate come grafi a blocchi, che nell'insieme costituiscono un chiaro e sofisticato “indice ragionato”, nonché il *gate* di accesso, mediante appositi pulsanti attivi, alle quattordici “Videolezioni” in

software program – despite the wide availability of other architecture-oriented software – aligns with this chosen criterion; given its ‘long-standing’ history and its enduring fidelity to the principles of Ivan Sutherland’s pioneering Sketchpad, AutoCAD may effectively serve as a reference model for basic literacy training aimed at teaching the fundamentals of digital representation in its geometric and graphic aspects.

Second, the explanation of the operational routines consistently highlights the software’s dual potential: as a tool for documentation and as a means of generating models and images. This reinforces the dual nature – analytical and creative – of representation, regarded as a tool for mind and thought.

Finally, the text highlights the multiple, equivalent pathways the software environment offers for finding and executing commands. It encourages users to explore customisation options that best suit their individual working styles, while ensuring that the resulting models and graphic outcomes remain consistent with the necessarily universal language offered by the digital menu.

If the argumentative framework may be described as one of classical inspiration, the organisation of the volume is decidedly innovative, featuring a hypertextual and multimedia structure. The textual component situates digital representation within the broader theoretical context of representation, provides a concise taxonomic overview of key modelling methods, and outlines the design criteria for constructing and communicating models within their working environments – specifically, model space and paper space. There follows a section containing a series of synoptic tables, organised as block diagrams – collectively

grafica” precaricate in rete, in realtà quindici considerando le due parti di cui si compone l’undicesima. Rimarchevole la possibilità di accedere ogni volta all’intero video, oppure direttamente a suoi segmenti specifici, selezionando nelle schede contenuti di dettaglio.

In estrema sintesi, il testo e gli audiovisivi propongono una esplorazione sistematica dell’ambiente di lavoro e delle principali funzionalità di base di AutoCAD, interpretate come fondamenti della rappresentazione digitale in ambiente CAD, con riferimenti ai *workflow* collaborativi, approfondendo in particolare la generazione e la gestione di rappresentazioni grafiche 2D e di modelli 3D per piani.

La pubblicazione di questo lavoro avviene in un momento ormai maturo per l’aggiornamento dei *curricula* nell’ambito dell’Architettura, dell’Ingegneria e del Design. Obiettivo di più agevole conseguimento nella formazione avanzata, ma ancora non pienamente raggiunto nella didattica di base. Il tema è già da tempo all’attenzione delle istituzioni formative e delle più avvertite società scientifiche⁵.

Un particolare plauso, dunque, al progetto scientifico della collana, e in particolare all’autrice e a quanti con lei hanno collaborato, con l’auspicio che a questa che qui presentiamo possano seguire ulteriori iniziative editoriali promosse da “I quaderni di XY: obiettivo immagine”, capaci di stimolare l’interesse per la promozione di una didattica di base aggiornata nell’area disciplinare del Disegno.

forming an ‘annotated index’ – which also serve as access points (via dedicated active buttons) to fourteen video lessons, namely the ‘Videolezioni ‘In Grafica’’, hosted online (or fifteen, in reality, given that the eleventh lesson consists of two parts). Remarkable is the possibility to access either the full videos or, directly, specific segments of them, corresponding to detailed contents selected in the synoptic tables.

Summing up, the text and audiovisual content offer a systematic exploration of the AutoCAD workspace and its basic key features – viewed as the fundamentals of digital representation within a CAD environment, including collaborative workflows – with a particular focus on generating and managing 2D graphics and 3D models.

This work is published at a time when the expansion of *curricula* in Architecture, Engineering, and Design is long overdue. While this goal is more readily achieved in advanced training, it has yet to be fully realised in basic education. The subject has long been, and still is, a focus for Educational Institutions and the most shrewd scientific societies⁵.

Special praise is therefore due to the scientific program of the series (the *collana*), and most of all to the author and all her collaborators, with the hope that this publication will be followed by further editorial initiatives promoted by ‘I quaderni di XY: obiettivo immagine’, helping to stimulate interest in fostering up-to-date foundational teaching in the field of Drawing.

1. HOVESTADT L., HIRSCHBERG U., FRITZ O., eds. (2020), *Atlas of Digital Architecture. Terminology, Concepts, Methods, Tools, Examples, Phenomena*, Basel, Birkhäuser, p. 31. Traduzione a cura dell'autore.
2. GÄNSHIRT C. (2021), *Tools for Ideas. Introduction to Architectural Design*, Basel, Birkhäuser, p. 97. Traduzione a cura dell'autore.
3. Ivi, p. 120. Traduzione a cura dell'autore.
4. GARDNER H. (2025), *Il mestiere della mente. Pensare, educare e creare*, Milano, Feltrinelli, p. 131; ed. orig. *The Essential Howard Gardner on Education*, New York, Columbia University, Teacher College Press, 2024.
5. Si veda in proposito: UID - Unione Italiana Disegno, <https://www.unioneitalianadisegno.it/wp/> (ultima consultazione 25/6/2026); ISGG - International Society for Geometry and Graphics, <https://isgg.net/> (ultima consultazione 25/6/2026) e l'articolo pubblicato sul «Journal for Geometry and Graphics», disponibile al seguente link <https://www.heldermann-verlag.de/jgg/jgg28/j28h2suz2.pdf> (ultima consultazione 25/6/2026).

1. HOVESTADT L., HIRSCHBERG U., FRITZ O., eds. (2020), *Atlas of Digital Architecture. Terminology, Concepts, Methods, Tools, Examples, Phenomena*, Basel, Birkhäuser, p. 31.
2. GÄNSHIRT C. (2021), *Tools for Ideas. Introduction to Architectural Design*, Basel, Birkhäuser, p. 97.
3. Ibid., p. 120.
4. GARDNER H. (2025), *Il mestiere della mente. Pensare, educare e creare*, Milano, Feltrinelli, p. 131; original edition *The Essential Howard Gardner on Education*, New York, Columbia University, Teacher College Press, 2024. Translated by the author.
5. See in this regard: UID - Unione Italiana Disegno, <https://www.unioneitalianadisegno.it/wp/> (last access 25/6/2026); ISGG - International Society for Geometry and Graphics, <https://isgg.net/> (last access 25/6/2026) and the paper published on “Journal for Geometry and Graphics”, available at the link <https://www.heldermann-verlag.de/jgg/jgg28/j28h2suz2.pdf> (last access 25/6/2026).

1 IL METODO AL CENTRO

«Certamente, come i saperi disciplinari, la tecnica e gli strumenti costituiscono un patrimonio potenzialmente a disposizione di chiunque voglia e possa servirsene: una volta inventati, il pennello, la matita, il compasso, la carta da lucido, il tecnigrafo, ed anche la prospettiva, l'incisione o l'aerografo, vengono immessi nel mercato intellettuale (oltre che commerciale) della produzione artistica; essi possono essere e vengono usati da moltissime persone e in modi differenti. Se alcuni vogliono, tutti possono, non tutti, però, sanno servirsene; non tutti ne recepiscono il senso, ne pongono in atto le potenzialità, ne realizzano la congruenza rispetto alla finalità; non tutti sono in grado di conferire alla tecnica ed agli strumenti quel potere "poietico" – cioè produttivo e disvelatore – cui si accennava all'inizio citando Heidegger» (Ugo 1994, p. 68).

Il testo di Vittorio Ugo dipinge con estrema chiarezza la relazione che intercorre tra saperi disciplinari, strumenti, tecniche e coloro che ne fanno uso, ed esprime una posizione di pensiero che può coinvolgere ogni ambito progettuale. L'autore riconosce una pluralità di approcci al loro utilizzo e modalità esecutive variabili, dipendenti dall'atteggiamento attivo o passivo di chi, usufruendone, applica "i ferri del mestiere" con maggiore o minore consapevolezza. Usare superficial-

mente uno strumento e una tecnica significa subirne il controllo e non approfondirne il significato, mentre comprenderne il senso e le potenzialità significa mettere in atto il loro potere produttivo.

Nel sintetico elenco inserito nel brano citato oggi troverebbero sicuramente posto anche il calcolatore elettronico e i relativi programmi, entrati da anni a far parte del bagaglio culturale di chi opera nel campo dell'architettura e dell'ingegneria. Agli esordi, CAD era acronimo di *Computer Aided Drafting* ovvero "disegno assistito dal calcolatore" e nell'uso quotidiano veniva anche chiamato "tecnigrafo elettronico", proprio perché il suo utilizzo era legato al "ridisegno" dell'elaborato eseguito a mano su carta. Solo in una fase successiva, la lettera D in CAD assume il significato di *Design*, a indicare non più solo il disegno tecnico, ma la progettazione assistita dall'elaboratore: il programma permette di costruire il modello geometrico dell'idea progettuale e di comunicarlo graficamente. Le qualità del processo progettuale digitale e del prodotto grafico finale dipendono quindi dalle modalità di impostazione ed elaborazione del modello e dalla capacità del progettista di comprendere e utilizzare le potenzialità offerte dallo strumento, traducendo e integrando linguaggi e competenze diverse, nella ri-

cerca di quel potere disvelativo di cui parla Vittorio Ugo. Proprio per questo nasce l'esigenza di guidare e indirizzare studenti e studentesse, ma anche operatori e operatrici del settore, verso un uso consapevole di strumenti e tecniche, attraverso un percorso conoscitivo e un metodo di lavoro in grado di fornire indicazioni per la gestione controllata del processo progettuale: dal CAD 2D al CAD 3D per piani. L'anima di questo percorso metodologico sono 14 brevi videolezioni, che delineano le procedure raccontando il programma AutoCAD di Autodesk: esse sono riferite al sistema

operativo Windows, ma le trattazioni generali sono valide anche per il sistema operativo macOS. Pur risentendo fortemente delle specificità dell'applicativo scelto, le indicazioni si basano su criteri di gestione adattabili ad altri software. Ad accompagnare e completare la narrazione audiovisiva, vi sono un testo sintetico a carattere introduttivo, da intendere come una sorta di "glossario ragionato" di alcuni termini usati nell'ambito della rappresentazione digitale, e 14 infografiche che guidano alla fruizione dei contenuti delle singole videolezioni.

2 IL MODELLO [DIGITALE]

Giuseppe Geymonat e Giulio Giorello, nella premessa al lemma “Modello” scritto per l’Enciclopedia Einaudi, sinteticamente definiscono il modello come un dispositivo prodotto per dare una risposta a una situazione “enigmatica” e, proprio per questo, “costruito per analogia” con la situazione oggetto di indagine. I quesiti che il contesto osservato genera possono trovare soluzioni proprio studiando quel “doppio del reale” rappresentato dal modello che, pur essendo astratto dalla realtà, avendo come fine la conoscenza, è costantemente oggetto di indagini verificabili.

«In quanto forma del “raddoppiamento” rappresentativo del reale architettonico e produzione “tecnica” che lo tematizza tramite la *mimesis* strutturale e profonda, il modello riceve [...] la propria codificazione e legittimazione da un doppio riferimento: da un lato, quello che lo fonda nella geometria (e nelle sue diverse articolazioni); dall’altro, quello che lo pone in relazione ai parametri più squisitamente culturali: alle teorie, alla storia, alle scelte critiche, alla tipologia, alle strutture archetipe e simboliche» (Ugo 1994, p. 170).

Il processo progettuale si attua proprio attraverso l’elaborazione di un modello che, fondato su corrispondenze omologiche e isomorfe con l’oggetto reale o ideato di cui è il doppio, è considerato forma, intesa nel senso

del greco *skhêma* (Ugo 1996, pp. 234-235) e quindi in grado di descrivere e spiegare la propria essenza ma anche di costituirsi con il proprio linguaggio “quale principio ordinatore, tassonomico e progettuale”.

Lo strumento calcolatore e le tecniche digitali permettono di elaborare il modello di un oggetto, reale o progettato, che ne controlla tutti gli aspetti (geometrici, strutturali, costruttivi), ma che contestualmente è in grado di produrre rappresentazioni che consentono di verificarne l’aspetto percettivo, confermando di essere la “struttura fondamentale” dove, nell’ambito della rappresentazione architettonica, «si risolvono scientificamente la *mimesis* e la *póiesis*» (Ugo 1996, p. 163). Il modello digitale, o “plastico informatico” come lo chiama Tomás Maldonado, è quindi la sintesi dei “tipi di modello”; è contemporaneamente modello iconico, diagrammatico, matematico, in generale, non iconico e sicuramente più accessibile al fruitore (Maldonado 2005, p. 104).

Guidare il processo di elaborazione di un modello digitale significa scegliere, in rapporto al tema selezionato e agli obiettivi prefissati, in quale ambiente operare e secondo quali modalità; di fatto, come per tutti i tipi di modello, è il progetto di un percorso conoscitivo che parte dall’azione del modellare, ovvero

2. Il modello [digitale]

dalla costruzione geometrica del “soggetto”, per giungere alla sua comunicazione, senza mai dimenticare che «il modello è una costruzione mentale, anche se è trasponibile in una rappresentazione, mentre la re-

altà è in sé inconoscibile, anche se può essere assoggettata a misure ed esperimenti, il cui unico scopo è di confermare o smentire i modelli conoscitivi ipotizzati» (de Rubertis 2002, p. 17).

3 MODELLAZIONE DIGITALE IN PILLOLE

3.1. Tipi di modellazione

Prima di procedere ad analizzare, per sommi capi, l'azione del modellare, richiamiamo ancora le parole di Vittorio Ugo per precisare il rapporto tra immagine, figura e forma. Secondo Ugo, il legame tra i termini è di tipo “fattivo” e si fonda sulla «distinzione tra l'immagine come dato essenzialmente percettivo e la forma come struttura che trascende il mero visibile e riassume la consistenza spaziale e architettonica dell'architettura» (Ugo 1994, p. 75). Prendendo spunto dal pensiero dello studioso, proviamo ad inserire nella relazione immagine-forma il termine figura (manifestazione dell'aspetto esteriore di qualcosa), per motivare l'uso distinto dei tre termini. L'immagine, in quanto messa in atto della rappresentazione ed espressione di una modellazione, diviene qui sintesi tra forma e figura, ovvero manifestazione visibile della conformazione del modello. In tale contesto la parola “forma” assume il chiaro significato di modo di esistenza, di concretizzazione di un concetto, una forma-struttura, luogo dove si ordinano e assumono significato gli elementi che si mostrano in “figura”, cioè tramite caratteri visibili. L'azione del modellare implica quindi il controllo del processo costruttivo della “forma” che si svela tramite “figura” e che, quando esprime la messa in atto della

nozione di modello, assurge a immagine intesa come sintesi tra visibile e non visibile.

Tale processo produttivo e conoscitivo svolto con gli strumenti e le tecniche informatiche, si disciplina entro i perimetri di due metodi di rappresentazione digitale: matematica e numerica (Migliari 2012).

Rappresentazione matematica: controllo della forma

La «matematica, soprattutto, ha storicamente costituito la forma privilegiata della modellizzazione. Oltre alla capacità di calcolo, essa ha progressivamente esteso quella di rappresentare, di rendere conto, schematizzare, unificare, simulare e prevedere... dall'universo fisico a quello economico, sociale, biologico, informatico, linguistico, ecc.» (Ugo 1996, p. 157).

La rappresentazione matematica corrisponde alla costruzione del modello secondo un insieme di teorie e di procedimenti che permettono di descrivere qualunque forma tramite equazioni canoniche o equazioni NURBS (*Non Uniform Rational B-Spline*, *B-Spline* non uniformi razionali, funzioni polinomiali in forma parametrica): dalla semplice linea al solido più complesso, fino a una superficie tridimensionale organica *free-form*. È una modellazione “geometrico-accurata”, in grado di verificare le proprietà geometriche di forme continue e

di garantirne il controllo metrico. I modelli solidi che si ottengono generano rappresentazioni non ambigue e complete contenenti informazioni geometriche e topologiche, quindi in grado di gestire sia le forme sia le relazioni tra le parti. La rappresentazione matematica corrisponde all'esigenza primaria del controllo metrico e della realizzazione di modelli di architettura e design da usare per operazioni di sezione e proiezione (Baglioni 2016).

Rappresentazione numerica (poligonale): controllo della figura

La rappresentazione numerica corrisponde alla costruzione del modello secondo l'insieme di teorie e di procedimenti che permettono di descrivere le forme tridimensionali attraverso liste di coordinate spaziali (dati) che individuano punti (vertici di poligoni, *mesh*), spigoli (connessioni tra i punti, vertici) e facce (connessioni tra gli spigoli). È una modellazione "scultoreo-approssimata", che elabora forme discrete per le quali non vi è controllo delle proprietà geometriche, ma finalità percettiva. I modelli tridimensionali sono definiti da superfici poliedriche dette *mesh*, un tipo di oggetto tassellato o suddiviso, composto da facce, spigoli e vertici, che può essere levigato per ottenere un aspetto più arrotondato e piegato per un'apparenza più spigolosa. La rappresentazione numerica o poligonale viene applicata quando si ricerca una descrizione percettiva del modello (*rendering* e animazioni virtuali) oppure quando si devono svolgere calcoli strutturali (analisi degli elementi finiti) o una stampa 3D (Baglioni 2016) ed è la modalità più utilizzata durante il processo di visualizzazione. Si tratta di un sistema elementare e datato ma che, per la sua semplicità e

duttilità, è molto diffuso.

La rappresentazione matematica e la rappresentazione numerica individuano quindi due modalità rispetto alle quali costruire forme, continue con il primo metodo e discrete con il secondo. A partire da tale impianto teorico, diversi sono i modi di generazione delle forme proposti dagli applicativi oggi disponibili, sintetizzabili nei due approcci generativo e parametrico: ciò che varia è come si opera, come si interagisce con le forme, che possono essere continue o discrete. Il modello si costruisce non solo e non unicamente controllando la geometria e la misura ma agendo sulle relazioni che intercorrono tra gli elementi ovvero sulla topologia della forma, espressa attraverso parametri o algoritmi; una modellazione ottenuta indirettamente dalla definizione delle connessioni tra le parti. Sicuramente è un aspetto della modellazione digitale in costante e continua evoluzione, che trova applicazione in differenti settori disciplinari; a seguire un sintetico inquadramento per tipo.

Modellazione computazionale

«I metodi computazionali permettono di risolvere con i computer, nell'ambito delle scienze applicate, problemi complessi formulabili tramite il linguaggio della matematica e raramente risolubili per via analitica [...]. La risoluzione di problemi di interesse applicativo comporta diverse fasi: (a) la comprensione qualitativa e quantitativa del problema; (b) la sua modellazione attraverso equazioni matematiche che possono essere algebriche, funzionali, differenziali o integrali (modello matematico); (c) l'individuazione di metodi della matematica numerica che siano idonei ad approssimare tale modello matematico (discretizzazione); (d)

l'implementazione di tali metodi numerici di approssimazione su calcolatori. I metodi computazionali comprendono ed esauriscono le fasi (c) e (d) del processo. La scelta di tali metodi non può prescindere da una conoscenza adeguata delle proprietà qualitative della soluzione del modello matematico e da una buona percezione della fenomenologia del problema originario. È pertanto giustificata la terminologia di modelli computazionali che viene usata in alternativa a quella di metodi computazionali. La modellistica computazionale è un settore di ricerca interdisciplinare, che si trova alla confluenza della matematica, dell'informatica e delle scienze applicate. La sua evoluzione è stata molto rapida negli anni recenti, grazie al vigoroso sviluppo dei calcolatori e degli algoritmi, nonché a una maggior consapevolezza del ruolo che il calcolo scientifico può rivestire nella simulazione di complessi problemi di interesse scientifico/teorico, industriale, ambientale e sociale» (Quarteroni, 2007). La modellazione computazionale è il grande insieme che al suo interno contiene i due insiemi non separati ma intersecati della modellazione parametrica, con il sottoinsieme BIM, e della modellazione procedurale-generativa, con il sottoinsieme modellazione algoritmica.

Modellazione parametrica

La modellazione parametrica costruisce modelli per mezzo di elementi la cui geometria è definita da parametri e controllata da relazioni e vincoli, tutte variabili che definiscono il comportamento del modello. I parametri sono delle variabili regolabili che determinano la forma e dimensione degli oggetti, mentre le relazioni e i vincoli sono leggi che controllano le modalità di aggregazione, la gestione e l'organizzazione

della complessità; al variare di un parametro, tutti gli elementi correlati si modificano, adeguandosi in modo automatico e senza che le connessioni stabilite vengano alterate. Il processo BIM e HBIM di gestione delle fasi di analisi e di progettazione del costruito; si basa sulla modellazione parametrica e integra, utilizzando quale elemento connettore il modello geometrico digitale, informazioni di diversa natura, come ad esempio i tipi di materiali e le prestazioni degli elementi costruttivi, permettendo di ottenere simulazioni di prestazione e ottimizzazioni nei diversi campi. Applicativi: FreeCAD (*open source*), Autodesk Revit, Archicad.

Modellazione algoritmica

La modellazione algoritmica utilizza procedimenti sistematici di calcolo e sequenze di istruzioni, per descrivere e controllare forme complesse delineando e manipolando il processo di costruzione dell'oggetto e i relativi dati associati, gestendo contemporaneamente informazioni di natura geometrica, matematica e logica. Applicativi: Grasshopper, Dynamo.

Modellazione procedurale

La modellazione procedurale si basa su programmi in grado di generare le geometrie desiderate in maniera automatica o semi-automatica, secondo un iter costruttivo scandito da procedure e regole algoritmiche fornite con istruzioni consequenziali. Il modello si costruisce secondo una successione ordinata che definisce grandezze geometriche, parametri e relazioni tra le componenti. Procedure e algoritmi, unitamente a variabilità, riproducibilità, efficienza e scalabilità, rendono la modellazione procedurale un metodo efficiente largamente utilizzato, ad esempio, per elaborare

elementi naturali per la descrizione di paesaggi oppure strutture ripetitive e vaste per il racconto di città. Applicativi: Blender (*open source*), Autodesk 3ds Max.

3.2. Tipi di modello digitale

I modelli vengono distinti e classificati in funzione della logica di rappresentazione dell'oggetto nello spazio virtuale (2D, 2D1/2, 3D per piani, 3D) e in base agli approcci metodologici scelti per la costruzione (a filo di ferro, per superfici, per solidi).

Modello 2D

È un modello bidimensionale che gestisce nel piano le primitive grafiche (linea, polilinea, poligono, cerchio, ecc.) sulle quali si possono compiere semplici operazioni di modifica (copia, taglia, estendi, ecc.); si costruisce secondo le convenzioni delle doppie proiezioni ortogonali e instaura una relazione diretta con il disegno manuale, ben esemplificando quella prima definizione dei programmi CAD come “tecnografi elettronici”. Il modello sintetizza le geometrie di un oggetto tramite piani (piani di giacitura di facce e di sezioni), disposti in relazione proiettiva sull'unico piano XY dello spazio cartesiano dell'ambiente digitale; la ricostruzione dello statuto tridimensionale dell'oggetto è unicamente legata alla capacità del singolo fruitore di ricostituire, mentalmente, la complessità. È possibile trattare forme dalle più semplici alle più complesse, ricorrendo a una conoscenza approfondita della geometria proiettiva.

Modello 2D1/2

È un modello bidimensionale che gestisce nel piano le primitive grafiche, sulle quali si possono compiere

semplici operazioni di modifica; si costruisce usando quei metodi della geometria proiettiva che, in un unico disegno 2D, consentono di visualizzare le tre dimensioni X, Y, e Z e, quindi, di simulare la tridimensionalità spaziale: le proiezioni prospettiche e le proiezioni assonometriche.

Modello 3D per piani

È un modello di raccordo tra il modello 2D e il modello 3D, costruito gestendo, in un sistema cartesiano tri-ortogonale di riferimento, piani orizzontali e verticali nel rispetto della loro giacitura e reciproca posizione spaziale. Esso gestisce e correla nello spazio 3D i piani di sintesi e di descrizione degli oggetti, corrispondenti alle sezioni orizzontali e verticali e ai prospetti; è un modello che può essere definito “ibrido” proprio perché coniuga la bidimensionalità dei singoli piani con la tridimensionalità implicita nella loro relazione.

Modello 3D

È un modello tridimensionale che consente di realizzare oggetti virtuali geometrici sui quali possono essere eseguite operazioni di trasformazione, figurazione e visualizzazione; ciò permette di verificare la “forma-figura” finale di un'idea progettuale o di un oggetto reale e di ottenere rappresentazioni in prospettiva (controllo percettivo), assonometria e doppie proiezioni ortogonali. Da un modello geometrico così elaborato è possibile estrarre dati in modo automatico come, ad esempio, i valori di distanza, di superficie e di volume; se agli oggetti 3D sono associati attributi quali peso, temperatura o resistenza meccanica, allora è possibile compiere sul modello 3D analisi di tipo funzionale e costruttivo.

Modello a filo di ferro

È un modello rudimentale, sintetico, che discretizza le forme degli oggetti descrivendoli tramite i soli spigoli, ovvero linee di contorno che separano in modo ambiguo il “dentro” di uno spazio dal “fuori”. Tale modello è il risultato di una sintesi geometrica che approssima la conformazione dell’oggetto e non fornisce informazioni sulle proprietà geometriche; la sua costruzione presuppone un’attenta analisi dei contenuti geometrici dell’oggetto e una definizione geometrico-formale finale fondata su congetture ipotizzate a partire da dati prefigurati (progetto) o registrati (rilievo). In campo edilizio è utile per descrivere sinteticamente gli ambienti e le loro relazioni spaziali (rapporti proporzionali e dislocazioni).

Modello per superfici

È un modello che discretizza, con diversi gradi di approssimazione, le forme degli oggetti definendone la “pelle”, il confine tra il “dentro” e il “fuori” (*B-rep Boundary Representation*); è il risultato di una descri-

zione che utilizza vertici, spigoli e poligoni per indicare *mesh* poligonali, oppure la rappresentazione matematica per individuare curve e superfici aventi spessore nullo. Pur permettendo di distinguere un interno da un esterno, tale modello non è in grado di fornire indicazioni specifiche sulla consistenza fisica degli oggetti, che viene quindi solo evocata.

Modello per solidi

È un modello che si fonda sulla combinazione di forme tridimensionali (*CSG Constructive Solid Geometry*) “primitive”, oppure ottenute da trasformazioni condotte su linee generatrici (come le traslazioni secondo una direzione, le rivoluzioni e rototraslazioni attorno ad un asse) di forme bidimensionali sulle quali è possibile compiere operazioni automatiche basate sulla teoria degli insiemi che non ne modificano la natura unitaria; è paragonabile a un modello fisico ed è in grado di rappresentare la matericità dell’oggetto, del quale è possibile calcolare la superficie, il volume e altre proprietà geometriche.

4 IL CAD 2D E 3D PER PIANI

Questo testo si concentra, come già affermato, sul processo di costruzione e di comunicazione di un modello digitale CAD 2D e 3D per piani in ambiente Autodesk AutoCAD.

Entrambe le forme di modellazione, riferite alla rappresentazione grafico-geometrica nel piano, consentono di prendere dimestichezza con strumenti e metodi che non mirano a sostituire la matita e il foglio ma che, anzi, conservano e continuano ad avere con il disegno manuale un forte legame.

In entrambi i modelli la conoscenza della geometria proiettiva è il requisito principale proprio perché la loro costruzione non può prescindere dall'applicazione dei principi delle doppie proiezioni ortogonali: la rappresentazione di piani di proiezione e di sezione orizzontali e verticali si basa sulla padronanza dei fondamenti proiettivi rispetto ai quali gestire gli enti nello spazio (punto, retta, piano, condizioni di appartenenza, ecc.).

Tali modelli, però, non si avvalgono solo di conoscenze geometriche, ma implicano anche questioni di grafica: costruzione geometrica e comunicazione grafica continuano a incarnare la doppia anima del disegno manuale, che permane anche nelle elaborazioni digitali.

Spazio modello VS spazio carta: costruire e comunicare il modello

In ambiente CAD, costruire e comunicare il modello non sono operazioni separate e indipendenti, ma vengono però svolte in due spazi di lavoro differenti: “modello” è il luogo, retto dalla geometria, dell'elaborazione virtuale del “doppio del reale”, inserendo e modificando le primitive grafiche; “carta” è invece l'ambito, retto dalla grafica, dove le primitive diventano segno e si caricano di significato, producendo la tavola a stampa. Proprio sulla loro diversa e controllata gestione si fonda lo sviluppo metodologico dell'iter procedurale presentato.

Progettare il processo di costruzione

Progettare il processo di costruzione del modello significa operare scelte che, consolidate nel tempo, hanno portato all'elaborazione di un flusso di lavoro in grado di avviare una sorta di standardizzazione delle operazioni da compiere. All'avvio del programma, la prima scelta da compiere riguarda il tipo di file da utilizzare, selezionabile da un elenco di *template* in rapporto al modello da elaborare (2D o 3D), all'unità di misura e alle modalità di stampa da adottare: preferenze che possono essere modificate anche in una fase successi-

va, ma che è bene fissare sin dall'inizio, per poter seguire un'efficace procedura. Aperto il file, l'utente si trova nell'ambiente di lavoro "modello", spazio tridimensionale di costruzione dei modelli digitali in vera grandezza, associando l'unità digitale a un'unità di misura che, usualmente, per il disegno tecnico architettonico è il centimetro o il metro. La vera e propria fase costruttiva del modello coincide però con la predisposizione dell'ossatura portante del file di lavoro, ovvero i *layer*: paragonabili a "fogli" trasparenti sovrapposti, sono "spazi autonomi" che permettono di organizzare e articolare il lavoro in rapporto al tipo di modello che si vuole elaborare e a ciò che si vuole comunicare. Per progettare l'articolazione del modello secondo *layer* occorre avere contezza della complessità dell'oggetto da modellare; la conoscenza approfondita dell'oggetto permette di scomporlo idealmente in elementi "discreti" e di far corrispondere a tali classi di appartenenza differenti "spazi autonomi", ovvero *layer*. Ne nasce una struttura complessa, implementabile progressivamente, che mostra palesemente la logica di organizzazione delle informazioni che, a sua volta, diventa uno strumento di fruizione delle stesse. La struttura "per livelli" guida e agevola non solo l'elaborazione del modello, ma controlla anche il progetto dei segni grafici (spessori delle linee) che è il fulcro della comunicazione del modello, gestita nel secondo ambiente di lavoro CAD che è lo spazio "carta". Per tale motivo l'ulteriore sforzo da compiere in fase di programmazione è quello di associare a ogni *layer* un colore, operazione che facilita la leggibilità degli elementi in fase costruttiva, ma che permette di impostare e anticipare una delle differenti modalità di stampa: quella che prevede di legare il colore delle primitive grafiche agli spessori

di penna tramite tabella; anche in questo caso colori e spessori possono essere in ogni momento variati, ma sicuramente il poterli definire a priori permette di costruire il modello quasi come se si disegnasse su carta modificando di volta in volta lo spessore del "rapidograph" utilizzato.

Con lo spazio "modello" attivo, si procede nella costruzione del modello digitale seguendo un flusso di lavoro che va dalla scelta degli strumenti di aiuto alla modellazione, all'immissione dei dati tramite selezione di forme primitive predefinite dal programma, alla loro modifica. Tali operazioni si compiono in uno spazio digitale tridimensionale retto da una terna di riferimento cartesiana che è alla base della gestione di tutte le informazioni geometriche di un CAD e rispetto alla quale l'applicativo AutoCAD gestisce e archivia i dati inseriti; a tale sistema è comunque possibile affiancare terne cartesiane mobili, personalizzate, che agevolano l'elaborazione del modello.

Progettare il processo di comunicazione

Come accennato in precedenza, il progetto di comunicazione si avvia già nelle fasi costruttive svolte nello spazio "modello", per poi definirsi e concludersi in un altro ambiente di lavoro: lo spazio "carta". Il modello viene costruito in dimensioni reali, cioè in "vera grandezza", ma le informazioni che esso contiene sono strettamente connesse agli elaborati grafici da produrre e, nei casi dei disegni tecnici, la loro trasmissione dipende dalla scala di rappresentazione (rapporto tra contenuto informativo e scala del disegno) e dai metodi geometrici scelti. La possibilità di ottenere disegni alle diverse scale comporta una "stratificazione" approfondita delle informazioni e, di conseguenza, un'organiz-

zazione in *layer* più articolata; la struttura “per livelli” influenza non solo la fase costruttiva del modello, ma anche il processo di comunicazione che applica i codici grafici del disegno edile associando, prima idealmente poi compilando la tabella di stili di stampa da colore, al colore degli oggetti lo spessore di linea con il quale verrà stampato, operazione che aggiunge un ulteriore dato nella gestione dei *layer*. La gestione della “trasmissione delle informazioni” avviene, come già scritto, nell’ambiente di lavoro “carta”, uno spazio bidimensionale retto da un sistema di riferimento cartesiano XY che simula il foglio da disegno e che, proprio perchè ambito di prefigurazione della tavola a stampa, utilizza il millimetro come unità di riferimento. In tale spazio avviene il controllo compositivo e grafico dell’elaborato finale; è il luogo dove si dispongono e si compongono le rappresentazioni bidimensionali ottenute per mezzo di “finestre” di visualizzazione del modello, veri e propri “ritagli” del foglio di carta e “fori” aperti verso il modello, una sorta di portale spazio-temporale tra la realtà, seppur virtuale, tridimensionale dello spazio model-

lo e quella bidimensionale dello spazio carta. Tramite le finestre possono essere controllate e stabilite alcune caratteristiche e taluni aspetti delle rappresentazioni bidimensionali del modello; è infatti possibile opzionare un tipo e una modalità di visualizzazione, impostare una scala di rappresentazione, visualizzare o meno elementi contenuti in *layer* e variarne localmente alcune proprietà. Lo spazio della tavola deve seguire una chiara struttura compositiva e un efficace carattere grafico, aspetti che riguardano tutte le informazioni a corredo della struttura geometrica del modello, indicazioni che precisano e specificano alcuni suoi aspetti sotto forma di legende, didascalie, testi esplicativi, quote, notazioni aggiuntive da inserire nello spazio carta. Per affinare l’elaborato finale occorre procedere con prove di stampa precedute da prefigurazioni dell’esito, anteprime a monitor, che permettono di controllare la composizione della tavola, la correttezza e la corrispondenza dei codici, gli spessori, ecc., operazione che però non sostituirà mai la verifica tramite stampa su carta, vero prodotto finale dell’intero processo.

5 VIDEOLEZIONI “IN GRAFICA”

«[Vi è un] altro gruppo di immagini che non hanno fini religiosi o artistici, e sono concepite essenzialmente – per dirla nell’asciutto linguaggio della teoria della comunicazione – per veicolare informazioni. Non c’è nome che vada bene, per queste immagini che includono grafici, tabelle, mappe, figure geometriche, notazioni, piante, documenti ufficiali, monete, certificati, sigilli e francobolli, tavole astronomiche e astrologiche, disegni tecnici e ingegneristici, immagini scientifiche d’ogni sorta, schemi e – se consideriamo anche la scrittura – elementi pittografici o ideografici: stiamo parlando, insomma, di tutte quelle immagini visive che non sono automaticamente opere d’arte o artefatti religiosi» (Elkins 2009, p. 157).

Con queste parole, James Elkins descrive quelle che chiama *informational images*, ovvero immagini realizzate allo scopo di far circolare il sapere; 14 sono le “immagini informative” che, a seguire, invitano alla consultazione e guidano nella fruizione dei prodotti audiovisivi. L’idea nasce dal voler associare a ciascuna videolezione un prodotto grafico statico in grado di sintetizzare e, al contempo, specificare i contenuti di ogni singola “pillola formativa”. Il racconto scritto-grafico attinge agli strumenti e alle modalità proprie della percezione, della grafica, della semiotica e, più in

generale, del disegno per costruire un vero e proprio percorso conoscitivo: il progetto visuale è ideato componendo, per ogni argomento, le nozioni chiave, in modo da consentire una lettura trasversale e rapida dei contenuti contestualmente fruibili in video, permettendo così la personalizzazione del processo formativo. Tutte le immagini si strutturano seguendo la medesima sintassi, utilizzando lo stesso alfabeto grafico e ricorrendo a:

- una struttura basata su una griglia quadrata principale, di cm 1,5 x cm 1,5, e secondaria, di cm 0,75 x cm 0,75;
- la linea quale elemento di connessione;
- la forma quale elemento di organizzazione dei contenuti;
- il simbolo quale elemento di rimando;
- il colore quale variabile di separazione.

Le schede combinano tutti gli elementi; la linea bianca puntinata è l’elemento connettore di tutte le immagini e da essa si originano altre linee che legano alla struttura principale tutte le altre forme che racchiudono la sintesi testuale delle videolezioni. Ogni forma di testo corrisponde a un singolo argomento o a una sua parte, è numerata e strutturata per parole chiave ed è scritta su un fondo colorato; proprio la differenza dei colo-

ri usati guida la fruizione dei contenuti, in quanto ad ogni colore corrisponde un differente livello di approfondimento.

-  organizzazione delle operazioni
-  aspetti metodologici
-  aspetti operativi
-  suggerimenti e/o commenti

La presenza di un simbolo grafico entro il testo garantisce il rimando diretto al punto in cui, nel video, viene affrontato l’argomento trattato nel paragrafo; in tal modo, ogni singola immagine si traduce in un vero e proprio indice ragionato, interattivo e multimediale.

Le immagini sono state elaborate dall’architetto Fabio Luce, amico e collega. Grazie.

INDICE VIDEOLEZIONI

Lezione 1 – Ambiente di lavoro ▶

- Programma AutoCAD
- Interfaccia, gestione operazioni, ambienti di lavoro
- Sistemi di riferimento
- Unità di misura
- Finestra Opzioni
- Salvataggio di un file

Lezione 2 – Struttura del file ▶

- Struttura logica del file
- Scala e unità di misura
- Organizzazione per layer
- Impostazione elementi ricorrenti
- Tavolozza DesignCenter
- Comandi e variabili di sistema

Lezione 3 – Sistemi di coordinate ▶

- Immissione di dati

- Coordinate cartesiane (nel piano e nello spazio)
- Coordinate polari (nel piano e nello spazio)
- Filtraggio delle coordinate
- Modalità di aiuto al disegno

Lezione 4 – UCS ▶

- Modalità di visualizzazione
- Gestione e uso degli UCS

Lezione 5 – Strumenti di disegno e di modifica ▶

- Strumenti di disegno
- Strumenti di modifica del disegno

Lezione 6 – Layer ▶

- Gestione e uso dei layer
- Gestore proprietà layer
- Gestore stati layer
- Strumenti layer

Lezione 7 – Tipi di linea e di retini ▶

- Gestione e uso dei tipi di linea

- Gestione e uso dei retini e dei riempimenti
- Riempimenti sfumati

Lezione 8 – Blocchi ▶

- Predisposizione e uso dei blocchi
- Definizione dei blocchi nel disegno
- Definizione di attributi
- Definizione di file di disegno da usare come blocchi
- Inserimento di blocchi

Lezione 9 – Spazio carta ▶

- Spazio carta
- Gestione e impostazione “pagina”
- Organizzazione della tavola
- Inserimento di finestre
- Scala e configurazione delle finestre

Lezione 10 – Testi e quote ▶

- Gestione e uso dei testi

- Gestione e uso delle quote

Lezione 11 – Immagini e riferimenti esterni ▶

- a Inserimento e gestione di immagini raster ▶
- Inserimento e gestione di file .pdf (sottoposto)
- b Inserimento e gestione di riferimenti esterni ▶

Lezione 12 – Stampa ▶

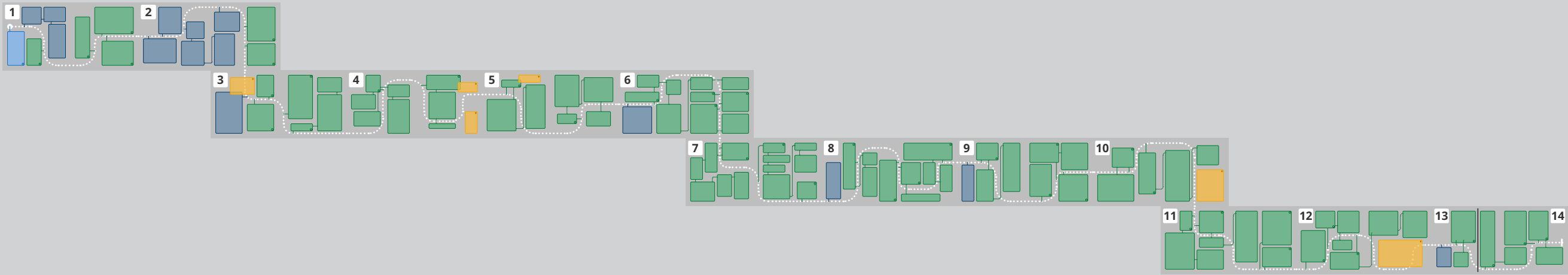
- Dimensioni foglio personalizzate
- Gestione proprietà layer in una finestra
- Stampa con tabella di stile di stampa per colore (.ctb)

Lezione 13 –Modello 3D per piani ▶

- Definizione
- Costruzione del modello 3D per piani da dati 2D e 3D

Lezione 14 – Stampa del modello 3D per piani ▶

- Disegni tecnici in proiezioni ortogonali
- Disegno al tratto di un modello assonometrico
- Disegno al tratto di un modello assonometrico esploso



1

AMBIENTE DI LAVORO

1. PROGRAMMA AUTOCAD

- **Architettura del software:** il programma presenta uno "spazio modello" infinito per la costruzione del modello e uno "spazio carta" finito per la sua messa in tavola
- **Nuovo/Apri file:** all'avvio, si opta per l'apertura di un file esistente o di uno nuovo
- **Uso dei modelli:** i modelli predefiniti (**template**) memorizzano impostazioni utili (es. unità di misura, stili di stampa)
- **Scelta del modello:** per lavori con unità metriche e stampa per colore, si utilizzano **acadiso.dwt** (2D) e **acadiso3D.dwt** (3D)
- **Estensione .dwt:** indica un file modello, equiparabile a un .dwg ma contenente impostazioni predefinite (tipi di linee, stili di quota, impostazioni di stampa, layer, layout, blocchi, ecc.)

2. INTERFACCIA, GESTIONE DELLE OPERAZIONI

- **Spazio modello:** ambiente tridimensionale infinito, dedicato alla costruzione del modello puro (linee, campiture)
- **Spazio carta** (Layout): ambiente per la comunicazione grafica e la messa in tavola, dove si compongono gli elaborati grafici alle diverse scale a partire da un unico modello

• Personalizzazione Area di lavoro

- Barra dei menu: attivabile per accedere a tutti i comandi (es. Strumenti > Mostra barra dei menu)
- Barre degli strumenti: possono essere attivate, disposte e salvate in aree di lavoro personalizzate (Strumenti > Aree di lavoro > Salva corrente con nome)
- Schede e gruppi: organizzano i comandi in base alla loro funzione

• Interazione con i comandi

- Riga/Prompt dei comandi: si procede inserendo il nome completo del comando, dell'alias, o tramite ricerca progressiva. L'uso di **(underscore)** permette l'inserimento in inglese; **(punto)** recupera comandi meno usati
- Menu contestuali (tasto destro mouse): offrono opzioni specifiche in base al contesto

• Correzione visualizzazione (Spazio Modello):

- RIDISEGNA (**RIDIS/REDRAWALL**): elimina i contrassegni residui
- RIGENERA (**RIGEN/REGEN**): attiva la ricostruzione della visualizzazione del modello nella finestra corrente
- RIGENERA TUTTO (**RIGENT/REGENALL**): attiva la ricostruzione della visualizzazione del modello in tutte le finestre

3. SISTEMI DI RIFERIMENTO

- **WCS globale:** sistema di coordinate cartesiane fisso (X, Y, Z), con origine a 0,0,0 (angolo inferiore sinistro del disegno). L'icona UCS lo indica
- **UCS utente:** sistema di coordinate mobile, definibile dall'utente, che permette di orientare gli assi in modo indipendente dal WCS. Utile per il disegno su piani inclinati o orientati
- **UCS nello spazio carta:** l'icona UCS si presenta come un triangolo, indicando un ambiente bidimensionale

4. UNITÀ DI MISURA

- **Costruzione reale:** in AutoCAD si disegna sempre in dimensioni reali 1 unità del modello pari a 1 unità di misura
- **Associazione unità:** fondamentale è l'associazione tra l'unità di riferimento del modello e l'unità metrica. È una decisione iniziale importante per la coerenza progettuale di costruzione del modello
- 1 unità = 1 millimetro (mm): Per **modelli meccanici** e dettagli di alta precisione
- 1 unità = 1 centimetro (cm): Per **modelli architettonici e design d'interni**
- 1 unità = 1 metro (m): per **modelli topografici** e opere di vasta scala
- Tramite **Formato > Unità** è possibile impostare le unità del disegno, la loro precisione e definire la scala di inserimento

5. FINESTRA OPZIONI

- **Pannello avanzato:** accessibile da **"A"** di AutoCAD o digitando **OPZIONI**, permette di ottimizzare l'ambiente di lavoro
- **Schede principali:**
 - **File:** gestisce percorsi file supporto stampa e salvataggi automatici (.ac\$); fondamentale per il recupero di dati dopo interruzioni improvvise
 - **Visualizzazione:** regola l'aspetto grafico (es. dimensioni puntatore, colore sfondo); si configura anche per ridurre l'affaticamento visivo
 - **Apri e Salva:** definisce la frequenza del salvataggio automatico e il formato predefinito per la compatibilità tra diverse versioni del software usate da diversi utenti
 - **Preferenze utente:** personalizza interazioni (es. funzione del tasto destro del mouse); semplifica le operazioni ripetitive
 - **Disegno:** imposta dimensioni Autosnap e Snap a oggetto per la precisione negli agganci
 - **Selezione:** controlla la visualizzazione di grip e riquadri; migliora la chiarezza durante la modifica
- **Conferma:** ogni modifica richiede **Applica** per essere salvata e resa operativa

6. SALVATAGGIO DI UN FILE

- **Salvataggio standard:** salva il disegno corrente; è possibile scegliere il formato per compatibilità con versioni precedenti del software
- **Salvataggio con nome:** salva una copia del disegno con un nome diverso (backup, versioni); è utile per sperimentare senza modificare l'originale
- **Salvataggio modello di disegno:**
 - salva un file che non contiene entità grafiche ma alcune **impostazioni generali** (layer, stili, unità, layout); è un "file matrice" configurato per garantire efficienza
 - accessibile dalla **"A"** di AutoCAD > **Salva con nome > Modello di disegno** può essere salvato nella specifica cartella di sistema o in una nuova cartella
 - utilizzato come base per avviare nuovi disegni, garantisce coerenza, risparmio di tempo e adesione agli standard di progetto

2

STRUTTURA DEL FILE

1. STRUTTURA LOGICA DEL FILE

- **Selezione di un file modello:** per avviare l'elaborazione di un modello 2D, selezionare il file **acadiso.dwt**, impostato per l'uso di unità metriche, stampa con stili da colore e con area di lavoro ottimizzata per il 2D
- **Ambiente di lavoro iniziale:** all'apertura, risulta attivo lo "spazio modello", uno spazio operativo tridimensionale al quale è associata una terna triortogonale di riferimento
- **Preparazione area di lavoro:** prima di iniziare la costruzione di un modello nel piano bidimensionale XY, è consigliato personalizzare l'area di lavoro o richiamarne una salvata
- **Configurazione consigliata:** attivare un'area di lavoro proposta dal programma e personalizzarla agganciando la barra dei comandi e attivando le barre degli strumenti che si ritengono utili; salvare la configurazione con un nome chiaro
- **Passaggio successivo:** una volta salvata e resa operativa l'area di lavoro personalizzata, è possibile procedere con l'impostazione specifica del file

2. SCALA E UNITÀ DI MISURA

- I modelli AutoCAD sono sempre costruiti in **scala 1:1**, associando un'unità CAD a un'unità del modello
- La prima scelta operativa fondamentale riguarda la definizione dell'**unità di riferimento dello spazio modello**; ciò implica stabilire la relazione tra l'unità dell'ambiente CAD e un'unità metrica (es. 1 unità = 1 cm/m/mm)
- La selezione dell'unità dipende dal **tipo di modello**
 - Modelli territoriali: solitamente si opta per il metro
 - Modelli architettonici: comunemente si utilizza il centimetro
 - Modelli meccanici: tipicamente si impiega il millimetro
- Nello **spazio carta**, l'unità CAD è sempre associata al millimetro (1 unità = 1 mm)

3. ORGANIZZAZIONE PER LAYER

- Prima di avviare la costruzione del modello, è necessario **organizzare i layer**, ovvero progettare e predisporre la struttura operativa del file che, una volta salvata in un file modello insieme ad altri parametri, potrà essere riutilizzata come base per futuri lavori

- I layer possono essere paragonati a **fogli di lavoro trasparenti**, nei quali è possibile disporre le primitive grafiche (oggetti con interfaccia grafica). Essi consentono di gestirne la visibilità in modo simultaneo o separato, costituendo un potente strumento per la versatilità del programma
- **Progettare** l'articolazione del modello attraverso **i layer** implica una profonda comprensione della sua complessità, consentendo di scomporlo in elementi discreti facilmente identificabili e assegnabili a layer specifici. Sebbene l'implementazione di nuovi layer "in itinere" sia possibile, una definizione iniziale della chiave interpretativa dell'oggetto da modellare rappresenta la struttura portante della costruzione

4. IMPOSTAZIONE ELEMENTI RICORRENTI

- Dopo aver configurato i layer e definito la **relazione colore-spessore** di penna, si procede alla definizione dei parametri costanti che possono essere salvati in un file modello:
 - **Variazioni snap e griglia**
 - **Layer predefiniti**
 - **Tipi e spessori di linea e punto**
 - **Stili di testo e di quota**
 - **Layout di stampa**
- Il file così predisposto può essere salvato in formato **.dwt**, fornendo una base, sempre modificabile, per futuri lavori

- Nei modelli bidimensionali, la costruzione nello spazio modello di AutoCAD avviene sul piano XY, coincidendo con lo schermo e seguendo i principi delle doppie proiezioni ortogonali. La struttura organizzativa dei layer dovrebbe quindi assecondare sia **i principi costruttivi del modello** sia **quelli dell'oggetto fisico**
- È consigliabile che **i nomi dei layer** riflettano sia l'**operazione proiettiva** sia l'**elemento reale** (es., "MuriSezione", "MuriProiezione"), con l'aggiunta di sigle che indichino il piano di proiezione (es. "PT" per Piano Terra, "PrSud" per Prospetto Sud)
- In fase progettuale, è cruciale associare **un colore a ogni layer**. Ciò facilita la leggibilità dei diversi elementi e permette l'impostazione della stampa tramite **tabelle di stili dipendenti dal colore**, in cui a ogni colore è assegnato uno spessore di penna, prefigurando l'elaborato finale a stampa

5. TAVOLOZZA DESIGNCENTER

- **DESIGN CENTER (DCENTER)** ottimizza la gestione della struttura del file, consentendo l'importazione di parametri da altri disegni senza reimpostarli. È utile per blocchi, layer, layout, stili di testo/quota e tipi di linea
- **Attivazione:** si attiva da Strumenti > Tavolozze > **DESIGNCENTER**, oppure digitando **ADCenter**, o da Inserisci > Contenuto
- **Interfaccia:** presenta due righe per navigare e due colonne per visualizzare file ed elementi
 - **Icone** (prima riga): permettono di navigare nel pannello (es. caricare un file, ritornare alla cartella superiore, cercare un file, ritornare alla pagina iniziale, ecc.)
 - **Voci** (seconda riga): gestiscono le modalità di navigazione alla ricerca dei file d'interesse
 - Cartelle:** visualizza una struttura ad albero delle cartelle del dispositivo
 - Disegni aperti:** mostra i file correntemente aperti
 - Cronologia:** richiama i file visitati in precedenza e i relativi percorsi
- **Importazione:** per copiare un elemento è sufficiente selezionarlo nel **DESIGNCENTER** e trascinarlo nello spazio modello; questa operazione è replicabile per tutti gli elementi importabili

6. COMANDI E VARIABILI DI SISTEMA

- La modellazione digitale si basa sull'inserimento di oggetti (proposte dal programma come primitive) e la loro successiva modifica tramite **comandi** richiamabili da menu o icone
- Le **variabili di sistema** sono potenti strumenti che guidano le impostazioni personalizzate di comandi e proprietà
- Per **monitorare** e gestire modifiche accidentali alle variabili di sistema, da AutoCAD 2016 è disponibile il comando **MONITORVARSISTEMA**. Tale opzione, attivata di default, mostra l'elenco delle variabili di sistema da controllare, lista che può essere modificata, come modificabili sono i valori preferiti e il metodo di notifica delle loro variazioni

3

SISTEMI DI COORDINATE

1. IMMISSIONE DI DATI

Le **modalità di immissione** delle coordinate, riferite al World Coordinate System (WCS, sistema di riferimento globale), permettono di definire le primitive grafiche nello spazio modello

• Modalità

- Diretta: tramite periferiche di puntamento (es. mouse), cliccando sullo schermo o su punti presenti nello spazio modello
- Da tastiera: inserendo valori di distanza e/o angoli

• Immissione da tastiera

- Coordinate cartesiane: definiscono posizione di punti tramite coppie X, Y o terne X, Y e Z di valori
- Coordinate polari: definiscono posizione di punti tramite una distanza e un angolo rispetto a un asse di riferimento
- Coordinate sferiche: definiscono posizione di punti tramite una distanza e due angoli (rispetto all'asse X nel piano XY e rispetto al piano XY)
- Coordinate cilindriche: definiscono posizione di punti tramite due distanze e un angolo (distanza dall'origine UCS nel piano XY, angolo dall'asse X nel piano XY e valore Z). Equivalente 3D delle coordinate polari

• Riferimento

- Assoluto: i valori delle coordinate sono riferiti all'origine del sistema WCS
- Relativo: i valori delle coordinate inserite sono riferiti al punto precedentemente immesso; utile per definire la posizione mutua tra elementi

Tutte le informazioni sono archiviate dal sistema CAD rispetto al WCS

CONVENZIONI DEI SISTEMI DI COORDINATE

Regola della mano destra: definisce il verso positivo dell'asse Z (pollice per X+, indice per Y+, medio per Z+); determina anche il verso positivo della rotazione (pollice lungo l'asse, dita indicano rotazione antioraria)

Verso positivo degli angoli: AutoCAD assume la rotazione positiva come antioraria, con lo zero posizionato ad Est (ore 3) nel piano XY, quando coincide con il piano orizzontale; importante per la definizione di entità che richiedono valori angolari o di un senso di rotazione

2. COORDINATE CARTESIANE

• Assolute

- Sono riferite all'origine del WCS di AutoCAD
- Si inseriscono i valori X, Y (per 2D) o X, Y, Z (per 3D), usando la virgola come separatore tra le coordinate e il punto come separatore decimale (es. X,Y,Z)

• Relative

- I valori (X,Y) o (X,Y,Z) di un punto sono riferiti all'ultimo punto inserito, non all'origine del WCS
- Il primo punto di un profilo deve sempre essere definito con coordinate assolute, per i successivi è possibile utilizzare le relative
- Le coordinate relative devono essere precedute dal simbolo @ (es. @X,Y per 2D; @X,Y,Z per 3D)

Esempio: segmento AB, il primo punto A si definisce con coordinate assolute, il secondo B può essere definito con coordinate assolute oppure con coordinate relative ad A, anteponendo il simbolo @ ai valori; la visualizzazione delle coordinate sulla barra di stato si attiva con F6

3. COORDINATE POLARI

• Assolute

- Il punto è riferito all'origine del WCS
- Inserire la misura lineare di distanza, il simbolo "<" e il valore angolare; per la direzione "oraria" assegnare all'angolo un valore negativo

• Relative

- Il punto è riferito all'ultimo punto immesso
- Anteporre @ ai valori da inserire (es. @5<45); l'angolo è relativo all'asse X nel punto

4. FILTRAGGIO DELLE COORDINATE

Permette di acquisire coordinate (X, Y, Z) da punti notevoli di entità geometriche esistenti selezionando solo quelle di interesse

• **Acquisizione di coordinate:** tramite filtri è possibile tracciare entità utilizzando coordinate di punti specifici del disegno.

– **Esempio:** date una circonferenza e una linea, definire il punto P che abbia come coordinata X la stessa del centro della circonferenza e come coordinata Y la stessa del punto medio del segmento; le coordinate si ottengono digitando .X e .Y e .Z dopo aver selezionato l'entità da tracciare, quando il comando richiede di inserire il valore della coordinata

• **Individuazione di punti nello spazio:** ogni punto nello spazio può essere individuato da una terna di valori (X,Y,Z) corrispondenti alla distanza dall'origine del sistema; l'intersezione degli assi X e Y è il punto (0,0)

• **Sistemi di Coordinate:** vi sono due sistemi di coordinate, WCS e UCS

- WCS (World Coordinate System): è il sistema fisso e globale
- UCS (User Coordinate System): è il sistema variabile e mobile; in un nuovo disegno, WCS e UCS coincidono

I punti possono essere specificati in coordinate assolute (riferite all'origine UCS corrente) o relative (riferite all'ultimo punto inserito)

5. MODALITÀ DI AIUTO AL DISEGNO

Sono comandi che permettono di variare e gestire le primitive grafiche, strumenti essenziali per ottimizzare precisione ed efficienza nella costruzione dei modelli

• Orto, polare, stato

- **Orto (F8):** limita il cursore a movimenti orizzontali/verticali, ideale per linee perpendicolari; è attivabile/disattivabile
- **Polare (F10):** limita il cursore ad angoli specifici il cui valore è modificabile digitando < valore angolo; è attivabile/disattivabile
- **Stato:** apre una finestra riassuntiva di tutte le impostazioni del disegno corrente

• Griglia, snap, osnap

- La **griglia** è un reticolo di punti non stampabile che facilita l'allineamento degli oggetti e la visualizzazione delle distanze
- Lo **snap** limita il movimento del cursore a intervalli predefiniti, utile per specificare punti precisi

Entrambi si attivano/disattivano dalla barra di stato (F9 per griglia, F7 per snap); è possibile modificare il loro intervallo tramite le impostazioni di disegno (Strumenti > Snap e griglia)

Gli Osnap consentono di specificare rapidamente punti su oggetti esistenti senza immettere coordinate (es. punti finali, medi, centri di circonferenze)

– Gli **osnap** (Object snap) sono usati quando un comando richiede di individuare un punto; un contrassegno e una descrizione, che definiscono il punto, appaiono al passaggio del cursore

– Modi di specifica di uno snap ad oggetto: **MAIUSC** + tasto destro (menu rapido) Icone, da Strumenti > Snap ad oggetto Digitando il nome nella riga di comando

– **Impostazioni** e On/Off: sono configurabili in **Impostazioni disegno** (scheda Snap ad oggetto) o tramite il pulsante **OSNAP** sulla barra di stato/F3

4

VISUALIZZAZIONE E UCS

1. MODALITÀ DI VISUALIZZAZIONE

Permettono di navigare nello spazio modello e nello spazio carta gestendo i modelli e le loro rappresentazioni attraverso le dimensioni di un monitor; i comandi sono attivabili dal menu **Visualizza**, organizzato per gruppi

Comandi generali di visualizzazione (primo gruppo)

- **Ridisegna (REDRAWALL)**: pulisce i pixel residui, utile con **BLIPMODE** attiva (On, valore 1)
- **Rigenera (REGEN)**: ricalcola le entità grafiche (es. curve), ripristinando la visualizzazione
- **Rigenera tutto (REGENALL)**: combina le operazioni di ridisegna e rigenera per tutto il disegno

- **Pan (PAN)**: sposta la vista senza modificare la posizione degli oggetti
- **Tempo reale**: panoramica dinamica con il dispositivo di puntamento
- **Spostamento**: muoversi nel modello definendo la direzione tramite due punti
- Sinistra/Destra/Alto/Basso: spostamenti direzionali specifici

Comandi di navigazione (secondo gruppo)

Questi comandi non alterano le dimensioni reali degli oggetti, ma solo il loro ingrandimento sullo schermo; tra le voci presenti Zoom e Pan

- **Zoom (ZOOM)**: varia l'ingrandimento della vista
 - **Tempo reale**: effettua uno zoom dinamico tramite spostamento del dispositivo di puntamento
 - **Precedente**: ripristina la vista precedente
 - **Finestra**: consente di selezionare e ingrandire un'area rettangolare
 - **Dinamico**: esegue la panoramica e l'ingrandimento di una casella di visualizzazione ridimensionabile
 - **Scala**: varia l'ingrandimento in base a un fattore di scala, in rapporto alla vista corrente (valore/fattore di scala seguito da X) o in relazione allo spazio carta (valore/fattore di scala seguito da XP)
 - **Centro**: ingrandisce/riduce la vista in base a un punto centrale e a un fattore di ingrandimento o a un'altezza
 - **Oggetto**: mostra gli oggetti selezionati al massimo ingrandimento e al centro
 - **In / Out**: aumenta o riduce l'ingrandimento del modello
 - **Tutto**: visualizza tutti gli oggetti visibili nel file, rigenerando il modello
 - **Estensioni**: visualizza tutti gli elementi del modello alla massima grandezza, adattandoli alla finestra

2. GESTIONE E USO DEGLI UCS

WCS (World Coordinate System) è il sistema cartesiano di riferimento alla base della gestione e archiviazione di tutte le informazioni geometriche immesse nell'applicativo

- **UCS (User Coordinate System)**: è il sistema di coordinate personalizzato e mobile, definibile dall'utente per semplificare le operazioni di disegno su piani specifici o con orientamenti complessi
 - Definisce il **piano XY** (piano di lavoro o di costruzione), le direzioni orizzontali, verticali e gli assi di rotazione

RICORDA

L'UCS influenza la modalità orto e il comporamento dei comandi che agiscono solo nel piano XY (sposta, ruota, ecc.)

- **Impostazione e gestione UCS**: i comandi sono disponibili tramite la barra dei menu (**Strumenti > Nuovo UCS e Altri UCS**) o dal gruppo **Coordinate** nella scheda **Vista** della barra multifunzione

- **Nuovo UCS**, comandi base:

- **Globale**: per un rapido ritorno al WCS
- **Precedente**: ripristina l'UCS immediatamente precedente
- **Oggetto**: allinea l'UCS a un'entità 2D o 3D esistente
- **3 punti**: il metodo più flessibile per definire un UCS specifico, indicando origine, direzione positiva dell'asse X e direzione positiva dell'asse Y del nuovo piano
- **Rotazione**: ruota l'UCS attorno a un suo asse

- **Altri UCS...** (alcune schede):

- **UCS con nome**: elenca gli UCS salvati, consente di rinominare, impostare come corrente o eliminare i sistemi di coordinate personalizzati, facilitando la gestione di progetti complessi con diverse viste

- **Impostazioni**: controlla le variabili di visualizzazione dell'icona UCS e degli UCS

SUGGERIMENTO

La corretta gestione degli UCS è determinante per un flusso di lavoro controllato. Permette l'utilizzo di strumenti di aiuto al disegno (es. Orto) allineati a elementi specifici, agevolando la costruzione di modelli, soprattutto in ambiente 3D, dove la definizione di piani di lavoro è fondamentale

5

STRUMENTI DI DISEGNO E DI MODIFICA

1. STRUMENTI DI DISEGNO

È l'insieme dei comandi utili al tracciamento delle entità/primitive grafiche

RICORDA

Le **entità/primitive grafiche** sono i blocchi costruttivi fondamentali del disegno come linee, punti, archi, cerchi

Arco

- Sono diverse le modalità di tracciamento di un arco; solitamente vengono disegnati individuando il punto iniziale a quello finale in senso antiorario
- Le modalità di tracciamento prevedono di specificare (anche con diversa sequenza): **tre punti**; **inizio-centro-fine**; **inizio-centro-angolo**; **inizio-centro-lunghezza**; **inizio-fine-direzione**; **inizio-fine-raggio**

Cerchio

- La modalità predefinita di tracciamento prevede l'indicazione del centro e del raggio
- Altre modalità prevedono l'individuazione di **due punti** (definiscono il diametro), **tre punti** (definiscono la circonferenza), oppure **tangente-tangente-raggio**

Spline

- È una curva regolare e flessibile che passa per o vicino a una serie di punti detti di adattamento
- La tolleranza definisce quanto la spline si adatta ai punti di adattamento (tolleranza zero = passaggio diretto)
- Una polilinea esistente può essere levigata e convertita in spline utilizzando l'opzione **Spline** del comando **EDITPL**

Attivazione comandi

- Dal menu a tendina **Disegna**
- Tramite le icone nelle **barre degli strumenti** dedicate al disegno

Linea

- È l'oggetto più semplice, formato da segmenti collegati ma distinti e modificabili individualmente
- È definita specificando un punto iniziale e uno finale
- Può essere composta da segmenti retti o di arco ed è possibile chiudere una sequenza digitando **C**
- Le si possono assegnare proprietà come il colore, il tipo e lo spessore

Polilinea

- È una sequenza di segmenti collegati che formano un singolo oggetto; offre vantaggi in termini di coesione e modifica rispetto alle linee separate
- Può includere segmenti retti o di arco, o una loro combinazione ed è possibile chiudere una sequenza digitando **CH**
- È modificabile con il comando **EDITPL** ed è scomponibile in singoli segmenti (di linea o di arco) tramite il comando **ESPLODI**

Attivazione dei comandi

- Digitando da tastiera
- Dal menu a tendina **Edita**
- Tramite icone della **barra degli strumenti Edit**

Modalità di selezione delle entità

- **Clic singolo**: evidenzia un oggetto
- **Area di selezione rettangolare**:
 - **Finestra** (colore blu) il cursore viene trascinato da sinistra a destra per includere oggetti interamente compresi nell'area
 - **Interseca** (colore verde) il cursore viene trascinato da destra a sinistra per includere oggetti compresi o intersecati dall'area
- **Area di selezione irregolare** (tasto sinistro del mouse premuto):
 - **Finestra** (colore blu) il cursore viene trascinato da sinistra a destra per includere oggetti interamente compresi nell'area
 - **Interseca** (colore verde) il cursore viene trascinato da destra a sinistra per includere oggetti compresi o intersecati dall'area
- Per **rimuovere da un gruppo di selezione** un oggetto, tenere premuto il tasto **MAIUSC** e riselezionarlo

Comandi specifici

- **CANCELLA**: rimuove oggetti
 - Per ripristinare un oggetto cancellato, premere **ctrl+Z** oppure digitare **OOPS**
- **TAGLIA / ESTENDI**: riduce / prolunga oggetti sino a un bordo limite
- **RACCORDA / CIMA**: collegano o modificano gli angoli di linee incidenti
 - **RACCORDA**: unisce due oggetti con un arco tangente specificandone il raggio (**RA** per raggio); funziona anche su polilinee intere (**P**) e su gruppi di oggetti (**M**). Opzione **N** (nontaglia) per preservare gli oggetti originali
 - **CIMA**: collega due oggetti con una linea angolata (smusso), impostando la distanza di cimatura (**D**) oppure la distanza e l'angolo (**A**); funziona su polilinee (**P**) e su gruppi di oggetti (**M**). Opzione **N** (nontaglia) per preservare gli originali

2. STRUMENTI DI MODIFICA DEL DISEGNO

- È l'insieme dei comandi che consente di modificare e di gestire le entità o primitive grafiche

- **SPEZZA**: divide un oggetto in due, con o senza spazio di interruzione
- **STIRA**: riposiziona i punti finali di oggetti intersecati da una finestra di selezione Interseca; gli oggetti completamente racchiusi dalla finestra vengono spostati; richiede un punto base e uno di spostamento
- **SCALA**: ridimensiona uniformemente un oggetto; richiede un punto base e un fattore di scala o una dimensione di riferimento

6

LAYER

Operazioni

Comandi del gestore

- **Nuovo layer:** inserisce un layer, ereditando le proprietà del layer selezionato
- **Nuovo layer congelato in tutte le finestre:** crea un nuovo layer già congelato in tutti i layout

- **Elimina layer:** cancella il layer selezionato (non sono eliminabili i layer 0, Defpoints, correnti, o contenenti oggetti o dipendenti da xrif)
- **Imposta layer corrente:** rende il layer selezionato attivo (indicato con una spunta verde)

Layer corrente e variabili di sistema

- I nuovi oggetti sono disegnati sul layer corrente
- Alcuni oggetti (es. quote, testo, tratteggi) possono essere assegnati a un layer specifico tramite variabili di sistema come **DIMLAYER**, **TEXTLAYER**, **HPLAYER**

Altre opzioni del GESTORE PROPRIETÀ LAYER

- **Aggiorna:** scansiona le entità e aggiorna le informazioni sull'uso dei layer
- **Modifiche locali:** attiva/disattiva il simbolo
- **Impostazioni:** apre la finestra **Impostazioni layer** per configurare notifiche, comportamento layer isolati, specifiche dei layer degli xrif e modalità di visualizzazione delle modifiche locali

2. GESTORE PROPRIETÀ LAYER

Per la gestione dei layer occorre attivare il pannello **GESTORE PROPRIETÀ LAYER**, che visualizza lo stato, il nome e le loro proprietà

Attivazione

Dal menu a tendina **Formato > Layer** oppure dalla barra multifunzione scheda **Inizio > gruppo Layer > Proprietà layer**

Proprietà modificabili dei layer

- **On/Off:** attiva/disattiva la visibilità degli oggetti appartenenti al layer
- **Congela/Scongela:** simile a On/Off, da preferire in caso di modelli complessi perché il "congelamento" velocizza la visualizzazione e la rigenerazione del modello
- **Blocca/Sblocca:** impedisce modifiche accidentali. Gli oggetti appaiono sfumati con icona a lucchetto; la sfumatura è personalizzabile (Sfumatura layer bloccato)
- **Colore:** assegna un colore a tutti gli oggetti con proprietà "DaLayer"
- **Tipo di linea:** definisce il tipo di linea (es. continua, tratteggiata) per gli oggetti "DaLayer"
- **Spessore linea:** imposta lo spessore di stampa (default per stampa da colore)
- **Trasparenza:** regola la trasparenza degli oggetti "DaLayer"
- **Stampa:** determina la stampa del layer
- **Congela in nuove finestre:** congela il layer nelle nuove finestre di layout

3. FILTRI LAYER

Permettono l'organizzazione in gruppi

- **Filtro proprietà:** crea gruppi basati su proprietà comuni
- **Filtro gruppo:** permette di raggruppare layer tramite trascinamento o selezione

5. STRUMENTI LAYER

Da menu a tendina **Formato** o da barra multifunzione scheda **Inizio**, gruppo **Layer**

- **OFF/Attiva tutti i layer:** disattiva il layer dell'oggetto selezionato/rende attivi tutti i layer
- **Isola/Rimuovi isolamento:** disattiva tutti i layer tranne quelli degli oggetti selezionati (visibili e sbloccati)/annulla l'effetto, riattivando i layer
- **Congela/Scongela:** congela/scongela i layer degli oggetti selezionati
- **Blocca/Sblocca layer:** blocca/sblocca i layer degli oggetti selezionati
- **Rendi corrente:** rende operativo il layer dell'oggetto selezionato
- **Corrispondenza layer:** applica le proprietà di un layer a un altro
- **Stato layer:** permette di attivare uno stato layer, di definirne uno nuovo o di attivare il **GESTORE STATI LAYER**
- **Precedente:** annulla le ultime modifiche alle impostazioni dei layer
- **Sposta su layer corrente:** sposta oggetti selezionati sul layer attivo

4. GESTORE STATI LAYER

Il **GESTORE STATI LAYER** salva in un file le impostazioni dei layer; da **GESTORE PROPRIETÀ LAYER** o da **Formato**

Funzionalità principali

- **Nuovo:** definisce un nuovo stato layer
- **Aggiorna:** attualizza lo stato layer
- **Modifica:** permette di aggiungere nuovi layer, di rimuovere layer e di modificarne le impostazioni
- **Importa:** carica stati layer da file .las o da altri disegni AutoCAD (.dwg,.dwt,.dws)
- **Esporta:** salva uno stato layer in un file .las
- **Ripristina:** permette di ripristinare uno stato layer specificando o meno le impostazioni dei layer

- **Copia oggetti nel nuovo layer:** duplica oggetti su un layer specifico
- **Percorri i layer:** apre una finestra che permette di isolare i singoli layer; utile per selezionare layer nelle finestre di layout
- **Congelamento finestre in tutte tranne in quella corrente:** congela i layer in tutte le finestre di layout purché in quella corrente
- **Unisci layer:** unisce layer selezionati in un layer di destinazione, eliminando gli originali
- **Elimina layer:** cancella il layer selezionato e tutti gli oggetti in esso (anche da blocchi)
- **Sfumatura layer bloccato:** controlla la visualizzazione degli oggetti sui layer bloccati

1. GESTIONE E USO DEI LAYER

- **Funzione:** struttura portante dei file, i layer sono fogli di lavoro trasparenti necessari per organizzare il file e il modello digitale; permettono di raggruppare entità grafiche per famiglie di appartenenza
- **Vantaggi:** ordinano gli oggetti e consentono di controllare la loro visibilità; sono essenziali per la costruzione e la comunicazione grafica dei modelli
- **Nomenclatura:** si raccomanda una denominazione chiara e sintetica (anche con sigle) per facilitarne gestione e riconoscimento
- **Standardizzazione:** l'elenco standard di layer può essere salvato in un file modello (.dwt) per futuri lavori
- **Utilità** (alcune):
 - è possibile associare un colore a ogni layer per migliorare la leggibilità delle entità in fase di costruzione
 - è possibile associare al colore uno spessore di penna per la stampa (tabella stili di stampa dipendente da colore); questo prefigura l'elaborato finale, simulando l'uso di "rapidograph" di diverso spessore

7

TIPI DI LINEA E DI RETINI

Caricamento/rimozione dei tipi di linea

- **Caricamento:** utilizzare **Gestione tipo di linea** per caricare tipi di linea nel disegno
- **Rimozione:** i tipi di linea senza riferimento possono essere eliminati con **ELIMINA** o **Gestione tipo di linea**. I tipi DaBlocco, DaLayer e Continuous non sono rimovibili

Scala del tipo di linea

- Controlla dimensione e spaziatura delle ripetizioni del modello di tipo di linea. Le variazioni sono gestite da variabili di sistema
- **Fattore di scala globale (LTSCALE):** influisce su tutti i tipi di linea del disegno, di Default è 1.0; a fattori di scala più piccoli corrispondono maggiori ripetizioni e minore spaziatura
 - **Scala del tipo di linea corrente (CELTSCALE):** controlla la scala del tipo di linea per i nuovi oggetti, di Default è 1.0; la scala dell'oggetto è data dalla combinazione di LTSCALE e CELTSCALE

Informazioni sui tipi di linea

- Dalla tavolozza **PROPRIETÀ** è possibile verificare il tipo di linea corrente. Il tipo di linea può essere:
- **continuo**, ovvero solida e ininterrotta dipendere
 - **DaLayer**, tipo ereditato dal layer dell'oggetto
 - **impostato** (es. LINEAPUNTO), prevale sul tipo di linea del layer
 - **DaBlocco**, viene applicato il tipo "Continua" finché l'oggetto non è parte di un blocco

1. GESTIONE E USO DEI TIPI DI LINEA

I tipi di linea, semplici o complessi, sono salvati in file .lin contenenti nome e descrizione cioè la sequenza di trattini, punti, spazi, testo o simboli che li caratterizza

- AutoCAD propone tipi di linea predefiniti (libreria standard) salvati nei file acad.lin (unità di misura imperiali) e acadiso.lin (unità di misura metriche)
- I tipi di linea possono essere usati come proposti, modificati o descritti *ex novo*; in tal caso per poterli utilizzare occorre ricaricare i file .lin variati nel disegno

Finestra Gestione tipi di linea (Formato > Tipo di linea...)

- **Scala del tipo di linea nello spazio carta (PSLTSCALE):** se 1, stampa i tipi di linea coerentemente tra finestre di layout, indipendentemente dalla loro scala; se 0, usa LTSCALE globale
- **Scala del tipo di linea nello spazio modello (MSLTSCALE):** se 0, la scala di annotazione non influisce sui tipi di linea durante la stampa da modello; di Default è 1

- **Filtri tipo di linea:** visualizza tipi di linea in base a criteri (es. dipendenza da xref)
- **Carica:** apre la finestra per caricare tipi di linea da file .lin; evitare di combinare tipi di linea con unità di misura metrico e imperiale nello stesso disegno
- **Corrente:** imposta il tipo di linea selezionato come corrente
- **Elimina:** rimuove tipi di linea non in uso
- **Mostra/Nascondi dettagli:** controlla la visualizzazione delle proprietà dettagliate

2. GESTIONE E USO DEI RETINI E DEI RIEMPIMENTI

Con il comando **TRATTEGGIO** è possibile aggiungere ai disegni modelli di tratteggio o riempimenti; si attiva da tastiera o dalla barra dei menu voce **Disegna**

Tipo e modello

Per differenziare elementi o per rappresentare materiali, AutoCAD offre riempimenti solidi, oltre 50 modelli di tratteggio standard e 14 modelli ISO

Angolo e scala

Regolano l'orientamento e la densità del tratteggio; scale troppo piccole possono causare errori

Contorni

Il tratteggio si può applicare ad aree chiuse o a contorni specificati

- **Individuazione dell'area:**
 - è possibile specificare un punto interno all'area da campire
 - è possibile selezionare gli oggetti da campire
- **Stili isola** (isola è un'area delimitata all'interno dei tratteggi, gruppo **Opzioni**) proposti:
 - normale, alterna il tratteggio nei contorni interni
 - esterno: tratteggia dall'esterno fino al primo contorno interno
 - ignora: tratteggia tutta l'area, ignorando i contorni interni
- **Gestione contorni:** è possibile inserire un nuovo contornon (**Aggiungi contorni**) oppure eliminarne uno esistente (**Rimuovi contorni**)

Origine Tratteggio

Permette di spostare il punto iniziale, ovvero il punto di origine del tratteggio (es. per mattoni)

Opzioni

- **Icona Associativo:** attiva/disattiva la proprietà del tratteggio di aggiornarsi automaticamente quando si modifica un contorno (di default è associativo)
 - **Ordine di visualizzazione:** posiziona il tratteggio dietro/davanti al contorno o ad altri oggetti
- Altre proprietà**
Ai tratteggi è anche possibile attribuire direttamente il colore (riempimento e contorno) e la trasparenza

3. RIEMPIMENTI SFUMATI

È un tratteggio che applica l'effetto dello sfumato:

- utile per suggerire forme solide in un disegno bidimensionale
 - offre transizioni fluide di colore
 - il programma propone modelli predefiniti (lineare, sferico, radiale) personalizzabili
- Sono applicati agli oggetti come i riempimenti solidi, con o senza associatività ai contorni

8

BLOCCHI

1. PREDISPOSIZIONE E USO DEI BLOCCHI

- I blocchi in AutoCAD sono oggetti composti da una o più entità (primitive geometriche, testi e quote) raggruppate in un singolo elemento riutilizzabile
- Offrono due vantaggi chiave rispetto agli oggetti creati con **COPIA** o **SERIE**:
 - ottimizzazione della memoria; ogni istanza del blocco memorizza solo le coordinate di inserimento
 - modifica centralizzata; le modifiche alla definizione di un blocco aggiornano automaticamente tutti i blocchi presenti nel disegno
- Un blocco può essere scomposto nelle sue entità originali utilizzando il comando **ESPLODI**

2. DEFINIZIONE DI BLOCCHI NEL DISEGNO

- **Comando**: si accede dal menu **Disegna > Blocco > Crea** o dal gruppo **Blocco** nelle schede **Inizio** e **Inserisci** della barra multifunzione
- **Componenti**: la costituzione di un blocco richiede la definizione di un nome, la selezione degli oggetti da includere e l'individuazione di un punto base di riferimento per l'inserimento
- **Opzioni di gestione oggetti**: alla definizione, gli oggetti originali possono essere mantenuti, convertiti in blocco o eliminati. È possibile selezionare o deselezionare gli oggetti con il tasto **Shift**
- **Proprietà del layer**: un blocco acquisisce le proprietà del layer in cui viene inserito

- **Modifica**: per ridefinire un blocco esistente e aggiornare tutte le sue istanze, si seleziona il comando **Modifica** (gruppo **Blocco**, scheda **Inizio**, barra multifunzione) che apre la finestra **Modifica definizione blocco** che a sua volta permette di accedere all'**Editor blocchi**; terminata la modifica alla chiusura occorre salvare le variazioni apportate

Gestione di blocchi in altri disegni

Se si vuole utilizzare un blocco in altri disegni, è possibile salvarlo come file autonomo (.dwg) utilizzando il comando **MBLOCCO**; il blocco esterno non mantiene il legame con il file originario. Se si vuole mantenere il legame con il file sorgente, è necessario operare con il riferimento esterno (xref)

3. DEFINIZIONE DI ATTRIBUTI

Gli attributi sono stringhe di testo associate a un blocco, il cui contenuto è modificabile a ogni inserimento; tale proprietà li differenzia dal testo fisso contenuto in un blocco, che non può essere variato singolarmente

- Il comando **Definisci attributo** permette di determinare uno o più attributi da associare a un blocco. Tramite la finestra **Definizione attributo** è possibile di specificare i contenuti (etichetta, messaggio) l'aspetto del testo (giustificazione, stile di testo, dimensione e rotazione), il punto di inserimento e alcune opzioni di impostazione. L'attributo può essere specificato prima della formazione di un blocco o successivamente, ridefinendolo o modificandolo. Ad ogni inserimento di un blocco con attributi, si apre la finestra **Edita attributi** da compilare
- Il comando **Gestione attributi blocco** permette di modificare le proprietà del testo di tutti gli attributi associati a un blocco

5. INSERIMENTO DI BLOCCHI

- **Inserimento**: si attiva automaticamente un riferimento di blocco, specificandone la posizione, la scala (anche con valori diversi per X, Y e Z) e l'angolo di rotazione
- **Blocchi dinamici**: questi blocchi, riconoscibili dall'icona a forma di fulmine nell'anteprima, sono definiti da parametri (proprietà personalizzate come posizioni, distanze e angoli) e da azioni che specificano le modalità di spostamento o modifica della geometria del riferimento di blocco dinamico, permettendo di adattarli dopo l'inserimento senza doverli esplodere
- **Inserimento di file esterni**: è possibile inserire un intero file .dwg come blocco; le sue informazioni vengono copiate nella tabella dei blocchi del disegno corrente. Per i successivi inserimenti, si farà riferimento a questa definizione
- **Libreria di blocchi**: è un file di disegno che contiene definizioni di blocchi e di simboli correlati; questo metodo semplifica l'accesso e la gestione dei blocchi riutilizzabili

4. DEFINIZIONE DI FILE DI DISEGNO DA USARE COME BLOCCHI

È possibile salvare file di disegno da utilizzare come blocchi operando in due modi diversi:

- salvando un file completo con i comandi **SALVA** o **SALVACOME**
- oppure esportando solo oggetti selezionati dal disegno usando il comando **MSPORTA** o **MBLOCCO**. **MBLOCCO** apre la finestra di dialogo **Scrivi blocco**, che permette di selezionare gli oggetti e definire un punto base di inserimento; successivamente, si specifica il percorso e il nome del nuovo file

- **Inserimento a intervalli**: è possibile inserire blocchi tramite intervalli lungo un oggetto. L'inserimento può avvenire in due modi
 - a intervalli regolari tramite il comando **MISURA**
 - a intervalli proporzionali, con spaziatura uniforme con il comando **DIVIDI**

- **Design Center (ADCENTER)**: la tavolozza consente di inserire blocchi dal disegno corrente o da altri file. Aperto l'elenco blocchi di un file selezionato con un doppio clic sul nome del blocco è possibile specificare le proprietà di inserimento; per velocizzare le operazioni è possibile trascinare il nome del blocco nel file
- Non è possibile aggiungere blocchi mentre un altro comando è attivo

Importante è sapere che quando si inserisce un file esterno come blocco, le modifiche successive al file originale non si riflettono nel disegno corrente; per assicurare gli aggiornamenti è necessario associare il file come riferimento esterno o xref anziché inserirlo come blocco

1. SPAZIO CARTA

Lo spazio carta è l'ambiente di lavoro 2D di AutoCAD dedicato alla predisposizione degli elaborati grafici per la stampa

• **Avvio:** si attiva selezionando le schede Layout (es. Layout1) poste in basso a sinistra

• **Gestione:** cliccando il tasto destro sulla scheda è possibile aggiungere, rinominare, eliminare, spostare o duplicare il layout; è possibile inoltre importare ed esportare layout da modelli .dwt

• **Configurazione:** tramite **Gestione impostazione pagina** o **Stampa**

2. GESTIONE IMPOSTAZIONE "PAGINA"

La finestra di dialogo **Gestione impostazione pagina** consente di configurare le impostazioni della pagina di lavoro (spazio carta) e i parametri di stamp; si può attivare tramite la barra dei menu voce **File** e la scheda di **Layout**. L'impostazione della pagina è modificabile anche digitando **STAMPA**

Per **accedere e configurare** un layout, si seleziona il foglio desiderato e si fa clic su **Modifica** per aprire la finestra di dialogo **Impostazione pagina**

• **Stampante/Plotter:** consente di selezionare la stampante fisica o virtuale da utilizzare

– tramite **Proprietà** si accede all'**Editor di configurazione plotter** per specificare alcune impostazioni della stampante e predisporre dimensioni di fogli personalizzate, modifiche che possono essere salvate in un file richiamabile .pc3

Per stampe in PDF, si consiglia la stampante virtuale **DWG to PDF.pc3**, (agire su **Opzioni PDF**), e l'uso di formati ISO a pagina intera

• **Dimensioni foglio:** permette di scegliere il formato del foglio tra quelli disponibili o personalizzati

• **Area di stampa:** definisce cosa verrà stampato con riferimento alla tavola

L'opzione predefinita **Layout** stampa l'intero foglio; per modificarla attivare il menu a tendina (freccia a destra)

• **Offset di stampa** permette di spostare l'origine della stampa

– **Centra la stampa** centra il disegno sul foglio

• **Scala di stampa**

– per lo spazio carta, la scala deve essere 1:1 in quanto la pagina-tavola viene stampata in dimensioni reali (1 mm = 1 unità spazio carta). La gestione della scala di rappresentazione del modello è demandata alle "finestre"

– l'opzione **Layout** mantiene il rapporto 1:1, a prescindere dal valore indicato in Scala

• **Tabella stili stampa:** permette di selezionare o modificare un file .ctb (tabella stili di stampa dipendente da colore) per associare colori a spessori di linea, controllando l'aspetto finale della stampa

• **Opzioni di stampa:** gestisce alcune opzioni (spessori di linea, trasparenze, ordine di stampa degli oggetti); per la stampa con tabella di stili di stampa le voci **Stampa spessori linea oggetto** e **Stampa con stili di stampa** devono essere attive

• **Anteprima:** il pulsante **Anteprima** permette di visualizzare il risultato finale prima di stampare, verificando l'impaginato

4. INSERIMENTO FINESTRE

Le finestre di layout sono oggetti (cornice) che rendono visibile il modello 2D/3D dello spazio modello nello spazio carta, agendo come un collegamento tra i due ambienti di lavoro; permette la stampa in scala

• **Gestione**

– Alla selezione di un layout di un nuovo file, si attiva automaticamente una finestra (su layer corrente)

– È consigliato predisporre un layer contenente le finestre per gestire la visualizzazione della cornice; se il layer viene disattivato/congelato, si nasconde la cornice ma il contenuto rimane visibile; se invece si spunta la proprietà no stampa, la cornice viene visualizzata ma non stampata

3. ORGANIZZAZIONE DELLA TAVOLA

Predisposto il layout occorre organizzare la tavola per la stampa, includendo elementi 2D (squadatura, cartiglio, testi) e viste derivate dallo spazio modello (piante, sezioni)

• **Gestione degli oggetti:** gli elementi grafici 2D vengono inseriti nello spazio carta usando le primitive grafiche; le coordinate immesse si riferiscono al sistema XY del layout, con l'origine nel vertice in basso a sinistra del foglio

– **Predisposizione della squadatura** attivare il layer specifico per lo spazio carta (es. SC_Squadatura)

disegnare una **POLILINEA** delle dimensioni del foglio, ricordando che l'unità di misura è il millimetro

copiare la polilinea con il comando **OFFSET** per creare i margini

• **Struttura dell'impaginato:** impostati squadatura e cartiglio, è possibile comporre la tavola definendo la disposizione di "finestre", immagini, testi, quote e di altri elementi grafici

• Comandi di inserimento finestre

Da menu **Visualizza > Finestre**

- **Nuove finestre:** apre una finestra di dialogo per scegliere configurazioni standard o salvate
- **Finestra poligonale:** consente di inserire una forma irregolare definita da una polilinea chiusa
- **Oggetto:** trasforma in finestra un oggetto esistente

• Operazioni sulle finestre

- È possibile cambiare il layer di appartenenza di una finestra tramite la tavolozza **PROPRIETÀ**
- È possibile modificare il sistema di riferimento UCS della finestra per allineare la visualizzazione a un UCS precedentemente salvato, usando la voce **Altri UCS** (menu **Strumenti**); successivamente, si imposta la vista piana
- È possibile variare lo stile di visualizzazione dal menu **Stili di visualizzazione**
- È possibile accedere allo spazio modello con un doppio clic all'interno di una finestra

5. SCALA E CONFIGURAZIONE FINALE DELLE FINESTRE

• **Fattore di scala xp:** è il rapporto che lega unità di misura spazio modello, unità di misura spazio carta e scala di rappresentazione, utile per la "messa in scala" delle finestre

$$SCALE\ XP = \frac{UNITÀ\ SPAZIO\ MODELLO}{UNITÀ\ SPAZIO\ CARTA} \times SCALA\ RAPPRESENTAZIONE$$

• **Impostare la scala:** entrare nella finestra con doppio clic e attivare il comando **Zoom**, quindi inserire il fattore di scala seguito da **XP**, in alternativa selezionare la cornice, attivare la tavolozza **PROPRIETÀ** e inserire il valore nel campo **Scala personalizzata**; per evitare modifiche accidentali impostare la voce **Visualizzazione bloccata** nella tavolozza **PROPRIETÀ** su **SI**

• **Gestione selettiva dei layer:** per differenziare i contenuti tra diverse finestre, si utilizza il **GESTORE PROPRIETÀ LAYER**; tramite **Congelamento finestra**, è possibile nascondere specifici layer solo nella finestra corrente, mentre rimangono attivi nello spazio modello

• **Finalizzazione grafica:** se necessario, modificare le cornici delle finestre tramite i grip di selezione

1. GESTIONE E USO DEI TESTI

- **Tipologie di testo:** la scelta del tipo di testo dipende dalla complessità delle informazioni da inserire (titoli, note, descrizioni di materiali, cartigli)
- **Testo riga singola:** inserisce righe indipendenti, ogni riga è un oggetto separato; è ideale per testi brevi che non richiedono formattazioni articolate
- **Testo multilinea:** predispone un unico oggetto paragrafo; permette una gestione avanzata tramite l'Editor di testo che presenta una finestra per la scrittura (righello e tabulazioni) e una barra di comandi per il controllo del testo

Procedura operativa riga singola

- Attivare il comando **TESTO**
- Opzionare lo stile di testo e la giustificazione
- Specificare il punto di inserimento, l'altezza del testo e l'angolo di rotazione prima della digitazione

Procedura operativa Multilinea

- Attivare il comando **TESTOM**
- Definire una casella di testo individuando due angoli opposti per stabilire la larghezza del paragrafo
- Utilizzare l'Editor di testo per specificare lo stile di testo, i layer di appartenenza, il colore, per applicare formattazioni e inserire testi, simboli, elenchi, colonne, ecc.

Stili e Modifiche

- Il font e la spaziatura sono governati dallo **Stile di testo** (barra dei menu voce **Formato**); lo stile di default e lo Standard
- È possibile variare colore, altezza e contenuto in qualsiasi momento tramite la tavolozza **PROPRIETÀ** o con un doppio clic sull'oggetto
- L'uso dei grip consente di spostare o ruotare i testi rapidamente senza richiamare comandi specifici

2. GESTIONE E USO DELLE QUOTE

Le quote sono entità grafiche fondamentali che definiscono le dimensioni del progetto. In AutoCAD, la quotatura è automatizzata; il programma calcola le distanze e inserisce automaticamente gli elementi standard quali linee di estensione, frecce, testi e linee di quota

- **Comando principale:** digitando **DIM** si accede alla stringa di comando di quotatura che mostra le opzioni attivabili; per uscire, utilizzare **ESC** o **CTRL+C**

- **Componenti della quota:** le quote sono composte da elementi distintivi e modificabili quali il testo (valore della misura), la linea di quota (direzione ed estensione), le punte della freccia (simboli terminali) e le linee di estensione (si estendono dal modello alla linea di quota)

- **Entità unica:** la quota viene creata come singolo oggetto; per manipolare gli elementi componenti separatamente, è necessario utilizzare il comando **ESPLODI**

Stili e variabili di sistema

La gestione delle impostazioni avviene tramite **58 variabili di sistema**, riunite nel **Gestore stili di quota**, attivabile tramite il comando da tastiera **DIMSTYLE** (o **DDIM**) o dalla barra dei menu voce **Formato**

Personalizzazione: è possibile controllare colore, spessore e tipo di linea per le linee di quota e di estensione, oltre alla forma delle frecce e alla formattazione delle unità primarie (precisione, arrotondamento)

Gestione della scala di quota

Il dimensionamento degli elementi (testo e frecce) dipende dall'ambiente di stampa ed è controllato dalla variabile di sistema **DIMSCALE**

- **Quotatura e stampa nello spazio modello:** sconsigliato. Il valore di **DIMSCALE** è il reciproco della scala di stampa

$$\text{DIMSCALE} = \frac{1}{\text{SCALA DI STAMPA}}$$

- **Quotatura nello spazio modello e stampa nello spazio carta:** consigliato. Le quote vengono scalate automaticamente nelle finestre di layout; quando le quote fanno riferimento a .xrif, il valore di **DIMSCALE** è "0";

- **Quotatura e stampa nello spazio carta:** è il metodo consigliato, le quote vengono inserite direttamente nello spazio carta e non necessitano "messe in scala"; **DIMSCALE** è "1"

Tipologie

Le quote possono adeguarsi o meno alle modifiche della geometria degli oggetti tramite la variabile di sistema **DIMASSOC**

- **Quote associative** valore 2: si aggiornano automaticamente se l'oggetto misurato viene stirato o modificato
- **Quote non associative** valore 1: mantengono il valore originale anche se la geometria cambia
- **Quote esplose** valore 0: sono composte da linee e testi separati (non consigliato)

Comandi per l'inserimento

- **Quote lineari e allineate:** quotano distanze orizzontali e verticali (lineari) o parallele all'oggetto (allineate)
- **Quote da linea di base e continue:** permettono l'inserimento di quote consecutive partendo da una prima quota lineare immessa
- **Quote raggio e diametro:** sono specifiche per archi e cerchi; consentono l'aggiunta facoltativa di linee del centro o di centri
- **Quote angolari:** misurano l'ampiezza angolare tra due linee o tra tre punti

I MODI DI QUOTATURA IN SINTESI

Di base	Avanzato	Automatico
Quote e stampa spazio modello	Quote e stampa spazio carta	Quote spazio modello stampa spazio carta
DIMSCALE 1 scala stampa	DIMSCALE 1 (default)	DIMSCALE 0
Le quote vengono ingrandite nello spazio del valore della scala per risultare leggibili sul foglio	Si quota direttamente nel layout, sulla tavola impostata, in scala 1:1, e si mantiene il legame con l'oggetto	Le quote vengono scalate automaticamente in base al fattore di scala della finestra di layout in cui appaiono

**1. INSERIMENTO
E GESTIONE DI
IMMAGINI RASTER**

In un file di lavoro .dwg è possibile "inserire" immagini raster (spazio modello e carta); queste non vengono incorporate ma collegate mediante l'individuazione del percorso di salvataggio del file originale

Procedura di inserimento

Reso corrente il layer dedicato, scegliere dalla barra dei menu le voci **Inserisci** poi **Riferimento immagine raster** che apre la finestra **Seleziona file di riferimento**, opzionare il file desiderato, cliccare su **Apri** per attivare la finestra **Collega immagine** e, a seguire, impostare

- il **tipo di percorso** del file scegliendo tra **relativo** (consigliato, associa all'immagine il percorso della cartella), **completo** (associa all'immagine la posizione nel disco fisso) o **nessuno** (non salva percorsi)
- il **punto di inserimento**, la **scala** e la **rotazione**, valori indicabili attraverso numeri noti oppure manualmente, direttamente nell'area di lavoro

Gestione della cornice

L'immagine ha un contorno che assume il colore del layer attivo quando è stata inserita; la visibilità e la stampa del bordo sono regolate dalla variabile di sistema **IMAGEFRAME**:

- valore 0, la cornice è invisibile e non stampabile
- valore 1, la cornice è visibile e stampabile
- valore 2, la cornice è visibile ma non stampabile

La variabile **FRAME** controlla la visualizzazione di tutte le cornici (immagini, sottoposti, xrif, entità coprenti)

Modifica dell'immagine

Selezionando l'immagine si attiva la scheda **Immagine** che permette di modificare alcuni suoi parametri:

- regolare luminosità, contrasto e sfumatura (**Regola**)
- ritagliare l'immagine definendo un nuovo contorno rettangolare o poligonale (**Ritaglio**)

**2. INSERIMENTO E GESTIONE FILE .PDF
(sottoposto)**

In un file .dwg è possibile inserire un file .pdf associandolo come "sottoposto". Se il .pdf è vettoriale (es. stampa virtuale da AutoCAD), il programma riconosce le entità vettoriali, permettendo specifiche operazioni sugli oggetti grafici

Procedura di inserimento

Seguire la stessa procedura di inserimento immagine selezionando però, dopo **Inserisci** della barra dei menu, la voce **Sottoposto PDF** che apre la finestra **Seleziona file di riferimento**; dopo aver opzionato il file desiderato, proseguire come per le immagini. Se il file .pdf è multi-pagina è possibile inserirne una o più di una

Gestione della Cornice

Il PDF inserito ha una cornice che si comporta come il contorno delle immagini; la variabile che gestisce visibilità e stampa è **PDFFRAME**: 0 (invisibile), 1 (visibile e stampabile), 2 (visibile ma non stampabile)

- attivare la **trasparenza dello sfondo** per i formati che la supportano (**Opzioni**)
- Anche tramite la tavolozza **PROPRIETÀ** è possibile intervenire sulle immagini modificando caratteri e aspetti tra i quali il layer di appartenenza, il colore della cornice e i parametri geometrici che definiscono posizione, rotazione, dimensione e scala

Immagini georeferenziate

In un file .dwg si possono inserire anche immagini georeferenziate, ovvero immagini raster con associate coordinate geografiche (es. **.geoTIFF**, **.jp2** oppure formati immagine accoppiati a file di testo es. **.tfw**, **.wld**). Per l'inserimento automatico nel file, si utilizza **Raster Design**, da barra dei menu voce **Raster**, poi **Inserisci**

Modifica del sottoposto

Selezionando il PDF, si attiva la scheda **sottoposto PDF** che permette di modificare alcuni parametri:

- variare contrasto, sfumatura e attivare la visualizzazione in monocromatico (**Regola**)
- ritagliare il .pdf definendo un nuovo contorno rettangolare o poligonale (**Ritaglio**)
- mostrare o meno il sottoposto indipendentemente dalla cornice, attivare snap permettendo di utilizzarli direttamente sulle geometrie vettoriali del PDF, attivare la tavolozza **RIFERIMENTI ESTERNI** (**Opzioni**)
- gestire i layer del PDF tramite la finestra **Layer sottoposto**; è possibile attivare o disattivare selettivamente i layer del documento (se presenti) per controllarne la visualizzazione (**Layer PDF**)
- importare nel file .dwg un gruppo di oggetti selezionati del PDF vettoriale sottoposto rendendolo parte integrante del file di lavoro; i layer degli oggetti vengono aggiunti all'elenco dei layer del file di lavoro, preceduti dal prefisso "PDF" (**Importa PDF**)

Come per le immagini tramite la tavolozza **PROPRIETÀ** è possibile intervenire su caratteri, aspetti generali e sulle geometrie (posizione, dimensione, scala) del sottoposto

Manipolazione tramite grip

Selezionando il PDF si visualizzano i grip:

- se il PDF non è **ritagliato** si attiva un unico grip nel punto di inserimento che consente lo spostamento del sottoposto
- se il PDF presenta un **ritaglio** si attivano 4 grip per la modifica dinamica del contorno, 1 grip per lo spostamento del sottoposto e 1 freccia per l'inversione della visualizzazione del ritaglio

3. INSERIMENTO E GESTIONE XRFI

A un file .dwg è possibile collegare uno o più file .dwg come file di riferimento esterni xrif. I layer dell'xrif appaiono nel gestore layer con il prefisso "NomeFile|NomeLayer"; le modifiche alle proprietà sono locali e non alterano il file originale

Procedura di inserimento

Seguire la procedura di inserimento immagine e PDF, **Inserisci > Riferimento DWG > Seleziona file di riferimento > Attacca riferimento esterno** quindi impostare:

- il tipo di riferimento, **attaccato** (visualizzato se il file contenitore è a sua volta un xrif) o **sovrapposto** (ignorato se il file contenitore è a sua volta un xrif))
- il **tipo di percorso**
- la **scala**, il **punto di inserimento** e la **rotazione**

Modifica dell'xrif

È possibile apportare modifiche all'oggetto e al file originario. Selezionando l'xrif si attiva la scheda **Riferimento eterno** che permette di:

- modificare l'xrif direttamente o aprendo il file originale (**Modifica**); in tal caso AutoCAD avvisa della necessità di ricaricare il riferimento tramite un'icona in basso a destra
- ritagliare l'xrif definendo un nuovo contorno rettangolare o poligonale che isola porzioni di disegno (**Ritaglio**)

Gestione della Cornice

La visibilità della cornice è gestita dalla variabile **XCLIPFRAME** (valori 0, 1, 2)

4. GESTORE RIFERIMENTI ESTERNI

La tavolozza **RIFERIMENTI ESTERNI** (voce **Inserisci**) gestisce i file inseriti nel file di lavoro (immagini raster, PDF, DWG). All'avvio mostra l'elenco dei file collegati segnalando se il riferimento è caricato, scaricato o non trovato; selezionando un file è possibile:

- opzionare, con tasto destro, **Scarica** (nasconde il file mantenendo i dati), **Ricarica** (mostra il file) o **Stacca** (rimuove definitivamente il file)
- gestire file .dwg con le opzioni **Confronta** e **Unisci...**; quest'ultima include l'xrif nel file mantenendo la riconoscibilità dei layer (**Unisci**) o perdendola (**Inserisci**)
- verificare nella sezione **Dettagli** specifiche come risoluzione, dimensioni, percorso salvato (modificabile)

1. DIMENSIONI FOGLIO PERSONALIZZATE

Avvio procedura

Attivare il layout e aprire la finestra **Gestione impostazione pagina** dal menu **File** della barra dei menu, selezionando il tasto **Modifica** per intervenire sulla configurazione scelta

- **Configurazione Plotter:** nel campo **Stampante/Plotter** selezionare il driver **DWG To PDF.pc3** e accedere al pulsante **Proprietà** per aprire l'**Editor di configurazione plotter**
- **Personalizzazione foglio:** dalla scheda **Impostazione dispositivi e documenti**, selezionare **Dimensioni foglio personalizzate** e il pulsante **Aggiungi**, quindi definire i parametri dimensionali seguendo la procedura guidata: impostare larghezza, altezza e unità del foglio e i margini (nel campo **Area di stampa**; azzerarli per ottenere un foglio "pagina intera")

- **Salvataggio:** assegnare un nome al formato, concludere con **Fine** e selezionare la nuova dimensione nel menu a tendina **Dimensioni foglio** per aggiornare il layout

2. GESTIONE PROPRIETÀ LAYER IN UNA FINESTRA

Consente di modificare localmente in una finestra alcune proprietà dei layer, permettendo di adattare la rappresentazione grafica dello stesso modello a visualizzazioni differenti all'interno di un'unica tavola

Avvio procedura

Dalla finestra di layout accedere allo spazio modello e avviare il **GESTORE PROPRIETÀ LAYER**

- **Modifiche locali:** utilizzare le colonne **Colore finestra**, **Congelamento finestra**, **Trasparenza finestra** per variare le proprietà dei layer solo nella finestra attiva

- **Indicatori di variazione:** icone specifiche nella colonna **Stato**, (a sinistra dei nomi dei layer) segnalano la presenza di un'impostazione locale; passando il cursore sopra di esse si attiva una stringa che mostra il confronto tra il valore globale e quello di modifica locale della proprietà modificata

- **Utilità:** questa procedura permette, ad esempio, di assegnare colori differenti allo stesso oggetto permettendone la stampa alle diverse scale (legame colore-spessore di penna)

Ottimizzazione

Un attento uso dei layer assicura flessibilità alla gestione degli elaborati grafici finali ottimizzando il rapporto tra scelte grafiche, codici del disegno tecnico e comunicazione visiva

3. STAMPA CON TABELLA DI STILE PER COLORE (.ctb)

Esempio di stampa in formato.pdf con tabella di stile di stampa per colore

Avvio procedura

Attivare il layout e aprire la finestra **Gestione impostazione pagina** dal menu **File** della barra dei menu, selezionando il tasto **Modifica** per intervenire sulla configurazione opzionata

Configurazione Plotter (es. per stampa virtuale .pdf)
Dalla finestra **Impostazione pagina** - nome layout, sezione **Stampa/plotter**, selezionare **DWG To PDF.pc3** e cliccare su **Proprietà** per configurare la stampa

Impostazione dispositivi e documenti

- **Supporto:** mostra l'opzione e ne permette la modifica
- **Grafica:** in **Controllo fusione** opzionare la modalità di stampa delle linee "sovrapposte" scegliendo tra sovrascrittura o unione; opzionare **Sovrascrittura linee** per mantenere l'ordine dato alle linee
- **Proprietà personalizzate:** l'interfaccia utente del driver selezionato, es. **Opzioni PDF**, permette di impostare la risoluzione di stampa in dpi e di gestire le informazioni da includere nel file
- Salvare le modifiche apportate in un file .pc3

Opzioni di Stampa

Verificare la selezione delle voci per una stampa corretta

- **Area e scala:** l'elemento da stampare è il layout, la scala è 1:1 (dimensione reale della tavola)
- **Altri parametri:** spuntare **Stampa spessori linea oggetto**, **Stampa con stili di stampa** e, se necessario, **Stampa trasparenza**

Gestione Tabella CTB

Nel campo **Tabella stili di stampa**, selezionare **Nuova...** per avviare la procedura guidata e definire un nuovo .ctb

- **Editor tabella stili di stampa** (icona plotter): in **Vista modulo** configurare le voci
 - **Colore** che attribuisce al colore a video il colore di stampa
 - **Spessore linea** che associa al colore a video lo spessore di stampa
 - **Salva e chiudi** per salvare il file .ctb

Anteprima... per verificare le impostazioni
OK: per salvare le impostazioni

Stampa

Dal layout attivo, aprire la finestra **Stampa** - nome layout dal menu **File** della barra dei menu, selezionare **Stampa** e avviare la stampa cliccando sul pulsante **OK**; nel caso di stampa virtuale in .pdf si apre la finestra **Ricerca file di stampa** per individuare il percorso e il nome di salvataggio del .pdf finale

ESEMPIO DI TABELLA DI STILI PER STAMPA ARCHITETTONICA IN SCALA 1:50

Colore modello	Layer e loro "contenuto"	Colore di stampa	Spessore (mm)
1 (rosso)	Murature non sezionate, gradini	Nero	0.12-0.18
2 (giallo)	Dettagli non sezionati e tratteggi	Nero	0.12-0.15
3 (verde)	Arredi	Nero	0.10-0.13
4 (ciano)	Serramenti non sezionati	Nero	0.05-0.07
5 (blu)	Serramenti sezionati	Nero	0.12-0.14
6 (magenta)	Linee di sezione	Nero	0.09-0.12
7 (bianco/nero)	Murature sezionate	Nero	0.40-0.45
8 (grigio)	Campiture solide	Colore oggetto	0.00

1. DEFINIZIONE

Il modello 3D per piani permette di gestire e relazionare nello spazio 3D i piani che descrivono l'architettura (sezioni orizzontali, sezioni verticali e prospetti); è un "modello ibrido" che coniuga la bidimensionalità dei singoli piani con la tridimensionalità implicita nella loro relazione

2. COSTRUZIONE DI UN MODELLO 3D PER PIANI**Due modalità operative**

- Montaggio di "piani" già costruiti (restituzione di rilievo/progetto 2D)
- Costruzione dei "piani" già disposti nella reale giacitura spaziale

Organizzazione del file

La gestione ottimale richiede una struttura dei layer rigorosa, divisa per famiglie (costruzione del modello, rappresentazione architettonica, comunicazione grafica) e per piani di costruzione/rappresentazione

Sistemi di riferimento

È inoltre importante individuare e definire preventivamente i sistemi di coordinate relativi (UCS) corrispondenti ai piani di giacitura (sezioni e prospetti), materializzando gli assi X e Y su layer non stampabili

Montaggio delle piante

Si sovrappongono le sezioni orizzontali individuando uno spigolo verticale comune e posizionando successivamente ogni livello alla quota Z di progetto o di rilievo

Sezioni e prospetti

I piani verticali vengono ruotati e successivamente collocati nella corretta posizione spaziale. Per la rotazione utilizzare le rette di intersezione dei piani verticali con i piani orizzontali come assi di rotazione

1. DISEGNI TECNICI IN PROIEZIONI ORTOGONALI**Configurazione layout**

File > Gestione impostazione pagina, Layout 1, Modifica; definire il formato carta (es. ISO pagina intera A1), il driver di stampa e la tabella di stili di stampa da colore .ctb

Gestione layout-tavola

Rinominare il layout e impostare la tavola:

- inserire squadratura e cartiglio
- predisporre la prima finestra di stampa

Verifiche preliminari

Assicurarsi che nello spazio modello tutti i layer contenenti oggetti da stampare siano attivi e che le finestre di layout appartengano a un layer impostato come "non stampabile"

Configurazione finestre

Accedere allo spazio modello dalla finestra e:

- attivare l'UCS del piano da rappresentare
- aprire il pannello **GESTORE PROPRIETÀ LAYER** e disattivare i layer che non riguardano il piano da rappresentare

Selezionare il contorno della finestra e attivato la tavolozza **PROPRIETÀ**:

- inserire in **Scala personalizzata** un valore numerico per la messa in scala (es. il valore 0.1 per una stampa in scala 1:100)

2. DISEGNO AL TRATTO DI UN MODELLO ASSONOMETRICO

Per l'impostazione del layout seguire le indicazioni viste in precedenza

Configurazione e gestione UCS e viste

- Con WCS, definire la visualizzazione assonometrica del modello utilizzando il comando ORBITA, oppure una delle altre modalità accessibili da **Visualizza > Punti di vista 3D > Ruota il punto di vista/ Punto di vista** o selezionando una vista preimpostata (es. Assonometria SO)
- Individuata la terna d'assi selezionare **Visualizza > Viste con nome** e nella finestra **Gestione viste**, scegliere **Nuova**, per salvare la vista con nome

Composizione finale e stampa

- Accedere nello spazio modello dalla finestra e da **Visualizza > Viste con nome**, selezionare la vista e renderla **corrente**; disattivare i layer da non stampare
- Selezionare il bordo della finestra, attivare la tavolozza **PROPRIETÀ** quindi mettere in scala e attivare **Visualizzazione bloccata**
- Completare la tavola e procedere con la stampa

- impostare la voce **Stile di visualizzazione** su **Wireframe 2D**
- attivare **Visualizzazione bloccata** per evitare variazioni di scala

La stessa operazione va eseguita per tutti i piani del modello: si inserisce una nuova finestra e si ripete quanto illustrato

Stampa

Predisposte e configurate le finestre è possibile impaginare la tavola e completarla con quote, testi, simboli, campiture e altro; procedere con la stampa

3. DISEGNO AL TRATTO DI UN MODELLO ASSONOMETRICO ESPLOSO

Costruzione di un'esplosione assonometrica di un modello 3D agendo sulla gestione delle finestre nello spazio carta

Configurazione finestra

- Attribuire alla prima finestra la vista prescelta e salvata (**Visualizza > Viste con nome**)
- Impostare lo **Stile di visualizzazione** su **Wireframe 2D**
- Mettere in scala la finestra e bloccare la visualizzazione

Inserimento finestre

Per proseguire nella costruzione, occorre aver chiaro il progetto grafico dell'esplosione. Copiare la finestra principale e traslare ogni copia lungo le direzioni degli assi assonometrici X, Y, Z precedentemente tracciati come linee guida

Gestione layer nelle finestre

In ogni singola finestra, utilizzare il **GESTORE PROPRIETÀ LAYER** per mantenere visibili solo i layer del piano relativo (es. solo Piano Primo o un singolo Prospetto) e congelare, solo nella finestra, tutti i layer non pertinenti

Composizione finale e stampa

Verificare la posizione delle finestre e la loro sovrapposizione; completare l'impaginazione con linee di collegamento, campiture, legende, squadratura e cartiglio oltre a eventuali ulteriori annotazioni tecniche; procedere poi con la stampa

NON SOLO STRUMENTO. METODO E CULTURA DEL DISEGNO DIGITALE

Postfazione di *Leonardo Baglioni*

Nel panorama della formazione alla rappresentazione digitale, il rischio più ricorrente è confondere la conoscenza degli strumenti con la comprensione dei principi che ne governano l'uso. La velocità con cui le tecnologie si rinnovano e la continua evoluzione delle modalità di interazione tendono a spostare l'attenzione dall'apprendimento dei fondamenti metodologici all'acquisizione di competenze legate a specifici prodotti commerciali. È in questo contesto che il lavoro di Cristina Pellegatta assume un valore che va oltre la sua funzione puramente didattica.

Uno dei meriti principali del volume consiste nell'aver ricondotto il dibattito sul disegno digitale entro la cornice teorica della disciplina della rappresentazione. Lungi dal configurarsi come un manuale d'uso, il testo propone una riflessione che collega le pratiche operative ai principi fondativi della costruzione e comunicazione dei modelli. È un'operazione culturalmente significativa: restituisce all'attività del disegno assistito dal calcolatore la profondità che le appartiene, mostrandola come modalità di organizzazione della conoscenza prima ancora che come insieme di comandi. Il software non viene presentato come un fine, ma come strumento attraverso cui applicare principi disciplinari che conservano la propria validità indipendentemente dalle

MORE THAN A TOOL. METHOD AND CULTURE OF DIGITAL DRAWING

Afterword by *Leonardo Baglioni*

In the digital representation training landscape, the most common risk is confusing knowledge of tools with an understanding of the principles that govern their use. The rapid pace of technological innovation and the constant evolution of interaction methods tend to shift the focus from learning methodological fundamentals to acquiring skills related to specific commercial products. It is in this context that Cristina Pellegatta's work takes on a value that goes beyond its purely educational function.

One of the volume's main merits is that it has brought the debate on digital drawing back within the theoretical framework of the discipline of representation. Far from being a user's manual, the text offers a reflection that connects operational practices to the founding principles of model construction and communication. This is a culturally significant undertaking: it restores to computer-aided drawing that depth which belongs to it, presenting it as a way of organising knowledge rather than a set of commands. Software is presented not as an end, but as a tool through which to apply disciplinary principles that retain their validity regardless of the technological solutions adopted. The focus on model concepts, information-organisation strategies, and the relation-

soluzioni tecnologiche adottate. L'attenzione rivolta ai concetti di modello, alle logiche di organizzazione delle informazioni e alle relazioni tra costruzione e comunicazione dell'elaborato permette di individuare fondamenti solidi, capaci di resistere al mutare repentino di programmi e interfacce. Si tratta di un aspetto fondamentale nella formazione dei futuri progettisti, perché sviluppa quella consapevolezza critica che li rende autonomi rispetto alle inevitabili trasformazioni del mercato includendo tra queste, la rivoluzione della IA.

Privilegiare il metodo rispetto allo strumento produce un secondo risultato importante: aiuta a superare l'identificazione delle competenze professionali con la padronanza di un singolo software. Definire i principi comuni e le caratteristiche dei diversi sistemi CAD significa fornire agli studenti gli strumenti concettuali per affrontare ambienti operativi differenti, cogliendone analogie e differenze. Si forma così una competenza trasferibile, fondata sulla comprensione dei processi piuttosto che sulla memorizzazione di procedure, segnando il passaggio dall'apprendimento di un programma all'acquisizione di una vera cultura della rappresentazione digitale.

Un contributo specifico del volume è il lavoro di sistematizzazione dei metodi di modellazione oggi disponibili. Per chi si avvicina per la prima volta a questo campo, la molteplicità delle soluzioni presenti sul mercato può risultare caotico. La classificazione dei differenti tipi di modello, delle relative logiche costruttive e dei diversi ambiti applicativi offre una chiave interpretativa chiara attraverso cui orientarsi. La tassonomia proposta non ha soltanto funzione descrittiva: è uno strumento critico che consente di comprendere le ragioni delle scelte operative e le implicazioni metodologiche delle diverse strategie di modellazione.

ships between the construction and communication of the product allows us to identify solid foundations capable of withstanding the rapid evolution of programs and interfaces. This is a fundamental aspect in the education of future designers, as it develops the critical awareness that makes them independent from inevitable market transformations, including the AI revolution.

Prioritising method over tools produces a second important result: it helps move beyond identifying professional competence with mastery of a single software package. Defining the common principles and characteristics of different CAD systems means providing students with conceptual tools to address different operating environments, grasping their similarities and differences. This develops a transferable expertise, based on understanding processes rather than memorising procedures, marking the transition from learning a program to acquiring a true culture of digital representation.

A specific contribution of the volume is the systematisation of the modelling methods currently available. For those new to this field, the multitude of solutions available on the market can seem confusing. The classification of different model types, their construction logics, and their diverse application areas offers a clear interpretative framework for orientation. The proposed taxonomy is not merely descriptive: it is a critical tool that allows us to understand the rationale behind operational choices and the methodological implications of different modelling strategies.

A further element of interest lies in the attention paid to the 'constructive' process. The volume demon-

Un ulteriore elemento di interesse risiede nell'attenzione dedicata al processo 'costruttivo'. Il volume mostra come la costruzione di un modello digitale non si riduca alla generazione di forme geometriche, ma richieda una preventiva organizzazione delle informazioni e una costante riflessione sulle modalità della loro comunicazione. La distinzione tra spazio modello e spazio carta, l'importanza attribuita alla progettazione dei *layer*, le relazioni tra struttura informativa e rappresentazione grafica mostrano come il disegno digitale sia il risultato di un processo nel quale aspetti geometrici, grafici e organizzativi concorrono insieme. Il progetto del modello coincide così anche con il progetto del processo che ne rende possibile la gestione e la comunicazione.

A questo si aggiunge una scelta didattica precisa. Videolezioni, schede infografiche e apparati visuali non sono materiali di supporto, ma parte integrante di un percorso che riconosce come l'apprendimento digitale proceda per ritorni, salti e aggiustamenti successivi. Oggi il problema non è l'accesso alle informazioni, ma la difficoltà di dargli forma. Il valore del "Quaderno" sta proprio nell'offrire una struttura entro cui le conoscenze possano depositarsi e connettersi, invece di restare frammentarie. Per queste ragioni, come accennato in precedenza, il testo supera la connotazione di manuale operativo. Pur mantenendo la chiarezza propria di uno strumento didattico, propone una riflessione più ampia sul ruolo della rappresentazione digitale nella formazione del progettista contemporaneo. La sua natura sintetica non è un limite ma è la capacità di condensare principi, metodi e pratiche in uno strumento agile e implementabile, destinato a rimanere un riferimento utile per chiunque riconosca nella rappresentazione un processo critico di conoscenza e comunicazione del progetto.

strates how the construction of a digital model is not limited to the generation of geometric forms but requires prior organisation of information and constant reflection on how that information is communicated. The distinction between model space and paper space, the importance given to layer design, and the relationships between information structure and graphic representation demonstrate how digital drawing is the result of a process in which geometric, graphic, and organisational aspects come together. The design of the model thus coincides with the design of the process that enables its management and communication.

To this is added a specific teaching approach. Video lessons, infographics, and visual aids are not support materials but an integral part of a process that recognises how digital learning proceeds through repeated revisiting, leaps, and subsequent adjustments. Today, the problem is not access to information, but the difficulty of giving it form. The value of the 'Quaderno' lies precisely in offering a structure within which knowledge can be stored and connected, rather than remaining fragmented. For these reasons, as mentioned previously, the text transcends the connotation of an instruction manual. While maintaining the clarity of a teaching tool, it offers a broader reflection on the role of digital representation in the education of contemporary designers. Its concise nature is not a limitation, but rather its ability to condense principles, methods, and practices into a flexible and extensible teaching resource, destined to remain a useful reference for anyone who recognises representation as a critical process of understanding and communicating the project.

BIBLIOGRAFIA

BAGLIONI L. (2016), *La rappresentazione matematica per il controllo della forma*, in CLEMENTE C., BAIANI S., a cura di, *B-Side [Inseriti urbani]. Il progetto tecnologico per la riqualificazione di spazi dimenticati*, Roma, Edizioni Nuova Cultura.

CINTI LUCIANI S. (2007), *La geometria della rappresentazione nei programmi CAD*, in DE CARLO L., a cura di, *Informatica e fondamenti scientifici della rappresentazione*, Roma, Gangemi Edizioni, pp. 41-46.

DE RUBERTIS R. (2002), *Il disegno di progetto*, Roma, Carocci.

DOCCI M., GAIANI M., MAESTRI D. (2021), *Scienza del disegno*, Torino, Città Studi Edizione.

ELKINS J. (2009), *La storia dell'arte e le immagini che arte non sono*, in PINOTTI A., SOMAINI A., a cura di, *Teorie dell'immagine. Il dibattito contemporaneo*, Milano, Raffaello Cortina, pp. 155-205.

GEYMONAT L., GIORELLO G. (1980), *Modello*, in *Enciclopedia Einaudi*, Torino, Einaudi, vol. IX, pp. 383-422.

MALDONADO T. (2005), *Reale e virtuale*, Milano, Feltrinelli.

MIGLIARI R. (2012), *La Geometria descrittiva nel quadro storico della sua evoluzione dalle origini alla rappresentazione digitale*, in CARLEVARIS L., DE CARLO L., MIGLIARI R., a cura di, *Attualità della Geometria Descrittiva*, Roma, Gangemi editore, pp. 15-42.

PELLEGATTA C. (2018), *Il pensiero rappresentato: il ruolo delle immagini nella scienza e nell'arte. Pensare per immagini e immagini per pensare*, tesi di dottorato di ricerca in Storia, Disegno e Restau-

ro dell'Architettura, sezione Disegno dell'Architettura, relatore F. Quici, correlatori R. de Rubertis, G. Massari. Sapienza Università di Roma.

PELLEGATTA C., *Immagine*, https://libguides.unitn.it/ld.php?content_id=83672095 (ultima consultazione 29/1/2026).

PELLEGATTA C., *Figura*, https://libguides.unitn.it/ld.php?content_id=83671965 (ultima consultazione 29/1/2026).

QUARTERONI A. (2007), *Computazionali, metodi*, in *Enciclopedia della Scienza e della Tecnica*, Treccani, [https://www.treccani.it/enciclopedia/metodi-computazionali_\(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/metodi-computazionali_(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica)/) (ultima consultazione 29/1/2026).

SDEGNO A. (2002), *Architettura e rappresentazione digitale*, Venezia, Libreria Editrice Cafoscarina.

UGO V. (1994), *Fondamenti della rappresentazione architettonica*, Bologna, Esculapio.

«XY dimensioni del disegno», anno XV, n. 41-42-43.

VALENTI G.M., *de.form.are ing*, https://elearning.uniroma1.it/plugin-file.php/309930/mod_resource/content/1/GMValenti_De-formare_NURBS.pdf (ultima consultazione 29/1/2026).

Autodesk, AutoCAD Guida in linea <https://www.autodesk.com/it/support/technical/article/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/TTA/Where-to-find-the-online-help-for-Autodesk-AutoCAD.html> (ultima consultazione 29/1/2026).

Questo testo nasce dall'esigenza di guidare e indirizzare studenti e studentesse, ma anche operatori e operatrici del settore, verso un utilizzo consapevole dello strumento e della tecnica, attraverso un percorso conoscitivo che propone un metodo di lavoro in grado di fornire indicazioni per una controllata gestione del processo progettuale digitale CAD 2D e 3D per piani. L'anima del progetto sono 14 brevi videolezioni che delineano procedure raccontando il programma AutoCAD di Autodesk (applicativo per sistema operativo Windows, estendibile per le trattazioni procedurali generali anche al sistema operativo macOS), ma che, pur risentendo fortemente dell'architettura dell'applicativo scelto, si basano su criteri di gestione adattabili anche ad altri software. Ad accompagnare e completare la narrazione "visuale", vi sono un testo sintetico a carattere introduttivo, una sorta di "glossario ragionato" di alcuni termini usati nell'ambito della rappresentazione e nello specifico della rappresentazione digitale, e 14 infografiche che guidano alla fruizione dei contenuti delle singole lezioni.

Cristina Pellegatta, architetta libera professionista, è dottoressa di ricerca e docente a contratto al Politecnico di Milano e all'Università di Trento; svolge attività di ricerca negli ambiti del rilievo, della rappresentazione architettonica e del territorio, delle scienze visuali e grafiche e dell'uso degli applicativi open source nella costruzione e gestione delle immagini.

ISSN online: 2974-5608

ISBN online: 978-88-5541-163-9

DOI: <https://doi.org/10.15168/quaderni-di-xy.v2i0>

<https://doi.org/10.15168/quaderni-di-xy.v2.video>

Licenza Creative Commons



Except where otherwise noted, contents on this paperback are licensed under a Creative Commons Attribution – Share Alike 4.0 International License. Eccetto ove diversamente specificato, i contenuti del quaderno sono rilasciati sotto Licenza Creative Commons Attribuzione – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale.