



**Politecnico
di Torino**

POLITECNICO DI TORINO

DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA E DESIGN

CORSO DI LAUREA MAGISTRSALE IN ARCHITETTURA E COSTRUZIONE CITTA'

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

TESI DI LAUREA

IL CENTRO POLIFUNZIONALE
THORAX
PRESSO PORTA SUSÀ, TORINO

RELATORE: Prof. Arch. Costantino Patèstos

CANDIDATI: Stefano CARELLO, Daniele TARZIA





RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento particolare al Prof. Arch. Costantino Patestos, per averci concesso quest'ultima avventura pindalica universitaria. Il Thorax non avrebbe visto la sua conclusione senza di lei.

Ringraziamo tutto l'ordine dei docenti del Politecnico di Torino per averci formato. A tutti loro e a quelli che sono mancati, dobbiamo i nostri successi lavorativi.

Ringraziamo la segreteria del Politecnico di Torino per averci accompagnato in quest'ultima, intensa, fase universitaria.

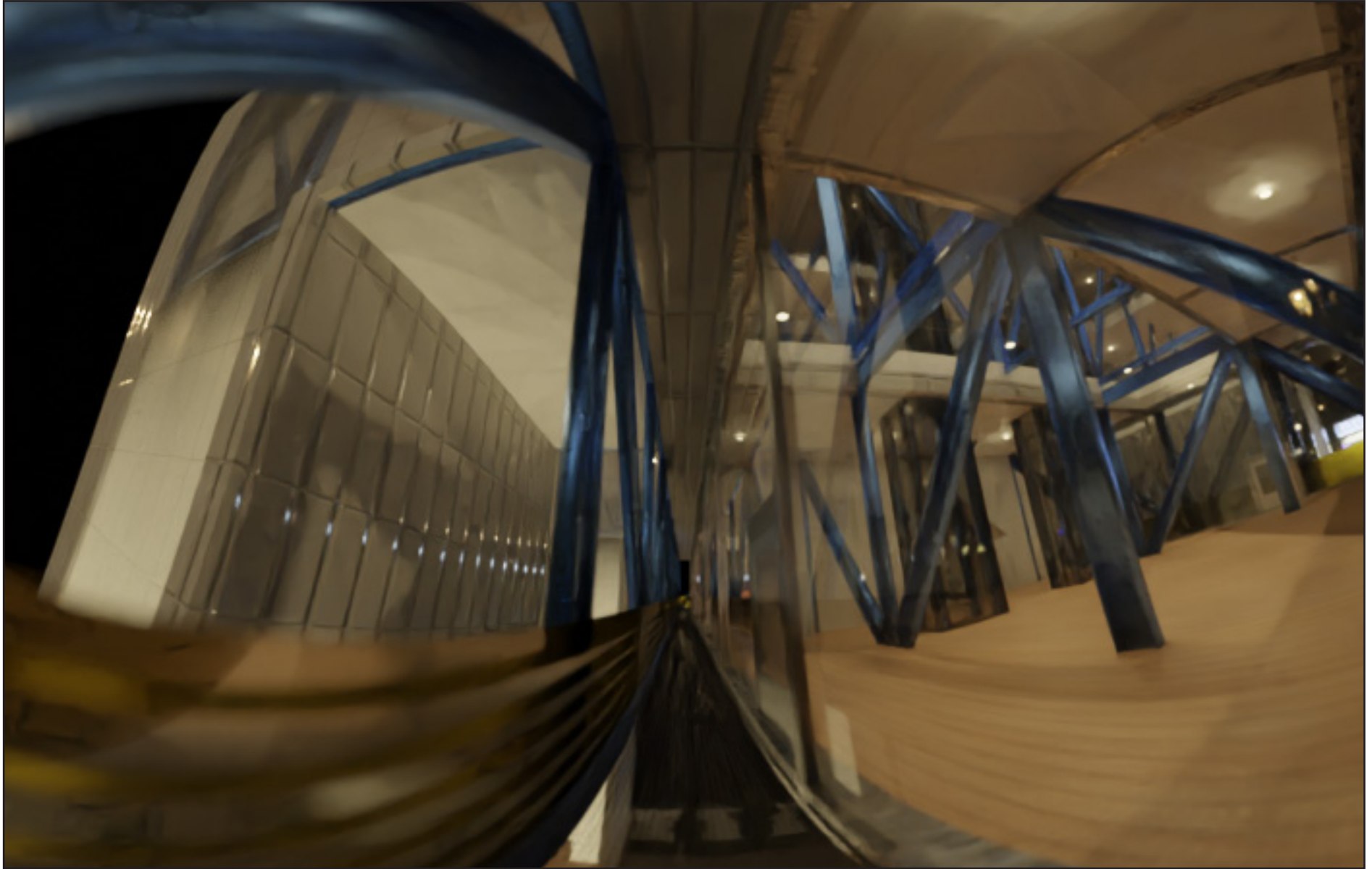
Un ringraziamento dovuto alle nostre famiglie che ci hanno incoraggiato, sostenuto e supportato nel raggiungimento di questa meta.

E in conclusione

Thorax! Thorax! Thorax!

INDICE:

1. INTRODUZIONE
2. AREA D'INTERVENTO
 - Introduzione
 - Spina Centrale
 - Contesto Spina Centrale
 - Il contesto fisico di pertinenza
 - L'area d'intervento
3. PROGETTO
 - Introduzione
 - Un'esperienza di progettazione architettonica: dall'Atelier "Architettura e Forme Strutturali" alla Tesi Magistrale
 - Il mondo dei Congressi & la strategia dei flussi
 - La struttura
 - Riferimenti Progettuali
4. CENTRO CONGRESSI
 - Processo di elaborazione
 - La Galleria Espositiva
 - La Sala Congressi
 - Lounge
 - Foyer
 - Ristorante
 - Bar
5. BIBLIOGRAFIA RAGIONATA
6. TAVOLE DI PROGETTO
7. CALCOLI STRUTTURALI





1. Introduzione:

Questa Tesi di Laurea, di carattere progettuale, nasce da un ulteriore approfondimento del progetto sviluppato nell'Atelier "Architettura e Forme Strutturali" (Laurea Magistrale Architettura Costruzione Città, a. a. 2022-2023), diretto dal Prof. Arch. Costantino Patestos.

Il progetto originario si poneva come obiettivo il potenziamento del polo loco-motivo della stazione di Porta Susa, attraverso l'inoculazione di un centro polifunzionale con finalità lavorative, espositive, d'erudizione e ristorazione. Vincolo progettuale, che il corso poneva, era l'applicazione di una struttura a ponte in ambito edilizio, nella speranza di enfatizzare l'aspetto socio antropologico dell'accesso alla città attraverso una "porta urbana".

Il lotto, posizionato dirimpetto all'ingresso sud della stazione, condizionava i confini progettuali con degli elementi definitivi, quali: la manica massima del lotto stesso, il passaggio delle ferrovie sottostanti e una variazione di quota del livello calpestabile, dovuta alla necessità di accogliere un varco sottopassante il ponte Unione Europea.

La soluzione adottata è stata quindi quella di creare due elementi monolitici di cemento armato sui quali è stato poi appoggiato un ciclopico elemento in acciaio, composto da tre travi reticolari, al quale sono stati poi ancorati due elementi appesi, alle estremità del varco progettato.

Partendo quindi da questo prototipo, come stampo plastico, siamo tornati alle origini del progetto, per ridefinirne i cardini fondamentali che ne avrebbero definito la forma, la funzione e la composizione dell'edificio. Mettendo a sistema gli elementi che abitano e vivono la Spina 2 e utilizzando le nostre esperienze lavorative come fonte pedagogica positiva, siamo arrivati a definire un centro convegni, spazio espositivo con ristorante e bar. Questi ambienti, fortemente definiti dai confini concreti, si descrivono attraverso uno spazio per convegni appeso a due portali, i cui elementi orizzontali ospitano, rispettivamente, una galleria espositiva ed una per la ristorazione.

Sarà quindi obiettivo dei prossimi capitoli raccontare con minuzia quali sono stati i fattori determinanti dei tre pilastri fondanti del nostro progetto: l'essenza, lo spirito e l'icore¹. Ovvero, la forma, la funzione e la materia.

1 Dal Greco *ιχώρ -ῶρος*, con entrambi i sign. letter. Il sangue finissimo, bianco, che la mitologia greca attribuiva agli dei. <https://www.treccani.it/vocabolario/icore/>

2. Area di Contesto:

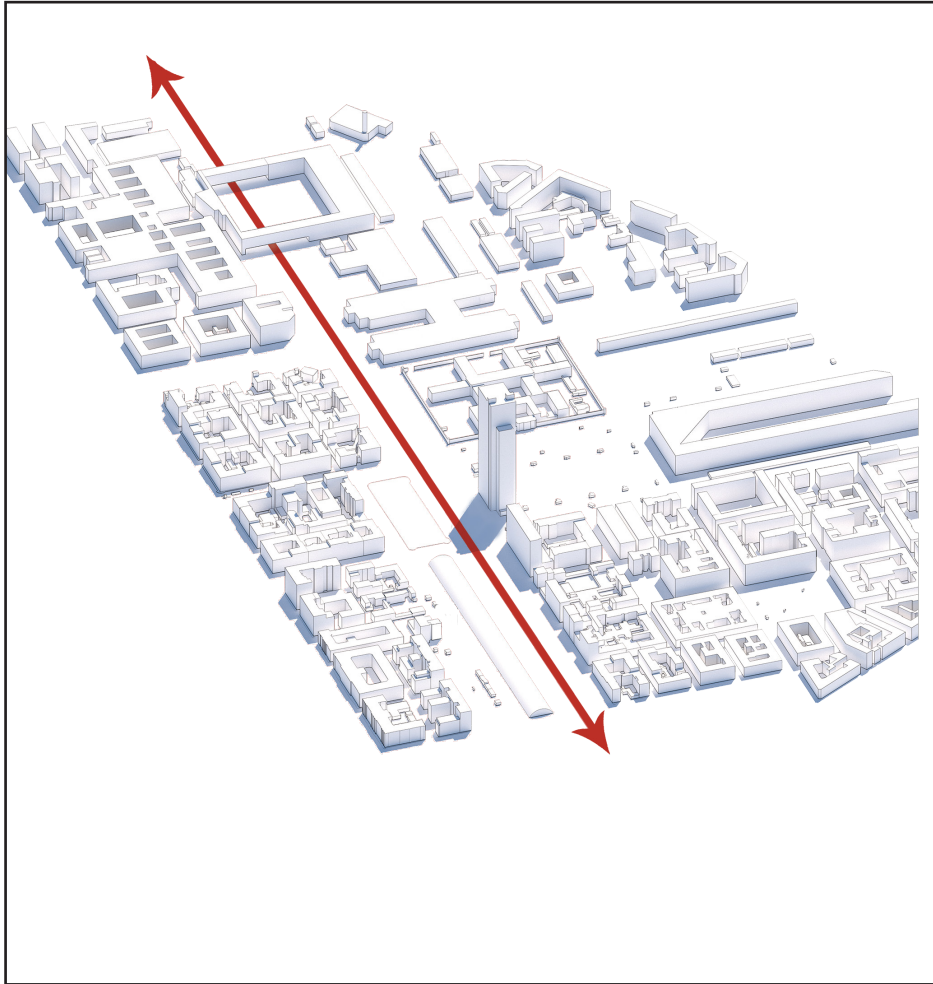
Introduzione:

L'area di progetto è situata nel cuore pulsante della città di Torino, dirimpetto all'emblematica "Porta" urbana che distribuiva i treni in arrivo dalla Porta Nuova e Lingotto in direzione di Milano.

Con un'estensione totale di 160 m x 50 m, il progetto si disporrà poi sul lato del lotto che si confronta con la facciata Sud della nuova stazione ferroviaria Porta Susa, occupando un sedime quadrato di 50 m X 50 m.

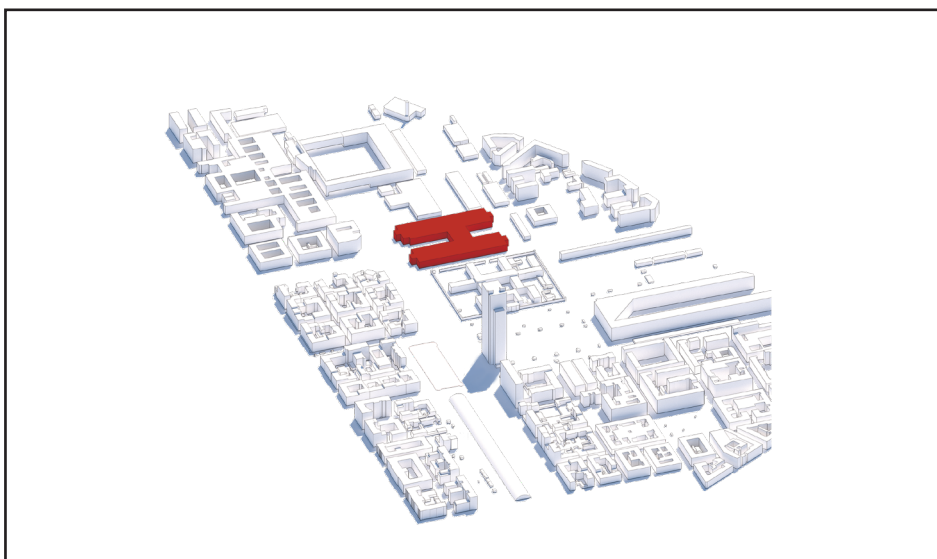
Prima di iniziare a descrivere le fasi progettuali e le soluzioni proposte, è necessario evidenziare gli elementi urbani cardini con cui il progetto dialoga, partendo dalla Spina Centrale in cui esso verrà posto, sino agli edifici prossimi che interessano enormi flussi antropici misti, come il palazzo di giustizia, la torre San Paolo e la stessa stazione di Porta Susa.

Spina Centrale:



L'intervento più grande dal secondo dopoguerra della città di Torino, per una lunghezza di circa 6 km, la "Spina" è stata pensata, appunto, come una sorta di spina dorsale cittadina, in grado di sostenere, potenzialmente, l'assetto urbano. Le proposte, di Vittorio Gregotti e Augusto Cagnardi, furono adottate nel PRG del 1993 e approvate dalla Regione nel 1995, e prevedevano l'interramento dell'asse ferroviario che collegava le stazioni nevralgiche di Lingotto e Susa, per sostituire il vecchio sedime con un viale che potesse canalizzare e allacciare una serie di flussi di traffico. La realizzazione di una direttrice Nord-Sud più marcata e meglio interconnessa con una realtà più moderna e cosmopolita dei trasporti e dei fuochi urbani avrebbe (come si è poi dimostrato) incentivato in maniera sinergica una serie di sviluppi di questa parte di città con le preesistenze, quali la sede del Politecnico, le ex OGR, il Tribunale ed ovviamente la Stazione.

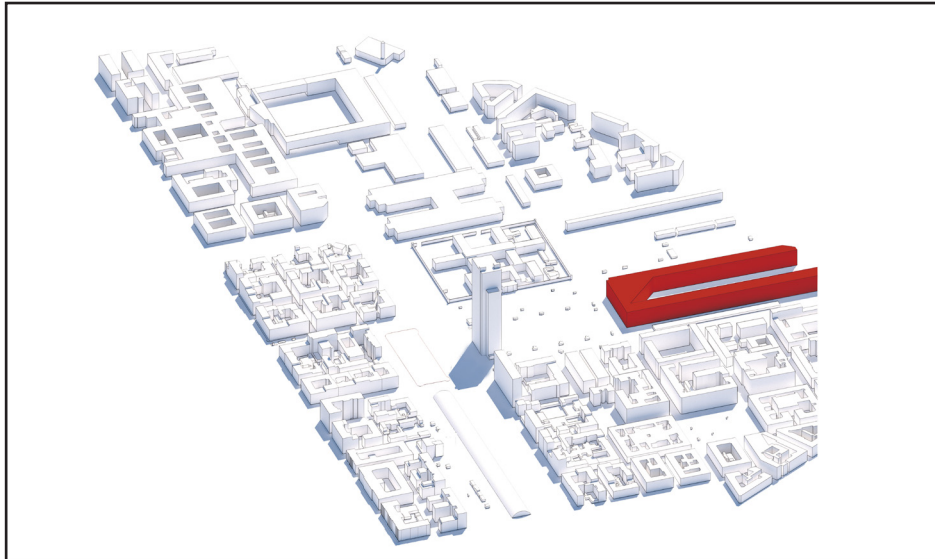
La Spina 2, tratto dove è localizzata la nostra area di progetto, è uno dei tratti complessi della Spina, si estende per l'intero corso Inghilterra, intersecando corso Vittorio Emanuele II fino ad arrivare, nell'altra direzione, in piazza Statuto; attorno a questi si costellano una serie di elementi focali, come la stazione di Porta Susa (snodo di enorme importanza per i collegamenti intra ed extra urbani), il tribunale, il palazzo della Provincia, la cittadella universitaria del Politecnico, le ex-OGR e la recente Torre San Paolo.



Contesto Spina Centrale – Ex OGR:

Le Officine Grandi Riparazioni, dapprima delle Strade Ferrate dell'Alta Italia (SFAI), poi della Rete Mediterranea (RM) ed infine delle Ferrovie dello Stato, ospitavano le grandi riparazioni delle locomotive a vapore e elettriche a corrente alternata trifase sino al secondo dopo guerra, dove passarono alla manutenzione delle automotrici. Nei primi anni '90, a seguito della chiusura, vi fu una prima ipotesi di demolizione per combattere l'abbandono ed il degrado a cui erano soggetti questi immobili, ipotesi accantonata quando i vari corpi vennero divisi fra enti che si interessarono alla loro riqualificazione. In particolare, il corpo ad "H" viene comprato e riqualificato dalla Fondazione CRT, per una superficie di circa 20000 mq ed un'altezza di 16 m, sotto il nome della Società OGR-CRT. Attraverso un investimento di cento milioni di euro, nel 2017 viene inaugurato il nuovo centro polifunzionale integrato, pensato con soluzioni tecnologiche all'avanguardia, sostenibilità ambientale, tutela del valore storico, flessibilità ed accessibilità degli spazi.



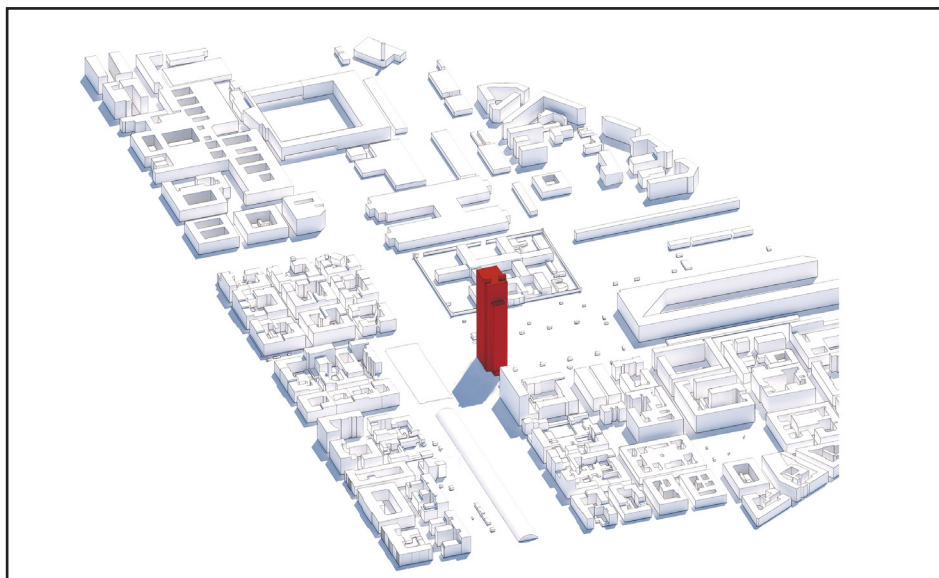


Contesto Spina Centrale – Palazzo di Giustizia “Bruno Caccia”:

Questo edificio, inaugurato nel 2001, dopo solo 11 anni dall’inizio del cantiere, nasce dalla volontà di accorpare le oltre venti sedi dell’ordinamento giudiziario che all’epoca erano sparse per la città. Costruito nell’area dell’ex-foro borario di corso Inghilterra e della caserma “Pugnani e Sani”, il progetto subì alcune variazioni in corso d’opera, in particolare una per ricavare un piano in più. Queste variazioni, sorte per attemperare a svariati errori progettuali che fecero slittare di quasi sette anni l’inaugurazione, inizialmente stimata per il 1994². Il progetto è di Ezio Ingaramo e Enzo Zacchioli, coadiuvati dagli ingegneri Nicola e Todros e la consulenza dell’architetto Pierluigi Spadolini.

² http://www.archiviola stampa.it/component/option,com_lastampa/task,search/mod,libera/action,viewer/Itemid,3/page,35/article_id,0713_01_1995_0182_0037_10573952/





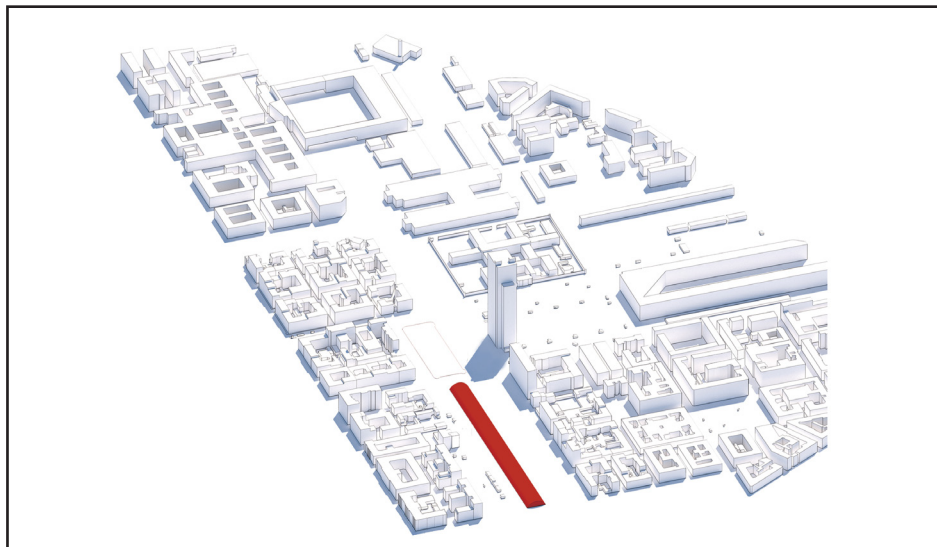
Contesto Spina Centrale – Torre San Paolo:

Edificio nato dalla volontà di Enrico Salza, ex presidente del Consiglio di Gestione del gruppo bancario Intesa San Paolo, quando la banca torinese e milanese erano ancora due entità separate, ed era ancora a capo della San Paolo IMI. Il progetto ha cambiato per sempre le dinamiche urbane di Torino, come apripista per uno sviluppo verticale della città, che non era stato mai preso in seria considerazione fino ad allora, come dimostrato dal forte vincolo che il PRG pone ancora tutt'oggi sulle altezze da rispettare, variato solo di recente, a risposta del grattacielo della Regione Piemonte di Massimiliano Fuksas.



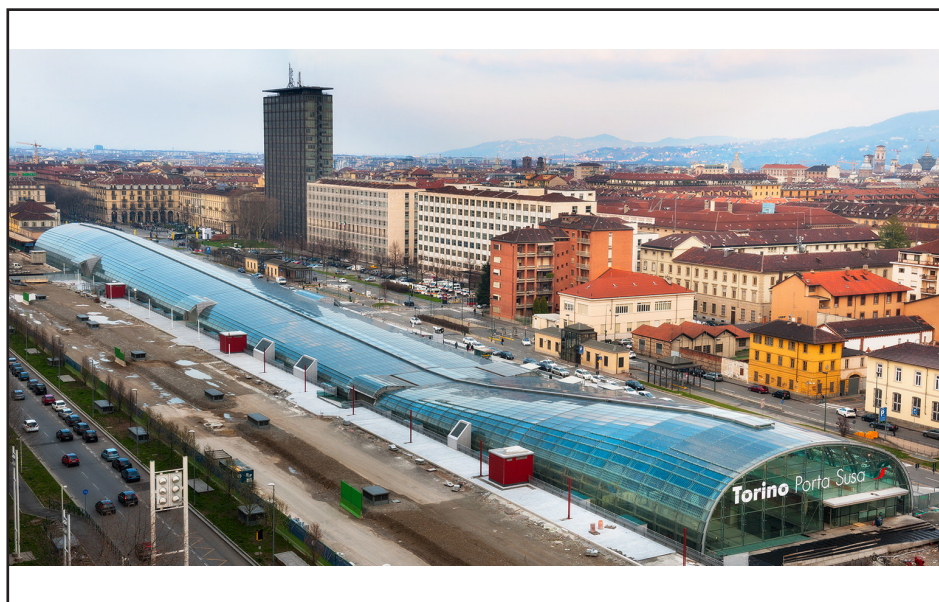
Dopo una serie di indagini geognostiche effettuate nel 2007, i lavori per la torre Intesa San Paolo sono stati avviati nel 12 Dicembre del 2008, completando la prima fase del progetto nel 2011, con la costruzione delle megalitiche fondazioni (spesse circa cinque metri, per un volume di calcestruzzo di oltre 12.500 mc in 84 ore di gettata non stop) e dei sei piani interrati con la tecnica Top-down. Nel febbraio del 2012 fu posizionata la base, che coincide col tetto dell'auditorium, dopo solo un mese la torre aveva superato l'adiacente palazzo della Provincia (ora Città Metropolitana); un anno dopo, nel 2013, vengono effettuati i lavori di rifinitura esterna del grattacielo; con un costo di 300 milioni di euro (65 in più rispetto alla ipotesi iniziale), viene inaugurato il 10 Aprile del 2015, in ritardo di quattro anni rispetto alle prime stime di progetto, ricevendo il titolo, nello stesso anno, dal "Green Building Council", di grattacielo più ecologico in Europa³.

³ <https://www.quotidianopiemontese.it/2015/10/09/il-grattacielo-intesa-sanpaolo-e-il-piu-verde-in-europa>



Contesto Spina Centrale – Porta Susa:

Elemento chiave del progetto della Spina 2, è il perno principale attorno a cui tutti gli altri elementi urbani devono la loro progettazione, sviluppo o riqualificazione. Nel 1980 iniziano i lavori di interrimento dei binari che collegano la stazione di Lingotto con Porta Susa, prevedendo la sostituzione della vecchia stazione di Porta Susa con un nuovo impianto sotterraneo, pensata come stazione di tipo passante. Il 14 dicembre 2008 vengono inaugurati i primi due binari (numerati 5 e 6), presso i quali sono stati attestati alcuni servizi locali; il 17 settembre 2009 vengono aperti i binari 3 e 4, ed il mese dopo viene chiuso l'esercizio della vecchia stazione in superficie, rimanendo solo un accesso temporaneo pedonale. A partire dal 12 dicembre 2010, per problematiche di areazione e sicurezza, vengono interdetti i treni alimentati a diesel nel sottopasso ferroviario. A fine 2012 il vecchio fabbricato sito in piazza XVIII dicembre ha smesso di ospitare le biglietterie, che sono state trasferite, insieme alle altre attività commerciali, nella nuova stazione di Porta Susa. Infine, il 15 dicembre 2013 sono stati completati i binari 1 e 2, nel mese di febbraio 2014 è stata inaugurata la rampa che permette l'accesso al piano interrato da piazza XVIII Dicembre.

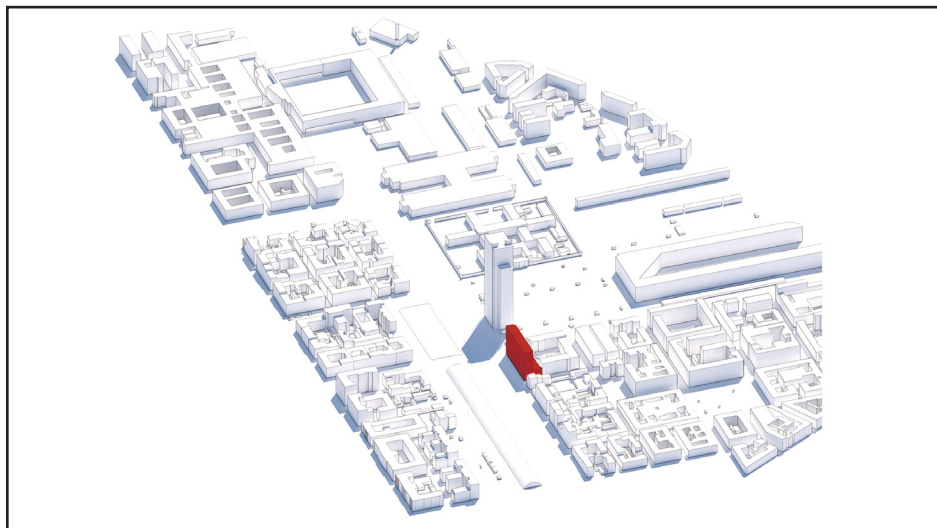




Nel 2012 le viene attribuito il “premio solare 2012” dall’Associazione Eurosolar e il 19 Novembre 2013 riceve il titolo di “Migliore stazione di grosse dimensioni UE 2013” dallo European Rail Congress. Con il collegamento ferroviario con l’aeroporto di Caselle, previsto per la fine del 2023, la Nuova Stazione di Porta Susa diviene un polo focale nei trasporti della città, interscambiando a più livelli tutti gli spostamenti regionali, nazionali ed internazionali, come una lente plurifocale.

La nuova stazione ha una struttura a galleria longitudinale, in acciaio e vetro, dalla lunghezza di 385 metri ed un’altezza variabile fra i 13 ed i 19 metri. Le vetrate che compongono la galleria sono rivestite di cellule fotovoltaiche, che consentono di produrre l’80% del fabbisogno energetico della stazione stessa.

Il progetto della nuova stazione interrata è opera della AREP, società franco-italiana, i progettisti sono gli architetti Jean-Marie Duthilleul, Etienne Tricaud, Silvio d’Ascia e Agostino Magnaghi.

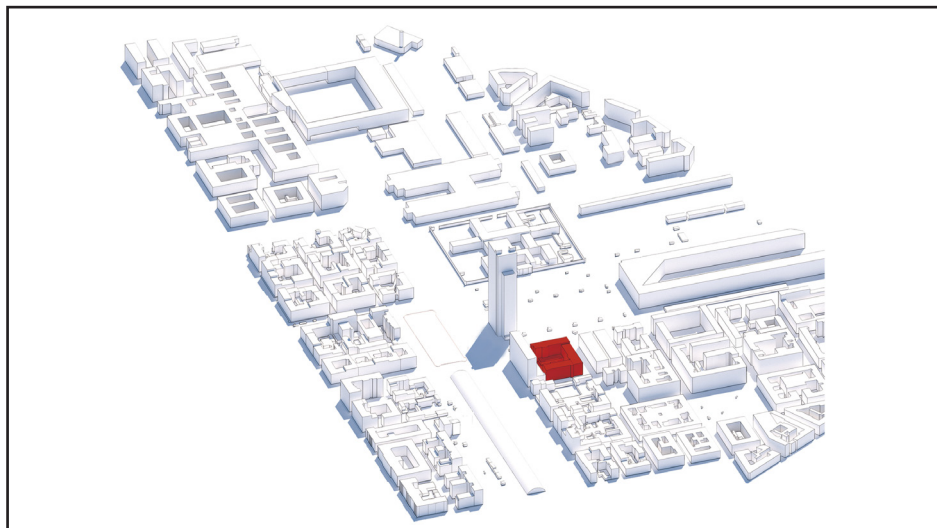


Contesto Spina Centrale – Palazzo della Provincia:

Progetto di Ottorino Aloisio a risposta del concorso vinto bandito dalla STIPEL (poi SIP ed odierna Telecom), realizzato nell'area dell'ex mattatoio a partire dal 1962, questo "grat-tacielo orizzontale" doveva ospitare uffici e impianti con finalità direzionali dell'azienda STIPEL. Con lo spostamento della sede legale della Telecom a Milano, nel 2008, il palazzo è stato soggetto di una radicale ristrutturazione interna ed esterna a cura di Paolo Rosani, diventando la nuova sede operativa della Provincia di Torino (oggi Città metropolitana di Torino).

Oltre alla necessaria bonifica dell'amianto, il progetto di Rosani comprendeva adeguamenti tecnologici per un miglioramento energetico, oltre che una riorganizzazione degli spazi (fra cui la realizzazione di un auditorium da 400 posti). Inoltre, l'accentuata verticalità della facciata, già pensata da Aloisio con l'austera ripetizione di fitte paraste a tutta altezza, viene profondamente modificata, rimuovendo i policromi in klinker a favore di un più anonimo rivestimento. I lavori si sono conclusi con l'inaugurazione della nuova sede della città Metropolitana di Torino, il 10 Ottobre 2008.



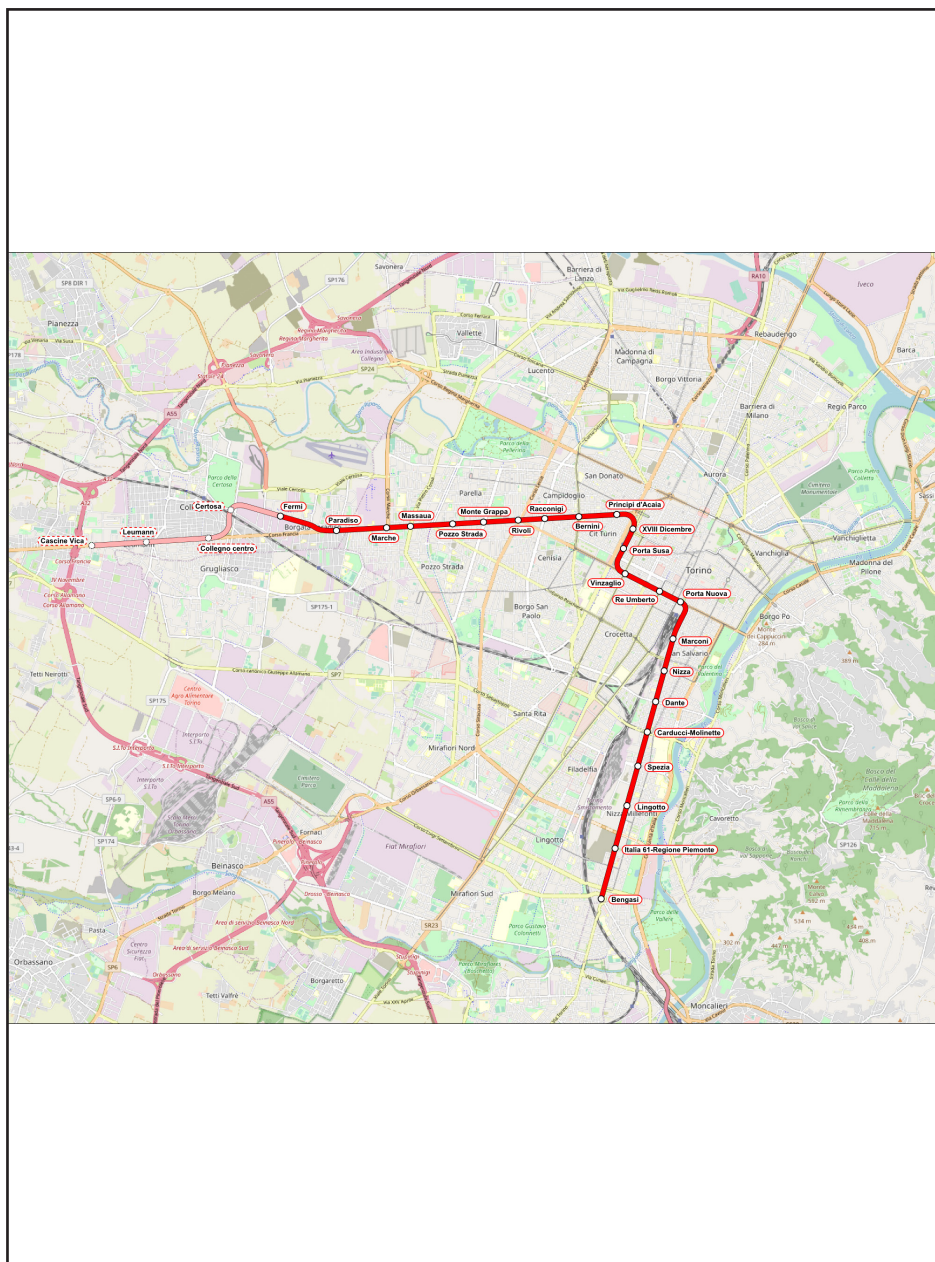


Contesto Spina Centrale – Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica RAI:

Progetto integrato al grattacielo orizzontale della STIPEL (oggi Telecom) dell'architetto Ottorino Aloisio, che viene ultimato nel 1970; nel 1994 la Telecom richiede la demolizione e riprogettazione del corpo retrostante il palazzo di Corso Inghilterra, ad opera dell'architetto Rosani. Per quanto il progetto iniziale della Telecom non verrà mai completato, poiché il palazzo di Corso Inghilterra venne ceduto alla Provincia di Torino nel 1999, il corpo di fabbrica retrostante il grattacielo orizzontale vede il suo completamento. Una volta svuotato, venne ceduto alla Rai, che completa il trasferimento degli organi amministrativi di Rai Pubblicità e del CRIT alla fine del 2014. La Rai ha adattato l'edificio, per consentire un alto flusso di dipendenti, pubblico e servizi relativi, attraverso un'ampia area d'accesso. Allo stesso modo, al primo piano interrato, è stata fatta un'importante opera di redistribuzione degli spazi, con finalità ristorative, una "server farm" ed una stazione energetica in continuità assoluta⁴.



⁴ "La nuova sede Rai di Torino, Breve storia del nuovo insediamento di via Cavalli", a cura di Gemma Bonino.



Contesto Spina Centrale – Metropolitana:

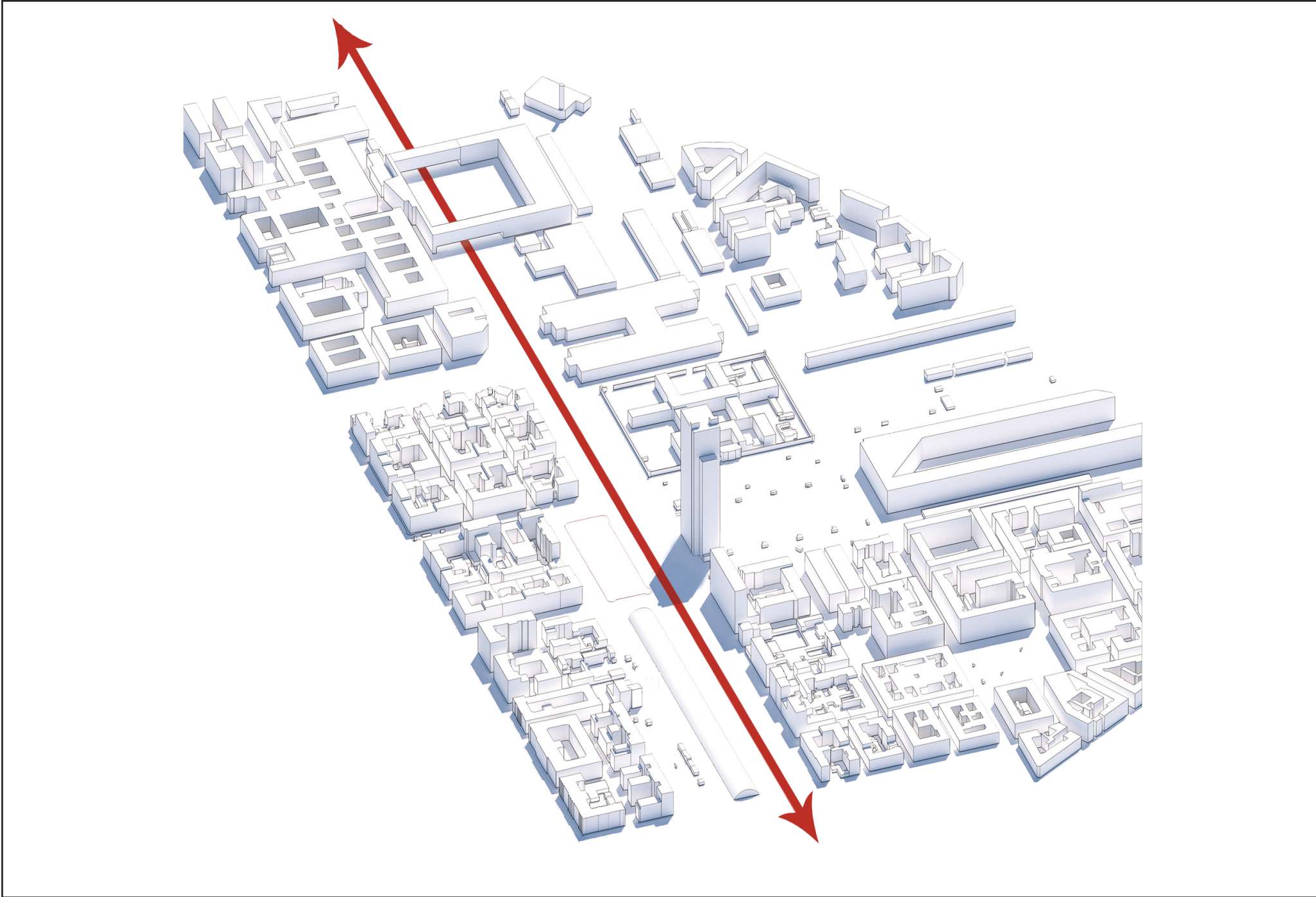
Ambizioso progetto della città di Torino che trova le sue origini già nei primi vent'anni del Novecento, quando l'eccentrico imprenditore Riccardo Gualino si fece promotore di un piano di ristrutturazione del centro di Torino, specialmente per quanto riguardava la zona adiacente alla vecchia via Roma, ormai troppo stretta ed angusta. I progetti preliminari ipotizzavano una grande trasformazione dell'area interessata, con la realizzazione di una metropolitana sotterranea sull'esempio di quella parigina o londinese, che Gualino ben conosceva, con treni elettrici prodotti dalla Piaggio, ma una volta presentati al Comune di Torino si arenarono. Nel 1931 Marcello Piacentini propose un nuovo progetto della via stessa, mantenendo una via sotterranea, che venne accettato ed iniziato, per essere poi interrotto, a causa del secondo conflitto bellico, per essere ripresi negli anni Cinquanta, ma furono subito accantonati per l'insufficiente larghezza della galleria allora scavata. Questi spazi realizzati sotto piazza San Carlo e via Roma, fanno oggi parte del vasto sistema di parcheggi sotterranei comunicanti gestiti congiuntamente dall'ACI e dal GTT.

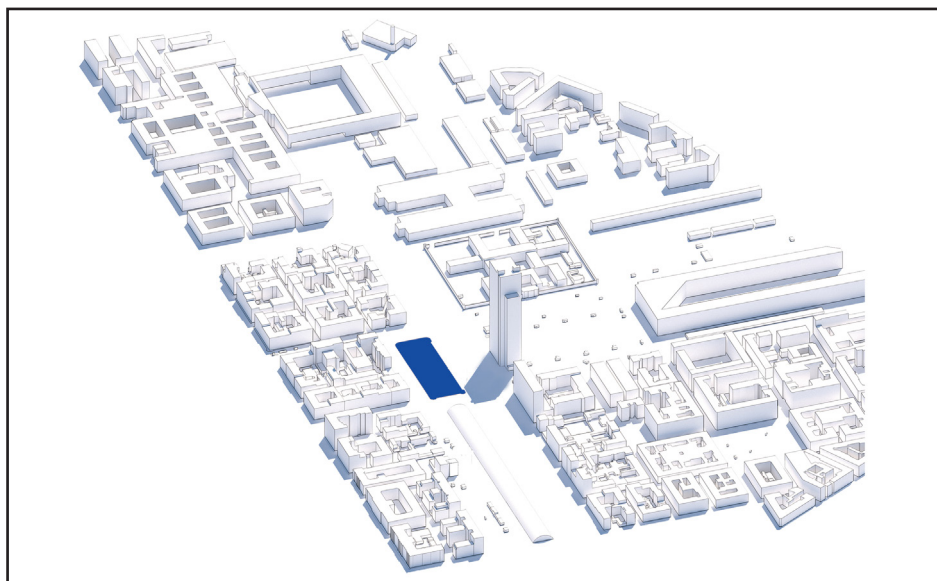
Nel corso degli anni Sessanta, a seguito dell'esperimento della monorotaia di Italia '61, venne costituita la Società per la Metropolitana di Torino (SMT), che studiò un complesso sistema di reti sotterranee per una lunghezza complessiva di 7 chilometri, pensata soprattutto per distribuire meglio la circolazione dei flussi generati dalla Fiat nei complessi di Mirafiori e Lingotto. Nonostante il supporto della stessa FIAT, dal 1964 la ristrettezza economica impose un blocco al progetto che solo nel 1967 vide l'economia e l'industria



necessaria a ripartire, venne realizzato un prototipo a nelle piste di collaudo a Chivasso, con una soluzione mista ferro e gomma simile a quella realizzata in quegli anni a Parigi. La crisi petrolifera del 1973 e l'insediamento della giunta comunale di Sinistra nell'autunno del 1975 segnarono però il totale abbandono del progetto. Ancora negli anni Ottanta, sotto l'amministrazione del sindaco Novelli, vennero ideate quattro linee ipogee, delle quali solo la 4 rimane ad oggi ancora attiva. Con la fusione dell'ATM con la SATTI, nel 2003, nasce il Gruppo Torinese Trasporti (GTT), che assunse come obiettivo l'attuazione di un progetto metropolitano sulla base di studi di fattibilità degli anni '90, trovando occasione nei XX Giochi olimpici invernali per attuare questo centenario sogno torinese. Il 4 febbraio 2006, cinque giorni prima dell'inizio della manifestazione olimpica, venne inaugurata la tratta dal

capolinea Fermi a piazza XVIII dicembre. Il 5 ottobre 2007 venne attivato il prolungamento da XVIII dicembre a Porta Nuova, comprendente le fermate intermedie di Vinzaglio e Re Umberto, oltre che Porta Susa, attivata in seguito il 9 settembre 2011; la tratta Lingotto Porta Nuova venne inaugurata il 6 marzo 2011. Nell'arco degli ultimi dodici anni sono stati effettuati ulteriori prolungamenti con enormi difficoltà, soprattutto nel tratto di piazza Bengasi, portando, ad oggi, la Linea 1 della metropolitana di Torino ad essere lunga 15,1 chilometri, estendendosi dal Collegno a Moncalieri e spostando circa 24 milioni di passeggeri l'anno.





L'area d'intervento:

L'area d'intervento è uno snodo urbano molto significativo della città Metropolitana di Torino, localizzato all'indirizzo Corso Vittorio Emanuele II n. 114, Circonscrizione 1 "Centro-Crocetta". In particolare, l'area progettuale è un isolato definito a sudest da corso Bolzano, a nordovest da corso Inghilterra, a sudovest da corso Vittorio Emanuele II e a nord-est dal ponte Unione Europea, dalla superficie territoriale di 7.400 mq con funzione di tipo commerciale, direzionale e turistico ricettivo⁵. Negli ultimi trent'anni, l'area è stata costantemente oggetto di importanti riqualificazioni, quali l'inaugurazione della nuova stazione di Porta Susa nel 2013, la inaugurazione del grattacielo San Paolo nel 2015 e l'allacciamento della metropolitana nel 2011. In questo periodo, la commissione di servizi (fra i componenti, in particolare: la ToMi, il presidente della Building SpA Pietro Boffa e la FS Sistemi Urbani di Torino) ha ripreso in mano tutta una serie di interventi che si erano fermati nel 2019 a causa della pandemia, in particolare la riqualificazione della vecchia stazione Porta Susa in un hotel con lounge bar⁶ e la costruzione di un grattacielo gemello a quello della San Paolo⁷. Considerando solo la parte terminale del lotto come spazio di realizzazione di un edificio sinergico e di supporto al sopracitato ipotetico grattacielo "Gemello", le preesistenze locali hanno molto influenzato il processo progettuale.

5 <https://www.investinitalyrealstate.com/it/property/torino-porta-susavalorizzazione-area/#tab-floorplans>

6 <https://blog.urbanfile.org/2022/11/02/torino-porta-susa-un-hotel-ikea-nella-vecchia-stazione-ferroviaria/>

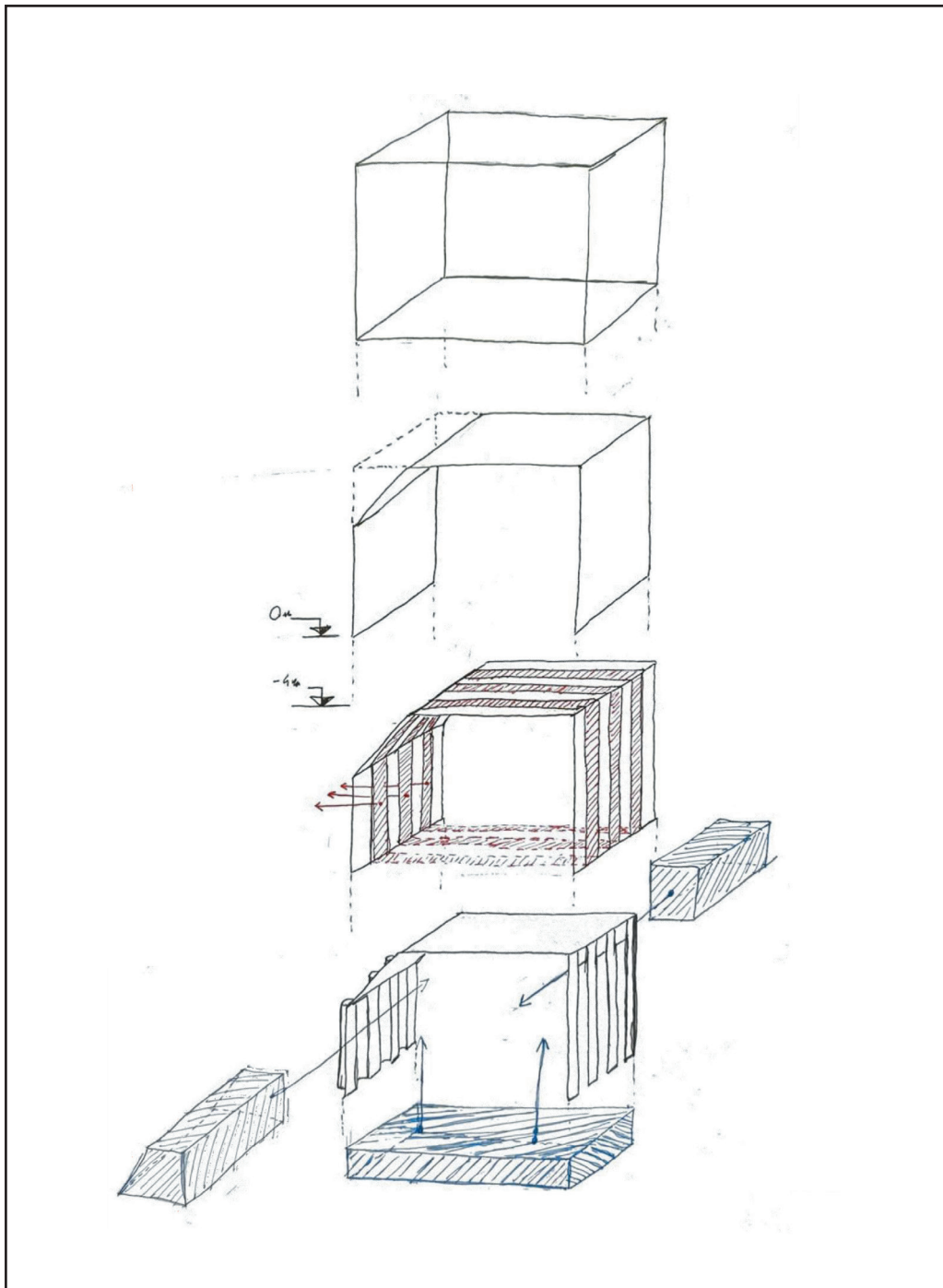
7 <https://initalia.virgilio.it/terzo-grattaciolo-torino-come-sara-29639>



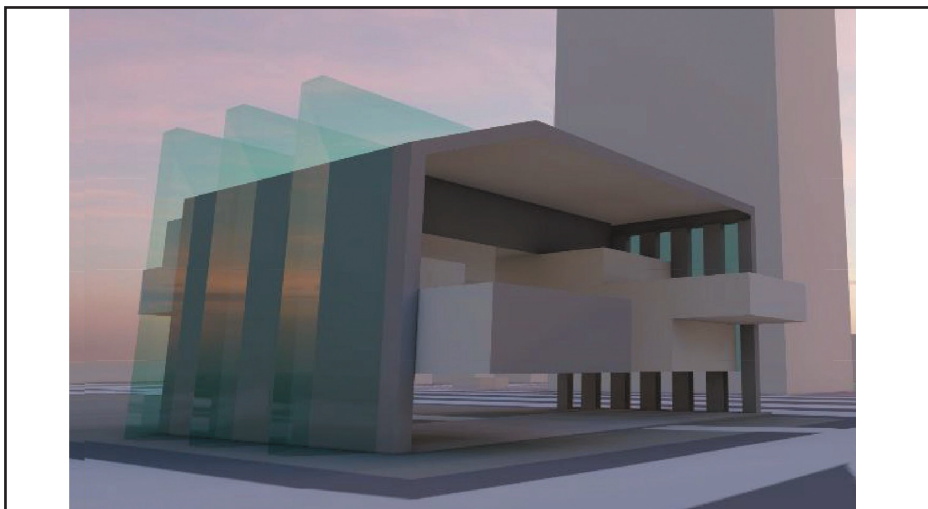
3. Progetto:

Introduzione:

Si può dire che tutte le condizioni al contorno, definite da un susseguirsi di eclettici ed accidentali personaggi ed eventi, ha dato all'area di progetto un Genius Loci, *sive mas sive foemina*, dai caratteri polifunzionali, con una natura di connessioni, correlazioni ed interdipendenze fortissime per la città di Torino, creando delle fortissime aspettative nel progetto che si appoggiava sugli studi iniziati nell'Atelier, come una pietra angolare. La concentrazione del progetto però non è stata per l'elemento di spicco nello skyline ipotetico della città, ovvero il grattacielo, ma bensì nel suo spazio di supporto, l'elemento di testa, che abbiamo immaginato dirimpetto alla Stazione di Porta Susa. Questo equipaggiamento urbano, non riveste, per sua natura, né la stessa importanza compositiva e nemmeno la sua reiterazione in un'elevazione verticale, ma si definisce come un elemento tecnico che a pieno vuole essere vissuto dal sopra citato Genius Loci: il centro polifunzionale Thorax, è letteralmente e figurativamente, la cassa toracica della Spina dorsale della città. La forma, la funzione e la sua materia definiscono la natura che questo edificio deve avere per la città di Torino, inglobando dentro di sé il cuore della città pulsante che dialoga, interagisce e si trasforma sulla base degli scambi che fa con il mondo esterno a questo sistema "metropolitano-chiuso", ma "cosmopolitanamente" aperto.



Seguendo, quindi, le orme del progetto, cioè la cronistoria del percorso che porta dall'Atelier alla Tesi, si evince una necessaria rielaborazione dei processi progettuali attraverso un rivoluzionario flusso di coscienza che intercorre nella ponderazione degli stessi: un'ottica più arrendevole alle infinite declinazioni antropiche esterne ai limiti umani del progettista, trasformano, in potenza, il Thorax in un **vero** centro polifunzionale, dove i congressi possono, e devono, definirsi attraverso gli spazi, e non essere definiti da questi. Accanto a questi, che per loro natura sarebbero temporanei, nomadi e adattabili al contenitore che li ospita, definiamo la forte progettazione dei flussi interni, la cui strategia definisce il sistema circolatorio del corpo edilizio e di conseguenza il suo essere abitato: la sua identità.



Un'esperienza di progettazione architettonica: dall'Atelier "Architettura e Forme Strutturali" alla Tesi Magistrale:

Il progetto dell'Atelier "Architettura e Forme Strutturali":

La prima ipotesi di progetto era quella di una pelle autoportante su cui appendere due elementi all'interno; questa pelle si estendeva dal fronte est a quello ovest del lotto, dialogando da un lato con l'architettura ottocentesca torinese, e dall'altro con le forme più contemporanee della Torre San Paolo e del palazzo della Provincia. Il risultato è stata una pelle con un fronte complesso, che emulasse i bow-window torinesi, al fronte est, che poi, appiattitosi nella sua parte orizzontale, si svuotava ordinatamente in un colonnato sul fronte ovest, per emulare la facciata del palazzo della Provincia. Fin dall'inizio, l'edificio era pensato per essere un centro polifunzionale, la cui preminenza era destinata ad una biblioteca, che si sarebbe sviluppata all'interno uno dei due volumi appesi, mentre l'altro avrebbe ospitato uno spazio di co-working e un ristorante.

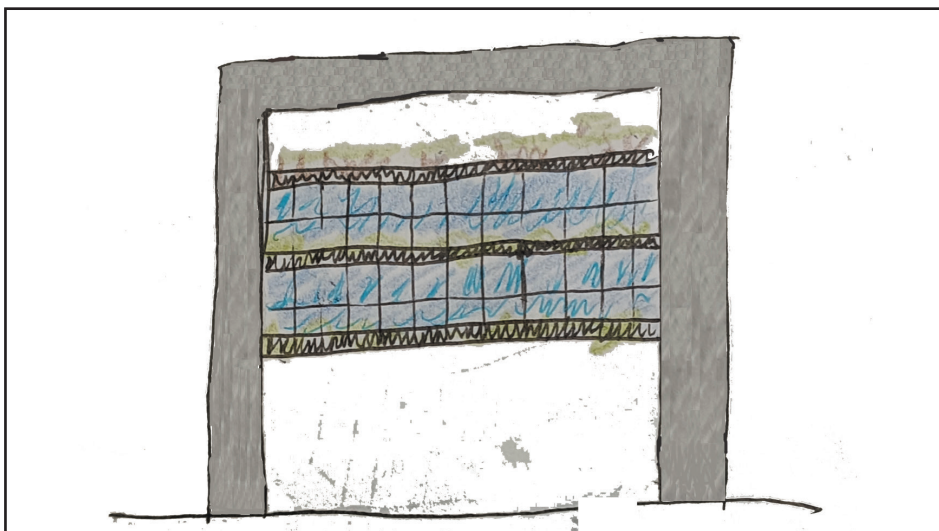
La risposta strutturale più funzionale per questa prima soluzione compositiva era una reticolare spaziale, definitiva attraverso una struttura a pelle autoportante in acciaio di quelle dimensioni. Questa prima ipotesi, generava tre difficoltà sostanziali: la prima era quella di non rispondere completamente alle condizioni dell'Atelier, che definivano la necessità dell'uso del calcestruzzo armato e dell'acciaio; la seconda era che i calcoli strutturali sarebbero stati incompleti e troppo lunghi; ma soprattutto, la terza, la soluzione di una pelle autoportante è intrinsecamente legata alla geo



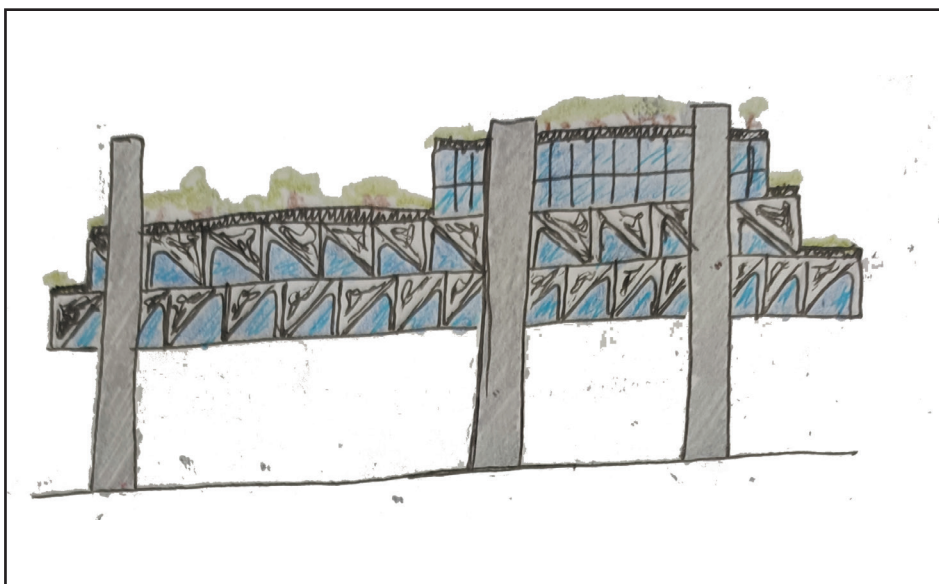
metria dell'elemento, che predilige l'uso di forme curvilinee per massimizzarne la sua capacità e dimensione strutturale. Quest'ultimo punto in particolare era in contraddizione con le linee compositive che volevamo enfatizzare durante il progetto. Occorreva, quindi, fare un passo in dietro, ricercando gli elementi fondamentali del progetto, per poi farne altri due più avanti, trovando una loro più concreta realizzazione.

In questa seconda fase progettuale, abbiamo scoperto la galleria espositiva, che da allora è rimasto un elemento cardinale del nostro progetto non solo nell'atelier, ma ancora e soprattutto, durante questa tesi. Iniziando i dimensionamenti per le travi reticolari necessarie per

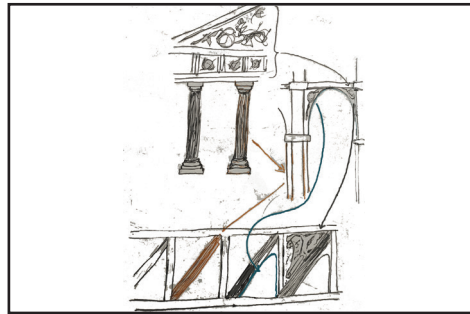
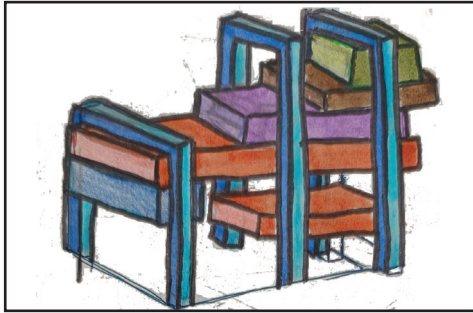
fare un'unica luce di circa 50 m, al quale era necessario appendere due volumi, ci siamo scontrati con delle altezze immani degli elementi strutturali, che però avevamo intuito potevano essere abitate a quel punto. Si era quindi pensato a due gallerie, alle quali appendere i moduli della biblioteca e degli spazi co-working, aggiungendo, all'interno dei nuovi elementi strutturali, uno spazio espositivo; la pelle, precedentemente strutturale, ora diventava solo più un elemento conglomerante, aderente alla struttura, che però manteneva ancora un sedime composito, come il precedente.



Iniziando a progettare le gallerie espositive, con tutti i servizi necessari ed annessi, in concomitanza con il dimensionamento strutturale, si è evidenziata la necessità di modificare ulteriormente i volumi per una maggiore armonia e funzionalità degli spazi. In questa terza fase, la pelle è stata completamente abbandonata, ipotizzando di accostare le due gallerie, per incrementarne la dimensione espositiva ed il carico di portata, mentre si alzavano le travi reticolari che formavano gli elementi strutturali orizzontali del portale, i volumi appesi venivano pian piano ridimensionati in una forma più convenzionale, per concretizzare i calcoli strutturali.

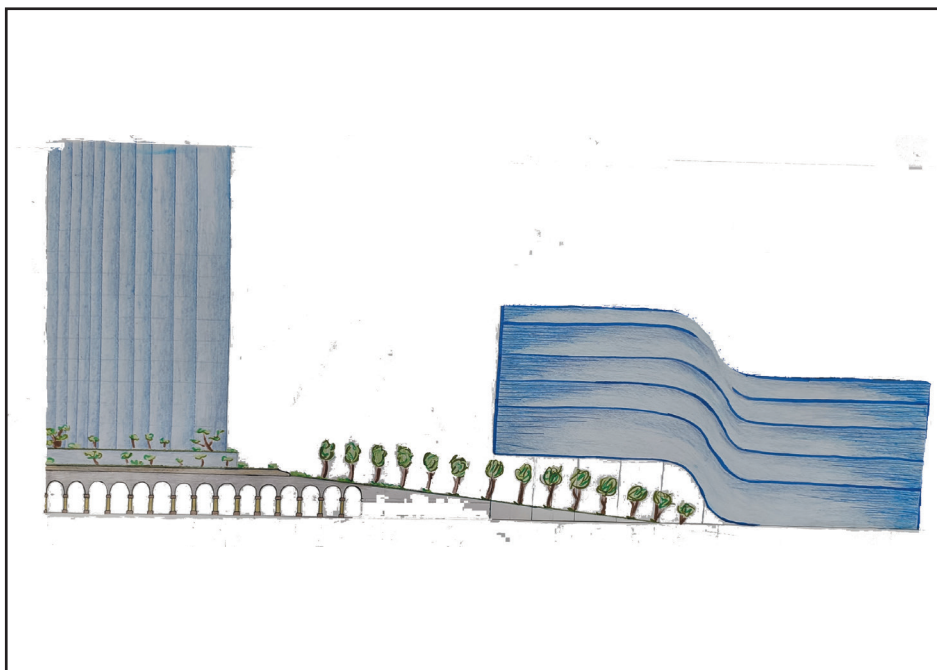


Solo in un'ultima variazione, in fase di revisione strutturale, il progetto ha preso la sua forma definitiva, trasformando le due gallerie espositive in un unico elemento titanico, che avrebbe sorretto tutti i volumi appesi, scaricandosi completamente su due torri in cemento armato, la cui unica funzionalità era quella delle scale e dei servizi.



L'evoluzione della Tesi:

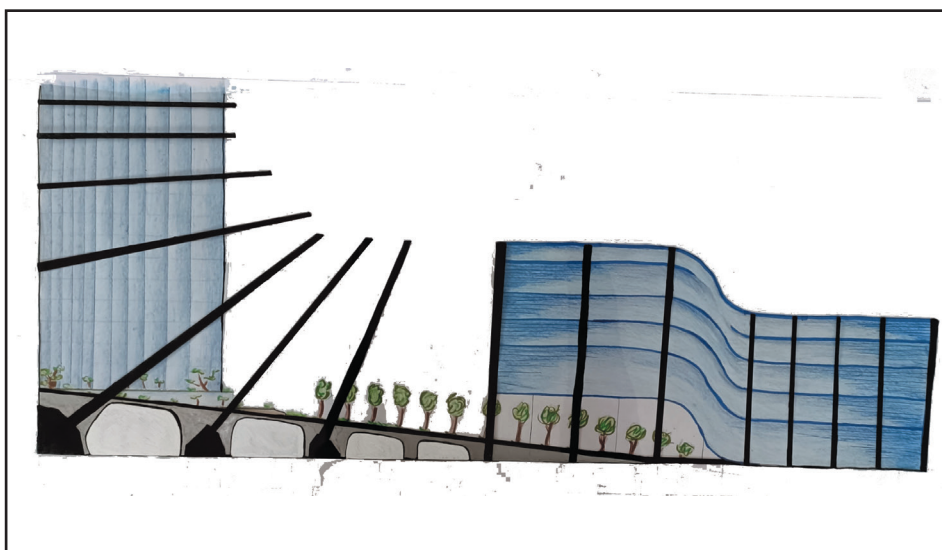
Rimuovendo alcuni vincoli didattici, non più necessari ai fini progettuali, quali: l'uso eterogeneo del cemento e dell'acciaio, la dimensione di progettazione massima fissata a 25 m X 50 m e la presenza della biblioteca all'interno dell'edificio, il progetto ha preso un nuovo respiro, dal quale ripartire in una forma più compiuta della precedente.

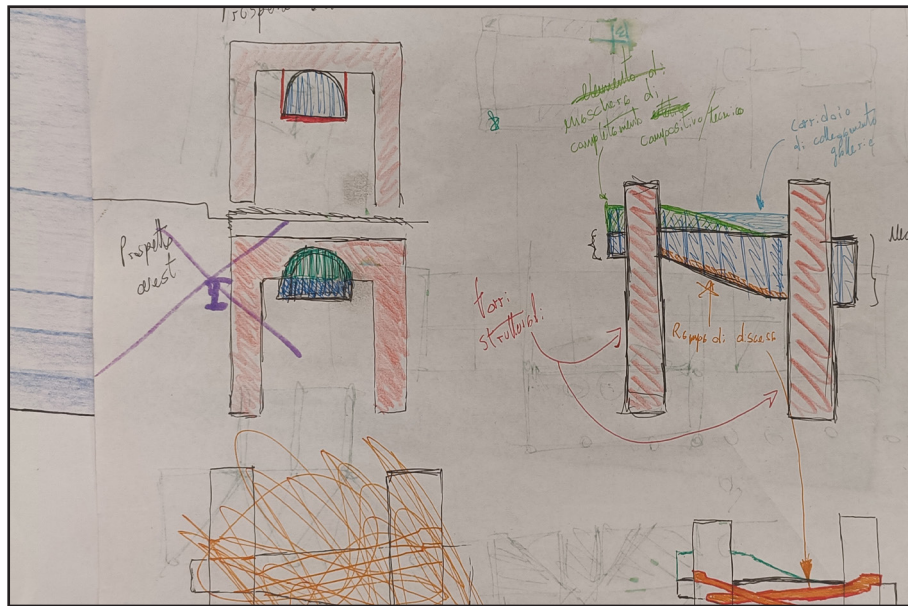


Fase 1 – Il Centro Congressi stampa e l’emeroteca:

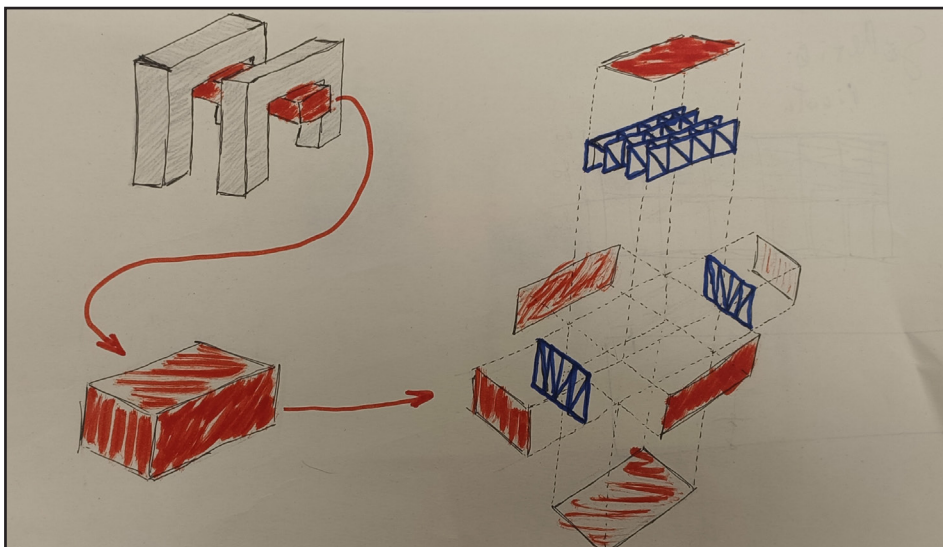
Il primo passo, definito da un’area di progetto più ampia, è stato di incrementare la polifunzionalità dell’edificio con nuovi spazi, ma con una fredda regolarizzazione di un disegno più istruito delle nuove possibili finalità. L’interesse per il mondo congressuale, che era stato maturato in esperienze extracurricolari, è stato un carattere evincente in questa prima evoluzione, definendo come obiettivo principale la creazione di un edificio che incarnasse l’essenza tipografica e, quindi, variando le precedenti destinazioni d’uso in una nuova declinazione. Lo spazio di co-working e sala conferenza, infatti, sono stati convertiti in un centro congressi stampa; la biblioteca in una emeroteca; lo spazio di ristorazione e di esposizione sono stati fusi per creare elementi di continuità e servizi a cortesia della finalità congressuale.

Inoltre, elemento cardinale per le fasi successive, è stata una prima ipotesi di regolazione dei flussi di percorrenza degli spazi progettati, che in questa prima fase è poi risultata estremamente fitta. Le linee progettuali che imponeva era che i due flussi, quello congressuale e quello amatoriale, si intrecciassero, scambiassero alcune informazioni, ma non si incrociassero mai: da una parte, il mondo congressuale avrebbe dovuto vivere la sua natura tipografica in un’ambiente studiato ad hoc, dall’altra, il mondo amatoriale del giornalismo avrebbe avuto modo, intrecciando alcuni passaggi, di saggiare la realtà giornalistica attraverso scorci e vetrate progettate minuziosamente, come un giardino zoologico.





Le forme ed i volumi, in questa prima fase, erano ancora molto sperimentali: mantenendo il formato del portale con appeso un modulo, sono state varate una serie di ipotesi compositive diverse, concentrandosi principalmente sulla finalità funzionale, la cui natura era amorfa, indefinita dai contenitori che potevano essere concepiti.



Fase 2 – Il centro congressi ed i flussi antropici:

La definizione dei limiti spaziali e delle volumetrie compositive è stato il passo necessario a ridimensionare gli spazi e dare una vera forma all'idea distributiva prefissata per governare i due mondi, congressuale ed amatoriale, del giornalismo. Infatti, la scelta di riprendere il concetto del portale, inizialmente pensato come enfattizzazione di un'ideale classico all'entrata di una città monumentale, coincideva con un'idea più eccentrica di generare uno spazio congressuale unico, sospeso nel cielo, all'interno di un volume. A questo punto, i flussi antropici erano diventati tre: i congressuali, gli amatori ed i manutentori; per poter governare meglio questi spazi, era necessario avere la possibilità di creare almeno tre ingressi differenti, necessità a cui rispondevano prontamente le torri, non più due in cemento armato, ma bensì quattro, più slanciate, in acciaio. Invero, per avere un maggior controllo degli spazi, era necessaria una severa ripartizione compositiva, entro cui governare i flussi antropici, per questo motivo le quattro torri avrebbero sorretto due gallerie, distanziate fra loro, a cui appendere il volume congressuale panoramico. Le gallerie erano collegate fra loro da un'ambiente di scambio centrale, ricavato nell'incavo che le due creavano, appoggiandosi sul tetto del volume appeso.

Durante la progettazione di questi ambienti si è però creata la prima increspatura nel pensiero congressuale, che per sua natura non poteva essere solo di una tipologia. La definizione degli spazi per una sola destinazione di manifestazione, limitava in parte la potenzialità che il centro polifunzionale poteva offrire, che intanto sembrava rallentato dall'ipotesi dell'emeroteca come soluzione controbilanciante al mondo congressuale. Secondo il ragionamento per cui, da una parte il mondo congressuale trattava un tema e dall'altra parte il mondo amatoriale attinente si interfacciava con lui, allora destituire di un'unica finalità il centro congressuale poteva, dall'altra parte, aumentare ed amalgamare più mondi amatoriali, creando una vera polifunzionalità.

Fase 3 – Da centro congressi stampa a centro polifunzionale:

Facendosi sempre più forte l'idea di far collimare nello spirito dell'edificio il Genius Loci di una vibrante polifunzionalità senza limiti in spazi unici, ma progettati per asservire al meglio queste declinazioni, è stato necessario semplificare ulteriormente gli spazi e la distinzione dei flussi antropici che percorrevano gli stessi. A questo punto il percorso congressuale si semplifica e gli spazi che vive si generalizzano in "macro-logici" ambienti: la galleria espositiva, il foyer, la sala congressi e il lounge. Percorrendo quindi, dall'ingresso, tutta la galleria e poi l'elemento appeso, si accede alla seconda galleria, dal basso, dove lo spazio ristoro completa la conferenza. Ma proprio per la sua polivalenza, in realtà lo spazio ristoro non necessariamente deve essere una conclusione, ma un inizio, infatti invertendo il percorso, è possibile vivere gli ambienti in una maniera completamente diversa, creando nuove possibilità espositive e congressuali.

A questo punto, è stato stabilito una volta per tutte il passo delle travi reticolari che sorreggono le gallerie, così da definire la dimensione delle torri ed il passo delle travi reticolari che strutturano il modulo appeso. A tal proposito, la sagoma compositiva si distingue in due portali a cui è appeso un parallelepipedo ingabbiato nei suoi elementi strutturali.

Fase 4 – Finiture:

Meno innocua di quello che si come potrebbe presentarsi, la fase delle finiture è stata anche quella finale, consolidando molti aspetti del progetto e cambiandone altri inderogabilmente.

Innanzitutto, la copertura, che fino a questo punto aveva cambiato forma svariate volte, trova nella soluzione dei pannelli in microforato un'ulteriore declinazione al racconto che vuole fare, attraverso i giochi di luce che questo materiale può permettere all'interno ed all'esterno dell'edificio. Di conseguenza, mentre tutta la superficie dei portali è tamponata da questi pannelli, l'elemento appeso, le cui strutture perimetrali sono a vista, pare come una gabbia al cui interno un parallelepipedo di cristallo alberga.

Il ballatoio che corre attorno alla scatola di cristallo, anch'esso racchiuso dentro la gabbia strutturale della stessa, è un elemento sviluppato in una sotto-fase 3, una volta definita la gabbia strutturale che, in sinergia con l'elemento compositivo ingabbiato, permetteva di vivere e saggiare l'altezza e la bellezza degli scorci urbani a tutto tondo, sotto le arcate del Thorax.

Le Scale mobili, che sin dall'inizio sono state scelte come soluzione per governare i flussi antropici, vengono consolidate una volta per tutte, dimensionate e calcolate, esse sono l'elemento principale della viabilità pubblica dell'edificio.

Il Varco verticale, che unisce la galleria espositiva con il foyer, viene anch'esso consolidato in questa fase, dopo variazioni non sostanziali ma per lo più distributive della galleria stessa.

Le torri, che inizialmente avevano due piante tipo reiterate per tutto l'alzato del volume, alternate fra loro, in questa fase si diversificano pesantemente. Sulla base dello schema strutturale si disegnano due diverse torri di servizio, una per la galleria espositiva con montacarichi di grosse dimensioni, spazio filtro e scale antincendio, l'altro con locali tecnici e di servizio per lo spazio ristorativo. nel mentre le torri d'accesso pubblico vengono vagamente variate nella distribuzione degli elementi elevatori.

Il mondo dei Congressi & la strategia dei Flussi:

Ma che cos'è il mondo congressuale, per essere una condizione così forte nella definizione di questo spazio urbano? partiamo da un primo presupposto, la natura congressuale, come già detto, è nomade, ed in quanto tale, in seconda declinazione è amorfa, dov'è si può ospitare un congresso, lì si definisce concretamente la forma dello stesso, che fino a quel momento coesisteva in una idea progettuale ed una idea reale ed indefinita.

Seguendo lo stesso schema semplicizzato del fare architettura che è insito in ogni lavoro, secondo Munari, partendo dalla definizione di un Problema ad una sua Soluzione. Se quindi il Problema è realizzare un particolare evento, la sua Definizione del Problema, ovvero la macro domanda del dove fare l'evento, si declinerà automaticamente nell'esposizione delle componenti dello stesso: quando farlo? quanto dura? di quali spazi e di quali dimensioni ha necessità questo evento?

A questo punto, una Raccolta Dati (ed un'Analisi degli stessi) permette di mettere a sistema se eventi simili sono già stati fatti e se, di conseguenza ci sono soluzioni che possono essere riprese oppure migliorate.

Con tali presupposti, è un'azione creativa del progettista organizzare tutti i dati raccolti fino a questo momento e dargli una forma, un ordine ed un'originale prima soluzione. Attraverso un'analisi delle tecnologie e dei materiali, sempre

seguendo un procedimento simile al precedente, succederà che il progettista potrebbe variare più volte la propria idea creativa per risolvere il problema.

La conclusione dello schema, che prevede di sperimentare la propria soluzione, crearne dei modelli e verificarne la fattibilità effettiva, sono portati avanti da strumenti virtuali, burocratici ed economici che non ci competono in questo momento⁸.

A fronte di quanto esposto in maniera generica, si evince che la natura congressuale ha bisogno di alcuni fattori fissi, ma che in generale può adattarsi in base agli elementi che compongono l'evento stesso. Soprattutto la reiterazione dello stesso, in un lasso di tempo, incrementa il suo grado di successo.

Come è stato esposto nelle fasi progettuali della tesi, in un certo momento, ci si è resi conto che si stava restringendo troppo la lente su una sola natura congressuale, che, se non limitante negli spazi, poteva essere comunque ospitata nel Thorax, permettendo però ad altre realtà congressuali di utilizzare questo spazio in maniera adeguata. Leggendo al contrario lo schema Munariano, partendo quindi dal maggior numero di macro domande del "dove?" (e di conseguenza a tutte le loro declinazioni), la soluzione doveva essere unica e il più possibile generale, così da poter incorporare tutti i "dove?" possibili.

⁸ Bruno Munari, "Da cosa nasce cosa", Edizione Laterizia, tredicesima edizione del 2009, pag.35 – 62.

Questa tesi però trova la sua realizzazione solo nell'arrendimento di un paradigma architettonico, ovvero il controllo del progetto. Infatti, è insisto nella natura del progettista e, in seconda declinazione, delle sue creazioni, definire, in base alle condizioni al contorno, la natura degli spazi, lo spirito con cui essi vengono vissuti e il loro deterioramento o mantenimento. Paradossalmente, è nota la necessità di un secondo (o multiplo) punto di vista, per intensificare e completare questo controllo spaziale, spirituale e concreto, che regola l'ambiente progettato. Ed infine, la conclusione di un ciclo di vita, per un qualsiasi motivo antropico, geopolitico, sociale o semplicemente progettuale, non necessariamente coincide con la fine concreta dello spazio progettato.

Un esempio, **molto semplificato**, di questa astratta teoria è; la progettazione di un tempio esastilo greco, il cui dominio, secondo il progettista, doveva essere finito secondo le nozioni ed il pensiero del tempo, ma poco poteva sapere che lo stesso edificio, mantenuto nel tempo, dopo poche centinaia di anni, avrebbe mantenuto una destinazione d'uso simile, tramutando però la sua impostazione secondo una planimetria di origine giuridica romana. Che gli stessi spazi, che prima erano pensati per un tipo di rito e di flussi antropici, sarebbero stati stravolti e riordinati. O ancora un anfiteatro romano, una volta investito da stravolgimenti antropici, geopolitici e sociali, si sarebbe potuto tramutare in un borgo medievale (come dimostra Piazza dell'anfiteatro a Lucca).

Ma ancora, in una scala più minuta e modesta, ma più esaustivo, il barattolo di latta pensato per essere un involucri alimentare, riusato come lampada, giocattolo per bambini, strumento musicale rudimentale o ancora posacenere.

Se dovessimo rafforzare questo pensiero attorno ad un paradigma più scientifico, potrebbe tornarci utile la matematica di base:

- Le condizioni al contorno che definiscono il famoso Problema di Munari sono il nostro dominio;
- La Definizione del Problema in tutte le sue parti (quando farlo? quanto dura? di quali spazi...) è la **segmentazione in intervalli** del dominio;
- I vari punti di vista, che Munari definisce con l'analisi dei dati, ma anche con la soluzione creativa di uno o più progettisti, sono variabili all'interno di una **funzione** (una soluzione) **per il limite che tende ad un dato problema**;
- I cicli di vita di un progetto, che siano stati previsti o accidentali, rappresentano i **rapporti incrementali** della funzione (nuova soluzione), di conseguenza la derivata prima della funzione (soluzione) iniziale.

L'elemento chiave di questa digressione matematica è il ciclo di vita di un progetto, perché è una componente in divenire del terzo punto, ovvero dell'analisi dati: infatti, ogni volta che un oggetto, un edificio o uno spazio in generale completano il loro ciclo di vita, archiviano una soluzione al problema a cui dovevano rispondere, che come il ciclo litico dei virus, migliora ad ogni sua riproduzione.

Adesso, dato che in potenza, i cicli di vita di un progetto sono infiniti, data la comprovata natura dell'uomo che, nella storia, ha saputo riordinare gli spazi illimitatamente (a discrezione, ovviamente, dello spirito che doveva albergare quegli spazi), allora è importante evidenziare un ulteriore carattere, ovvero la "velocità di riproduzione", e l'enorme differenza che c'è fra un evento ed un edificio, pensati con i medesimi processi, sta proprio nel fatto che l'evento ha una "velocità di riproduzione" mostruosa, in confronto ad un qualsiasi edificio.

In questo può aiutarci di nuovo il paradigma del barattolo, che una volta terminato il suo utilizzo primario, e destinato ad un'infinità di possibilità, confinate solo dai limiti della creatività.

Allo stesso modo gli ambienti del centro polifunzionale Thorax sono stati pensati, per essere **spazialmente** barattoli in grado di poter ripeter infiniti cicli litici la cui unica restrizione non è più il confine creativo del progettista, ma l'irreale limitatezza di variabili antropiche che si susseguono.

La soluzione è semplice, ma bisogna evitare ogni generalizzazione nella sua comprensione. Infatti, un approccio di questo tipo, ha come unico strumento di controllo progettuale lo sfruttamento di tutti gli elementi ai confini del famoso **dominio** sopra citato, ovvero le soluzioni tecnologiche. Infatti, un barattolo è geometricamente "solo" un cilindro dalle infinite possibilità, ma se da una parte il suo materiale ne limita le declinazioni, dall'altra, le soluzioni tecnologiche adottate, possono pareggiarle o addirittura ampliarle.

Di conseguenza, il barattolo si ramifica in una nuvola di possibilità se di vetro o di alluminio e se la sua soluzione ermetica è monouso o meno. Così, il Thorax, controlla le sue infinite antropizzazioni attraverso materiali (Struttura in acciaio e finiture in legno e vetro) e accorgimenti tecnologici intriganti (scale mobili, montacarichi e vetri opacizzanti/ oscuranti).

La strategia dei Flussi:

Poiché i convegni, i congressi, gli eventi, le manifestazioni, le mostre, i seminari ed i workshop hanno come minimi comuni denominatori la temporalità dell'evento, la necessità di ampi spazi e un enorme numero di servizi a portata, diventa essenziale la location. Ed è di vitale importanza, inoltre, quando la location non può rispondere a pieno alla domanda, avere un ottimo controllo dei flussi antropici. Uno strumento indispensabile è quindi una strategica divisione e ripartizione dei flussi, come dimostra l'unico edificio per mostre permanente costruito in serie in tutto il mondo, l'IKEA, malgrado non sia in grado di essere altrettanto elevato nella sua spiritualità antropica. Il forte studio dei flussi attraverso gli spazi espositivi, permette, senza ingorghi e congestioni, di muovere un quantitativo spaventoso di persone, che, come intrappolate in un labirinto, perseguono ordinate al loro dovere di osservatori e consumatori della mostra.

Così, nel Thorax, la distribuzione si articola attraverso le quattro torri, in una ripartizione gerarchica, secondo cui da due di esse, fra loro opposte, entra lo staff e dalle altre due i consumatori, definendo il primo ordine generico di distribuzione interna all'edificio. Esso può essere vissuto sia in una direzione che nell'altra, in quanto a definire il verso è l'evento e non l'edificio. Se trovati in una situazione di estrema complessità, anche le altre torri, la cui natura e di servizio, possono essere investite per rispondere alle necessità congressuali. La spaccatura che cattura l'attenzione del visitatore nella galleria espositiva, funge da scarico antropico, che come un flusso viene attirato verso il basso

nel foyer, dimensionato per accogliere un gran numero di persone, in attesa del congresso che potrà essere ospitato accanto. La Lounge, che si sviluppa dall'altro lato della sala congressi, può asservire anche a zona di rinfresco, così il ristorante può essere declinato in un ulteriore spazio espositivo. Non dando più un nome ad uno spazio, esso si libera della sua teleologica natura definita, per espandersi continuamente in escatologiche soluzioni innovative, espositive ed antropiche.

Il secondo ordine distributivo è regolato invece dall'uso ponderato delle scale mobili, in sostituzione a quelle normali, per le loro molteplici qualità tecnologiche. Prima fra tutte, quella di permettere una transizione verticale confortevole ai fruitori, che possono così sperimentare a pieno la spazialità degli ampi spazi delle Thorax. Un altro importantissimo fattore determinante è quello di poter impostare una direzione alle scale mobili, di salita o discesa, in maniera arbitraria. In sinergia con la loro posizione e col susseguirsi degli spazi, significa che la regolazione di queste scale, saggiamente distribuite nel centro polifunzionale, è quindi possibile direzionare e controllare il flusso antropico che esplora il Thorax.

La Struttura:

La complessa struttura del Thorax si può dividere, concettualmente in tre elementi: le torri, o elementi verticali, con una struttura a telaio; le gallerie, o elementi orizzontali, con una struttura a trave reticolare; il modulo appeso, con una struttura scatolare a trave reticolare. Nella sua interezza, questa struttura pendolare controventata, è gerarchizzata in elementi portati e portanti: il modulo appeso è portato dalle gallerie che a loro volta scaricano il loro peso sulle torri. Tutte i solai sono in lamiera grecata con connettori metallici e soletta in calcestruzzo armato collaborante, e le fondazioni sono in cemento armato.

Al capitolo 7 della Tesi, vengono riportati tutti i calcoli per il dimensionamento degli elementi strutturali che compongono il Thorax.

Reference:

Durante lo sviluppo del progetto nel corso di atelier, abbiamo preso ispirazione dalla nuova stazione di Roma Tiburtina, per quanto riguarda la soluzione di moduli appesi, sostenuti da intelaiature metalliche.

Ci è stata, inoltre, di ispirazione, la BEIC biblioteca europea di informazione e cultura a Milano, progetto della "Ati Beic Milano"

THORAX



4. Centro Polifunzionale Thorax:

Il centro Polifunzionale Thorax, posizionato al centro della Spina 2, dirimpetto alla stazione di Porta Susa, a Torino, lavora in sinergia con gli altri ambienti cosmopoliti del circondario, partendo dall'auditorium della torre San Paolo, fino alla futura sala espositiva nell'attuale vecchia stazione di Porta Susa. La sua posizione chiave, per creare una rete congressuale nel centro nevralgico cittadino, è amplificata dalla presenza di servizi incisivi quali: i parcheggi della stazione, l'hotel all'angolo ed il futuro hotel dell'attuale vecchia stazione di porta Susa ed una perfetta sinergia con tutti i mezzi pubblici locali.

Sviluppato su quattro torri esteticamente identiche, si distribuisce su due gallerie, espositiva e ristorativa, collegate fra loro dal modulo ad esse appeso, la cui finalità è congressuale. L'intero edificio è tamponato in pannelli di microforato, per creare eccentrici giochi evanescenti di luce.

L'eccezionalità di questo edificio trova la sua logica nel controllo dei flussi antropici attraverso le scale mobili che percorrono tutto l'edificio, che permettono di re-inventare, in base agli eventi che vengono ospitati, tutti gli ambienti e il flusso di percorrenza del Thorax.

L'ingresso da Porta Susa:



Ingresso principale al Thorax è il sottopassaggio del ponte Unione Europea, che collega la Stazione di Porta Susa ad una corte interrata a “cielo aperto” in quota -4 metri, rispetto al marciapiede. Da questa corte, che percorre tutto il lotto, collegando il centro polifunzionale con l’ipotetico grattacielo dall’altro capo del lotto, si può accedere sia alle quattro torri distributive, che ai magazzini. Le torri, accoppiate per portali, si dividono in accesso pubblico e di servizio. L’accesso pubblico della galleria espositiva è a destra, mentre quello per la galleria ristorativa è a sinistra. Mentre i magazzini, distribuiti anch’essi longitudinalmente rispetto al lotto, sono dimensionati per permettere agli automezzi di accedervi dalla strada, attraverso un tratto pedonale dimensionato anche per l’accesso carraio eccezionale. La loro importantissima funzione di zaino per gli elementi appesi dell’edificio è completata dai montacarichi presenti nelle torri di servizio espositivo e ristorativo, abbattendo la barriera che la delocalizzazione poneva.



Le Torri:

Le torri sono di tre tipologie: ingresso pubblico, torre di servizio ristorativo e torre di servizio espositivo. Questi monoliti verticali trasmettono a terra tutto il carico delle travi e dell'elemento appeso del Thorax, ricordando, con la loro ripetizione, una costolatura di un'invisibile volta squadrata, al cui incrocio è appeso un lume, ma anche gli elementi costolati che sorreggono il torace.

La loro struttura è in acciaio controventato, slanciate e dalla pianta squadrata, la loro funzione principale è quella di canalizzare i flussi del pubblico, ripartire i servizi ed ordinare la distribuzione spaziale e funzionale del centro polifunzionale.



Torre d'ingresso pubblico:

Vi è un ingresso pubblico per ogni costolato che compone il Thorax, è possibile accedervi liberamente durante gli orari di apertura. La pianta, reiterata per tutta l'elevazione, si compone di due rampe parallele di scale mobili, distribuite su una successione di ballatoi, accompagnate da due ascensori. Le due torri si diversificano una volta arrivate alle rispettive gallerie: nel caso di quella espositiva, le rampe e gli ascensori terminano alla quota 20 metri, mentre in quella ristorativa proseguono fino alla quota di 25 metri, per accedere agli uffici della galleria.

Torre di servizio espositivo:

La torre di servizio espositivo ospita al suo interno le scale di sicurezza ed un montacarichi da 3,5 m X 5,0 m, e dall'ingresso di 3 metri d'altezza e 2 metri di larghezza, permettendo di poter spostare elementi espositivi di grandi dimensioni. La pianta tipo si ripete per tutta l'elevazione della torre e nel piano mezzanino della galleria espositiva.

Torre di servizio ristorativo:

La torre di servizio ristorativo ospita al suo interno le scale di sicurezza, un vano tecnico ed un cavedio tecnico per tutta l'elevazione della torre. Inoltre, al piano interrato ed al piano zero, ospita gli spogliatoi per i dipendenti del ristorante, mentre, al piano di quota 20 metri, accoglie la cucina, ed infine alla quota 25 metri, una cantina espositiva.

Terrazzamenti pedonali:

Sopra i magazzini della corte interrata, sono poste due terrazzamenti, dal duplice utilizzo. Da una parte, i terrazzamenti permettono l'ingresso al pubblico dal piano di quota zero, ove l'accesso è sempre libero durante gli orari d'apertura, dall'altro invece, sono degli affacci pubblici ad uno spazio più privato e delicato dell'urbe, la corte interna. Questo spazio, riparato ad un'altissima quota, dagli elementi volanti, permette di usufruire di un secondo punto di vista della spazialità del Thorax, di poter abitare una parte più intima della sua dimensione, altrimenti fruibile solo dall'interno dello stesso. Rimanendo completamente aperto durante gli orari d'apertura, si declina ancora in un atollo pedonale dalle grandi dimensioni, all'interno dell'arteria principale di Torino, permettendo quindi di non essere solo uno spazio di decongestione dei flussi dei diretti fruitori del Thorax, ma anche di defluire a scala urbana le correnti pedonali che attraversano la Spina 2.



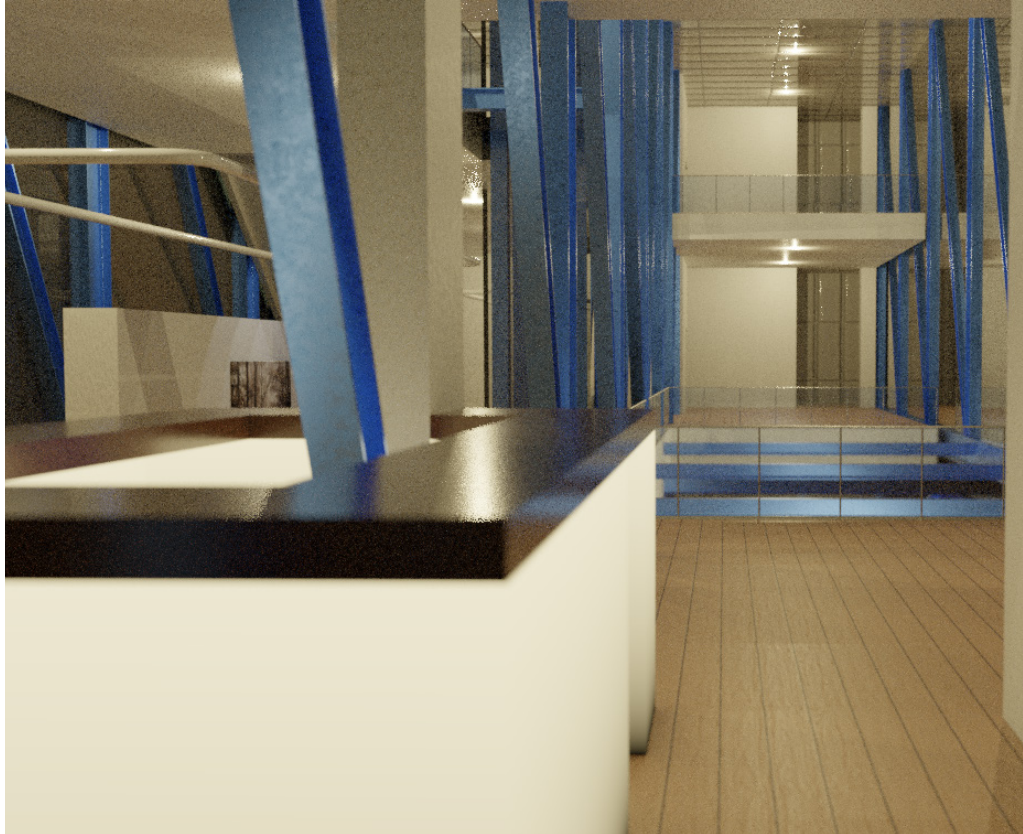


VISTA 1

Galleria 1 - La Galleria Espositiva:

La galleria Espositiva, che satura l'elemento trasversale di uno dei due sistemi trilitici che compongono il Thorax, è l'anticamera principale di tutti gli eventi che ospita questo centro polifunzionale, suddiviso in due piani, da un mezzanino alla quota di 25 metri, per un'altezza totale massima di 9,7 metri della galleria. All'interno, lo spazio espositivo si espande trasversalmente all'interno del volume appeso, lo spazio convegni, creando in una continuità naturale un'ambiente universale espositivo. Questa continuità longitudinale è amplificata da balconate sfalsate, una, quella fra la soletta di giunzione della galleria col modulo appeso, l'altra, quella di mezzanino dell'elemento trasversale.

La struttura che sorregge la galleria è definita da tre ciclopiche travi reticolari, elementi chiave della concezione strutturale dell'edificio, che ripartiscono lo spazio longitudinale su due fasce, divise dalla terza trave. Le travi esterne definiscono i tagli delle vetrate, tamponate con dei pannelli di microforato da 2 mm \varnothing in lamiera appoggiati all'esterno, che creano un gioco di luci evanescente, secondo cui di giorno la galleria è completamente illuminata, con due percezioni coesistenti all'occhio del fruitore, una tangenziale ed una ortogonale. Mentre la vista tangenziale è intuita come piena, bianca e luminosa, quella ortogonale è invece trasparente, permettendo di distinguere il mondo esterno. L'iterato sistema di disegni geometrici che traccia la trave reticolare enfatizza ulteriormente questa inconsistenza percettiva, che a volte è piena, a volte è vuota, ed ancora presente in alcuni punti. Di notte, al contrario, è dall'e



VISTA 2

sterno che questo gioco di luci rende evanescenti gli elementi interni della galleria, che tangenzialmente non sono percepiti, ortogonalmente sono visibili ed in alcuni punti sono compresenti le due viste.

La trave centrale invece, che già per la sua dimensione, cattura l'occhio del fruitore, come elemento espositivo di magistrale carpenteria metallica, governa freddamente gli spazi, da una parte longitudinali e dall'altra verticali, che a gradoni, conquistano parte del modulo appeso permettendo di collegare il Foyer spazialmente con la galleria e generare una continuità fra questi ambienti. Questa continuità non viene interrotta nemmeno con il decrescente mutare delle quote, attraverso due rampe di scale mobili incrociate, anch'esse accompagnate da una coppia di ascensori, come nelle torri d'accesso pubbliche, ma è anzi accentuata e vissuta come una lenta immersione nella materia esposta, che accoglie il visitatore. Viceversa, emergendo al piano di mezzanino, gli spazi, che hanno conquistato anche la zona soprastante la torre d'accesso pubblico, sono più ampi, il cui unico limite è dato da un soffitto cieco a 5 metri d'altezza.

Ad accessorio necessario, la galleria è fornita di servizi al piano mezzanino di quota 25 metri, oltre che completamente climatizzata attraverso delle bocchette sul soffitto cieco, dietro cui si districa uno spazio tecnico che nasconde i termo convettori, oltre che tutti gli elementi impiantistici d'illuminazione e la trave superiore delle tre reticolari strutturali.



VISTA 3

Galleria 2 - Il Ristorante/Bar:

Come per la galleria espositiva, la galleria ristorativa è governata dalle tre travi reticolari che sorreggono la struttura, impartiscono, nel caso dei due elementi esterni, le regole d'illuminazione, mentre l'elemento centrale educa superbamente lo spazio del ristorante.

La differente natura di questa galleria, dimostra in maniera inequivocabile, come le travi siano in grado di addomesticare in maniera polivalente ampi spazi simili. Non condividendo la necessità di creare un percorso esplorativo trasversale fra gli ambienti del Thorax, come la galleria espositiva, questa invece verte tutta la sua composizione ad essere un capolinea confortevole che accoglie da una parte, attraverso il collegamento col modulo appeso, stanchi ospiti che necessitano di rifocillarsi dopo un lungo viaggio all'interno del Thorax. Dall'altra, attraverso la torre d'accesso pubblico, la galleria intende ricevere tutt'altro ordine di viaggiatori, urbani, cosmopoliti e turisti che cercano nel Thorax un momento per rinfrancarsi non solo col gusto, ma anche con gli altri sensi.

Come la galleria espositiva, infatti, il gioco di luci si mantiene, come anche la ripartizione longitudinale, ma questa volta lo spazio si sviluppa su una doppia altezza, saggiando uno sviluppo verticale di quasi 10 metri, dove, alle due estremità della galleria, due ambienti vetrati, al livello del mezzanino di quota 25 metri, fanno perdere, prospetticamente, la fine della galleria, che pare quindi, dall'interno, non terminare, ma solo susseguirsi in spazi inesplorati.



VISTA 4

Dal lato della torre d'ingresso pubblico, si distribuiscono i servizi al piano di quota 20 metri, e l'ufficio della galleria ristorativa, al piano di mezzanino superiore, che guarda tutta la galleria attraverso un'enorme vetrata che ricopre tutta la larghezza della manica dell'elemento trasversale. Invece, dal lato della torre di servizio ristorativo, al piano di quota 20 metri, troviamo, oltre che alle scale d'emergenza ed il montacarichi del ristorante, l'ampia cucina, con due spazi tecnici. Al piano superiore, la planimetria si ripete, sostituendo però alla cucina una cantina espositiva vetrata, a cui possono accedervi solo i dipendenti del ristorante, lasciando al pubblico solo la possibilità di immaginare l'infinità di quello spazio che percepiscono prospetticamente dal basso.



VISTA 5

Galleria 2 - La Vineria:

Elemento dalla natura duale, espositiva e conservativa, la cantina di vini della galleria ristorativa è un luogo d'accesso limitato ai soli dipendenti del ristorante, che dall'esterno, condensano la scenografia di questa scenografia, resa viva dalla loro occasionale comparsa e reale dal consumo del vino stesso che abita la vineria. L'ambiente, climatizzato per l'immagazzinamento del vino, dalle linee ed i materiali classici, dirompenti con la natura più minimalista della galleria ristorativa, che guarda a questo mondo come ad un dipinto vivo, sul fondo della parete.





VISTA 6

Modulo appeso – Lounge:

Il lounge è uno dei due spazi filtro del modulo appeso, collegato spazialmente con la galleria espositiva attraverso un'ampia apertura sul soffitto, per mantenere una continuità lineare nel percorso espositivo.

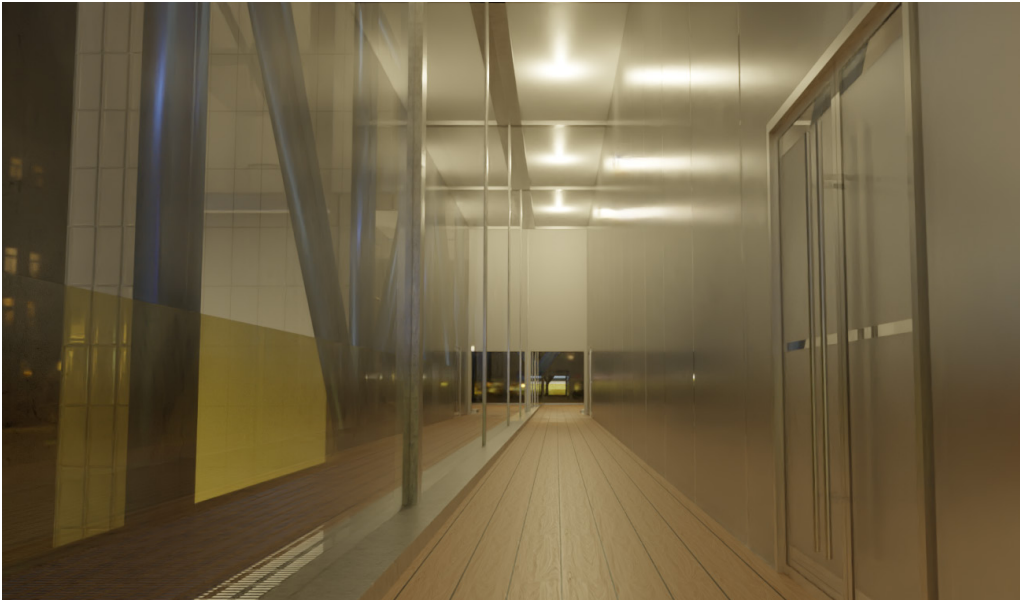
Progettato e pensato per essere un ambiente di transizione fra due macro zone (la galleria e la sala convegni) insieme al Foyer a cui è collegato attraverso due corridoi panoramici, si definisce all'interno di uno spazio panoramico sopraelevato aggettante. Infatti, tutte le superfici verticali sono trasparenti, permettendo una vista a quasi 360 gradi della Spina 2, che generano una continuità allegorica fra la città ed il centro polifunzionale.

In questo spazio di decongestione antropica, i fruitori dell'evento si preparano all'area successiva, utilizzato anche come area break o come appendice espositiva alla galleria soprastante se necessario.

Modulo appeso – Foyer:

Come il lounge, il foyer è uno spazio intermedio fra le macro aree della sala congressi e la galleria ristorativa, pensato principalmente come spazio per gli intervalli, ma anche come termine o transito di un percorso espositivo.

Ancora, come l'ambiente specularmente opposto nel modulo appeso, con cui è unito attraverso i corridoi panoramici, il foyer è completamente vetrato, per utilizzare la città stessa come elemento d'intrattenimento e espositivo generale di base, ospitando, se necessario lo spazio per rinfreschi e pause.



VISTA 7



VISTA 8

Modulo appeso – Sala Congressi:

La sala congressi, pensata per ospitare quasi 300 persone, è il fulcro geometrico e metaforico del Thorax: appesa, esattamente al centro dell'edificio, la cui volumetria si sviluppa fino a questo punto simmetricamente, la sala ha come obiettivo finale, quello di completare ogni domanda congressuale, a partire da quelle espositive a quelle musicali attraverso una serie di soluzioni tecniche e concrete. A partire dalla sua non indifferente dimensione di 432 mq di pianta, e dall'elevata altezza utile di 6,35 m (a confronto della sala media dell'Nh di Milano, che conta 200 mq per un'altezza di 3 m, oppure l'Arena 1+2 all'Nh Milano Congress Center, che contano assieme circa 500 mq per un'altezza di 4,9 m), sviluppata longitudinalmente in sinergia con le travi reticolari che sono contenute in essa, ma ne regolano lo sviluppo spaziale. Il passo delle travi del volume è pensato, inoltre, proprio per contenere questa sala, ripartendo gli spazi interni in maniera da avere una manica completamente libera di 10 metri al centro della sala, suddividendo ai lati due corridoi da 1,5 m. La sala, delineata da vetrate con vetrocamera e pellicola LCD, che normalmente dialoga con il centro urbano, attraverso i corridoi esterni anch'essi vetrati, può essere opacizzata, se necessario; inoltre, la vetrocamera è dimensionalmente predisposta per ospitare un telo arrotolato che, una volta disteso, oscura l'ambiente per particolari eventi dov'è richiesto, per allestimento, il buio totale. Il pavimento in legno, infine, ha una valenza acustica, estetica e pratica, nella sua facile manutenzione ed il mantenimento delle prestazioni sopracitate nel tempo.

Materiali:

Acciaio:

Materiale che compone la struttura, in gran parte nascosto dai pannelli in microforato, viene sfruttato a livello compositivo nell'estetica delle facciate principalmente nel modulo appeso.

La scelta di usare questo elemento come base strutturale nasce, in prima battuta dalla possibilità di affrontare un'enorme luce con facilità e, relativa, snellezza. Così come le grandi luci della galleria, anche le torri usufruiscono del vantaggio che l'acciaio ha come elemento strutturale, per rimanere snelle, nonostante l'elevata importanza strutturale che ricoprono.

All'interno dell'edificio, la struttura in acciaio è visibile solo negli spazi espositivi, rimanendo tamponato da cartongesso stuccato e tinteggiato, all'interno delle torri. Negli spazi espositivi invece, questi elementi smaltati di blu acceso, ripartiscono gli spazi, i flussi e le viste, divenendo elementi di riferimenti panoramici interni paragonabili alle montagne esterne, per la loro colossale dimensione.

Pannelli in alluminio microforato:

Materiale che omogenea i portali, definendoli come enormi elementi unici ripiegati in sé stessi a creare un sistema trilitico. Il gioco di luci evanescenti che la galleria genera è enfatizzato, la sera, da luci poste dietro i pannelli nelle facciate cieche delle torri. Quindi, se di giorno gli elementi strutturali della galleria sono appena visibili, come leggere smagliature che derivano dalla “piegatura” del macro volume in tre, di notte sono invece le luci a dare un senso di continuità che si increspa solo nei punti delle pieghe del portale. I pannelli, pensati delle dimensioni di 4X2 m, come misura a progetto, non intralciano il trasporto e l’installazione; le strutture a cui si ancorano non sono particolarmente invasive da dentro, data la luce. Inoltre, questa soluzione risulta essere molto performante per la climatizzazione estiva.

Legno:

Tutte le superfici calpestabili del Thorax sono in legno teak, data la sua connotata prontezza a rispondere alle più svariate necessità abitative, per questo in un'ambiente come quello congressuale, dove le richieste date al pavimento sono superiori alle tipiche abitative, il legno può prestarsi meglio. In particolare, la sua capacità di adattarsi ad ogni tipo di scenografia ed allestimento, derivato proprio dal suo comune utilizzo in questo ambiente, che porta a studiare le scenografie e gli allestimenti già per questo materiale. Ancora, la sua naturale resilienza lo rende difficilmente rovinabile, e quindi raramente sostituito, in proporzione alla manutenzione che gli viene dedicata, e mantenendo una bellezza che incrementa in proporzione all'utilizzo del materiale. Infine, le sue proprietà acustiche sono eccezionali per accogliere e supportare un evento musicale, come già dimostrato nella storia di teatri, auditorium e altre strutture permanenti dedicate a queste attività.

Vetri camera in LCD personalizzati:

I divisori che delineano la sala congressi sono vetrate in doppia lastra con vetrocamera e pellicola interna in LCD, per permettere di opacizzare l'ambiente, quando è necessario. Ad incremento delle declinazioni che può avere questo ambiente, all'interno della vetrocamera, progettata per essere più ampia del normale, è ospitato un avvolgibile nero in tessuto, per permettere di oscurare completamente l'ambiente, qualora fosse necessario per un allestimento o evento.

5. Bibliografia Ragionata:

http://www.archiviola stampa.it/component/option,com_lastampa/task,search/mod,libera/action,viewer/Itemid,3/page,35/articleid,0713_01_1995_0182_0037_10573952/

<https://www.quotidianopiemontese.it/2015/10/09/il-grattacielo-intesa-sanpaolo-e-il-piu-verde-in-europa>

“La nuova sede Rai di Torino, Breve storia del nuovo insediamento di via Cavalli”, a cura di Gemma Bonino.

<https://www.investinitalyrealstate.com/it/property/torino-porta-susa-valorizzazione-area/#tab-floorplans>

<https://blog.urbanfile.org/2022/11/02/torino-porta-susa-un-hotel-ikea-nella-vecchia-stazione-ferroviaria/>

<https://initalia.virgilio.it/terzo-grattacielo-torino-come-sara-29639>

Bruno Munari, “Da cosa nasce cosa”, Edizione Laterizia, tredicesima edizione del 2009, pag.35 – 62.

6. Tavole di Progetto:

THORAX

Questa Tesi di Laurea, di carattere progettuale, nasce da un ulteriore approfondimento del progetto sviluppato nell'Atelier "Architettura e Forme Strutturali" (Laurea Magistrale Architettura Costruzione Città, a. a. 2022-2023), diretto dal Prof. Arch. Costantino Patestos.

Il progetto originario si poneva come obiettivo il potenziamento del polo loco-motivo della stazione di Porta Susa, attraverso l'inoculazione di un centro polifunzionale con finalità lavorative, espositive, d'erudizione e ristorazione. Vincolo progettuale, che il corso poneva, era l'applicazione di una struttura a ponte in ambito edilizio, nella speranza di enfatizzare l'aspetto socio antropologico dell'accesso alla città attraverso una "porta urbana".

Il lotto, posizionato dirimpetto all'ingresso sud della stazione, condizionava i confini progettuali con degli elementi definitivi, quali: la manica massima del lotto stesso, il passaggio delle ferrovie sottostanti e una variazione di quota del livello calpestabile, dovuta alla necessità di accogliere un varco sottopassante il ponte Unione Europea.

La soluzione adottata è stata quindi quella di creare due elementi monolitici di cemento armato sui quali è stato poi appoggiato un ciclopico elemento in acciaio, composto da tre travi reticolari, al quale sono stati poi ancorati due elementi appesi, alle estremità del varco progettato.



Partendo quindi da questo prototipo, come stampo plastico, siamo tornati alle origini del progetto, per ridefinirne i cardini fondamentali che ne avrebbero definito la forma, la funzione e la composizione dell'edificio. Mettendo a sistema gli elementi che abitano e vivono la Spina 2 e utilizzando le nostre esperienze lavorative come fonte pedagogica positiva, siamo arrivati a definire un centro convegni, spazio espositivo con ristorante e bar. Questi ambienti si descrivono attraverso uno spazio per convegni appeso a due portali, i cui elementi orizzontali ospitano, rispettivamente, una galleria espositiva ed una per la ristorazione.



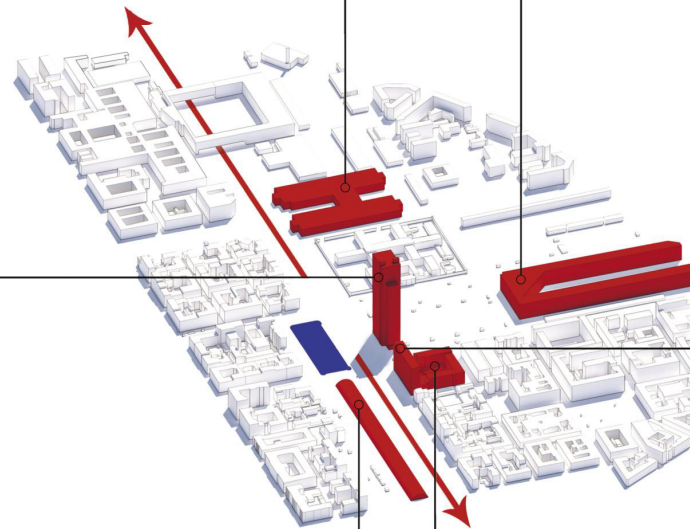
Office Grandi Riparazioni O.G.R.



Palazzo di giustizia



Torre San Paolo



Palazzo della Provincia

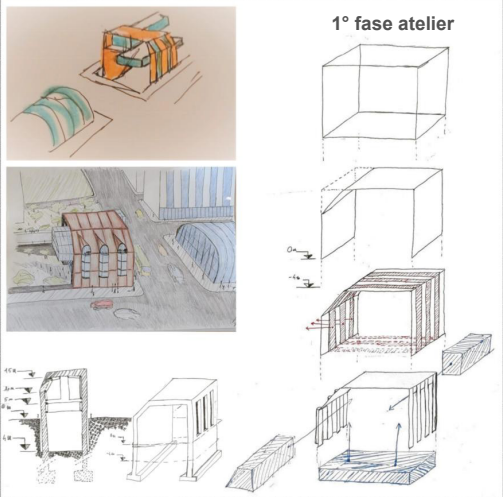


Stazione F.S. Porta Susa

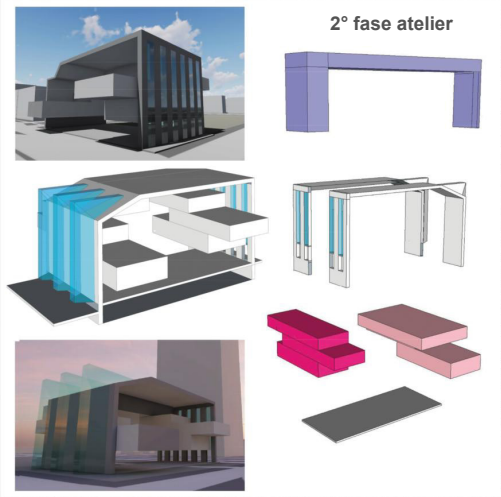


Palazzo CRIT RAI

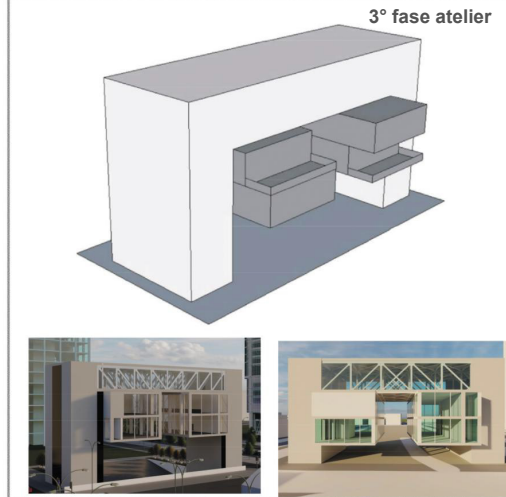




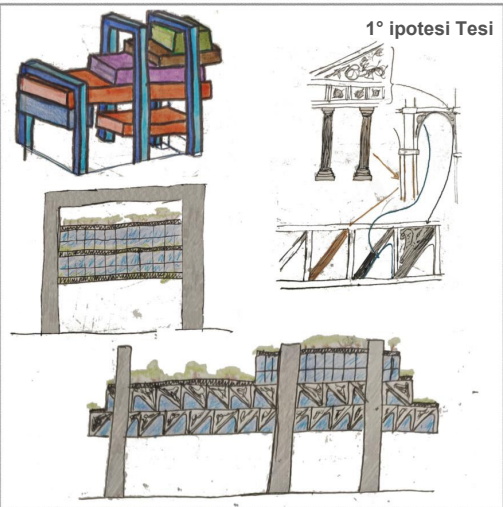
1° fase atelier



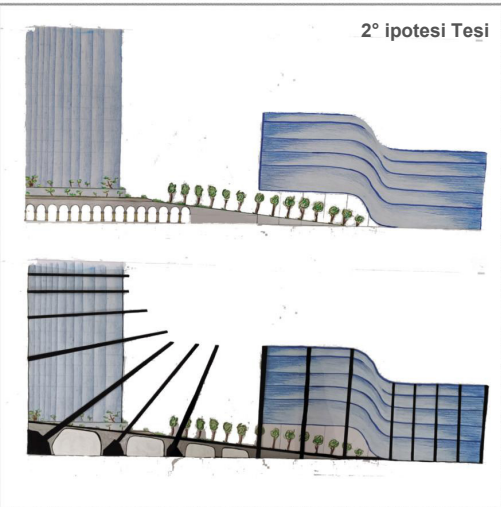
2° fase atelier



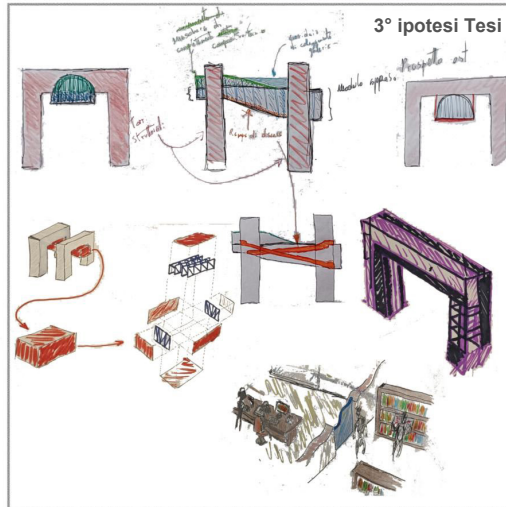
3° fase atelier



1° ipotesi Tesi



2° ipotesi Tesi



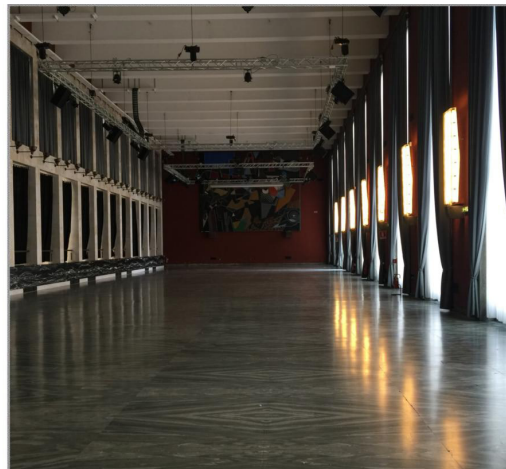
3° ipotesi Tesi



Reference BEIC Milano



Reference Stazione F.S. Roma Tiburtina

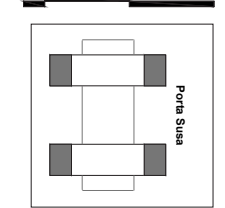


Reference Salone delle Fontane Roma



Collegamento Porta Susa

0 1m 5m 10m

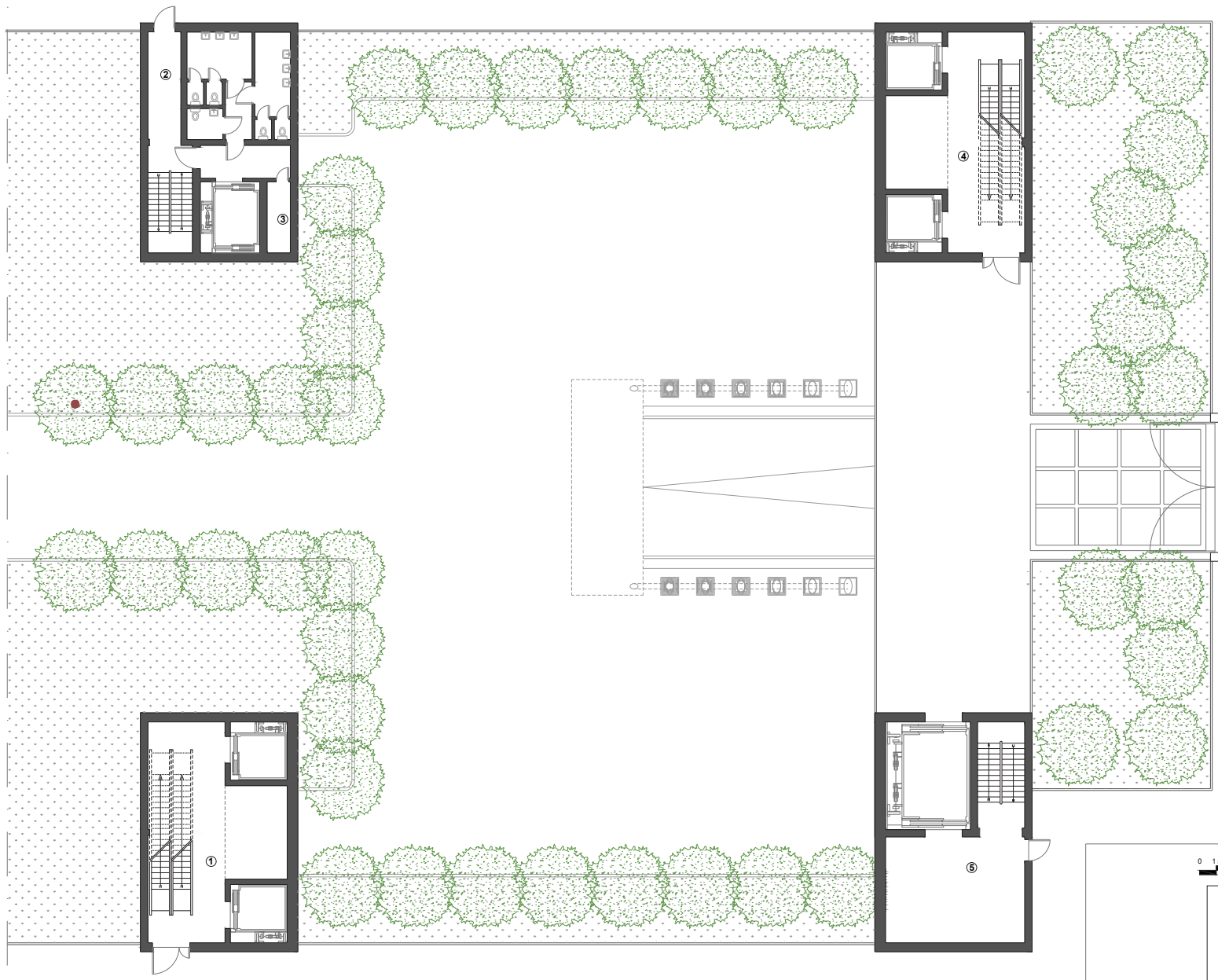


- 1- Ingresso Ristorante bar
- 2- Spogliatoio galleria
- 3- Ingresso galleria
- 4- Deposito ristorante
- 5- Ingresso servizio ristorante

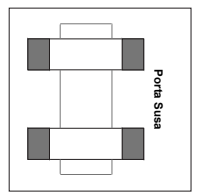
C.so Inghilterra

Ponte Unione Europea

C.so Bolzano



- 1- Ingresso Ristorante bar
- 2- Spogliatoio galleria
- 3- Ingresso galleria
- 4- Deposito ristorante
- 5- Ingresso servizio ristorante





Politecnico
di Torino

TESI DI LAUREA
C. di L. MAGISTRALE
IN ARCHITETTURA COSTRUZIONE CITTÀ
A. A. 2022/2023

RELATORE
Prof. Arch. Costantino Patesios

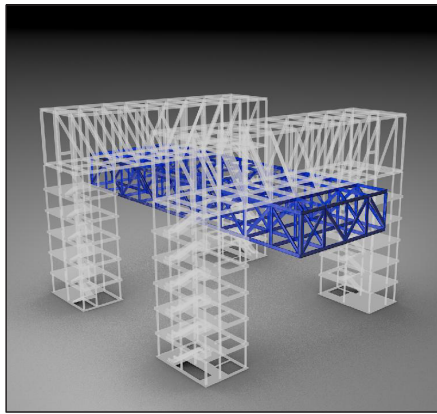
CANDIDATI
Stefano Carello
Danielle Tarzia

S/789224
S/315986

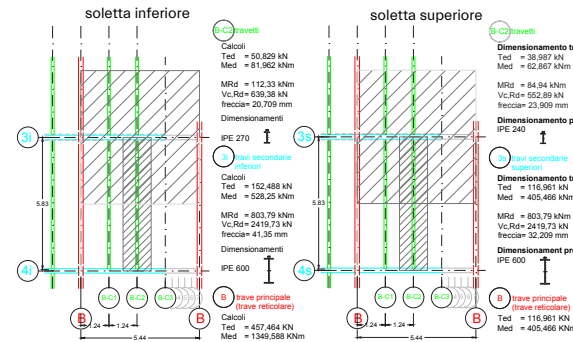
THORAX

fotoinserimento diurno

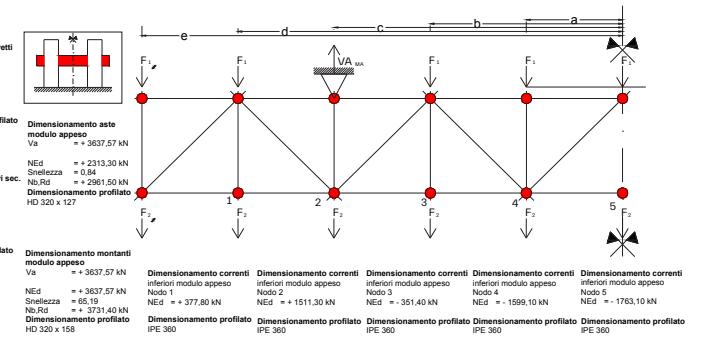
MACRO STRUTTURA MODULO APPESO



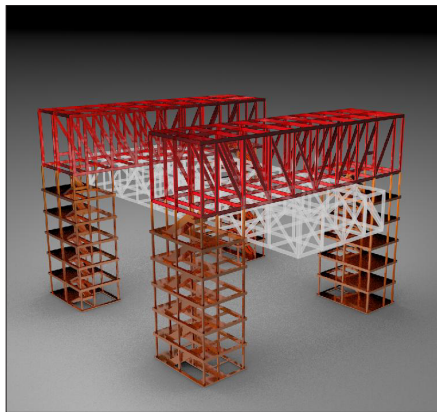
solaio tipo modulo appeso



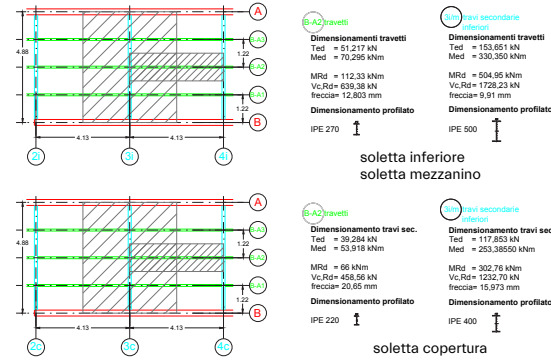
Schema statico semplificato della trave reticolare modulo appeso



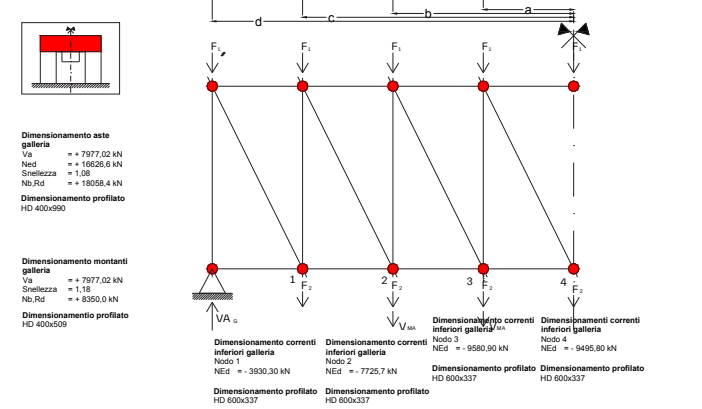
MACRO STRUTTURA GALLERIE



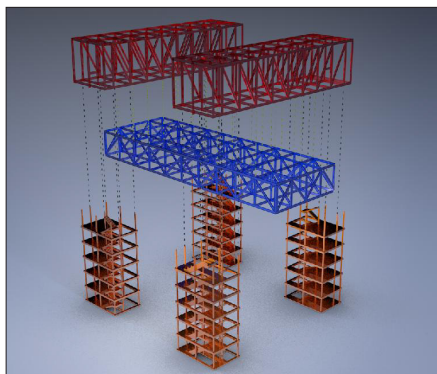
solaio tipo gallerie



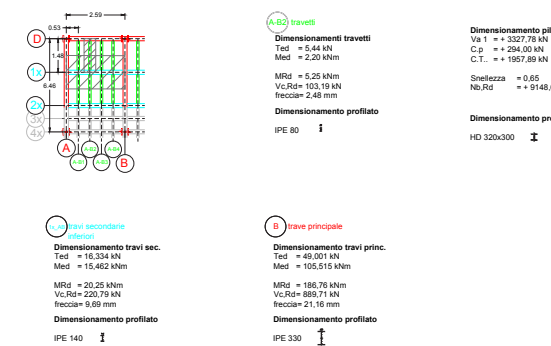
Schema statico semplificato della trave reticolare galleria



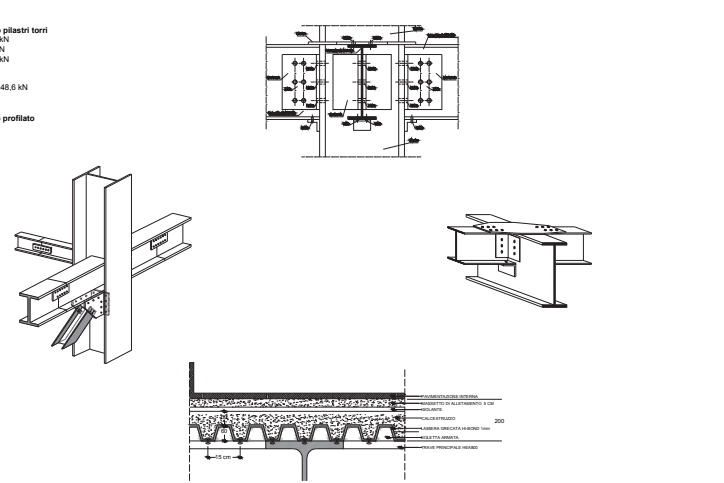
GERARCHIA STRUTTURALE



solaio tipo torri



schema pilastri torri



- TORRI
- GALLERIE
- MODULO APPESO

Galleria Corso Inghilterra



TORRE 3
SERVIZI GALLERIA
CENTRO CONGRESSI

TORRE 1
CENTRO CONGRESSI
GALLERIA

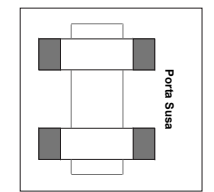
Galleria Corso Bolzano



TORRE 4
BAR
RISTORANTE

TORRE 2
SERVIZI BAR
RISTORANTE

- 1- Foyer
- 2- Sala congressi
- 3- Ambiente panoramico con servizio bar
- 4- Ingresso servizi
- 5- Deposito galleria
- 6- Locale sgombrò
- 7- Locale tecnico
- 8- Regia

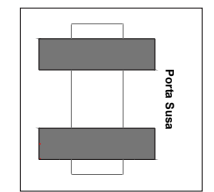
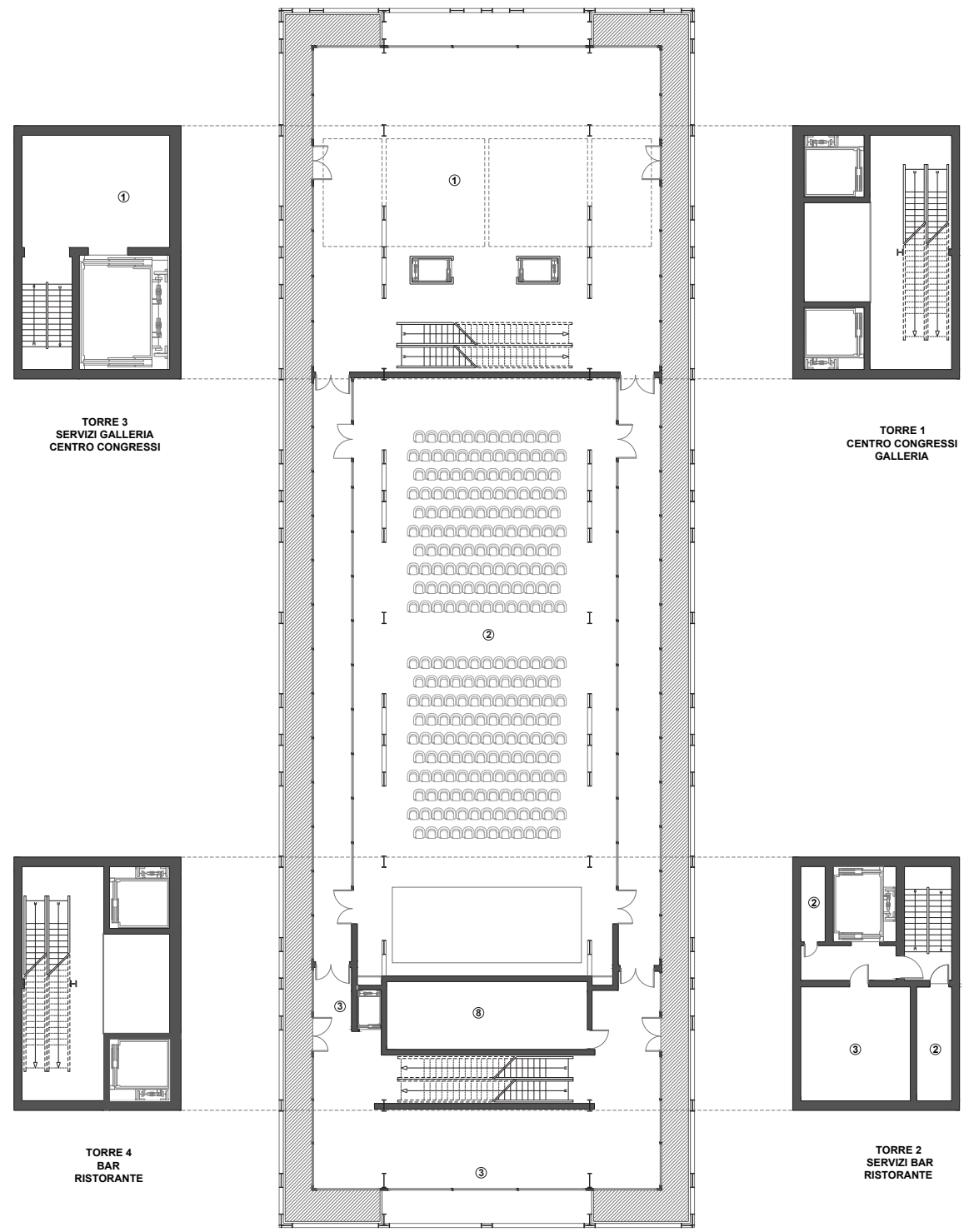


Pianta modulo appeso
quota +17.60m

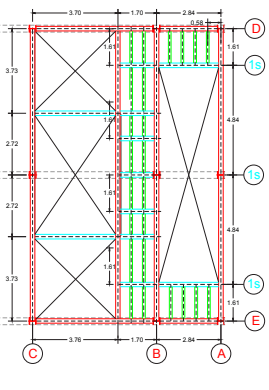
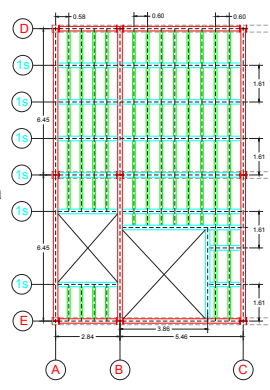
Galleria
Corso Inghilterra

Galleria
Corso Bolzano

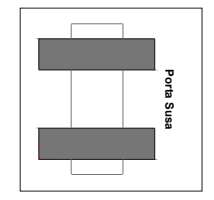
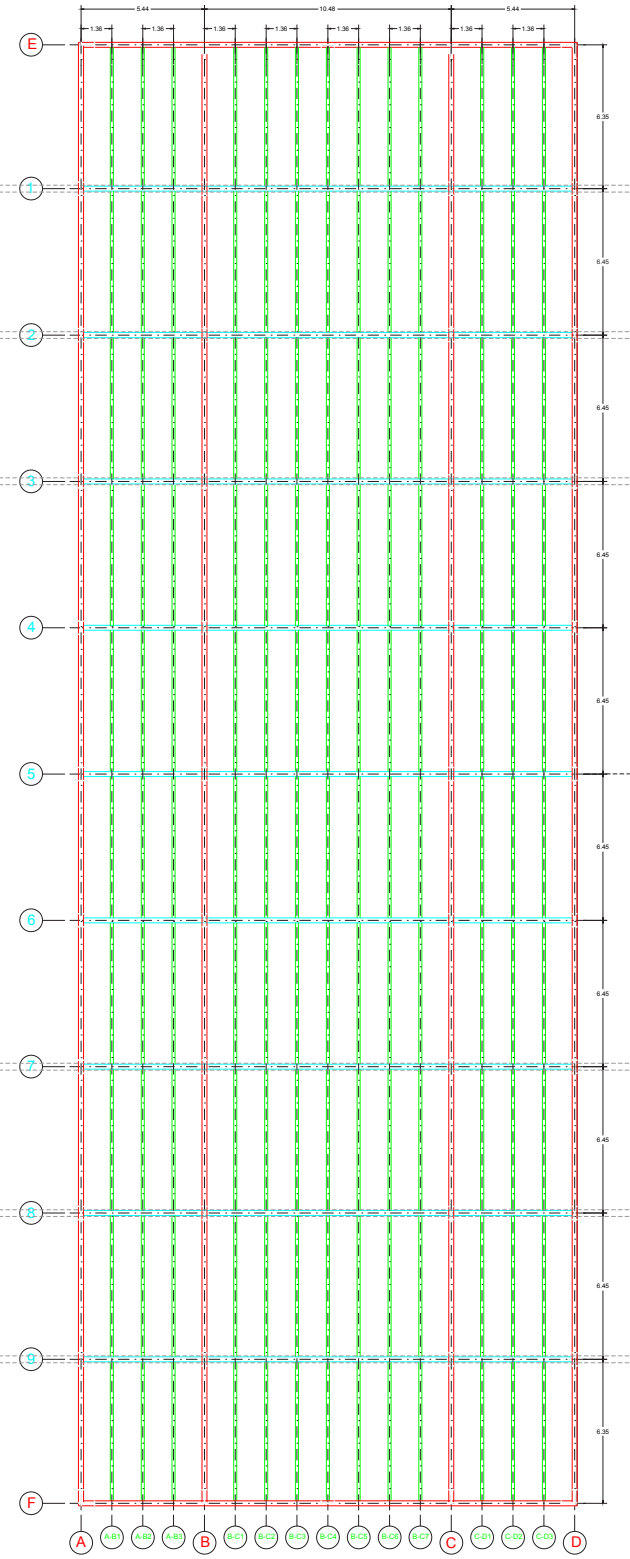
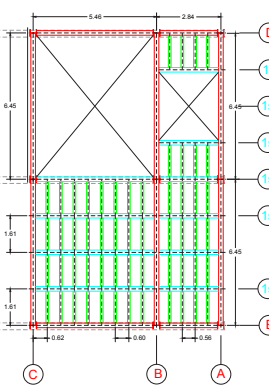
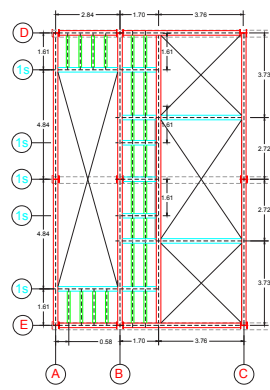
- 1- Foyer
- 2- Sala congressi
- 3- Ambiente panoramico con servizio bar
- 4- Ingresso servizi
- 5- Deposito galleria
- 6- Locale sgombrò
- 7- Locale tecnico
- 8- Regia



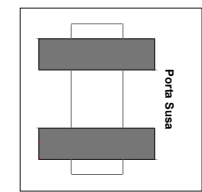
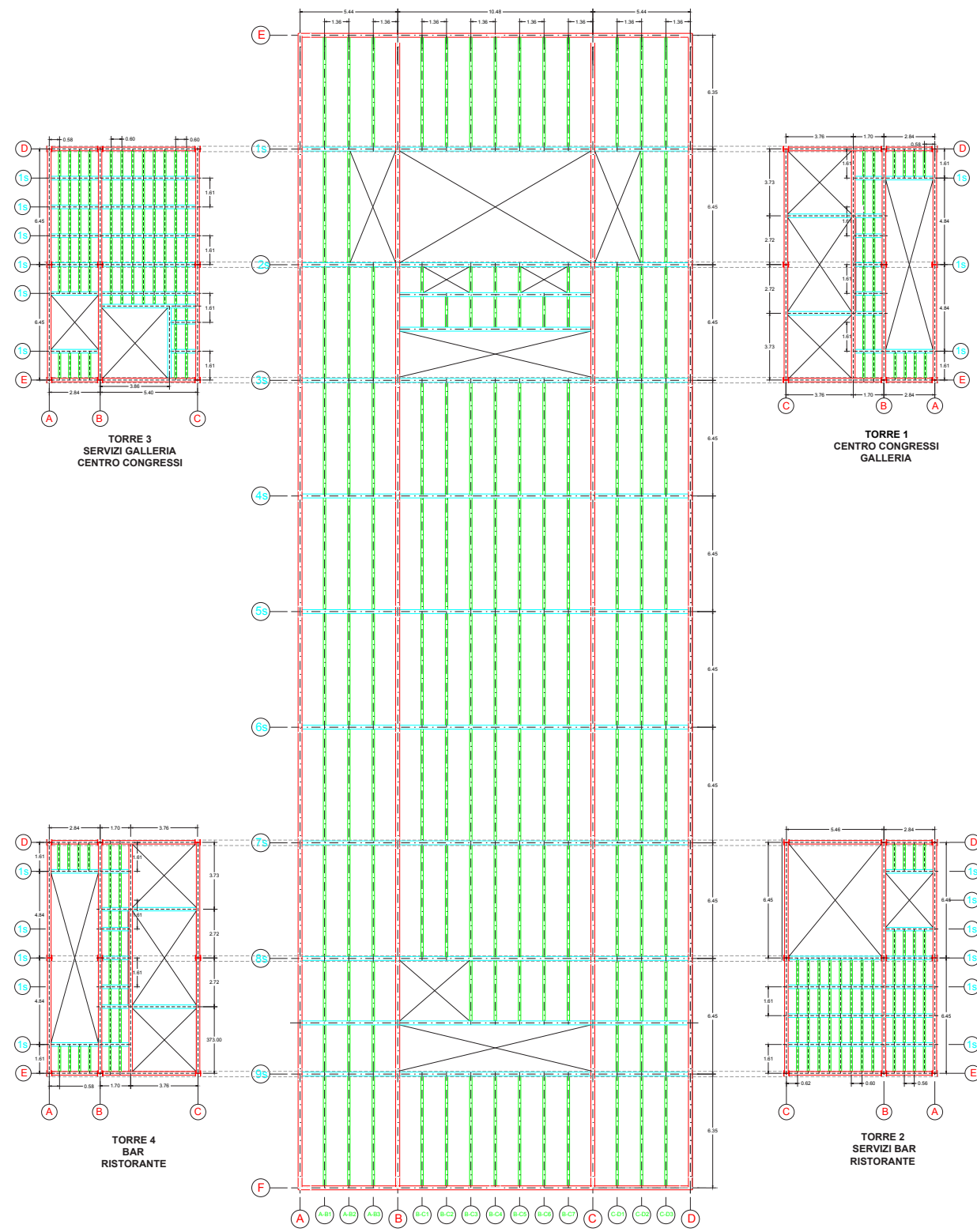
Galleria
Corso Inghilterra



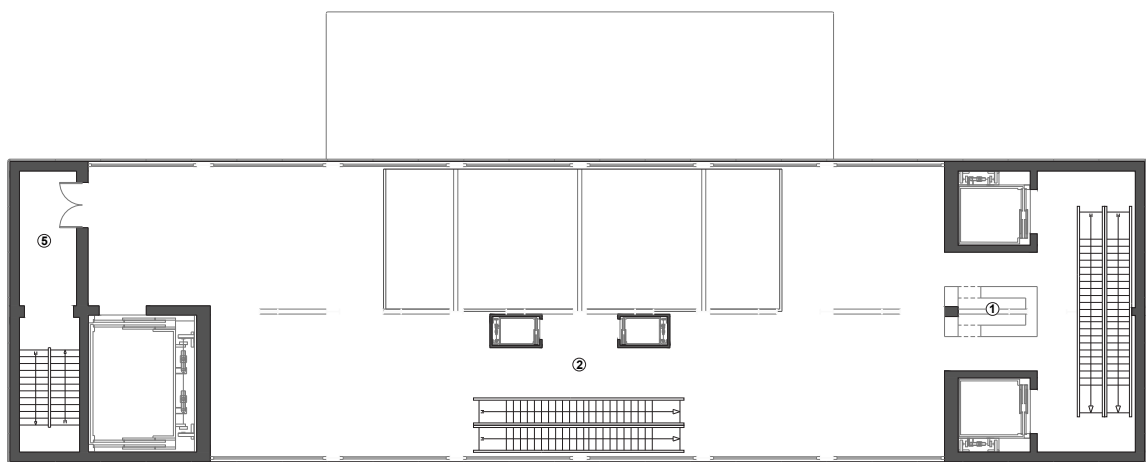
Galleria
Corso Bolzano



**Pianta modulo appeso
quota +24.40m**



Galleria Corso Inghilterra

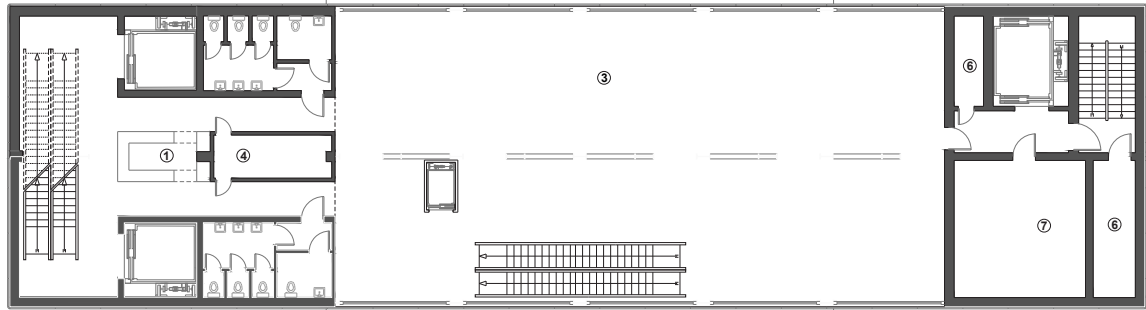


TORRE 3
SERVIZI GALLERIA
CENTRO CONGRESSI

TORRE 1
CENTRO CONGRESSI
GALLERIA

Pianta galleria
quota +25.00m

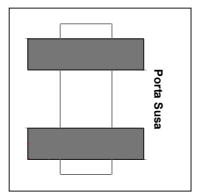
Galleria Corso Bolzano



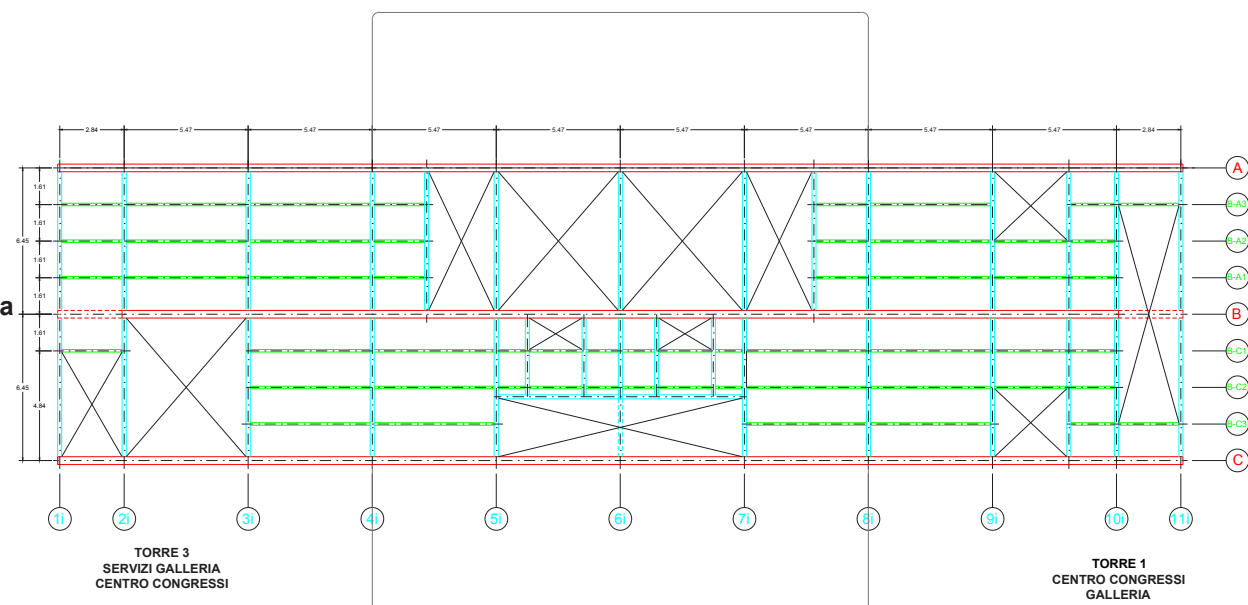
TORRE 4
BAR
RISTORANTE

TORRE 2
SERVIZI BAR
RISTORANTE

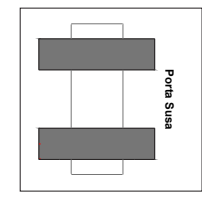
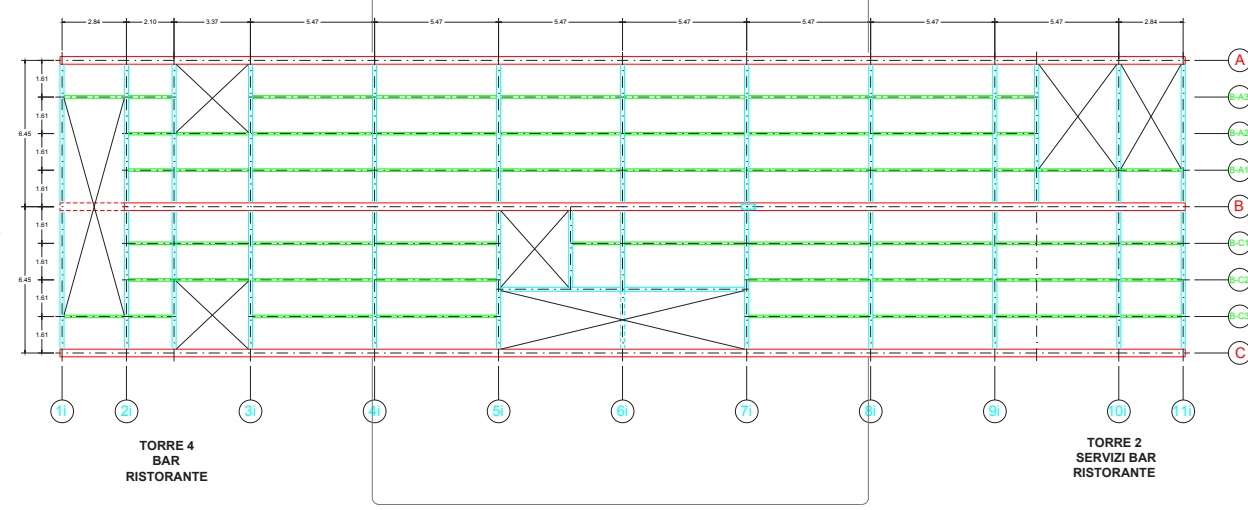
- 1- Reception
- 2- Esposizione mostre
- 3- Ambiente panoramico con servizio bar
- 4- Ufficio reception
- 5- Ingresso servizio galleria
- 6- Locale sgombrò
- 7- Cucina
- 8- Esposizione mezzanino
- 9- Ufficio ristorazione
- 10- Cantina vini



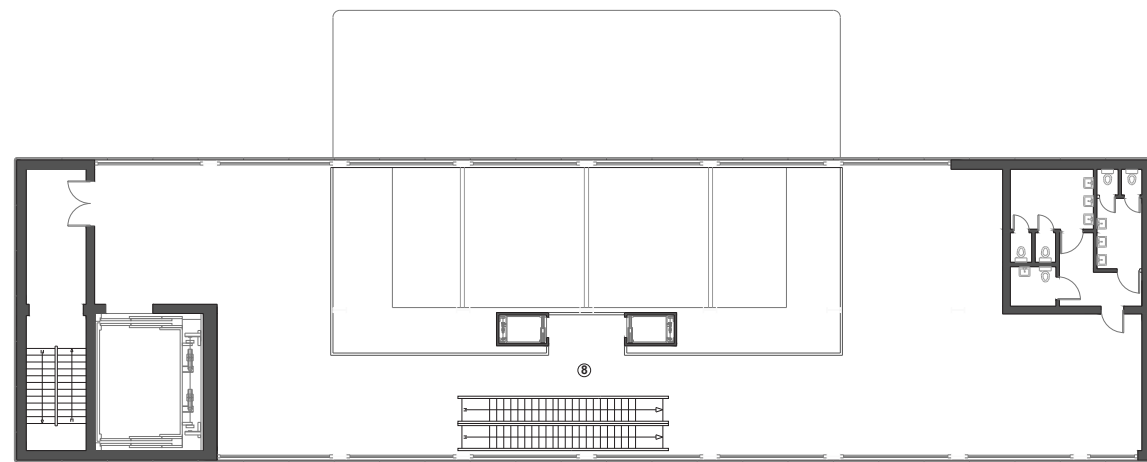
Galleria Corso Inghilterra



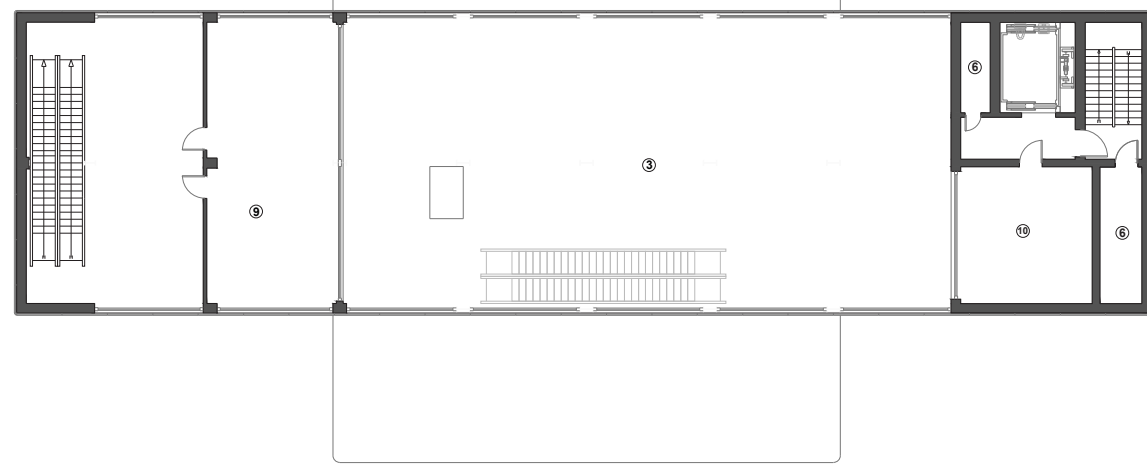
Galleria Corso Bolzano



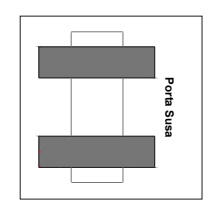
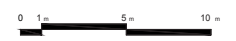
Galleria
Corso Inghilterra

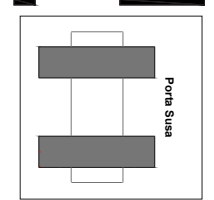
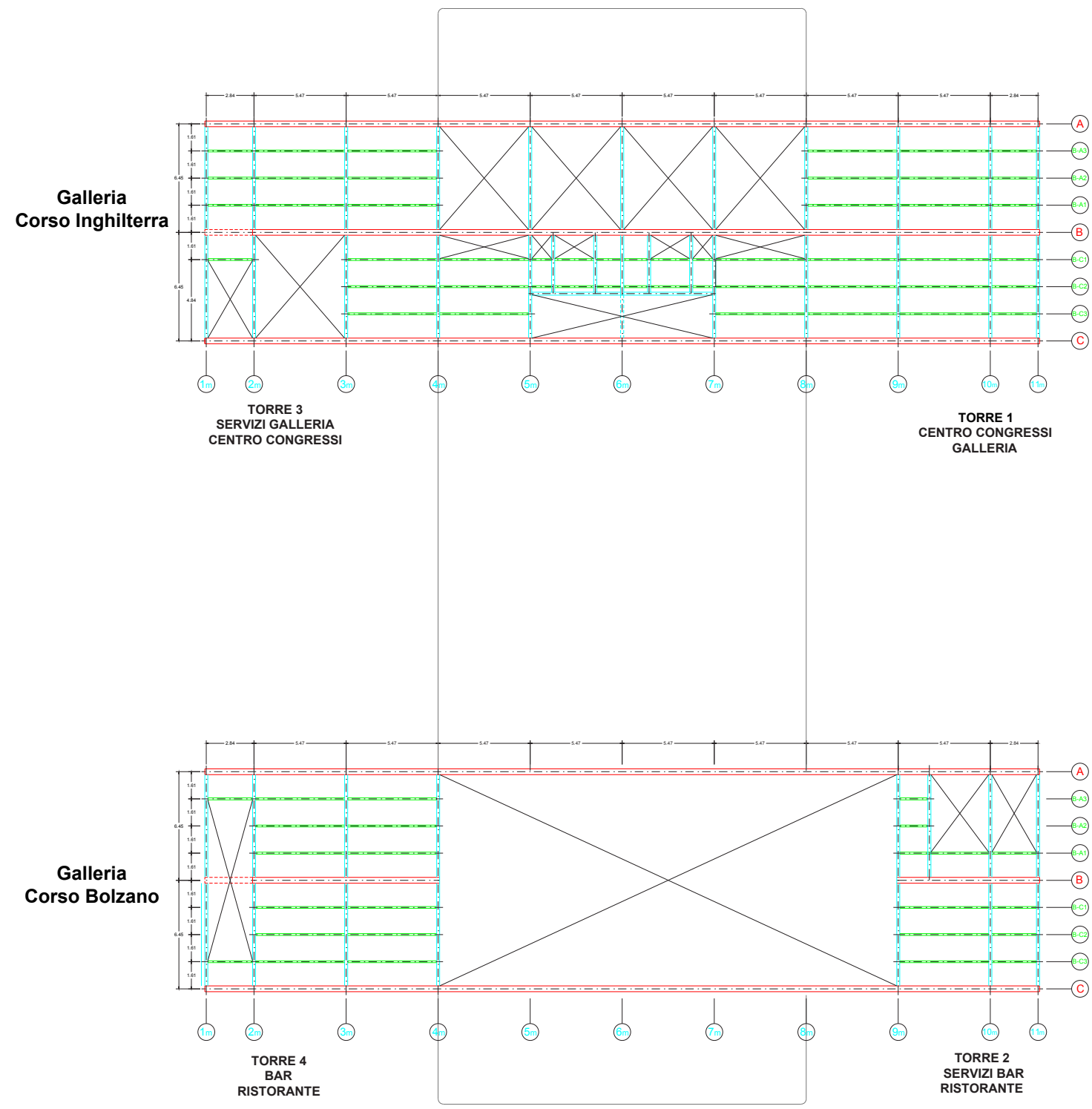


Galleria
Corso Bolzano

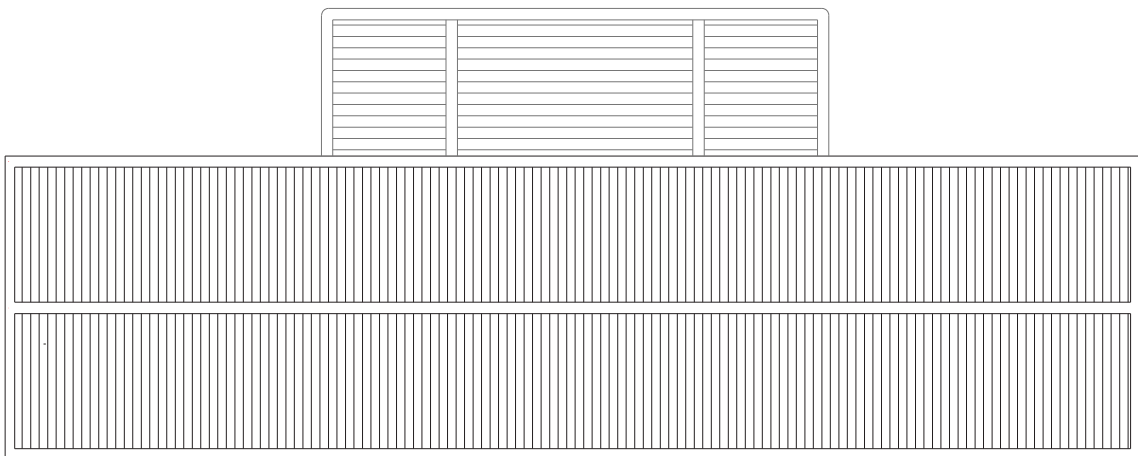


- 1- Reception
- 2- Esposizione mostre
- 3- Ambiente panoramico con servizio bar
- 4- Ufficio reception
- 5- Ingresso servizio galleria
- 6- Locale sgombro
- 7- Cucina
- 8- Esposizione mezzanino
- 9- Ufficio ristorazione
- 10- Cantina vini

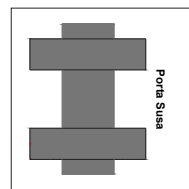
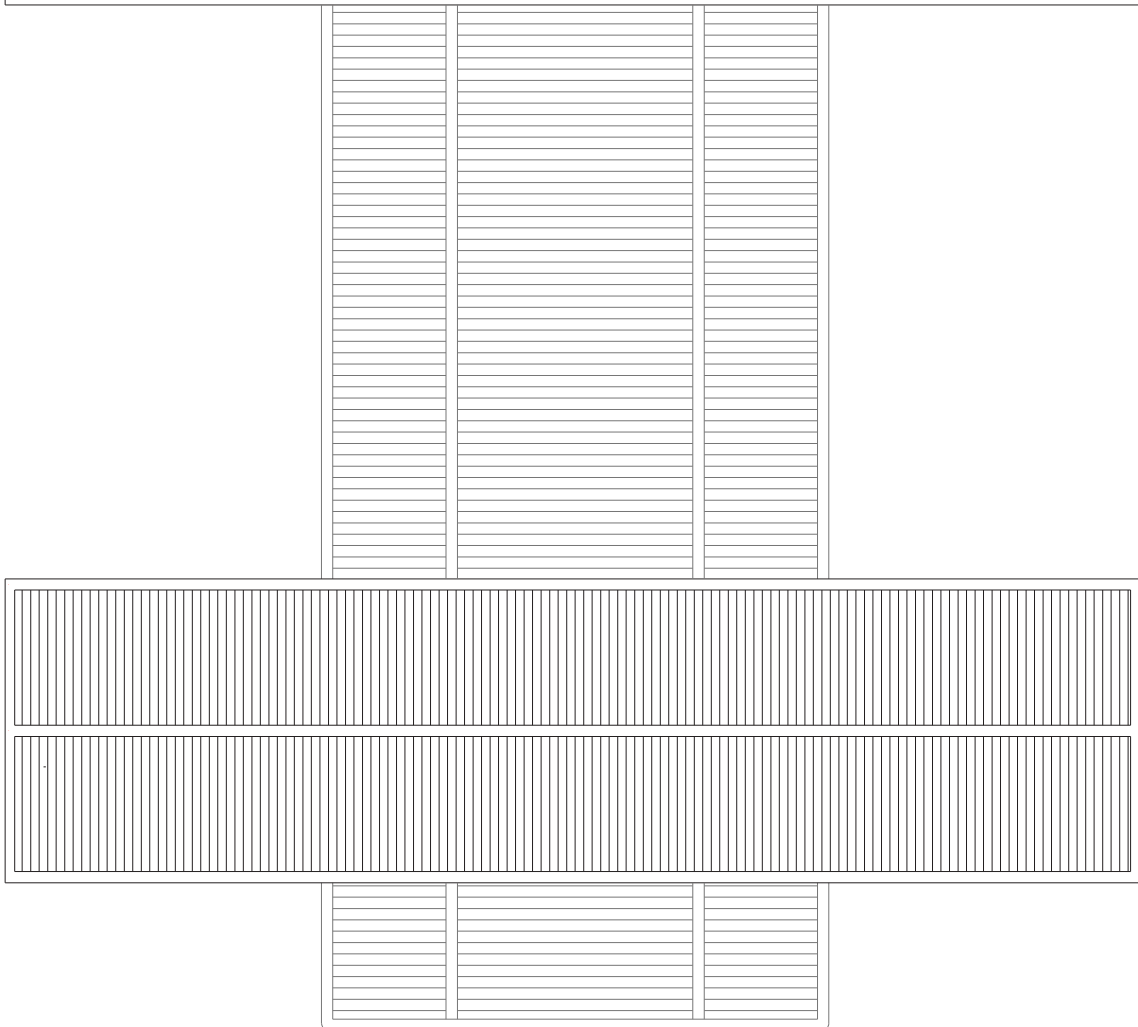




Galleria
Corso Inghilterra

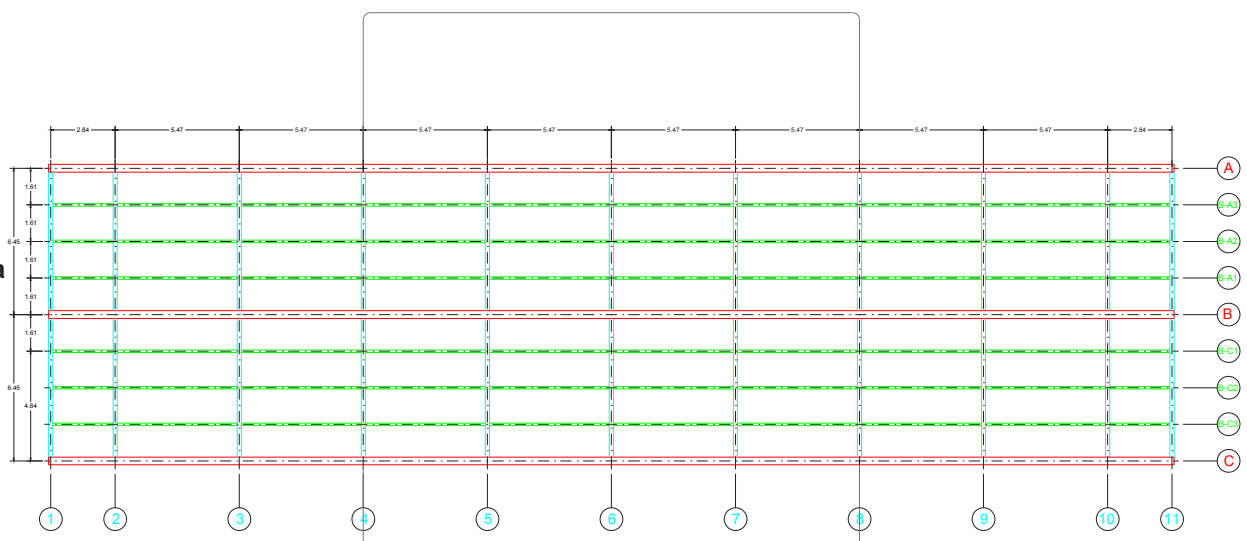


Galleria
Corso Bolzano

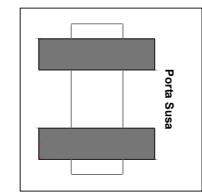
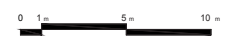
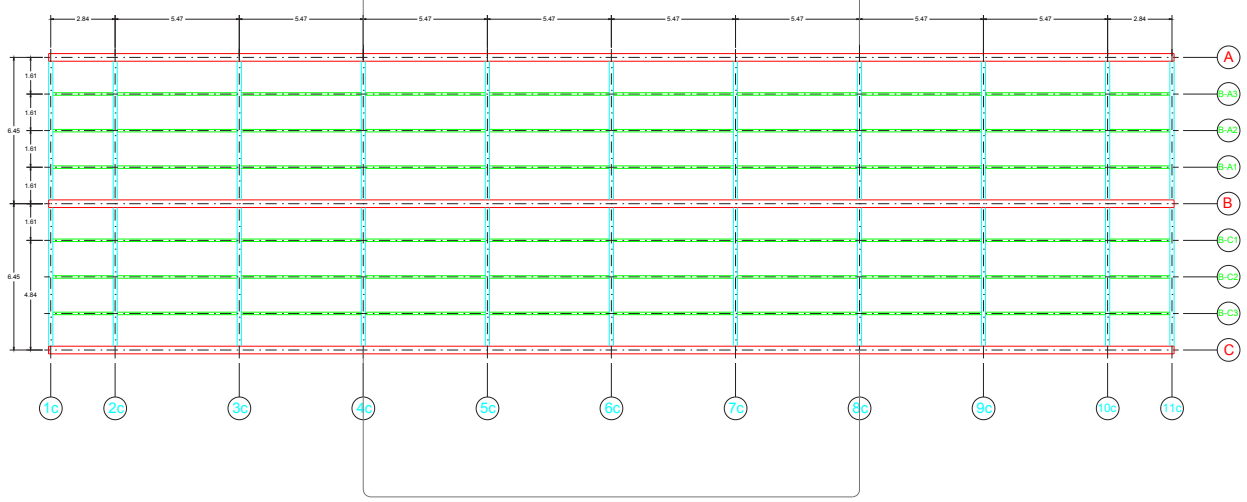


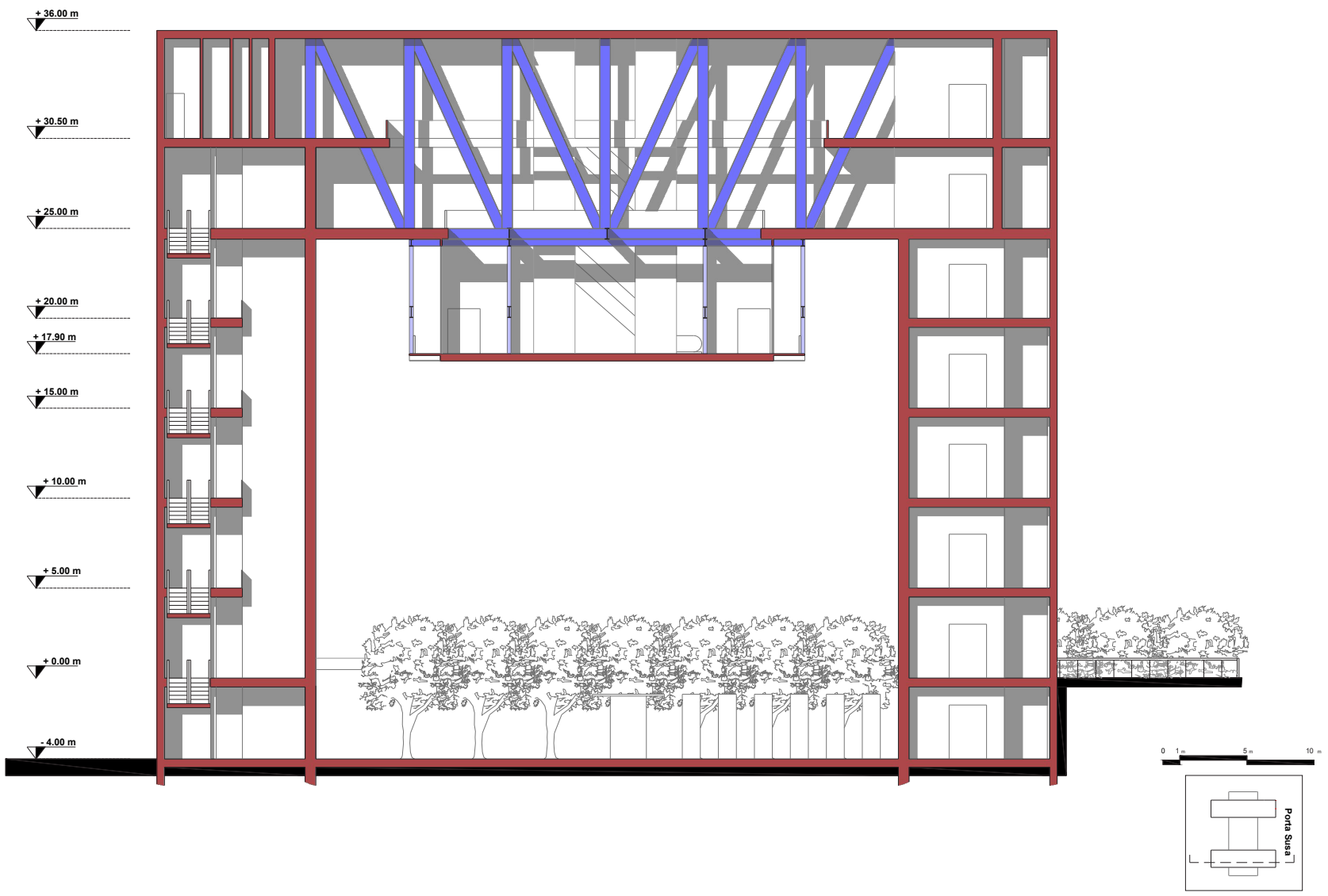
**Pianta copertura
strutturale
quota +36.00m**

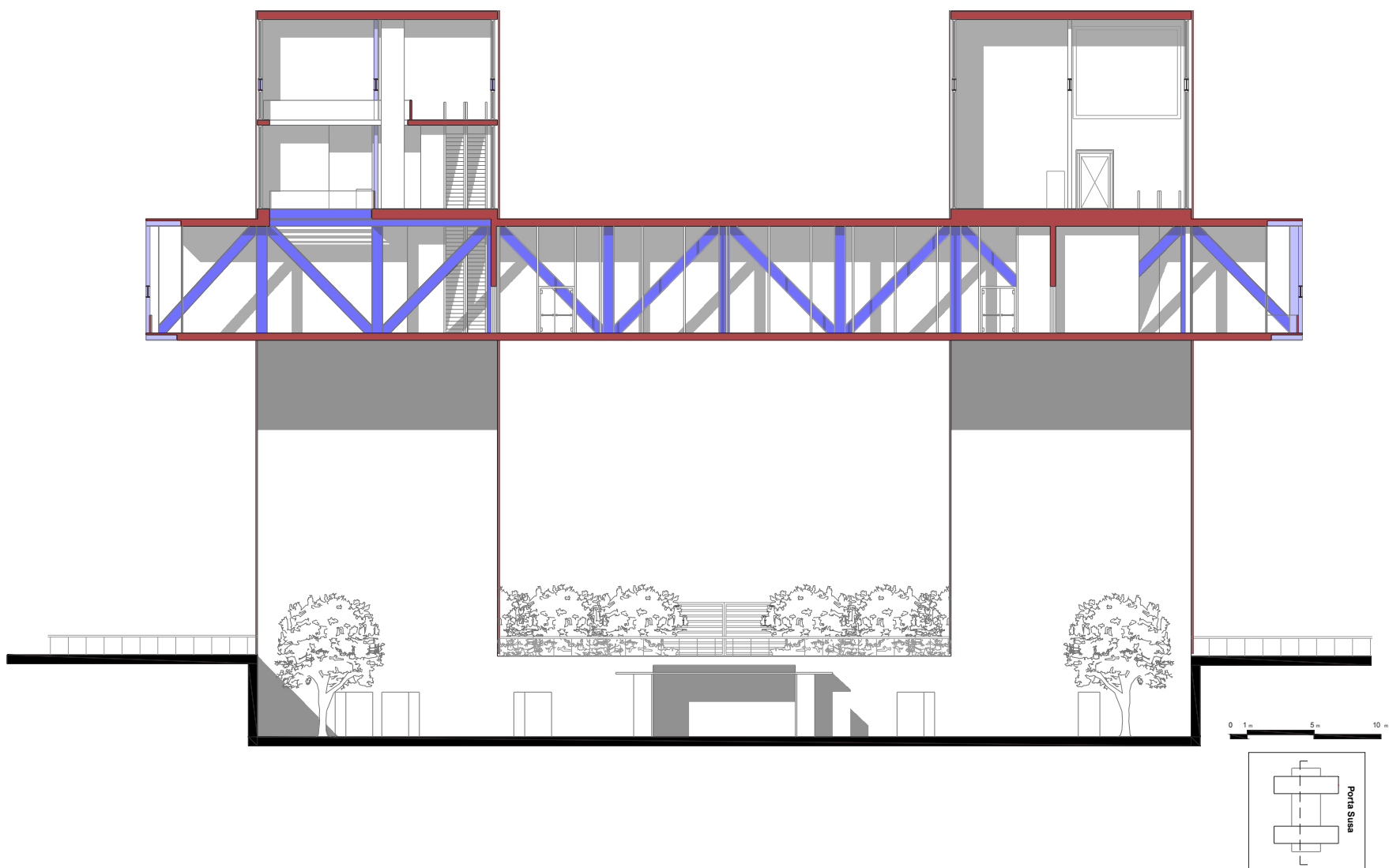
**Galleria
Corso Inghilterra**

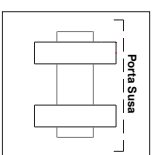
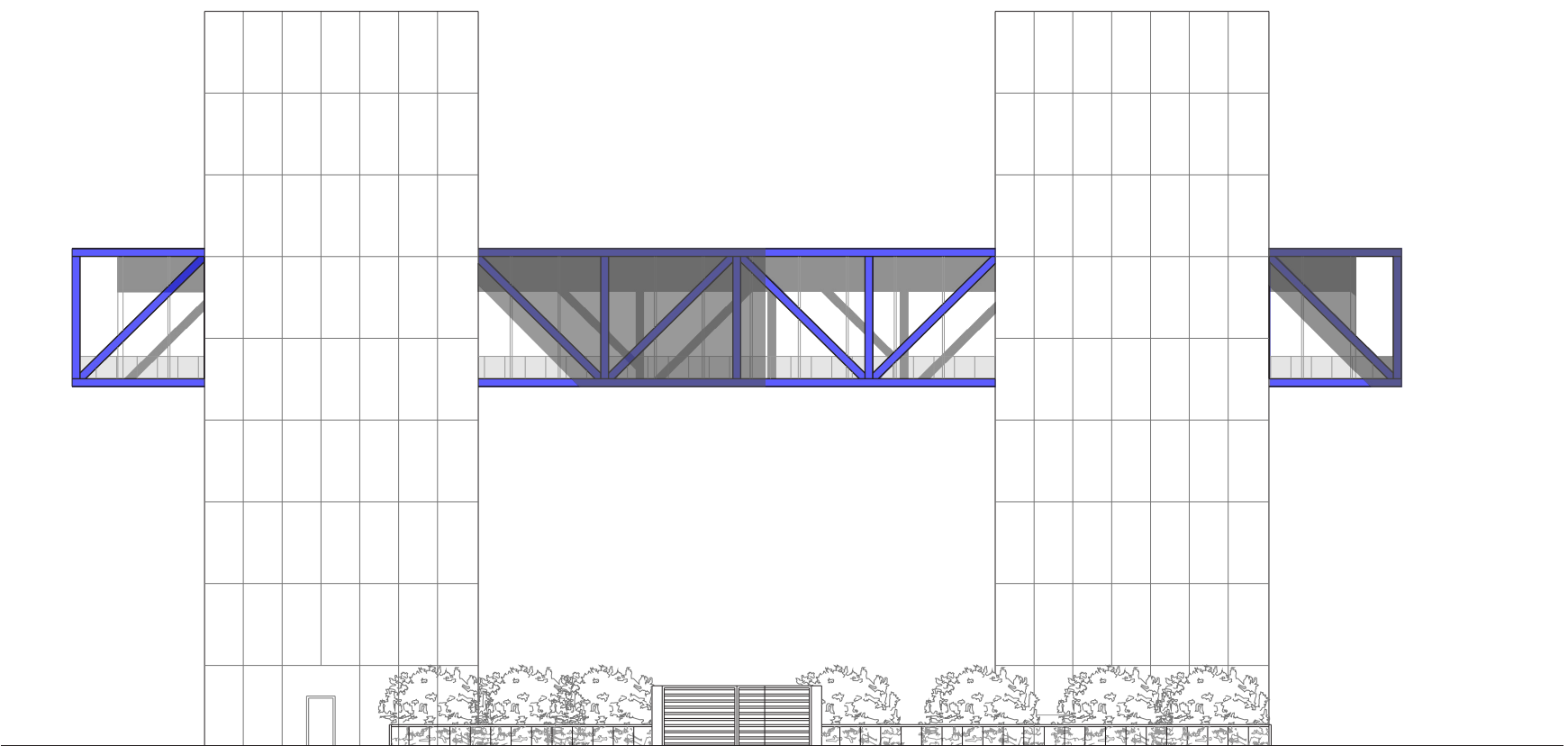


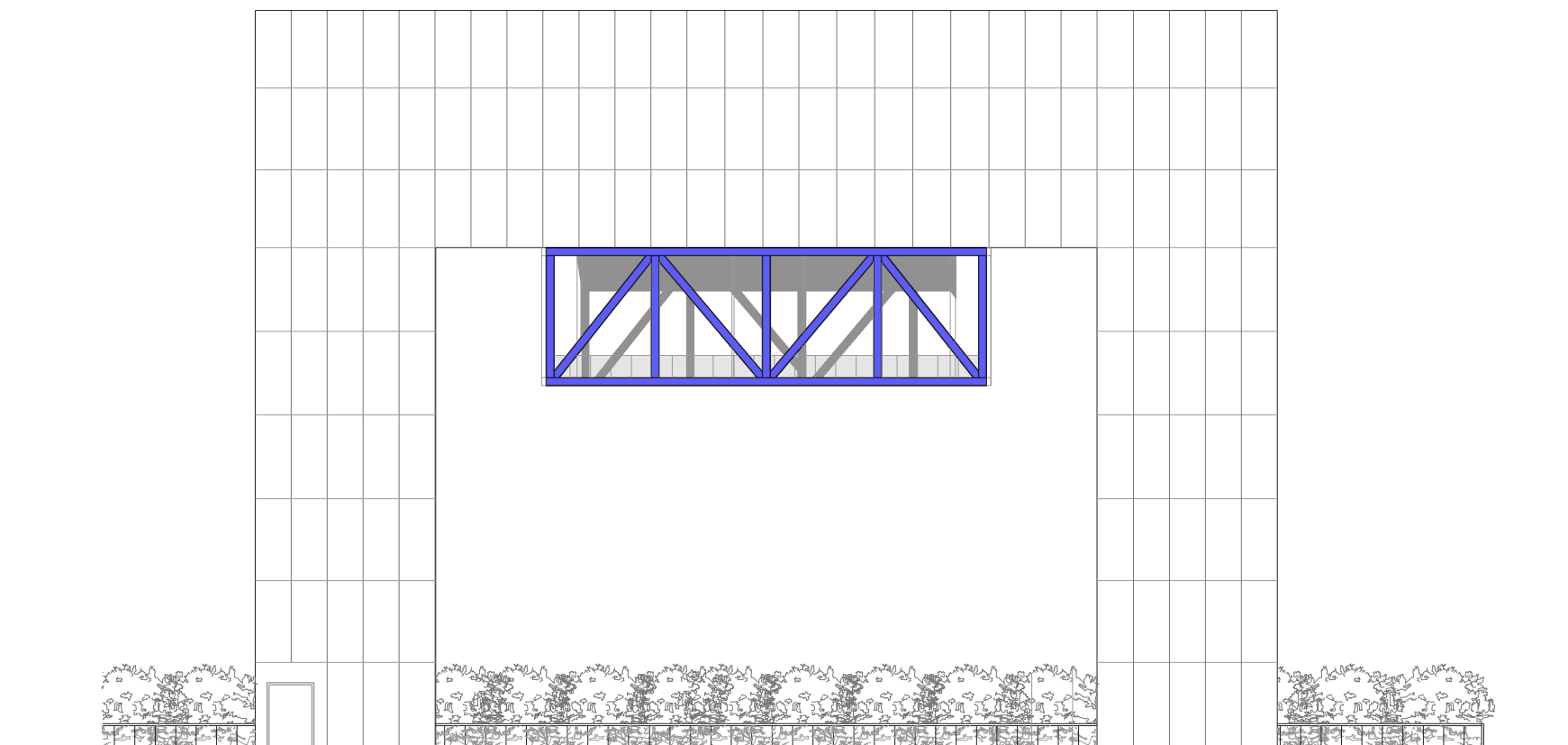
**Galleria
Corso Bolzano**



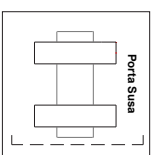




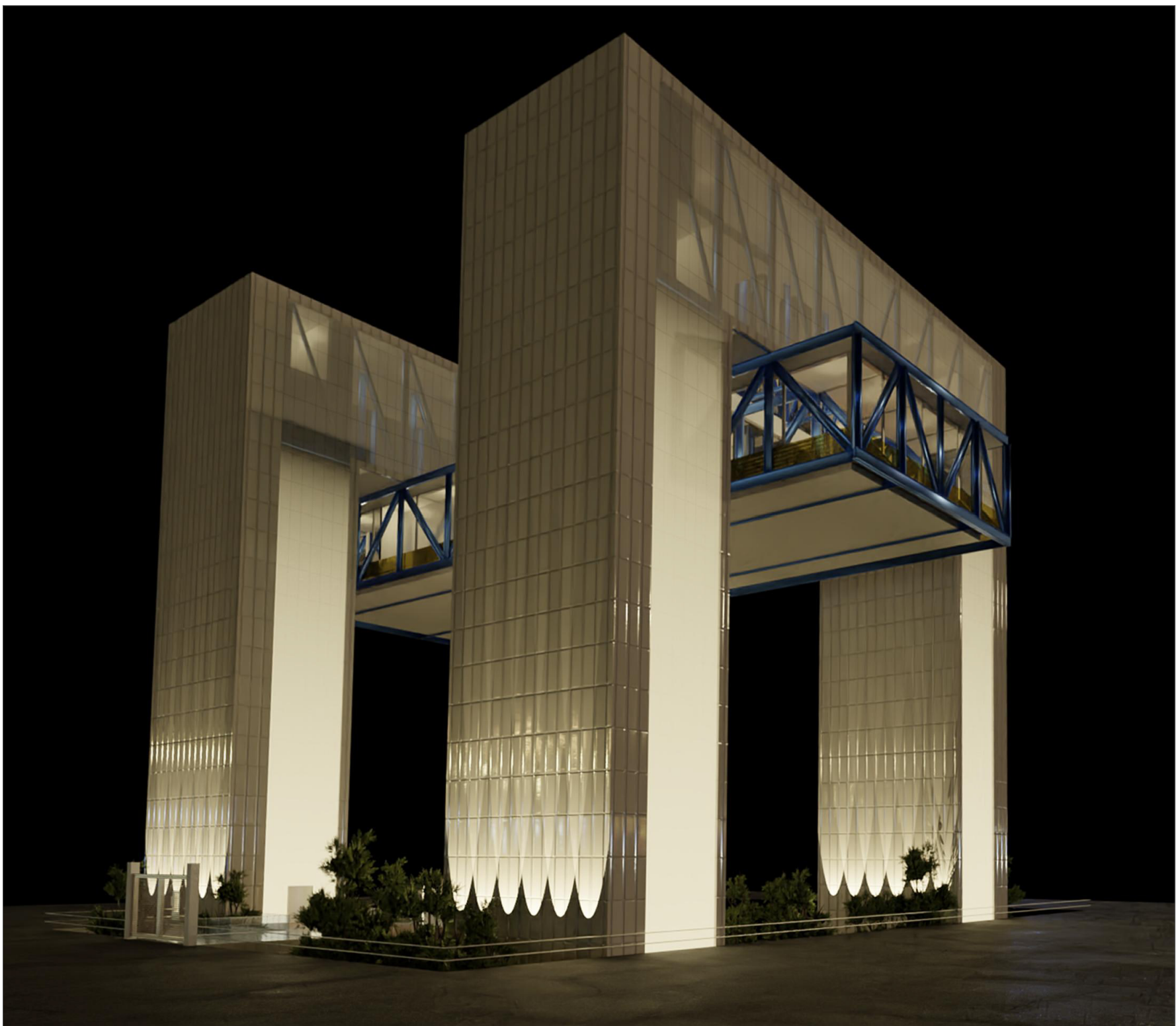




0 1 m 5 m 10 m









Politecnico
di Torino

TESI DI LAUREA
C. di L. MAGISTRALE
IN ARCHITETTURA COSTRUZIONE CITTÀ
A. A. 2022/2023

RELATORE
Prof. Arch. Costantino Patesios

CANDIDATI
Stefano Carello
Danielle Tarzia

S78924
S315986

THORAX

visualizzazioni

3b

DATI NOTI	unità di misura	VALORE	SCHEMA GRAFICO
LUCE TRAVE	L m	10,40	
INTERASSE TRAVE	ℓ m	6,45	
PESO PROPRIO	G ₁ KN/m ²	1,68	
PESO PERMANENTE	G ₂ KN/m ²	2,27	
VARIABLE	Q _K KN/m ²	2,20	

FORMULA	VALORI	unità di misura

STATO LIMITE	Stato limite di esercizio (SLE)	qd _{ser} KN/m	(G ₁ +G ₂ +Q _K) × ℓ	39,668 KN/m
	Stato limite ultimo (SLU)	qd _{slu} KN/m	(G ₁ ×1,3+G ₂ ×1,5+Q _K ×1,5) × ℓ	57,334 KN/m
REAZIONI	Taglio ED ₁₅	V _{Ed15} KN	(V _{Ed15} × 3)/2 × 2	116,961 KN
	Momento ED ₁₅	M _{Ed15} KNm	(V _{Ed15} × L)/2 - (V _{Ed15} × 2) ^{1/4} /4	405,466 KNm

PROFILATO	SCELTA DIMENSIONE TRAVE	TIPO DI ACCIAIO SCELTO	275,00	SCELTA PROFILATO TRAVE IPE	600,00
		Tensione limite da non superare	f _{yk} N/mm ²	f _{yk} N/mm ²	275,00 N/mm ²
			f _{td} N/mm ²	f _{td} N/mm ²	261,90 N/mm ²
			γ _{M₀}	γ _{M₀}	1,05
			γ _{M₁}	γ _{M₁}	1,05
			γ _{M₂}	γ _{M₂}	1,10
			γ _{M₃}	γ _{M₃}	1,25
					peso proprio della trave
					momento di inerzia I _x

VERIFICA DI RESISTENZA SLU	VERIFICA AL TAGLIO	Calcolo Area resistente al taglio	AV mm ²	A- (2b × tf) + (tw + 2 × r) × tf	8380,00 mm ²	STA SU
		Verifica al taglio	V _{GRD} KN	(AV × f _{yd})/√3 × γ _{M₀}	2419,73 KN	
			M _{RD} KNm	V _{pl} × f _{yd} = M _{Ed}	803,79	

VERIFICA DI DEFORMAZIONE SLE	VERIFICA DIMENSIONE TRAVE	Modulo elastico <th>E N/mm² <th>2,1 × 10¹¹</th> <th>STA SU</th> </th>	E N/mm ² <th>2,1 × 10¹¹</th> <th>STA SU</th>	2,1 × 10 ¹¹	STA SU
		Calcolo dello spostamento massimo	σ _{ori} mm	(S/384) × (q × L ⁴)/(EI)	32,209 mm
		Verifica limite massimo flessione	mm	L/250 × σ _{ori}	41,600 mm

VERIFICA MOVIMENTO VAR	q var SLE	KN/m <th>Q_K × ℓ <th>14,190 <th>14190,000 N/m <th>STA SU</th> </th></th></th>	Q _K × ℓ <th>14,190 <th>14190,000 N/m <th>STA SU</th> </th></th>	14,190 <th>14190,000 N/m <th>STA SU</th> </th>	14190,000 N/m <th>STA SU</th>	STA SU
	Calcolo sigma variabile	mm	(S/384) × ((Q _{VAR} × L ⁴)/(EI))	0,0117815	11,178 mm	
	Verifica sigma variabile	mm	L/300 × σ _{var}		34,667 mm	

3c

DATI NOTI	unità di misura	VALORE	SCHEMA GRAFICO
LUCE TRAVE	L	m	6,45
INTERASSE TRAVE	ℓ	m	10,48
PESO PROPRIO	G ₁	KN/m ²	1,68
PESO PERMANENTE	G ₂	KN/m ²	2,27
VARIABILE	Q _k	KN/m ²	2,20

FORMULA	VALORI	unità di misura
---------	--------	-----------------

CALCOLO REAZIONI	STATO LIMITE	STATO LIMITE ultimo (SLS)	STATO LIMITE ultimo (SLS)	REAZIONI	Taglio ED _{tr}	Momento ED _{tr}
	Stato limite di esercizio (SLE)	qd _{sl}	KN/m	$(G+G+Qk) \times \ell$	64,452	KN/m
	Stato limite ultimo (SLU)	qd _{slu}	KN/m	$(G \times 1,3 + G \times 1,5 + Qk \times 1,5) \times \ell$	93,157	KN/m
	REAZIONI	V _{ed,rs}	KN	$(V_{ed,rs} \times 3) / 2 \times 2$	350,894	KN
		M _{ed}	KNm	$(V_{ed,rs} \times L / 2) - (V_{ed,rs} \times 2) \times L / 4$	1005,869	KNm

4b

DATI NOTI	unità di misura	VALORE	SCHEMA GRAFICO
LUCE TRAVE	L	m	10,40
INTERASSE TRAVE	ℓ	m	6,45
PESO PROPRIO	G ₁	KN/m ²	1,68
PESO PERMANENTE	G ₂	KN/m ²	2,27
VARIABLE	Q _k	KN/m ²	4,00

FORMULA	VALORI	unità di misura
---------	--------	-----------------

STATO LIMITE	Stato limite di esercizio (SLE)	q _{d se}	KN/m	(G ₁ +G ₂ +Q _k) × ℓ	51.278	KN/m
	Stato limite ultimo (SLU) <td>q_{d su}</td> <th>KN/m</th> <th>(G₁×1,3+G₂×1,5+Q_k×1,5) × ℓ</th> <th>74.749</th> <th>KN/m</th>	q _{d su}	KN/m	(G ₁ ×1,3+G ₂ ×1,5+Q _k ×1,5) × ℓ	74.749	KN/m
REAZIONI	Taglio ED _s	V _{ed,s}	KN	(V _{ed,cr} × 3)/2 × 2	152.488	KN
	Momento ED _s	M _{ed}	KNm	(V _{ed,s} × L/2) - (V _{ed,cr} × 2) ^{1/4} /4	528.625	KNm

PROFILATO	TIPO DI ACCIAIO SCELTO	275,00	SCELTA PROFILATO TRAVE IPE	600,00		
SCELTA DIMENSIONE TRAVE	Resistenza delle sezioni α classe 1.3.3.4	γ _{M₀}	1,05			
	Resistenza all'irrobustibilità delle membrature	γ _{M₁}	1,05			
	Resistenza all'irrobustibilità dei nodi strutturali e incrociati	γ _{M₂}	1,10			
	Resistenza, nei riguardi delle travi, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	γ _{M₃}	1,25			
		W _{pl}	cm ³	(M _{ed} /f _{y,d})	2018,387	cm ³
		A	cm ²		15600,00	mm ²
		M _{ed}	KNm	W _{pl} × f _{y,d} = M _{ed}	803,79	mm ²
		AV	mm ²	A - (2b × tf) + (tw + 2 × r) × tf	8380,00	mm ²
		V _{CRD}	KN	(AV × f _{yd})/√3 × γ _{M₀}	2419,73	KN
		q _{d se}	KN/m	q _{d se} + P ₀	52497,50	N/m

VERIFICA DIMENSIONAMENTO TRAVE	Modulo elastico minimo	W _{pl}	cm ³	(M _{ed} /f _{y,d})	2018,387	cm ³
	Area scelta trave IPE	A	cm ²		15600,00	mm ²
	M _{ed} = W _{pl} × f _{y,d} = M _{ed}	M _{ed}	KNm	W _{pl} × f _{y,d} = M _{ed}	803,79	mm ²

VERIFICA AL TAGLIO	Calcolo Area resistente al taglio	AV	mm ²	A - (2b × tf) + (tw + 2 × r) × tf	8380,00	mm ²
	Verifica al taglio	V _{CRD}	KN	(AV × f _{yd})/√3 × γ _{M₀}	2419,73	KN
	Carico totale con peso proprio della trave	q _{d se}	KN/m	q _{d se} + P ₀	52497,50	N/m
	Modulo elastico	E	N/mm ²	2.1 × 10 ¹¹	2.100	N/mm ²
	Calcolo dello spostamento massimo	σ _{tot}	mm	(S/384) × (q × L ⁴)/(EI)	41,355	mm
	Verifica limite massimo flessione	mm	L/250 × σ _{tot}	41,600	mm	

VERIFICA MOVIMENTO VAR	q var SLE	KN/m	Q _k × ℓ	25.800	25800,000	N/m
	Calcolo sigma variabile	σ _{var}	mm	(S/384) × ((q _{var} × L ⁴)/(EI))	20,324	mm
	Verifica sigma variabile	σ _{var}	mm	L/300 × σ _{var}	34,667	mm

STA SU
STA SU
STA SU

4c

DATI NOTI	unità di misura	VALORE	SCHEMA GRAFICO
LUCE TRAVE	L	m	6,45
INTERASSE TRAVE	ℓ	m	10,48
PESO PROPRIO	G ₁	KN/m ²	1,68
PESO PERMANENTE	G ₂	KN/m ²	2,27
VARIABLE	Q _k	KN/m ²	4,00

FORMULA	VALORI	unità di misura
---------	--------	-----------------

CALCOLO REAZIONI		STATO LIMITE	STATO LIMITE ultimo (SLLU)	REAZIONI
rd _{dir}	KN/m	$G+G+Q_{R1} \times \ell$	83,316	KN/m
qd _{dir}	KN/m	$G \times \ell + 1,3 + G_2 \times \ell + 1,5 + Q_{k1} \times 1,5 \times \ell$	121,453	KN/m
V _{dir TS}	KN	$(V_{ED TS} \times 3) / 2 \times 2$	457,464	KN
M _{dir}	KNm	$(V_{ED TR} \times L / 2) - (V_{ED TS} \times 2) \times L / 4$	1349,588	KNm

DIMENSIONAMENTO TRAVE RETICOLARE MODULO APPESO

DATI NOTI

CARCHI NOTI	AREA DI INTERESSE		UNITA DI MISURA				
	1	350,884386	KN				
F1 soletta superiore di copertura	1	457,464186	KN				
F2 soletta inferiore	1		KN				
F3 modulo appeso soletta superiore			KN				
F4 modulo appeso soletta inferiore			KN				
Interasse				a	b	c	d
				6,45	12,9	19,35	25,8
Altezza reticolare							e
							31,85
							m
CALCOLO CORRENTI				$V_a = V_b = (2 \times F1) / 2$			
				3637,568574			
				KN			
				-1763,062445			
				KNm			
				CORRENTI			
CALCOLO ASTE				$2F_y = 0 = -N3y - F1 \cdot 1/2 - F1 - F2 \cdot 1/2 - F2 - F2 + V_a = 0$			
				$N3y = V_a - F1 \cdot 1/2 - F1 - F2 \cdot 1/2 - F2 - F2$			
				$Tang \alpha = H/a$			
				$\alpha = Tang^{-1}(H/a)$			
				$N3 = (N3y / Sin \alpha)$			
				2313,326543			
				KN			
				ASTE			
CALCOLO PUNTONI				$N = V_{A1} + V_{A2}$			
				3637,568574			
				KN			
				PUNTONI			

DIMENSIONAMENTO ASTE

TIPO PROFILO	selezionare un solo tipo	SCelta PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA
ASTE	IPE	HD 320 X 127	2313,3	KN
	UPN		1,05	
	HD 320 X 127		275	N/mm ²
	HL		210000	N/mm ²
	HP		5,5	m
	IPN		100	ipottizzata max 200
	HE		5,50	cm
	L UGUALI			calcolato
	L INEGUALI			
ASTE	Dimensionamento Asta (SLU)	STA SU	2961,5	KN
			1	
			161,3	cm ²
			7,57	cm
			72,66	cm
			92,39	cm
			6323,8	KN
			0,84	
			0,95; 0,96; 65; 26	
			0,70; 103; 55; 82	

DIMENSIONAMENTO MONTANTI (slu)

TIPO PROFILO	selezionare un solo tipo	SCelta PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA
MONTANTE	IPE	HD 320 X 158	3637,6	KN
	UPN		1,05	
	HD 320 X 158		275	N/mm ²
	HL		210000	N/mm ²
	HP		5	m
	IPN		100	ipottizzata max 200
	HE		5,00	cm
	L UGUALI			calcolato
	L INEGUALI			
MONTANTE	Dimensionamento Puntoni (SLU)	STA SU	3731,4	KN
			1	
			201,2	cm ²
			7,67	cm
			65,19	cm
			118,40	cm
			8104,1	KN
			0,83	
			0,94; 73; 81; 27	
			0,70; 81; 0; 17; 58	

DIMENSIONAMENTO TRAVE RETICOLARE MODULO APPESO CORRENTI

DATI NOTI				
CARICHI NOTI			UNITA DI MISURA	
F1 soletta superiore di copertura	1	3.50,884386	KN	
F2 soletta inferiore	1	457,464186	KN	
F3 modulo appeso soletta superiore			KN	
F4 modulo appeso soletta inferiore			KN	
Intersasse	a	b	c	d
	6,45	12,9	19,35	25,8
			e	31,85
Altezza reticolare			m	6,9
CALCOLO CORRENTI		$V_a = V_b = (1 \times F1) / 2$	KN	3637,568574
Nodo N5		$M_k = (F1 \times (a+b+d)) + (F1 \cdot 1/2 \times e) - (VALIVA \times d) + F2 \times (a+b+c+d) + F2 \cdot 1/2 \times (e-d) = (0,8 \times 10)$	KN	-1763,062445
Nodo N4		$M_k = (F1 \times (a+d)) - (F1 \cdot 1/2 \times (e-d)) - (VALIVA \times b) + F2 \times (a+b+c+d) + F2 \cdot 1/2 \times (e-d) = (0,8 \times 10)$	KN	-1599,062135
Nodo N3		$M_k = (F1 \times (a+b)) + (F1 \cdot 1/2 \times (e-b)) - (VALIVA \times a) + F2 \times (a+b) + F2 \cdot 1/2 \times (e-b) = (0,8 \times 10)$	KN	-351,4310151
Nodo N2		$M_k = (F1 \times a + F1 \cdot 1/2 \times b) + (F2 \times a + F2 \cdot 1/2 \times b) = (0,8 \times 10)$	KN	1511,260374
Nodo N1		$M_k = (F1 \cdot 1/2 \times b) + (F2 \cdot 1/2 \times b) = (0,8 \times 10)$	KN	377,8150934

DIMENSIONAMENTO CORRENTI (slu)

CORRENTI INF.	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA	NODO 5
TIPO PROFILO selezionare un solo tipo	IPPE 360	1763,1	KN	
IPPE 360		1,05	N/mm ²	
UPN				
HD				
HL				
HP				
IPN				
HE				
L UGUALI				
LINEGUALI				
	STA SU	67,32	cm ²	
		72,73	cm ²	
		AREA PROFILO SCELTO		

CORRENTI INF.	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA	NODO 4
TIPO PROFILO selezionare un solo tipo	IPPE 360	1599,1	KN	
IPPE 360		1,05	N/mm ²	
UPN				
HD				
HL				
HP				
IPN				
HE				
L UGUALI				
LINEGUALI				
	STA SU	61,06	cm ²	
		72,73	cm ²	
		AREA PROFILO SCELTO		

CORRENTI INF.	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA	NODO 3
TIPO PROFILO selezionare un solo tipo	IPPE 360	351,4	KN	
IPPE 360		1,05	N/mm ²	
UPN				
HD				
HL				
HP				
IPN				
HE				
L UGUALI				
LINEGUALI				
	STA SU	13,42	cm ²	
		72,73	cm ²	
		AREA PROFILO SCELTO		

CORRENTI INF.	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA	NODO 2
TIPO PROFILO selezionare un solo tipo	IPPE 360	1511,3	KN	
IPPE 360		1,05	N/mm ²	
UPN				
HD				
HL				
HP				
IPN				
HE				
L UGUALI				
LINEGUALI				
	STA SU	57,70	cm ²	
		72,73	cm ²	
		AREA PROFILO SCELTO		

CORRENTI INF.	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA	NODO 1
TIPO PROFILO selezionare un solo tipo	IPPE 360	377,8	KN	
IPPE 360		1,05	N/mm ²	
UPN				
HD				
HL				
HP				
IPN				
HE				
L UGUALI				
LINEGUALI				
	STA SU	14,43	cm ²	
		72,73	cm ²	
		AREA PROFILO SCELTO		

2a

DATI NOTI	unità di misura	VALORE	SCHEMA GRAFICO
LUCE TRAVE	L m	5,49	
INTERASSE TRAVE	ℓ m	1,61	
PESO PROPRIO	G ₁ KN/m ²	1,68	
PESO PERMANENTE	G ₂ KN/m ²	2,27	
VARIABLE	Q _k KN/m ²	4,00	

FORMULA	VALORI	unità di misura
---------	--------	-----------------

CALCOLO REAZIONI		STATO LIMITE	
REAZIONI	Taglio ED Momento ED	V _{ed} M _{ed}	(q _{ed} sl × L)/2 (q _{ed} sl × L ²)/8
		KN KNm	KN/m KN/m
		51,217 70,295	KN KNm

PROFILATO		TIPO DI ACCIAIO SCELTO		SCELTA PROFILATO TRAVE IPE	
SCELTA DIMENSIONE TRAVE	Resistenze delle sezioni di Classe 1-2-3-4	γ _{M₀}	1,05		
	Resistenza all'instabilità delle membrature	γ _{M₁}	1,05		
	Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	γ _{M₂}	1,10		
	Resistenza, nei riguardi delle fratture, delle sezioni tese (indichiate dai fogli)	γ _{M₃}	1,25		

VERIFICA DI RESISTENZA SLE		VERIFICA AL TAGLIO	
VERIFICA DIMENSIONAMENTO TRAVE	Modulo elastico minimo	W _{pl}	cm ³
	Area scelta trave IPE	A	cm ²
	M _{Ed} = W _{pl} × γ _{M₀} = M _{Ed}	M _{Ed}	KNm

VERIFICA DI DEFORMAZIONE SLE		VERIFICA AL TAGLIO	
VERIFICA DIMENSIONAMENTO TRAVE	Carico totale con peso proprio della trave	q _{var}	KN/m
	Modulo elastico	E	N/mm ²
	Calcolo dello spostamento massimo	σ _{tot}	mm
	Verifica limite massimo flessione		mm

VERIFICA MOMENTO VAR		VERIFICA AL TAGLIO	
VERIFICA DIMENSIONAMENTO TRAVE	Calcolo sigma variabile	σ _{var}	mm
	verifica sigma variabile	σ _{var}	mm

2b

DATI NOTI	unità di misura	VALORE	SCHEMA GRAFICO
LUCE TRAVE	L	m	6,45
INTERASSE TRAVE	ℓ	m	5,49
PESO PROPRIO	G ₁	KN/m ²	1,68
PESO PERMANENTE	G ₂	KN/m ²	2,27
VARIABLE	Q _k	KN/m ²	4,00

FORMULA	VALORI	unità di misura
---------	--------	-----------------

STATO LIMITE	Stato limite di esercizio (SLE)	q _{d se}	KN/m	(G ₁ +G ₂ +Q _k) × ℓ	43,646	KN/m
	Stato limite ultimo (SLU)	q _{d su}	KN/m	(G ₁ ×1,3+G ₂ ×1,5+Q _k ×1,5) × ℓ	63,624	KN/m
REAZIONI	Taglio ED _s	V _{ed,s}	KN	(V _{ed,cr} × 3)/2 × 2	153,651	KN
	Momento ED _s	M _{ed}	KNm	(V _{ed,s} × L/2) - (V _{ed,cr} × 2) ^{1/4}	330,350	KNm

PROFILATO	TIPO DI ACCIAIO SCELTO	275,00	SCelta PROFILATO TRAVE IPE	500,00	
SCELTA DIMENSIONE TRAVE	Tensione limite da non superare	f _{yk}	N/mm ²	275,00	N/mm ²
		f _{td}	N/mm ²	261,90	N/mm ²
			f _{yk} /γ _{wo}	16,00	mm
			t=spessore ala	10,20	mm
			t _w =spessore anima	200,00	mm
			b=altezza ala	21,00	mm
			r=raggio curvatura	115,50	cm ²
			W _{pl,y} SUPERFI.CIE	1928,00	cm ³
			W _{pl,z}	90,70	Kg/m
				48200,00	cm ⁴
				peso proprio della trave	
				momento di inerzia I _x	

VERIFICA DI RESISTENZA SLU	VERIFICA DIMENSIONAMENTO TRAVE	W _{pl}	cm ³	(M _{ed} /f _{yd})	1261,335	cm ³	STA SU
	Area scelta trave IPE	A	cm ²		1155,50	mm ²	STA SU
	M _{RD} = W _{pl} × f _{yd} = M _{ed}	M _{RD}	KNm	(W _{pl} × f _{yd}) = M _{ed}	504,95	KNm	STA SU
	Calcolo Area resistente al taglio	AV	mm ²	A - (2b × t _f) + ((t _w + 2 × r) × t _f)	5985,20	mm ²	STA SU
	Verifica al taglio	V _{CRd}	KN	(AV × f _{vd}) / (√3 × γ _{M0})	1728,23	KN	STA SU

VERIFICA DI DEFORMAZIONE SLE	VERIFICA DEFORMAZIONE	q _{var}	KN/m	q _{d se} + P _{po}	44552,50	N/m	STA SU
	Modulo elastico	E	N/mm ²	2,1 × 10 ¹¹	2,100	N/mm ²	STA SU
	Calcolo dello spostamento massimo	σ _{tot}	mm	(S/384) × ((q _{var} × L ⁴) / (EI))	9,919	mm	STA SU
	Verifica limite massimo flessione		mm	L/250 > σ _{tot}	25,800	mm	STA SU
	q _{var} SLE		KN/m	Q _k × ℓ	21,960	N/m	STA SU
	Calcolo sigma variabile	σ _{var}	mm	(S/384) × ((q _{var} × L ⁴) / (EI))	4,889	mm	STA SU
	Verifica sigma variabile	σ _{var}		L/300 > σ _{var}	21,500	mm	STA SU

DIMENSIONAMENTO TRAVE RETICOLARE GALLERIA

DATI NOTI

CARICHI NOTI	AREA DI INTERESSE	UNITA DI MISURA	
F1 soletta superiore di copertura	1	KN	117,8534732
F2 soletta inferiore	1	KN	153,6510182
Vvva		KN	3637,568574
interasse	a	KN	b
	5,46	10,92	16,38
		21,84	
Altezza reticolare		m	11
CALCOLO CORRENTI			$V_a = V_b = \frac{1}{2} \times F_1 / 2$
			7977,027568 KN
			$M_k = (F_1 \times (a+b \times c) + (F_1 \cdot 1/2 \times d) - (V_{Ag} \times d) + (F_2 \times c) + (V_{vva} \times (a+b))) = (N_8 \times h)$
			-9495,769252 kNm CORRENTI
CALCOLO ASTE			$2F_y = 0 = -N_3y - F_1 \cdot 1/2 + V_A = 0$
			7918,100831 KN
			$N_3y = V_A - F_1 \cdot 1/2$
			$Tang \alpha = H/a$
			28,43954147 °
			$\alpha = Tang^{-1} (H/a)$
			$N_3 = (N_3y / Sin \alpha)$
			16626,59101 KN ASTE
CALCOLO PUNTONI			$N = V_A + V_A2$
			7977,027568 KN PUNTONI

DIMENSIONAMENTO ASTE

TIPO PROFILO selezionare un solo tipo	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA
IPE UPN HD 400 X 990 HL HP IPN HE L UGUALI L INEGUALI	STA SU HD 400 X 990	NED 16626,6 γ_{M1} 1,05 TK 275 E 210000 L 11 λ (Snellezza) 100 $l_{min} = l_0/\lambda$ 11,00	PZ cm N/mm ² N/mm ² m ipotizzata max 200 calcolato
Dimensionamento Asta (SLU)	STA SU	NUMERO ELEMENTI 1 AREA 1262,0 $l_{min\ eff}$ 11,72 λ (Snellezza) 93,86 I (mom di inerzia) 173400 $Pcr = \pi^2 \cdot E \cdot I / l_0^2$ 29671,7 λ (Snellezza adim) 108 Curva di instabilita B coefficiente Φ 1,234670963 χ 0,54635724 Nib,Rd = Aeff $\cdot \chi \cdot f_{yk} / \gamma_{M1} >= N_e$ 18058,4	PZ cm il minore <= 200 il minore KN ipotizzato ipotizzata max 200 calcolato

DIMENSIONAMENTO MONTANTI (slu)

TIPO PROFILO selezionare un solo tipo	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA
IPE UPN HD 400 X 509 HL HP IPN HE L UGUALI L INEGUALI	STA SU HD 400 X 509	NED 7977,0 γ_{M1} 1,05 TK 275 E 210000 L 11 λ (Snellezza) 100 $l_{min} = l_0/\lambda$ 11,00	PZ cm KN ipotizzato ipotizzata max 200 calcolato
Dimensionamento Puntoni (SLU)	STA SU	NUMERO ELEMENTI 1 AREA 649,0 $l_{min\ eff}$ 10,78 λ (Snellezza) 102,04 I (mom di inerzia) 75400 $Pcr = \pi^2 \cdot E \cdot I / l_0^2$ 12907,2 λ (Snellezza adim) 1,18 Curva di instabilita B coefficiente Φ 1,357586941 χ 0,491246411 Nib,Rd = Aeff $\cdot \chi \cdot f_{yk} / \gamma_{M1} >= N_e$ 8350,0	PZ cm il minore <= 200 il minore KN ipotizzato ipotizzata max 200 calcolato

DIMENSIONAMENTO TRAVE RETICOLARE GALLERIA

DATI NOTI

CARGHI NOTI	AREA DI INTERESSE	UNITA DI MISURA
F1 soletta superiore di copertura	1	KN
F2 soletta inferiore	1	KN
V _{wa}	3637,568574	KN
Interasse	a b c d	KN
Altezza reticolare	5,46 10,92 16,38 21,84	m
	11	m
CALCOLO CORRENTI		$V_a = V_b = (L \times F_1) / 2$
Nodo N4	$M_k = (F_1 \times (a+b+d) + F_1 \cdot 1/2 \times c) - (VAG \times d) - (F_2 \times (a+b+d)) + (VMA \times (b-b)) = (N8 \times h)$	-9495,769252 KNm CORRENTI
Nodo N3	$M_k = (F_1 \times (a+b) + F_1 \cdot 1/2 \times c) - (VAG \times c) + (F_2 \times (a+b)) + (VMA \times a) = (N8 \times h)$	-9580,92033 KNm CORRENTI
Nodo N2	$M_k = (F_1 \times a) + (F_1 \cdot 1/2 \times b) - (VAG \times b) + (F_2 \times a) = (N8 \times h)$	-7725,749687 KNm CORRENTI
Nodo N1	$M_k = (F_1 \cdot 1/2 \times a) - (VAG \times a) = (N8 \times h)$	-3930,257322 KNm CORRENTI

DIMENSIONAMENTO CORRENTI (slu)

TIPO PROFILO	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA
selezionare un solo tipo	HE 600 x 337	9495,8	KNm
IPE		1,05	
UPN		275	N/mm
HD			
HL			
HP			
IPN			
HE 600 x 337	STA SU	362,57	cm ²
L UGUALI		429,2	cm ²
L INEGUALI			
NODO 4			

TIPO PROFILO	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA
selezionare un solo tipo	HE 600 x 337	9580,9	KNm
IPE		1,05	
UPN		275	N/mm
HD			
HL			
HP			
IPN			
HE 600 x 337	STA SU	365,82	cm ²
L UGUALI		429,2	cm ²
L INEGUALI			
NODO 3			

TIPO PROFILO	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA
selezionare un solo tipo	HE 600 x 337	7725,7	KNm
IPE		1,05	
UPN		275	N/mm
HD			
HL			
HP			
IPN			
HE 600 x 337	STA SU	294,98	cm ²
L UGUALI		429,2	cm ²
L INEGUALI			
NODO 2			

TIPO PROFILO	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA
selezionare un solo tipo	HE 600 x 337	3930,3	KNm
IPE		1,05	
UPN		275	N/mm
HD			
HL			
HP			
IPN			
HE 600 x 337	STA SU	150,06	cm ²
L UGUALI		429,2	cm ²
L INEGUALI			
NODO 1			

DIMENSIONAMENTO TRAVE RETICOLARE GALLERIA

DATI NOTI

CARCHI NOTI	AREA DI INTERESSE	UNITA DI MISURA	
F1 soletta superiore di copertura	2	KN	
F2 soletta inferiore	2	KN	
F3 modulo appeso soletta superiore	307,3020363	KN	
F4 modulo appeso soletta inferiore	350,884386	KN	
F4 modulo appeso soletta inferiore	457,464186	KN	
interasse	a	b	c
	5,46	10,92	16,38
			d
			21,84
Altezza reticolare			m
			11
			m
CALCOLO CORRENTI	$Va1+Va2=Vb1+Vb2= (L \times F1) / 2$	3327,78002	KN
Nodo N4	$Mk = (F1 \times (a+b+d)) + (F1 \cdot 1/2 \times d) - (Va1 \times b + Va2 \times c) - (F2 \times x(a+b)) + (F3 \times x(a+b)) + (F4 \times x(a+b)) = (0,8 \times 11)$	3183,985437	KNm
Nodo N3	$= (F1 \times (a+b)) + (F1 \cdot 1/2 \times c) - (Va1 \times b + Va2 \times c) - (F2 \times a) + (F3 \times a) + (F4 \times a) = (N)$	3049,22048	KNm
Nodo N2	$Mka = (F1 \times (a)) + (F1 \cdot 1/2 \times b) - (Va1 \times a + Va2 \times b) = (N12 \times 5)$	2243,690774	KNm
Nodo N1	$Mkb = (F1 \cdot 1/2 \times a) - (Va \times a) = (N4 \times 5)$	767,3963174	KNm
			CORRENTI

DIMENSIONAMENTO CORRENTI (slu)

TIPO PROFILO selezionare un solo tipo	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA
IPE	HE 600 x 337	3184,0	KN
UPN		1,05	N/mm ²
HD		275	N/mm ²
HL			
HP			
IPN			
HE 600 x 337	STA SU	121,57	cm ²
L UGUALI		429,2	cm ²
L INEGUALI			
NODO 4			

TIPO PROFILO selezionare un solo tipo	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA
IPE	HE 600 x 337	3049,2	KN
UPN		1,05	N/mm ²
HD		275	N/mm ²
HL			
HP			
IPN			
HE 600 x 337	STA SU	116,42	cm ²
L UGUALI		429,2	cm ²
L INEGUALI			
NODO 3			

TIPO PROFILO selezionare un solo tipo	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA
IPE	HE 600 x 337	2243,7	KN
UPN		1,05	N/mm ²
HD		275	N/mm ²
HL			
HP			
IPN			
HE 600 x 337	STA SU	85,67	cm ²
L UGUALI		429,2	cm ²
L INEGUALI			
NODO 2			

TIPO PROFILO selezionare un solo tipo	SCELTA PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA
IPE	HE 600 x 337	767,4	KN
UPN		1,05	N/mm ²
HD		275	N/mm ²
HL			
HP			
IPN			
HE 600 x 337	STA SU	29,30	cm ²
L UGUALI		429,2	cm ²
L INEGUALI			
NODO 1			

1a

DATI NOTI	unità di misura	VALORE	SCHEMA GRAFICO
LUCE TRAVE	L m	1,62	
INTERASSE TRAVE	ℓ m	0,58	
PESO PROPRIO	G ₁ KN/m ²	1,68	
PESO PERMANENTE	G ₂ KN/m ²	2,27	
VARIABLE	Q _k KN/m ²	4,00	

FORMULA	VALORI	unità di misura
---------	--------	-----------------

STATO LIMITE	Stato limite di esercizio (SLE)	q _{d se} KN/m	(G ₁ +G ₂ +Q _k) × ℓ	4,611 KN/m
	Stato limite ultimo (SLU) <th>q_{d slu} KN/m</th> <th>(G₁×1,3+G₂×1,5+Q_k×1,5) × ℓ</th> <th>6,722 KN/m</th>	q _{d slu} KN/m	(G ₁ ×1,3+G ₂ ×1,5+Q _k ×1,5) × ℓ	6,722 KN/m
REAZIONI	Taglio ED	V _{ed} KN	(q _{d slu} × L)/2	5,445 KN
	Momento ED	M _{ed} KNm	(q _{d slu} × L ²)/8	2,205 KNm

PROFILATO	TIPO DI ACCIAIO SCELTO	275,00	SCELTA PROFILATO TRAVE IPE	80,00
SCELTA DIMENSIONE TRAVE	Tensione limite da non superare	f _{yk} N/mm ²		275,00 N/mm ²
		f _{td} N/mm ²	f _{yk} /γ _{wo}	261,90 N/mm ²
		γ _{wk}		5,20
	Resistenza delle sezioni di Classe 2,3,4	γ _{wk}	1,05	3,80
	Resistenza all'irrobustimento delle membrature	γ _{wk}	1,10	46,00
	Resistenza all'irrobustimento dei punti stralzi e incroci	γ _{wk}	1,25	5,00
	Resistenza, nei riguardi delle parti tra, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	γ _{wk}		7,64
				20,03
				6,00
				80,14

VERIFICA DI RESISTENZA SLU	VERIFICA DIMENSIONAMENTO TRAVE	W _{pl} cm ³	(M _{ed} /f _{yd})	8 419 cm ³
	Area scelta trave IPE	A cm ²		764,00 mm ²
	M _{Rd} = W _{pl} × f _{yd} = M _{ed}	M _{Rd} KNm	(W _{pl} × f _{yd}) = M _{ed}	5,25
	Calcolo Area resistente al taglio	AV mm ²	A - (2b × tf) + (tw + 2 × r) × tf	357,36 mm ²
	Verifica al taglio	V _{GRD} KN	(AV × f _{vd})/(√3 × γ _{M0})	103,19 KN

VERIFICA DI DEFORMAZIONE SLE	VERIFICA DIMENSIONAMENTO TRAVE	Modulo elastico	E N/mm ²	2,1 × 10 ⁵
	Calcolo dello spostamento massimo	σ _{tot} mm	(S/384) × ((q × L ⁴)/(EI))	0,002489087
	Verifica limite massimo flessione	ℓ mm	ℓ/(250 × σ _{tot})	6,480 mm

VERIFICA MOVIMENTO VAR	q var SLE	KN/m	Q _k × ℓ	22,320
	Calcolo sigma variabile	σ _{var} mm	(S/384) × ((q _{var} × L ⁴)/(EI))	0,001236284
	Verifica sigma variabile	σ _{var}	ℓ/(300 × σ _{var})	5,400 mm

STA SU

STA SU

STA SU

DATI NOTI		unità di misura	VALORE	SCHEMA GRAFICO	
LUCE TRAVE	L	m	2,84		
INTERASSE TRAVE	ℓ	m	1,62		
PESO PROPRIO	G ₁	KN/m ²	1,68		
PESO PERMANENTE	G ₂	KN/m ²	2,27		
VARIABLE	OK	KN/m ²	4,00		

FORMULA	VALORI	unità di misura
---------	--------	-----------------

STATO LIMITE	STATO LIMITE ultimo (SUI)	REAZIONI
Stato limite di esercizio (SLE)	gd _{sls}	V _{ED1S}
Stato limite ultimo (SUI)	gd _{slu}	M _{ED1S}

PROFILATO	TIPO DI ACCIAIO SCELTO		SCELTA PROFILATO TRAVE IPE	
SCELTA DIMENSIONE TRAVE	275,00	140,00		
Tensione limite da non superare	f _{yk}	f _{td}	f _{yk}	f _{td}
Resistenza delle sezioni di Classe 1-3-4	γ _{Mk}	γ _{Mk}	γ _{Mk}	γ _{Mk}
Resistenza all'infiacitura delle membrature	γ _{Mk}	γ _{Mk}	γ _{Mk}	γ _{Mk}
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni laceri (fidevolezze dai laceri)	γ _{Mk}	γ _{Mk}	γ _{Mk}	γ _{Mk}

VERIFICA DI RESISTENZA SLU	VERIFICA AL TAGLIO	VERIFICA DIMENSIONAMENTO TRAVE	VERIFICA MOMENTO TRAVE
Calcolo Area resistente al taglio	AV	M _{Ed}	M _{Ed}
Verifica al taglio	V _{CRd}	W _{pl} × f _{yd}	M _{Ed}

VERIFICA DEFORMAZIONE	VERIFICA DEFORMAZIONE TRAVE
Carico totale con peso proprio della trave	q _{var,SLE}
Modulo elastico	E
Calcolo dello spostamento massimo	σ _{var}
verifica limite massimo flessione	q _{var,SLE}

VERIFICA MOMENTO VAR	VERIFICA MOMENTO VAR
Calcolo sigma variabile	σ _{var}
verifica sigma variabile	σ _{var}

12.879	KN/m	13008,00	KN/m
18.774	KN/m	2.100	N/m ²
16.334	KN	9.695	mm
15.462	KN/m	11.360	mm
6.90	mm	6480,000	N/m
4.70	mm	4.830	mm
7.00	mm	9.467	mm
16.43	mm ²		
20.25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		
59.038	cm ³		
1643,00	mm ²		
20,25	mm ²		
764,63	mm ²		
220,79	KN		

TORRE SOLOIO TIPO			CALCOLI TRAVI PRINCIPALI		B_D-4X		
3C	DATI NOTI	unità di misura	VALORE	SCHEMA GRAFICO			
	LUCE TRAVE	L	m	6,46			
	INTERASSE TRAVE	ℓ	m	2,84			
	PESO PROPRIO	G ₁	KN/m ²	1,68			
	PESO PERMANENTE	G ₂	KN/m ²	2,27			
	VARIABLE	OK	KN/m ²	4,00			

FORMULA		VALORI	
		unità di misura	

CALCOLO REAZIONI		VALORI				
STATO LIMITE	Stato limite di esercizio (SLE)	qd _{se}	KN/m	$(G_1+G_2+Q_k) \times \ell$	22.578	KN/m
	Stato limite ultimo (SLU)	qd _{slu}	KN/m	$(G_1 \times 1,3 + G_2 \times 1,5 + Q_k \times 1,5) \times \ell$	32.913	KN/m
REAZIONI	Taglio ED _{tr}	V _{ed,ts}	KN	$(V_{ed,ts} \times 3) / 2 \times 2$	49.001	KN
	Momento ED _{tr}	M _{ed}	KNm	$(V_{ed,ts} \times L / 2) - (V_{ed,ts} \times 2) \times L / 4$	105.515	KNm

PROFILATO		VALORI		
SCELTA DIMENSIONE TRAVE	TIPO DI ACCIAIO SCELTO	275,00		
	SCELTA PROFILATO TRAVE IPE	330,00		
	Tensione limite da non superare	f _{yk}	N/mm ²	275,00
		f _{td}	N/mm ²	261,90
		f _{yk} /γ _{M0}	N/mm ²	11,50
		f _{td} /γ _{M0}	N/mm ²	7,50
		Resistenza delle sezioni di Classe 2,3,4	γ _{M0}	1,05
		Resistenza all'irrobustibilità delle menbrature	γ _{M1}	1,10
		Resistenza all'irrobustibilità dei punti stralzi e incroci	γ _{M2}	1,25
		Resistenza, nei riguardi delle travi, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	γ _{M3}	1,25
				Modulo di resistenza W _x
				peso proprio della trave
			momento di inerzia I _x	

VERIFICA DI RESISTENZA SLU		VALORI				
VERIFICA DIMENSIONAMENTO TRAVE	Modulo elastico minimo	W _{pl}	cm ³	(M _{ed} /f _{yd})	402.874	cm ³
	Area scelta trave IPE	A	cm ²		6261,00	mm ²
VERIFICA AL TAGLIO	M _{Rd} = W _{pl} × f _{yd} = M _{ed}	M _{Rd}	KNm	W _{pl} × f _{yd} = M _{ed}	186,76	KNm
	Calcolo Area resistente al taglio	AV	mm ²	A × (2b × tf) + (tw × 2 × r) × tf	3081,25	mm ²
	Verifica al taglio	V _{GRD}	KN	(AV × f _{vd}) / (√3 × γ _{M0})	889,71	KN

VERIFICA DI DEFORMAZIONE SLE		VALORI				
VERIFICA DEFORMAZIONE	Carico totale con peso proprio della trave	q _{tot}	KN/m	qd _{se} + P ₀	23069,00	N/m
	Modulo elastico	E	N/mm ²	2,1 × 10 ¹¹	2.100	N/mm ²
	Calcolo dello spostamento massimo	σ _{tot}	mm	$(5/384) \times (q \times L^4) / (EI)$	0,021642	mm
	Verifica limite massimo flessione		mm	L/250 × σ _{tot}	25,840	mm
VERIFICA MOVIMENTO VAR	q var SLE	KN/m	OK × ℓ	11360	11360,000	N/m
	Calcolo sigma variabile	σ _{var}	mm	$(5/384) \times ((q_{var} \times L^4) / (EI))$	0,010422009	mm
	Verifica sigma variabile	σ _{var}		L/300 × σ _{var}	21,533	mm

STA SU

STA SU

STA SU

STA SU

STA SU

DIMENSIONAMENTO PILASTRI TORRE

DATI NOTI

CARICHI NOTI	AREA DI INTERESSE	UNITA DI MISURA	
F1 soletta superiore di copertura	2	235,7069463	KN
F2 soletta inferiore	2	307,3020363	KN
F3 modulo appeso soletta superiore		350,884386	KN
F4 modulo appeso soletta inferiore		457,464186	KN
Interasse	a	b	c
	d		
Altezza reticolare			m
REAZIONI VINCOLARI SU APPOGGIO GALLERIA		$Va1+Va2=Vb1+Vb2=(L \times F1)/2$	3327,78002 KN
CARICO SU PILASTRO TORRE		$N=(Va1+Va2)/2$	1663,89001 KN
CARICO SOLETTE	N:sdai 6	carico	49,0006098
			294,0036588 KN
			1957,893669 KN
			TOTALE

DIMENSIONAMENTO PILASTRI (slu)

TIPO PROFILO	SCelta PROFILO	VALORI	UNITA DI MISURA	
selezionare un solo tipo	HD 320 X 300	1957,9	KN	
IPE		1,05		
UPN		275	N/mm ²	
HD 320 X 300		210000	N/mm ²	
HL		4,5	m	
HP		100		ipottizzata max 200
IPN		4,50	cm	calcolato
HE				
L UGUALI				
L INEGUALI				

MONTANTE	Dimensionamento Puntoni (SLU)
STA SU	
NUMERO ELEMENTI	1
AREA	382,1 cm ²
$\lambda_{lim,eff}$	8,02
λ (Snellezza)	56,11
I (mom di inerzia)	24600 cm ⁴
$Pcr=\pi^2 E I / L_0^2$	25152,9 KN
λ (Snellezza adm)	0,65
Curva di instabilita	A0
coefficiente ϕ	0,737889265
χ	0,914180888
$Nb,Rd = Aeff \times fyk / \gamma_{M1} >= Ne$	9148,6 KN