



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in ingegneria edile

UTILIZZO DELLA PROGRAMMAZIONE VISIVA IN SOFTWARE BIM

USE OF VISUAL PROGRAMMING IN BIM SOFTWARE

Relatore:

Prof. Alberto Giretti

Tesi di Laurea di:

Leonardo Pierdicca

A.A. 2021 / 2022

INDICE

1. Le rivoluzioni, durante la storia, delle tecnologie nel campo ingegneristico.
2. I processi del BIM dalla “Pianificazione” alla “Gestione Operativa”.
3. Utilizzo della modellazione BIM per strutture preesistenti.
4. Disposizione dei decreti ministeriali sul BIM.
5. Revit: la proposta di software BIM da parte di Autodesk.
6. Funzionalità principali di Revit.
7. Revit vs Autocad.
8. Approfondimento di Revit tramite elaborato personale.
9. Dynamo: un software per la progettazione computazionale.
10. Interfaccia utente di Dynamo.
11. Struttura di Dynamo.
12. Dati.
13. Progettazione con elenchi.
14. Approfondimento di Dynamo tramite elaborati personali.
15. Conclusione
16. Sitografia e Programmi utilizzati
17. Ringraziamenti.

Le rivoluzioni, durante la storia, delle tecnologiche nel campo ingegneristico.

Gli inizi dell'ingegneria risalgono all'epoca dell'antico Egitto e della Mesopotamia tra il 4000 a.C. e il 2000 a.C. quando l'uomo sentì la necessità di costruirsi un rifugio stabile.

L'uomo divenne presto consapevole che vi era la necessità di avere mezzi di trasporto.

La ruota, i cui meccanismi vengono sfruttati ancora oggi, è stata la prima delle grandi invenzioni che hanno segnato la storia umana.

Le prime vere grandi opere civili della storia possono essere considerate le Piramidi d'Egitto (2700 a.C. – 2500 a.C.).

Altre importanti costruzioni ingegneristiche sono:

- Il Partenone (447 a.C. – 438 a.C.)
- Via Appia Antica (312 a.C.)
- La Grande Muraglia Cinese (220 a.C.)



I romani sono stati tra i primi a realizzare importanti opere civili come acquedotti, porti, ponti, dighe e un'ampia rete di strade.

Grandi geni come Leonardo da Vinci, James Watt, Benjamin Franklin, Alessandro Volta, Thomas Edison e Nikola Tesla hanno notevolmente contribuito allo sviluppo dell'ingegneria. Di grande rilevanza è l'ambiente culturale in cui essi hanno operato.

Sussiste un forte legame tra la storia della scienza e la storia dell'ingegneria, poiché le invenzioni e le scoperte scientifiche hanno influenzato direttamente le opere ingegneristiche.

Una, se non la più grande rivoluzione avviene con l'invenzione del computer che ha cambiato totalmente modi e tempi della progettazione ingegneristica.



Nascono i primi software di calcolo per l'analisi strutturale attorno agli anni '60; ma solo negli anni '80 con l'avvento dei personal computer si ha una vera e propria diffusione.

La rivoluzione avviene anche dal punto di vista progettuale con la nascita dei primi software grafici per il disegno tecnico.

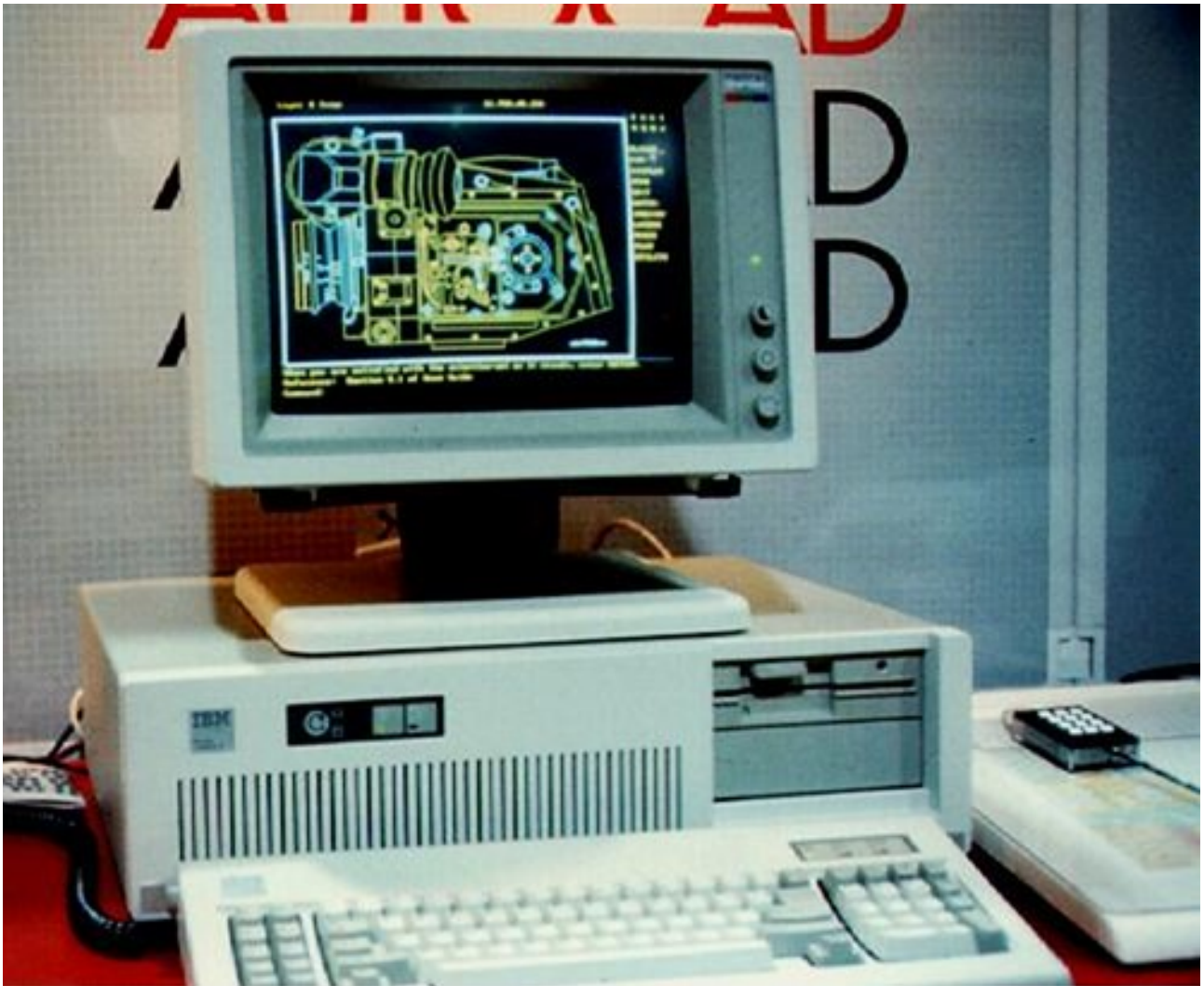
Nel 1963 Ivan Sutherland presenta “Sketchpad” un sistema sperimentale che consentiva al progettista di disegnare su un monitor a raggi catodici con una penna ottica.



- Ivan Sutherland mentre utilizza “Sketchpad”.

Nel 1971 Patrick Hanratty sviluppa “ADAM”, un software CAD grafico interattivo, fondamentale per il progresso di tali software: infatti tutt’oggi è possibile risalire alle sue radici nell’80% dei programmi CAD.

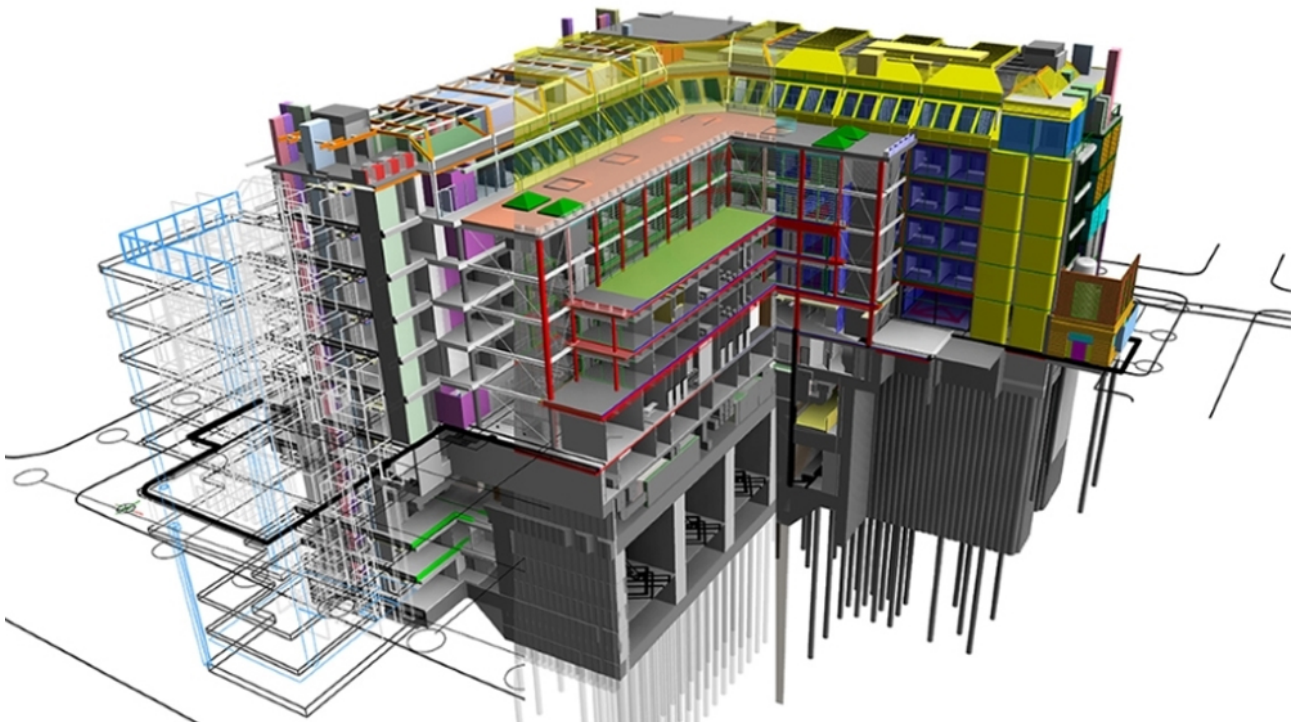
Nel 1982 Autodesk realizza AutoCAD, il primo software CAD di progettazione 2D realizzato per PC anziché per computer mainframe.



- AutoCAD 1982.

Negli anni '90 la semplificazione nell'uso del computer, dovuto alla diffusione delle interfacce utente grafiche e l'abbassamento dei costi dell'hardware hanno reso i sistemi CAD alla portata di tutti i professionisti. Nel 1994 Autodesk rilascia AutoCAD R13 compatibile con il 3D.

Negli anni 2000 incomincia la diffusione dei software BIM, uno step ulteriore alla semplice progettazione grafica tramite CAD.



Il BIM (Building Information Modeling) è il processo olistico di creazione e gestione delle informazioni relative ad una costruzione; è una rappresentazione digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di un edificio, usato per progettare, costruire e gestire edifici ed infrastrutture in modo più efficiente anche dal punto di vista economico.

Il software BIM permette ad ingegneri ed architetti di collaborare su un progetto in un ambiente virtuale. Ciò può migliorare la comunicazione, il coordinamento e le decisioni da prendere per tutta la vita utile dell'edificio. Il Building Information Modeling permette, tramite simulazioni, di fare analisi su potenziali problemi prima che inizi la costruzione e valutare in modo più accurato i costi stimati, riducendo inoltre la probabilità di errori e ritardi durante la costruzione.

Dal punto di vista ambientale i rifiuti possono essere ridotti al minimo, consegnando i vari materiali e componenti al bisogno anziché accumularli in cantiere.

I processi del BIM dalla “Pianificazione” alla “Gestione Operativa”.

Pianificazione e Progettazione

Durante la fase di pianificazione il BIM può essere usato per creare modelli 3D dettagliati dell'edificio e di tutti i suoi sistemi: architettonici, strutturali, meccanici, elettrici e impiantistici. Questi modelli vengono creati tramite l'acquisizione di dati reali adattandoli all'ambiente naturale e agli edifici preesistenti. Essi possono essere usati per simulare e analizzare le prestazioni dell'edificio, come l'efficienza energetica, l'illuminotecnica, l'acustica e la sicurezza antincendio. Ciò permette di identificare con anticipo potenziali problemi per ricercare preventivamente le soluzioni.



Il BIM può fornire un'analisi preventiva per quel che riguarda i costi permettendo una miglior gestione del budget. Il software permette tramite l'uso di specifiche pianificazioni una migliore comunicazione tra il team di progettisti ed il cliente.

Costruzione

Il BIM può essere utilizzato per creare modelli 4D e 5D per simulare i processi di costruzione, inclusi la logistica, l'allocazione delle risorse e la gestione delle fasi.

Questo migliora la coordinazione e riduce la possibilità di errori e ritardi durante la costruzione. I modelli 5D possono essere utilizzati per integrare i dati dei costi permettendo una valutazione più accurata.

Durante la costruzione il BIM può essere utilizzato per migliorare la logistica fornendo informazioni dettagliate sui componenti dell'edificio e su come si relazionano l'uno con l'altro, identificando potenziali “conflitti” tra di essi.

Queste informazioni possono essere utilizzate per pianificare e coordinare la consegna e l'installazione dei singoli.



Gestione Operativa

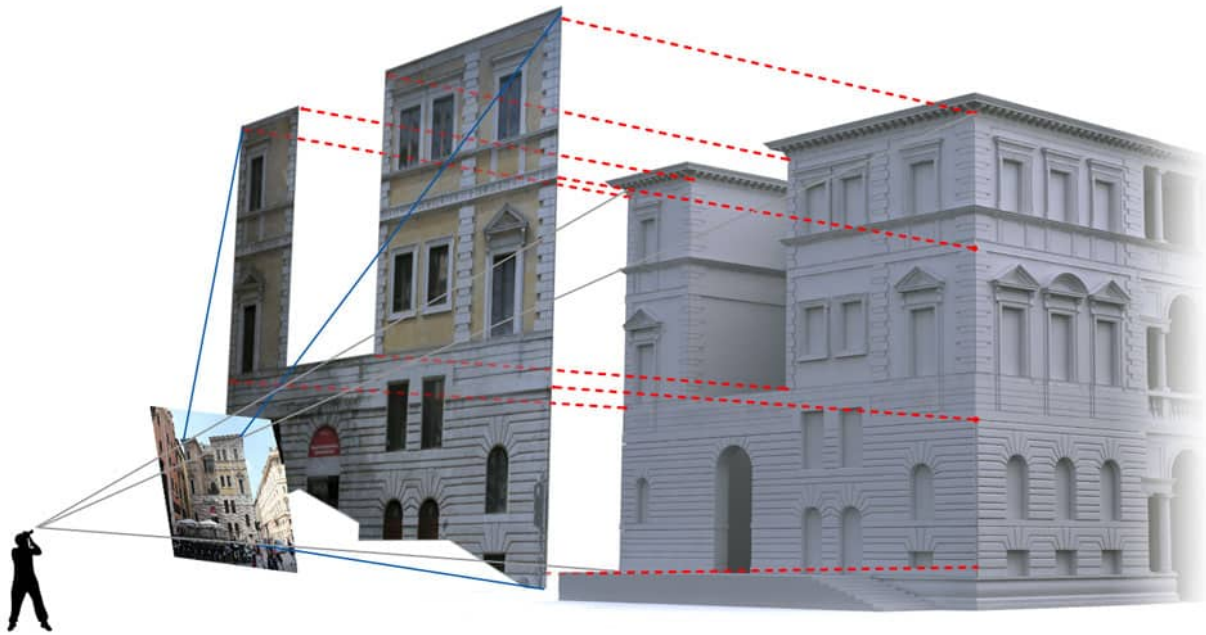
La gestione operativa tramite BIM sfrutta la tecnologia per semplificare le normali operazioni per il mantenimento dell'edificio. Uno dei punti chiave del BIM per la gestione operativa è la capacità di accedere a informazioni dettagliate di ogni singolo elemento ed utilizzarle per qualsiasi scopo.

Una volta che l'edificio è costruito, il BIM può essere utilizzato per monitorare o gestire futuri rinnovamenti o ampliamenti tramite un "gemello" digitale. In caso di un guasto, piuttosto che analizzare l'edificio fisico, ci si potrebbe rivolgere al modello digitale valutando le possibili problematiche riguardanti l'area interessata. Trovato il componente che ha causato il guasto, si hanno tutte le informazioni necessarie per sostituirlo: dimensioni, produttore, numero di serie ecc. Possono essere incorporate nel software BIM le informazioni dinamiche sull'edificio, come le misurazioni dei sensori e i segnali di controllo dei sistemi.



Utilizzo della modellazione BIM per strutture preesistenti.

La creazione del modello 3D di una struttura preesistente viene facilitata dalla tecnica della fotogrammetria e dalle scansioni laser 3D, in aggiunta alle tradizionali metodologie di rilevamento degli edifici. In generale, costruire un modello digitale per un edificio preesistente è sempre più complicato rispetto a quando si è nella fase di progettazione di un nuovo fabbricato.



- Tecnica della fotogrammetria.

Disposizioni dei decreti ministeriali sul BIM.

Tra il 2022 e il 2025 il Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili (Mims) impone l'obbligatorietà dell'utilizzo del BIM per progetti sopra la soglia del milione di euro. Dopo il decreto del 2 agosto 2021 viene premiato l'uso del BIM negli appalti pubblici.

Revit: la proposta di software BIM da parte di Autodesk.

Revit è un software ampiamente usato nella progettazione edilizia per costruzioni. Essendo molto diffuso come software tra ingegneri ed architetti, la collaborazione ne è facilitata.

Le capacità BIM di Revit sono tantissime, permettendo un'analisi dettagliata dell'edificio e delle sue componenti. Revit ha un'ampia community online, costantemente vengono pubblicati tutorials per approfondimenti e il supporto è sempre disponibile per risolvere ogni tipo di problema.

La struttura parametrica di Revit permette di facilitare ogni tipo di modifica in un progetto, andando a trasportare le modifiche in tutti i documenti ad esso collegati in modo automatico. Revit può dialogare facilmente con altri software di casa Autodesk come Autocad ma anche con software esterni come SketchUp e Rhino rendendolo molto versatile.



AUTODESK Revit 2023

Funzionalità principali di Revit.

Componenti Parametrici

Le componenti parametriche di Revit, note come “famiglie”, sono elementi preimpostati ma personalizzabili. Le famiglie possono includere muri, porte, finestre, scale, mobili ecc.

Andando a ritoccare i parametri delle componenti, si può modificare l'aspetto o il comportamento di questi. Per esempio, una finestra può essere modificata per quel che riguarda le sue dimensioni, il tipo di telaio, la tipologia di vetro installato, per crearne diverse tipologie. L'utilizzo di componenti parametriche può far risparmiare tempo e aumentare l'accuratezza del modello, poiché l'utente può semplicemente scegliere un componente precostruito e adattare i suoi parametri al bisogno piuttosto che crearne uno nuovo da zero. Inoltre, quando un parametro viene cambiato, il cambiamento automaticamente si propaga per tutto il modello.

Revit permette anche agli utenti di creare i propri componenti parametrici, che possono essere salvati e riutilizzati in altri progetti. Questo è utile per creare elementi personalizzati o per creare componenti specifiche che non sono incluse nella libreria standard di Revit.

Condivisione del lavoro

Revit dispone di diversi strumenti per lavorare in team permettendo di condividere facilmente i progetti BIM tra i vari membri.

- **Worksharing:** permette a molti utenti di lavorare sullo stesso modello Revit contemporaneamente; ogni utente dispone della propria copia locale del modello che viene periodicamente sincronizzata dopo ogni modifica.
- **Collaborazione in Cloud:** i file Revit possono essere salvati e condivisi sul cloud (Autodesk BIM 360), permettendo ai membri del team di accedere e lavorare sul modello da qualunque luogo ed in qualsiasi momento. La collaborazione cloud permette anche la condivisione di file in modo più semplificato con clienti e consulenti.
- **Collegamenti e Importazioni:** i modelli Revit possono essere collegati o importati in altri file Revit, riuscendo ad integrare al meglio differenti modelli di diversi membri.
- **Esportazione:** i file Revit possono essere esportati sotto forma di altri formati per essere utilizzati tramite altri software o condivisi con altri che non hanno accesso a Revit.
- **Revit C4R (Collaboration for Revit):** è un software cloud che permette di lavorare simultaneamente in tempo reale allo stesso progetto.

Abachi

Gli abachi sono un potente strumento che permette agli utenti di creare un resoconto delle informazioni del modello riguardo stanze, porte, finestre, materiali ecc. Gli abachi sono creati scegliendo gli elementi appropriati del modello definendo le informazioni da includere. Revit include un'ampia varietà di campi predefiniti che possono essere usati per creare abachi, come aree, volumi, conteggi, costi ecc.

Gli utenti possono creare anche i propri campi personalizzati. Una volta creati, gli abachi possono essere facilmente personalizzati in termini di disposizione, formato e aspetto. Possono essere esportati in Excel per ulteriori analisi e modifiche, oppure utilizzati direttamente in Revit per la documentazione del progetto.

Gli abachi Revit permettono di estrarre informazioni utili alla documentazione stessa del progetto, valutazione dei costi e gestione operativa.

Interoperabilità

Revit consente di importare, esportare e collegare i formati di file BIM e CAD più comuni, inclusi IFC, 3DM, SKP, OBJ e molti altri

Annotazione

Revit dà la possibilità di annotare all'interno del progetto tramite etichette, per esempio per la quotatura o per le illustrazioni.

Strumenti e soluzioni per sviluppatori

Tramite Dynamo, l'accesso alle API ed i contenuti nell'Autodesk App Store si possono estendere le funzionalità di Revit per gli sviluppatori.

Personalizzazione

L'interfaccia utente è completamente personalizzabile in base alle proprie esigenze, con tasti di scelta rapida da tastiera, barre multifunzione e barre degli strumenti.

Revit vs Autocad.

La principale differenza tra i due consiste nel fatto che AutoCAD è un software generico di disegno e progettazione 2D e 3D, mentre Revit è un software BIM attuo a creare modelli 3D intelligenti. AutoCAD e Revit interagiscono perfettamente tra loro. Sono stati creati per scopi simili ma diversi, nascono entrambi software CAD ma AutoCAD è principalmente usato per creare disegni di dettagli ingegneristici ed architettonici, mentre Revit è utilizzato per creare modelli 3D dettagliati di edifici con annesso ogni tipo di sistema. Revit ha anche la capacità di creare disegni in 2D e abachi dal modello 3D.



Pianifica, progetta, costruisci e gestisci edifici e infrastrutture con potenti strumenti per il Building Information Modeling.

➔ **Dettagli del prodotto**

DA UTILIZZARE PER:

- Progettazione architettonica
- Progettazione strutturale
- Ingegneria e dettagli MEP
- Progettazione nella fase di pre-produzione



Lavorate in modo più efficiente a partire dalla pianificazione e

➔ **Dettagli del prodotto**

DA UTILIZZARE PER:

- Progetti, disegni e documentazioni 2D
- Modellazione e visualizzazione 3D

COSA È IN GRADO DI FARE:

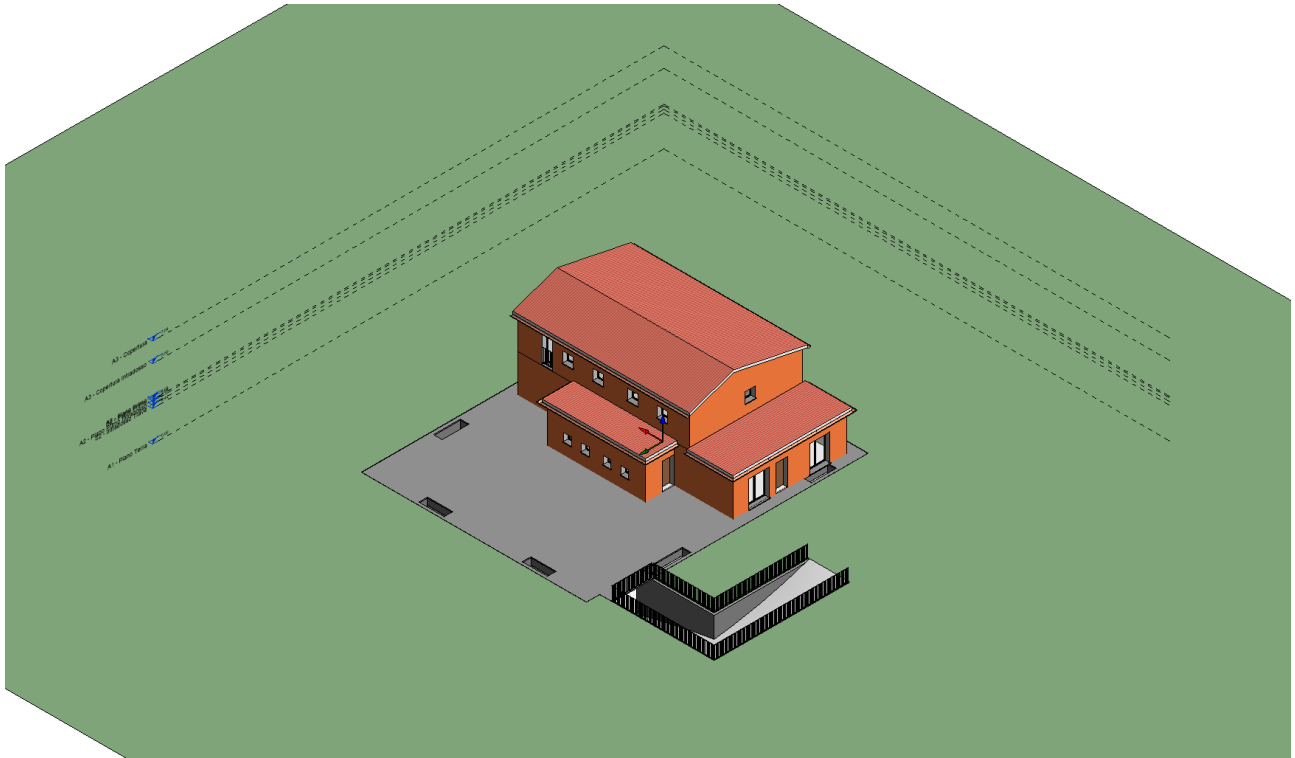
- Progettazione concettuale
- Modellazione parametrica 3D
- Progettazione e documentazione dettagliate
- Coordinamento multidisciplinare
- Modellazione di componenti di costruzione
- Analisi e simulazione di sistemi e strutture
- Iterazione e visualizzazione dei progetti
- Generazione della documentazione di progetto per la fabbricazione o la costruzione
- Modellazione di acciaio strutturale e documentazione
- Modellazione e dettagli di fabbricazione MEP
- Visualizzazione fotorealistica 3D
- Analisi delle prestazioni degli edifici
- Elaborati grafici per il progetto esecutivo

COSA È IN GRADO DI FARE:

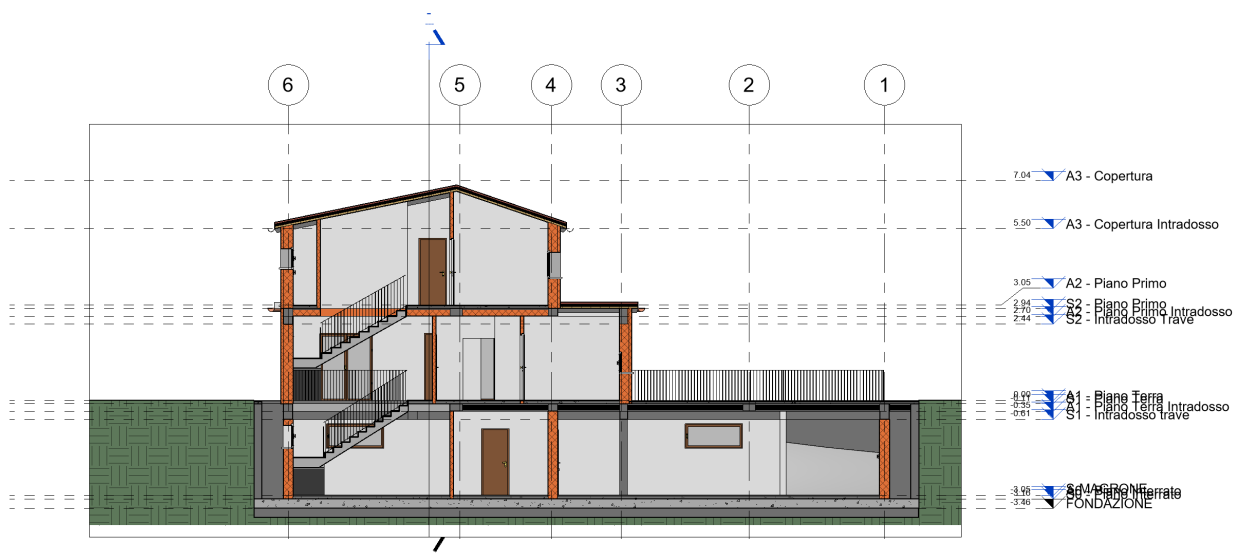
- Creare e modificare la geometria 2D
- Creare e modificare i modelli 3D con solidi, superfici e oggetti mesh
- Annotare i disegni con testi, quote, direttrici e tabelle
- Personalizzare il software con applicazioni aggiuntive e API
- Personalizzare la barra multifunzione e le tavolozze degli strumenti
- Estrarre i dati oggetto nelle tabelle
- Allegare e importare i dati da file PDF
- Condividere e utilizzare i dati di file DGN, Navisworks e Bing Mappe
- Applicare e controllare gli standard CAD

Approfondimento di Revit tramite elaborato personale.

Singola abitazione composta di garage, piano interrato, piano terra e piano primo.



- Vista 3D.



- Sezione.

<Abaco dei locali>			
A	B	C	D
N°	Destinazione d'uso	Superficie del locale	Volume Netto (h 2.70 m)
1	Garage	165.2 m ²	446.0 m ³
2	Bagno	5.4 m ²	14.5 m ³
3	Lavanderia	10.3 m ²	27.9 m ³
4	Disimpegno	3.6 m ²	9.6 m ³
5	Disimpegno	3.6 m ²	9.6 m ³
6	Ripostiglio	3.6 m ²	9.7 m ³
7	Ripostiglio	3.6 m ²	9.7 m ³
8	Lavanderia	10.3 m ²	27.9 m ³
9	Bagno	5.4 m ²	14.5 m ³
10	Cantina	39.8 m ²	107.5 m ³
11	Cantina	39.8 m ²	107.5 m ³
12	Soggiorno	47.4 m ²	128.1 m ³
13	Cucina/Pranzo	15.6 m ²	42.0 m ³
14	Disimpegno	4.2 m ²	11.4 m ³
15	Bagno	3.4 m ²	9.3 m ³
16	Bagno	3.4 m ²	9.3 m ³
17	Disimpegno	4.2 m ²	11.4 m ³
18	Cucina/Pranzo	15.7 m ²	42.4 m ³
19	Soggiorno	47.3 m ²	127.6 m ³
20	Camera	13.2 m ²	35.6 m ³
21	Camera	9.6 m ²	25.9 m ³
22	Bagno	3.5 m ²	9.5 m ³
23	Bagno	5.0 m ²	13.4 m ³
24	Camera	10.4 m ²	28.0 m ³
25	Disimpegno	5.7 m ²	15.5 m ³
26	Disimpegno	8.1 m ²	21.8 m ³
27	Camera	12.4 m ²	33.5 m ³
28	Camera	9.4 m ²	25.3 m ³
29	Bagno	3.8 m ²	10.4 m ³
30	Bagno	6.0 m ²	16.2 m ³
31	Camera	8.2 m ²	22.1 m ³
		527.2 m ²	1423.0 m ³

- Abaco dei locali.

<Abaco dei muri>			
A	B	C	D
Famiglia	Tipo	Vincolo di base	WBS
Muro di base	A-MUR 12	S0 - Piano Interrato	1.2.1.4
Muro di base	A-MUR 12	S1 - Piano Terra	1.2.2.4
Muro di base	A-MUR 12	S2 - Piano Primo	1.2.3.4
Muro di base	A-MUR 20	S0 - Piano Interrato	1.2.1.4
Muro di base	A-MUR 20	S2 - Piano Primo	1.2.3.4
Muro di base	A-MUR 32	S0 - Piano Interrato	1.2.1.4
Muro di base	A-MUR 32	S1 - Piano Terra	1.2.2.4
Muro di base	A-MUR 32	S2 - Piano Primo	1.2.3.4
Muro di base	A-MUR 40	S1 - Piano Terra	1.2.2.1
Muro di base	A-MUR 40	S2 - Piano Primo	1.2.3.1
Muro di base	MUR 20	S0 - Piano Interrato	1.1.2.1
Muro di base	MUR 25	S0 - Piano Interrato	1.1.2.1

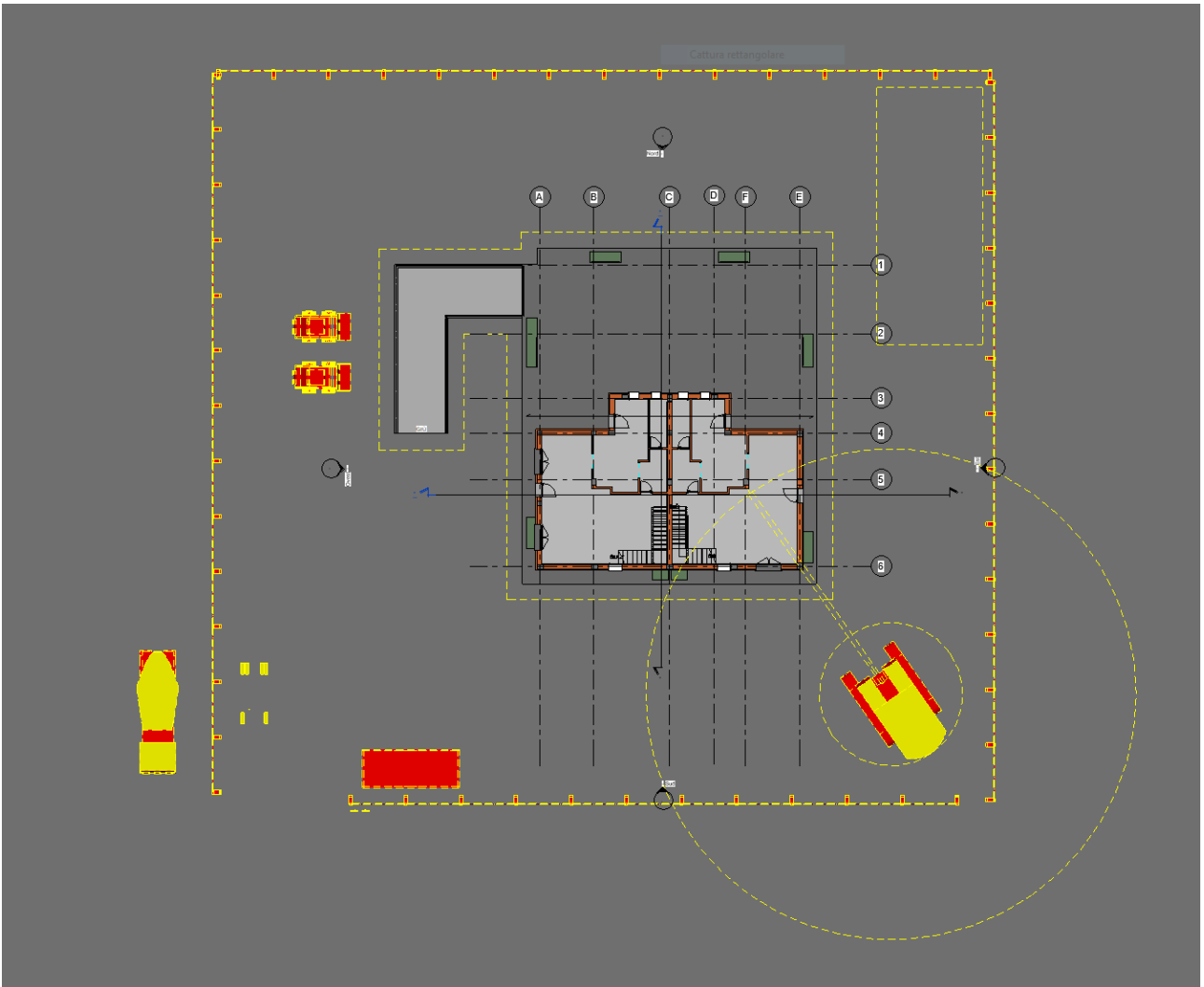
- Abaco dei muri.

<Abaco delle porte>					
A	B	C	D	E	F
Altezza	Contrassegno tipo	Famiglia	Larghezza	Tipo	WBS
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.1.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.1.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.1.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.1.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.1.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.1.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.1.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.1.4
2.10	9	Porta - 1 Anta	0.70	70x210 cm	1.2.1.4
2.10	9	Porta - 1 Anta	0.70	70x210 cm	1.2.1.4
2.10	13	Porta - 1 Anta	0.90	EST_90x210	1.2.2.2
2.10	9	Porta - 1 Anta	0.70	70x210 cm	1.2.2.4
2.10	9	Porta - 1 Anta	0.70	70x210 cm	1.2.2.4
2.10	13	Porta - 1 Anta	0.90	EST_90x210	1.2.2.2
2.10	13	Porta - 1 Anta	0.90	EST_90x210	1.2.2.2
2.10	9	Porta - 1 Anta	0.70	70x210 cm	1.2.2.4
2.10	9	Porta - 1 Anta	0.70	70x210 cm	1.2.2.4
2.10	13	Porta - 1 Anta	0.90	EST_90x210	1.2.2.2
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.3.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.3.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.3.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.3.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.3.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.3.4
2.10	9	Porta - 1 Anta	0.70	70x210 cm	1.2.3.4
2.10	9	Porta - 1 Anta	0.70	70x210 cm	1.2.3.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.3.4
2.10	7	Porta - 1 Anta	0.80	80x210 cm	1.2.3.4

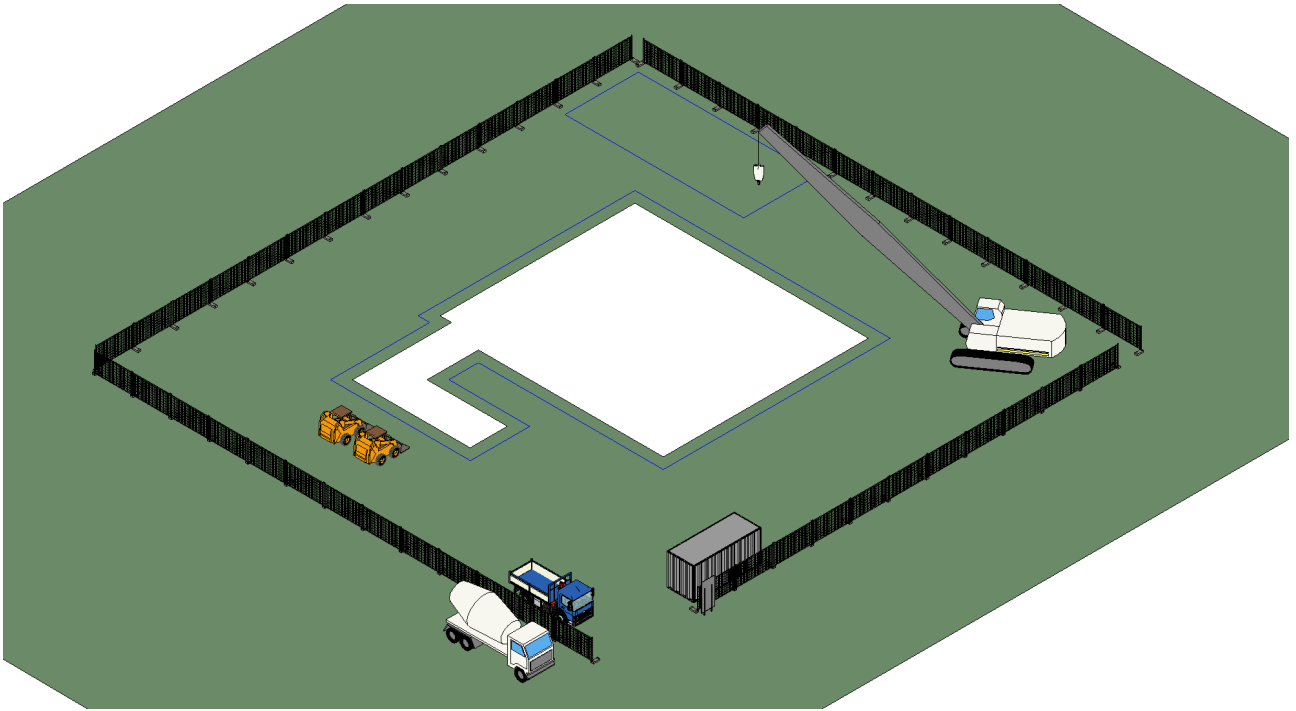
- Abaco delle porte.

<Abaco multicategoria>			
A	B	C	D
Famiglia	Tipo	Livello	WBS
Rampa monolitica	2 cm pedata 2 cm al		
Trave per tetto - Squadrata	14x14		1.1.5
Cartello progetto	48" x 96"	A1 - Piano Terra	
Porta - 1 Anta	70x210 cm	A0 - Piano Interrato	1.2.1.4
Porta - 1 Anta	70x210 cm	A1 - Piano Terra	1.2.2.4
Porta - 1 Anta	70x210 cm	A2 - Piano Primo	1.2.3.4
Porta - 1 Anta	80x210 cm	A0 - Piano Interrato	1.2.1.4
Porta - 1 Anta	80x210 cm	A2 - Piano Primo	1.2.3.4
Gru Cingolata	20000 mm a 45°	A1 - Piano Terra	
Muro di base	A-MUR 12		<variabile>
Muro di base	A-MUR 20		<variabile>
Muro di base	A-MUR 32		<variabile>
Muro di base	A-MUR 40		<variabile>
Pavimento	A-PAV 8 (ESTERNO	A1 - Piano Terra	1.2.5
Pavimento	A-PAV 11	A0 - Piano Interrato	
Pavimento	A-PAV 11	A1 - Piano Terra	
Pavimento	A-PAV 11	A2 - Piano Primo	
Autocarro_medio_con_gru_10069	Autocarro da lavoro	A1 - Piano Terra	
Bobcat	Bobcat	A1 - Piano Terra	
Betoniera	Carrello in cemento	A1 - Piano Terra	
Scala gettata in opera	Cls - Alzata Max 17,		
Container_Piccolo	Container_Piccolo	A1 - Piano Terra	
Porta - 1 Anta	EST_90x210	A1 - Piano Terra	1.2.2.2
Finestra - 1 Anta	FIN 60x60	A1 - Piano Terra	1.2.2.2
Finestra - 1 Anta	FIN 60x60	A2 - Piano Primo	1.2.3.2
Finestra - 1 Anta	FIN 75x70	A0 - Piano Interrato	1.2.1.2
Finestra - 1 Anta	FIN 80x80	A2 - Piano Primo	1.2.3.2
Finestra Due Ante	FIN 80x160	A1 - Piano Terra	1.2.2.2
Finestra - 1 Anta	FIN 80x210	A1 - Piano Terra	1.2.2.2
Finestra - 1 Anta	FIN 80x210	A2 - Piano Primo	1.2.3.2
Finestra - 1 Anta	FIN 175x70	A0 - Piano Interrato	1.2.1.2
Grondaia	Grondaia		
Rampa inclinata	Inclinazione 20%		1.1.2.3
BC_GENERIC_Mobile-construction-site-fen	Mobile Fence		
Muro di base	MUR 20		1.1.2.1
Muro di base	MUR 25		1.1.2.1
Piattaforma	Piattaforma	S-MAGRONE FONDAZI	
Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare	PIL 25x40	S0 - Piano Interrato	1.1.2.2
Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare	PIL 25x40	S1 - Piano Terra	1.1.3.1
Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare	PIL 30x30	S0 - Piano Interrato	1.1.2.2
Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare	PIL 30x30	S1 - Piano Terra	1.1.3.1
Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare	PIL 30x30	S2 - Piano Primo	1.1.4.1
Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare	PIL 30x40	S0 - Piano Interrato	1.1.2.2
Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare	PIL 30x40	S1 - Piano Terra	1.1.3.1
Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare	PIL 30x40	S2 - Piano Primo	1.1.4.1
Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare	PIL 30x50	S0 - Piano Interrato	1.1.2.2
Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare	PIL 30x60	S0 - Piano Interrato	1.1.2.2
Platea	Platea	S0 - Piano Interrato	1.1.1.1
Ringhiera	Rettangolare Semplici		<variabile>
Sistema di travi strutturali	Sistema di travi strut		
Pavimento	SOL Laterocemento	S2 - Piano Primo	1.2.3.3
Pavimento	SOL Predal 24	S1 - Piano Terra	1.2.2.3
Pianerottolo monolitico	Spessore 30 cm		
Tetto di base	TET Legno		1.2.4
Calcestruzzo - Trave rettangolare	TRA 25x50		<variabile>
Calcestruzzo - Trave rettangolare	TRA 30x24		<variabile>
Calcestruzzo - Trave rettangolare	TRA 30x50		<variabile>
Calcestruzzo - Trave rettangolare	TRA 40x24		<variabile>

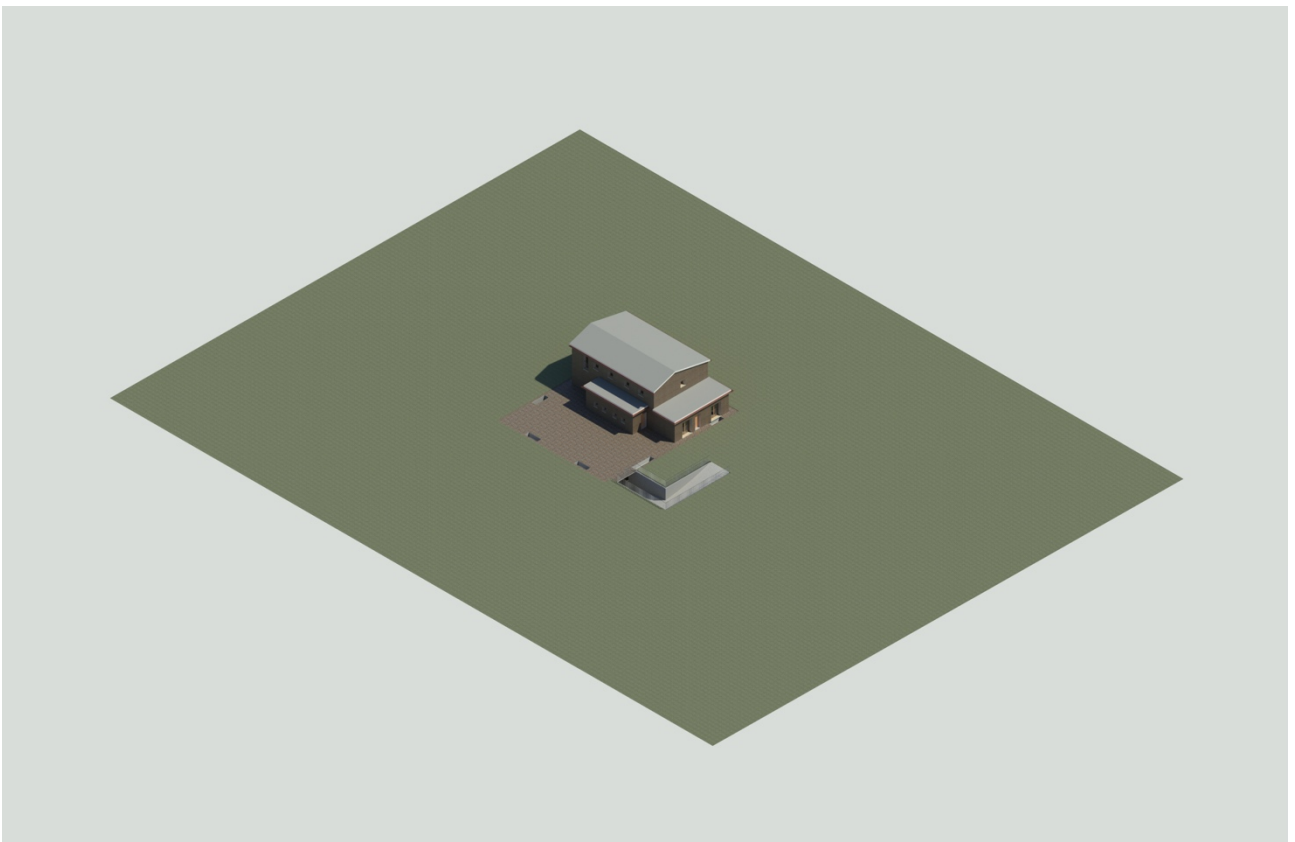
- Abaco multicategoria.



- Pianta organizzativa per la gestione del cantiere.



- Vista 3D organizzativa per la gestione del cantiere.



- Rendering 3D del progetto finale.

Dynamo: un software per la progettazione computazionale.

Dynamo consente ai progettisti, tramite la programmazione visiva, di risolvere problemi e creare strumenti; permette di automatizzare compiti ripetitivi e creare script personalizzati per snellire il carico di lavoro e migliorare la produttività.

Per esempio, è possibile creare script che permettono di aggiornare le dimensioni, creare nuovi elementi o cambiare il materiale di cui sono fatti. Questo, oltre a far risparmiare tempo, riduce il rischio di commettere errori che potrebbero capitare quando si procede manualmente.

Tramite Dynamo si può andare ad interagire direttamente sul modello Revit modificando specifici elementi come pareti, pavimenti o porte, oppure eseguire calcoli e analisi di dati sull'intero modello, per esempio per analisi energetiche o stima dei costi.

Gli architetti possono utilizzare Dynamo per automatizzare la creazione di componenti edili come pareti e pavimenti, gli ingegneri possono sfruttare Dynamo per automatizzare la creazione di elementi strutturali come travi e pilastri ed eseguire calcoli sulla resistenza strutturale dell'edificio.

Dynamo ha una community molto attiva che condivide script e conoscenze su forum, blog e social. Questa è una grande risorsa per i nuovi utenti in cerca di ispirazione per i loro script.

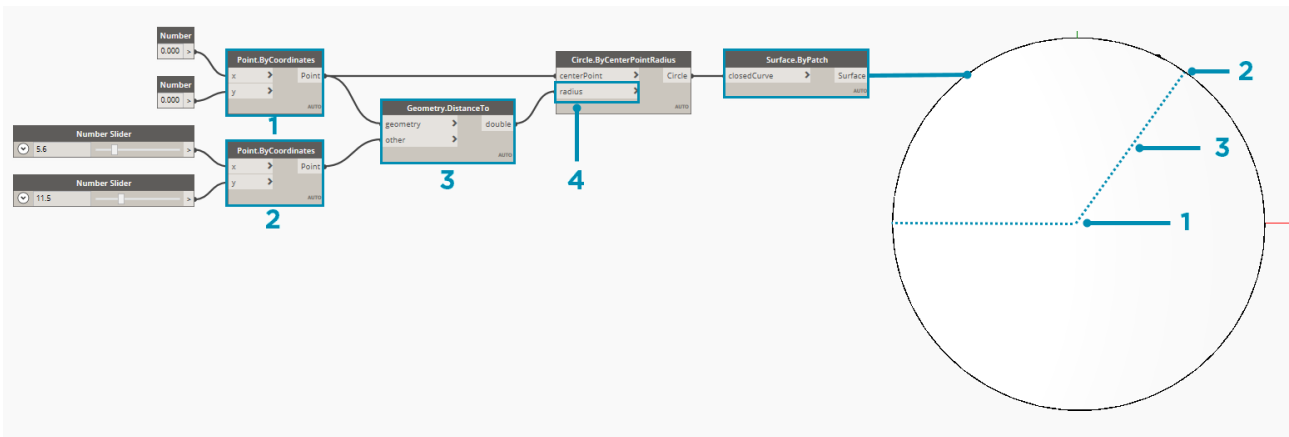
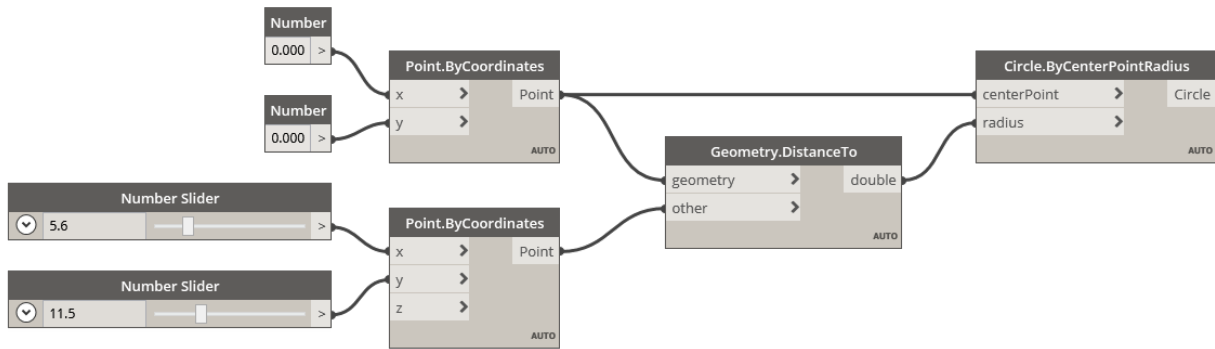
La programmazione

Il primo ostacolo per comunicare con il computer è che è necessario ricorrere a qualche forma di astrazione. Una soluzione è quella di utilizzare un qualsiasi linguaggio di programmazione (Python, JavaScript o C), alternativamente si può optare per una soluzione “grafica” ovvero tramite la programmazione visiva: anziché digitare il testo vengono collegati tra loro nodi preconfezionati. Ciò rende la programmazione più accessibile ed intuitiva anche per le persone che non hanno familiarità con i linguaggi di programmazione, inoltre permette la creazione di programmi complessi evitando di scrivere enormi quantità di codice, riducendo anche gli errori dati dalla scrittura.

Programmazione Testuale:

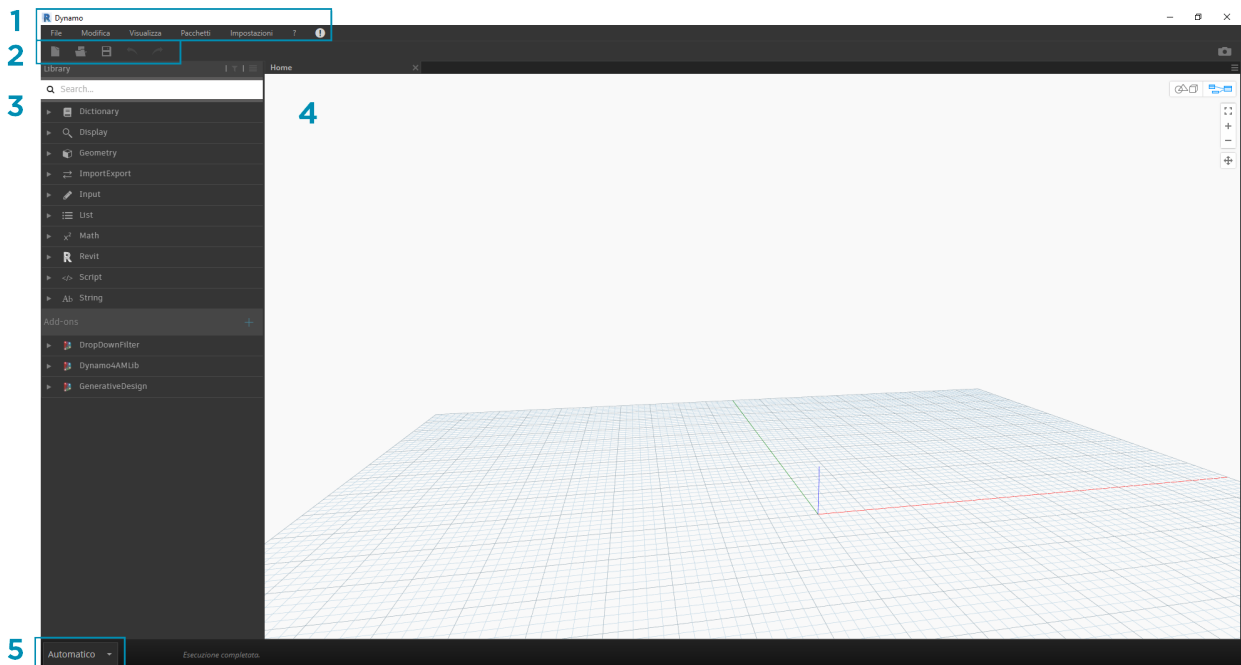
```
myPoint = Point.ByCoordinates(0.0,0.0,0.0);  
x = 5.6;  
y = 11.5;  
attractorPoint = Point.ByCoordinates(x,y,0.0);  
dist = myPoint.DistanceTo(attractorPoint);  
myCircle = Circle.ByCenterPointRadius(myPoint,dist);
```

Programmazione Visiva:



Interfaccia utente di Dynamo.

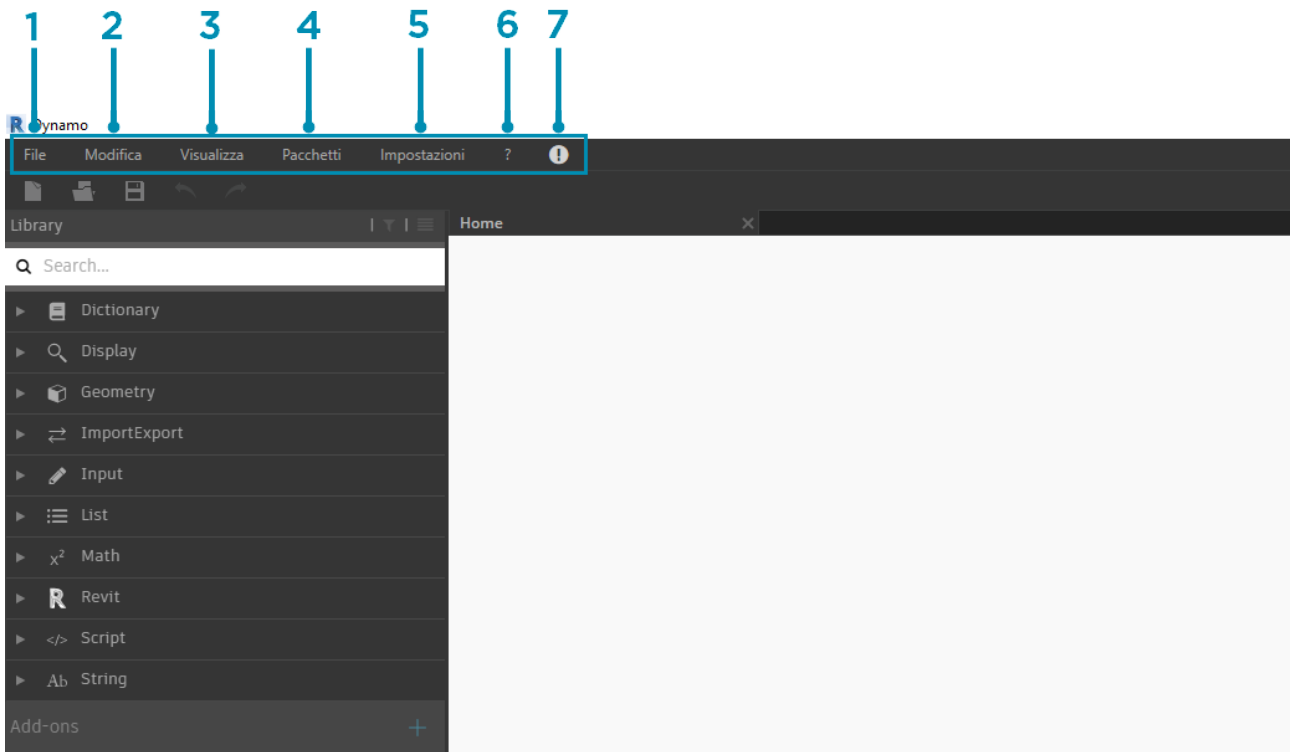
Dynamo organizza l'interfaccia utente in cinque blocchi principali, il maggiore dei quali è l'area di lavoro dove si compongono i programmi visivi.



1. Menu
2. Barra degli strumenti
3. Libreria
4. Area di lavoro
5. Barra di esecuzione

Menu

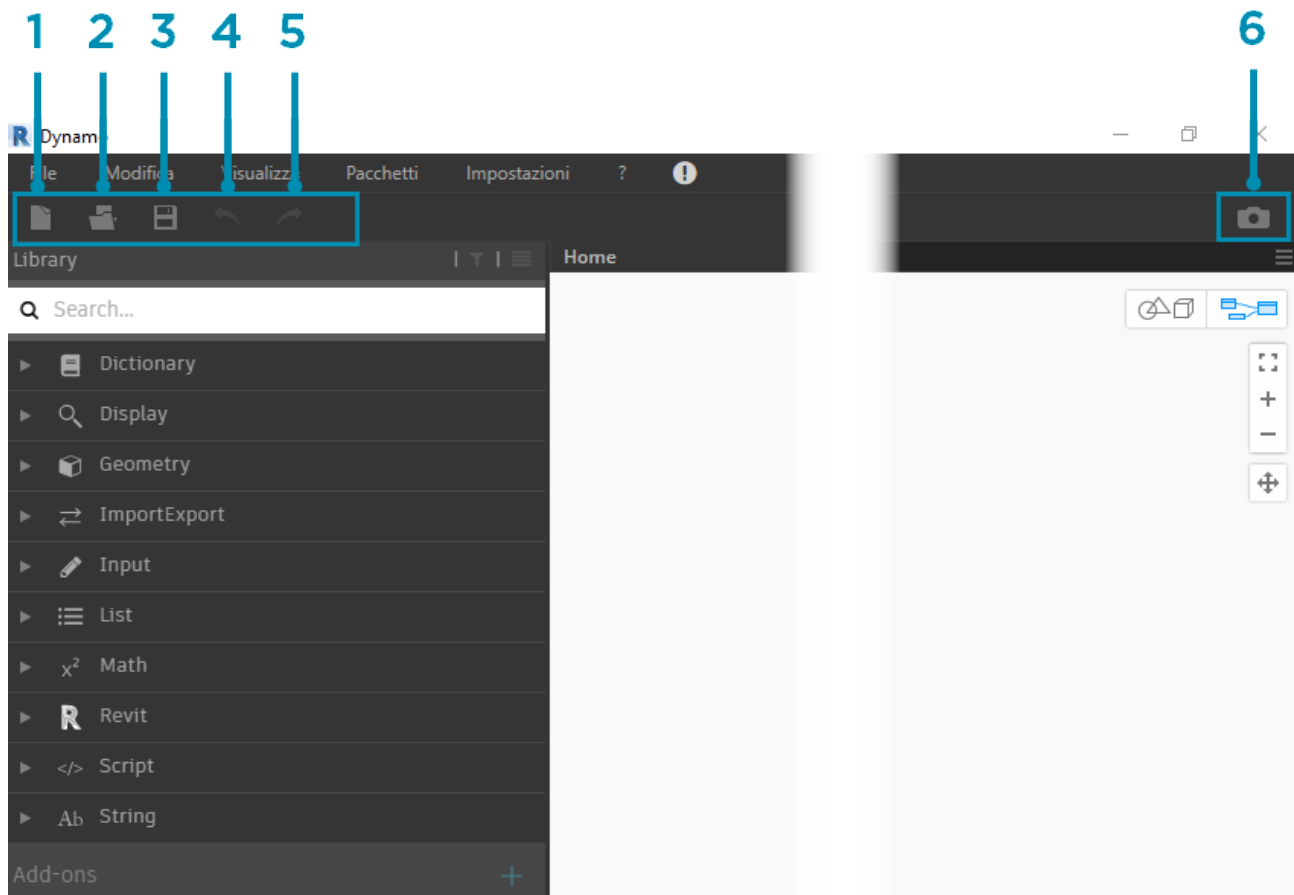
Tramite i menu a tendina risaliamo ad alcune delle funzionalità di base dell'applicazione Dynamo. I primi due menu contengono le azioni relative alla gestione di file e operazioni per la modifica del contenuto. I menu “Visualizza”, “Pacchetti”, “Impostazioni”, “?” e “!” sono più specifici.



1. File
2. Modifica
3. Visualizza
4. Pacchetti
5. Impostazioni
6. Guida (?)
7. Notifiche (!)

Barra degli strumenti

Per facilitare l'accesso rapido ai file, è presente una serie di pulsanti collocati nella barra degli strumenti. A sinistra sono collocati i pulsanti principali, tra cui "Annulla" e "Ripeti", mentre a destra è posizionato il pulsante per l'acquisizione di un'istantanea della schermata di lavoro, utile alla documentazione ed alla condivisione.

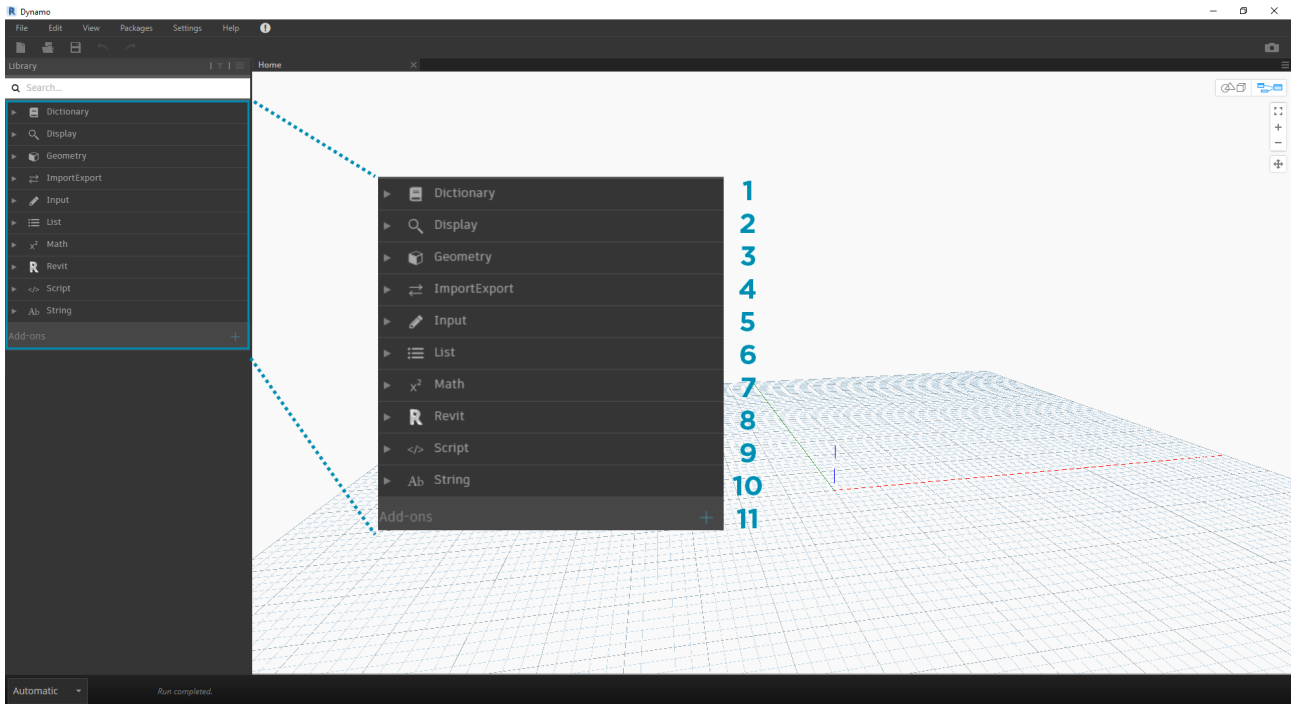


1. Nuovo: consente di creare un nuovo file .dyn
2. Apri: consente di aprire un file .dyn (area di lavoro) o .dyf (nodo personalizzato)
3. Salva/Salva con nome: consente di salvare il file in .dyn o .dyf
4. Annulla: consente di annullare l'ultima azione
5. Ripeti: consente di ripetere l'azione successiva
6. Esporta area di lavoro come immagine: consente di esportare l'area di lavoro visibile come file PNG

Libreria

Tutti i nodi di default e qualsiasi altro nodo personalizzato che verrà successivamente aggiunto sono contenuti nella libreria. Sono organizzati in modo gerarchico attraverso categorie e sottocategorie.

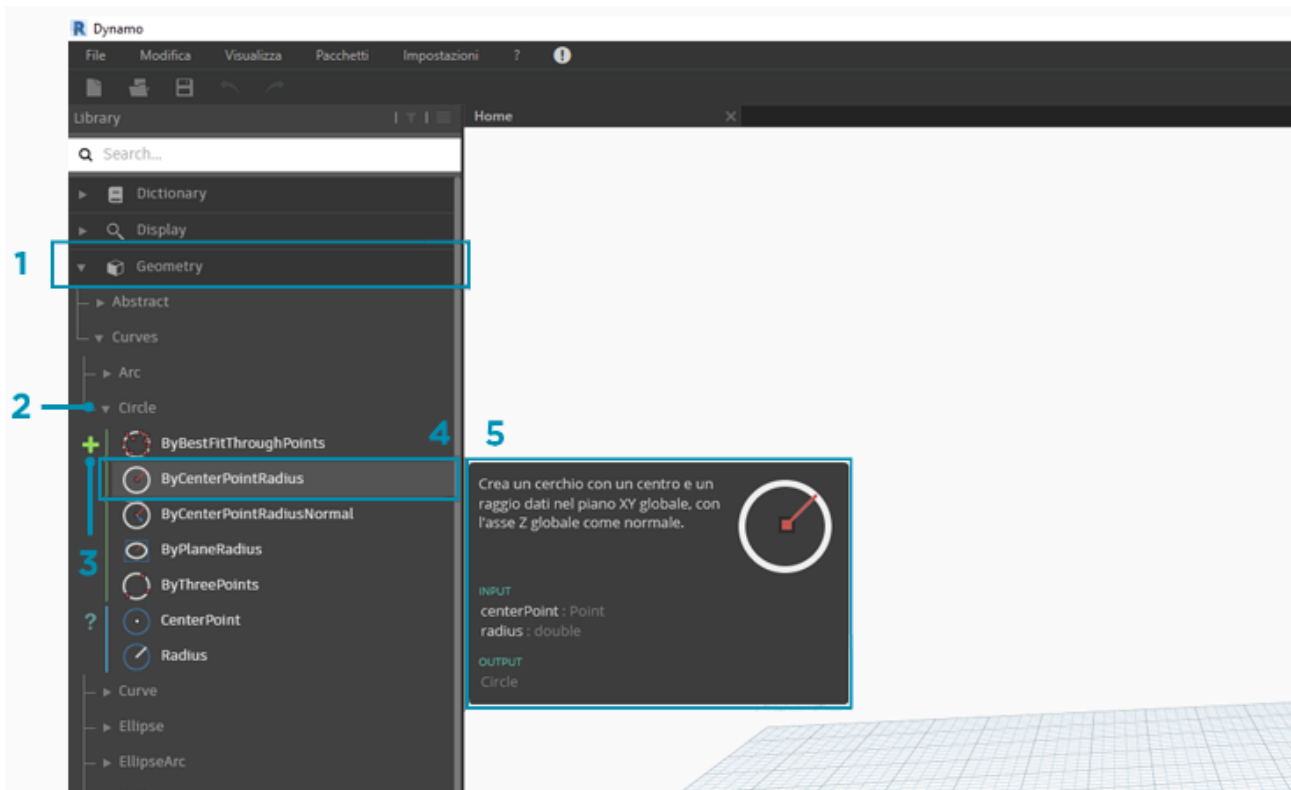
La libreria in modo predefinito contiene otto categorie di nodi.



1. Dictionary
2. Display
3. Geometry
4. ImportExport
5. Input
6. List
7. Math
8. Revit
9. Script
10. String
11. Add-ons

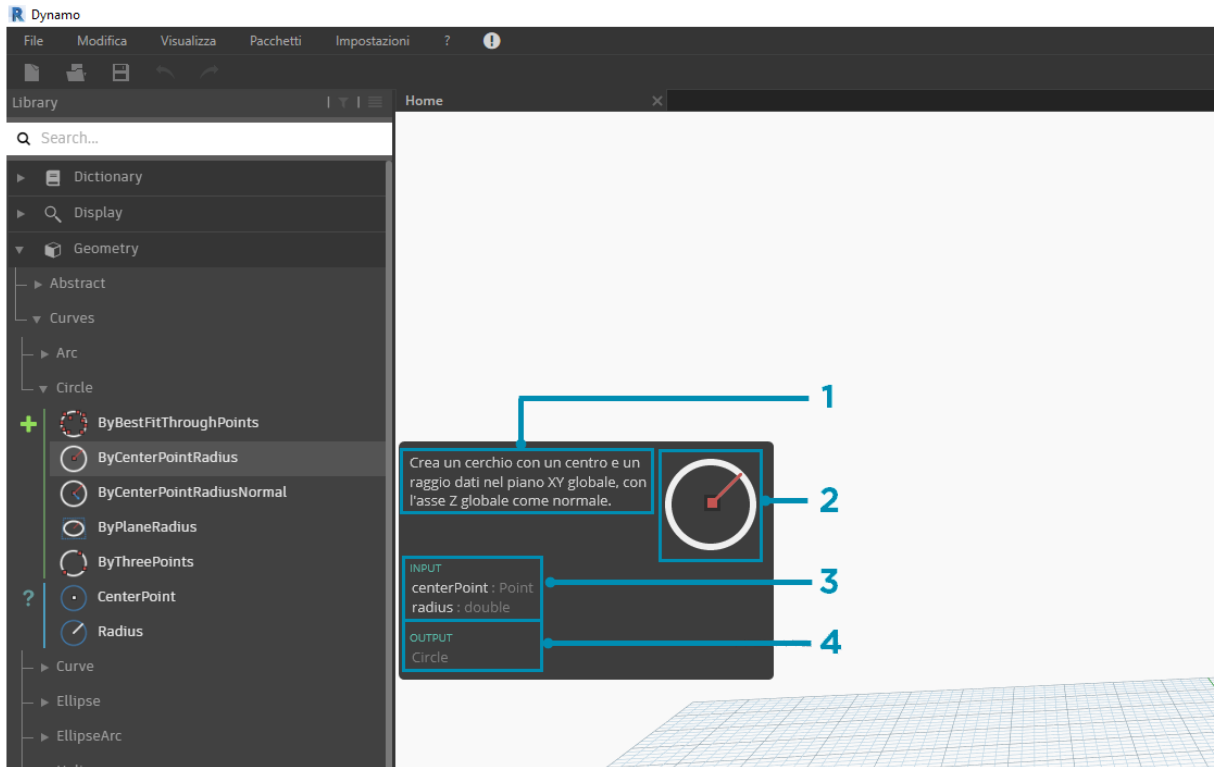
ESEMPIO: creazione di un cerchio

Tramite i menu della libreria si clicca su Geometry/Curves/Circle



1. Libreria (Geometry)
2. Categoria (Circle)
3. Sottocategoria
4. Nodo
5. Descrizione e proprietà del nodo (viene visualizzata quando si posiziona il cursore sopra l'icona del nodo)

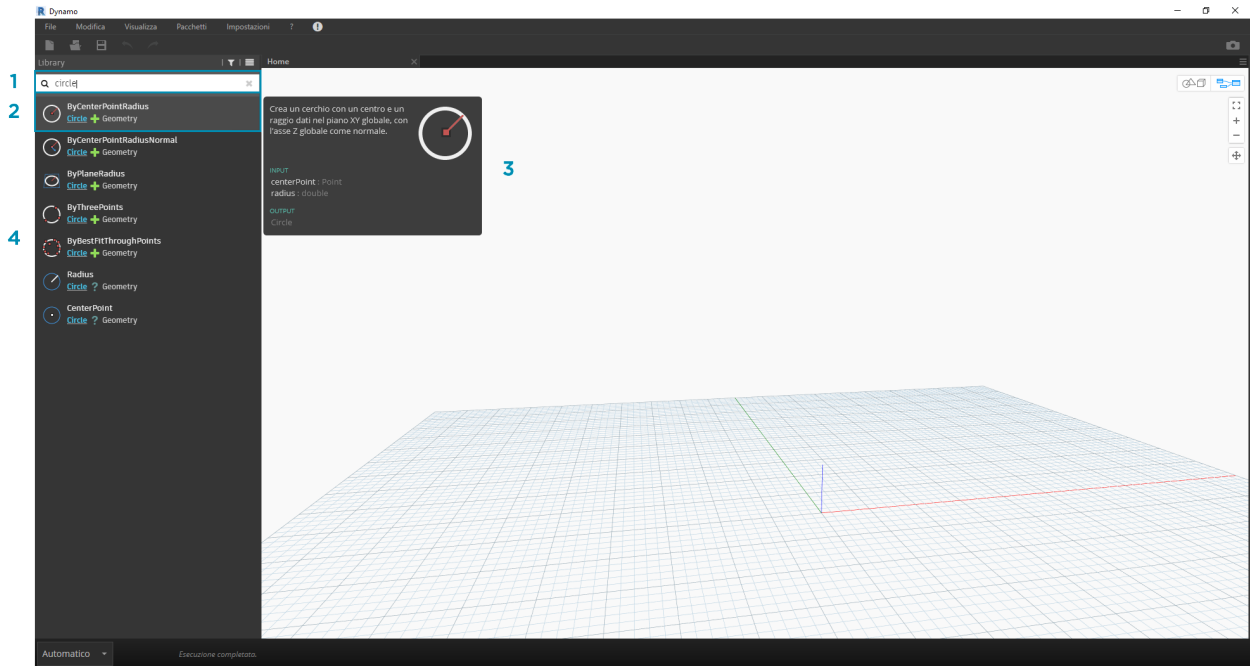
Dalla categoria “Circle” selezionare “ByCenterPointRadius” per andare a creare una circonferenza dati centro e raggio. Questo si intuisce dalla finestra a comparsa che fornisce informazioni più dettagliate sul nodo per comprendere meglio cosa richiede di input e cosa restituirà come output.



1. Descrizione: descrizione con linguaggio normale del nodo
2. Icona: versione più grande dell'icona presente nel menu libreria
3. Input: nome, tipo di dati e struttura di dati
4. Output: tipo di dati e struttura di dati

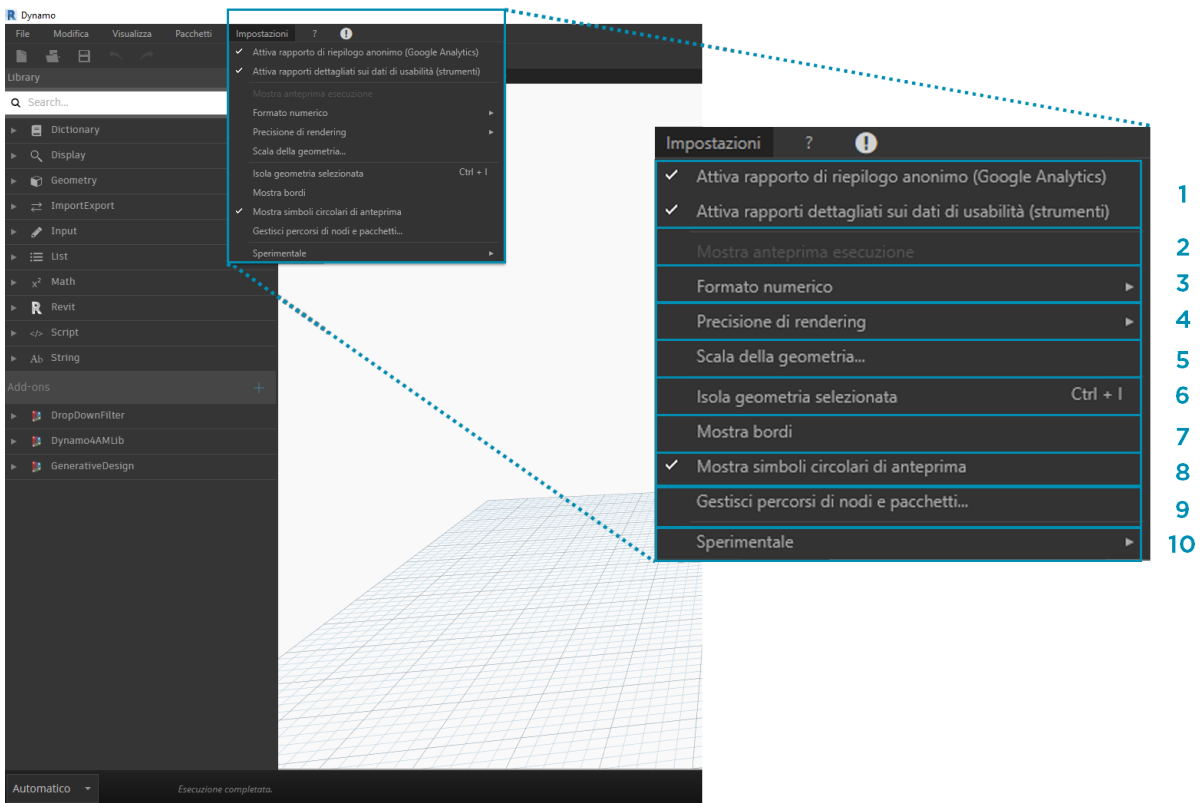
Ricerca

Se si conosce già il nodo di interesse con cui si ha intenzione di lavorare, il metodo migliore e più rapido per trovarlo è quello di utilizzare il campo “Search” ovvero “Cerca”, presente in alto a sinistra sopra la libreria. Iniziando a digitare, viene visualizzato nella libreria tutto ciò che è correlato, con il percorso di navigazione relativo alla categoria del nodo dove si trova. Per aggiungere il nodo all’area di lavoro basta premere il tasto “Invio” sulla tastiera oppure cliccare sul nodo stesso.



1. Campo di ricerca
2. Il risultato più adatto o quello selezionato
3. Corrispondenze alternative

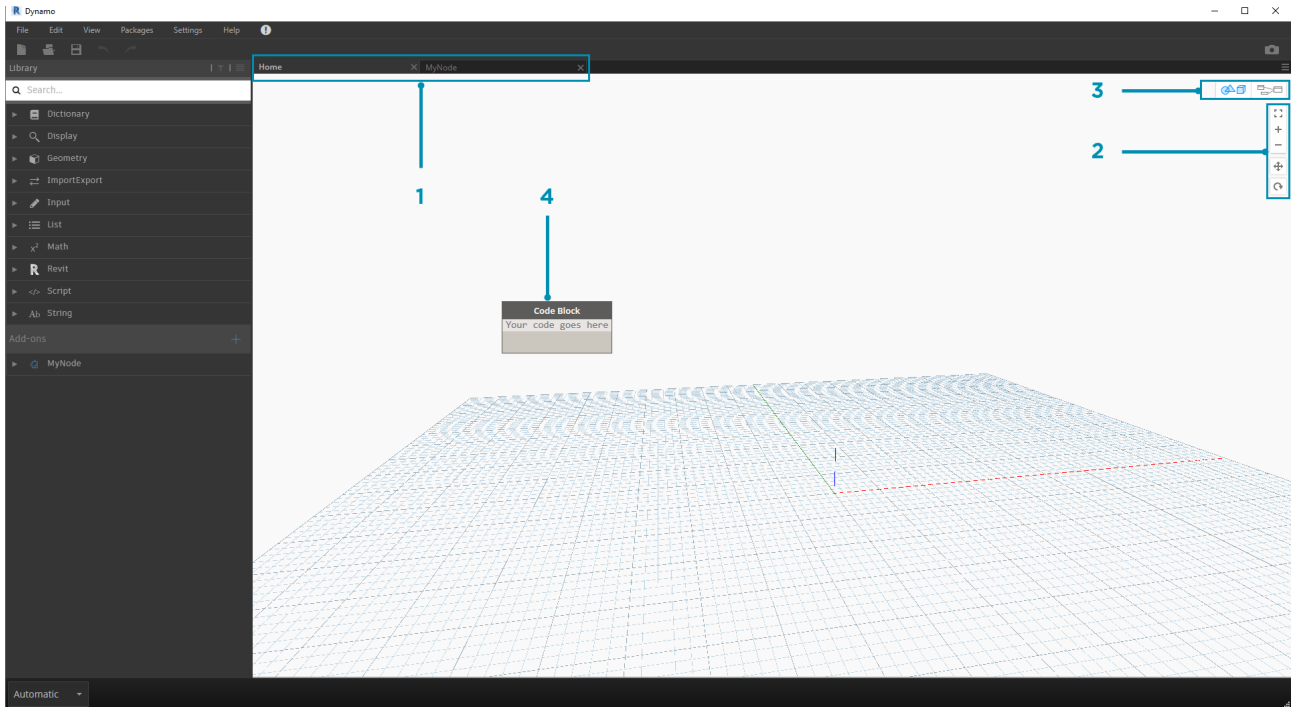
Impostazioni



1. Attivazione della generazione di rapporti (opzioni per la condivisione dei dati utente per migliorare Dynamo)
2. Mostra anteprima esecuzione (consente di visualizzare in anteprima lo stato di esecuzione del grafico). I nodi pianificati per l'esecuzione verranno evidenziati nel grafico
3. Opzione di formato di numero (consentono di modificare le impostazioni del documento per i decimali)
4. Precisione di rendering (consente di alzare o abbassare la qualità di rendering del documento)
5. Scala della geometria (consente di selezionare l'intervallo della geometria su cui si sta lavorando)
6. Isola geometria selezionata (consente di isolare la geometria di sfondo in base alla selezione del nodo)
7. Mostra bordi (consente di attivare o disattivare i bordi della geometria 3D)
8. Mostra simboli circolari di anteprima (consente di attivare o disattivare i simboli circolari di anteprima dei dati sotto i nodi)
9. Gestisci percorsi di nodi e pacchetti (consente di gestire i percorsi di file per mostrare nodi e pacchetti nella libreria)
10. Sperimentale (consente di utilizzare le funzionalità beta nuove di Dynamo)

Area di lavoro

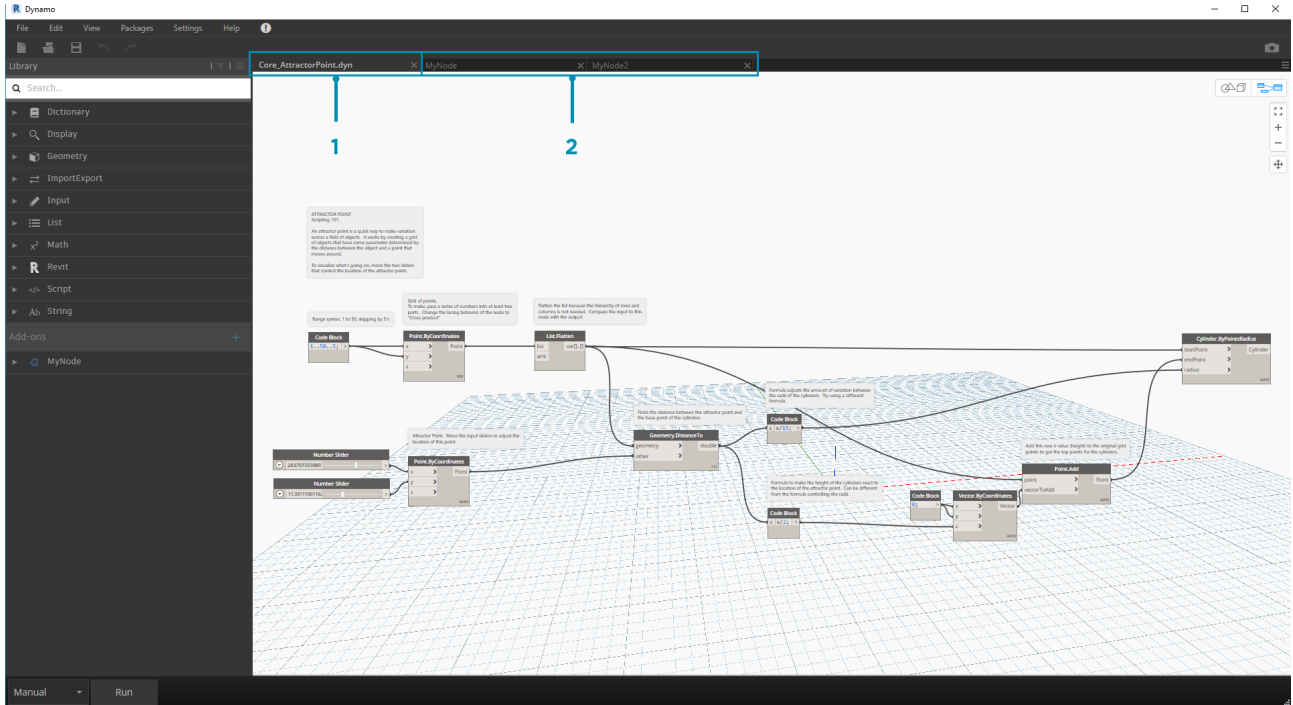
I programmi visivi vengono sviluppati all'interno dell'area di lavoro di Dynamo, dove contemporaneamente possiamo avere un'anteprima della geometria risultante.



1. Schede
2. Pulsanti di zoom e panoramica
3. Modalità anteprima
4. Doppio clic sull'area di lavoro

Schede

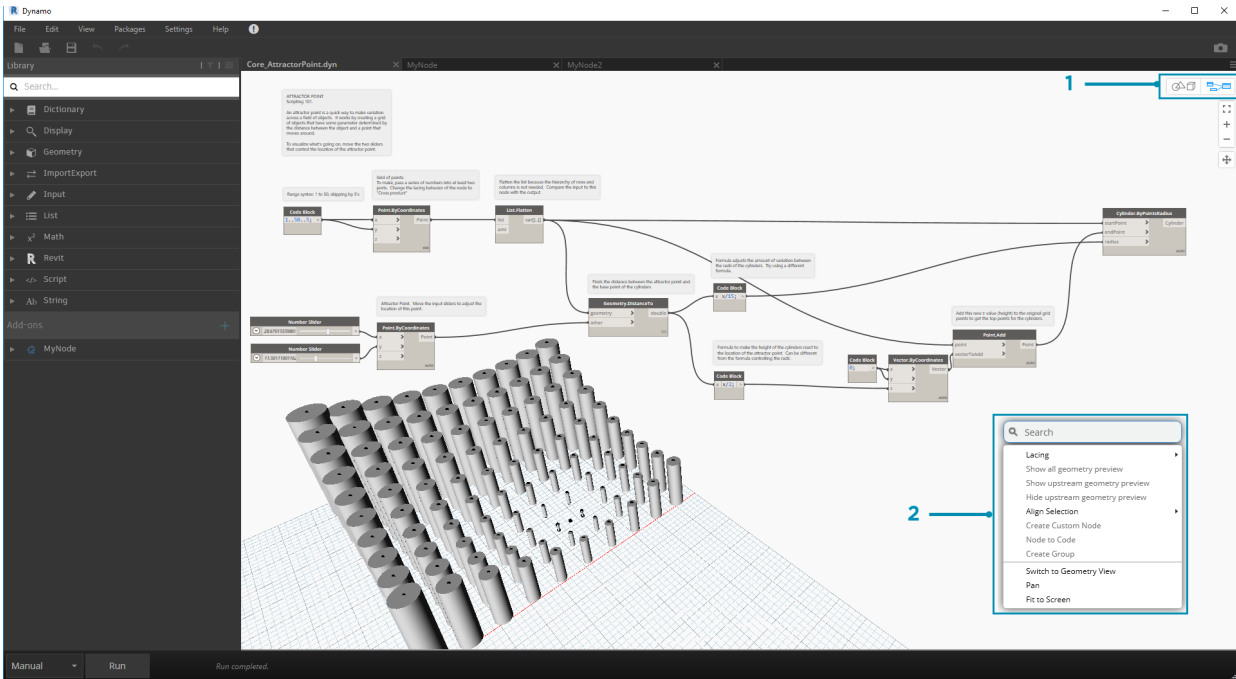
Per semplificare la gestione di tutti i nodi presenti si possono creare più schede all'interno dell'area di lavoro.



1. Scheda attiva
2. Schede in background

Anteprima 3D

Il risultato dell'insieme dei nodi viene sottoposto a rendering direttamente nell'area di lavoro andando a creare un'anteprima di ciò che è stato programmato. L'anteprima è attiva di default, si potrà attivare o disattivare a propria discrezione.

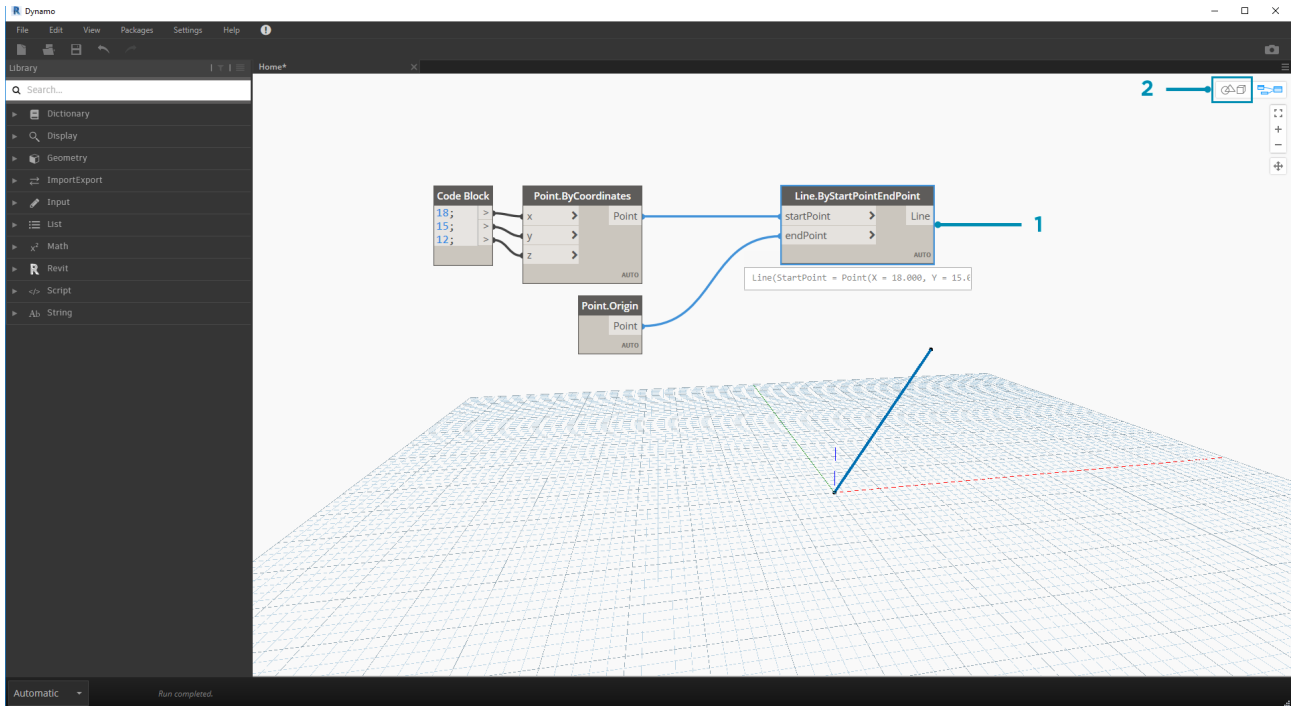


Sono presenti tre modi per alternare la vista di anteprima:

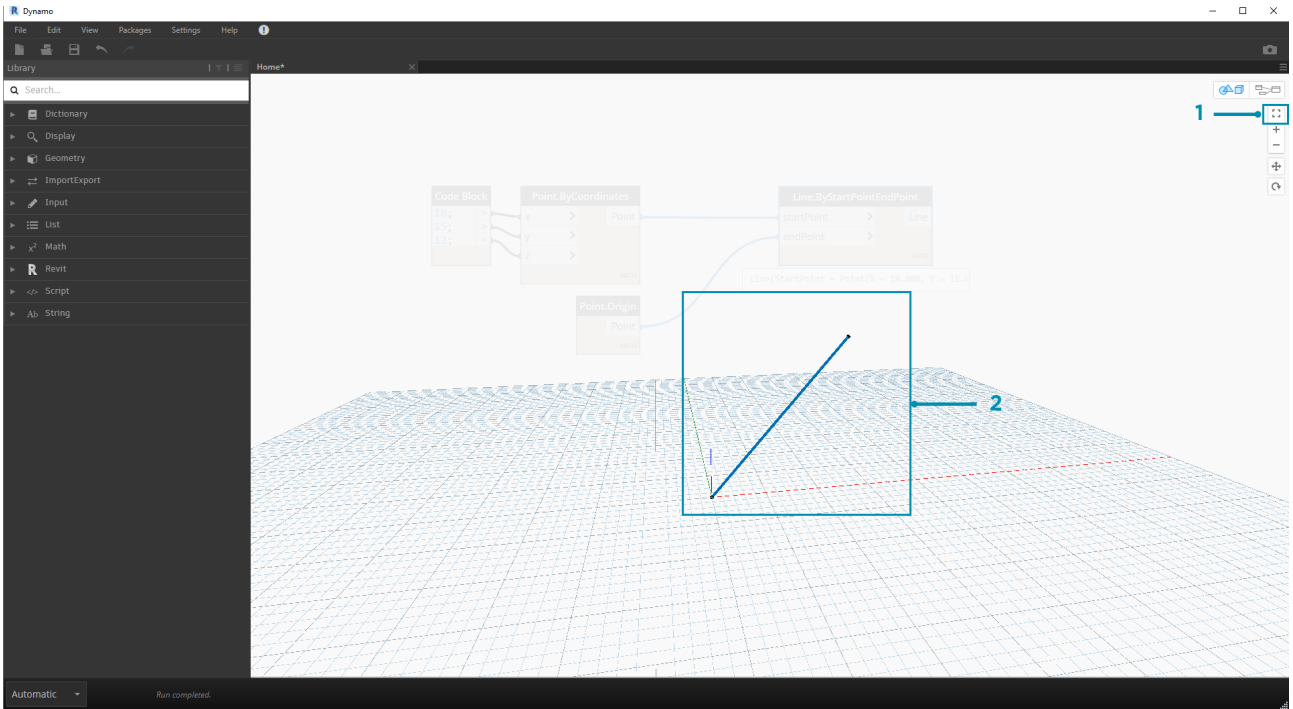
1. Pulsanti di attivazione e disattivazione dell'anteprima nell'area di lavoro
2. Clic con il pulsante destro nell'area di lavoro selezionando poi "Switch to Geometry View"
3. Tasto di scelta rapida CTRL+B

Zoom per la ricentratura

Nell'anteprima 3D è possibile eseguire la panoramica, lo zoom e la rotazione di tutti gli elementi, ma è anche possibile selezionare un singolo oggetto creato da un nodo per modificare la vista attorno ad esso.



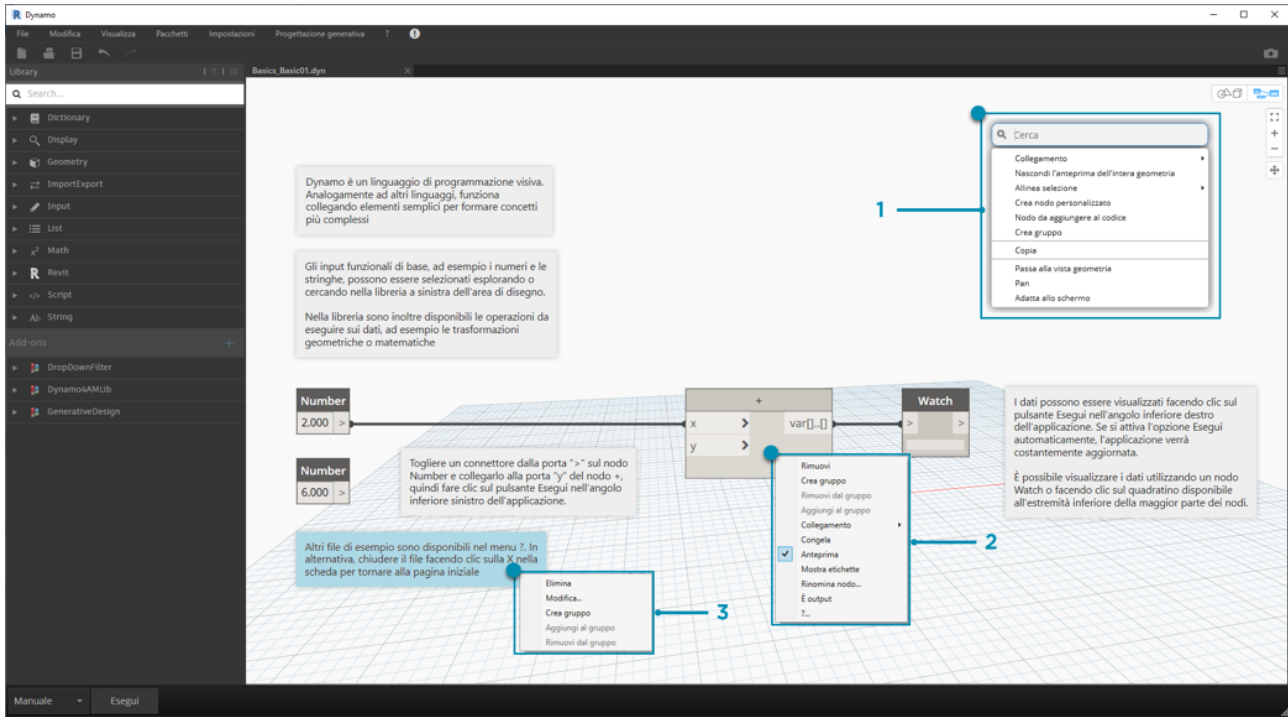
1. Selezionare il nodo corrispondente alla geometria che centerà la vista
2. Passare alla navigazione nell'anteprima 3D



1. Fare clic sull'icona dello zoom di tutta la vista in alto a destra
2. La geometria selezionata verrà centrata all'interno della vista

Uso del mouse

I pulsanti del mouse restituiscono un'azione diversa a seconda del tipo di anteprima attiva, inoltre vengono visualizzate opzioni differenti a seconda del contesto in cui si sta cliccando.



1. Clic con il pulsante destro nell'area di lavoro
2. Clic con il pulsante destro su un nodo
3. Clic con il pulsante destro su una nota

Interazioni del mouse per ogni anteprima

Anteprima del grafico:

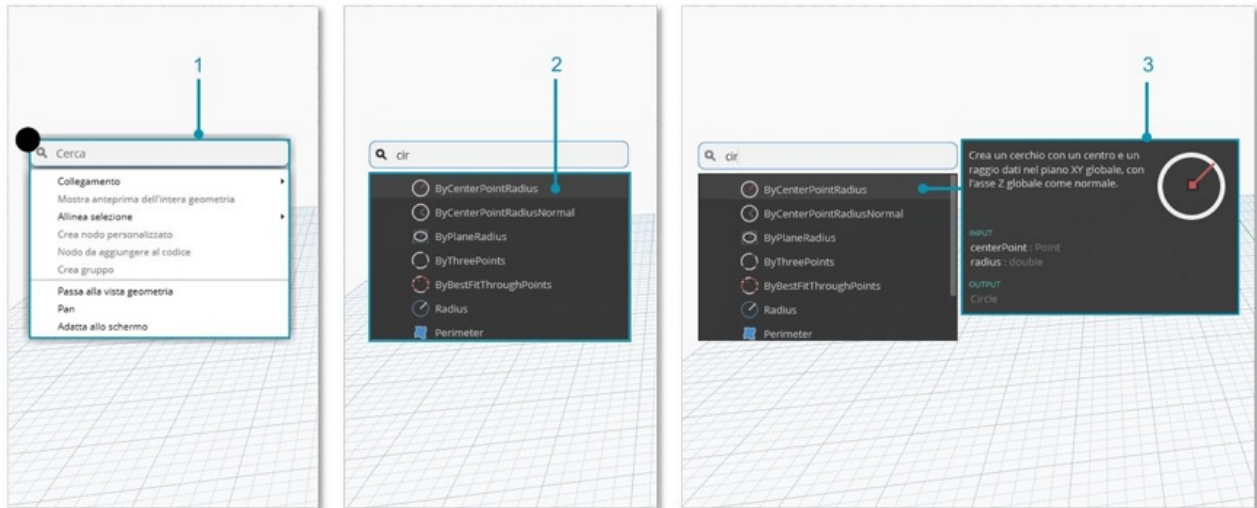
- Clic con il pulsante sinistro del mouse: Selezionare
- Clic con il pulsante destro del mouse: Menu contestuale
- Clic con il pulsante centrale del mouse: Panoramica
- Scorrimento: Zoom avanti o Zoom indietro
- Doppio clic: Creazione del blocco di codice

Anteprima 3D:

- Clic con il pulsante destro del mouse: Opzioni di zoom
- Clic con il pulsante centrale del mouse: Panoramica
- Scorrimento: Zoom avanti o Zoom indietro

Ricerca nell'area di disegno

Per velocizzare il workflow si può direttamente eseguire la ricerca nell'area di disegno, facendo semplicemente un clic con il pulsante destro del mouse. Questo permette di accedere a tutte le funzionalità di ricerca nella libreria fornendo anche la descrizione dei nodi e dei comandi.

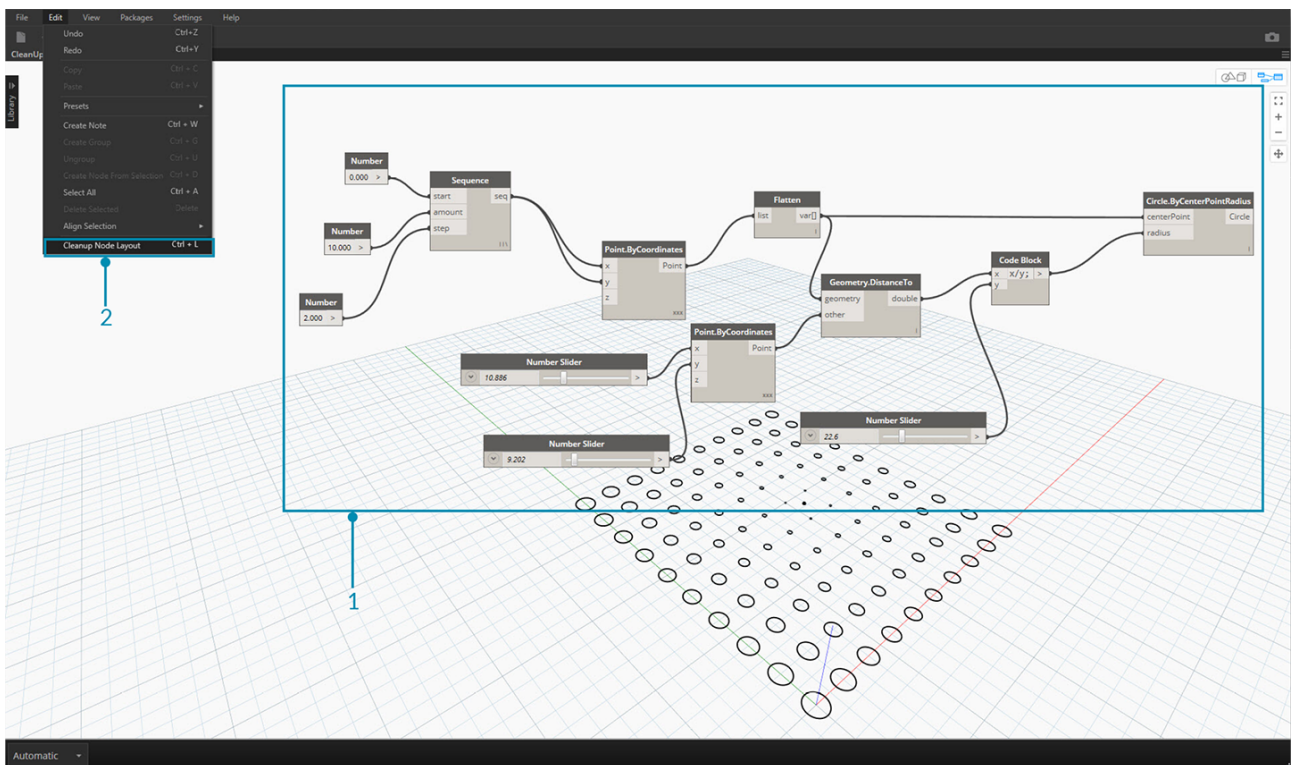


1. Fare clic con il pulsante destro del mouse in un punto qualsiasi dell'area di disegno per visualizzare la funzionalità di ricerca. Quando la barra di ricerca è vuota l'elenco a discesa sarà un menu di anteprima.
2. Mentre si digita nella barra di ricerca, il menu a discesa verrà aggiornato costantemente per mostrare i risultati della ricerca più rilevanti.
3. Posizionare il cursore del mouse sui risultati della ricerca per visualizzare le descrizioni del comando corrispondente.

Semplificare il layout dei nodi

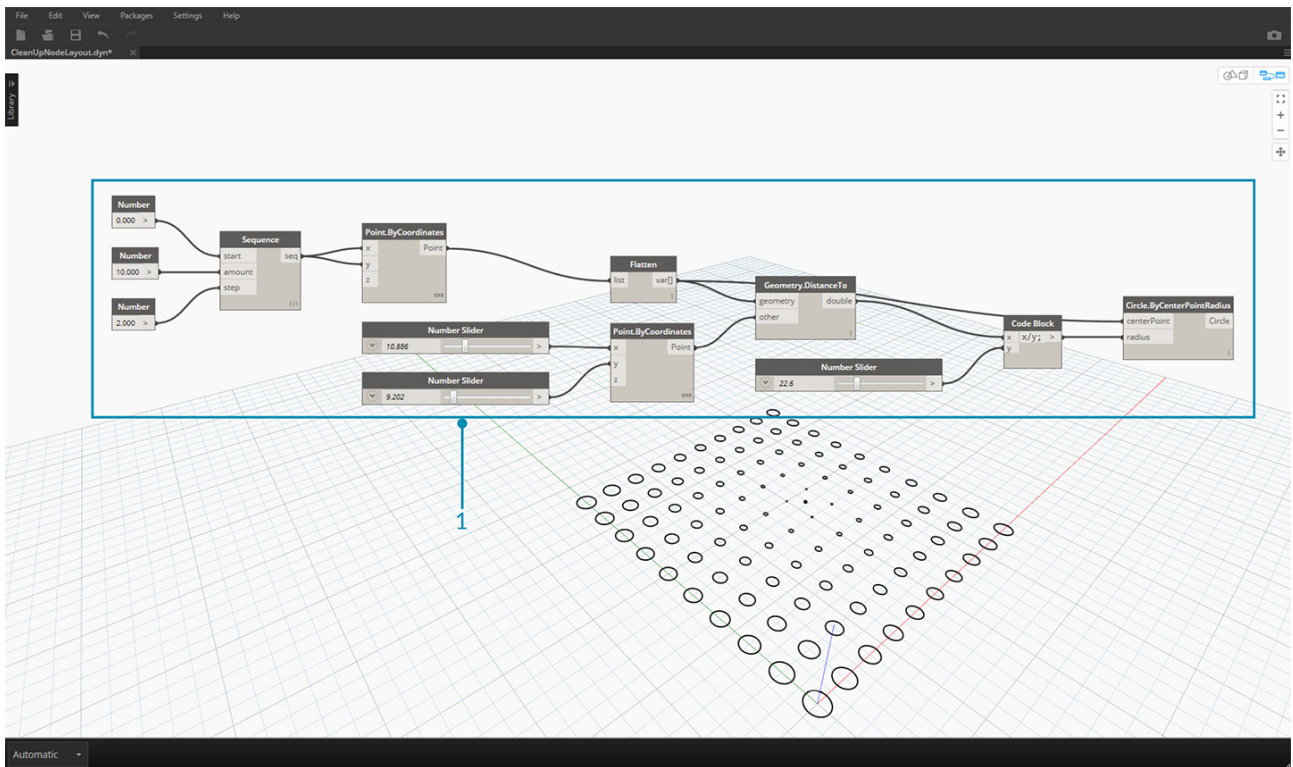
Per file di elevata complessità, è necessario mantenere ordinata e organizzata l'area di lavoro. Tramite lo strumento "Allinea selezione" è possibile andare ad allineare in modo ordinato tra loro tutti i nodi selezionati, mentre nel caso in cui vogliamo agire su tutto il progetto possiamo utilizzare lo strumento "Semplifica layout nodi" che, in modo automatico, organizza l'intera struttura dei nodi nella disposizione più idonea.

Prima della correzione del posizionamento dei nodi:



1. Selezionare i nodi da organizzare automaticamente oppure lasciarli tutti deselezionati per correggere il posizionamento di tutti i nodi nel file.
2. La funzionalità "Semplifica layout nodi" si trova nella scheda Modifica.

Dopo la correzione del posizionamento dei nodi:



1. I nodi verranno ridistribuiti e allineati automaticamente, correggendo il posizionamento di eventuali nodi sfalsati o sovrapposti e allineandoli con nodi adiacenti.

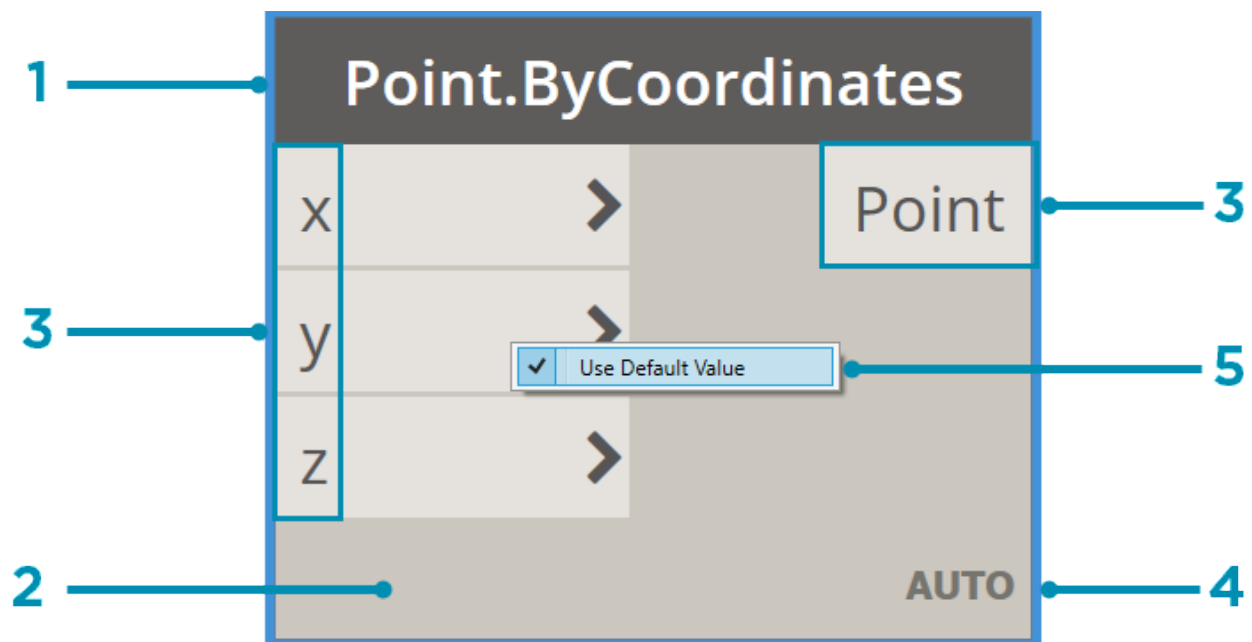
Struttura di Dynamo.

Nodi

Il programma visivo è formato da più nodi tra loro collegati. Ogni nodo esegue un'operazione, semplice o complessa che sia. I nodi rappresentano funzioni ed operazioni, coprono un ampio raggio di funzionalità, incluse la manipolazione di geometrie, l'estrazione di dati, la creazione di alcuni elementi o la modifica di altri.

Struttura di un nodo

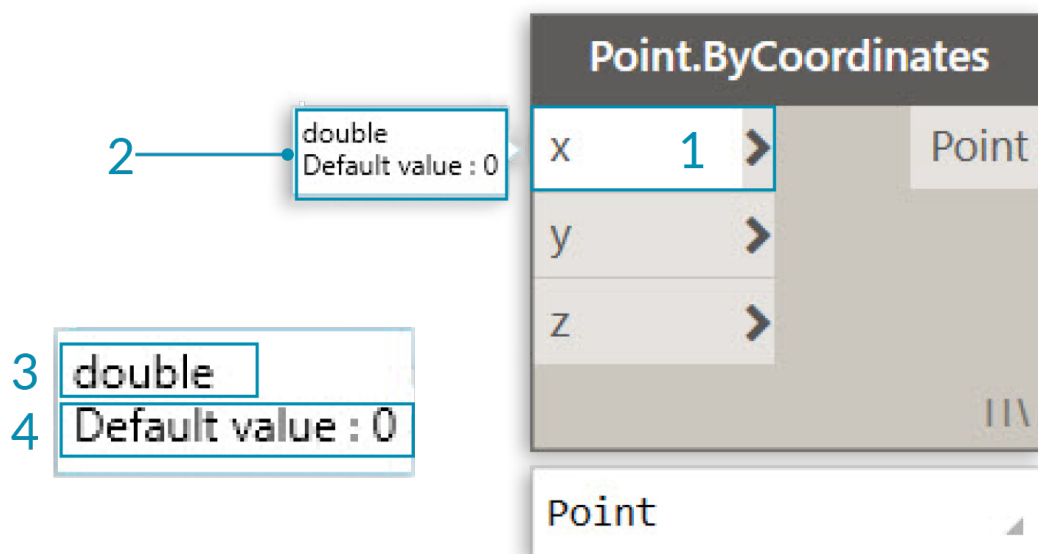
Generalmente un nodo di Dynamo è composto da cinque parti:



1. Nome: il nome del nodo con una convenzione di denominazione Category.Name
2. Principale: il corpo principale del nodo, dove facendo clic con il pulsante destro del mouse vengono visualizzate le opzioni a livello dell'intero nodo.
3. Porte (entrata e uscita): i recettori dei fili che forniscono i dati di input al nodo e i risultati dell'azione del nodo.
4. Icona di collegamento: indica l'opzione Collegamento specificata per gli input dell'elenco corrispondente.
5. Valore di default: fare clic con il pulsante destro del mouse su una porta di input. Alcuni nodi presentano valori di default che è possibile utilizzare o meno

Condotti

Le porte dei nodi, incaricate di ricevere i segnali di input e restituire i segnali di output, prendono il nome di condotti. I fili entrano a sinistra contenenti le informazioni per il nodo ed escono a destra successivamente all'esecuzione dell'operazione del nodo. Le porte di input possono ricevere diverse tipologie di dati ma ogni nodo funziona solo con alcune di esse; ad esempio, se si collega un numero su un nodo Point.ByCoordinates, la creazione di un punto verrà eseguita correttamente. Al contrario se l'input risulta diverso da quello di un numero il nodo genererà un errore.

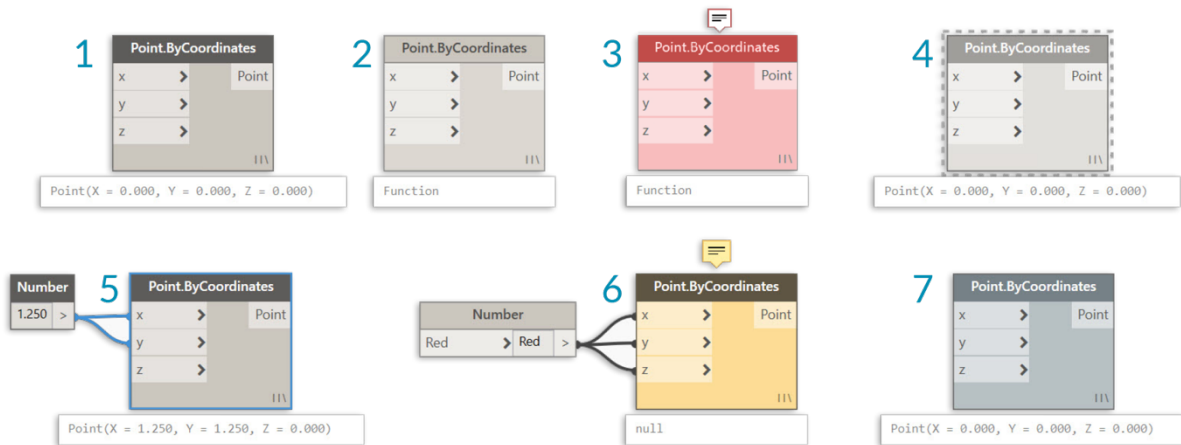


1. Etichetta della porta
2. Descrizione comando
3. Tipo di dati
4. Valore di default

Se si posiziona il cursore su una porta, verrà visualizzata una descrizione del tipo di dati previsto.

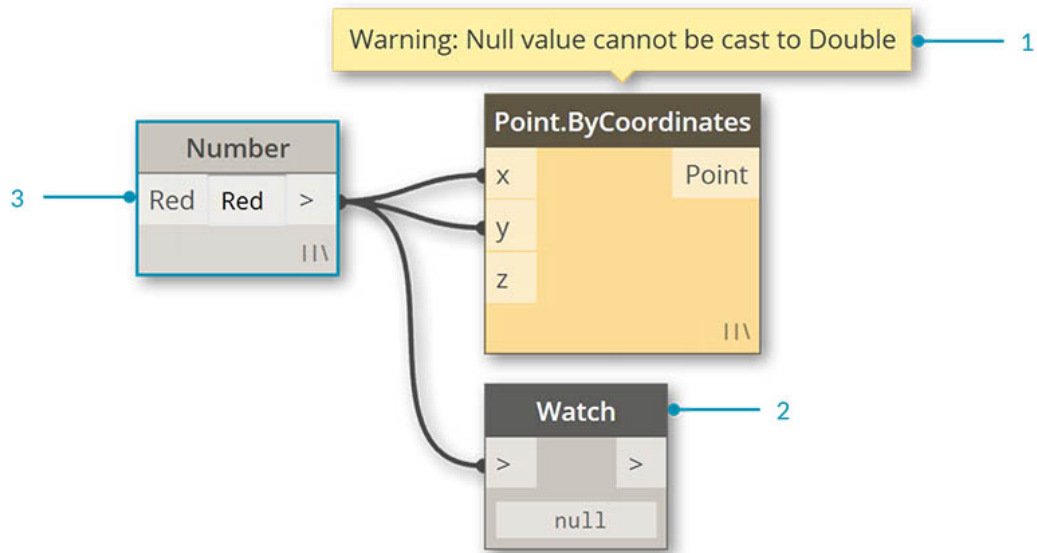
Stati

Ogni nodo in Dynamo viene rappresentato con schemi di colore diversi a seconda dello stato di esecuzione del nodo stesso. Posizionando il cursore del mouse o cliccando con il pulsante destro sul nome o sulle porte del nodo, vengono visualizzate informazioni ed opzioni aggiuntive.



1. Attivo: i nodi con uno sfondo con nome di colore grigio scuro sono collegati correttamente, così come tutti i relativi input.
2. Inattivo: i nodi grigi sono inattivi e devono essere collegati con i fili per far parte del flusso di programma nell'area di lavoro attiva.
3. Stato di errore: il colore rosso indica che il nodo è in uno stato di errore.
4. Congelamento: un nodo trasparente ha l'opzione congelamento attivata, con conseguente sospensione dell'esecuzione del nodo.
5. Selezionato: i nodi attualmente selezionati hanno un'evidenziazione di colore azzurro sul bordo.
6. Avvertimento: i nodi gialli si trovano in uno stato di avviso; pertanto, potrebbero contenere tipi di dati errati.
7. Anteprima di sfondo: il colore grigio scuro indica che l'anteprima della geometria è disattivata.

In caso di errori nel programma visivo, Dynamo provvederà a fornire informazioni per risolverli. Ogni nodo di colore giallo avrà una descrizione comando sopra il nome, espandibile posizionandoci al di sopra il cursore del mouse.



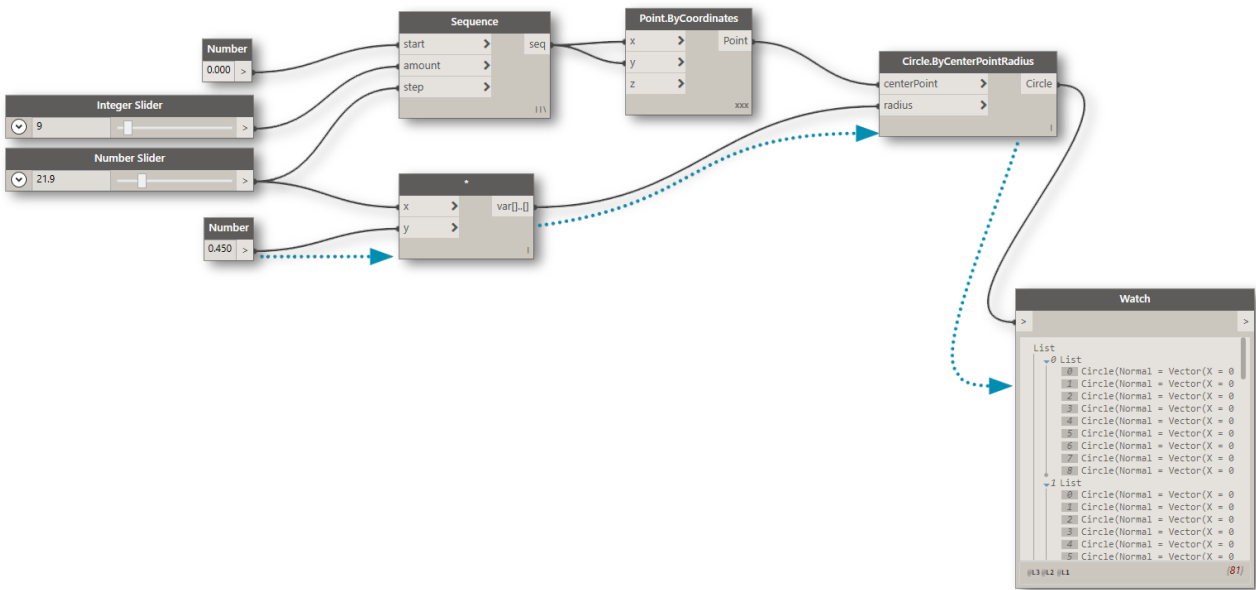
1. Descrizione comando di avviso: impossibile interpretare un valore “null” o i dati come Double, ossia numero.
2. Utilizzare il nodo Watch per esaminare i dati input.
3. A monte il nodo Number memorizza Red e non un numero.

Fili

Il collegamento tra i nodi avviene attraverso i fili: stabiliscono il flusso del programma visivo creando relazioni tra i nodi.

Flusso di programma

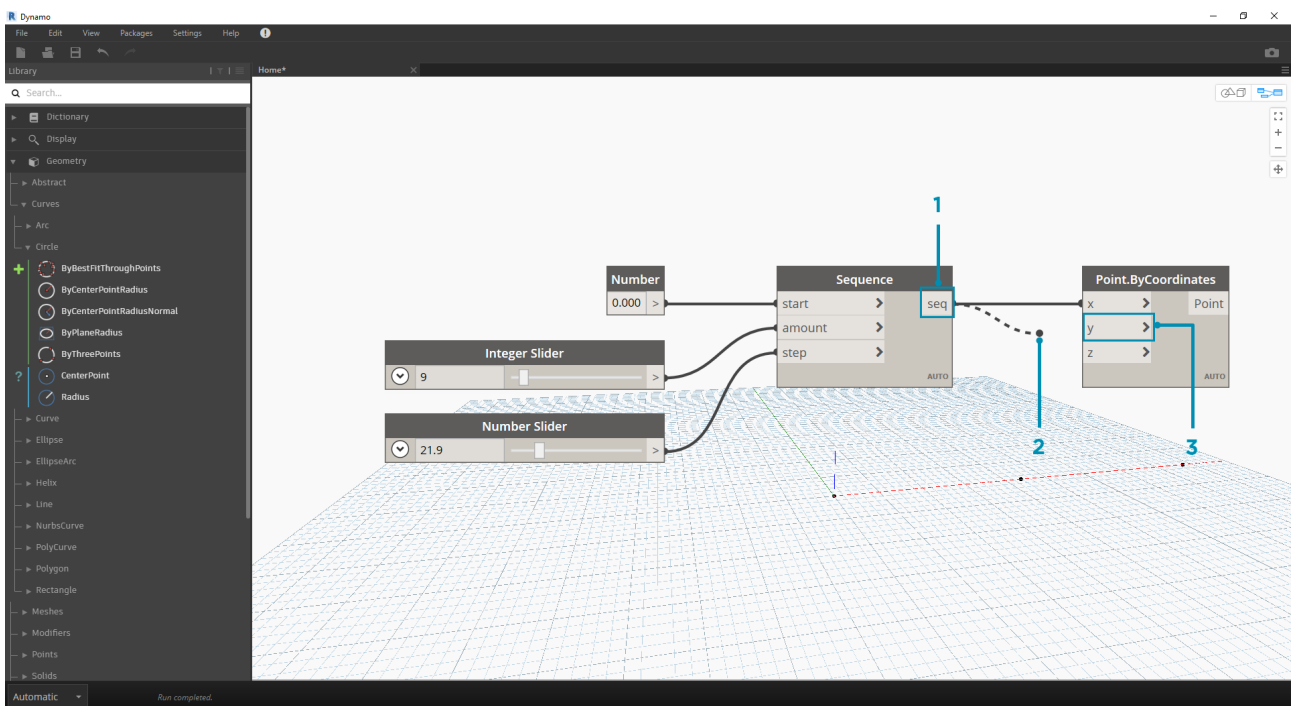
I fili collegano due nodi partendo dalla porta di output di uno, fino ad arrivare alla porta di input dell'altro. Generalmente la disposizione dei nodi avviene in modo tale per cui il flusso di dati, definito dal collegamento con i fili, si sposta da sinistra verso destra.



Creazione di fili

Il collegamento dei nodi tramite fili è molto semplice: si parte cliccando sulla porta di output del primo nodo e si andrà a generare un'anteprima tratteggiata del filo stesso, fino a quando non si deciderà a quale secondo nodo collegarlo, cliccando sulla sua porta di input. A quel punto l'anteprima tratteggiata del filo farà spazio al filo stesso che sarà disegnato con una linea continua.

Vi è comunque la possibilità di andare a creare il filo muovendosi nella direzione contraria, ovvero cliccando prima nella porta di output del secondo nodo per poi cliccare in quella di input del primo. Inoltre, prima che il collegamento tra i due nodi avvenga, possiamo visualizzare la descrizione del comando della porta a cui vogliamo collegare il filo.

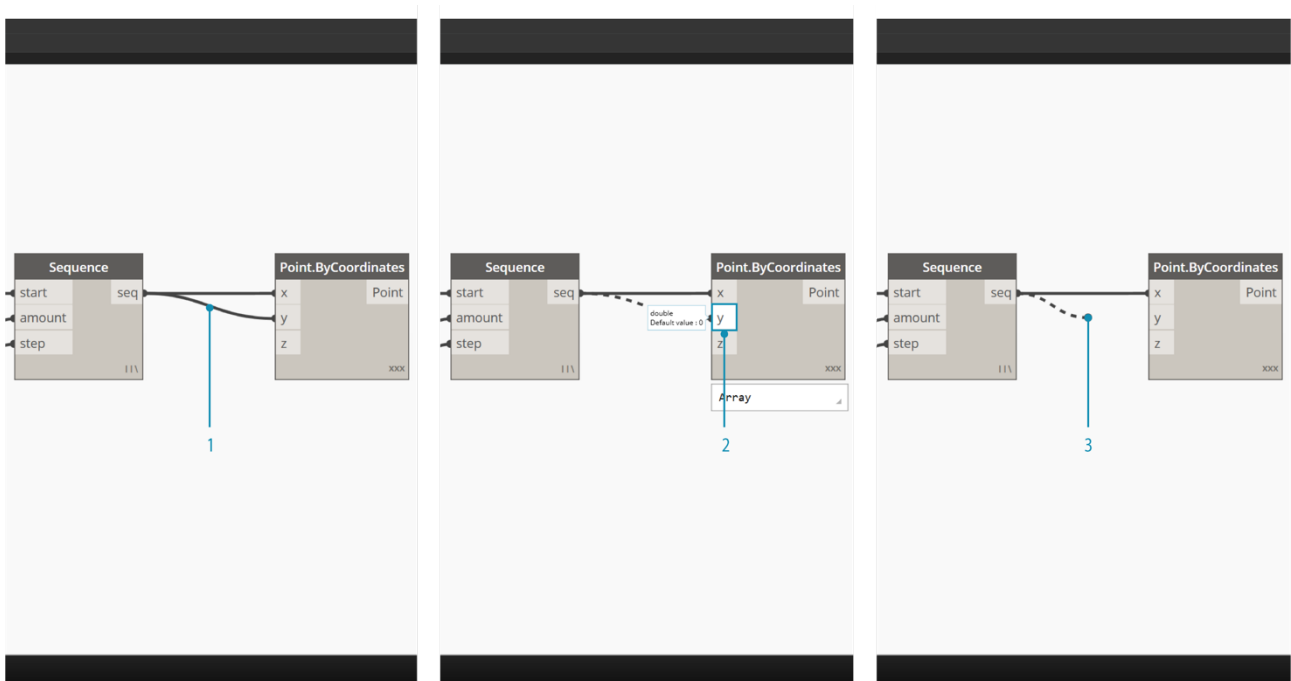


1. Fare clic sulla porta di output “seq” del nodo Number Sequence.
2. Mentre si sposta il mouse verso un'altra porta, il filo risulta tratteggiato.
3. Fare clic sulla porta di input “y” di Point.ByCoordinates per completare il collegamento.

Modifica di fili

La modifica dei fili è un qualcosa che viene attuato frequentemente all'interno di un programma visivo per modificare i collegamenti tra i nodi. La modifica avviene successivamente al clic sulla porta di input del nodo a cui il filo è già collegato.

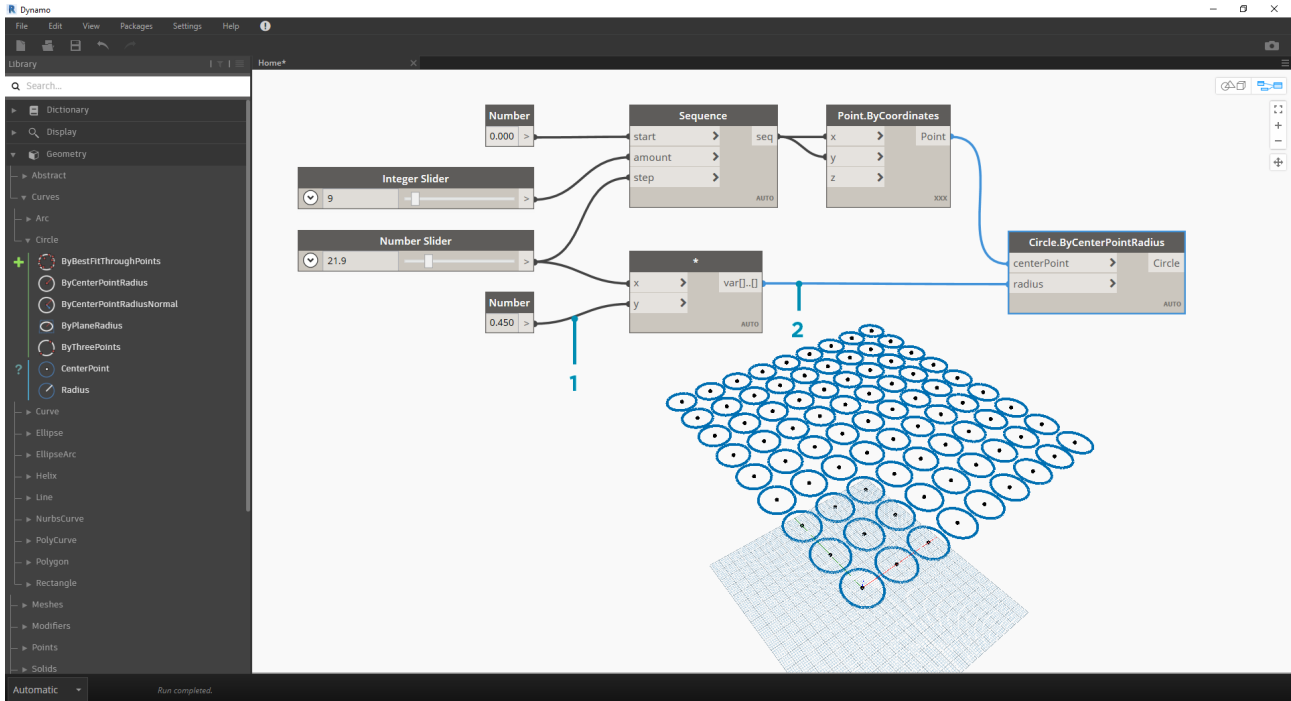
Si hanno due opzioni nel caso in cui si voglia modificare il collegamento oppure rimuoverlo:



1. Si tratta del filo esistente.
2. Per modificare il collegamento in una porta di input, fare clic su un'altra porta di input.
3. Per rimuover il filo, trascinarlo e fare clic con il pulsante sinistro del mouse sull'area di lavoro

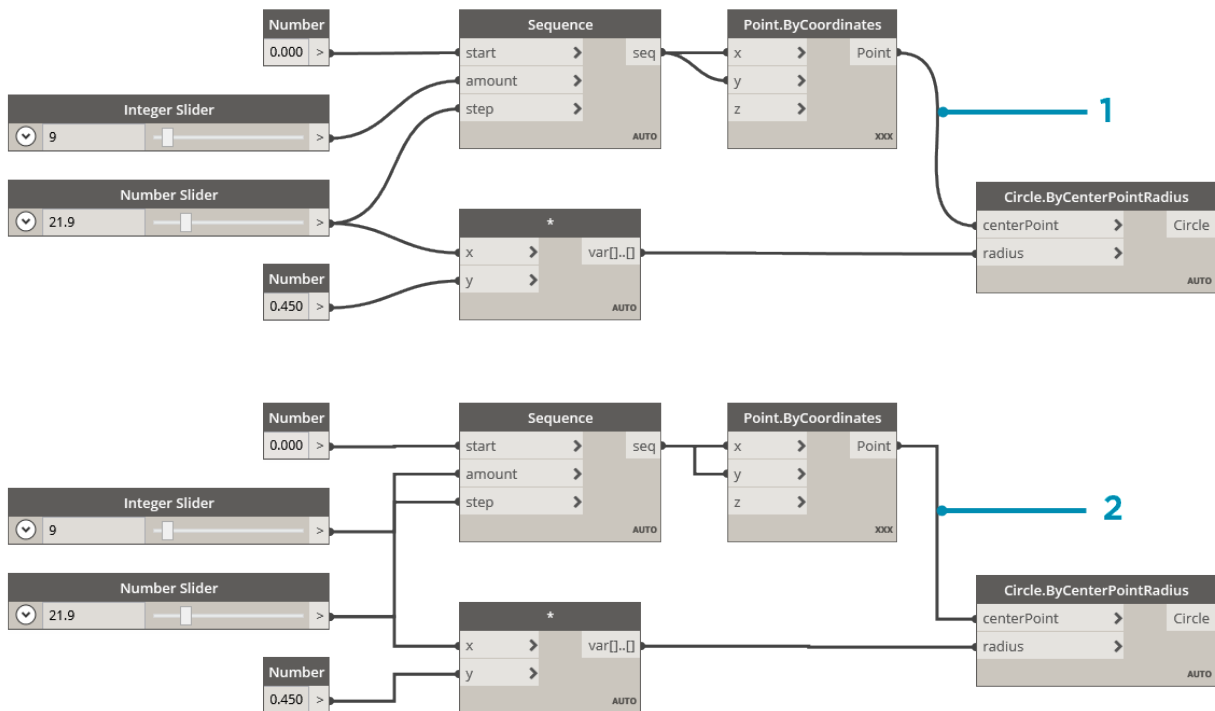
Anteprime di fili

Normalmente i fili vengono visualizzati di colore grigio. Ogni volta che viene selezionato un nodo, i fili ad esso collegati vengono evidenziati in azzurro così come il nodo stesso.



1. Filo di default
2. Filo evidenziato

Dynamo dà la possibilità di modificare l'aspetto estetico dei fili, per esempio si può passare da una visualizzazione curvilinea dei fili ad una più schematica tramite polilinee. Questo può essere fatto tramite il menu Visualizza/Connettori.



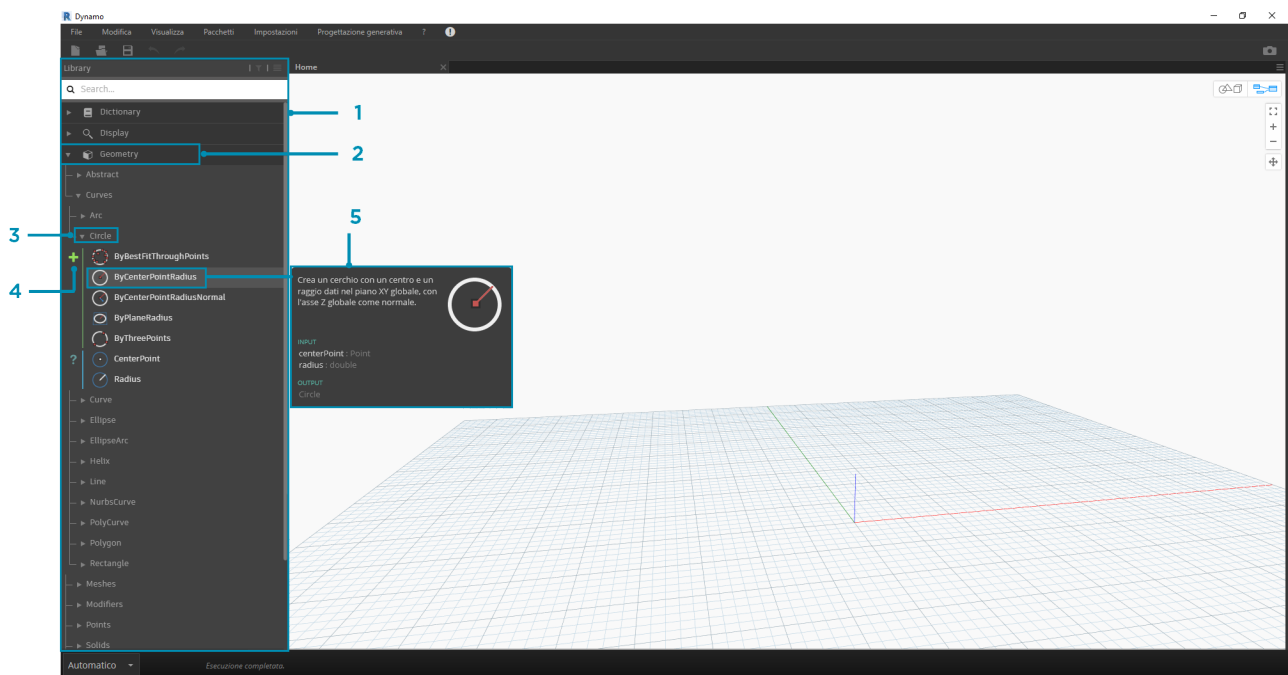
1. Tipo di connettore: curve
2. Tipo di connettore: polilinee

Libreria di Dynamo

I nodi che utilizziamo per la creazione del programma visivo sono tutti contenuti nella libreria di Dynamo. Sono organizzati in modo gerarchico attraverso varie categorie. Nella libreria sono contenuti i nodi di default, i nodi personalizzati e i nodi di Package Manager che si aggiungono a Dynamo.

Schema organizzativo

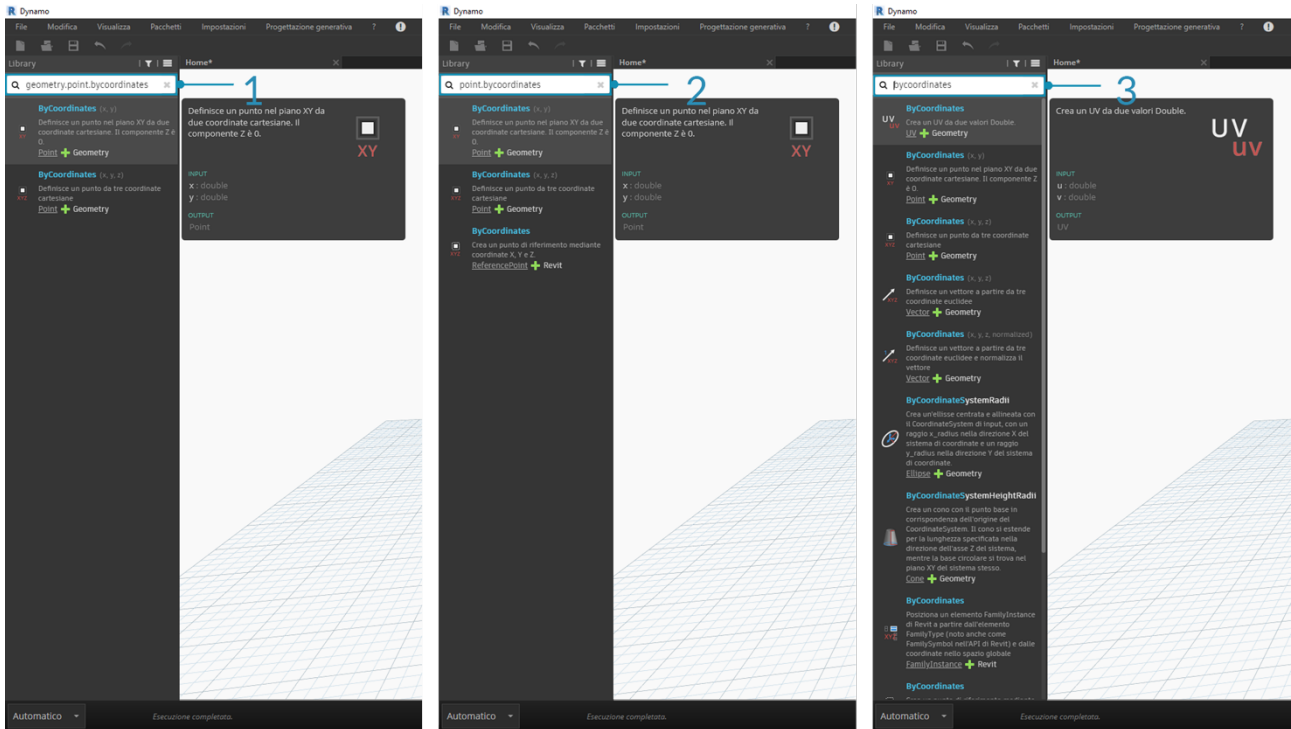
La libreria di Dynamo è organizzata gerarchicamente tramite una struttura di più librerie. Per trovare un nodo bisognerà esplorare in sequenza una libreria, le sue categorie e sottocategorie.



1. Libreria: regione dell'interfaccia di Dynamo
2. Una libreria: una raccolta di categorie correlate, ad esempio Geometry.
3. Una categoria: una raccolta di nodi correlati, ad esempio ogni elemento correlato a "Circle"
4. Una sottocategoria: suddivisione dei nodi all'interno della categoria, in genere tramite "Create", "Action" o "Query".
5. Un nodo: oggetti aggiunti all'area di lavoro per eseguire un'azione

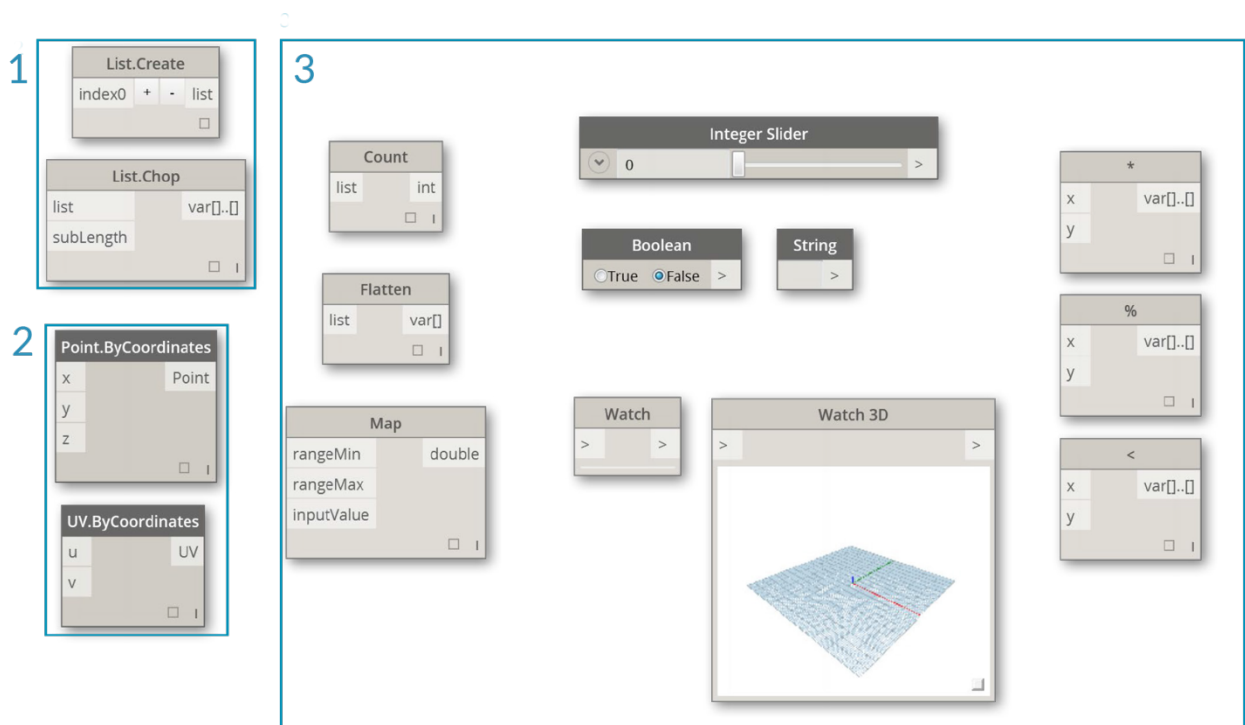
Convenzioni di denominazione

Tramite il nome dei nodi è possibile risalire alla loro gerarchia. Si possono utilizzare parole chiave per trovare i singoli nodi a partire dalla gerarchia. Altrimenti il nodo è rintracciabile nella ricerca andando a digitare una qualsiasi delle parti che compongono il suo nome.



1. library.category.nodeName
2. category.nodeName
3. nodeName oppure keyword

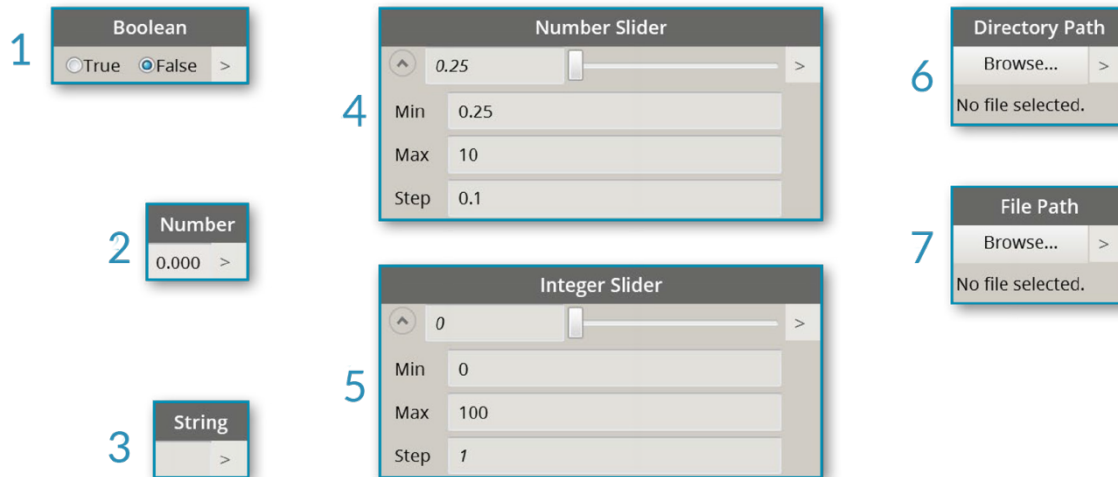
Solitamente il nome del nodo apparirà in elenco nel formato `category.nodeName`. Bisogna sempre tenere presente i nodi denominati similmente osservando le differenze tra le varie categorie.



1. I nodi della maggior parte delle librerie includeranno il formato della categoria.
2. `Point.ByCoordinates` e `UV.ByCoordinates` hanno lo stesso nome ma provengono da categorie differenti.
3. Eccezioni importanti includono funzioni integrate, `Core.Input`, `Core.View` e operatori.

Nodi di input

Tra i nodi fondamentali e più frequentemente utilizzati troviamo in nodi di input. Essi possono essere di diverse tipologie:



1. Booleano
2. Numero
3. String
4. Dispositivo di scorrimento numero
5. Dispositivo di scorrimento numero intero
6. Percorso di directory
7. Percorso file

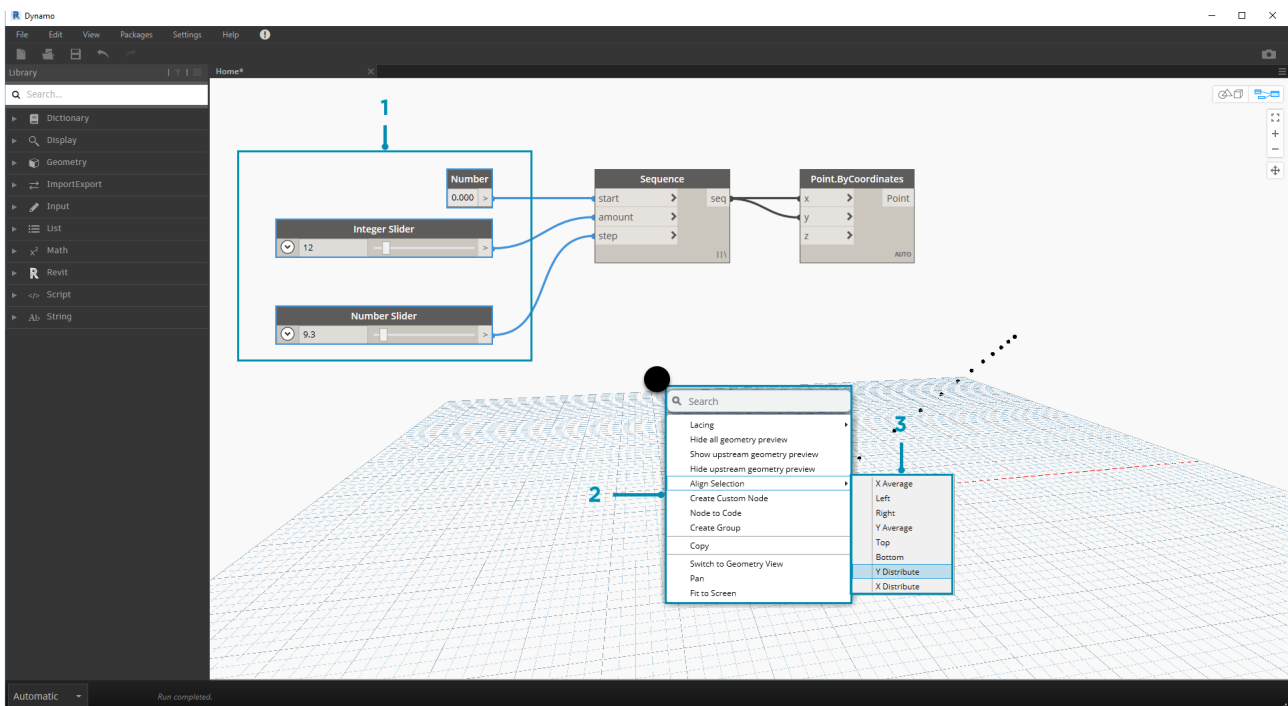
Gestione del programma

La gestione del programma è un aspetto fondamentale della programmazione visiva. Essa è un'attività fortemente creativa che necessita di un'accurata gestione, in quanto il flusso di programma può essere oscurato dalla complessità e dal layout dell'area di lavoro.

Tre procedure fondamentali per l'organizzazione del file di programmazione sono: l'allineamento, le note ed il raggruppamento.

Allineamento

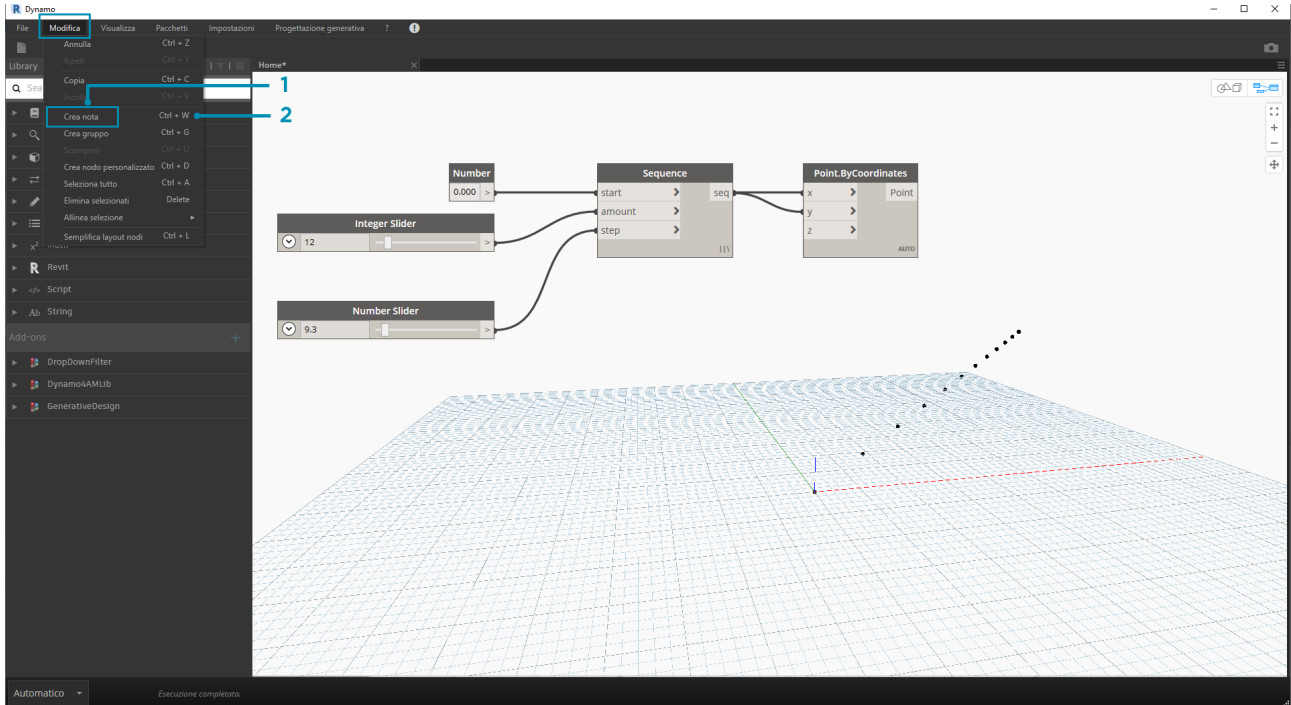
Selezionando più nodi e cliccando con il tasto destro all'interno dell'area di lavoro appare una finestra a comparsa, dove è possibile, selezionando "Allinea selezione" dar loro un allineamento. I nodi possono essere allineati con diverse opzioni di giustificazione e distribuzione lungo gli assi X ed Y.



1. Selezionare più di un nodo.
2. Fare clic con il pulsante destro del mouse sull'area di lavoro.
3. Utilizzare le opzioni di "Allinea selezione".

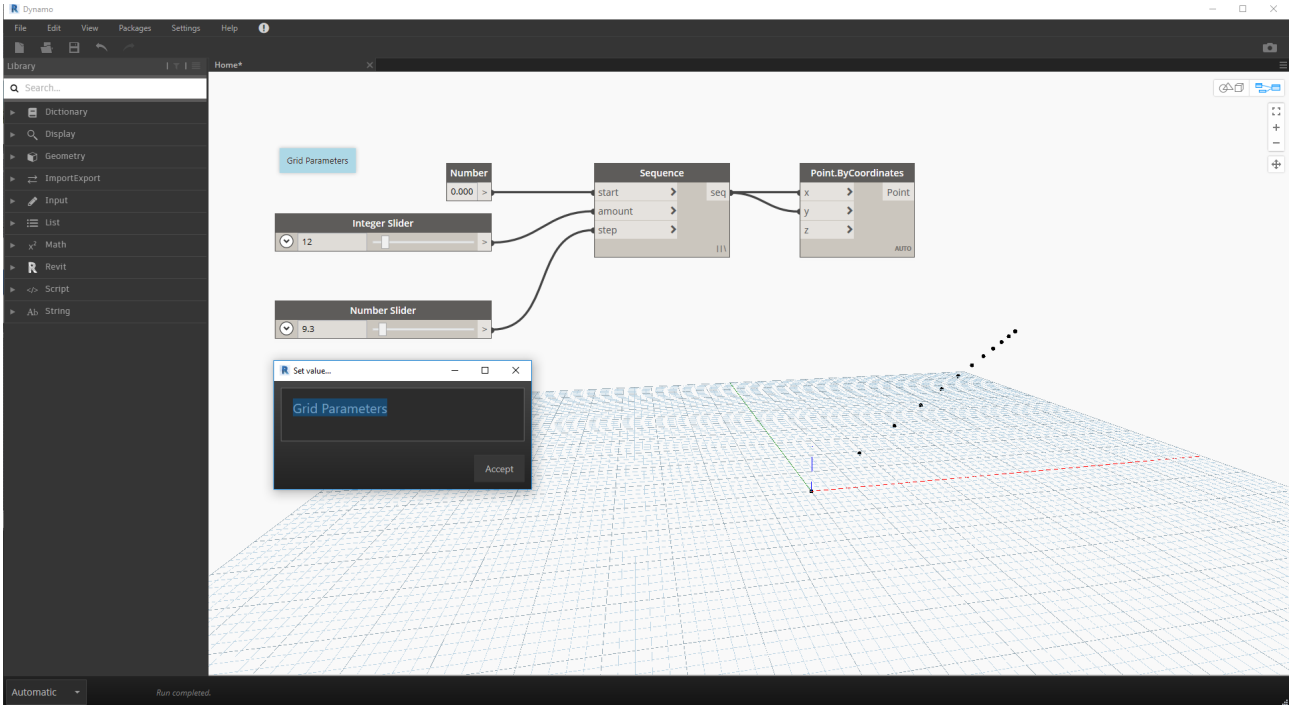
Note

Per facilitare la “lettura” del programma visivo è possibile applicare etichette e descrizioni tramite l’utilizzo di note. Per aggiungere note nell’area di lavoro di Dynamo sono disponibili due modalità:



1. Individuare il menu Modifica/Crea nota.
2. Utilizzare il tasto di scelta rapida da tastiera CTRL+W

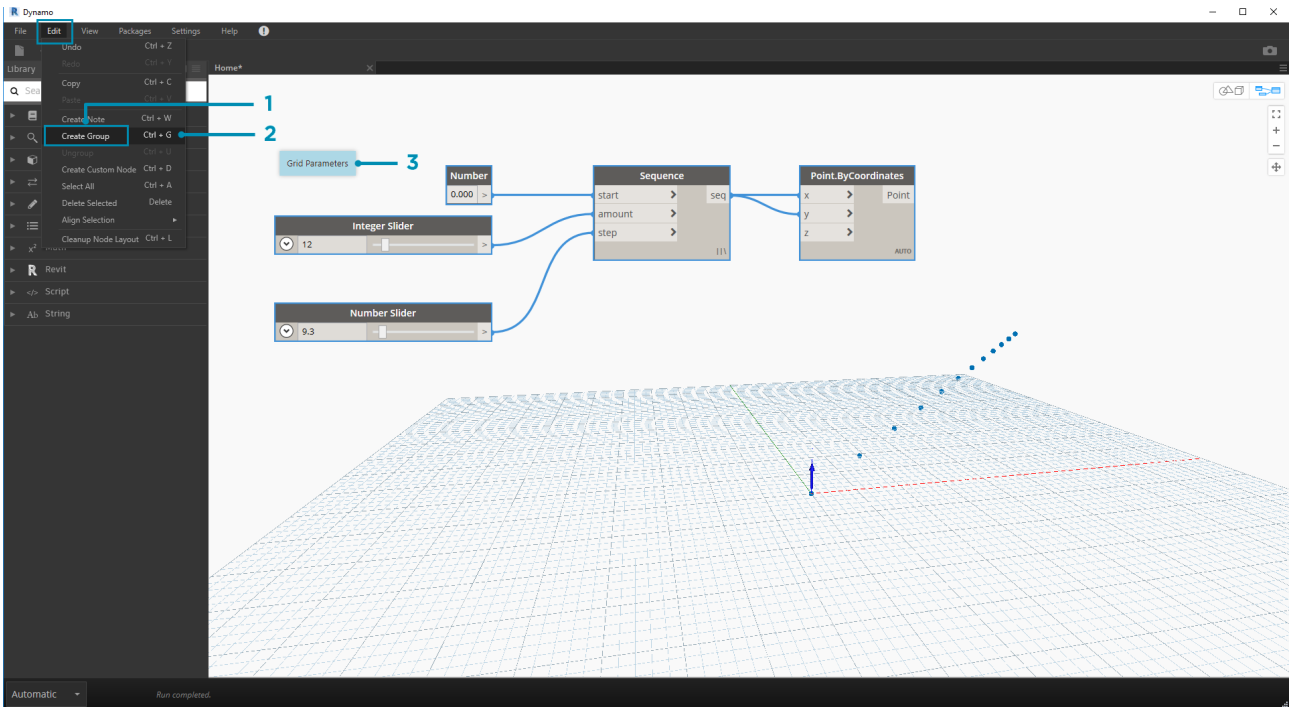
Aggiunta la nota, è possibile modificare il testo assegnandogli quello che si ritiene più opportuno. In caso di successiva modifica, basterà fare un doppio clic oppure un clic con il pulsante destro del mouse per andare a cambiare il testo della nota.



Raggruppamento

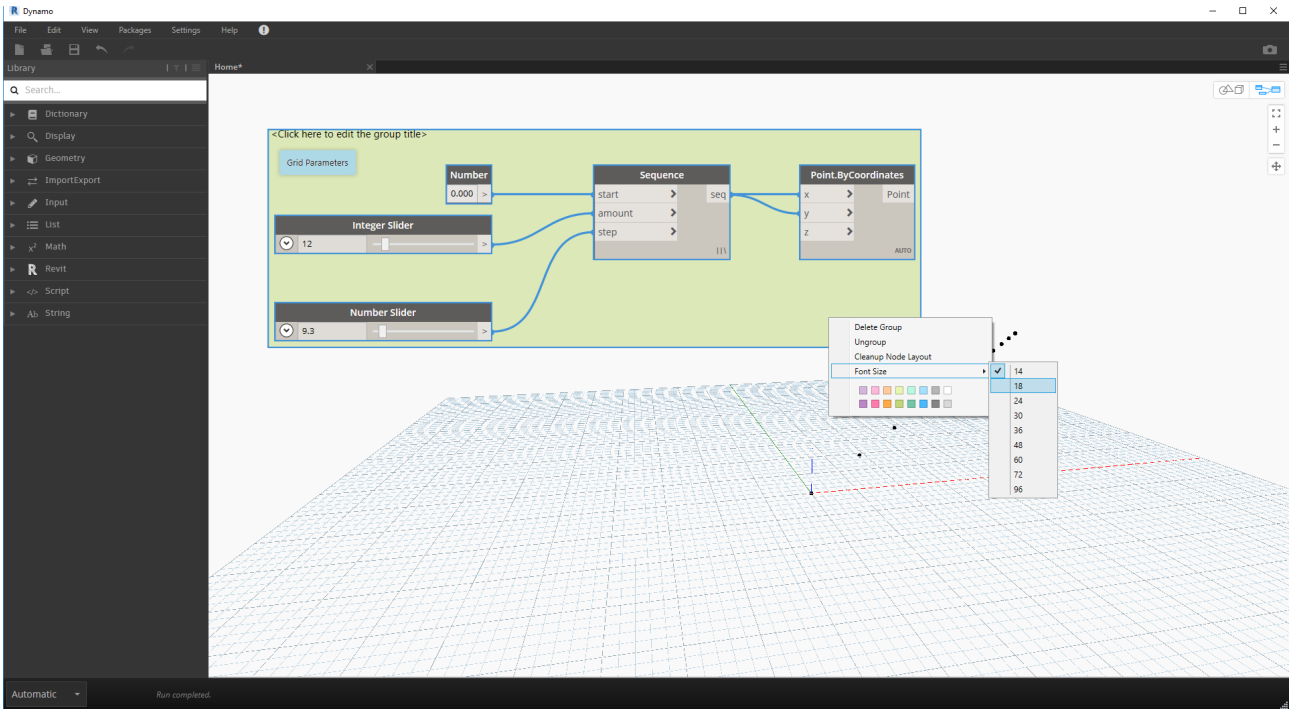
Per programmi di dimensioni importanti è necessario andare a suddividere in blocchi i vari nodi che determinano i singoli passaggi. Possiamo andare ad evidenziarli e raggrupparli assegnando loro un nome, racchiudendoli in un rettangolo con sfondo colorato per una migliore distinzione dal punto di vista visivo.

Si hanno tre modi per etichettare un gruppo di nodi:



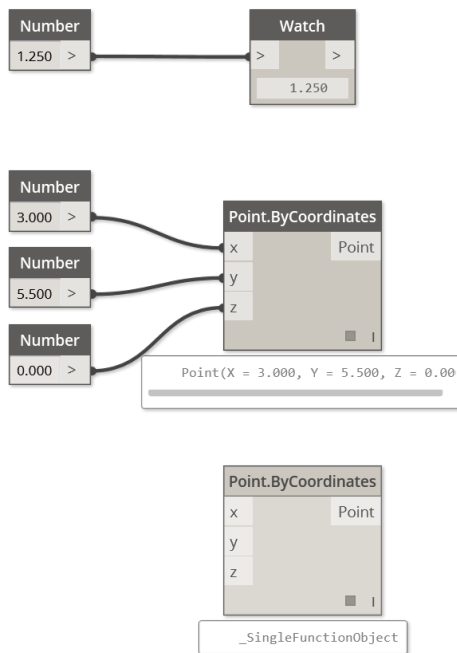
1. Individuare il menu Modifica/Crea gruppo.
2. Utilizzare il tasto di scelta rapida da tastiera CTRL+G.
3. Fare clic con il pulsante destro del mouse sull'area di lavoro e selezionare crea gruppo.

Una volta che il gruppo è stato creato sarà sempre possibile modificarlo per poterne cambiare titolo e colore.



Dati.

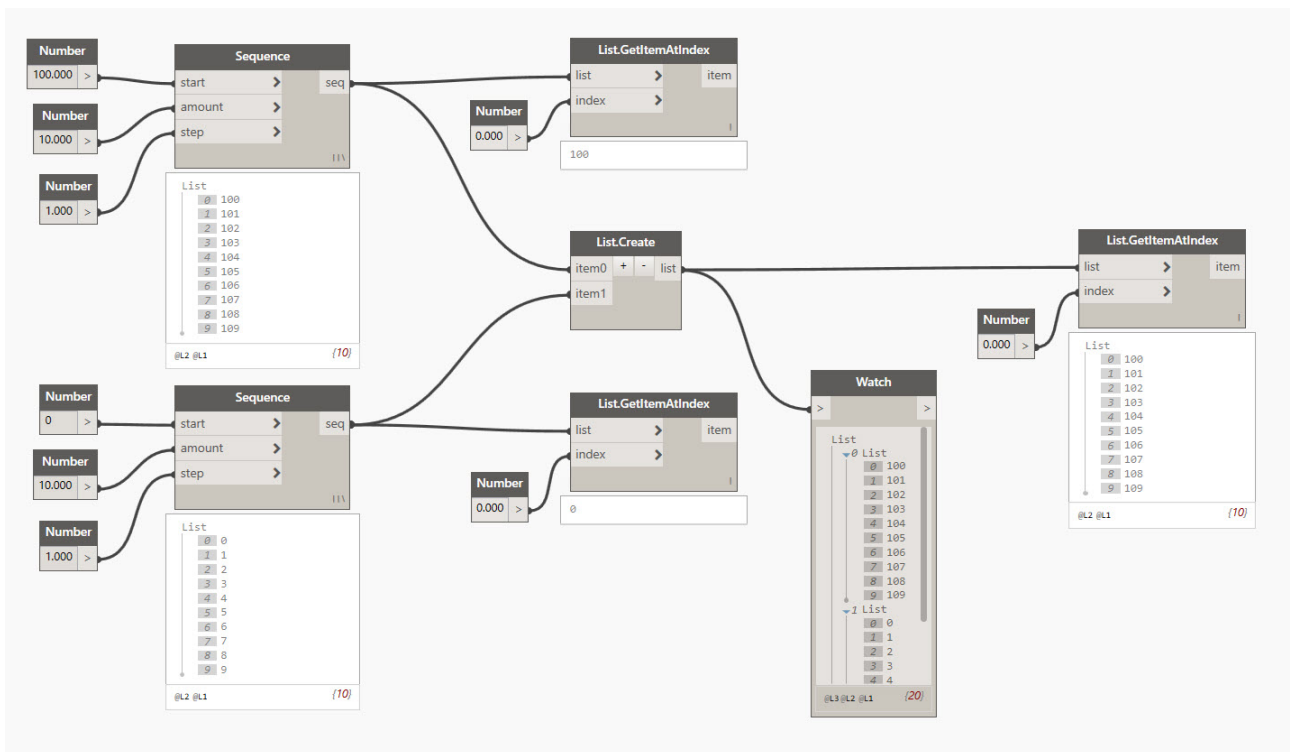
I nostri programmi funzionano tramite i dati. Questi forniscono gli input per i nodi, tramite i fili ad essi collegati, per poi uscire da essi nella forma di dati di output successivamente all'elaborazione. I dati possono essere presenti sotto forma di diverse tipologie: numeri, caratteri, geometria o elenchi di elementi.



1. Dati semplici
2. Dati ed esecuzione corretta di un'azione (un nodo)
3. Restituzione di una funzione generica tramite un'azione (nodo) senza input di dati

Strutture dei dati

Gestire la gerarchia di tutti i dati presenti all'interno del programma visivo diventa un punto fondamentale della programmazione. Si organizzano attraverso strutture di dati: schemi organizzativi in cui i dati vengono memorizzati. La gerarchizzazione dei dati in Dynamo avviene tramite l'uso di elenchi.






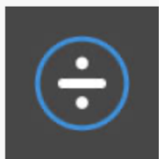
1. Un nodo "Number Sequence" definisce un elenco di numeri utilizzando un input start, amount, step. Con questi nodi, sono stati creati due elenchi distinti di 10 numeri, uno che comprende 100-109 ed un altro che include 0-9.
2. Il nodo "List.GetItemAtIndex" seleziona una voce di un elenco in corrispondenza di un indice specifico. Quando si sceglie 0, viene visualizzata la prima voce dell'elenco (in questo caso 100).
3. Applicando lo stesso processo al secondo elenco, si ottiene un valore di 0, la prima voce dell'elenco.
4. Ora si uniscono i due elenchi in uno utilizzando il nodo "List.Create". Notare che il nodo crea un elenco di elenchi. Questa operazione modifica la struttura dei dati.
5. Quando si utilizza di nuovo "List.GetItemAtIndex", con l'indice impostato su 0, si ottiene il primo elenco nell'elenco di elenchi. Questo è ciò che significa considerare un elenco come voce, che è in qualche modo diverso da altri linguaggi di scripting.

Matematica

Per correlare la tipologia di dati rappresentati dai numeri, si utilizzano le operazioni matematiche, dalle più semplici come la somma e la moltiplicazione, fino alle funzioni più complesse.

Operatori aritmetici

Tramite funzioni algebriche gli operatori convertono i dati di input in un valore di output.

Icona	Nome	Sintassi	Input	Output
	Aggiungi	+	var[]...[], var[]...[]	var[]...[]
	Sottrazione	-	var[]...[], var[]...[]	var[]...[]
	Moltiplica	*	var[]...[], var[]...[]	var[]...[]
	Dividi	/	var[]...[], var[]...[]	var[]...[]

Logica




Attraverso la logica si può specificare un'azione o più azioni sottoponendole ad un test. Il risultato del test sarà rappresentato da un valore booleano (Vero o Falso), il quale potrà essere utilizzato per determinare il flusso del programma.

Valori booleani

A differenza delle variabili numeriche che possono memorizzare un intero intervallo di numeri diversi, le variabili booleane possono contenere solamente due tipologie di valori: Vero o Falso, SI o NO, 1 o 0.

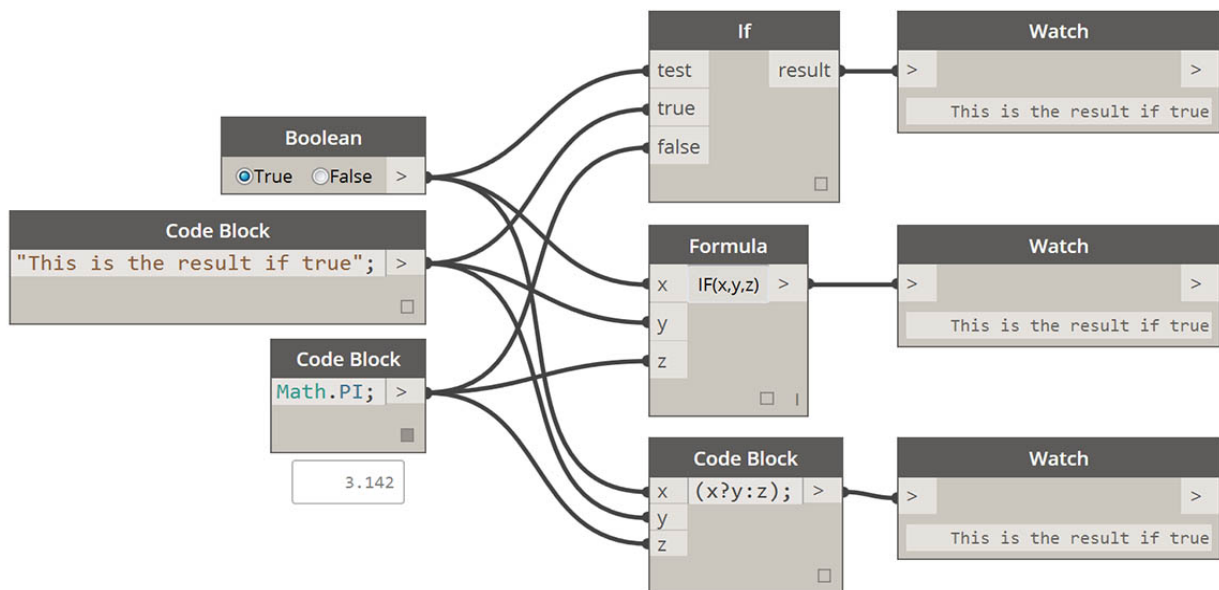
Istruzioni condizionali

Un valore booleano è il risultato di un'istruzione in particolare, che viene spesso utilizzata, l'istruzione "If", la quale pone il dato di fronte ad un quesito che può essere soddisfatto o meno e a seconda di ciò, l'azione risultante sarà il valore booleano corrispondente. Ci sono modi diversi per definire un'istruzione "If" in Dynamo:

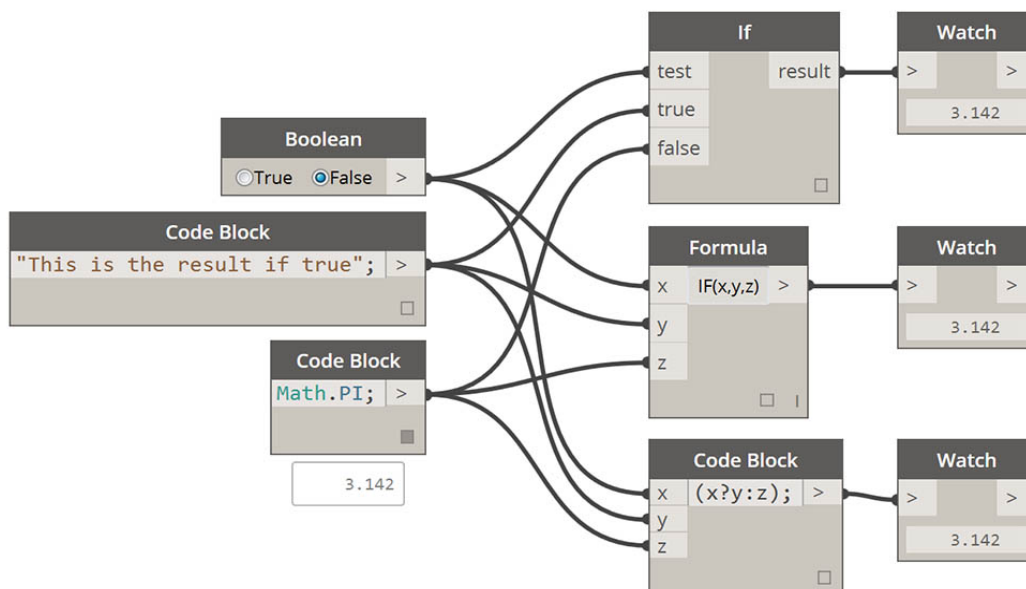
Icona	Nome	Sintassi	Input	Output
	Se	Se	test, true, false	risultato
	Formula	IF(x,y,z)	x, y, z	risultato
	Code Block	(x?y:z)	x, y, z	risultato

Ad ogni istruzione corrisponde una tipologia di nodo diverso in Dynamo.

Caso variabile booleana “True” (Vero):



Caso variabile booleana “False” (Falso):



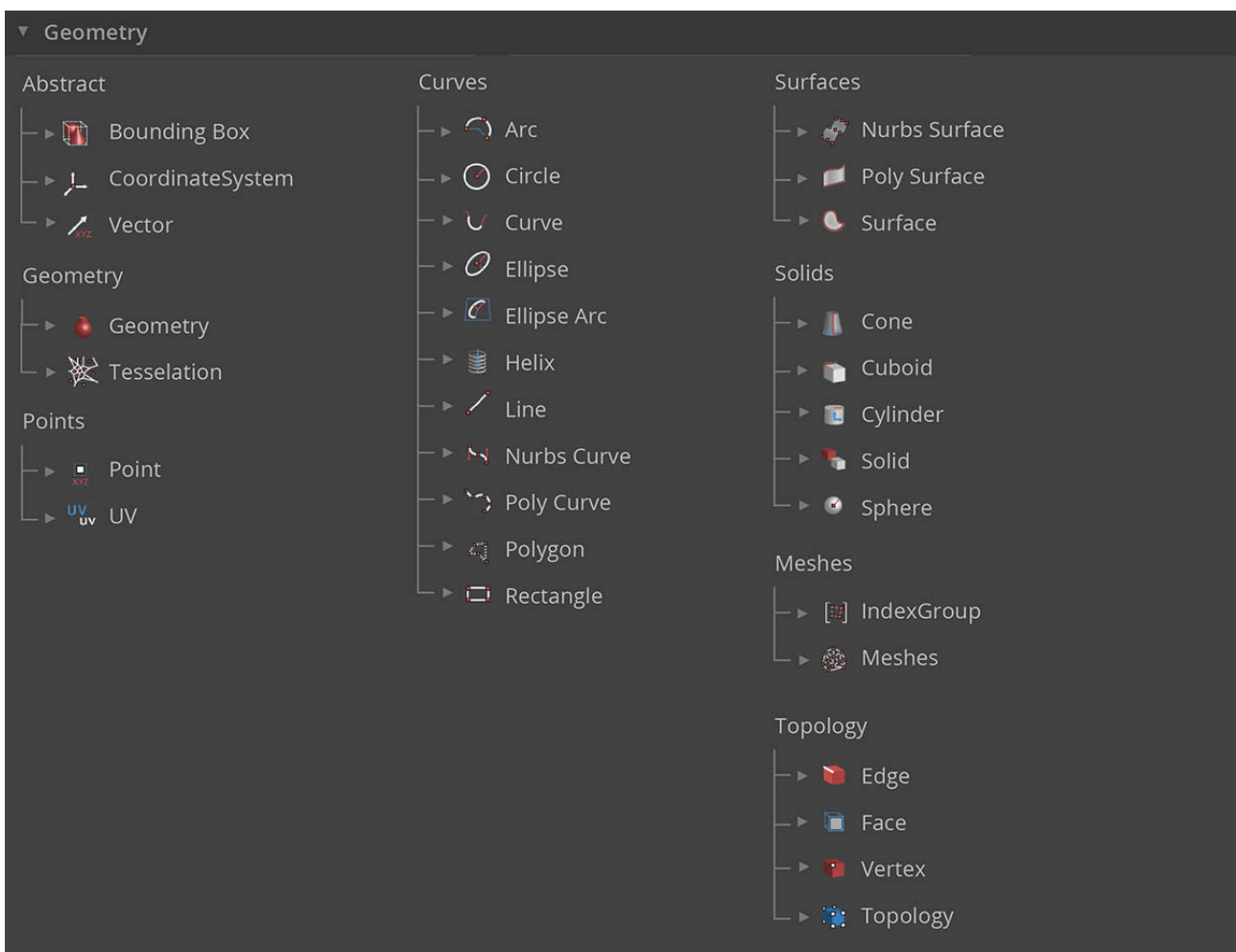
Si osserva che nel caso in cui la variabile booleana viene impostata su “True”, il risultato in output dei nodi rappresentati l’istruzione “If” è: “This is the result if true”, altrimenti se impostata su “False” il risultato in output è: “3.142” ovvero il numero Pigreco.

Geometria

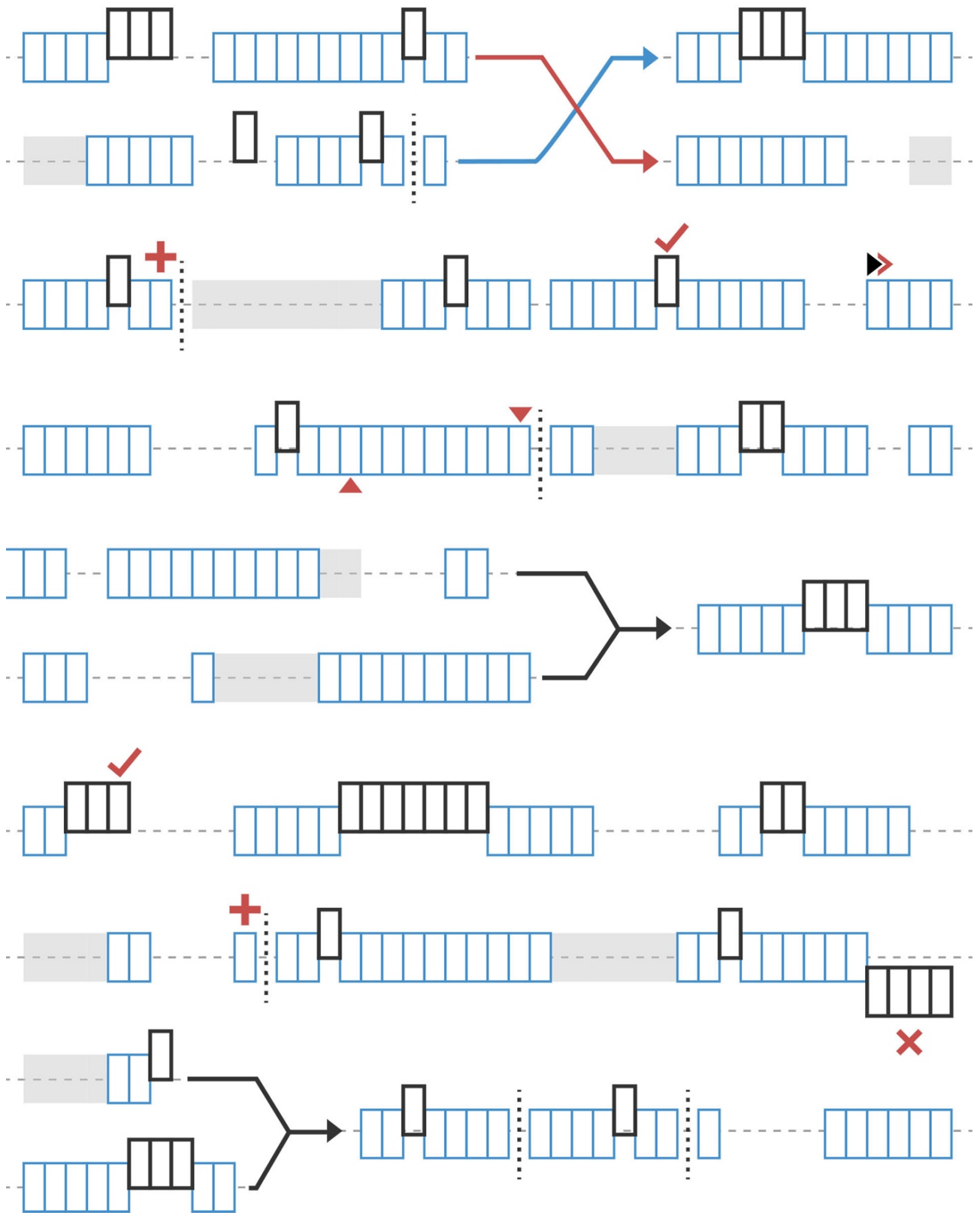
La geometria è quella parte della scienza matematica che si occupa delle forme nel piano e nello spazio e delle loro mutue relazioni. I quattro principi fondamentali su cui si basa Dynamo per la rappresentazione della geometria sono:

1. I dati: ogni elemento può essere rappresentato sotto forma di numeri
2. L'astrazione: la geometria viene rappresentata sotto forma di numeri attraverso l'utilizzo di un sistema di coordinate spaziali.
3. La gerarchia: le figure geometriche sono composte da più elementi che formano una gerarchia; infatti, i punti si uniscono per creare linee, le linee per creare superfici e così via.
4. La parte e il tutto: quando viene rappresentata una curva in Dynamo, essa rappresenta sia la forma di curva stessa che l'insieme di punti necessari per crearla.

In Dynamo i nodi volti a creare forme geometriche sono organizzati all'interno della libreria e disposti in ordine alfabetico anziché per categorie. Ogni nome viene affiancato da un'icona che rappresenta in modo stilizzato il layout della geometria stessa per facilitarne la ricerca.



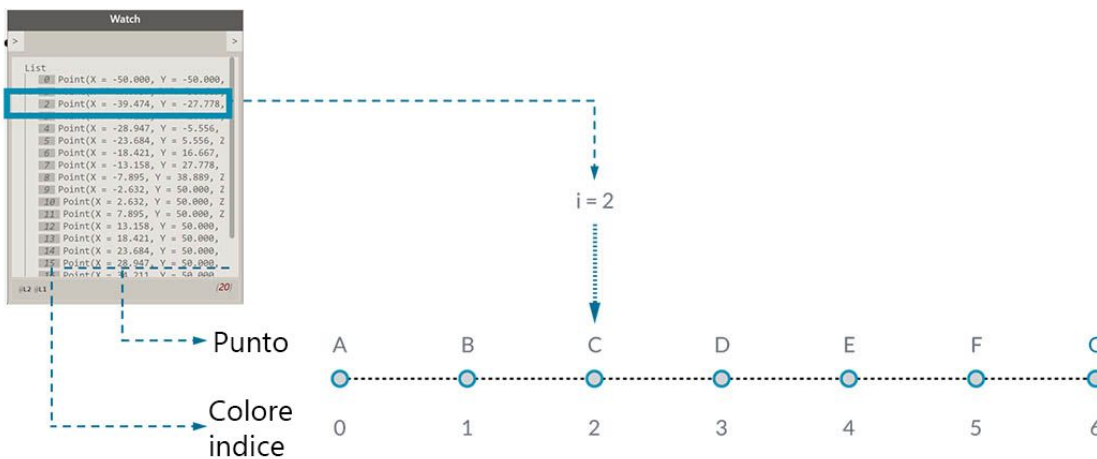
Progettazione con elenchi.



Elenco

Un elenco non è altro che una raccolta di più elementi o voci. Ogni elenco viene ordinato e indicizzato, la prima voce corrisponderà sempre al valore 0.

Indici in base zero

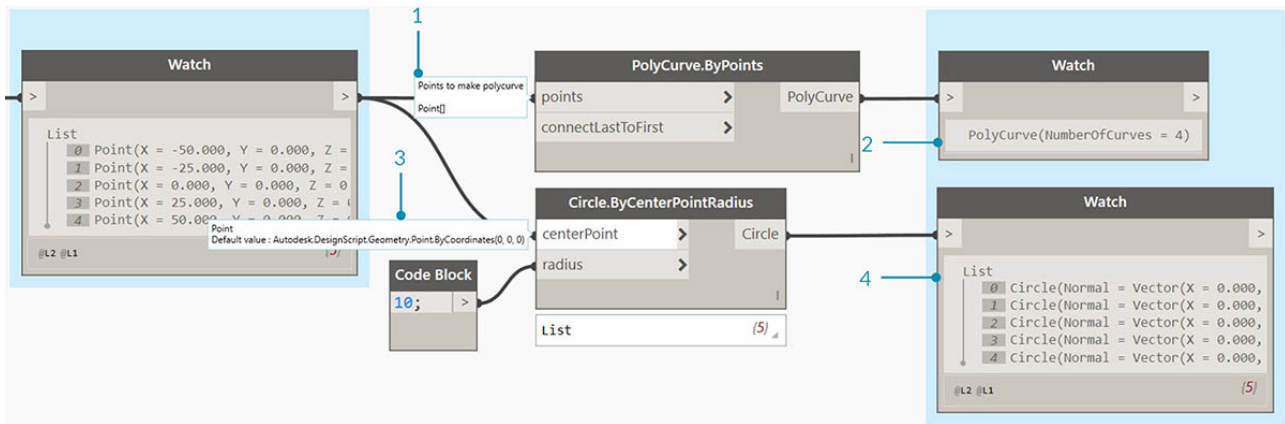


Elemento

Tramite il nodo di controllo “Watch” si può, collegandolo all’output di un elenco, andare ad esaminare il tipo di dati in esso memorizzati. Normalmente il nodo di controllo mostrerà in automatico l’elenco ponendo a sinistra tutti gli indici e a destra i dati degli elementi.

Input e output

Per gli elenchi, a seconda del nodo che si andrà ad utilizzare varieranno il tipo di input ed output.



1. L'input "points" per "PolyCurve.ByPoints" richiede "Point[]" e rappresenta un elenco di punti.
2. L'output per "PolyCurve.ByPoints" è una PolyCurve singola creata da un elenco di cinque punti.
3. L'input "centerPoint" per "Circle.ByCenterPointRadius" richiede "Point".
4. L'output per "Circle.ByCenterPointRadius" è un elenco di cinque cerchi i cui centri corrispondono all'elenco generale di punti.

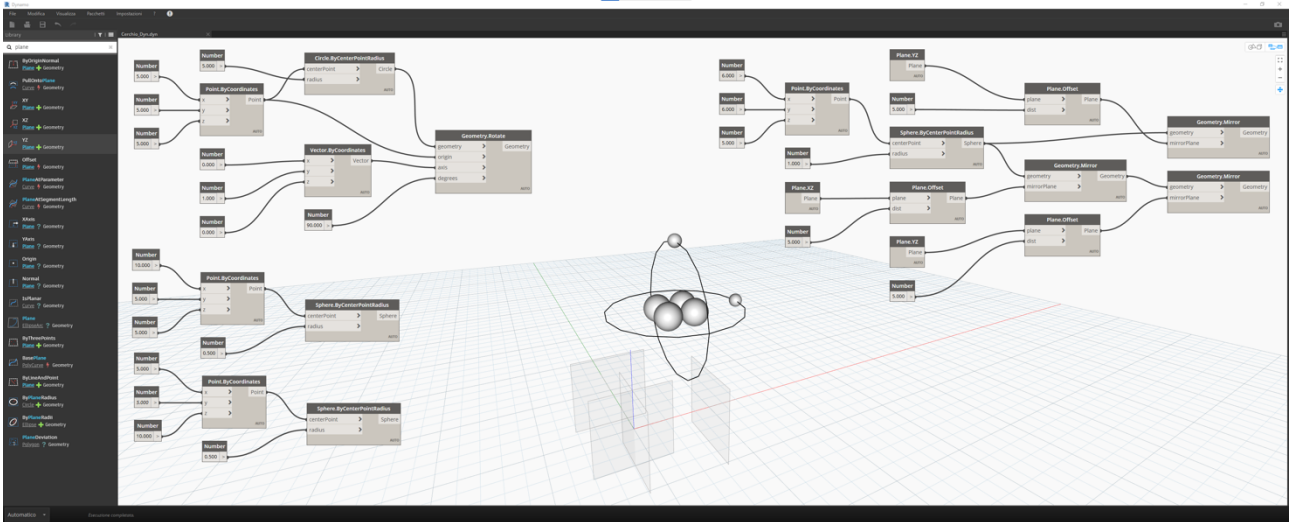
I dati di input dei due nodi sono gli stessi, ma il primo fornisce una curva passante per i cinque punti, mentre il secondo cinque cerchi con centri in ogni punto.

Infatti, notiamo che il primo per funzionare richiede "Point[]" ovvero un elenco di punti, mentre il secondo semplicemente "Point". Sarebbe in questo caso sufficiente un unico punto per poter creare un cerchio, di conseguenza, disponendo di cinque punti il nodo ne andrà a creare altrettanti, uno per ogni punto in input.

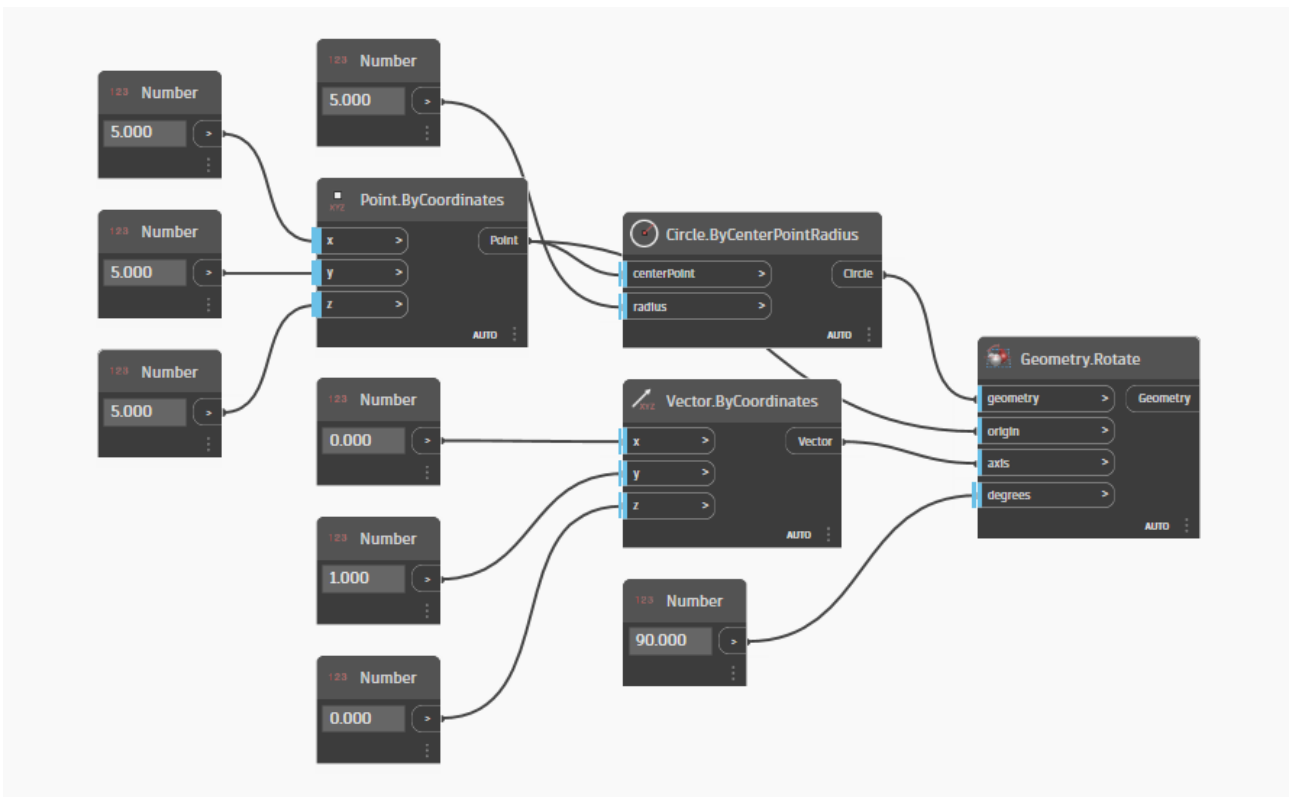
Riconoscere queste differenze di input in Dynamo è di fondamentale importanza per comprendere al meglio la gestione dei dati.

Approfondimento di Dynamo tramite elaborati personali.

Utilizzo dei nodi geometrici in Dynamo



- Uso dei nodi geometrici per la raffigurazione di un modello atomico.

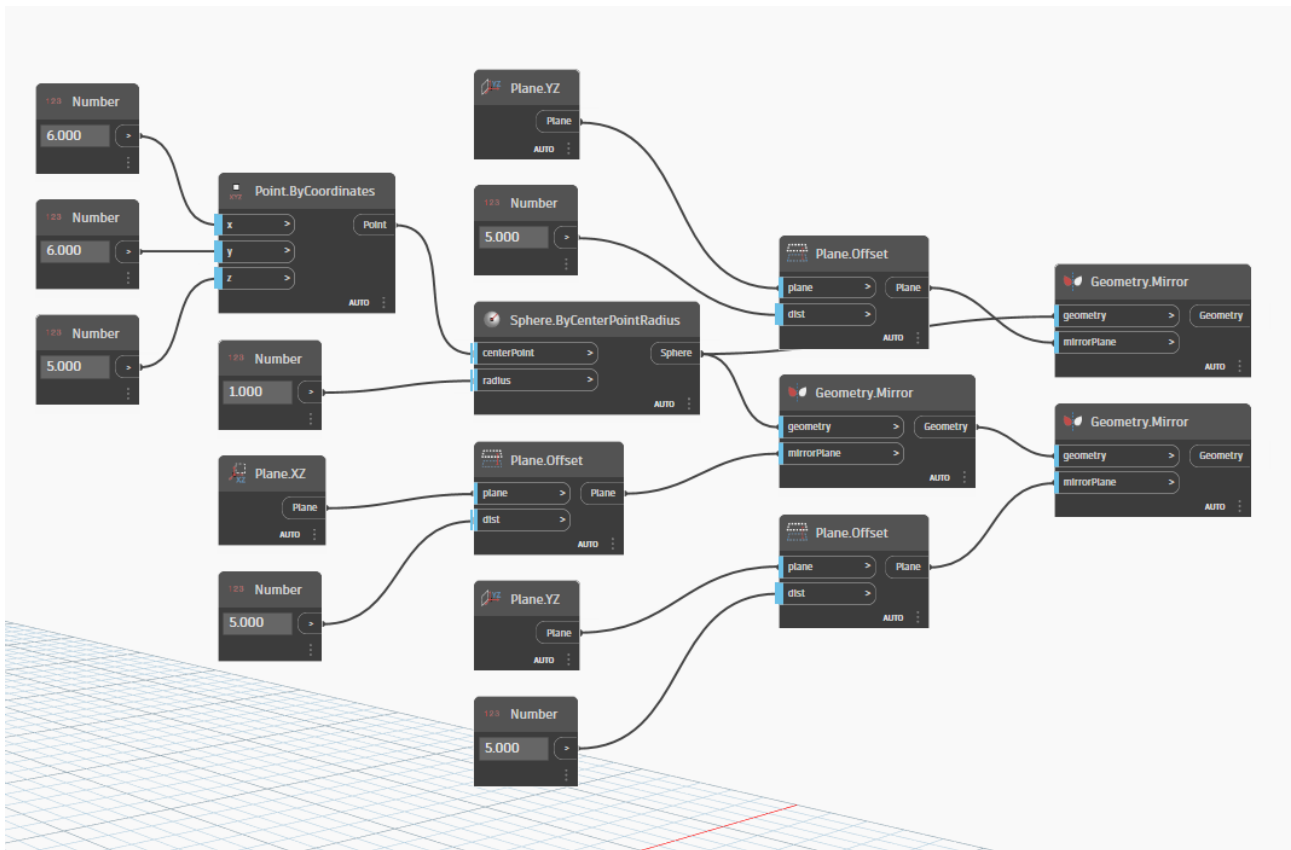


- I nodi “Number” consentono di dare l’input numerico ai successivi nodi.

- Tramite “Point.ByCoordinates” posso andare a creare un punto nello spazio a partire dalle coordinate di input.
- Il nodo “Circle.ByCenterPointRadius” permette di creare un cerchio a partire dal punto di origine e il valore del raggio.
- Con il nodo “Geomtry.Rotate” vado a duplicare la circonferenza creata, ruotandola di un numero di gradi specificato, rispetto ad un asse datogli in input a partire dal nodo “Vector.ByCoordinates”.

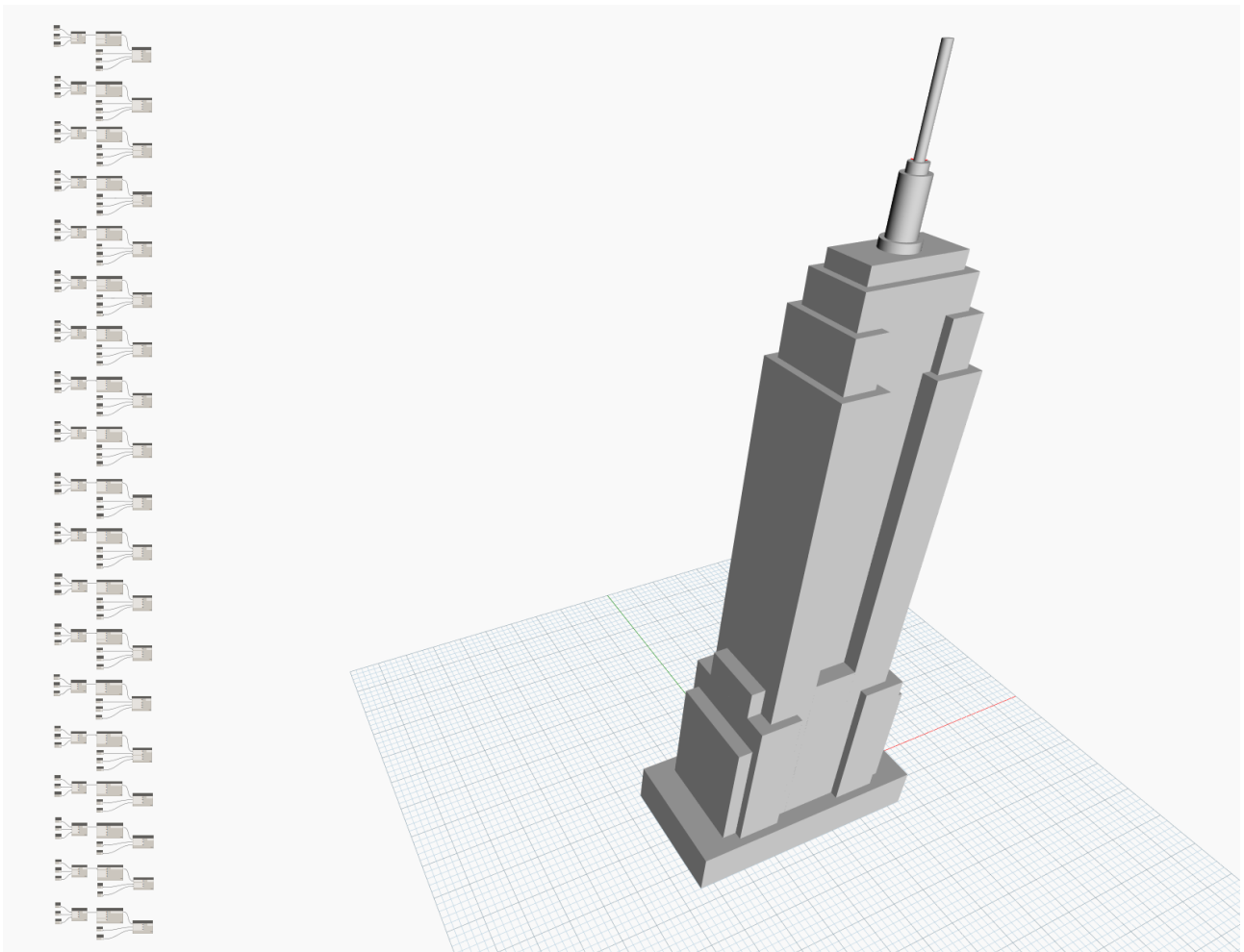


- I nodi “Sphere.ByCenterPointRadius” disegnano una sfera a partire da centro e raggio.



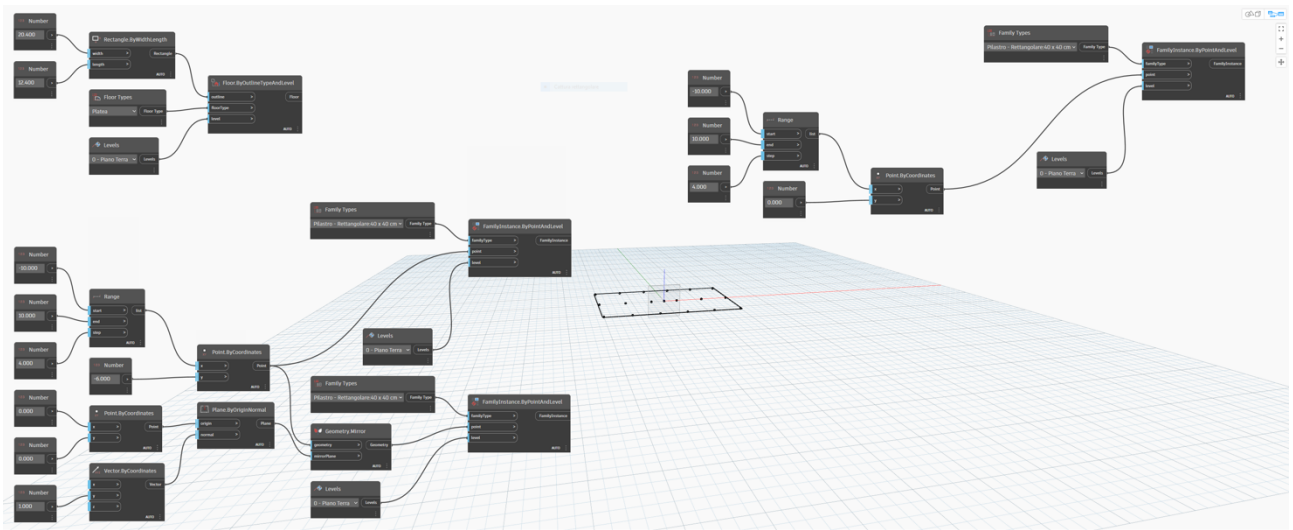
- Possiamo, tramite l'utilizzo di piani, andare a specchiare la singola sfera creata attraverso i nodi "Geometry.Mirror", specificando la geometria ed il piano di riferimento.
- In questo caso la singola sfera viene specchiata più volte rispetto a tre piani differenti.

Rappresentazione dei volumi di edifici

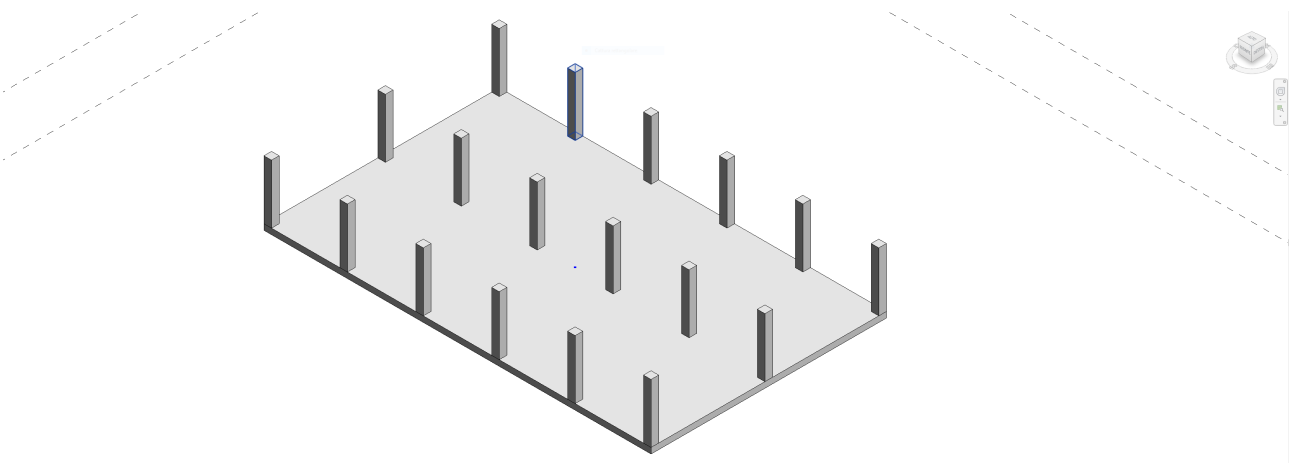


- Utilizzo di Dynamo per la creazione tramite geometrie dei volumi dell'Empire State Bulding.

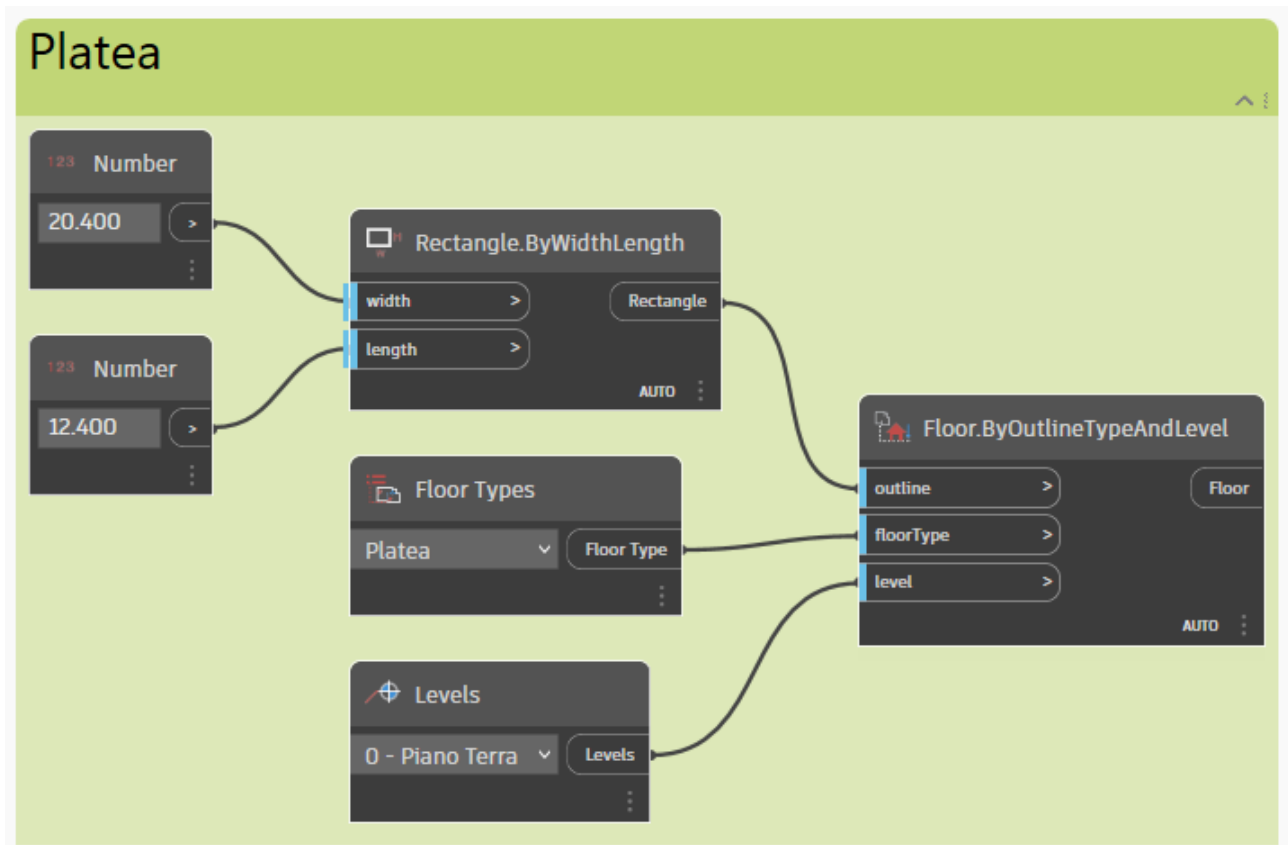
Creazione di una platea di fondazione e pilastri



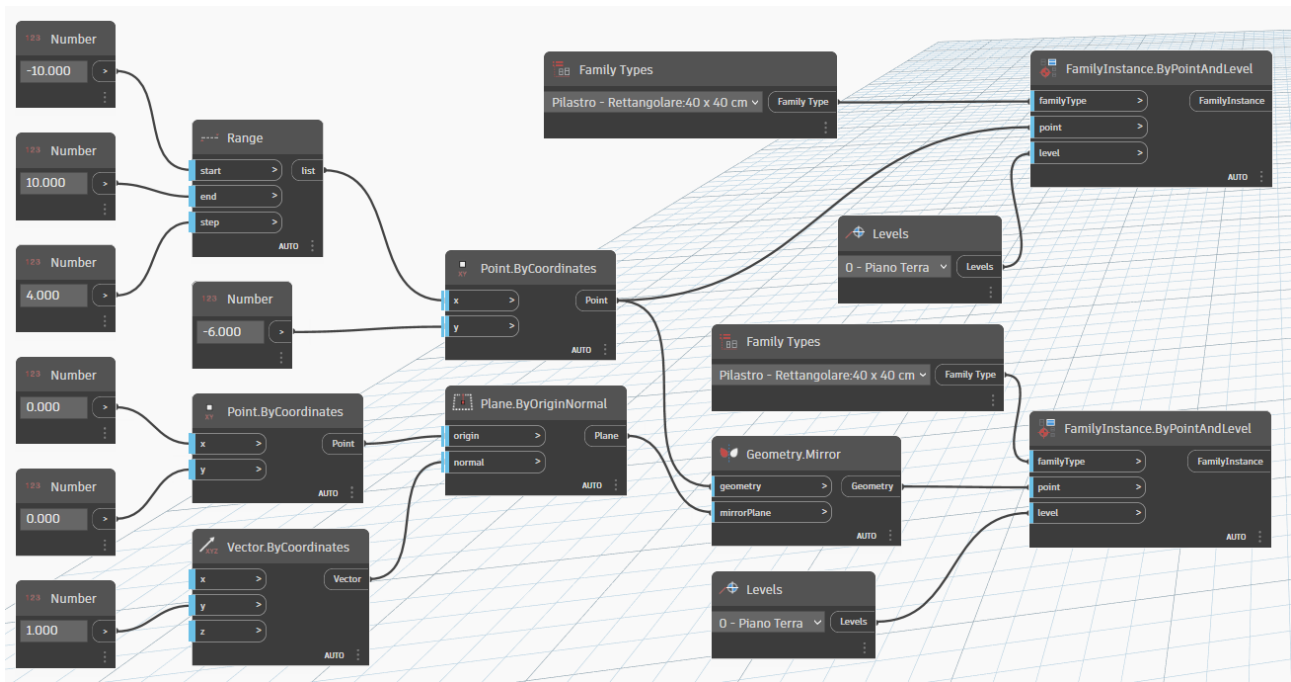
- Visone d'insieme del programma visivo.



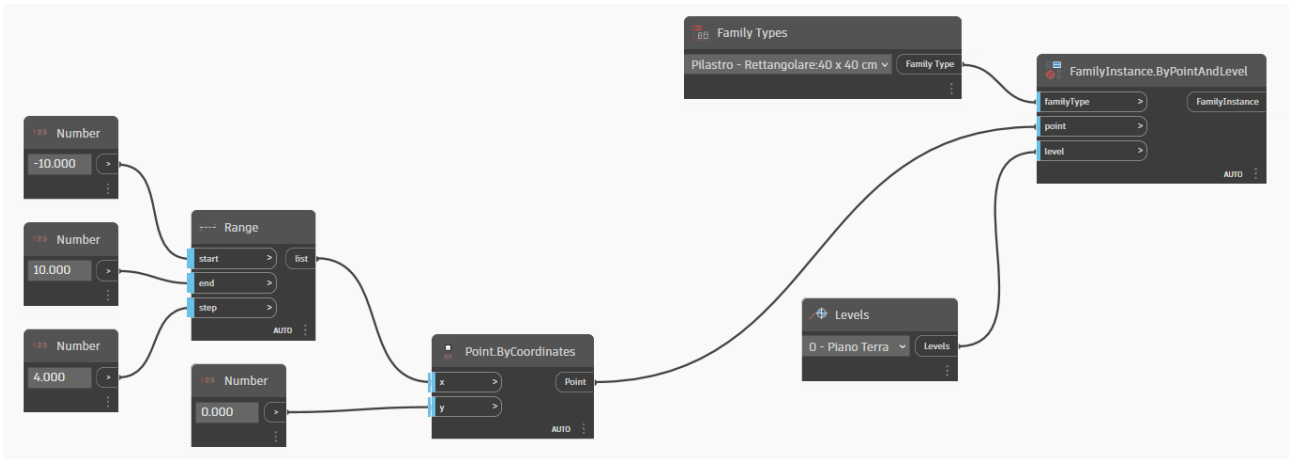
- Risultato del programma visivo, creato in Dynamo, nell'ambiente 3D di Revit.



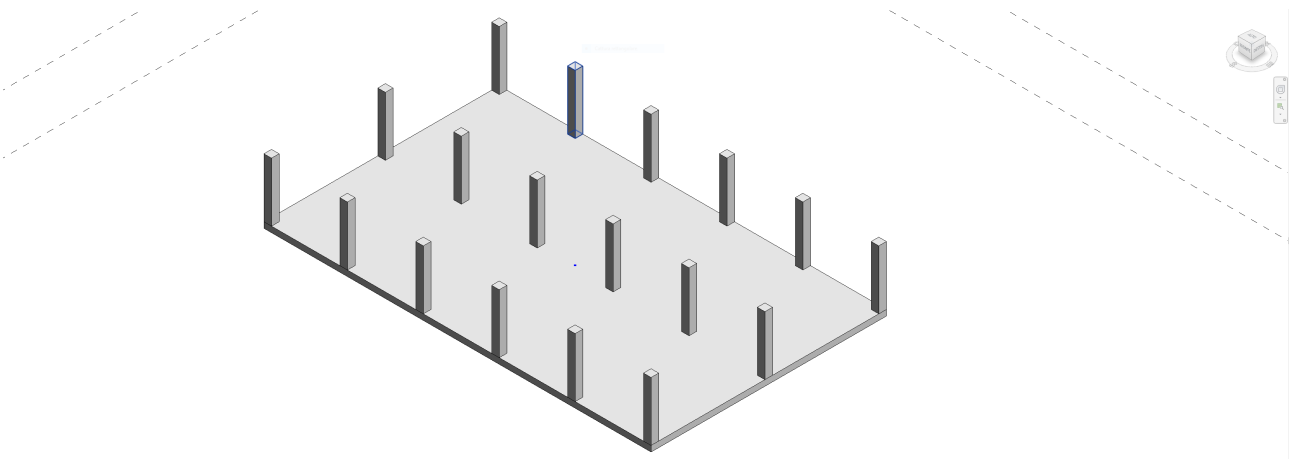
- Tramite input numerici inseriti nel nodo “Rectangle.ByWidthLength” si va a delineare una figura rettangolare.
- Utilizzando il nodo “Floor.ByOutlineTypeAndLevel”, possiamo sfruttare il perimetro del rettangolo in precedenza disegnato, per delineare la grandezza della superficie da creare. Andranno specificati il tipo di superficie, tramite “Floor Types”, e il livello dove crearla, tramite “Levels”.



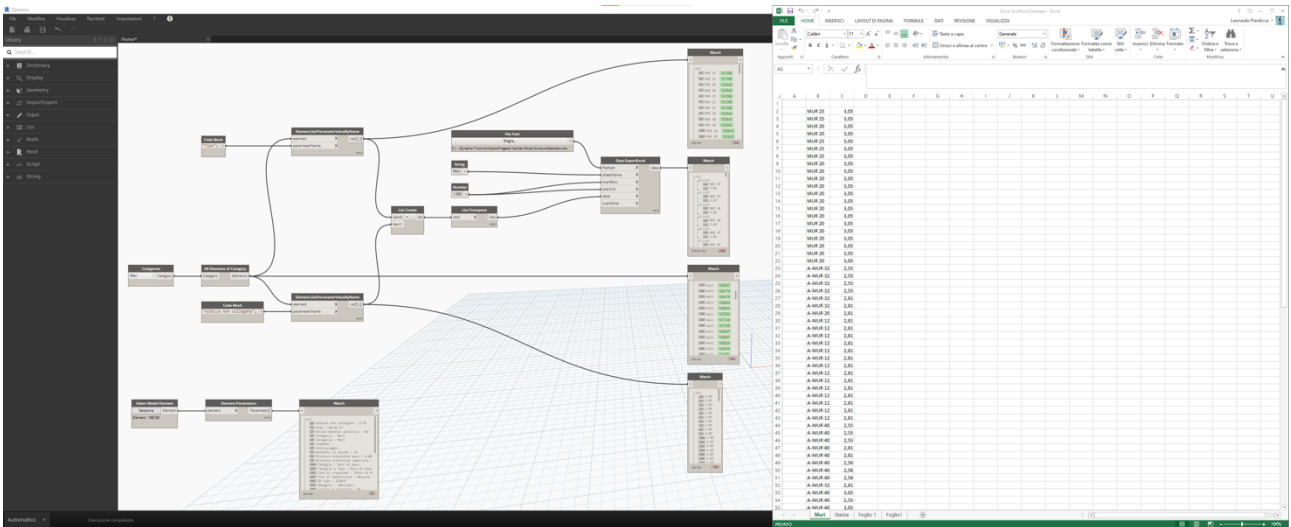
- La creazione di una rete di punti facilita l’inserimento dei vari pilastri.
- Inserisco punti a partire dalle coordinate nel piano in un lato della platea utilizzando il nodo “Range” per creare un elenco, specificando l’inizio, la fine ed il passo.
- Tramite il nodo “Plane.ByOriginNormal” vado a creare un piano che utilizzerò come input per il nodo “Geometry.Mirror” che permette, a partire dall’elenco di punti creati in precedenza, di specchiarli rispetto al piano da me indicato.
- Ottengo così due file di punti lungo i lati della platea.
- Usando il nodo “FamilyInstance.ByPointAndLevel” vado a creare in corrispondenza dei punti i vari pilastri, specificando tipo e dimensione con il nodo “Family Types” e livello con il nodo “Levels”.



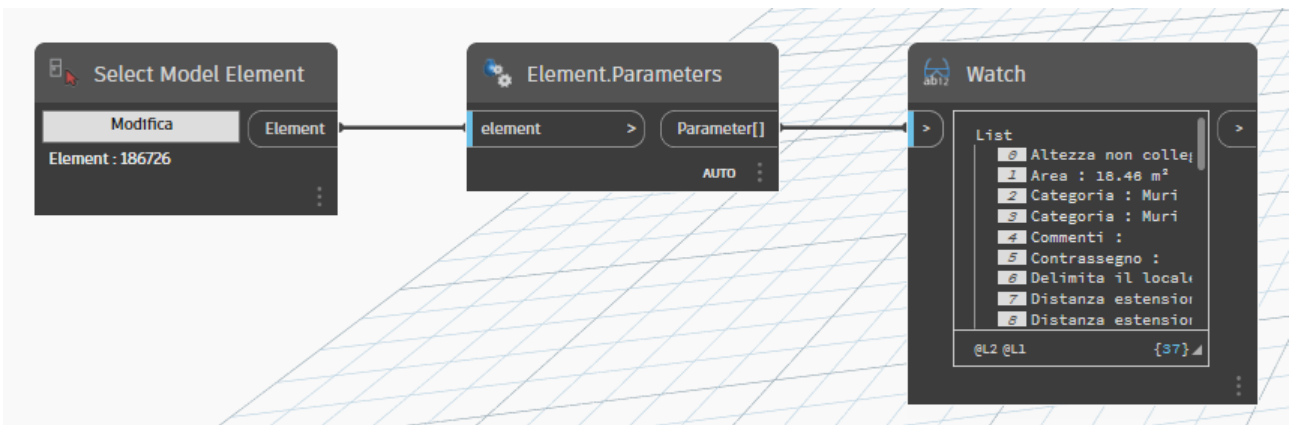
- Creo un elenco di punti per la parte centrale della Platea ripetendo alcuni dei passaggi precedenti.
- A partire dai punti inseriti, vado a creare i pilastri.
- Ottengo così una maglia di pilastri.



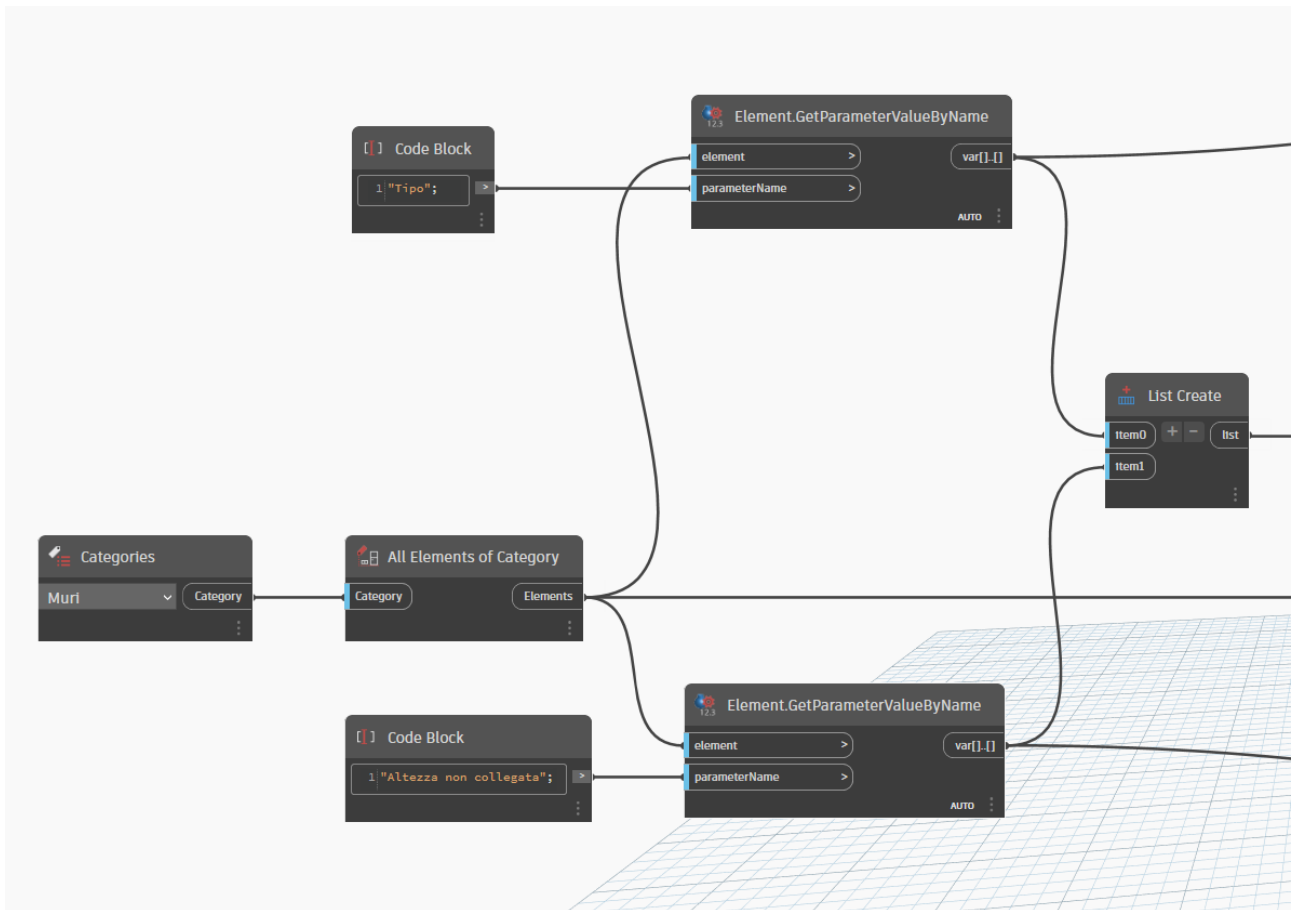
Esportazione di dati in un file Excel esterno



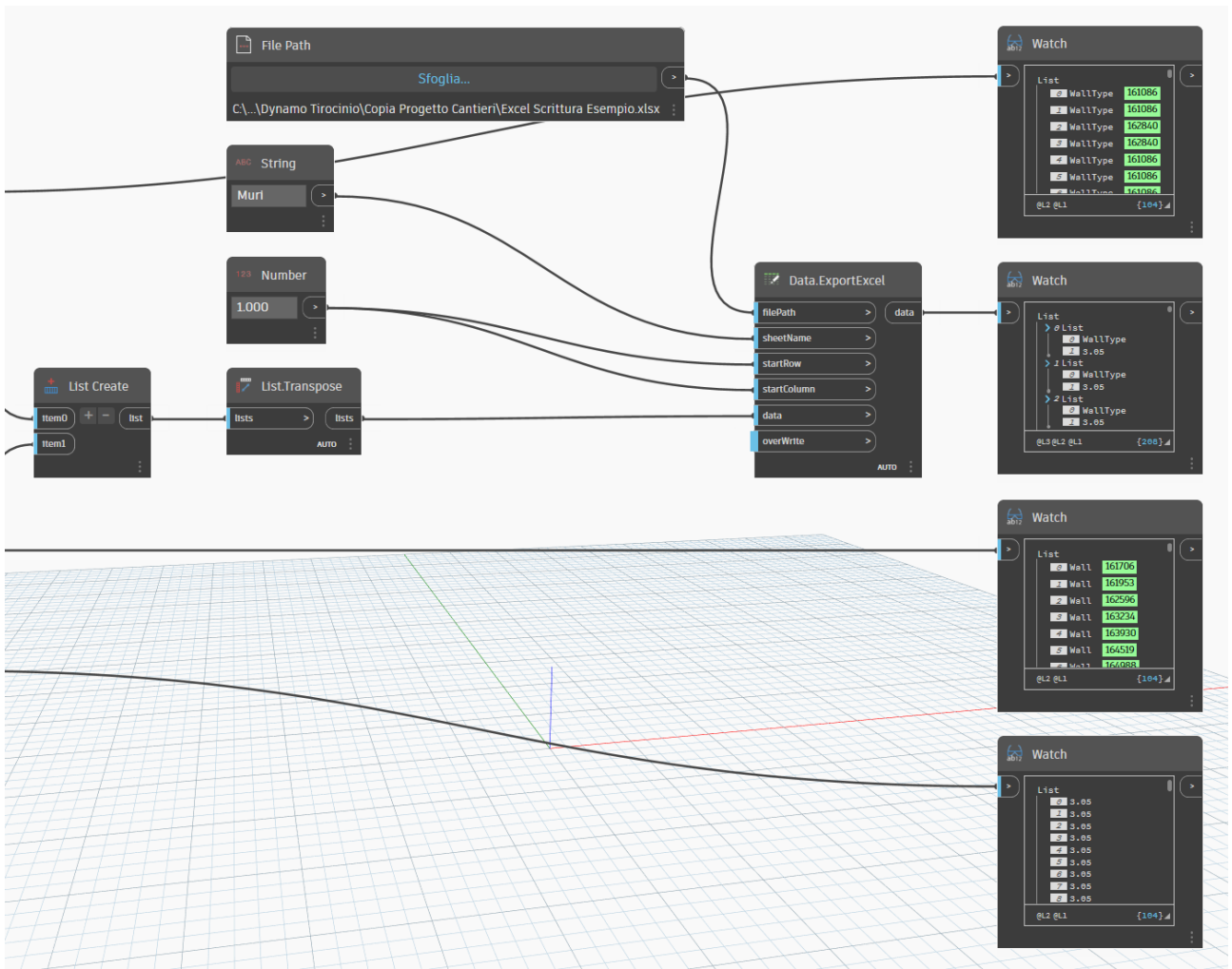
- Visione d'insieme del programma visivo e del foglio Excel creato.



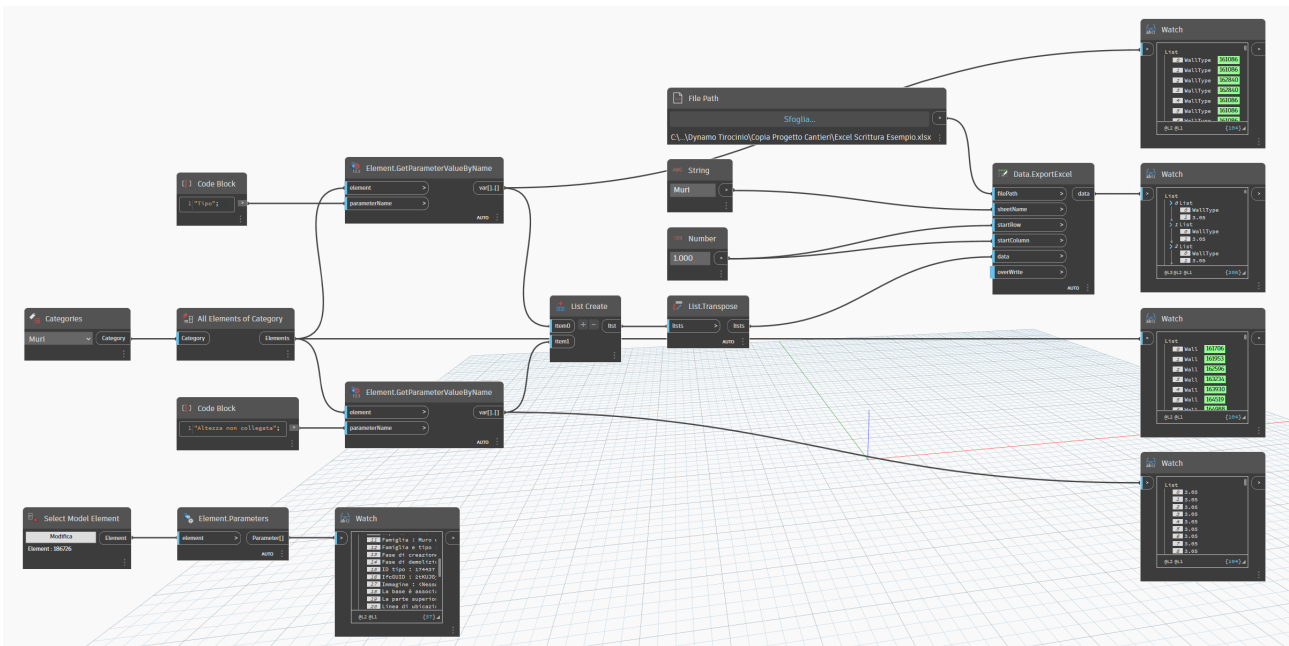
- Attraverso l'utilizzo di questi nodi riusciamo ad indentificare i nomi dei parametri dei vari elementi.



- Il nodo “Categories” permette di selezionare la categoria a cui si vuole far riferimento.
- Tramite il nodo “All Elements of Category” andiamo ad estrapolare ogni singolo elemento della categoria interessata.
- L’uso dei nodi “Element.GetParameterValueByName” è necessario per ricavare il valore del parametro scelto tramite il nodo “Code Block” (in un caso il “Tipo”, nell’altro “Altezza non collegata”).



- Ricavati i valori dei parametri, vengono inseriti all'interno del nodo "List Create" per collocarli all'interno di un elenco (il nodo "List.Transpose" serve unicamente ad invertire righe e colonne dell'elenco appena creato).
- Il nodo "Data.ExportExcel" è l'elemento cardine per andare a creare il foglio Excel dove esportare i nostri dati. È un nodo che necessita di diversi input:
 - "File Path" specifica la posizione del foglio Excel all'interno del file manager del computer.
 - "String" specifica il nome del foglio Excel.
 - "Number" viene collegato a due nodi di input per specificare con qualche riga e con quale colonna incominciare la scrittura del file.
 - "List Transpose" riporta, invertendo le righe con le colonne, l'elenco creato tramite il nodo precedente.
- I nodi "Watch" ci permettono di avere un'anteprima degli output dei vari nodi ad essi collegati.



- Programma completo.

Conclusione.

In conclusione, Dynamo è un potente strumento da utilizzare in ambito BIM per ogni tipo di progetto. La sua capacità di automatizzare compiti noiosi e ripetitivi aumenta di gran lunga la produttività, mentre la sua piattaforma open-source permette infinite opportunità di personalizzazione e collaborazione. Tramite la sua interfaccia intuitiva per la programmazione visiva, Dynamo è diventato un valido strumento per ingegneri ed architetti. Poiché l'utilizzo della tecnologia BIM continua a crescere, è probabile che Dynamo giocherà un ruolo fondamentale nell'industria.

Sitografia e Programmi utilizzati.

Dynamo Primer: <https://primer.dynamobim.org/it/index.html>

Autodesk University: <https://medium.com/autodesk-university/improve-your-team-efficiency-20-practical-uses-of-dynamo-for-revit-f5f4a6313ab8>

Wikipedia: https://it.wikipedia.org/wiki/Building_Information_Modeling

Dormakaba: <https://blog.dormakaba.com/it/disegno-a-mano-addio-un-breve-sguardo-alla-storia-del-bim/>

Ringraziamenti.

Ringrazio il Prof. Alberto Giretti, mio relatore, per la sua disponibilità e per il merito di avermi fatto appassionare a questi argomenti durante il corso di lezioni da lui tenuto.

Ringrazio la mia famiglia, che mi ha sempre sostenuto ed incoraggiato nel mio percorso.