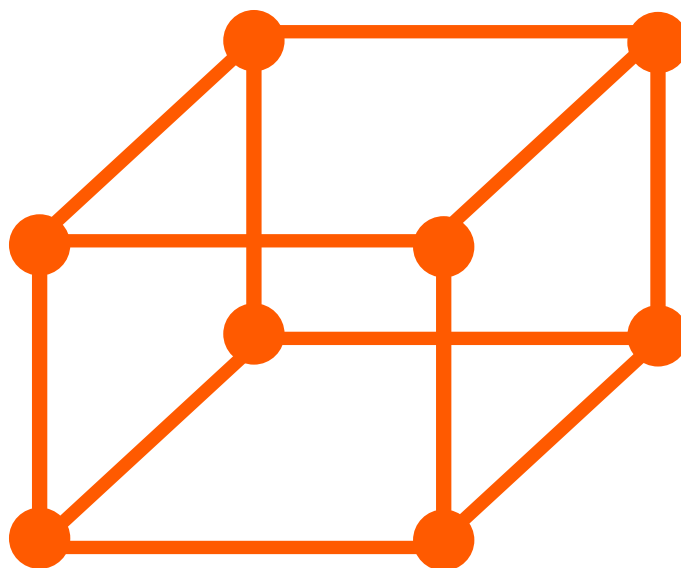


BOOK TECNOLOGICO

INDICE PARZIALE

Progetto strutturale	3	Indice delle tavole	155
01 Premesse: L'edificio galleggiante.....	4	Indice delle immagini	157
A. Stato dell'arte dell'architettura marina.....	5		
B. Il galleggiamento.....	10		
C. L'ormeggio.....	16		
02 Studio del galleggiamento.....	19		
A. Teoria dell'idrostatica.....	19		
B. Metodologia eseguita.....	20		
C. Messa in opera.....	25		
D. Studio dell'effetto dinamico.....	26		
03 La struttura interna.....	37		
A. Scelta della tipologia strutturale.....	37		
B. Valutazione dei carichi.....	37		
C. Dimensionamento dei pilastri.....	38		
D. Dimensionamento dei solai.....	63		
E. Metodo tiranti e puntoni: dimensionamento delle armature attorno ai pilastri.....	66		
F. Pressione dell'acqua sulle parete.....	67		
Progetto Costruttivo	71		
01 Stratigrafie attuate.....	72		
A. Introduzione.....	73		
B. Localizzazione delle stratigrafie.....	73		
02 Blow Up.....	90		
03 Fattibilità della passerella.....	112		
Progetto Tecnico	121		
01 Gestione della luce.....	122		
A. Introduzione.....	123		
B. Prestazione visiva per destinazione d'uso.....	123		
C. Studio dell'illuminazione degli spazi emersi.....	124		
D. Studio dell'illuminazione dei spazi sommersi.....	133		
02 Aria & ambiti interni.....	134		
A. Strategia di gestione energetica.....	135		
B. Condizioni igrotermiche obiettivo.....	136		
C. Ipotesi di modellazione.....	138		
D. Strategia impiantistica.....	143		
03 Collegamento alla rete idrica.....	146		
A. Quadro normativo.....	146		
B. Attuazione.....	146		
A. Verifiche antincendio.....	147		
04 Verifiche.....	147		
B. Verifiche d'accessibilità.....	148		

PROGETTO STRUTTURALE



Valutando come di maggior importanza il possibile uso del bar durante l'intero arco dell'anno, e avendo presente le variazioni notevoli e ricorrenti del livello dell'acqua della Senna (vedi XXX), è stato naturalmente preso come pregiudizio il galleggiamento dell'edificio. In effetti, una struttura d'altezza fissata, ad esempio su palafitte, non permetterebbe all'edificio:

- ne di mantenere il suo aspetto architettonico: l'edificio dovrebbe essere eretto al livello più alto raggiunto dall'acqua, cioè a più di 1 metro sopra il livello calpestabile basso, nascondendo pertanto la vista verso il fiume e perdendo anche il sentimento ricercato di levitazione sopra l'acqua durante la maggior parte del tempo;
- ne di essere in grado di affrontare una salita eccezionale del livello dell'acqua in caso di piena estrema.

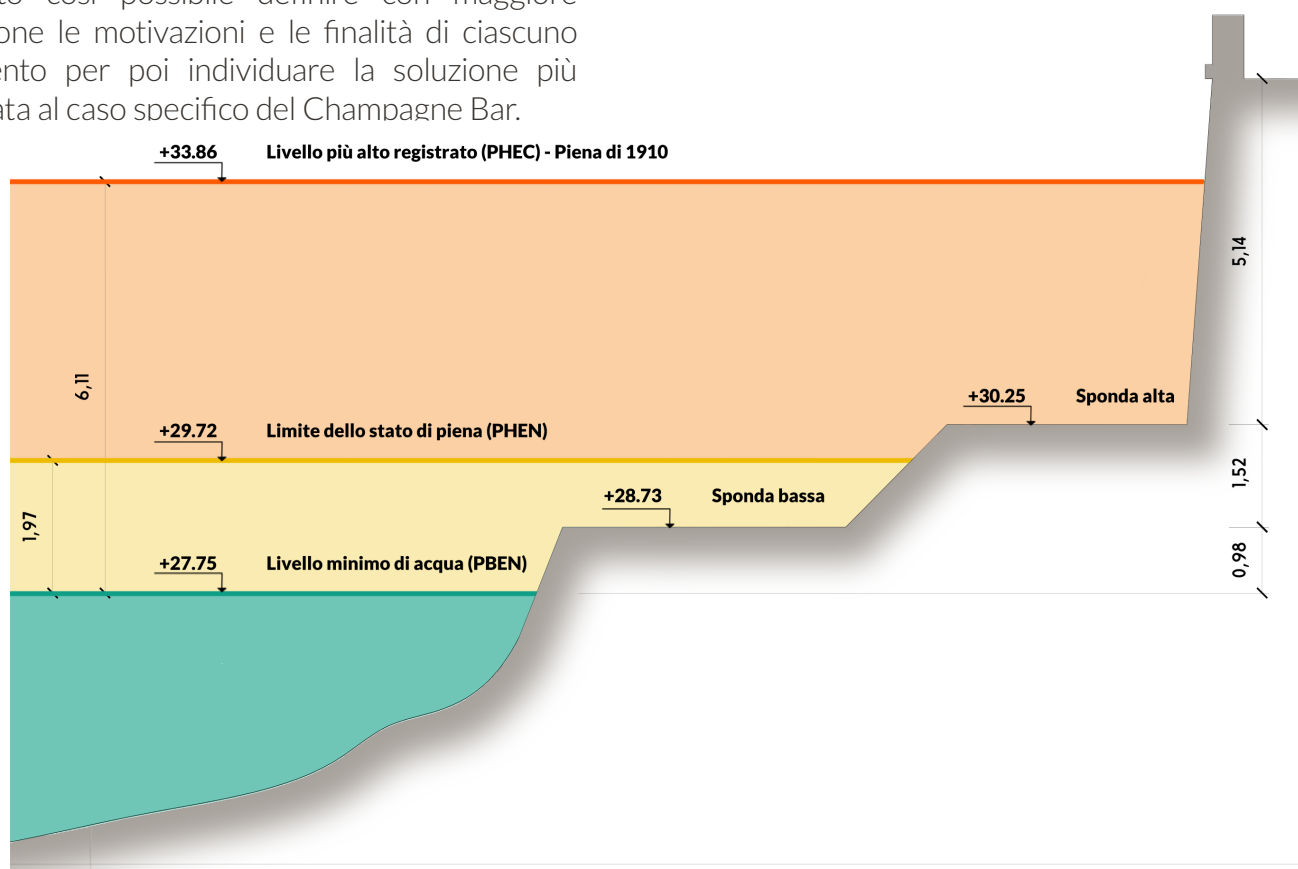
Si è perciò orientato verso una struttura galleggiante. Al fine di capire le diverse soluzioni costruttive, si è proceduto all'analisi di alcuni progetti - giudicati rilevanti - di edifici galleggianti. E' stato così possibile definire con maggiore precisione le motivazioni e le finalità di ciascuno intervento per poi individuare la soluzione più adeguata al caso specifico del Champagne Bar.

A. Stato dell'arte dell'architettura marina

► Le opere sottomarine di Jacques Rougerie

Jacques Rougerie, architetto contemporaneo considerato come visionario, ha due passioni: l'architettura e il mare. Ha progettato dei spazi abitativi, laboratori sommersi, centri oceanografici nel mare, musei acquatici e ha addirittura immaginato città e spazi di vita sommersi.

La sua opera risulta da 30 anni di ricerche innovative nell'architettura sommersa e marina. La sua opera più famosa è *SeaOrbiter*, una casa marina che può accogliere circa 20 persone per osservare, ascoltare e studiare la vita sottomarina. E' un progetto molto sostenibile in quanto può rimanere sull'acqua durante grandi periodi senza disturbare la vita sottomarina.



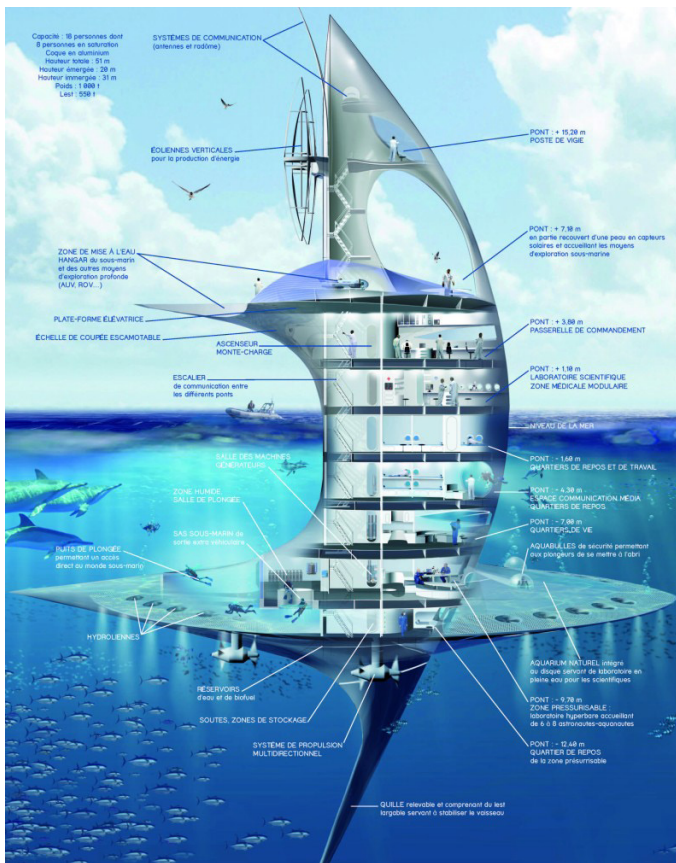
FONTE: elaborato personale (2014)

Fig. 1 Richiamo dei diversi livelli da considerare nel progetto - Sezione trasversale del lotto di progetto



FONTE: Fondation Jacques Rougerie

Fig. 2 Immagine d'una base sottomarina



FONTE: Fondation Jacques Rougerie

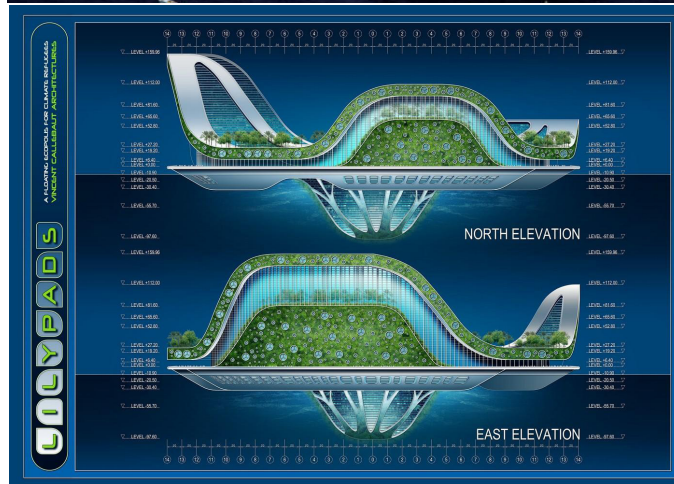
Fig. 3 Sezione funzionale del SeaOrbiter

Lilypad

Architetto: Vincent Callebaut, 2008

Lilypad è un'isola anfibia che può accogliere più di 50 000 abitanti al suo interno, permettendo anche lo sviluppo della biodiversità sulle sue pareti esterne. La struttura galleggiante riveste la forma di rami, ispirati del foglio bordato della ninfea gigante d'Amazzonia. Il doppio scafo è costituito di fibre di poliestere ricoperte di una lastra di anatasio (una delle tre forme minerali del biossido di titanio) che le protegge dai raggi ultravioletti. La parte sommersa è adibita ad un centro di recupero e di trattamento delle acque.

Si è cercato di dare all'edificio una forma organica, fluida e movimentata: all'interno, ad esempio, ogni cosa nasce dal pavimento o dalle



FONTE: vincent.callebaut.org

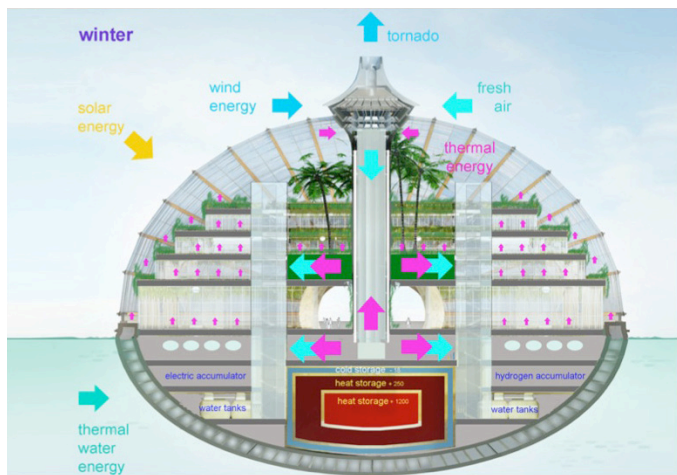
Fig. 4 Sezioni Nord ed Est del progetto Lilypad

pareti, come se questi fossero in grado di plasmarsi a seconda della necessità.

Ark project

Architetto: Alexander Remizov, Remistudio

Il progetto si basa sul concetto delle case bioclimatiche che permettono un funzionamento autonomo dell'edificio al livello energetico. La forma di anello permette ai battenti di attraversare



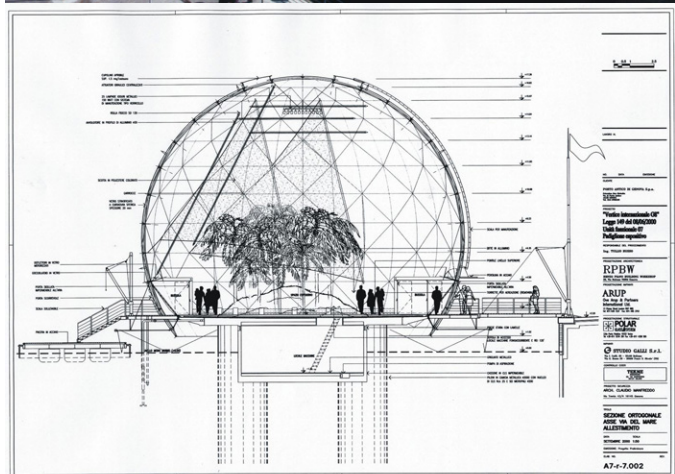
FONTE: remistudio.ru

Fig. 5 Scheme design del Ark Project



Fig. 6 Viste del Ark Project

il volume e quindi di collegare la superficie piana dell'acqua con il volume dell'edificio. La sua struttura è realizzata in acciaio e coperta da ETFE.



FONTE: fondazionezenopiano.org

Fig. 7 Viste e sezione tecnologica della Sfera

▷ La Sfera, "La Bolla"

Architetto: Renzo Piano Building Workshop, 2001, Genova

La "Bolla", padiglione espositivo per la scoperta dell'ambito tropicale, è costituito di una struttura mista di acciaio e vetro, appoggiata sul mare nel porto vecchio di Genova. Al contrario del *Champagne Bar*, non galleggia ma è appoggiato su dei pali. Comprende però un livello sommerso che presenta le stesse caratteristiche che nel caso del *Champagne Bar*: no avendo finestre, occorre un sistema efficiente di ricambio d'aria e di illuminazione.

▷ Il Trilobis

Architetto: Giancarlo Zema Design Group, Vancouver (Canada) 2001.

Con i suoi 4 livelli (concluso un livello interamente sommerso) che si estendono su una lunghezza di 20 m, Il Trilobis può accogliere 4 persone. Alla differenza del progetto studiato, il Trilobis è stato disegnato come un battello che può quindi muoversi sull'acqua con una facilità rilevante (possibili rotazioni a 360°).



Fig. 8 Viste del Trilobis 65

FONTE: giancarlozema.com

La struttura dell'edificio è riciclabile all'80% (lo scafo è fatto di acciaio, mentre la struttura esterna è realizzata in alluminio).

▷ Le case galleggianti olandesi

A Amsterdam esiste una tradizione dell'abitazione galleggiante, i cosiddetti "Woonboot". Oggi sono registrate più di 2500 abitazioni galleggianti solo in Amsterdam. Queste case sono ormai soggette solo alla vendita e non all'affitto, e sono quindi considerate come abitazioni di lusso.

Esistono tre tipi di "Woonbooten":

- **La casa nave (Ship House):** è fabbricata a partire di un vecchio cargo dismesso, molto spaziosi, fatti di acciaio o ferro.



FONTE: bootblog.nl

Fig. 9 Fotografia di una casa nave

- **La casa vascello (Vessel House):** lo spazio abitativo viene inserito nello scafo d'un vascello da cui tutto il resto è stato rimosso. La struttura originaria è quindi mantenuta mentre l'aspetto esterno è totalmente modificato in modo da ospitare tutti gli spazi necessari per l'abitazione.



FONTE: holland.com

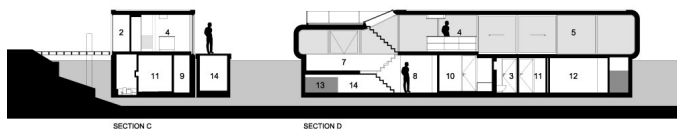
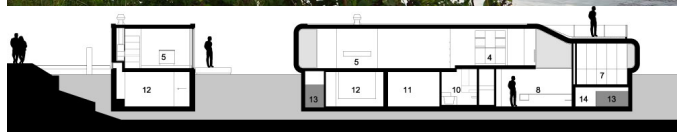
Fig. 10 Vista d'una casa vascello a Amsterdam

- **La casa arca (Ark House):** al contrario delle altre abitazioni galleggianti finora presentate, è una costruzione *ex novo*. La parte portante dell'abitazione è uno scafo quadrato, fatto di metallo o anzi - più recentemente - di calcestruzzo. Il resto dell'edificato è costituito di materiali più leggeri come il legno.

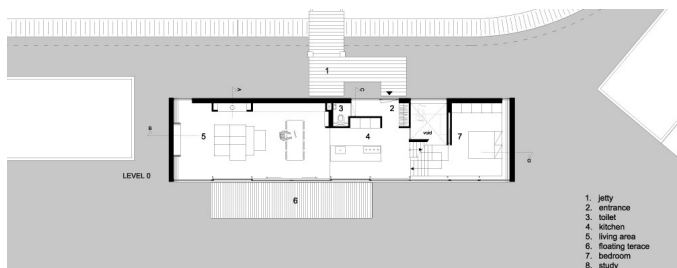
Esempio: la Watervilla de Omval,

Architetti: +31 Architects, Amsterdam, Paesi Bassi, (2010)

La particolarità di questa villa galleggiante è la sua organizzazione delle funzioni e degli spazi su più livelli. La forma curva accentua la percezione di questi diversi livelli, anche in facciata. La parte esterna è rivestita di alluminio, mentre le curve interne presentano un rivestimento di plastica.



0 5 m



FONTE: plus31architects.com

Fig. 11 Vista e sezione architettoniche della Watervilla di Omval

Lo svantaggio principale dei due primi tipi di abitazioni è l'ispezione governativa obbligatoria, e il trattamento antiruggine impostato ogni 4 anni: l'abitazione deve in questo caso essere estratta dall'acqua e ispezionata per alcuni giorni.

▷ Progetto Canabae, Tectus

Architetto: Tectus Architectes, Lyon 2009

Concepito come un edificio "appoggiato" sull'acqua e collegato alla darsena con 2 passerelle, questo progetto di hotel-ristorante (916 mq) risulta essere molto simile all'idea sviluppata nel *Champagne Bar*. Gli architetti dello studio Tectus hanno disegnato un edificio in legno e acciaio appoggiato su un assemblaggio di cassoni prefabbricati che assicurano il galleggiamento della struttura.

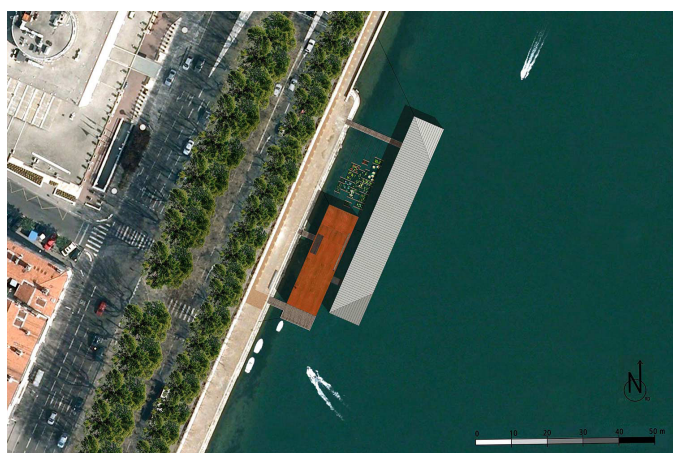
▷ Conclusione

Da progetti ambiziosissimi volti ad antropizzare a grande scala gli oceani, a tecnologie di salvaguardia delle singole case su terraferma in ambiti soggetti a uragani o alluvioni ricorrenti, si trovano nella letteratura numerosi esempi di edificio con proprietà galleggiante.

Per quanto riguarda il progetto qua sviluppato, i design più ispiranti sono gli ultimi due. In effetti, la sfida del *Champagne Bar* è quella di distinguersi dalle chiatte già presente lungosenna e il suo design deve dunque rompere con l'idea dei traghetti. Il bar non è volto a muoversi - tranne per rimosso definitivo o per manutenzione eccezionale - e dovrà quindi comunicare quell'idea, essendo ben integrato nel suo unico posto. Il galleggiamento della struttura permetterà soltanto di non danneggiare il lotto di progetto, di conservarne i flussi esistenti e di costruire un edificio che si adatta a secondo del livello dell'acqua.

Si orienterà quindi piuttosto verso tecnologie più recenti di solaio galleggiante piano, piuttosto che verso una soluzione di tipo "scafo", giudicata troppo caratteristica dell'architettura navale.

Tuttavia, benché gli altri progetti siano meno simili dell'idea ricercata per il *Champagne Bar*, sviluppano delle problematiche di organizzazione degli spazi, di flussi di persone e di impostazione impiantistica completamente pertinenti per l'argomento considerato.



FONTE: tectus.fr

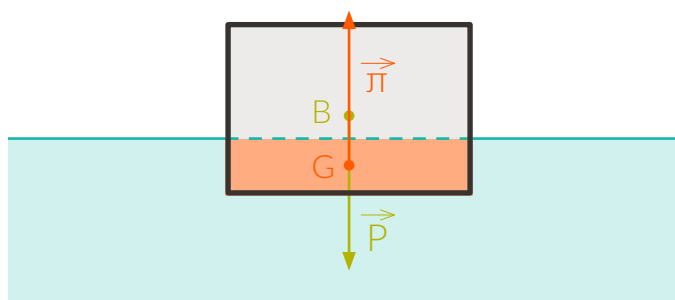
Fig. 12 Viste e masterplan del progetto Canabae

B. Il galleggiamento

▷ I principi fisici

Il galleggiamento è un fenomeno semplicissimo che si osserva e si capisce nella vita quotidiana. Perché un oggetto galleggia, deve raggiungere uno stato di equilibrio meccanico. Due forze entrano in gioco:

- il **peso proprio dell'oggetto (P)**, forza verticale discendente applicata al baricentro del corpo considerato, che risponde alla formula $P=m \cdot g$;
- la **cosiddetta spinta di Archimede (π)**, anche chiamata "spinta idrostatica", forza globalmente applicata al centro di galleggiamento (baricentro dell'ipotetico volume d'acqua dislocato). La sua formula è la seguente: $\pi = \mu \cdot V$ (dove μ è la massa volumica del fluido in cui si trova l'oggetto e V il volume "di carena" ovvero il volume dislocato di quel fluido, qua in arancione).

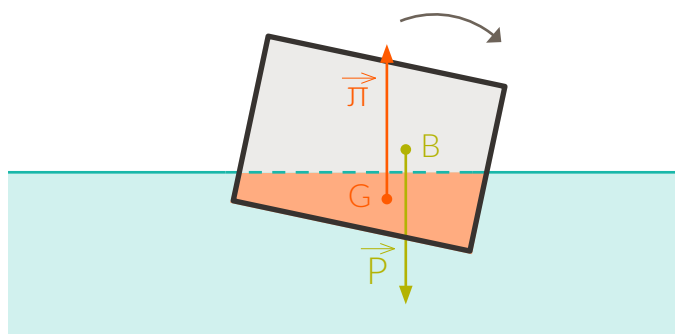


FONTE: Elaborato personale (2014)

Fig. 13 Forze in gioco nel galleggiamento di un oggetto.

Per fare in modo che un edificio galleggi, e raggiunga uno stato di equilibrio stabile, due condizioni devono essere verificate:

- Le due forze precitate si devono compensare esattamente;
- I loro punti di applicazione devono essere sulla stessa verticale, al fine di evitare la creazione di un momento di beccheggio.



FONTE: Elaborato personale (2014)

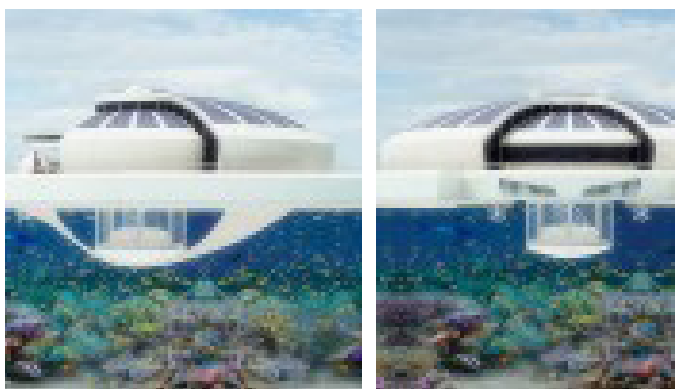
Fig. 14 Conseguenze del non allineamento del centro di galleggiamento e del baricentro.

La difficoltà di questa seconda condizione nel caso di un edificio risiede nel fatto che il baricentro dipende della distribuzione della massa (e dunque dei carichi), mentre il centro di galleggiamento è fisso. Si dovrà quindi prestare particolare attenzione alla ripartizione dei carichi permanenti all'interno dell'edificio, e soprattutto all'impatto dello spostamento dei carichi d'uso (persone, impianti, arredi, ...) sull'equilibrio complessivo della struttura.

La struttura deve inoltre resistere agli sforzi trasmessi dagli ancoraggi (vedi parte seguente), sforzi che variano al variare delle condizioni climatiche (onde, venti, correnti). Benché questi fenomeni non siano così importanti a Parigi come sul mare aperto, saranno tuttavia presi in considerazione a titolo di precauzione. Al fine di garantire all'edificio una stabilità sufficiente, se ne deve assicurare una riserva galleggiante tale che un incremento dei carichi non provochi uno spropositato affondamento.

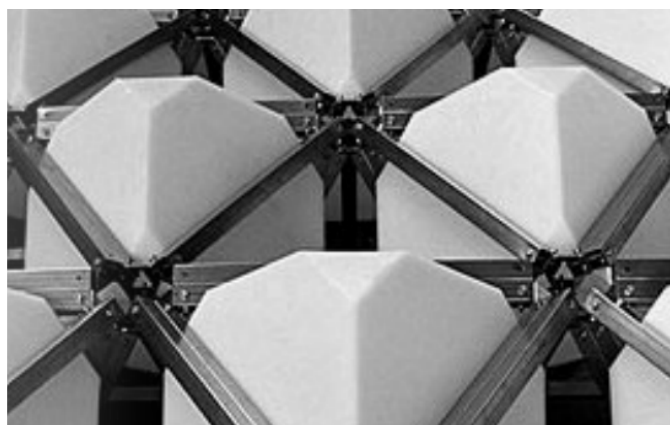
▷ Le tecnologie esistenti

Nei progetti prima presentati come in altri progetti studiati, si è potuto individuare diverse soluzioni tecnologiche per portare a compiutezza la capacità di galleggiamento. Queste soluzioni sono state raggruppate in 5 famiglie (da A a E) descritte nella tabella seguente, e illustrate attraverso diversi esempi di seguito.



FONTE: inhabitat.com (2013)

Fig. 18 Principio di galleggiamento A - Solar Floating Resort, Michele Pozzolante



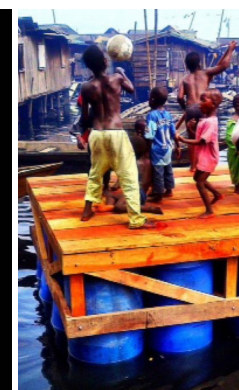
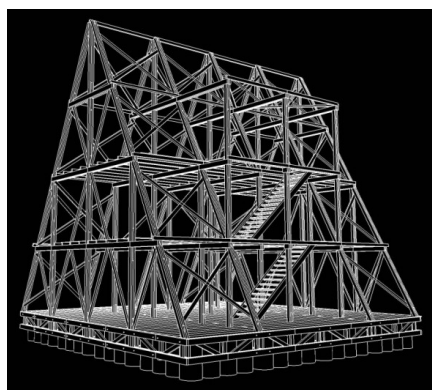
FONTE: N55 studio, Danemark (2003)

Fig. 19 Principio di galleggiamento D - Sistema N55: la struttura reticolare è basata su moduli triangolari che creano spazi in cui sono inseriti blocchi ottaedrici di polietilene a bassa densità. La concentrazione di elementi galleggianti è rinforzata agli angoli della piattaforma.



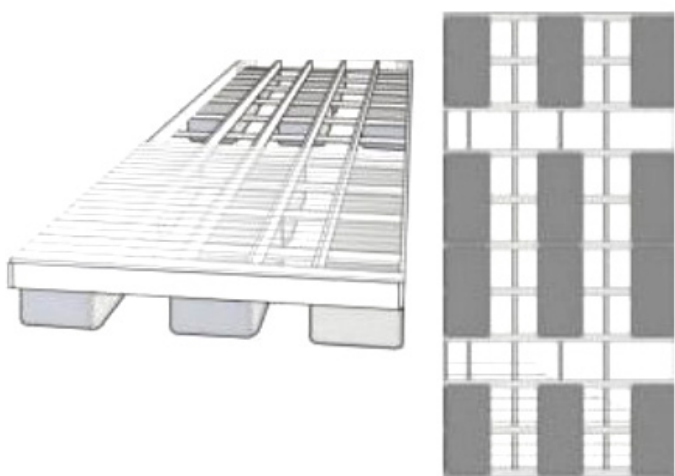
FONTE: waterstudio.com

Fig. 15 Principio di galleggiamento B - Canal-Houses (Amsterdam), Waterstudio



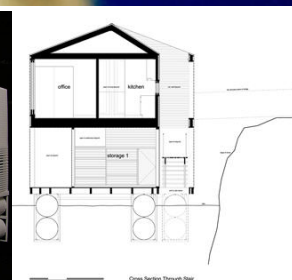
FONTE: www.nleworks.com (2012)

Fig. 16 Principio di galleggiamento E - Makoko Floating School (Nigeria)



FONTE: "Amphibious Architectures: The Buoyant Foundation Project", Elizabeth Fenuta (2010)

Fig. 20 Principio di galleggiamento C - The Buoyant Foundation Project (New Orleans)



FONTE: www.cotemaison.fr (2013)

Fig. 17 Principio di galleggiamento E - Maison Flottante (Canada) - MOS Arch.

	Tipo di galleggiamento	Progetto	Struttura	Tecnologia di ormeggio	Ampiezza di movimento verticale	Fotografie
A		Jelly-fish 45, Canada	Calotta sottomarina in acrilico con alta resistenza in compressione + Struttura portante in plastica rinforzata incorporata a fibre di vetro	Non previsto	NA	
B	 Lastra di calcestruzzo vuotato	Maasbommel Floating Houses, Olanda	Solaio di calcestruzzo incavato sotto la struttura principale + Struttura in legno alleggerito	Palafitte per lo sostegno della struttura (livello basso dell'acqua) + 2 pilastri di 5m con attacco scorrevole (livello alto dell'acqua)	5,5 m	
C	 Lastra di calcestruzzo riempita con materiale a bassa densità	Buoyant Foundation Project, Louisiana, USA	Blocchi di schiuma EPS rivestita inseriti in una struttura di calcestruzzo + Struttura in legno	Pilastri di ormeggio telescopici	7,5 m	
D	 Struttura reticolata in acciaio abbinata a materiale a bassa densità	Float House, Louisiana, USA	Blocchi di schiuma EPS rivestita inseriti in una struttura di acciaio ("chassis")	Pilastri scorrevoli in acciaio	3,7 m	
E	 Contentori vuoti inseriti in una struttura portante	Lift House, Bangladesh	Vecchie bottiglie di plastica inserite in un telaio di bambù, l'insieme essendo appoggiato su una base di cls	Pilastri scorrevoli in acciaio	1,5 m	

▷ Analisi comparativa delle soluzioni

Cassoni di calcestruzzo vuoti (dagli anni '40)

- 👍 Grande speranza di vita (fino a 100 anni)
- 👍 Grande stabilità dovuta a un peso importante (la capacità galleggiante risulta della grande volume di acqua spostata)
- 👍 Facilità di inserimento di impianti
- 👍 Possibile sfruttamento dello spazio vuoto come spazio di stoccaggio
- 👍 Manutenzione limitata
- 👎 Prezzo iniziale abbastanza elevato all'inizio, ma che sta diminuendo

👎 Danneggiamento possibile delle armature dalle infiltrazioni d'acqua: dagli anni '90 si procede all'applicazione di un rivestimento protettivo delle armature con resine epossidiche, che permette di allungarne le aspettative di vita. Queste resine sono applicate sotto la forma di polvere, e rese aderenti tramite fusione a circa 200°C. Si nota tuttavia che il rischio di degrado dell'acciaio dall'acqua è aumentato dalla sua salinità. Costruendo sulla Senna, quindi in acqua dolce, questa particolare minaccia è piuttosto limitata.

👎 Danneggiamento possibile del calcestruzzo stesso: per porre rimedio a questa minaccia, la superficie di calcestruzzo viene dipinta di poliuretano epossido. Questa protezione sarà via via attaccata dagli agenti esterni e di seguito deteriorata, esponendo il calcestruzzo, come si vede sulla Fig. 21).

👎 In caso di crepa della struttura e di penetrazione d'acqua all'interno della cavità, l'edificio potrebbe affondare.



FONTE: Sito del NACHI (International Association of Certified Home Inspectors)

Fig. 21 Distacco dello strato di protezione in poliuretano epossido

Blocchi di polistirene EPS in cassoni di calcestruzzo

- 👎 Lo spazio riempito di polistirene non può più essere sfruttato ai fini di eventuale stoccaggio.
- 👍 Al contrario della soluzione precedente, l'uso del polistirene garantisce il galleggiamento dell'edificio in caso di penetrazione importante d'acqua all'interno della cavità: in effetti l'acqua non penetra all'interno dei blocchi di polistirene EPS (costituiti al 98% di camere chiuse d'aria) e il volume aereo e di fatto quasi integralmente conservato (testi hanno mostrato che un blocco di polistirene interamente immerso assorba al massimo il 7% di acqua).

Blocchi di polistirene EPS esposti

- 👍 Messa in opera molto semplice (i singoli blocchi vengono incollati direttamente sull'acqua e poi rivestiti con uno strato protettivo prima di appoggiarvi l'edificio).
- 👍 Dimensioni ridotte rispetto a una scatola vuota di calcestruzzo (meno della metà).
- 👎 Manutenzione importante e costosa
- 👎 Speranza di vita più ridotta (fino a 20 anni, garantito ad esempio dal costruttore STYROFOAM per 10 anni solamente)

Blocchi galleggianti inseriti in traliccio di acciaio

- 👎 Costo importante della soluzione
- 👍 Possibilità di creare forme complesse nello spessore della lastra galleggiante. Sulla XXX, lo spessore minore al centro della struttura crea turbolenze e partecipa quindi alla riduzione degli effetti delle onde.



FONTE: N55 Structure

Fig. 22 I rinforzi agli angoli creano turbolenze nella parte meno spessa, diminuendo l'impatto dell'onda.

Nello stesso modo, se i carichi dell'edificio non sono ben bilanciati sull'intera superficie, l'aggiunto di elementi galleggianti su una parte specifica permette di spostare il punto di applicazione della spinta idrostatica (centro di galleggiamento) e di ristabilire l'equilibrio della struttura.

👉 Eventuale corrosione della struttura di acciaio inossidabile da anticipare. Un rimedio a questo problema può risiedere nell'impostazione di elementi di Zinco (con un intervallo massimo di 1 m) - metallo più reattivo rispetto all'acciaio - che creerà uno strato di ossido protettivo (cosiddetta protezione catodica).

👍 Possibilità di estendere la struttura nel corso della sua vita aggiungendo travi supplementari.

👍 Possibilità di inserire nella struttura, invece di un elemento galleggiante, un serbatoio o altro elemento di stoccaggio impiantistico.

C. L'ormeggio

Si possono individuare 4 strategie per assicurare la posizione di un edificio galleggiante:

▷ Sistema di propulsione

Spesso usato per progetti in mare aperto, dove il fondo marino è molto profondo, non prevede nessun collegamento a un elemento fisso. L'edificio galleggia quindi come se fosse un tappo di sughero, ma gode di un sistema propulsivo che gli permette di muoversi e ristabilire la sua posizione se occorre asportato dal corrente.

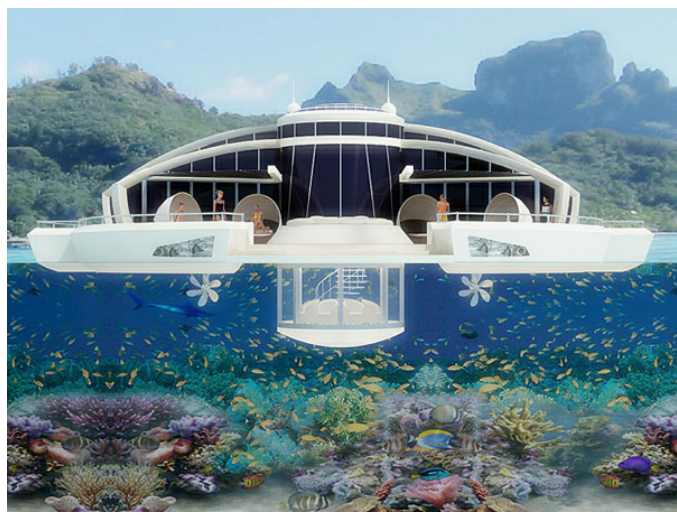


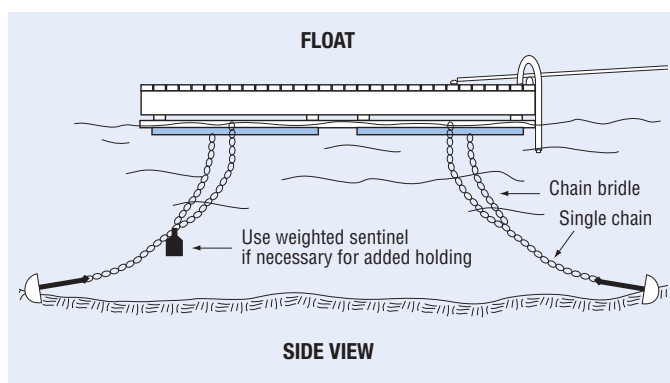
Fig. 23 Vista delle eliche della Solar Floating Resort di Michelle Pozzolanti

FONTE: Inhabitat.com (2011)

▷ Sistema di ormeggio ("mooring")

Prevede un collegamento "morbido" tra l'edificio galleggiante e la terra. Esso può prendere la forma di catene, fissate a elementi costruiti (ad esempio ad un anello esso fissato alla muratura della darsena nel caso presente), oppure ad elementi zavorrati (ruolo di ancora) che giacciono sul fondo del fiume.

Si possono usare catene metalliche, oppure funi in poliammide ad alta tenacità tratti, e corpi morti in calcestruzzo.

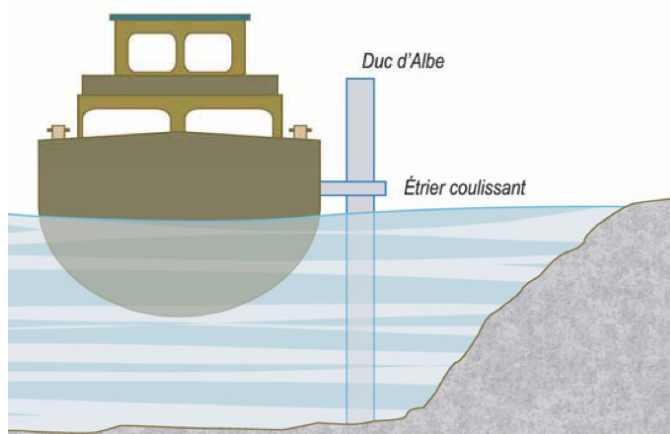


FONTE: "Floating docks, rafts and boat wells" - Styrofoam (2014)

Fig. 24 Sistema di ormeggio tramite l'uso di catene e ancore appoggiate nel letto del fiume. L'uso di masse aggiuntive attaccate lungo le catene può essere necessario allo stabilimento.

▷ Sistema di ancoraggio ("anchoring")

Si intende, da "ancoraggio", un collegamento da un elemento rigido, in opposizione al sistema cosiddetto di ormeggio. Esso è realizzato tradizionalmente dall'uso di pali e cursori.



FONTE: "Guide d'informations et de recommandations en période de crues" (2007)

Fig. 25 Schema di funzionamento del sistema a pali e cursori.

I pali sono spesso realizzati in metallo, e piantati nel letto del fiume, ma esistono anche modelli in legno termoplastico (vedi Fig. 30).

Il cursore è invece sempre in acciaio, e la sua superficie in contatto col palo è rivestita di respingenti in teflon. Dovrà essere fissato per il più

possibile in basso della struttura per una stabilità migliore.



FONTE: "Amphibious Architectures: The Buoyant Foundation Project", Elizabeth Fenuta (2010)

Fig. 28 Pali in legno termoplastico: presentano lo vantaggio di essere meno costosi e più leggeri, a resistenza uguale, dei pali in acciaio. Sono inoltre più adatti ad un ambito acqueo dato che non subiscono corrosione.

E' importante precisare che questo tipo di sistema ha un impatto visivo notevole, come si può vedere nel caso dei giardini galleggianti sulla Senna (riportati sulla Fig. 29).

Tuttavia, nel caso di un volume chiuso, i pali si possono nascondere all'interno dell'ambito (vedi dettaglio Fig. 30), come nel caso delle Floating Houses (Fig. 31).



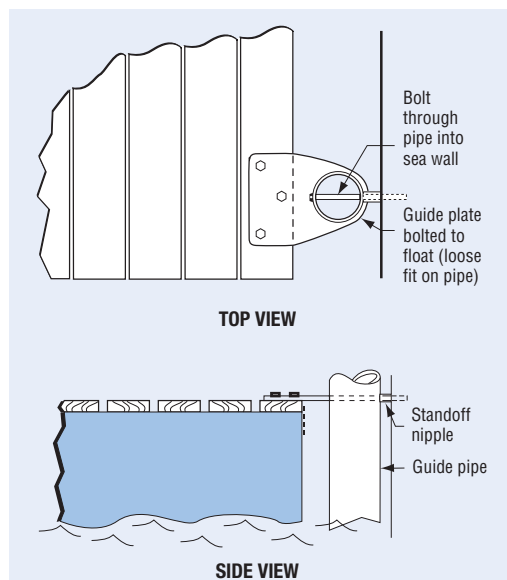
FONTE: sito commerciale "Quais de Seine" (2012)

Fig. 29 Impatto visivo dell'uso di pali, chiamati "Ducs d'Albe" se non integrati all'interno di una struttura.



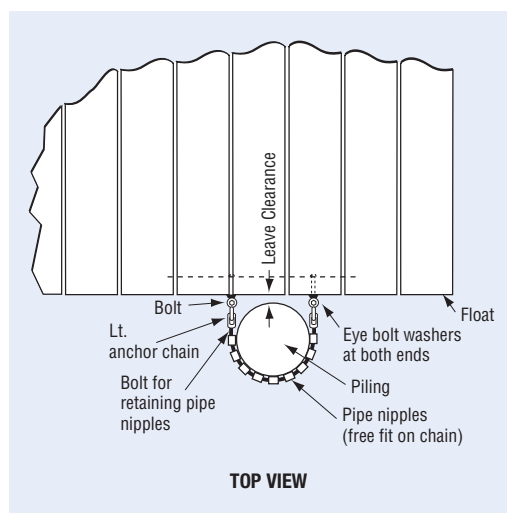
FONTE: "Amphibious Architectures: The Buoyant Foundation Project", E. Fenuta (2010)

Fig. 30 Esempio di integrazione del palo nella struttura



FONTE: "Floating docks, rafts and boat wells" - Styrofoam (2014)

Fig. 26 Dettaglio di ancoraggio all'argine, mediante l'uso di un palo intermedio



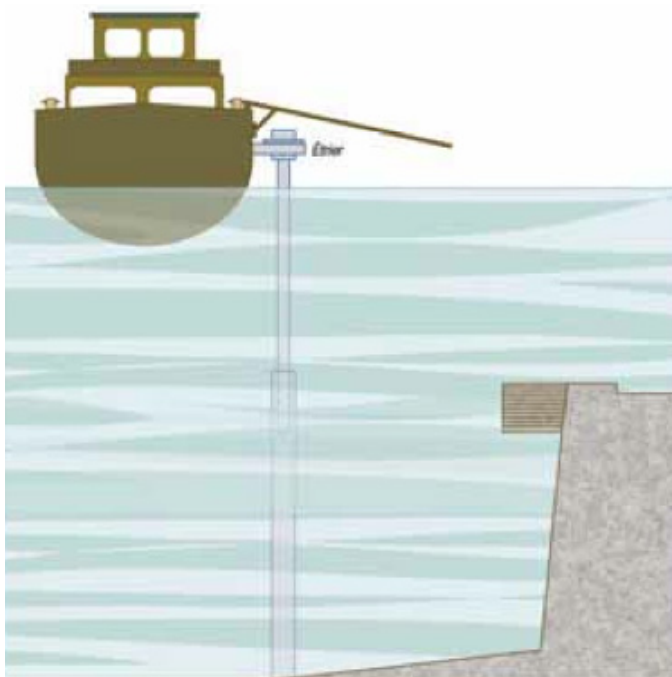
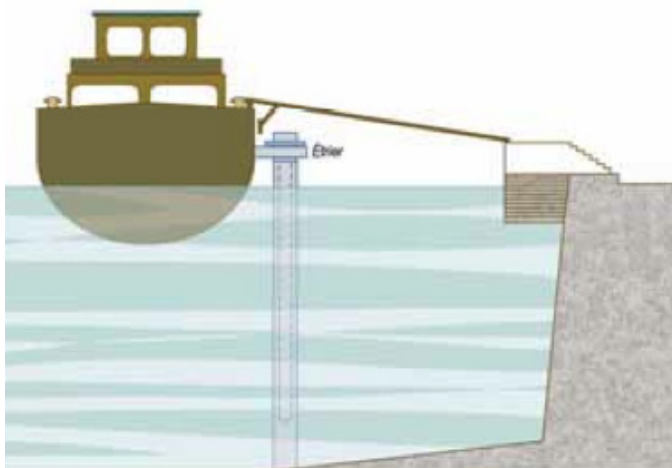
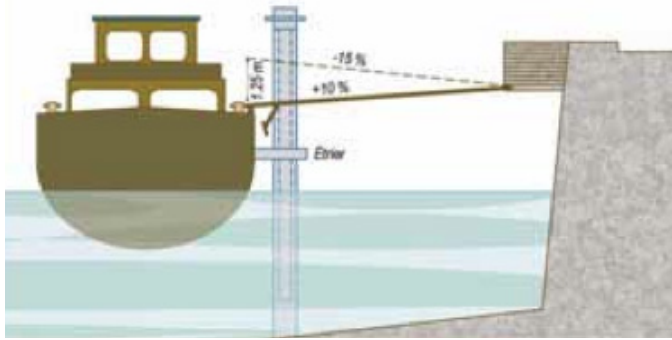
FONTE: "Floating docks, rafts and boat wells" - Styrofoam (2014)

Fig. 27 Dettaglio di ancoraggio a pali e cursori.

▷ Sistema di ancoraggio telescopico

E' un evoluzione dello sistema precedente, nel quale i pali presentano la capacità di allungarsi a secondo dell'altezza raggiunta dall'acqua, mentre nel caso di pali semplici, l'altezza di galleggiamento è maggiorata dall'altezza dei pali (si capisce così l'altezza notevole dei pali Ducs d'Albe progettati nei giardini galleggianti della Senna !).

verticalmente tramite un sistema di ancoraggio scorrevole come visto precedentemente.

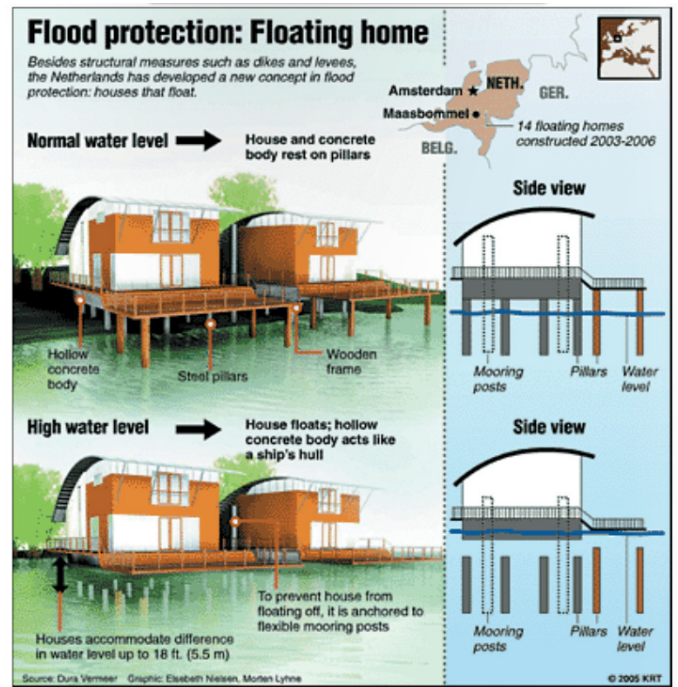


FONTE: "Guide d'informations et de recommandations en période de crues" (2007)

Fig. 33 Schema di funzionamento dei pali telescopici.

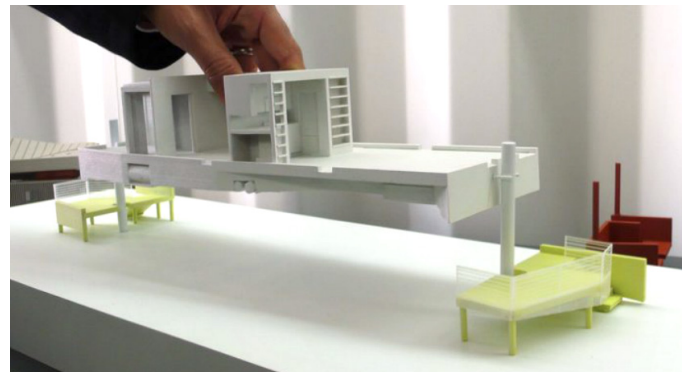
▷ Sistema misto a palafitte

Infine si trovano sistemi misti, come nelle *Floating Homes* di Maasbommel (Fig. 31): il solaio inferiore delle case sono appoggiati su palafitte quando l'acqua è bassa (esiste quindi un livello minimo sotto il quale l'edificio non scenderà, qualunque sia il livello dell'acqua), mentre quando l'acqua sale, il solaio galleggiante si muove con esso, fissato



FONTE: The Floating House, Dodo Chuang - ISSUU (2011)

Fig. 31 Funzionamento semi-galleggiante - Maasbommel Floating Homes



FONTE: "Amphibious Architectures: The Buoyant Foundation Project", Elizabeth Fenuta (2010)

Fig. 32 Modello di funzionamento della Float House, che scorre, in caso di alluvioni, lungo i due alti pali alle sue estremità. Fuori delle periodi di emergenza la casa riposa sul suolo.

A. Teoria dell'idrostatica

Prima di tutto, occorre, nel caso di un edificio galleggiante, assicurarsi della stabilità dell'oggetto nell'ambiente acquatico, a seconda dei principi dell'idrostatica. Perciò, si verifica che una situazione d'equilibrio stabile sia raggiunta dalle forze verticali, cioè la spinta di Archimede e il peso dell'edificio.

► Condizione di equilibrio

L'equilibrio sarà raggiunto se e solo se le due condizioni seguenti sono soddisfatte:

1° Le due forze hanno lo stesso valore, cioè:

$$|P| = |\pi|$$

2° I punti di applicazione delle forze si trovano sulla stessa verticale, ovvero:

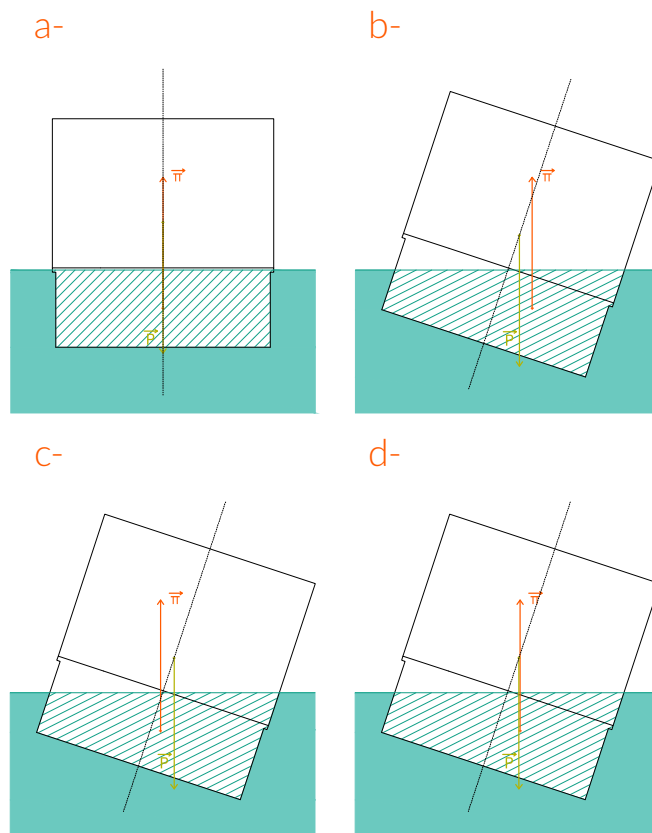
$$X_{\text{baricentro dell'edificio}} = X_{\text{centro di galleggiamento}}$$

Nel caso in cui le due condizioni non sarebbero soddisfatte, si procede all'ottimizzazione della ripartizione dei carichi (adattamento delle stratigrafie, addensando lo strato cementizio) in modo da spostare il baricentro sulla stessa verticale dal centro di galleggiamento.

► Condizione di stabilità

Se, partendo dalla posizione di equilibrio così definita, l'edificio è sottoposto ad una sollecitazione che tende a discostarlo (ad esempio un'onda importante o l'azione del vento), allora esso si inclina, modificando il volume sommerso e quindi la posizione del centro di galleggiamento.

A partire da questa constatazione si possono individuare 3 situazioni di equilibrio: **stabile**, **instabile**, **neutro**. Nel primo caso, il momento creato dalle due forze - non più allineate - tende a raddrizzare l'edificio, mentre nel secondo caso, tende invece ad aumentare l'inclinazione dell'edificio, fino al suo capovolgimento. Nell'ultimo caso, le due forze rimangono sulla stessa verticale e il momento risultante è nullo.



FONTE: elaborato personale (2014)

Fig. 34 Schemi illustrativi delle diverse situazioni di equilibrio. a- situazione base - b- equilibrio stabile - c- equilibrio instabile - d- equilibrio neutro

Nelle figure precedenti, il "braccio di leva" è rappresentato dalla distanza orizzontale che separa il baricentro G e la sua proiezione sulla verticale che passa dal centro di galleggiamento, designato dalla lettera Z. Si chiama quindi spesso nella letteratura "GZ", e viene contato positivamente nel caso b, e positivamente nel caso c.

Il valore del momento creato è:

$$M_t = |P| \cdot GZ = |\pi| \cdot GZ$$

Ai fini di studiare l'equilibrio globale dell'edificio galleggiante, si studia l'andamento del braccio di leva per ogni inclinazione tra 0 e 90°, per un volume di carena costante (situazioni dette "isocarene"). Questi calcoli da un grafico chiamato "curva di stabilità" realizzato nell'architettura navale.

B. Metodologia eseguita

1° Valutazione dei carichi dell'edificio G e Q allo Service Limit State

a- Valutazione dei carichi puntuali (pilastri, vano ascensore, cabina dell'ascensore, pali telescopici) e del loro punto di applicazione.

Le pareti vetrate, assieme alle partizioni interne in calcestruzzo, sono assimilate ad elementi puntuali applicati al loro centro di gravità, per motivi di comodità.

Se ne deduce il centro di gravità G_1 , la sua posizione e la sua ponderazione.

b- Valutazione dei carichi ripartiti dovuti a carichi permanenti (peso dei solai), e a carichi di esercizio (secondo la destinazione d'uso). Calcolo del loro punto di applicazione.

Se ne deduce il centro di gravità G_2 , la sua posizione e la sua ponderazione.

b- Calcolo del peso totale dell'edificio e del centro di gravità risultante G.

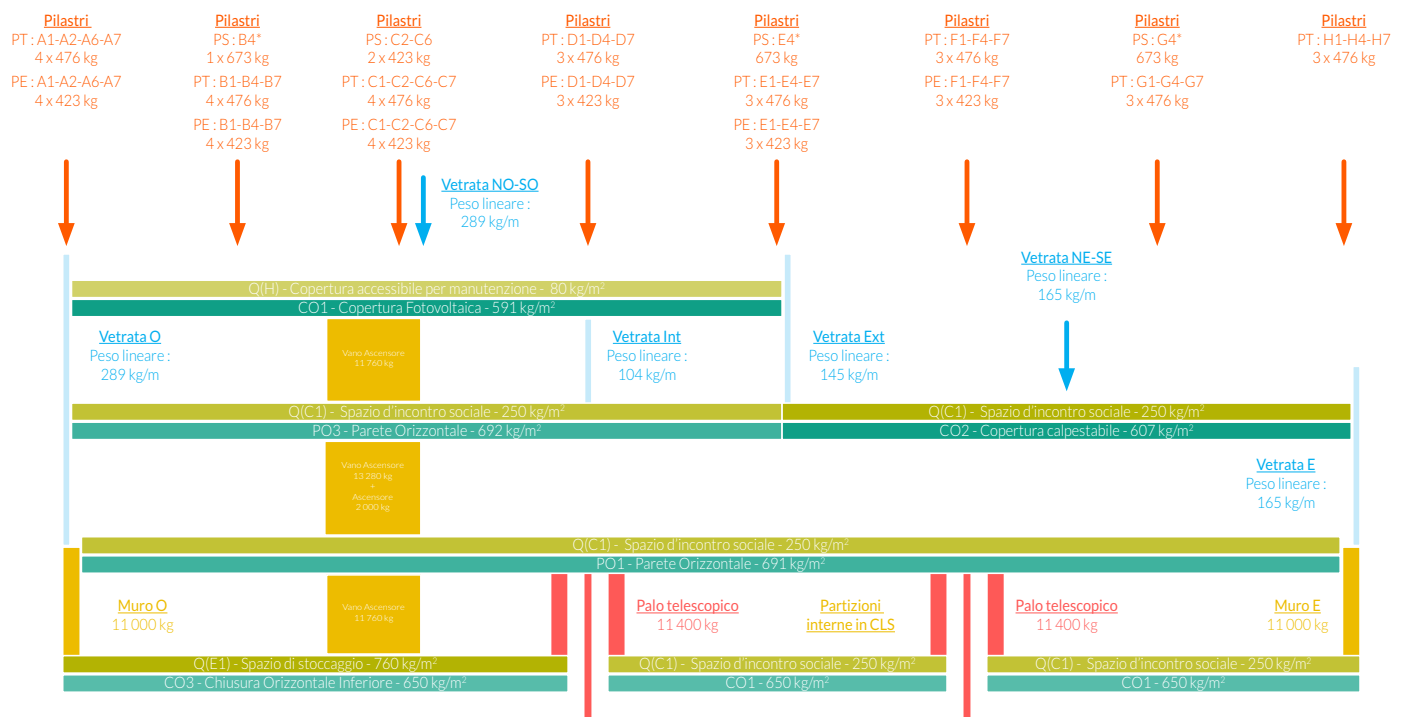
2° Valutazione della spinta di Archimede

a- Valutazione del volume di acqua spostato.

b- Valutazione del centro di galleggiamento.

Ovviamente, nel primo passo si ottiene risultati diversi sia per la posizione del punto di applicazione delle forze, sia per il valore di quelle forze (vedi "caso base" della Fig. 35, pagina 22)

▷ Schema riassuntivo dei carichi applicati



NB: * = pilastro di tipo B, cioè di 29 cm di lato, invece di 23 cm per il tipo A.

Occorre quindi ora sistemare le caratteristiche dell'edificio in modo da fare coincidere le forze.

3° Sistemazione delle posizioni dei punti di applicazione delle forze

a- In un primo tempo, si ottiene la situazione illustrata nel disegno a) della Fig. 35, pagina 22. Come si poteva assumere, a causa del piano in più sulla parte Ovest, il peso non è ugualmente ripartito e il baricentro dell'edificio si trova dunque spostato ad Ovest rispetto al centro di galleggiamento.

Inoltre, il peso dell'edificio è più importante dalla spinta di Archimede (0,91 MN di differenza, ovvero il 7% del valore nominale del peso).

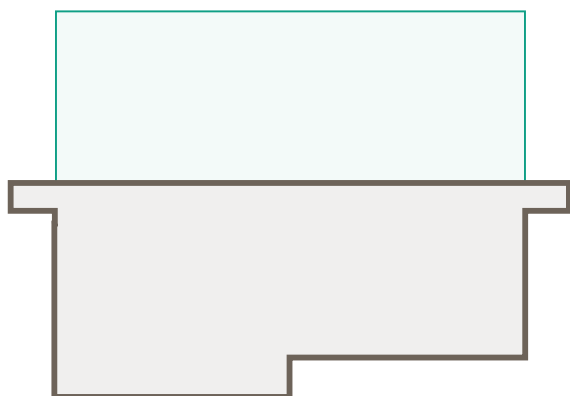
b- In modo da allineare sulla stessa verticale i due punti, due possibilità possono essere considerate: oppure aggiungere un elemento galleggiante solo ad Ovest, in modo da modificare la posizione del centro di galleggiamento senza modificare tanto la posizione del baricentro. Questa soluzione presenta lo svantaggio di creare una geometria scomoda all'edificio:

- oppure viene aggiunto un elemento galleggiante agganciato sul lato Ovest, che, oltre ad essere antiestetico (un pezzo di 70 cm di spessore si vedrebbe dall'esterno...), andrebbe oltre il perimetro fissato in pianta per l'edificio, e quindi ingombrirebbe lo spazio adibito alla passerella, molto vicina dell'edificio stesso ;

- oppure quell'elemento galleggiante, per lo stesso volume calcolato, viene aggiunto **sotto la piastra inferiore, sulla metà Ovest dell'edificio**. In questa situazione, si ottiene una geometria così schematizzata:

Alcuni problemi hanno condotto a rifiutare questa seconda soluzione:

- pensando al fatto che l'edificio sarà prefabbricato in un altro posto prima di



essere messo all'acqua, **una tale geometria complica il suo trasloco** (fragilità del polistirene, problemi di stabilità "su terra")

- una differenza di livelli nel senso del corrente del fiume potrebbe dare luogo ad **un accumulazione di materia** che circola nel fiume e che si dovrebbe evitare.

Per questi motivi, si è finalmente scelto di **aggiungere un volume misto "sotto" l'intera piastra:**

di uno spessore s_1 , questo volume sarà composto di **Polistirene espanso estruso (XPS) sul lato Ovest**, scelto per la sua bassissima densità, mentre **sul lato Est sarà completato da calcestruzzo fibrorinforzato** (gettato assieme al resto della piastra).

Permette di spostare il baricentro e di aumentare nello stesso tempo il volume di carena, quindi il **valore della spinta di Archimede**.

Si ottiene la situazione b della Fig. 35, pagina 22.

1° passo: sistemazione della posizione delle forze	
Volume misto sotto la piastra	$s_1 = 46 \text{ cm}$

4° Sistemazione delle valori delle forze

a- Partendo dalla situazione di base - nella quale le due forze avevano già valori diversi - e prendendo in conto la prima sistemazione che aumenta ancora di più questa differenza, si ottiene la situazione seguente:

Valori delle forze	
Spinta di Archimede	14,30 MN
Peso dell'edificio	15.34 MN

b- In modo da pareggiare questi valori, si cerca di **aumentare la spinta di Archimede**, quindi di aumentare il volume di carena, **mantenendo quasi costante il peso dell'edificio e mantenendo fisse le posizioni dei punti di applicazione** delle forze: esso è possibile **aggiungendo un elemento galleggiante** (cioè sempre una lastra di polistirene XPS) **in maniere geometricamente ripartita**, ovvero aggiungendo uno spessore s_2 di XPS sotto la piastra.

Di nuovo, grazie al foglio di calcolo Excel elaborato, l'uso della funzione "valori bersaglio" permette di conseguire lo scopo finale (vedi situazione c):

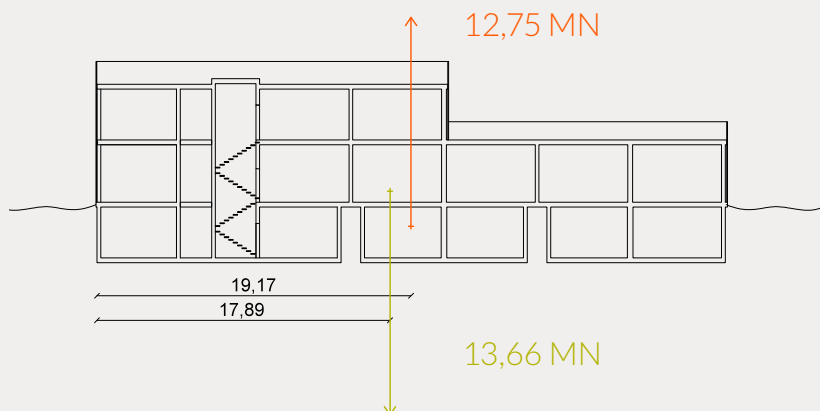
2° passo: sistemazione del valore delle forze	
Volume unico sotto la piastra	$s_2 = 31 \text{ cm}$

In conclusione, si può ottenere l'equilibrio dell'edificio **aggiungendo in totale uno spessore $s = s_1 + s_2 = 77 \text{ cm}$** alla parte immersa.

L'insieme dei calcoli viene riassunto nella TAV. 01 Verifica di stabilità nell'acqua, pagina 27).

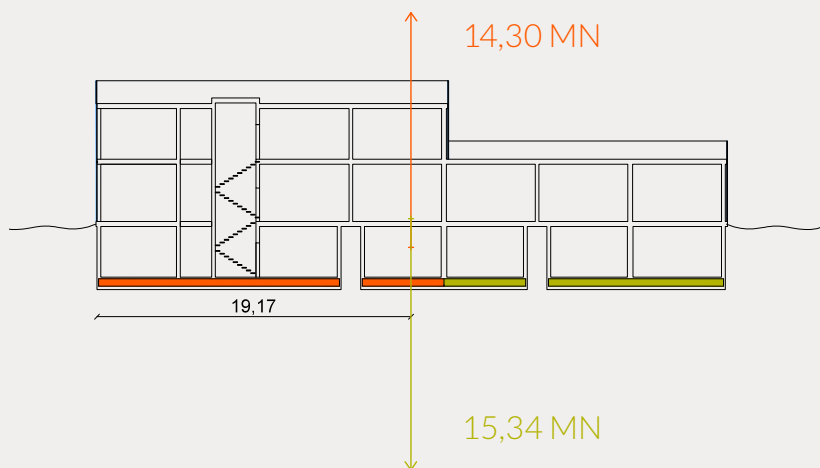
a- Caso base

Le due forze hanno moduli e punti di applicazione diversi



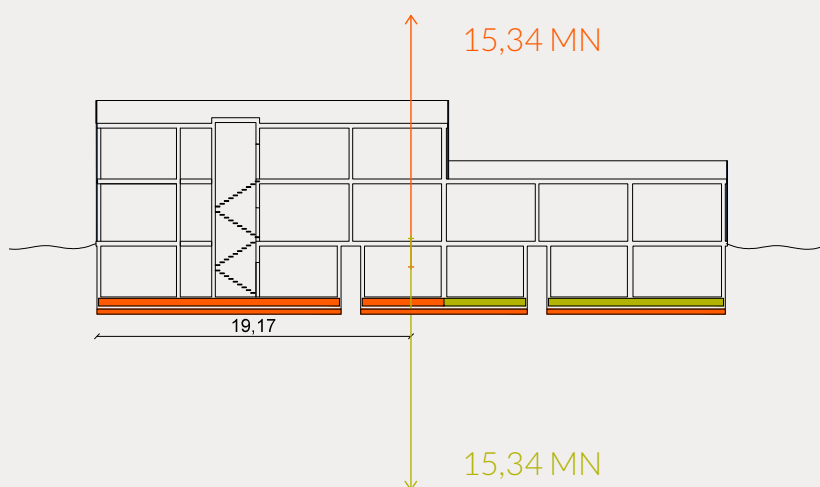
b- Sistemazione 1

L'aggiunta di uno spessore s_1 di calcestruzzo sul muro sommerso Est e l'aggiunta di uno spessore s_2 di EPS/CLS sotto la piastra permettono di allineare le forze.



c- Sistemazione 2

L'aggiunta di uno spessore s_3 di EPS sotto la piastra, e di uno spessore s_4 sui muri perimetrali permettono di pareggiare i moduli delle forze.



Polistirene XPS



Calcestruzzo rinforzato

NB: la lunghezza delle frecce è proporzionale ai moduli delle forze.

FONTE: elaborato personale (2014)

Fig. 35 I tre passi successivi necessari alla stabilizzazione dell'edificio galleggiante.

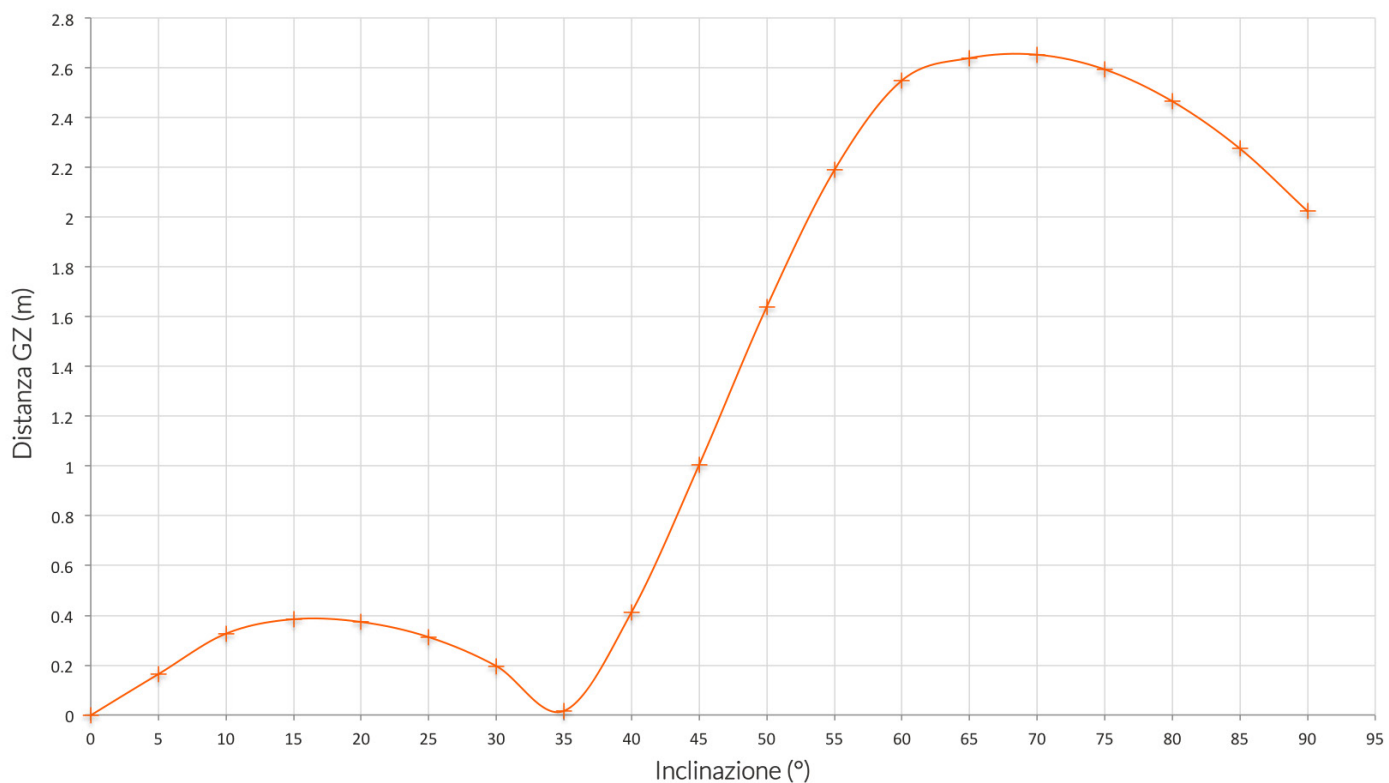
4° Stabilimento della curva di stabilità

Come visto all'inizio di questo capitolo, è importante studiare la risposta in stabilità ad una perturbazione dell'equilibrio di base. Per quello viene calcolata, geometricamente, la distanza GZ per ogni inclinazione (con un passo di 5°) compresa tra 0 e 90°. I valori sono riportati nel grafico seguente (Fig. 36).

Si osserva che il braccio di leva aumenta fino ad un valore θ_0 detto "angolo limite di stabilità statica".

A partire di quel valore, il braccio di leva diminuisce fino a raggiungere di nuovo lo zero, per un angolo θ_s chiamato "angolo di capovolgimento statico".

Si capisce quindi, guardando questo grafico, che se una perturbazione esterna causa un **inclinazione di più di 17°**, allora l'edificio tenderà a raggiungere la situazione di equilibrio statico "più vicina" cioè quella che corrisponde a un inclinazione pari a $\theta_s = 35^\circ$.



FONTE: elaborato personale (2014)

Fig. 36 Curva di stabilità: la distanza GZ viene calcolata per diverse inclinazioni tra 0 e 90°.

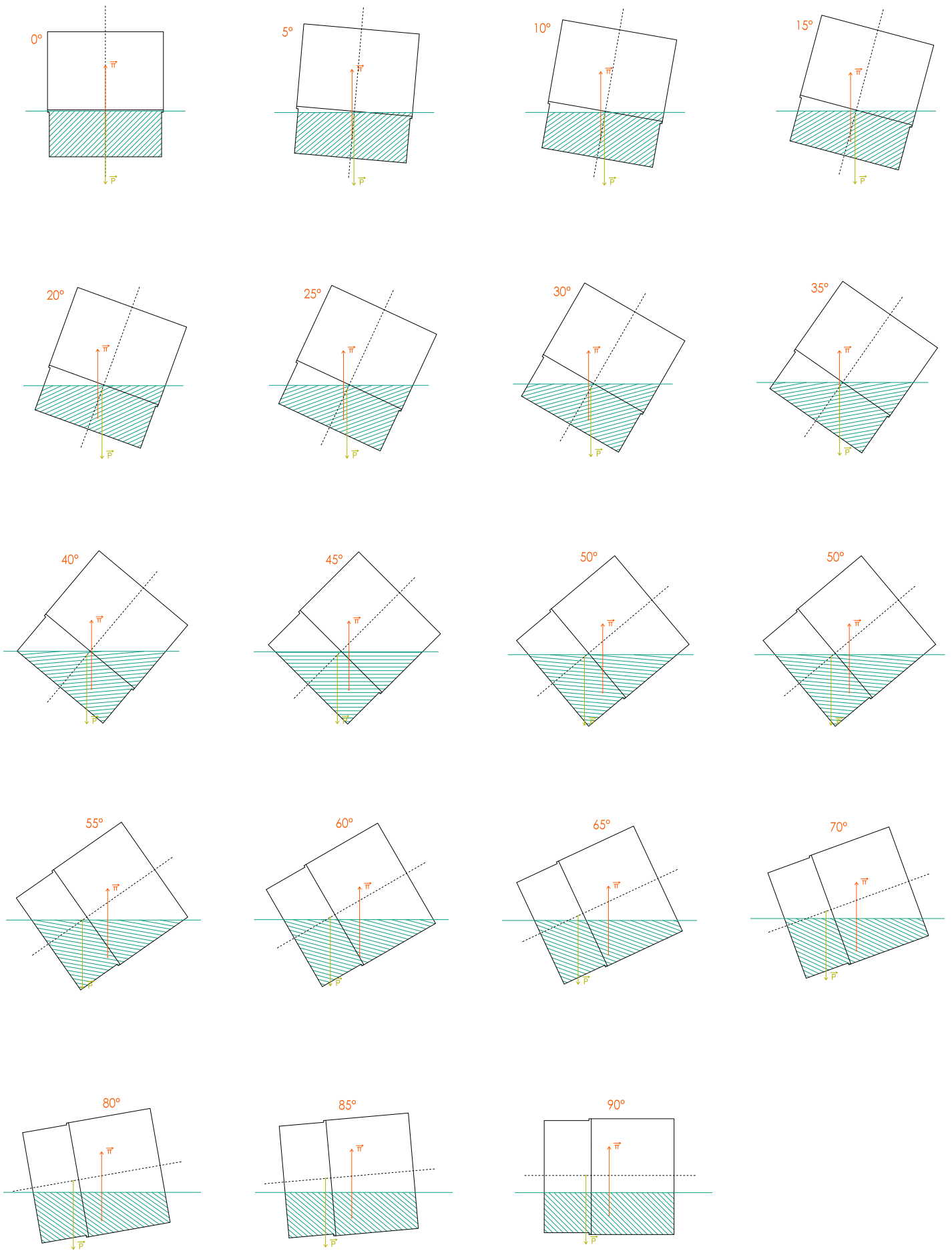


Fig. 37 Disegni necessari al calcolo della curva di stabilità.

FONTE: elaborato personale (2014)

C. Messa in opera

▷ Materiale galleggiante

Il materiale scelto per la realizzazione di elementi galleggianti è il polistirene XPS.

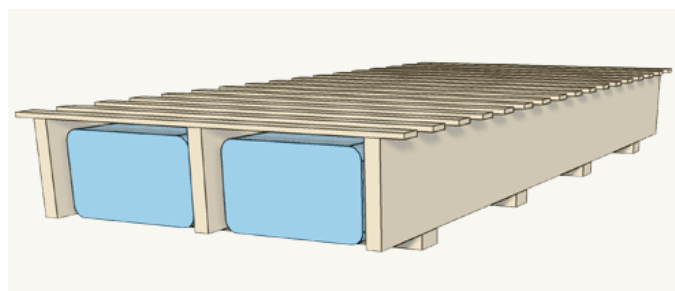
Il Polistirene espanso estruso XPS è costituito da **celle perfettamente chiuse**, uniformi ed omogenee riempite con gas. E' quindi particolarmente adattato alle applicazioni che richiedono **un'elevata resistenza alla compressione** e **un'elevata idrorepellenza**. Si può usare nell'acqua senza problema.

▷ Soluzione tecnica

Il grande vantaggio della soluzione scelta è la sua facilità di realizzazione:

- lo spessore aggiunto s_1 è integrato al pacchetto CO3 della piastra inferiore: dopo che si getti lo strato strutturale, blocchi di polistirene XPS sono disposti sul lato Ovest per creare il volume "leggero", mentre sul lato Est, il calcestruzzo fibrorinforzato è gettato sopra lo spessore strutturale per raggiungere la stessa altezza ;

- lo spessore s_2 viene aggiunto sotto l'edificio, al momento della sua messa all'acqua: i blocchi galleggianti sono **mantenuti da un telaio in legno**, anche lui molto leggero e raccomandato dalle aziende che commercializzano questi elementi galleggianti (vedi Fig. 38). L'impiego di un telaio intermedio consente, nel caso di una riqualificazione dell'edificio e dell'aumento del suo peso, di **cambiare lo spessore degli elementi galleggianti** in modo da aumentare il potere galleggiante (cioè il modulo della forza di Archimede). Ripresenta quindi una **scelta sostenibile**. Inoltre, permette di mantenere gli elementi galleggianti **senza fissaggio dentro il calcestruzzo dello scafo**, e quindi senza rischio di far penetrare l'acqua nella struttura (a



FONTE: sito Internet Styrorail.ca (2014)

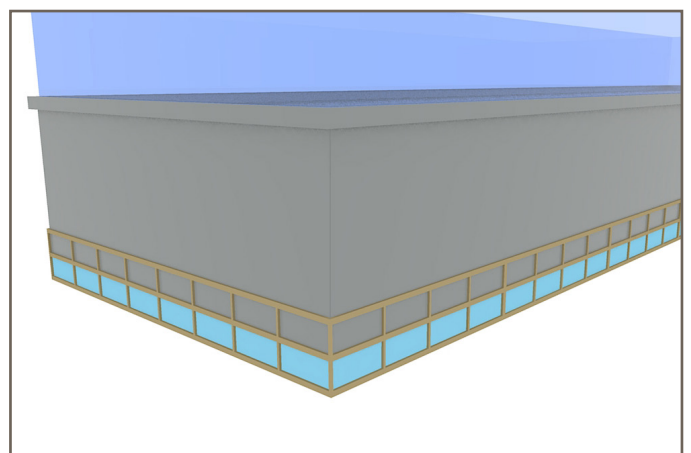
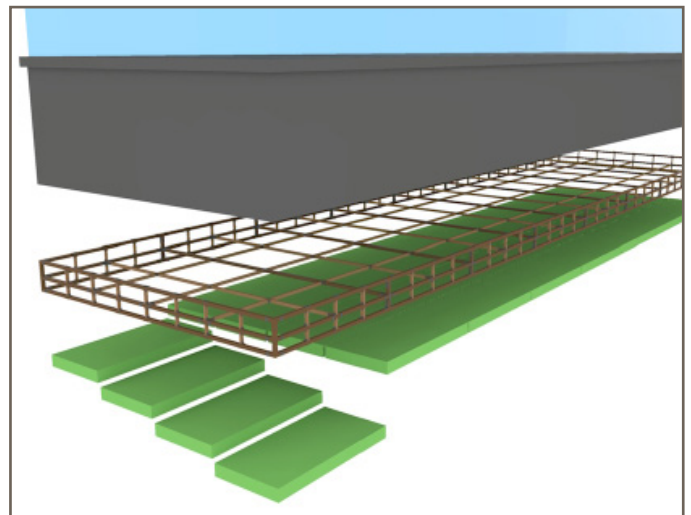
Fig. 38 Esempio di messa in opera dei blocchi galleggianti in polistirene XPS della marca STYRORAIL, un'azienda canadese specializzata nella realizzazione di pontili e piattaforme galleggianti.

causa di possibili fessuri). La soluzione tecnica attuata è illustrata nella Fig. 39 e nella **TAVOLA GALLEGGIAMENTO?**

▷ Verifica di fattibilità

Una verifica importante è quella dell'altezza disponibile sotto l'edificio: secondo i manuali specializzati, si deve **conservare uno spessore minimo di 0,6m** sotto l'edificio per un **deflusso corretto dell'acqua**.

La distanza sotto l'edificio prima le due sistemazioni era ridotta a circa 1,50m al punto più alto. Prendendo in considerazione le aggiunte successive sotto l'edificio, quel valore passa allora a $1,5 - 0,77 = 0,73m$. **Quel valore rispetta la distanza minima di sicurezza da conservare sotto l'edificio.**



FONTE: elaborato personale (2014)

Fig. 39 Adattamento del principio attuato dalla STYRORAIL nel caso del Champagne Bar.

D. Studio dell'effetto dinamico

Visto la precisione con la quale si è cercato di allineare le due forze, la questione dell'impatto degli effetti dinamici sulla stabilità della struttura si pone naturalmente. Essi sono creati dal fatto che i carichi d'uso, che rappresentano sia l'arredo che le persone, non è fisso in se: le persone si possono muovere, e così, sbilanciare l'equilibrio dell'edificio.

Ipotizziamo che ci sia un fuoco d'artificio sopra la Torre Eiffel - evento che succede ogni tanto - allora si può immaginare che tutti i consumatori del bar si spostino verso Ovest per ammirare lo spettacolo. Lo studio che si è svolto è esattamente quello: si è cercato di valutare, all'interno dei carichi d'uso, la parte dovuta alle persone, e di guardare, in condizioni estreme (cioè tutte le persone di un lato o dall'altro), le conseguenze sull'equilibrio della struttura.

▷ Valutazione della massa delle persone

Ogni piano è stato dimensionato per un numero di persone:

PT 71 persone
PE - interno 60 persone

Il peso medio, in Francia, di un adulto, è di 70 kg. Si può quindi tradurre i valori di affollamento in unità di massa:

PT 4970 kg
PE - interno 4020 kg

Per ogni piano, questa massa viene sottratta dalla massa ripartita calcolata per i carichi d'uso, e applicata in una zona ridotta ad un'estremità, e poi all'altra.

▷ Spostamento del baricentro

La concentrazione delle persone ad **Ovest** provoca **lo spostamento del baricentro dell'edificio di 3 cm**, spostamento che corrisponde ad una **rotazione dell'edificio da 0,6°** nel senso antiorario (vedi TAV. 02, pagina 29).

→ **Accettabile**

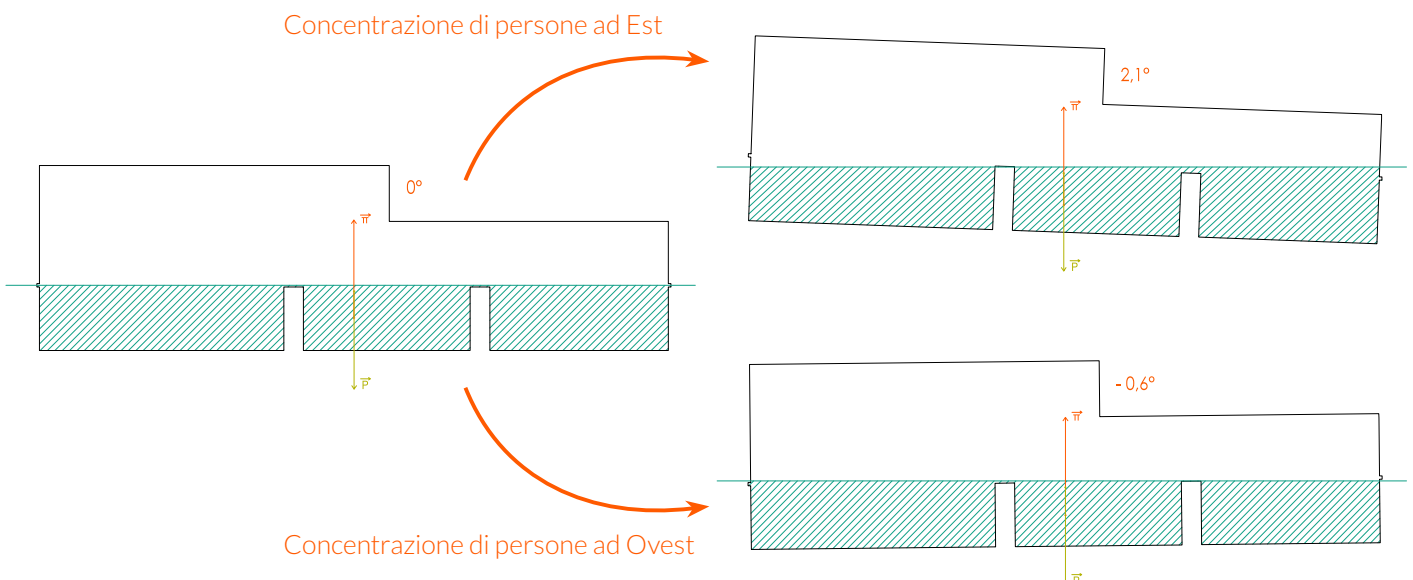
La concentrazione delle persone ad **Est** provoca **lo spostamento del baricentro dell'edificio di 20 cm**, spostamento che corrisponde ad una **rotazione dell'edificio da 2,5°** nel senso orario (vedi TAV. 03, pagina 31).

→ **Accettabile**

In linea generale, si può dire che **uno spostamento inferiore all'1%** della lunghezza dell'edificio **non è in grado di pregiudicare la stabilità** della struttura e la sicurezza dei suoi utenti.

▷ Conclusione

L'effetto dinamico non è, in prima approssimazione, pericoloso per la stabilità della struttura. Occorre tuttavia al personale del bar di assicurarne la sicurezza sorvegliando la **ripartizione della gente come dell'arredo**, considerato fisso in quello studio.



TAV. 01 Verifica di stabilità nell'acqua

Carichi puntuali

Pilastro	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
PS-B4	0.67	4.97	3.34
PS-C2	0.42	9.82	4.15
PS-C6	0.42	9.82	4.15
PS-E4	0.67	21.18	14.25
PS-G4	0.67	32.54	21.89

PT-A1	0.48	0.12	0.05
PT-A4	0.48	0.12	0.05
PT-A7	0.48	0.12	0.05
PT-B1	0.48	4.97	2.36
PT-B4	0.48	4.97	2.36
PT-B7	0.48	4.97	2.36
PT-C1	0.48	9.82	4.67
PT-C2	0.48	9.82	4.67
PT-C6	0.48	9.82	4.67
PT-C7	0.48	9.82	4.67
PT-D1	0.48	15.50	7.38
PT-D4	0.48	15.50	7.38
PT-D7	0.48	15.50	7.38
PT-E1	0.48	21.18	10.08
PT-E4	0.48	21.18	10.08
PT-E7	0.48	21.18	10.08
PT-F1	0.48	26.86	12.79
PT-F4	0.48	26.86	12.79
PT-F7	0.48	26.86	12.79
PT-G1	0.48	32.54	15.49
PT-G4	0.48	32.54	15.49
PT-G7	0.48	32.54	15.49
PT-H1	0.48	38.22	18.19
PT-H4	0.48	38.22	18.19
PT-H7	0.48	38.22	18.19

PE-A1	0.42	0.12	0.05
PE-A4	0.42	0.12	0.05
PE-A7	0.42	0.12	0.05
PE-B1	0.42	4.97	2.10
PE-B4	0.42	4.97	2.10
PE-B7	0.42	4.97	2.10
PE-C1	0.42	9.82	4.15
PE-C2	0.42	9.82	4.15
PE-C6	0.42	9.82	4.15
PE-C7	0.42	9.82	4.15
PE-D1	0.42	15.50	6.56
PE-D4	0.42	15.50	6.56
PE-D7	0.42	15.50	6.56
PE-E1	0.42	21.18	8.96
PE-E4	0.42	21.18	8.96
PE-E7	0.42	21.18	8.96

Pali telescopici	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
Palo 1	0.69	15.50	10.77
Palo 2	0.69	26.86	18.66

Muri CA	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
Muri palo 1	11.04	15.50	171.12
Muri palo 2	11.04	26.86	296.53
Vano Ascensore	40.00	8.72	348.80
Cabina Ascensore	2.00	8.72	17.44
Muro PS Nord	71.28	19.17	1366.14
Muro PS Sud	71.28	19.17	1366.14
Muro PS Ovest	18.39	0.12	2.21
Muro PS Est	18.39	38.22	702.87
Partizione PS Asse 3	3.59	30.07	107.85
Partizione PS Asse 4	7.40	21.18	156.81
Partizione PS Asse D	5.82	14.63	85.17
Partizione PS Asse F	5.82	26.86	156.33
Partizione PS Asse G	6.97	32.42	226.08

Vetrare	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
Ovest	2.82	0.12	0.32
Nord-Ovest	6.16	10.59	65.19
Sud-Ovest	6.16	10.59	65.19
Est	1.61	38.33	61.65
Nord-Est	4.96	29.75	147.59
Sud-Est	4.96	29.75	147.59
PE interna	1.01	15.61	15.82
PE esterna	1.01	21.29	21.57

Carichi ripartiti G

Solaio PS	
Solaio PT	
- Vuoto nel solaio PT	
Solaio PE Ovest	
- Vuoto nel solaio PE	
Solaio PE Est	
Solaio PSE Ovest	

Codice pacchetto	Massa superficiale (t/mq)	Area (mq)	Massa (t)	Punto di applicazione (m)	Posizione ponderata (t.m)
CO3	0.65	343.16	223.06	19.17	4274.87
PO1	0.69	343.16	237.13	19.17	4544.52
PO1	0.69	21.57	-14.90	7.39	-110.15
PO1	0.69	207.93	143.68	10.65	1529.47
PO1	0.69	21.57	-14.90	7.39	-110.15
CO2	0.61	135.23	82.09	29.70	2437.56
CO1	0.59	207.93	122.89	10.65	1308.13

Carichi ripartiti Q

Solaio PS Ovest	
Solaio PS Est	
Solaio PT	
Solaio + Terrazza PE	
Terrazza PSE	

Categoria Eurocodice	Massa superficiale (t/mq)	Area (mq)	Massa (t)	Punto di applicazione (m)	Posizione ponderata (t.m)
E1	0.76	45.15	34.52	2.54	87.68
C1	0.25	309.56	78.89	21.59	1703.20
C1	0.25	343.16	87.45	19.17	1676.03
C1	0.25	343.16	87.45	19.17	1676.03
H	0.08	10.00	0.82	10.65	8.68

Confronto P-π

a - Caso base

	Volume di carena (mc)	Massa totale (t)	Peso (MN)	Punto di applicazione (m)
Spinta di Archimède π	1299.73	1299.73	12.75	19.17
Peso dell'edificio P	-	1392.81	13.66	17.89

Differenza 0.91 MN 1.27 m

b - Sistemazione posizione

Spessore aggiunto (m)	Massa superficiale (t/mq)	Area (mq)	Massa (t)	Punto di applicazione (m)	Posizione ponderata (t.m)
Aggiunta piastra inferiore Est	0.46	1.21	139.51	29.75	5040.68
Aggiunta piastra inferiore Ovest	0.46	0.01	203.65	1.41	14.88
0.02	densità PSE	157.86	170.83	29.59	5055.56
2.64	densità CLS				

b - Sistemazione posizione

	Volume di carena (mc)	Massa totale (t)	Peso (MN)	Punto di applicazione (m)
Spinta di Archimède π	1457.58	1457.58	14.30	19.165
Peso dell'edificio P	-	1563.64	15.34	19.170

Differenza 1.04 MN 0.00 m

c - Sistemazione moduli

Spessore aggiunto (m)	Densità (t/mc)	Volume (mc)	Massa (t)	Punto di applicazione (m)	Posizione ponderata (t.m)
Elemento galleggiante inferiore	0.31	0.02	106.38	1.60	19.17

c - Sistemazione moduli

	Volume di carena (mc)	Massa totale (t)	Peso (MN)	Punto di applicazione (m)
Spinta di Archimède π	1563.96	1563.96	15.34	19.17
Peso dell'edificio P	-	1565.23	15.35	19.17

Differenza 0.01 MN 0.00 m

TAV. 02 Studio dell'effetto dinamico: affollamento concentrato ad Ovest

Carichi puntuali

Pilastro	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
PS-B4	0.67	4.97	3.34
PS-C2	0.42	9.82	4.15
PS-C6	0.42	9.82	4.15
PS-E4	0.67	21.18	14.25
PS-G4	0.67	32.54	21.89

PT-A1	0.48	0.12	0.05
PT-A4	0.48	0.12	0.05
PT-A7	0.48	0.12	0.05
PT-B1	0.48	4.97	2.36
PT-B4	0.48	4.97	2.36
PT-B7	0.48	4.97	2.36
PT-C1	0.48	9.82	4.67
PT-C2	0.48	9.82	4.67
PT-C6	0.48	9.82	4.67
PT-C7	0.48	9.82	4.67
PT-D1	0.48	15.50	7.38
PT-D4	0.48	15.50	7.38
PT-D7	0.48	15.50	7.38
PT-E1	0.48	21.18	10.08
PT-E4	0.48	21.18	10.08
PT-E7	0.48	21.18	10.08
PT-F1	0.48	26.86	12.79
PT-F4	0.48	26.86	12.79
PT-F7	0.48	26.86	12.79
PT-G1	0.48	32.54	15.49
PT-G4	0.48	32.54	15.49
PT-G7	0.48	32.54	15.49
PT-H1	0.48	38.22	18.19
PT-H4	0.48	38.22	18.19
PT-H7	0.48	38.22	18.19

PE-A1	0.42	0.12	0.05
PE-A4	0.42	0.12	0.05
PE-A7	0.42	0.12	0.05
PE-B1	0.42	4.97	2.10
PE-B4	0.42	4.97	2.10
PE-B7	0.42	4.97	2.10
PE-C1	0.42	9.82	4.15
PE-C2	0.42	9.82	4.15
PE-C6	0.42	9.82	4.15
PE-C7	0.42	9.82	4.15
PE-D1	0.42	15.50	6.56
PE-D4	0.42	15.50	6.56
PE-D7	0.42	15.50	6.56
PE-E1	0.42	21.18	8.96
PE-E4	0.42	21.18	8.96
PE-E7	0.42	21.18	8.96

Pali telescopici	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
Palo 1	0.69	15.50	10.77
Palo 2	0.69	26.86	18.66

Muri CA	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
Muri palo 1	11.04	15.50	171.12
Muri palo 2	11.04	26.86	296.53
Vano Ascensore	40.00	8.72	348.80
Cabina Ascensore	2.00	8.72	17.44
Muro PS Nord	71.28	19.17	1366.14
Muro PS Sud	71.28	19.17	1366.14
Muro PS Ovest	18.39	0.12	2.21
Muro PS Est	18.39	38.22	702.87
Partizione PS Asse 3	3.59	30.07	107.85
Partizione PS Asse 4	7.40	21.18	156.81
Partizione PS Asse D	5.82	14.63	85.17
Partizione PS Asse F	5.82	26.86	156.33
Partizione PS Asse G	6.97	32.42	226.08

Vetrate	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
Ovest	2.82	0.12	0.32
Nord-Ovest	6.16	10.59	65.19
Sud-Ovest	6.16	10.59	65.19
Est	1.61	38.33	61.65
Nord-Est	4.96	29.75	147.59
Sud-Est	4.96	29.75	147.59
PE interna	1.01	15.61	15.82
PE esterna	1.01	21.29	21.57

Persone raggruppate	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
PE	4.20	4.85	20.37
PT	4.97	4.85	24.10

Carichi ripartiti G

Solaio PS	CO3	0.65	343.16	223.06	19.17	4274.87
Solaio PT	PO1	0.69	343.16	237.13	19.17	4544.52
- Vuoto nel solaio PT	PO1	0.69	21.57	-14.90	7.39	-110.15
Solaio PE Ovest	PO1	0.69	207.93	143.68	10.65	1529.47
- Vuoto nel solaio PE	PO1	0.69	21.57	-14.90	7.39	-110.15
Solaio PE Est	CO2	0.61	135.23	82.09	29.70	2437.56
Solaio PSE Ovest	CO1	0.59	207.93	122.89	10.65	1308.13

Codice pacchetto	Massa superficiale (t/mq)	Area (mq)	Massa (t)	Punto di applicazione (m)	Posizione ponderata (t.m)
CO3	0.65	343.16	223.06	19.17	4274.87
PO1	0.69	343.16	237.13	19.17	4544.52
PO1	0.69	21.57	-14.90	7.39	-110.15
PO1	0.69	207.93	143.68	10.65	1529.47
PO1	0.69	21.57	-14.90	7.39	-110.15
CO2	0.61	135.23	82.09	29.70	2437.56
CO1	0.59	207.93	122.89	10.65	1308.13

Carichi ripartiti Q

Solaio PS Ovest	E1	0.76	45.15	34.52	2.54	87.68
Solaio PS Est	C1	0.25	309.56	78.89	21.59	1703.20
Solaio PT	C1	0.25	343.16	87.45	19.17	1676.03
Solaio + Terrazza PE	C1	0.25	343.16	87.45	19.17	1676.03
Terrazza PSE	H	0.08	10.00	0.82	10.65	8.68

Categoria Eurocodice	Massa superficiale (t/mq)	Area (mq)	Massa (t)	Punto di applicazione (m)	Posizione ponderata (t.m)	Peso attribuito alle persone (t)	Nuova massa ripartita (t)
E1	0.76	45.15	34.52	2.54	87.68	NS	34.52
C1	0.25	309.56	78.89	21.59	1703.20	NS	78.89
C1	0.25	343.16	87.45	19.17	1676.03	4.97	82.48
C1	0.25	343.16	87.45	19.17	1676.03	4.20	83.25
H	0.08	10.00	0.82	10.65	8.68	-	0.82

Confronto P-π

a - Caso base

	Volume di carena (mc)	Massa totale (t)	Peso (MN)	Punto di applicazione (m)
Spinta di Archimède π	1299.73	1299.73	12.75	19.17
Peso dell'edificio P	-	1392.81	13.66	17.92

Differenza 0.91 MN 1.24 m

b - Sistemazione posizione

Spessore aggiunto (m)	Massa superficiale (t/mq)	Area (mq)	Massa (t)	Punto di applicazione (m)	Posizione ponderata (t.m)	
Aggiunta piastra inferiore Est	0.46	1.21	139.51	169.42	29.75	5040.68
Aggiunta piastra inferiore Ovest	0.46	0.01	203.65	1.41	10.59	14.88
0.02	densità PSE	157.86	170.83	29.59	5055.56	
2.64	densità CLS					

b - Sistemazione posizione

	Volume di carena (mc)	Massa totale (t)	Peso (MN)	Punto di applicazione (m)
Spinta di Archimède π	1457.58	1457.58	14.30	19.165
Peso dell'edificio P	-	1563.64	15.34	19.198

Differenza 1.04 MN 0.03 m

c - Sistemazione moduli

Spessore aggiunto (m)	Densità (t/mc)	Volume (mc)	Massa (t)	Punto di applicazione (m)	Posizione ponderata (t.m)	
Elemento galleggiante inferiore	0.31	0.02	106.38	1.60	19.17	30.58

c - Sistemazione moduli

	Volume di carena (mc)	Massa totale (t)	Peso (MN)	Punto di applicazione (m)
Spinta di Archimède π	1563.96	1563.96	15.34	19.17
Peso dell'edificio P	-	1565.23	15.35	19.20

Differenza 0.01 MN 0.03 m

TAV. 03 Studio dell'effetto dinamico: affollamento concentrato ad Est

Carichi puntuali

Pilastro	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
PS-B4	0.67	4.97	3.34
PS-C2	0.42	9.82	4.15
PS-C6	0.42	9.82	4.15
PS-E4	0.67	21.18	14.25
PS-G4	0.67	32.54	21.89

PT-A1	0.48	0.12	0.05
PT-A4	0.48	0.12	0.05
PT-A7	0.48	0.12	0.05
PT-B1	0.48	4.97	2.36
PT-B4	0.48	4.97	2.36
PT-B7	0.48	4.97	2.36
PT-C1	0.48	9.82	4.67
PT-C2	0.48	9.82	4.67
PT-C6	0.48	9.82	4.67
PT-C7	0.48	9.82	4.67
PT-D1	0.48	15.50	7.38
PT-D4	0.48	15.50	7.38
PT-D7	0.48	15.50	7.38
PT-E1	0.48	21.18	10.08
PT-E4	0.48	21.18	10.08
PT-E7	0.48	21.18	10.08
PT-F1	0.48	26.86	12.79
PT-F4	0.48	26.86	12.79
PT-F7	0.48	26.86	12.79
PT-G1	0.48	32.54	15.49
PT-G4	0.48	32.54	15.49
PT-G7	0.48	32.54	15.49
PT-H1	0.48	38.22	18.19
PT-H4	0.48	38.22	18.19
PT-H7	0.48	38.22	18.19

PE-A1	0.42	0.12	0.05
PE-A4	0.42	0.12	0.05
PE-A7	0.42	0.12	0.05
PE-B1	0.42	4.97	2.10
PE-B4	0.42	4.97	2.10
PE-B7	0.42	4.97	2.10
PE-C1	0.42	9.82	4.15
PE-C2	0.42	9.82	4.15
PE-C6	0.42	9.82	4.15
PE-C7	0.42	9.82	4.15
PE-D1	0.42	15.50	6.56
PE-D4	0.42	15.50	6.56
PE-D7	0.42	15.50	6.56
PE-E1	0.42	21.18	8.96
PE-E4	0.42	21.18	8.96
PE-E7	0.42	21.18	8.96

Pali telescopici	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
Palo 1	0.69	15.50	10.77
Palo 2	0.69	26.86	18.66

Muri CA	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
Muri palo 1	11.04	15.50	171.12
Muri palo 2	11.04	26.86	296.53
Vano Ascensore	40.00	8.72	348.80
Cabina Ascensore	2.00	8.72	17.44
Muro PS Nord	71.28	19.17	1366.14
Muro PS Sud	71.28	19.17	1366.14
Muro PS Ovest	18.39	0.12	2.21
Muro PS Est	18.39	38.22	702.87
Partizione PS Asse 3	3.59	30.07	107.85
Partizione PS Asse 4	7.40	21.18	156.81
Partizione PS Asse D	5.82	14.63	85.17
Partizione PS Asse F	5.82	26.86	156.33
Partizione PS Asse G	6.97	32.42	226.08

Vetrate	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
Ovest	2.82	0.12	0.32
Nord-Ovest	6.16	10.59	65.19
Sud-Ovest	6.16	10.59	65.19
Est	1.61	38.33	61.65
Nord-Est	4.96	29.75	147.59
Sud-Est	4.96	29.75	147.59
PE interna	1.01	15.61	15.82
PE esterna	1.01	21.29	21.57

Persone raggruppate	Massa	Punto di applicazione	Distanza ponderata
PE	4.20	32.54	136.65
PT	4.97	32.54	161.70

Carichi ripartiti G

Solaio PS	CO3	0.65	343.16	223.06	19.17	4274.87
Solaio PT	PO1	0.69	343.16	237.13	19.17	4544.52
- Vuoto nel solaio PT	PO1	0.69	21.57	-14.90	7.39	-110.15
Solaio PE Ovest	PO1	0.69	207.93	143.68	10.65	1529.47
- Vuoto nel solaio PE	PO1	0.69	21.57	-14.90	7.39	-110.15
Solaio PE Est	CO2	0.61	135.23	82.09	29.70	2437.56
Solaio PSE Ovest	CO1	0.59	207.93	122.89	10.65	1308.13

Codice pacchetto	Massa superficiale (t/mq)	Area (mq)	Massa (t)	Punto di applicazione (m)	Posizione ponderata (t.m)
CO3	0.65	343.16	223.06	19.17	4274.87
PO1	0.69	343.16	237.13	19.17	4544.52
PO1	0.69	21.57	-14.90	7.39	-110.15
PO1	0.69	207.93	143.68	10.65	1529.47
PO1	0.69	21.57	-14.90	7.39	-110.15
CO2	0.61	135.23	82.09	29.70	2437.56
CO1	0.59	207.93	122.89	10.65	1308.13

Carichi ripartiti Q

Solaio PS Ovest	E1	0.76	45.15	34.52	2.54	87.68
Solaio PS Est	C1	0.25	309.56	78.89	21.59	1703.20
Solaio PT	C1	0.25	343.16	87.45	19.17	1676.03
Solaio + Terrazza PE	C1	0.25	343.16	87.45	19.17	1676.03
Terrazza PSE	H	0.08	10.00	0.82	10.65	8.68

Categoria Eurocodice	Massa superficiale (t/mq)	Area (mq)	Massa (t)	Punto di applicazione (m)	Posizione ponderata (t.m)	Peso attribuito alle persone (t)	Nuova massa ripartita (t)
E1	0.76	45.15	34.52	2.54	87.68	NS	34.52
C1	0.25	309.56	78.89	21.59	1703.20	NS	78.89
C1	0.25	343.16	87.45	19.17	1676.03	4.97	82.48
C1	0.25	343.16	87.45	19.17	1676.03	4.20	83.25
H	0.08	10.00	0.82	10.65	8.68	-	0.82

Confronto P-π

a - Caso base

	Volume di carena (mc)	Massa totale (t)	Peso (MN)	Punto di applicazione (m)
Spinta di Archimède π	1299.73	1299.73	12.75	19.17
Peso dell'edificio P	-	1392.81	13.66	18.11

Differenza 0.91 MN 1.06 m

b - Sistemazione posizione

Spessore aggiunto (m)	Massa superficiale (t/mq)	Area (mq)	Massa (t)	Punto di applicazione (m)	Posizione ponderata (t.m)	
Aggiunta piastra inferiore Est	0.46	1.21	139.51	169.42	29.75	5040.68
Aggiunta piastra inferiore Ovest	0.46	0.01	203.65	1.41	10.59	14.88
0.02	densità PSE	157.86	170.83	29.59	5055.56	
2.64	densità CLS					

b - Sistemazione posizione

	Volume di carena (mc)	Massa totale (t)	Peso (MN)	Punto di applicazione (m)
Spinta di Archimède π	1457.58	1457.58	14.30	19.165
Peso dell'edificio P	-	1563.64	15.34	19.360

Differenza 1.04 MN 0.20 m

c - Sistemazione moduli

Spessore aggiunto (m)	Densità (t/mc)	Volume (mc)	Massa (t)	Punto di applicazione (m)	Posizione ponderata (t.m)	
Elemento galleggiante inferiore	0.31	0.02	106.38	1.60	19.17	30.58

c - Sistemazione moduli

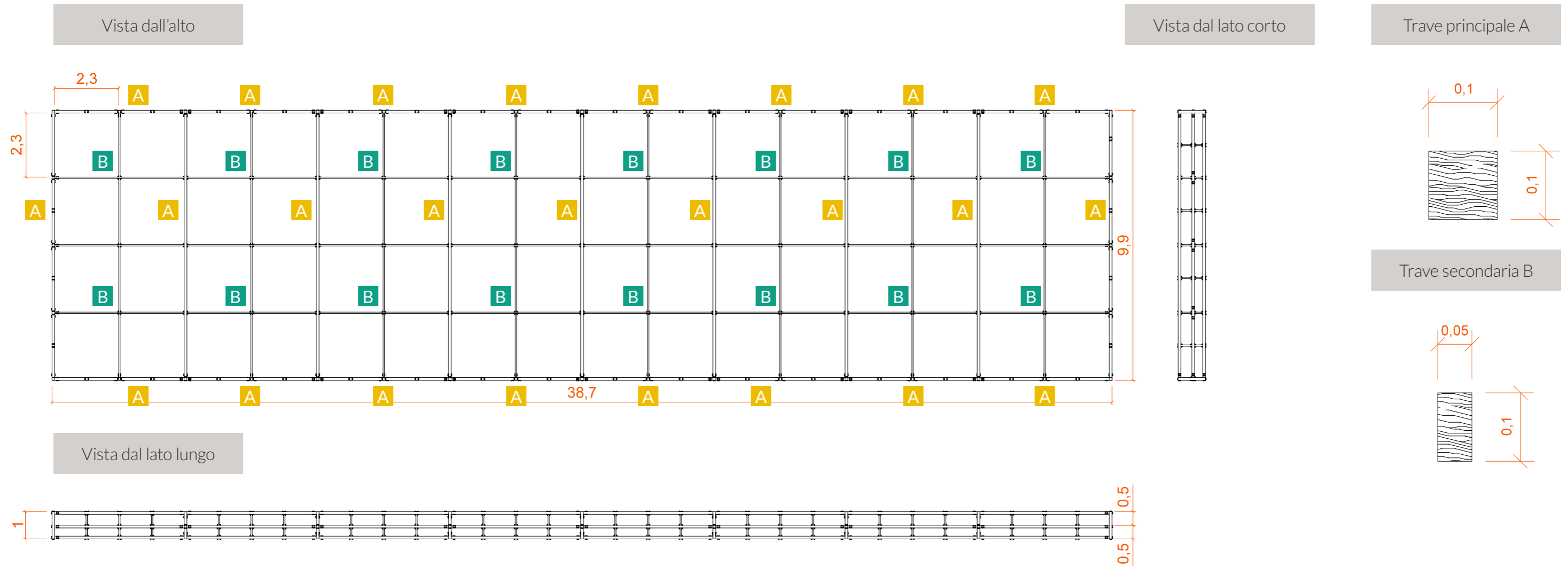
	Volume di carena (mc)	Massa totale (t)	Peso (MN)	Punto di applicazione (m)
Spinta di Archimède π	1563.96	1563.96	15.34	19.17
Peso dell'edificio P	-	1565.23	15.35	19.36

Differenza 0.01 MN 0.20 m

TAV. 04 Attuazione della piastra galleggiante

▷ Telaio di legno trattato - Scala: 1:150

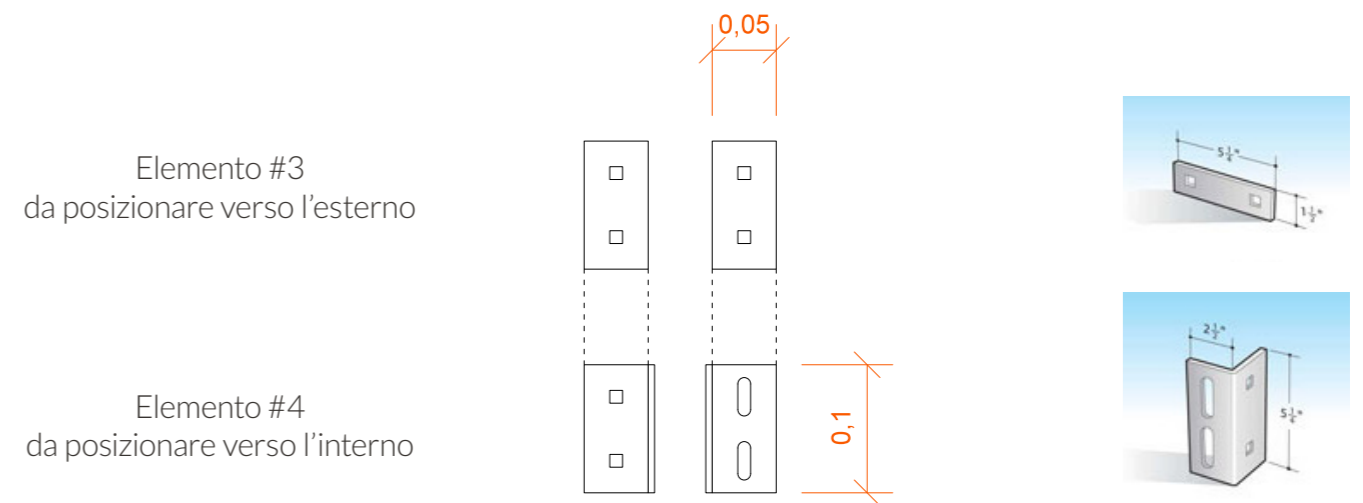
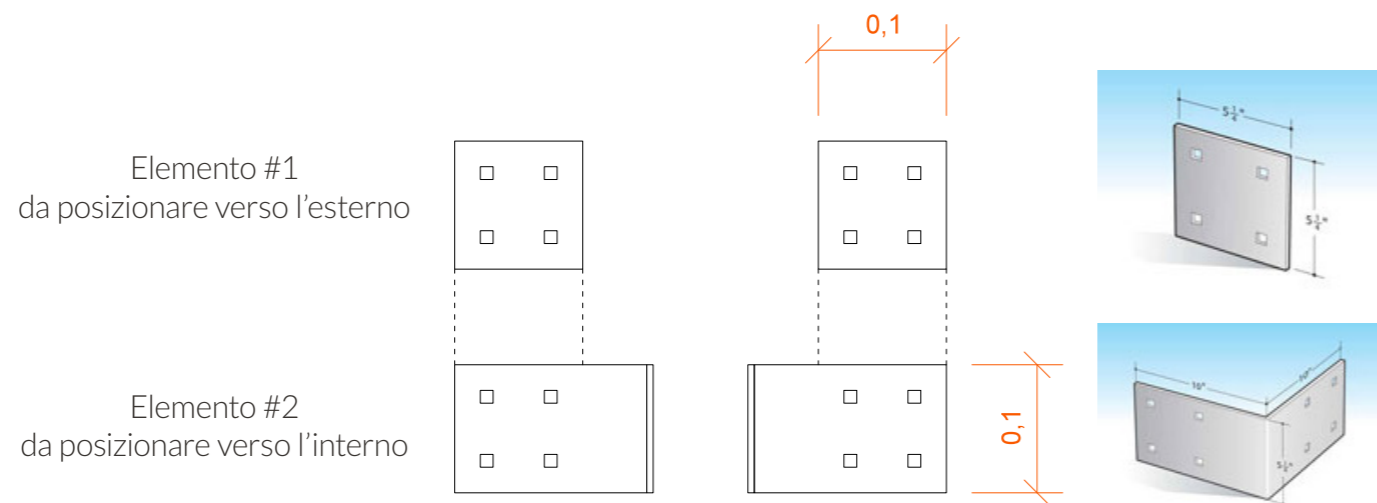
▷ Sezioni delle travi



▷ Elementi di fissaggio

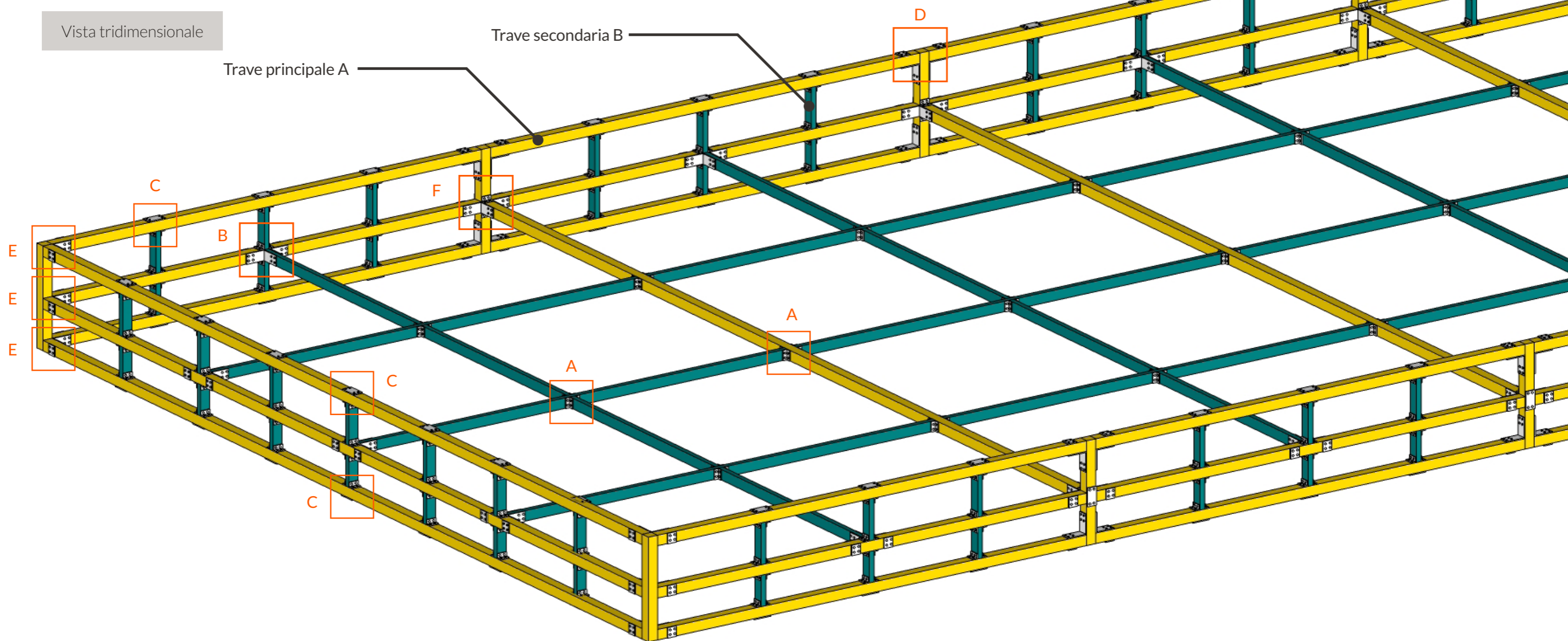
Elementi di raccordo in acciaio tipo 1

Elementi di raccordo in acciaio tipo 2

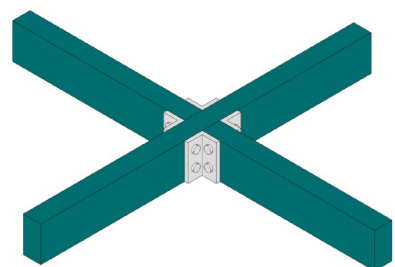


► Connessioni

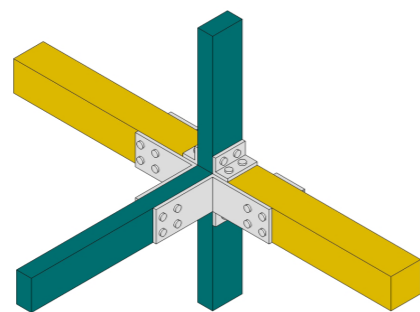
Vista tridimensionale



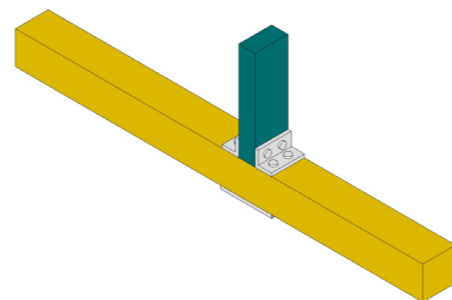
Raccordo A



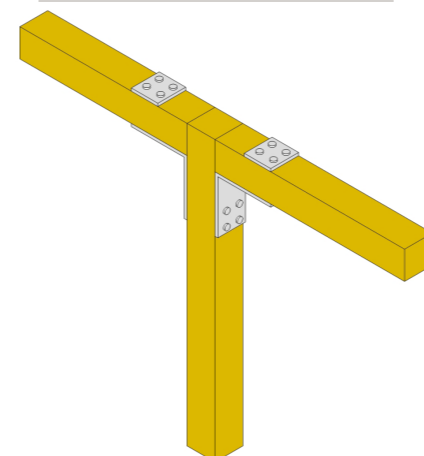
Raccordo B



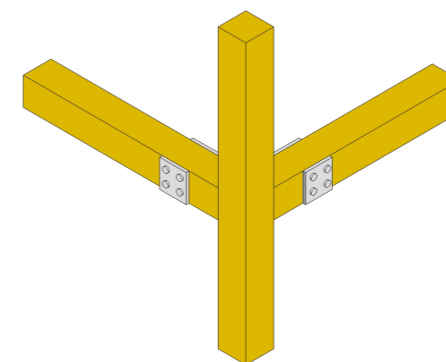
Raccordo C



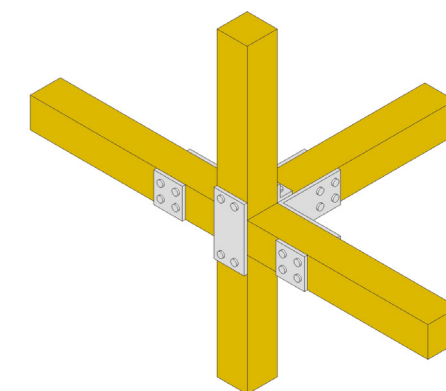
Raccordo D



Raccordo E



Raccordo F



A. Scelta della tipologia strutturale

Si è prima di tutto cercato a disegnare una struttura secondo una maglia geometrica adeguatamente scelta.

Si è optato per una **struttura in calcestruzzo armato, soluzione costruttiva adeguata all'ambiente fluviale** (tecnologia ben conosciuta, presentando meno rischi di corrosione rispetto all'acciaio) e presentando, nel caso di un edificio a 3 piani solamente, degli elementi portanti di sezione ridotta. Economico, questo materiale presenta inoltre un **peso adattato alla situazione di galleggiamento**. In effetto, progettare un piano interamente sommerso da vita ad un importante spinta di Archimede (come studiato nel capitolato precedente), che deve essere bilanciata con un peso sufficiente. In modo da limitare lo spessore dei solai, e per motivi di facilità di messa in opera, si è preferito **solai composti di piastre di calcestruzzo fibrorinforzato**, piuttosto che un sistema tradizionale di travi in calcestruzzo armato (vedi parte D, pagina 63).

Le dimensioni caratteristici degli elementi portanti sono, in primo luogo, valutati come riassunto nella tabella seguente:

Elemento	Dimensioni
Pilastrini in CA	Sezione quadrata 30 cm * 30 cm
Piastre in CFR	Spessore di CFR 30 cm

La struttura risultante è visibile nelle tavole seguenti:

- TAV. 08 Sezione strutturale trasversale N-S
- TAV. 09 Sezione strutturale longitudinale O-E
- TAV. 10 Piante strutturali
- TAV. 11 Piante strutturali (2)

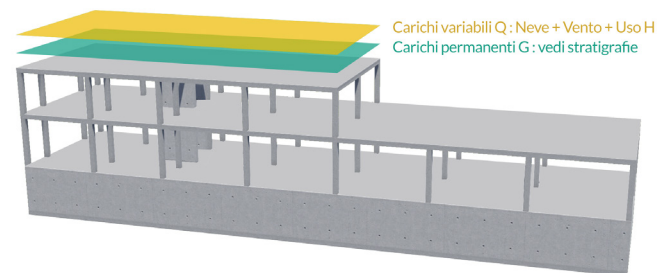
B. Valutazione dei carichi

Il dimensionamento della struttura viene effettuato come specificato nella norma europea EUROCODE. Affinché la struttura verifichi i requisiti di sicurezza e di stabilità, deve essere in grado di sostenere i carichi che le saranno applicati.

Si è quindi proceduto alla valutazione dei carichi, conformemente al metodo dell'Eurocode 1.

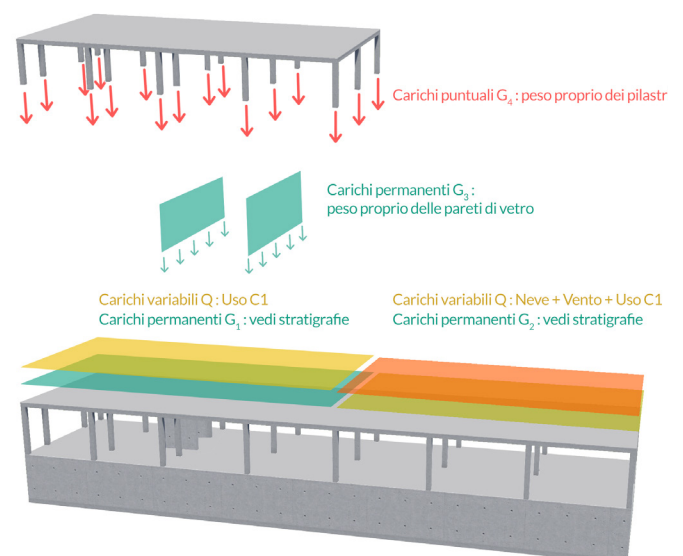
▷ Carichi permanenti G

I carichi permanenti sono valutati a seconda della composizione dei pacchetti disegnati (vedi O1 Stratigrafie attuate, pagina 72), prendendo le dimensioni ipotizzate in nel paragrafo A.



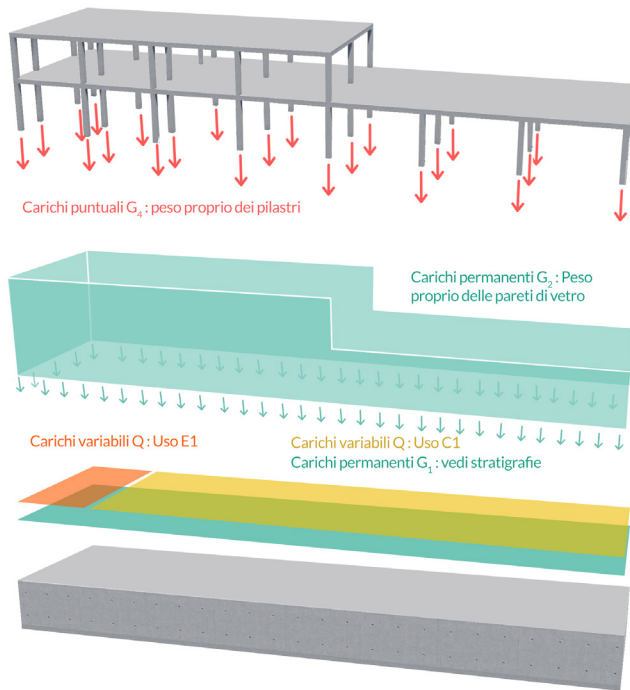
FONTE: elaborato personale (2014)

Fig. 40 Schema di ripartizione dei carichi al livello Piano Elevato.



FONTE: elaborato personale (2014)

Fig. 41 Schema di ripartizione dei carichi al livello Piano Terra.



FONTE: elaborato personale (2014)

Fig. 42 - Schema di ripartizione dei carichi al livello Piano Sommerso.

Prendono in considerazione:

- **il peso proprio della struttura:** solai, pilastri, parete verticali, stimati a partire dalle caratteristiche geometriche e dei valori di densità dei materiali usati (referendosi all'abaco di referenza dell'Eurocode 1);
- **l'effetto della pressione idraulica** sugli elementi sommersi.

▷ Carichi variabili Q

Vengono presi in considerazione i carichi variabili abituali:

- i **carichi di esercizio**, che dipendono dalla destinazione d'uso di ciascuna zona individuata;
- i **carichi climatici** di neve e di vento, calcolati secondo la metodologia spiegata dalla norma.

▷ Carichi di vento e di neve

Vedi tavole TAV. 05, TAV. 06 e TAV. 07.

C. Dimensionamento dei pilastri

Metodologia eseguita :

1° Valutazione dei carichi

- a- Individuazione della sua zona d'influenza.

b- Calcolo del carico applicato su quell'area, nella combinazione d'azioni all'ULS (*Ultimate Limit State*), secondo la formula $N = 1,35.G + 1,5.Q$.

NB : Questo carico prende in conto tutti i carichi che derivano dal piano superiore per ciascun pilastro considerato.

c- Utilizzo del valore così ottenuto nello strumento di calcolo appositamente creato.

2° Calcolo delle sezioni di acciaio e di calcestruzzo

a- Definizione dell'altezza libera del pilastro.

b- Calcolo della lunghezza $l_x = l_0/i_x$ secondo i piani (xOz) e (yOz).

c- Calcolo di $l = \max \{l_x, l_y\}$ e α secondo il valore di λ .

d- La sezione di acciaio A_s è definita grazie alla condizione seguente: $N_{ULS} < N_{th}$, da cui risulta l'inegalità su A_s : $A_s > (N_{ULS} / \alpha \cdot k_h \cdot k_s - B / f_{ck} / \gamma_c) / f_{yk} / \gamma_s$.

e- Si verifica poi che la sezione d'acciaio necessario sia superiore ad una sezione minima calcolata come seguente: $A_{min} = \max \{0,1 \cdot N_{ULS} / f_{yk} / \gamma_s ; 0,002 \cdot B\}$ ed inferiore ad un valore massimo corrispondente a: $A_{max} = 0,04 \cdot B$

Si può poi procedere alla scelta delle armature "reali" e al disegno della loro ripartizione nei piani longitudinale e trasversale:

3° Impostazione delle armature

a- Scelta adeguata, secondo la sezione A_s voluta, delle barre di acciaio da attuare, secondo dimensioni effettivamente disponibili sul mercato (a partire di un catalogo aziendale). La sezione "di design" A_d deve essere compresa fra A_s (la sezione teorica prima calcolata) e A_{max} .

b- Si calcola la distanza c_{nom} di copriferro necessaria per garantire la durabilità delle armature:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \left\{ c_{min,b} > \Phi_l ; c_{min,dur} + \Delta \cdot c_{min,y} - \Delta \cdot c_{dur,st} - c_{dur,add} ; 10 \text{ mm} \right\}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

c- Lo spazio fra le armature trasversali è S_{cl} :

$$S_{cl} = \min \{20 \cdot \Phi_l ; 400 \text{ mm}\}$$

$$\text{e } \Phi_t > \max \{6 \text{ mm} ; \Phi_l / 4\}.$$

Tutti i risultati sono portati nella TAV. 13 Dimensionamento dei pilastri, pagina 61.

TAV. 05 Calcolo delle carichi di neve e di vento (Secondo Eurocodice 1)

Carichi di neve

$$s = u_i * C_e * C_t * S_k$$

$$s = 0,288$$

	Valore	Unità	
μ_i	0,8	SA	tetto piatto
s_k	0,45	kN/m ²	Mappa delle carichi di neve
C_e	0,8	SA	Venti
C_t	1	SA	Trasmittanza termica non particolarmente elevata (<1 W/m ²)

Carichi di vento

Pressione dinamica del vento

Velocità di ref. del vento

$$v_b = c_{dir} * c_{sea} * v_{bo}$$

$$v_b = 16,8$$

c_{dir}	0,7	-
c_{season}	1	-
v_{bo}	24	m/s

Categoria del terreno

$$cat = 0$$

$$k_r = 0,162$$

Catégorie de terrain	z_0 [m]	z_{min} [m]
0 Mer ou zone côtière exposée aux vents de mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km	0,005	1
II Rase campagne, avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, etc.) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur	0,05	2
IIIa Campagne avec des haies ; vignobles ; bocage ; habitat dispersé	0,20	5
IIIb Zones urbanisées ou industrielles ; bocage dense ; vergers	0,5	9
IV Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface sont recouvertes de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m ; forêts	1,0	15

NOTE 1 Les catégories de terrain sont illustrées par les photographies aériennes des figures 4.6(NA) à 4.14(NA).

NOTE 2 Le coefficient de rugosité, fonction de la catégorie de terrain et de la hauteur z, est illustré à la figure 4.15(NA).

Tableau 4.1(NA) Catégories et paramètres de terrain

NOTE On peut considérer que le facteur de terrain k_r prend, selon la catégorie de terrain, les valeurs données dans le tableau 4.8(NA).

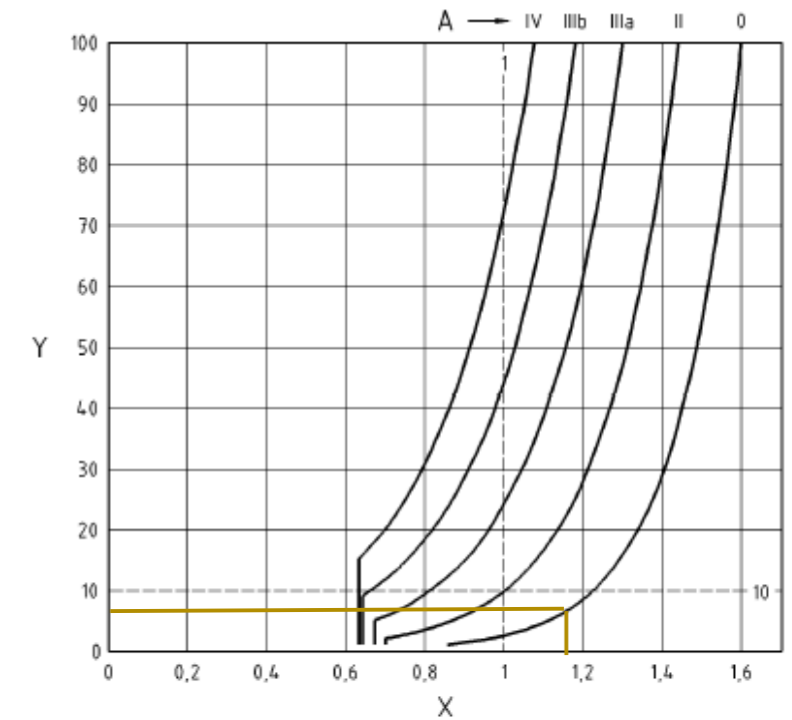
Catégorie de terrain	z_0 [m]	k_r
0	0,005	0,162
II	0,05	0,190
IIIa	0,20	0,209
IIIb	0,5	0,223
IV	1,0	0,234

Pressione dinamica delle punte caratteristiche

$$q_p = c_e * q_b \text{ Pa}$$

$$q_p = 198,8028$$

$c_e =$	1,15	-	coefficient de rugosité
$q_b = 1/2 * \rho * v_b^2$	172,872		
$\rho =$	1,225	kg/m ³	masse volumique eau



Légende

- A Catégories de rugosité
- X Coefficient de rugosité
- Y Hauteur (m)

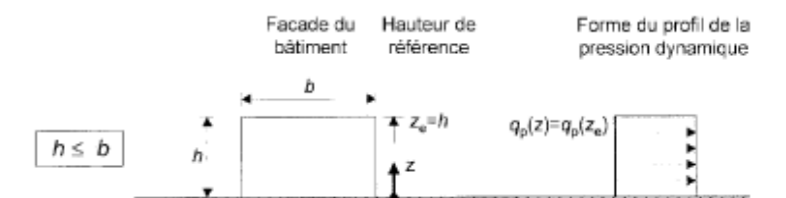
Figure 4.15(NA) Coefficient de rugosité

Intensità della turbulanza

$$I_v = \sigma_v / v_m$$

$$I_v = 0,141042195$$

$\sigma_v = k_r * v_b * k_1$	2,7216	-	écart type
$k_1 =$	1		
$v_m = c_r * c_o * v_b$	19,29635312		
$c_r = k_r * \ln(z/z_0)$	1,148592447		
$z =$	6		
$z_0 =$	0,005		
$c_o =$	1		



TAV. 06 Calcolo delle carichi di neve e di vento (2) (Secondo Eurocodice 1)

Pressione del vento

coefficiente di pressione interno

$c_{pi}=0,75c_{pe}$

$c_{pi}= cf \text{ tabella}$

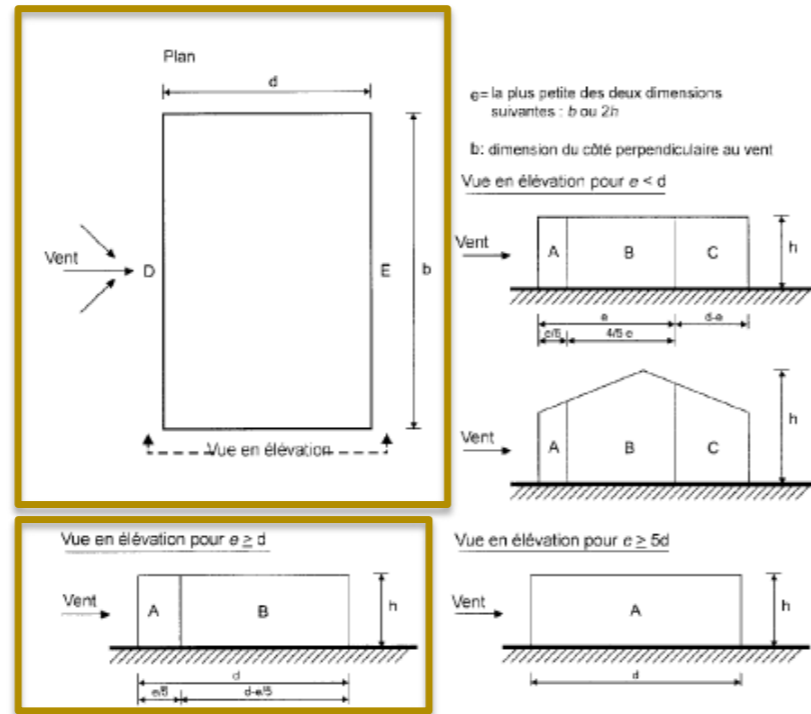
coefficiente di pressione esterno

c_{pe}

$c_{pe}= cf \text{ tabella}$

$\alpha =$
Incidenza del vento sulla

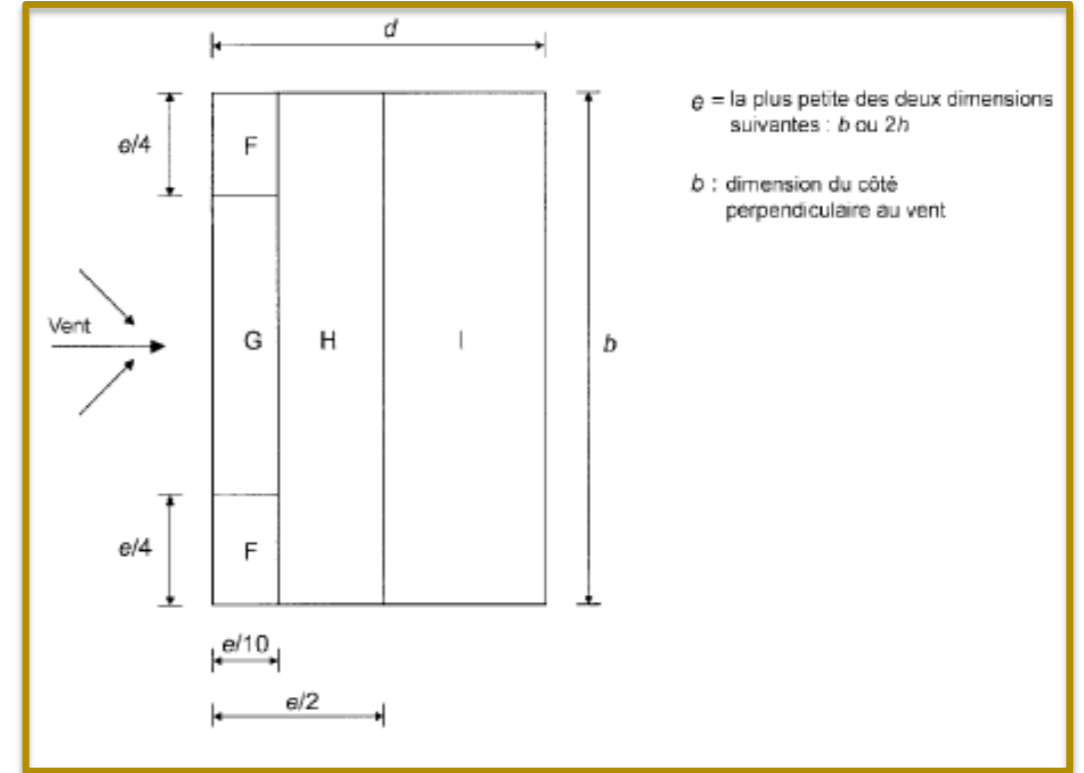
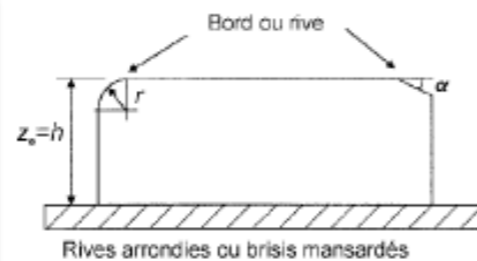
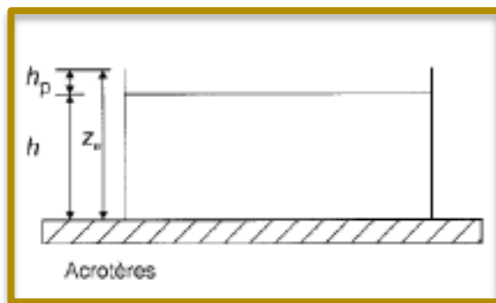
5°
90°



$C_{peA} =$	-1,2	$C_{piA} =$	-0,9
$C_{peB} =$	-0,8	$C_{piB} =$	-0,6
$C_{peC} =$	-	$C_{piC} =$	-
$C_{peD} =$	0,8	$C_{piD} =$	0,6
$C_{peE} =$	-0,5	$C_{piE} =$	-0,375

$h_p/h = 0,16666667$

Altezza parapetto



$C_{peF} =$	-1,2	$C_{piF} =$	-0,9
$C_{peG} =$	-0,8	$C_{piG} =$	-0,6
$C_{peH} =$	-0,7	$C_{piH} =$	-0,525
$C_{peI} =$	0,2	$C_{piI} =$	0,15

Pressione aerodinamica sulle superficie

$w_e = C_{pe} * q_p$ [Pa]

w_eA	-238,56336	w_iA	-178,92252
w_eB	-159,04224	w_iB	-119,28168
w_eC	-	w_iC	-
w_eD	159,04224	w_iD	119,28168
w_eE	-99,4014	w_iE	-74,55105
w_eF	-238,56336	w_iF	-178,92252
w_eG	-159,04224	w_iG	-119,28168
w_eH	-139,16196	w_iH	-104,37147
w_eI	39,76056	w_iI	29,82042

TAV. 07 Calcolo delle carichi di neve e di vento (3) (Secondo Eurocodice 1)

Forza del vento

Coefficiente strutturale

$cs*cd$ per $h < 15m$

$cs*cd = 1$

Forza del vento

$F_{we} = cs*cd * w_e * A_{ref}$

$F_{wi} = cs*cd * w_i * A_{ref}$

Valore finale della forza del vento per facciata

laterale	-6011,796672	N
Lunghezza D	64292,82552	N
Lunghezza E	-40183,01595	N
Tetto	16073,20638	N

A	-3435,312384	A	-2576,484288
B	-7252,326144	B	-5439,244608
C	-	C	-
D	36738,75744	D	27554,06808
E	-22961,7234	E	-17221,29255
F	-1717,656192	F	-1288,242144
G	-6202,64736	G	-4651,98552
H	-26719,09632	H	-20039,32224
I	9184,68936	I	6888,51702

Annexe (altra metodo)

$F_w = cs*cd * c_f * q_p * A_{ref}$ [N]

$F_w = 64292,82552$

Area delle superfici

b=	38,5	m
d=	10	m
h=	6	m
e=	12	m

A	14,4	m ²
B	45,6	m ²
C	-	m ²
D	231	m ²
E	231	m ²
F	7,2	m ²
G	39	m ²
H	192	m ²
I	231	m ²

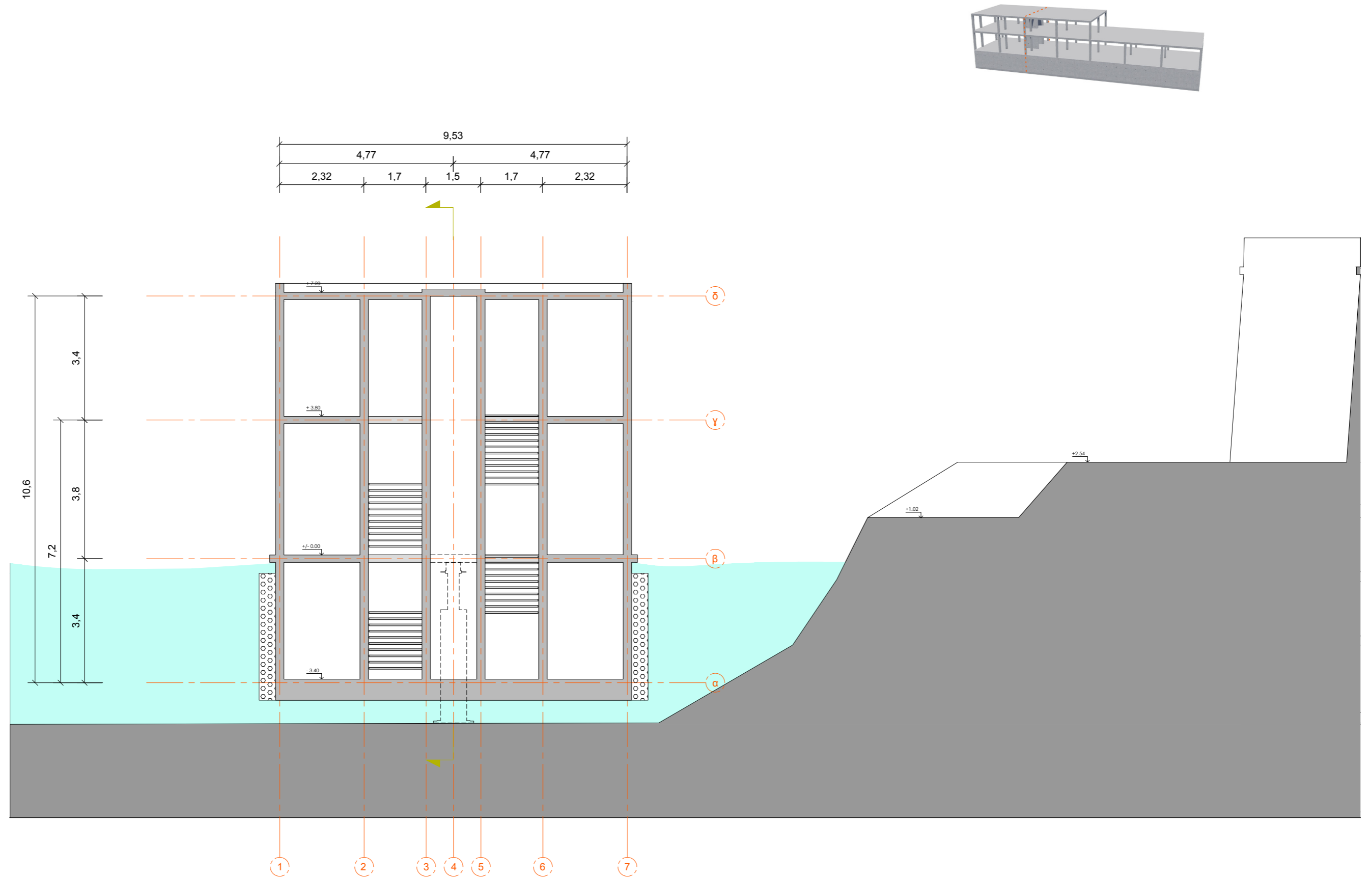
$c_f = 1,4$
 $A_{ref} = c_f \text{ tabella}$
 - m²

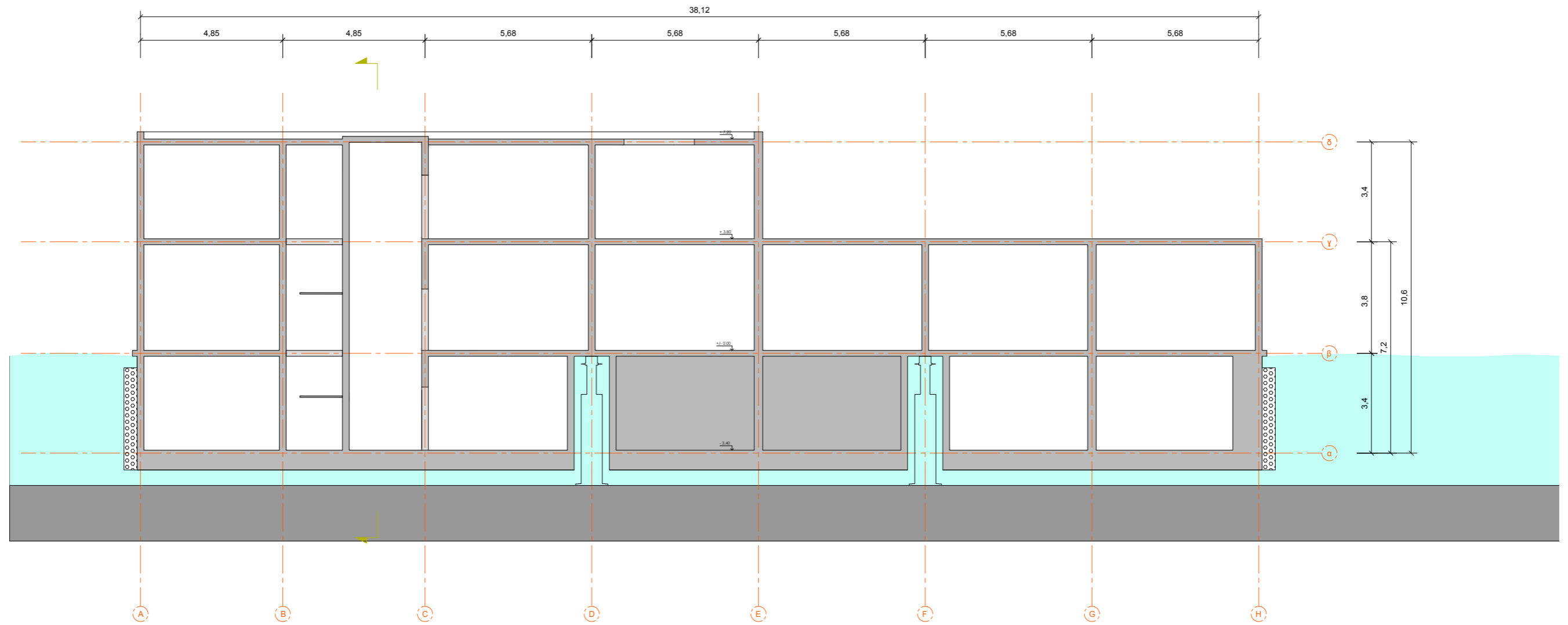
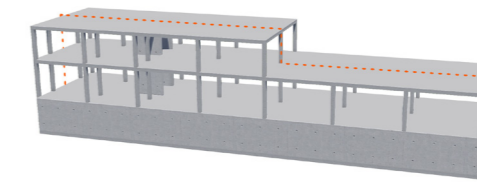
Valore per zona

A	4007,864448	N
B	12691,57075	N
C	-	N
D	64292,82552	N
E	64292,82552	N
F	2003,932224	N
G	10854,63288	N
H	53438,19264	N
I	64292,82552	N

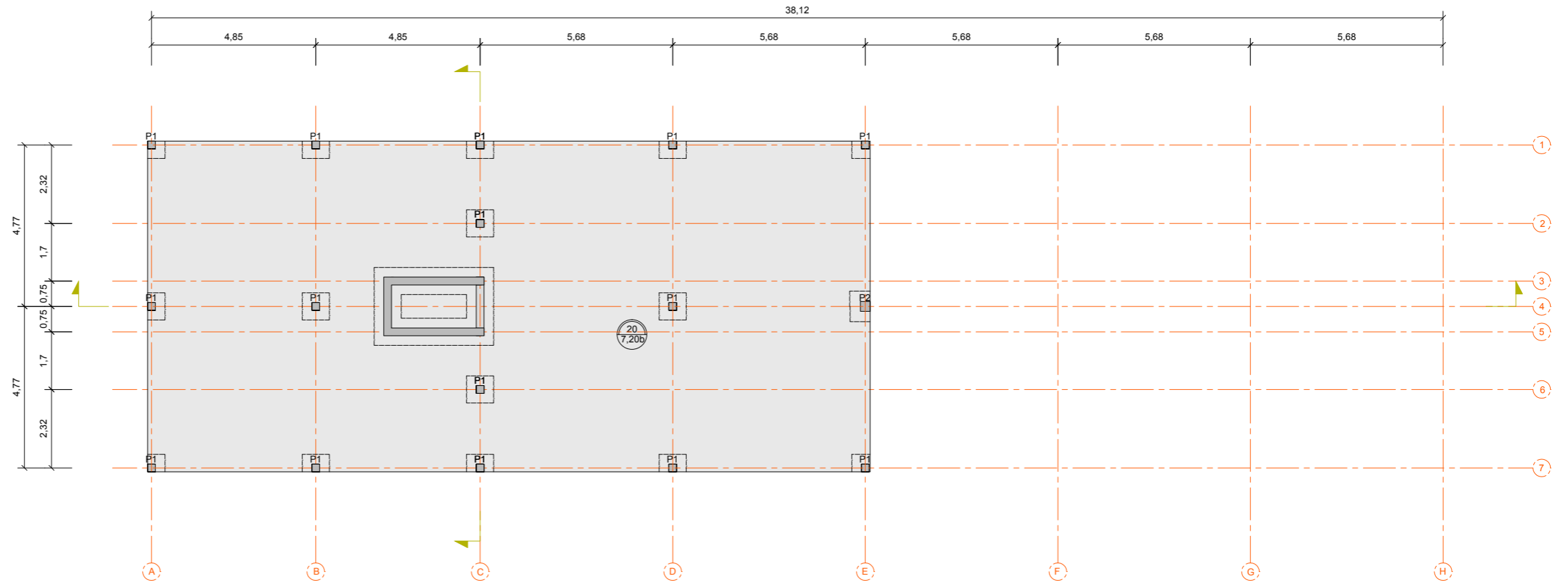
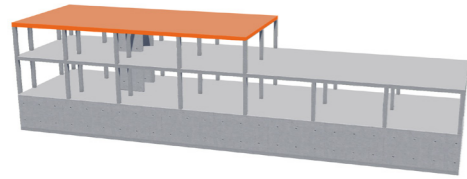
Valore finale della forza del vento per zona

A	-6011,796672	N
B	-12691,57075	N
C	-	N
D	64292,82552	N
E	-40183,01595	N
F	-3005,898336	N
G	-10854,63288	N
H	-46758,41856	N
I	16073,20638	N

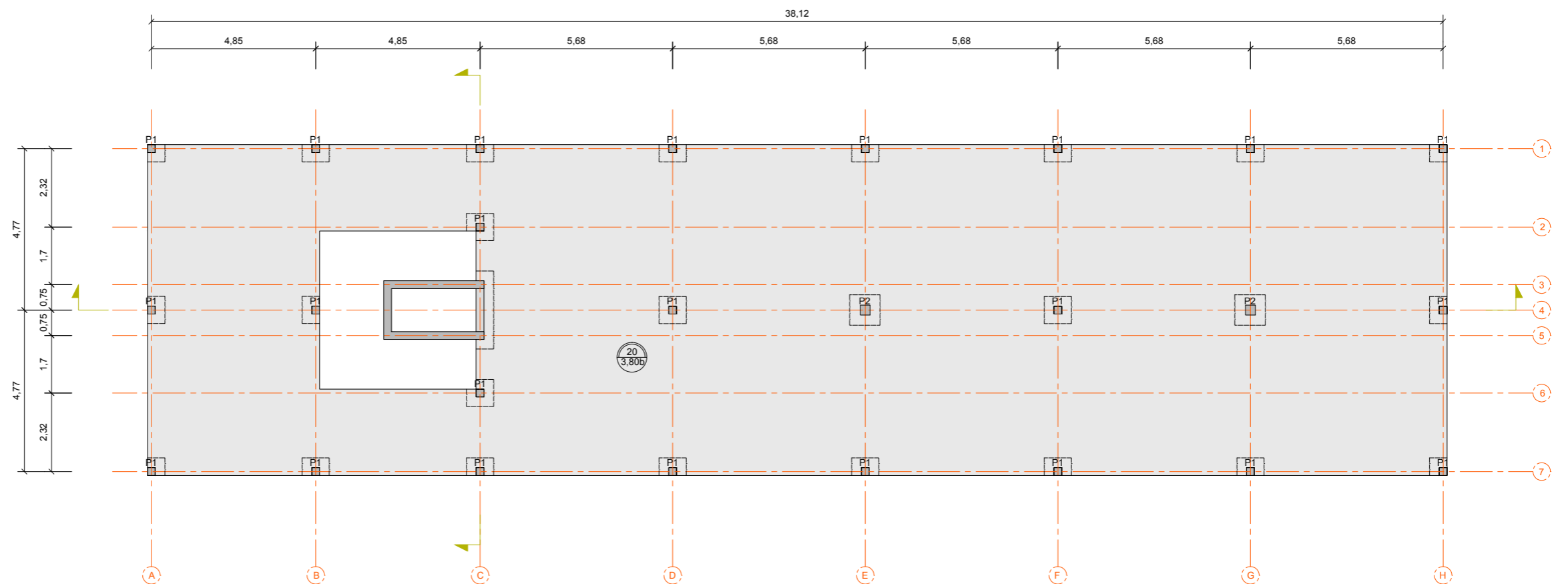
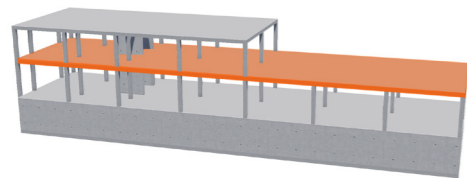




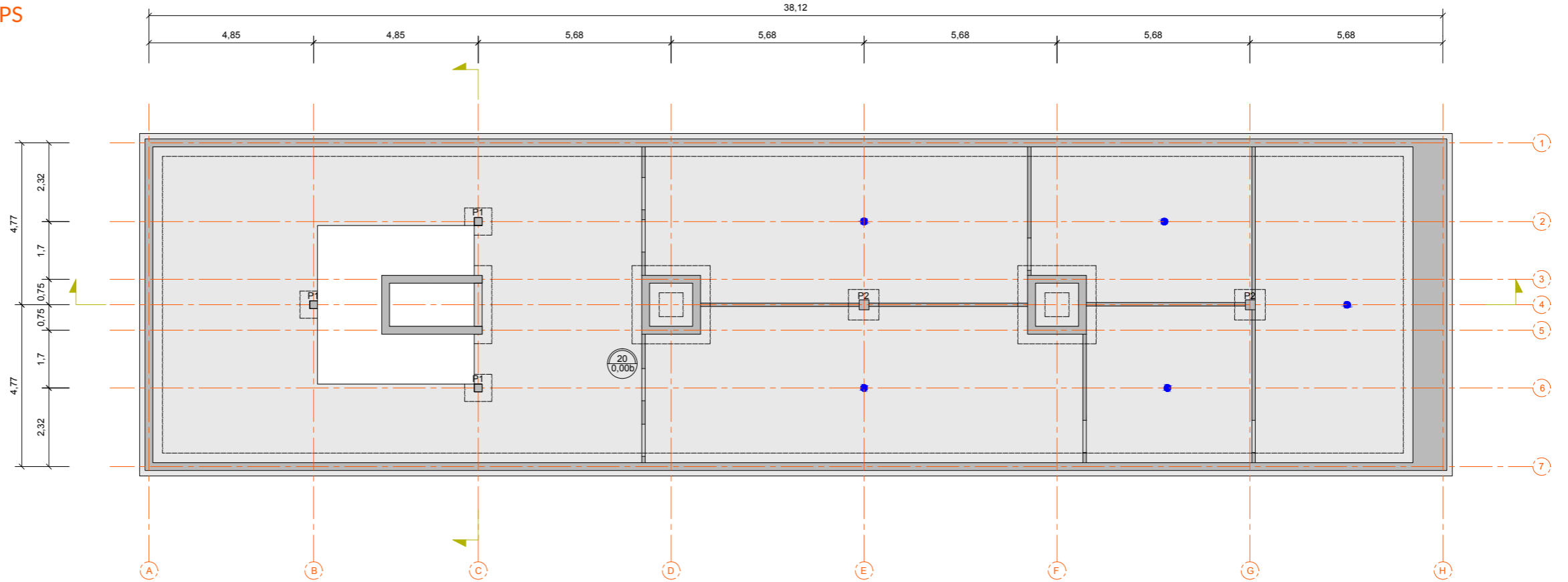
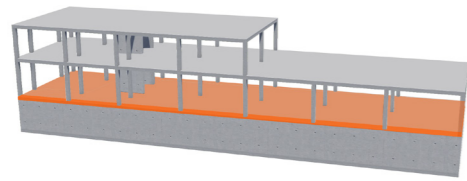
▷ Piano Strutturale del Piano Elevato PE



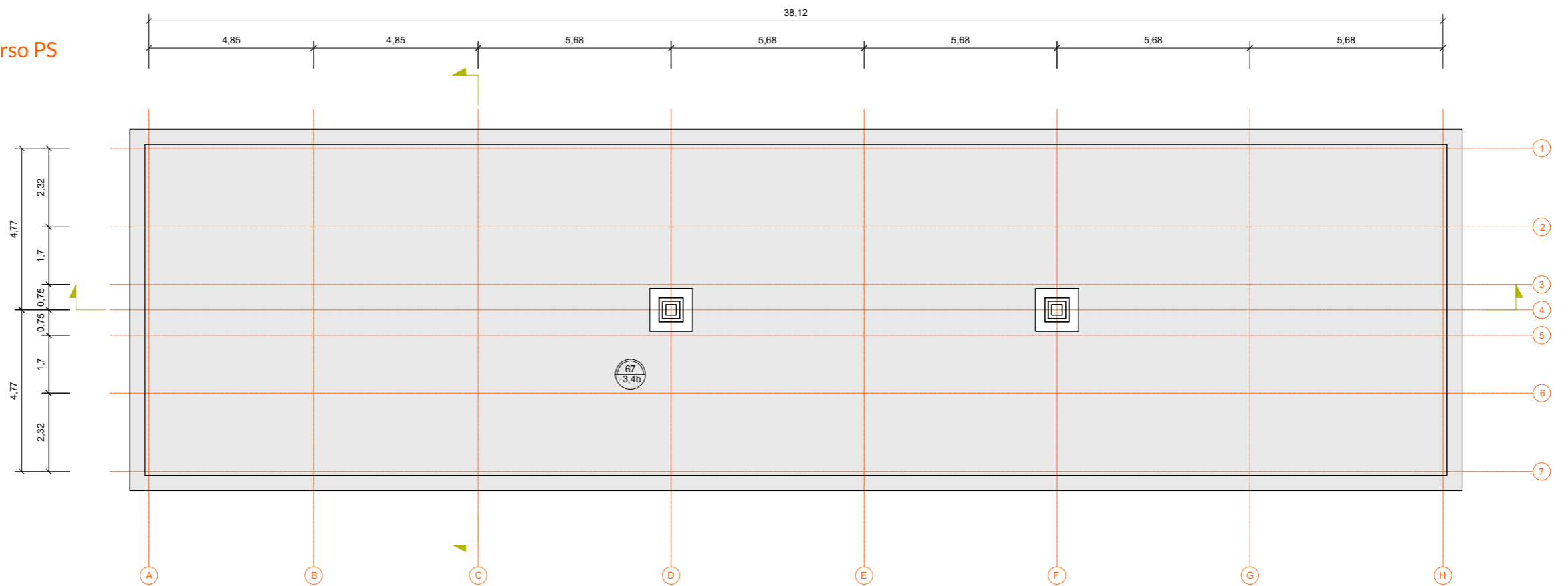
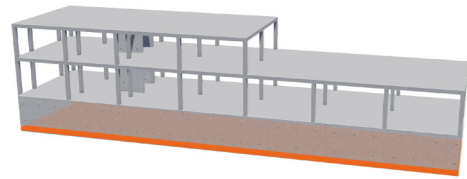
▷ Piano Strutturale del Piano Terra PT



▷ Piano Strutturale del Piano Sommerso PS



▷ Piano Strutturale sotto il Piano Sommerso PS



TAV. 12 Valutazione dei carichi applicati alla struttura

La pianta viene "tagliata" secondo una maglia che permette di raggruppare sullo stesso disegno i limiti delle zone d'influenza dei pilastri e i limiti di applicazione dei carichi. Questo ritaglio crea dunque tante piccole zone, di superfici diversi, a cui si può affettare valori adeguati di carico permanente, di carico variabile, e il nome del pilastro a cui si riferisce.

Una tabella permette poi di sommare i carichi applicati su ciascuna zona d'influenza, sul piano studiato e sui piani superiori (a seconda dei dati dei pilastri del piano superiore collocati nella zona d'influenza studiata).

Per ogni piano, le tabelle seguenti sono riportate:

1

		2.5	3.0	1.8	2.3	0.7	2.3	2.2	1.2	2.2	3.0	2.7	2.2	1.2	2.2	5.7	3.0	
		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
1.273	1'	3.2	3.9	2.3	2.9	0.8	2.9	2.9	1.5	2.9	3.8	3.5	2.9	1.5	2.9	7.2	3.8	
1.226	12	3.1	3.7	2.2	2.8	0.8	2.8	2.7	1.5	2.7	3.6	3.3	2.7	1.5	2.7	7.0	3.6	
0.047	14	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	
0.735	2'	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	2.0	1.6	0.9	1.6	4.2	2.2	
0.735	23	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	2.0	1.6	0.9	1.6	4.2	2.2	
0.23	3'	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	0.6	0.5	0.3	0.5	1.3	0.7	
0.635	3''	1.6	1.9	1.2	1.5	0.4	1.5	1.4	0.8	1.4	1.9	1.7	1.4	0.8	1.4	3.6	1.9	
0.635	26	1.6	1.9	1.2	1.5	0.4	1.5	1.4	0.8	1.4	1.9	1.7	1.4	0.8	1.4	3.6	1.9	
0.23	5'	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	0.6	0.5	0.3	0.5	1.3	0.7	
0.735	5''	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	2.0	1.6	0.9	1.6	4.2	2.2	
0.735	56	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	2.0	1.6	0.9	1.6	4.2	2.2	
0.047	6'	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	
1.226	47	3.1	3.7	2.2	2.8	0.8	2.8	2.7	1.5	2.7	3.6	3.3	2.7	1.5	2.7	7.0	3.6	
1.273	67	3.2	3.9	2.3	2.9	0.8	2.9	2.9	1.5	2.9	3.8	3.5	2.9	1.5	2.9	7.2	3.8	
	7'	At= 374.4																

Interasse (m) tra l'asse scritto sotto e l'asse immediatamente a destra.
Esempio: 3,4 m tra gli assi A' e AB.

Per ogni piccola zona individuata, viene riportata l'area della stessa.

2

		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
1'	PT-A1	PT-B1	PT-B1	PT-C1	PT-C1	PT-C1	PT-D1	PT-D1	PT-D1	PT-E1	PT-E1	PT-F1	PT-F1	PT-F1	PT-G1	PT-H1	PT-H1	
12	PT-A1	PT-B1	PT-B1	PT-C2	PT-C2	PT-C2	PT-D1	PT-D1	PT-D1	PT-E1	PT-E1	PT-F1	PT-F1	PT-F1	PT-G1	PT-H1	PT-H1	
14	PT-A4	PT-B4	PT-B1	PT-C2	PT-C2	PT-C2	PT-D4	PT-D4	PT-D4	PT-E4	PT-E4	PT-F4	PT-F4	PT-F4	PT-G4	PT-H4	PT-H4	
2'	PT-A4	PT-B4		PT-C2	PT-C2	PT-C2	PT-D4	PT-D4	PT-D4	PT-E4	PT-E4	PT-F4	PT-F4	PT-F4	PT-G4	PT-H4	PT-H4	
23	PT-A4	PT-B4		PT-C3	PT-C3	PT-C3	PT-D4	PT-D4	PT-D4	PT-E4	PT-E4	PT-F4	PT-F4	PT-F4	PT-G4	PT-H4	PT-H4	
3'	PT-A4	PT-B4		PT-C3	PT-C3	PT-C3	PT-D4	PT-D4	PT-D4	PT-E4	PT-E4	PT-F4	PT-F4	PT-F4	PT-G4	PT-H4	PT-H4	
3''	PT-A4	PT-B4		PT-C3	PT-C3	PT-C3	PT-D4	PT-D4	PT-D4	PT-E4	PT-E4	PT-F4	PT-F4	PT-F4	PT-G4	PT-H4	PT-H4	
26	PT-A4	PT-B4		PT-C5	PT-C5	PT-C5	PT-D4	PT-D4	PT-D4	PT-E4	PT-E4	PT-F4	PT-F4	PT-F4	PT-G4	PT-H4	PT-H4	
5'	PT-A4	PT-B4		PT-C5	PT-C5	PT-C5	PT-D4	PT-D4	PT-D4	PT-E4	PT-E4	PT-F4	PT-F4	PT-F4	PT-G4	PT-H4	PT-H4	
5''	PT-A4	PT-B4		PT-C5	PT-C5	PT-C5	PT-D4	PT-D4	PT-D4	PT-E4	PT-E4	PT-F4	PT-F4	PT-F4	PT-G4	PT-H4	PT-H4	
56	PT-A4	PT-B4		PT-C6	PT-C6	PT-C6	PT-D4	PT-D4	PT-D4	PT-E4	PT-E4	PT-F4	PT-F4	PT-F4	PT-G4	PT-H4	PT-H4	
6'	PT-A4	PT-B4	PT-B7	PT-C6	PT-C6	PT-C6	PT-D4	PT-D4	PT-D4	PT-E4	PT-E4	PT-F4	PT-F4	PT-F4	PT-G4	PT-H4	PT-H4	
47	PT-A7	PT-B7	PT-B7	PT-C6	PT-C6	PT-C6	PT-D7	PT-D7	PT-D7	PT-E7	PT-E7	PT-F7	PT-F7	PT-F7	PT-G7	PT-H7	PT-H7	
67	PT-A7	PT-B7	PT-B7	PT-C7	PT-C7	PT-C7	PT-D7	PT-D7	PT-D7	PT-E7	PT-E7	PT-F7	PT-F7	PT-F7	PT-G7	PT-H7	PT-H7	

Un'analisi geometrica permette di individuare, per ogni zona, il pilastro di collegamento (pilastro che sostiene l'area considerata e i carichi ad essa applicati).

PS = Piano Sommerso
PT = Piano Terra
PE = Piano Elevato
La lettera e il numero corrispondono alla griglia strutturale.

I buchi corrispondono ad una soluzione di continuità nel solaio considerato: vano scale, ascensore o riserva per i pilastri telescopici del piano sommerso.

3

Carichi permanenti G

	A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
1'	25.0	29.8	17.9	22.7	6.5	22.6	22.1	13.1	22.1	29.1	28.5	22.1	11.8	22.1	56.0	29.1	
12	24.1	28.7	17.3	21.9	6.3	21.7	21.3	12.6	21.3	28.0	27.5	21.3	11.4	21.3	53.9	28.1	
14	0.9	1.1	0.7	0.8	0.2	0.8	0.8	0.5	0.8	1.1	1.1	0.8	0.4	0.8	2.1	1.1	
2'	14.4	17.2			3.8	13.0	12.7	7.6	12.7	16.8	16.5	12.7	6.8	12.7	32.3	16.8	
23	14.4	17.2			3.8	13.0	12.7	7.6	12.7	16.8	16.5	12.7	6.8	12.7	32.3	16.8	
3'	4.5	5.4			1.2	4.1	4.0	2.4	4.0	5.3	5.2	4.0	2.1	4.0	10.1	5.3	
3''	12.5	14.9			3.3	11.3	11.0	6.5	11.0	14.5	14.2	11.0	5.9	11.0	27.9	14.5	
26	12.5	14.9			3.3	11.3	11.0	6.5	11.0	14.5	14.2	11.0	5.9	11.0	27.9	14.5	
5'	4.5	5.4			1.2	4.1	4.0	2.4	4.0	5.3	5.2	4.0	2.1	4.0	10.1	5.3	
5''	14.4	17.2			3.8	13.0	12.7	7.6	12.7	16.8	16.5	12.7	6.8	12.7	32.3	16.8	
56	14.4	17.2			3.8	13.0	12.7	7.6	12.7	16.8	16.5	12.7	6.8	12.7	32.3	16.8	
6'	0.9	1.1	0.7	0.8	0.2	0.8	0.8	0.5	0.8	1.1	1.1	0.8	0.4	0.8	2.1	1.1	
47	24.1	28.7	17.3	21.9	6.3	21.7	21.3	12.6	21.3	28.0	27.5	21.3	11.4	21.3	53.9	28.1	
67	25.0	29.8	17.9	22.7	6.5	22.6	22.1	13.1	22.1	29.1	28.5	22.1	11.8	22.1	56.0	29.1	
7'	G(0)= 7.7 kN/mq																
											G(1)= 0.8 kN/mq		Peso proprio della parete di vetro interna				
											G(2)= 0.5 kN/mq		Peso proprio della parete di vetro esterna				

Le celle mostrano il valore del carico applicato alla zona (in kN).
Ciascuna cella corrisponde ad una formula che moltiplica la superficie della zona con il valore di G superficiale (in kN/mq) ad essa applicato.
Esempio: 28,5 = 3,5.(7,7+0,5)

4

Carichi variabili Q

	A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
1'	8.1	9.6	5.8	7.4	2.1	7.3	7.1	3.8	7.1	9.4	9.8	8.1	4.3	8.1	20.5	10.7	
12	7.8	9.3	5.6	7.1	2.0	7.0	6.9	3.7	6.9	9.1	9.5	7.8	4.2	7.8	19.7	10.3	
14	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.8	0.4	
2'	4.7	5.6			1.2	4.2	4.1	2.2	4.1	5.4	5.7	4.7	2.5	4.7	11.8	6.2	
23	4.7	5.6			1.2	4.2	4.1	2.2	4.1	5.4	5.7	4.7	2.5	4.7	11.8	6.2	
3'	1.5	1.7			0.4	1.3	1.3	0.7	1.3	1.7	1.8	1.5	0.8	1.5	3.7	1.9	
3''	4.0	4.8			1.1	3.6	3.6	1.9	3.6	4.7	4.9	4.0	2.2	4.0	10.2	5.3	
26	4.0	4.8			1.1	3.6	3.6	1.9	3.6	4.7	4.9	4.0	2.2	4.0	10.2	5.3	
5'	1.5	1.7			0.4	1.3	1.3	0.7	1.3	1.7	1.8	1.5	0.8	1.5	3.7	1.9	
5''	4.7	5.6			1.2	4.2	4.1	2.2	4.1	5.4	5.7	4.7	2.5	4.7	11.8	6.2	
56	4.7	5.6			1.2	4.2	4.1	2.2	4.1	5.4	5.7	4.7	2.5	4.7	11.8	6.2	
6'	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.8	0.4	
47	7.8	9.3	5.6	7.1	2.0	7.0	6.9	3.7	6.9	9.1	9.5	7.8	4.2	7.8	19.7	10.3	
67	8.1	9.6	5.8	7.4	2.1	7.3	7.1	3.8	7.1	9.4	9.8	8.1	4.3	8.1	20.5	10.7	
7'	E1= 7.5 kN/mq Spazi di stoccaggio																
											H= 0.8 kN/mq		Coperture accessibile solo per manutenzione				
											C1= 2.5 kN/mq		Spazi di incontro sociale con t:				
											V= 0.0 kN/mq		Carichi di vento				
											I= 2.5 kN/mq		Coperture accessibile con stessa destinazione d'uso (C1)				
											N= 0.3 kN/mq		Carichi di neve				

Le celle mostrano il valore del carico applicato alla zona (in kN).
Ciascuna cella corrisponde ad una formula che moltiplica la superficie della zona con il valore di Q superficiale (in kN/mq) ad essa applicato.
Esempio: 9,8 = 3,5.(2,5+0,3+0,04)

5

CARICHI PIANO TERRA

ZI	Area totale	Piano Terra			Piane Elevato			TOTALE
		G (kN)	Q (kN)	ELU (kN)	Nome Pilastro	ELU (kN)	Peso pil. (kN)	
PT-A1	6.35	49.09	15.87	90.07	PE-A1	95.37	7.73	195.87
PT-A4	12.10	93.58	30.25	171.71	PE-A4	182.21	7.73	364.

		2.5	3.0	1.8	2.3	0.7	2.3	2.2	1.2	2.2	3.0	2.7	2.2	1.2	2.2	5.7	3.0	
		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
Superfici unitarie (mq)	1.273	1'	3.2	3.9	2.3	2.9	0.8	2.9	2.9	1.5	2.9	3.8	-	-	-	-	-	-
	1.226	12	3.1	3.7	2.2	2.8	0.8	2.8	2.7	1.5	2.7	3.6	-	-	-	-	-	-
	0.047	14	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-
	0.735	2'	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	-	-	-	-	-	-
	0.735	23	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	-	-	-	-	-	-
	0.23	3'	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	-	-	-	-	-	-
	0.635	3''	1.6	1.9	1.2	1.5	0.4	1.5	1.4	0.8	1.4	1.9	-	-	-	-	-	-
	0.635	26	1.6	1.9	1.2	1.5	0.4	1.5	1.4	0.8	1.4	1.9	-	-	-	-	-	-
	0.23	5'	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	-	-	-	-	-	-
	0.735	5''	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	-	-	-	-	-	-
	0.735	56	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	-	-	-	-	-	-
	0.047	6'	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-
	1.226	47	3.1	3.7	2.2	2.8	0.8	2.8	2.7	1.5	2.7	3.6	-	-	-	-	-	-
	1.273	67	3.2	3.9	2.3	2.9	0.8	2.9	2.9	1.5	2.9	3.8	-	-	-	-	-	-
	7'	At=	207.9															

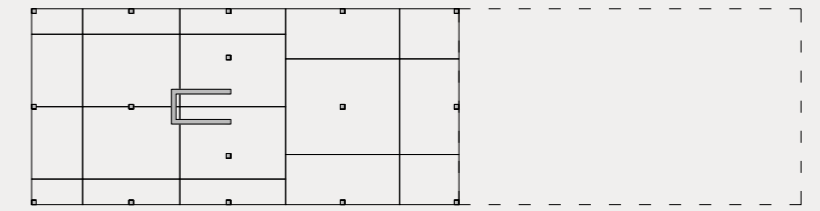
		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
Zona d'influenza (pilastro)	1'	PE-A1	PE-B1	PE-B1	PE-C1	PE-C1	PE-C1	PE-D1	PE-D1	PE-D1	PE-E1	-	-	-	-	-	-	-
	12	PE-A1	PE-B1	PE-B1	PE-C2	PE-C2	PE-C2	PE-D1	PE-D1	PE-D1	PE-E1	-	-	-	-	-	-	-
	14	PE-A4	PE-B4	PE-B4	PE-C2	PE-C2	PE-C2	PE-D4	PE-D4	PE-D4	PE-E4	-	-	-	-	-	-	-
	2'	PE-A4	PE-B4	PE-B4	PE-C2	PE-C2	PE-C2	PE-D4	PE-D4	PE-D4	PE-E4	-	-	-	-	-	-	-
	23	PE-A4	PE-B4	PE-B4	PE-C2	PE-C2	PE-C2	PE-D4	PE-D4	PE-D4	PE-E4	-	-	-	-	-	-	-
	3'	PE-A4	PE-B4	PE-B4	PE-C2	PE-C2	PE-C2	PE-D4	PE-D4	PE-D4	PE-E4	-	-	-	-	-	-	-
	3''	PE-A4	PE-B4	PE-B4	PE-C2	PE-C2	PE-C2	PE-D4	PE-D4	PE-D4	PE-E4	-	-	-	-	-	-	-
	26	PE-A4	PE-B4	PE-B4	PE-C6	PE-C6	PE-C6	PE-D4	PE-D4	PE-D4	PE-E4	-	-	-	-	-	-	-
	5'	PE-A4	PE-B4	PE-B4	PE-C6	PE-C6	PE-C6	PE-D4	PE-D4	PE-D4	PE-E4	-	-	-	-	-	-	-
	5''	PE-A4	PE-B4	PE-B4	PE-C6	PE-C6	PE-C6	PE-D4	PE-D4	PE-D4	PE-E4	-	-	-	-	-	-	-
	56	PE-A4	PE-B4	PE-B4	PE-C6	PE-C6	PE-C6	PE-D4	PE-D4	PE-D4	PE-E4	-	-	-	-	-	-	-
	6'	PE-A4	PE-B4	PE-B4	PE-C6	PE-C6	PE-C6	PE-D4	PE-D4	PE-D4	PE-E4	-	-	-	-	-	-	-
	47	PE-A7	PE-B7	PE-B7	PE-C6	PE-C6	PE-C6	PE-D7	PE-D7	PE-D7	PE-E7	-	-	-	-	-	-	-
	67	PE-A7	PE-B7	PE-B7	PE-C7	PE-C7	PE-C7	PE-D7	PE-D7	PE-D7	PE-E7	-	-	-	-	-	-	-
7'																		

		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
Carichi permanenti G	1'	34.9	41.6	25.0	31.7	9.1	31.5	30.8	16.5	30.8	40.6	-	-	-	-	-	-	-
	12	33.6	40.1	24.1	30.6	8.8	30.3	29.7	15.9	29.7	39.1	-	-	-	-	-	-	-
	14	1.3	1.5	0.9	1.2	0.3	1.2	1.1	0.6	1.1	1.5	-	-	-	-	-	-	-
	2'	20.2	24.0	14.4	18.3	5.3	18.2	17.8	9.5	17.8	23.5	-	-	-	-	-	-	-
	23	20.2	24.0	14.4	18.3	5.3	18.2	17.8	9.5	17.8	23.5	-	-	-	-	-	-	-
	3'	6.3	7.5	4.5	5.7	1.7	5.7	5.6	3.0	5.6	7.3	-	-	-	-	-	-	-
	3''	17.4	20.8	12.5	15.8	4.6	15.7	15.4	8.2	15.4	20.3	-	-	-	-	-	-	-
	26	17.4	20.8	12.5	15.8	4.6	15.7	15.4	8.2	15.4	20.3	-	-	-	-	-	-	-
	5'	6.3	7.5	4.5	5.7	1.7	5.7	5.6	3.0	5.6	7.3	-	-	-	-	-	-	-
	5''	20.2	24.0	14.4	18.3	5.3	18.2	17.8	9.5	17.8	23.5	-	-	-	-	-	-	-
	56	20.2	24.0	14.4	18.3	5.3	18.2	17.8	9.5	17.8	23.5	-	-	-	-	-	-	-
	6'	1.3	1.5	0.9	1.2	0.3	1.2	1.1	0.6	1.1	1.5	-	-	-	-	-	-	-
	47	33.6	40.1	24.1	30.6	8.8	30.3	29.7	15.9	29.7	39.1	-	-	-	-	-	-	-
	67	34.9	41.6	25.0	31.7	9.1	31.5	30.8	16.5	30.8	40.6	-	-	-	-	-	-	-
7'	G(0)⇒	10.8 kN/mq																

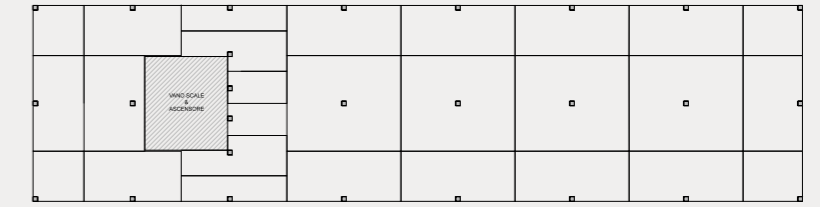
		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
Carichi variabili Q	1'	1.0	1.2	0.7	0.9	0.3	0.9	0.9	0.5	0.9	1.1	-	-	-	-	-	-	-
	12	0.9	1.1	0.7	0.9	0.3	0.9	0.8	0.5	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-
	14	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-
	2'	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	-	-	-	-	-	-	-
	23	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	-	-	-	-	-	-	-
	3'	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-
	3''	0.5	0.6	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.6	-	-	-	-	-	-	-
	26	0.5	0.6	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.6	-	-	-	-	-	-	-
	5'	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-
	5''	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	-	-	-	-	-	-	-
	56	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	-	-	-	-	-	-	-
	6'	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-
	47	0.9	1.1	0.7	0.9	0.3	0.9	0.8	0.5	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-
	67	1.0	1.2	0.7	0.9	0.3	0.9	0.9	0.5	0.9	1.1	-	-	-	-	-	-	-

Rappresentazione geometrica delle zone d'influenza e dei pilastri a cui si riferiscono.

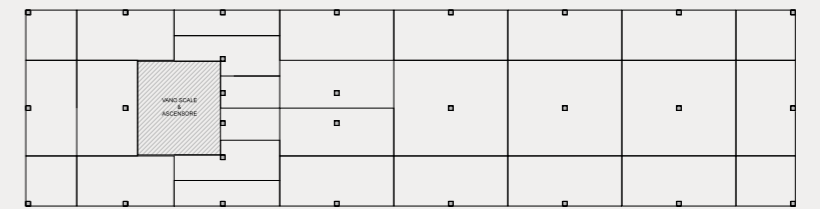
Piano Elevato



Piano Terra



Piano Sommerso



CARICHI PIANO ELEVATO

ZI	Area totale	Piano Elevato			TOTALE
		G (kN)	Q (kN)	ELU (kN)	Carico totale
PE-A1	6.35	68.52	1.91	95.37	95.37
PE-A4	12.10	130.62	3.91	182.21	182.21
PE-A7	6.35	68.52	1.91	95.37	95.37
PE-B1	12.12	130.83	3.66	182.12	182.12
PE-B4	23.11	249.41	7.51	347.98	347.98
PE-B7	12.12	130.83	3.66	182.12	182.12
PE-C1	6.70	72.38	2.06	100.80	100.80
PE-C2	19.00	205.13	6.25	286.30	286.30
PE-C6	19.00	205.13	6.25	286.30	286.30
PE-C7	6.70	72.38	2.06	100.80	100.80
PE-D1	14.20	153.33	4.35	213.52	213.52
PE-D4	27.08	292.30	9.09	408.24	408.24
PE-D7	14.20	153.33	4.35	213.52	213.52
PE-E1	7.39	79.77	2.21	111.01	111.01
PE-E4	14.09	152.06	4.49	212.02	212.02

CARICHI PIANO TERRA

		2.5	3.0	1.8	2.3	0.7	2.3	2.2	1.2	2.2	3.0	2.7	2.2	1.2	2.2	5.7	3.0	
		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
Superfici unitarie (mq)	1.273	1'	3.2	3.9	2.3	2.9	0.8	2.9	2.9	1.5	2.9	3.8	3.5	2.9	1.5	2.9	7.2	3.8
	1.226	12	3.1	3.7	2.2	2.8	0.8	2.8	2.7	1.5	2.7	3.6	3.3	2.7	1.5	2.7	7.0	3.6
	0.047	14	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	
	0.735	2'	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	2.0	1.6	0.9	1.6	4.2	2.2
	0.735	23	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	2.0	1.6	0.9	1.6	4.2	2.2
	0.23	3'	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	0.6	0.5	0.3	0.5	1.3	0.7
	0.635	3''	1.6	1.9	1.2	1.5	0.4	1.5	1.4	0.8	1.4	1.9	1.7	1.4	0.8	1.4	3.6	1.9
	0.635	26	1.6	1.9	1.2	1.5	0.4	1.5	1.4	0.8	1.4	1.9	1.7	1.4	0.8	1.4	3.6	1.9
	0.23	5'	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	0.6	0.5	0.3	0.5	1.3	0.7
	0.735	5''	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	2.0	1.6	0.9	1.6	4.2	2.2
	0.735	56	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	2.0	1.6	0.9	1.6	4.2	2.2
	0.047	6'	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1
	1.226	47	3.1	3.7	2.2	2.8	0.8	2.8	2.7	1.5	2.7	3.6	3.3	2.7	1.5	2.7	7.0	3.6
	1.273	67	3.2	3.9	2.3	2.9	0.8	2.9	2.9	1.5	2.9	3.8	3.5	2.9	1.5	2.9	7.2	3.8
	7'	At=		374.4														

		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
Zona d'influenza (pilastro)	1'	PS-A1	PS-B1	PS-B1	PS-C1	PS-C1	PS-C1	PS-D1	PS-D1	PS-D1	PS-E1	PS-E1	PS-F1	PS-F1	PS-F1	PS-G1	PS-H1	
	12	PS-A1	PS-B1	PS-B1	PS-C2	PS-C2	PS-C2	PS-D1	PS-D1	PS-D1	PS-E1	PS-E1	PS-F1	PS-F1	PS-F1	PS-G1	PS-H1	
	14	PS-A4	PS-B4	PS-B1	PS-C2	PS-C2	PS-C2	PS-D3	PS-D3	PS-D3	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	2'	PS-A4	PS-B4		PS-C2	PS-C2	PS-C2	PS-D3	PS-D3	PS-D3	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	23	PS-A4	PS-B4		PS-C3	PS-C3	PS-C3	PS-D3	PS-D3	PS-D3	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	3'	PS-A4	PS-B4		PS-C3	PS-C3	PS-C3	PS-D3	PS-D3	PS-D3	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	3''	PS-A4	PS-B4		PS-C3	PS-C3	PS-C3	PS-D3	PS-D3	PS-D3	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	26	PS-A4	PS-B4		PS-C5	PS-C5	PS-C5	PS-D5	PS-D5	PS-D5	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	5'	PS-A4	PS-B4		PS-C5	PS-C5	PS-C5	PS-D5	PS-D5	PS-D5	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	5''	PS-A4	PS-B4		PS-C5	PS-C5	PS-C5	PS-D5	PS-D5	PS-D5	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	56	PS-A4	PS-B4		PS-C6	PS-C6	PS-C6	PS-D5	PS-D5	PS-D5	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	6'	PS-A4	PS-B4	PS-B7	PS-C6	PS-C6	PS-C6	PS-D5	PS-D5	PS-D5	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	47	PS-A7	PS-B7	PS-B7	PS-C6	PS-C6	PS-C6	PS-D7	PS-D7	PS-D7	PS-E7	PS-E7	PS-F7	PS-F7	PS-F7	PS-G7	PS-H7	
	67	PS-A7	PS-B7	PS-B7	PS-C7	PS-C7	PS-C7	PS-D7	PS-D7	PS-D7	PS-E7	PS-E7	PS-F7	PS-F7	PS-F7	PS-G7	PS-H7	
7'																		

		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
Carichi permanenti G	1'	150.3	173.6	104.3	132.4	38.1	131.3	128.5	68.8	128.5	169.4	150.3	123.5	66.1	123.5	313.2	165.1	
	12	135.6	156.3	93.9	119.1	34.3	118.2	115.6	61.9	115.6	152.5	140.6	115.6	11.4	21.3	293.2	154.6	
	14	5.2	6.0	3.6	4.6	1.3	4.5	4.4	2.4	4.4	5.8	5.4	4.4	0.4	0.8	11.2	5.9	
	2'	81.3	93.7			20.6	70.9	69.3	37.1	69.3	91.4	84.3	69.3	6.8	12.7	175.8	92.7	
	23	81.3	93.7			20.6	70.9	69.3	37.1	69.3	91.4	84.3	69.3	6.8	12.7	175.8	92.7	
	3'	25.4	29.3			6.4	22.2	21.7	11.6	21.7	28.6	26.4	21.7	2.1	4.0	55.0	29.0	
	3''	70.2	80.9			17.8	61.2	59.9	32.1	59.9	79.0	72.8	59.9	5.9	11.0	151.8	80.1	
	26	70.2	80.9			17.8	61.2	59.9	32.1	59.9	79.0	72.8	59.9	5.9	11.0	151.8	80.1	
	5'	25.4	29.3			6.4	22.2	21.7	11.6	21.7	28.6	26.4	21.7	2.1	4.0	55.0	29.0	
	5''	81.3	93.7			20.6	70.9	69.3	37.1	69.3	91.4	84.3	69.3	6.8	12.7	175.8	92.7	
	56	81.3	93.7			20.6	70.9	69.3	37.1	69.3	91.4	84.3	69.3	6.8	12.7	175.8	92.7	
	6'	5.2	6.0	3.6	4.6	1.3	4.5	4.4	2.4	4.4	5.8	5.4	4.4	0.4	0.8	11.2	5.9	
	47	135.6	156.3	93.9	119.1	34.3	118.2	115.6	61.9	115.6	152.5	140.6	115.6	11.4	21.3	293.2	154.6	
	67	150.3	173.6	104.3	132.4	38.1	131.3	128.5	68.8	128.5	169.4	150.3	123.5	66.1	123.5	313.2	165.1	
7'	G(0)=		7.7 kN/mq						Ph=		34.3 kN/mq		Pressione idrostatica di compressione					
	G(1)=		2.9		1.5		G(2)=		1.2		G(3)=		0.5 Pesì propri delle pareti di vetro					

		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
Carichi variabili Q	1'	8.1	9.6	5.8	7.4	2.1	7.3	7.1	3.8	7.1	9.4	8.7	7.1	3.8	7.1	18.1	9.4	
	12	7.8	9.3	5.6	7.1	2.0	7.0	6.9	3.7	6.9	9.1	8.4	6.9	3.7	6.9	17.4	9.1	
	14	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.3	0.7	0.3	
	2'	4.7	5.6			1.2	4.2	4.1	2.2	4.1	5.4	5.0	4.1	2.2	4.1	10.4	5.4	
	23	4.7	5.6			1.2	4.2	4.1	2.2	4.1	5.4	5.0	4.1	2.2	4.1	10.4	5.4	
	3'	1.5	1.7			0.4	1.3	1.3	0.7	1.3	1.7	1.6	1.3	0.7	1.3	3.3	1.7	
	3''	4.0	4.8			1.1	3.6	3.6	1.9	3.6	4.7	4.3	3.6	1.9	3.6	9.0	4.7	
	26	4.0	4.8			1.1	3.6	3.6	1.9	3.6	4.7	4.3	3.6	1.9	3.6	9.0	4.7	
	5'	1.5	1.7			0.4	1.3	1.3	0.7	1.3	1.7	1.6	1.3	0.7	1.3	3.3	1.7	
	5''	4.7	5.6			1.2	4.2	4.1	2.2	4.1	5.4	5.0	4.1	2.2	4.1	10.4	5.4	
	56	4.7	5.6			1.2	4.2	4.1	2.2	4.1	5.4	5.0	4.1	2.2	4.1	10.4	5.4	
	6'	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.3	0.7	0.3	
	47	7.8	9.3	5.6	7.1	2.0	7.0	6.9	3.7	6.9	9.1	8.4	6.9	3.7	6.9	17.4	9.1	
	67	8.1	9.6	5.8	7.4	2.1	7.3	7.1	3.8	7.1	9.4	8.7	7.1	3.8	7.1	18.1	9.4	
7'	E1=		7.5 kN/mq				H=		0.8 kN/mq		Coperture accessibile solo per manutenzione							
	G1=		2.5 kN/mq				L=		2.5 kN/mq		Coperture accessibile con targa d'attestazione dura (C1)							

ZI	Area totale	Piano Terra			Piane Elevato			TOTALE
		G (kN)	Q (kN)	ELU (kN)	Nome Pilastro	ELU (kN)	Peso pil. (kN)	Carico totale
PT-A1	6.35	49.09	15.87	90.07	PE-A1	95.37	7.73	195.87
PT-A4	12.10	93.58	30.25	171.71	PE-A4	182.21	7.73	364.35
PT-A7	6.35	49.09	15.87	90.07	PE-A7	95.37	7.73	195.87
PT-B1	12.21	94.40	30.51	173.21	PE-B1	182.12	7.73	365.75
PT-B4	14.43	111.64	36.09	204.84	PE-B4	347.98	7.73	563.25
PT-B7	12.21	94.40	30.51	173.21	PE-B7	182.12	7.73	365.75
PT-C1	6.70	51.85	16.76	95.15	PE-C1	100.80	7.73	206.37
PT-C2	8.88	68.66	22.20	125.99	PE-C2	286.30	7.73	422.71
PT-C3	4.73	36.59	11.83	67.14	PE-C3	0.00	0.00	67.14
PT-C5	4.73	36.59	11.83	67.14	PE-C5	0.00	0.00	67.14
PT-C6	8.88	68.66	22.20	125.99	PE-C6	286.30	7.73	422.71
PT-C7	6.70	51.85	16.76	95.15	PE-C7	100.80	7.73	206.37
PT-D1	14.20	112.36	35.51	204.95	PE-D1	213.52	7.73	428.89
PT-D4	27.08	214.19	67.70	390.70	PE-D4	408.24	7.73	809.37
PT-D7	14.20	112.36	35.51	204.95	PE-D7	213.52	7.73	428.89
PT-E1	14.20	113.13	37.77	209.37	PE-E1	111.01	7.73	330.81
PT-E4	27.08	215.66	72.00	399.14	PE-E4	212.02	7.73	621.59
PT-E7	14.20	113.13	37.77	209.37	PE-E7	111.01	7.73	330.81
PT-F1	14.20	109.85	40.21	208.62	PE-F1	0.00	0.00	208.62
PT-F4	27.08	209.42	76.66	397.70	PE-F4	0.00	0.00	397.70
PT-F7	14.20	109.85	40.21	208.62	PE-F7	0.00	0.00	208.62
PT-G1	14.20	109.85	40.21	208.62	PE-G1	0.00	0.00	208.62
PT-G4	27.08	209.42	76.66	397.70	PE-G4	0.00	0.00	397.70

CARICHI PIANO SOMMERSO

		2.5	3.0	1.8	2.3	0.7	2.3	2.2	1.2	2.2	3.0	2.7	2.2	1.2	2.2	5.7	3.0	
		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
Superfici unitarie (mq)	1.273	1'	3.2	3.9	2.3	2.9	0.8	2.9	2.9	1.5	2.9	3.8	3.5	2.9	1.5	2.9	7.2	3.8
	1.226	12	3.1	3.7	2.2	2.8	0.8	2.8	2.7	1.5	2.7	3.6	3.3	2.7	1.5	2.7	7.0	3.6
	0.047	14	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	
	0.735	2'	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	2.0	1.6	0.9	1.6	4.2	2.2
	0.735	23	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	2.0	1.6	0.9	1.6	4.2	2.2
	0.23	3'	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	0.6	0.5	0.3	0.5	1.3	0.7
	0.635	3''	1.6	1.9	1.2	1.5	0.4	1.5	1.4	0.8	1.4	1.9	1.7	1.4	0.8	1.4	3.6	1.9
	0.635	26	1.6	1.9	1.2	1.5	0.4	1.5	1.4	0.8	1.4	1.9	1.7	1.4	0.8	1.4	3.6	1.9
	0.23	5'	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	0.6	0.5	0.3	0.5	1.3	0.7
	0.735	5''	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	2.0	1.6	0.9	1.6	4.2	2.2
	0.735	56	1.9	2.2	1.3	1.7	0.5	1.7	1.6	0.9	1.6	2.2	2.0	1.6	0.9	1.6	4.2	2.2
	0.047	6'	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1
	1.226	47	3.1	3.7	2.2	2.8	0.8	2.8	2.7	1.5	2.7	3.6	3.3	2.7	1.5	2.7	7.0	3.6
	1.273	67	3.2	3.9	2.3	2.9	0.8	2.9	2.9	1.5	2.9	3.8	3.5	2.9	1.5	2.9	7.2	3.8
	7	At=		374.4														

		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
Zona d'influenza (pilastro)	1'	PS-A1	PS-B1	PS-B1	PS-C1	PS-C1	PS-C1	PS-D1	PS-D1	PS-D1	PS-E1	PS-E1	PS-F1	PS-F1	PS-F1	PS-G1	PS-H1	
	12	PS-A1	PS-B1	PS-B1	PS-C2	PS-C2	PS-C2	PS-D1	PS-D1	PS-D1	PS-E1	PS-E1	PS-F1	PS-F1	PS-F1	PS-G1	PS-H1	
	14	PS-A4	PS-B4	PS-B1	PS-C2	PS-C2	PS-C2	PS-D3	PS-D3	PS-D3	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	2'	PS-A4	PS-B4		PS-C2	PS-C2	PS-C2	PS-D3	PS-D3	PS-D3	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	23	PS-A4	PS-B4		PS-C3	PS-C3	PS-C3	PS-D3	PS-D3	PS-D3	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	3'	PS-A4	PS-B4		PS-C3	PS-C3	PS-C3	PS-D3	PS-D3	PS-D3	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	3''	PS-A4	PS-B4		PS-C3	PS-C3	PS-C3	PS-D3	PS-D3	PS-D3	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	26	PS-A4	PS-B4		PS-C5	PS-C5	PS-C5	PS-D5	PS-D5	PS-D5	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	5'	PS-A4	PS-B4		PS-C5	PS-C5	PS-C5	PS-D5	PS-D5	PS-D5	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	5''	PS-A4	PS-B4		PS-C5	PS-C5	PS-C5	PS-D5	PS-D5	PS-D5	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	56	PS-A4	PS-B4		PS-C6	PS-C6	PS-C6	PS-D5	PS-D5	PS-D5	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	6'	PS-A4	PS-B4	PS-B7	PS-C6	PS-C6	PS-C6	PS-D5	PS-D5	PS-D5	PS-E4	PS-E4	PS-F4	PS-F4	PS-F4	PS-G4	PS-H4	
	47	PS-A7	PS-B7	PS-B7	PS-C6	PS-C6	PS-C6	PS-D7	PS-D7	PS-D7	PS-E7	PS-E7	PS-F7	PS-F7	PS-F7	PS-G7	PS-H7	
	67	PS-A7	PS-B7	PS-B7	PS-C7	PS-C7	PS-C7	PS-D7	PS-D7	PS-D7	PS-E7	PS-E7	PS-F7	PS-F7	PS-F7	PS-G7	PS-H7	
	7																	

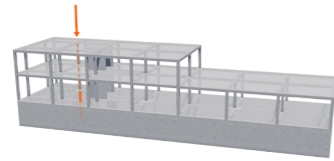
		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
Carichi permanenti G	1'	150.3	173.6	104.3	132.4	38.1	131.3	128.5	68.8	128.5	169.4	150.3	123.5	66.1	123.5	313.2	165.1	
	12	135.6	156.3	93.9	119.1	34.3	118.2	115.6	61.9	115.6	152.5	140.6	115.6	11.4	21.3	293.2	154.6	
	14	5.2	6.0	3.6	4.6	1.3	4.5	4.4	2.4	4.4	5.8	5.4	4.4	0.4	0.8	11.2	5.9	
	2'	81.3	93.7			20.6	70.9	69.3	37.1	69.3	91.4	84.3	69.3	6.8	12.7	175.8	92.7	
	23	81.3	93.7			20.6	70.9	69.3	37.1	69.3	91.4	84.3	69.3	6.8	12.7	175.8	92.7	
	3'	25.4	29.3			6.4	22.2	21.7	11.6	21.7	28.6	26.4	21.7	2.1	4.0	55.0	29.0	
	3''	70.2	80.9			17.8	61.2	59.9	32.1	59.9	79.0	72.8	59.9	5.9	11.0	151.8	80.1	
	26	70.2	80.9			17.8	61.2	59.9	32.1	59.9	79.0	72.8	59.9	5.9	11.0	151.8	80.1	
	5'	25.4	29.3			6.4	22.2	21.7	11.6	21.7	28.6	26.4	21.7	2.1	4.0	55.0	29.0	
	5''	81.3	93.7			20.6	70.9	69.3	37.1	69.3	91.4	84.3	69.3	6.8	12.7	175.8	92.7	
	56	81.3	93.7			20.6	70.9	69.3	37.1	69.3	91.4	84.3	69.3	6.8	12.7	175.8	92.7	
	6'	5.2	6.0	3.6	4.6	1.3	4.5	4.4	2.4	4.4	5.8	5.4	4.4	0.4	0.8	11.2	5.9	
	47	135.6	156.3	93.9	119.1	34.3	118.2	115.6	61.9	115.6	152.5	140.6	115.6	11.4	21.3	293.2	154.6	
	67	150.3	173.6	104.3	132.4	38.1	131.3	128.5	68.8	128.5	169.4	150.3	123.5	66.1	123.5	313.2	165.1	
	7	G(0)= 7.7 kN/mq																
		G(1)= 2.9		1.5		G(2)= 1.2		G(3)= 0.5		Ph= 34.3 kN/mq Pressione idrostatica di compressione								
		Pesi propri delle pareti di vetro																

		A'	AB	B'	BC	C'	C''	CD	D'	D''	DE	E'	EF	F'	F''	FG	GH	H'
Carichi variabili Q	1'	8.1	9.6	5.8	7.4	2.1	7.3	7.1	3.8	7.1	9.4	8.7	7.1	3.8	7.1	18.1	9.4	
	12	7.8	9.3	5.6	7.1	2.0	7.0	6.9	3.7	6.9	9.1	8.4	6.9	3.7	6.9	17.4	9.1	
	14	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.3	0.7	0.3	
	2'	4.7	5.6			1.2	4.2	4.1	2.2	4.1	5.4	5.0	4.1	2.2	4.1	10.4	5.4	
	23	4.7	5.6			1.2	4.2	4.1	2.2	4.1	5.4	5.0	4.1	2.2	4.1	10.4	5.4	
	3'	1.5	1.7			0.4	1.3	1.3	0.7	1.3	1.7	1.6	1.3	0.7	1.3	3.3	1.7	
	3''	4.0	4.8			1.1	3.6	3.6	1.9	3.6	4.7	4.3	3.6	1.9	3.6	9.0	4.7	
	26	4.0	4.8			1.1	3.6	3.6	1.9	3.6	4.7	4.3	3.6	1.9	3.6	9.0	4.7	
	5'	1.5	1.7			0.4	1.3	1.3	0.7	1.3	1.7	1.6	1.3	0.7	1.3	3.3	1.7	
	5''	4.7	5.6			1.2	4.2	4.1	2.2	4.1	5.4	5.0	4.1	2.2	4.1	10.4	5.4	
	56	4.7	5.6			1.2	4.2	4.1	2.2	4.1	5.4	5.0	4.1	2.2	4.1	10.4	5.4	
	6'	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.3	0.7	0.3	
	47	7.8	9.3	5.6	7.1	2.0	7.0	6.9	3.7	6.9	9.1	8.4	6.9	3.7	6.9	17.4	9.1	
	67	8.1	9.6	5.8	7.4	2.1	7.3	7.1	3.8	7.1	9.4	8.7	7.1	3.8	7.1	18.1	9.4	
	7	E1= 7.5 kN/mq																
		C1= 2.5 kN/mq		H= 0.8 kN/mq		I= 2.5 kN/mq		Coperture accessibile solo per manutenzione										
		Coperture accessibile con stacca destinazione d'uso (C1)																

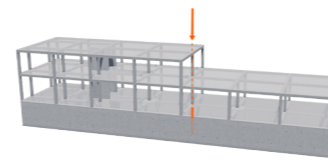
ZI	Area totale	Piano Sommerso			Piane Terra			TOTALE
		G (kN)	Q (kN)	ELU (kN)	Nome Pilastro	Carico (kN)	Peso pil. (kN)	Carico totale
PS-A1	6.35	285.91	15.87	409.78	PT-A1	195.87	6.84	614.89
PS-A4	12.10	526.91	30.25	756.70	PT-A4	364.35	6.84	1130.29
PS-A7	6.35	285.91	15.87	409.78	PT-A7	195.87	6.84	614.89
PS-B1	12.21	531.65	30.51	763.50	PT-B1	365.75	6.84	1138.49
PS-B4	14.43	607.26	36.09	873.93	PT-B4	563.25	6.84	1446.41
PS-B7	12.21	531.65	30.51	763.50	PT-B7	365.75	6.84	1138.49
PS-C1	6.70	301.80	16.76	432.57	PT-C1	206.37	6.84	648.19
PS-C2	8.88	373.50	22.20	537.52	PT-C2	422.71	6.84	969.47
PS-C3	4.73	199.04	11.83	286.44	PT-C3	67.14	6.84	362.82
PS-C5	4.73	199.04	11.83	286.44	PT-C5	67.14	6.84	362.82
PS-C6	8.88	373.50	22.20	537.52	PT-C6	422.71	6.84	969.47
PS-C7	6.70	301.80	16.76	432.57	PT-C7	206.37	6.84	648.19
PS-D1	14.20	618.86	35.51	888.72	PT-D1	428.89	6.84	1326.85
PS-D3	13.54	569.58	33.85	819.71	PT-D4	404.68	3.42	1229.01
PS-D5	13.54	569.58	33.85	819.71	PT-D4	404.68	3.42	1229.01
PS-D7	14.20	618.86	35.51	888.72	PT-D7	428.89	6.84	1326.85
PS-E1	14.20	612.87	35.51	880.64	PT-E1	330.81	6.84	1220.68
PS-E4	27.08	1139.16	67.70	1639.42	PT-E4	621.59	6.84	2270.24
PS-E7	14.20	612.87	35.51	880.64	PT-E7	330.81	6.84	1220.68
PS-F1	14.20	461.48	35.51	676.27	PT-F1	208.62	6.84	894.12
PS-F4	27.08	576.15	67.70	879.35	PT-F4	397.70	6.84	1286.29
PS-F7	14.20	461.48	35.51	676.27	PT-F7	208.62	6.84	894.12
PS-G1	14.20	606.37	35.51	871.87	PT-G1	208.62	6.84	1089.72
PS-G4	27.08	1139.16	67.70	1639.42	PT-G4	397.70	6.84	2046.36
PS-G7	14.20	606.37	35.51	871.87	PT-G7	208.62	6.84	1089.72
PS-H1	7.40	319.65	18.49	459.26	PT-H1	108.64	6.84	577.14

TAV. 13 Dimensionamento dei pilastri

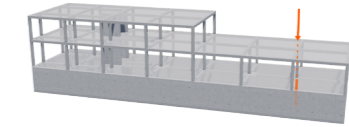
▷ Pilastro B2



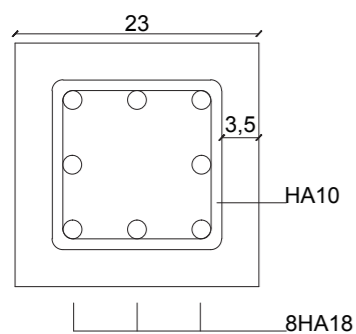
▷ Pilastro E4



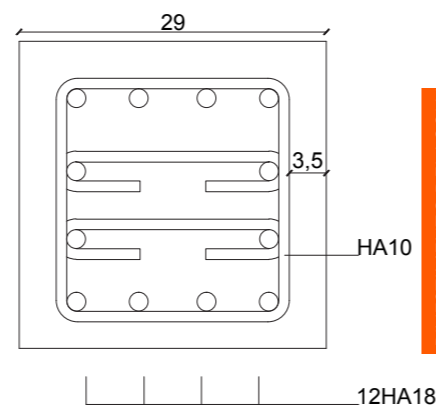
▷ Pilastro G4



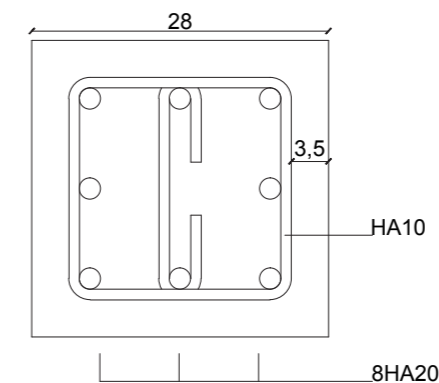
PILASTRO IN COMPRESSIONE SEMPLICE				PILASTRO IN COMPRESSIONE SEMPLICE				PILASTRO IN COMPRESSIONE SEMPLICE			
DATI	Larghezza Ox	a =	0.23 m	DATI	Larghezza Ox	a =	0.29 m	DATI	Larghezza Ox	a =	0.27 m
	Larghezza Oy	b =	0.23 m		Larghezza Oy	b =	0.29 m		Larghezza Oy	b =	0.27 m
	Altezza Oz	h =	3.10 m		Altezza Oz	h =	3.10 m		Altezza Oz	h =	3.10 m
	Altezza trave sup	t =	0.30 m		Altezza trave sup	t =	0.30 m		Altezza trave sup	t =	0.30 m
	Numero pilastri sostenuti		2 -		Numero pilastri sostenuti		2 -		Numero pilastri sostenuti		2 -
	Resistenza car. CA	f _{ck} =	30 MPa		Resistenza car. CA	f _{ck} =	30 MPa		Resistenza car. CA	f _{ck} =	30 MPa
Resistenza car. acciaio	f _{sk} =	500 MPa	Resistenza car. acciaio	f _{sk} =	500 MPa	Resistenza car. acciaio	f _{sk} =	500 MPa			
SOLLECITAZIONI	ELU	N(uls) =	1.392 MN	SOLLECITAZIONI	ELU	N(uls) =	2.269 MN	SOLLECITAZIONI	ELU	N(uls) =	2.044 MN
	ELS	N(sls) =	- MN		ELS	N(sls) =	- MN		ELS	N(sls) =	- MN
CALCOLI	Altezza libera	l =	2.19 m	CALCOLI	Altezza libera	l =	2.19 m	CALCOLI	Altezza libera	l =	2.19 m
	Piano xOz/yOz				Piano xOz/yOz				Piano xOz/yOz		
	Raggio di inerzia	l(0) =	1.81 m		Raggio di inerzia	l(0) =	1.81 m		Raggio di inerzia	l(0) =	1.81 m
	Coefficiente d'"élancement"	i(x) =	0.07 m		Coefficiente d'"élancement"	i(x) =	0.08 m		Coefficiente d'"élancement"	i(x) =	0.08 m
	l(x) =	27.21 -		l(x) =	21.58 -		l(x) =	23.18 -			
QTAACCIAIO	Se l ≤ 50	a =	0.76	QTAACCIAIO	Se l ≤ 50	a =	0.79	QTAACCIAIO	Se l ≤ 50	a =	0.78
	Se 50 < l < 70	a =	2.03		Se 50 < l < 70	a =	3.22		Se 50 < l < 70	a =	2.79
	Dunque :	a =	0.76		Dunque :	a =	0.79		Dunque :	a =	0.78
Sezione d'acciaio utile	As =	17.9 cm ²	Sezione d'acciaio utile	As =	27.4 cm ²	Sezione d'acciaio utile	As =	26.6 cm ²			
VERIFICHE	Sezione minimale d'acciaio	A min (1) =	3.2 cm ²	VERIFICHE	Sezione minimale d'acciaio	A min (1) =	5.2 cm ²	VERIFICHE	Sezione minimale d'acciaio	A min (1) =	4.7 cm ²
		A min (2) =	1.1 cm ²			A min (2) =	1.7 cm ²			A min (2) =	1.5 cm ²
	Dunque :	A min =	3.2 cm ²		Dunque :	A min =	5.2 cm ²		Dunque :	A min =	4.7 cm ²
Sezione massima d'acciaio	A max =	21.2 cm ²	Sezione massima d'acciaio	A max =	33.6 cm ²	Sezione massima d'acciaio	A max =	29.2 cm ²			
A min < As ?	OK		A min < As ?	OK		A min < As ?	OK				
As < A max ?	OK		As < A max ?	OK		As < A max ?	OK				



RIVESTIMENTO DELL'ACCIAIO	Classe strutturale	S4
	Classe d'esposizione	XC2-1>XC1
	C _{min,dur} =	25 mm
	DC _{dur,y} =	0 mm
	DC _{dur,st} =	0 mm
	DC _{dur,add} =	0 mm
	DC _{dev} =	10 mm
	C _{nom} =	35 mm



RIVESTIMENTO DELL'ACCIAIO	Classe strutturale	S4
	Classe d'esposizione	XC2-1>XC1
	C _{min,dur} =	25 mm
	DC _{dur,y} =	0 mm
	DC _{dur,st} =	0 mm
	DC _{dur,add} =	0 mm
	DC _{dev} =	10 mm
	C _{nom} =	35 mm



RIVESTIMENTO DELL'ACCIAIO	Classe strutturale	S4
	Classe d'esposizione	XC2-1>XC1
	C _{min,dur} =	25 mm
	DC _{dur,y} =	0 mm
	DC _{dur,st} =	0 mm
	DC _{dur,add} =	0 mm
	DC _{dev} =	10 mm
	C _{nom} =	35 mm

D. Dimensionamento dei solai

Come visto precedentemente, si è scelto per la struttura dei solai l'uso di cemento fibrorinforzato (CFR) per diversi motivi sviluppati qua sotto.

Prima di tutti, il CFR è molto utile per il controllo della fessurazione nelle condizioni d'uso e contribuisce anche al miglioramento della durabilità del calcestruzzo in ambiente "aggressivi" come l'acqua della Senna. Per di più, il CFR garantisce una robustezza ineguagliata delle strutture, punto importante nel caso di una struttura galleggiante. Infine, al livello del disegno architettonico, i solai in CFR permettono di affrancarsi delle tradizionali travi, consentendo pacchetti più sottili e altezze di aule più grande.

In questa parte vengono esposti gli elementi che sono richiesti per il dimensionamento dei solai in CFR.

► Presentazione del CFR

Il CFR è un calcestruzzo che comprende una **percentuale di fibre** che possono essere di **acciaio, polipropilene, poliestere, polivinil alcol oppure vetro**. Un mix di queste fibre potrebbe migliorare le proprietà del CFR, ma le proporzioni giuste da usare devono essere accuratamente stabilite con test specifici. **Il dosaggio di fibre varia di solito fra 0,5 e 2 kg/m³**.

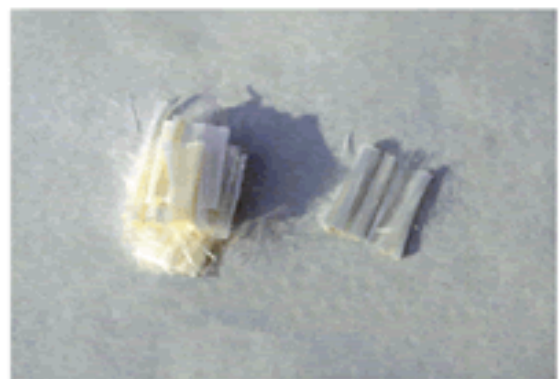
La caratteristica la più interessante del CFR è la **forza residuale dopo fessurazioni** che assicura un bel futuro al CFR per gli progetti con grande sollecitazioni.

L'**orientamento delle fibre può avere un impatto sulla struttura** e l'organizzazione tridimensionale delle fibre è quindi particolarmente importante e offre prospettivi interessanti rispetto al calcestruzzo armato tradizionale.

La **robustezza è anche migliorata nel caso del CFR**, perché esso da più resistenza alla struttura in compressione e tensione in tutti i volumi degli elementi strutturali.

La combinazione delle fibre non è stata possibile da realizzare, dato che nel *Fib Model Code* non c'è una metodologia per la verifica del momento resistente per solai in CFR con rinforzamenti normali. Il *Fib Model Code* indica comunque che sarebbe possibile utilizzando un'analisi non lineare.

Per quanto riguarda la resistenza in taglio nel solaio, il *Fib Model Code* stabilisce che **il taglio non è predominante almeno che ci sia una grande concentrazione di carichi vicino al supporto**.



Micro-fibre polimeriche; dall'alto in basso: in poli-vinil-alcol

FONTE: enco-journal.com

Fig. 43 Fotografie di fibre di cemento fibrorinforzato

STRUX 90/40 Controllo più severo delle fessurazioni



Fratture di entità omogenea con STRUX 90/40



Fratture più ampie in prossimi della Rete/Barre

FONTE: fin-beton.com

Fig. 44 Illustrazione del concetto di fibre orientate in 3D

▷ Vantaggi del CFR

Il CFR presenta diversi vantaggi:

- è meno costoso perché utilizza meno materiali di costruzione.
- consuma meno acciaio e quindi riduce le emissioni di CO₂.
- il consumo di calcestruzzo è ridotto grazie agli spessori ridotti.

▷ Stato dell'arte del cemento fibrorinforzato

Come presentato nella presentazione del Prof. J-C Walvaren al Politecnico di Milano, Polo di Lecco, il MUCEM a Marsiglia di Rudy Ricciotti è un esempio di progetto utilizzando il CFR ad alte prestazioni.

Il MUCEM è composto da **pilastrini a tutta altezza che hanno la forma d'alberi e che portano il solaio interno del Museo sui vari livelli**. Quest'idea è stata ripresa nel progetto del Bar a Champagne per sostenere la passerella esterna e con una **doppia lastra di pilastrini, che fungono anche da frangisole**.



Fonte: J-C Walvaren

Fig. 45 - Fotografie di fibre di cemento fibro rinforzato utilizzato al Mucem

Nel 2002 Rudy Ricciotti è uno dei primi architetti a conoscere ed a usare il CFR ad alte prestazioni, conosciuto in Francia sotto la sigla "BFUHP" (*Béton Fibré à Ultra Hautes Performances*), commercializzato dall'azienda Lafarge. I primi progetti per i quali è stato utilizzato il BFUHP sono la **passerella di Seoul** in 2000 e poi la **passerelle du Diable**. A Ricciotti piace questo calcestruzzo particolare perché la sua compattezza lo fa sembrare pietra che per l'architetto era comune alle civiltà mediterranee.

Il CFR dell'azienda Lafarge è costituito da fibre, da leganti e aggregati. La sua composizione gli dà **una resistenza meccanica alla compressione da 6 a 8 volte superiore a quello d'un calcestruzzo classico**, mentre le fibre apportano una grande resistenza in trazione. Inoltre il prodotto utilizzato per il MUCEM è **impermeabile** e quindi conviene ai progetti come il Bar a Champagne.

▷ Caso studio

Nel caso del bar a Champagne, è stato deciso di utilizzare il CFR per i solai di tutti i piani e per le travi/pilastrini della passerella. Devono essere definiti la percentuale di fibre e il fabbisogno di armature in acciaio nei solai, vicino ai pilastrini.

Per verificare la sicurezza e la manutenzione degli elementi in CFR si deve verificare:

- la deformabilità ammissibile
- la resistenza alla flessione della sezione
- l'apertura delle fessure
- la resistenza alla forza di taglio
- la robustezza

Questi elementi devono soddisfare le verifiche seguenti del Fiber Model Code - 2010:

$$(7.7-10) \quad m_{Rd} = \frac{f_{Fibrd} \cdot t^2}{2}$$

$$(7.6-20)$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1.5 \sqrt{f_{ct}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3.2 \sqrt{f_{ct}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \text{ if } \rho \leq \rho_c$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1.5 \sqrt{f_{ct}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ct}} \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}} \right] \text{ if } \rho > \rho_0$$

$$(7.6-1) \quad w_d \leq w_{lim}$$

$$(7.7-12)$$

$$w_d = \frac{1}{2} \cdot \frac{\phi_s}{\rho_{s,eff}} \cdot \frac{(f_{ctm} - f_{Fibrm})}{r_{bm}} \cdot \frac{1}{E_s} \cdot (\sigma_s - \beta \cdot \sigma_{sr} + \eta_r \cdot \varepsilon_r \cdot E_s)$$

$$(7.3-8) \quad V_{Rd} = V_{Rd,c} + V_{Rd,s} \geq V_{Ed}$$

▷ La punzonatura

Una forza di taglio può risultare di un carico localizzato, o nascere come reazione ad un carico localizzato, cioè applicato su una piccola area. Il fatto che ci sia una zona di punzonatura vuole dire oppure che il design deve essere modificato in modo da ottenere una regione di supporto più ampia, oppure che c'è bisogno di aggiungere rinforzamento in quelle zona.

La forza di taglio di design VE_d viene calcolata come la somma delle forze di taglio che agiscono su un perimetro di controllo b_1, b_2 equivaile di solito alla distanza $0,5d_v$ della regione di supporto.

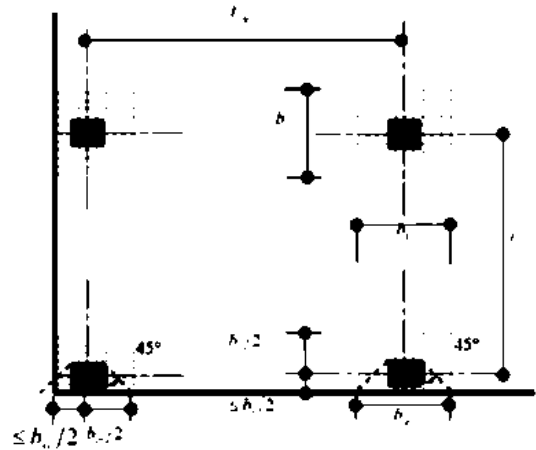


Figure 7.3-27: Support strip dimensions

Per il calcolo, la larghezza sarà presa pari a:

$$b_s = 1.5 \cdot \sqrt{r_{s,x} \cdot r_{s,y}} \leq L_{\min}$$

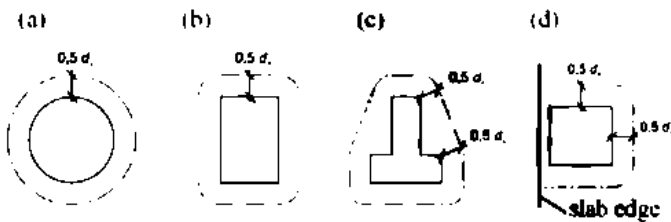


Figure 7.3-19: Basic control perimeters around columns

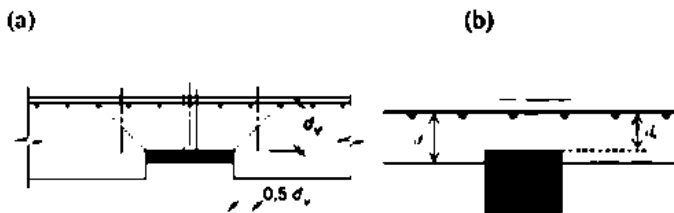


Figure 7.3-20: Effective depth of the slab accounting for support area penetration (d_v) and effective depth for bending calculations (d)

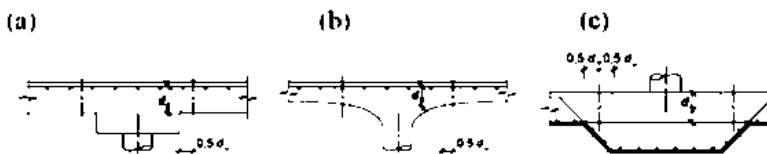


Figure 7.3-21: Choice of potentially governing control sections

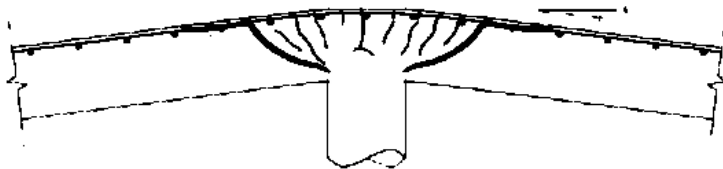


Figure 7.3-25: Rotation (ψ) of a slab around the support region

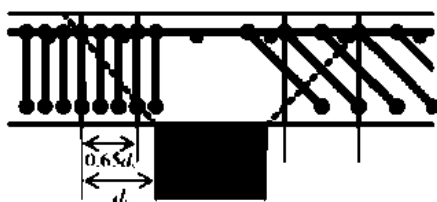
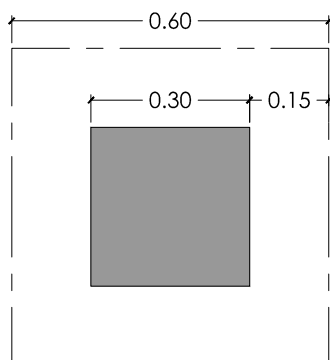
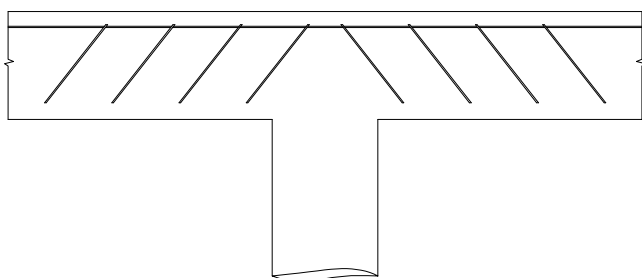
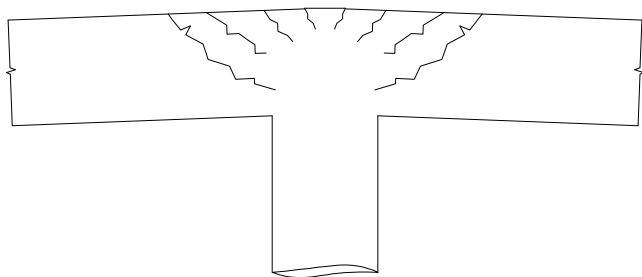


Figure 7.3-26: Shear reinforcement activated at failure

E. Metodo tiranti e puntoni: dimensionamento delle armature attorno ai pilastri

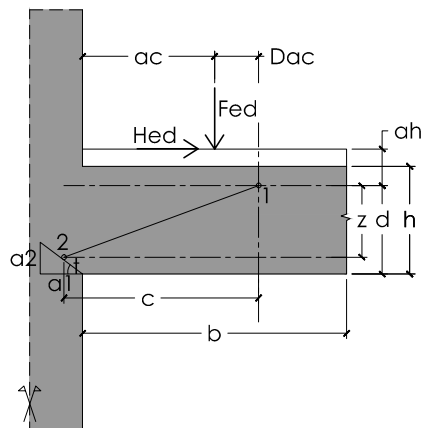
Ai fini di evitare i fenomeni di fessurazione nelle piastre di calcestruzzo attorno ai pilastri, dovuti sostanzialmente a un effetto di punzonatura, si deve rinforzare la piastra con armature aggiuntive attorno all'ubicazione dei pilastri. Si ottiene così una struttura mista di calcestruzzo fibrorinforzato armato.

Si deve aggiungere delle armature nella direzione opposta al sistema tiranti puntoni nella zona attorno al pilastro, con un interasse massimo di 15 cm.



I dati del progetto sono i seguenti:

- $F_{ED} = 400 \text{ kN}$
- $H_{ED} = 10 \text{ kN}$
- Calcestruzzo FRC 25/30
- Acciaio B500
- $a_H = 2+5=7 \text{ cm}$



► Calcolo della biella inclinata

A causa della risultante di H_{ED} e F_{ED} , il nodo 1 non si trova sulla linea d'applicazione del carico verticale.

$$\Delta a_c / \Delta a_h = H_{ED} / F_{ED} = 10 / 400 = 0,025$$

$$\Delta a_c = 0,025 \times 7 = 0,175 \text{ cm}$$

Il nodo 2 è sommerso alla compressione.

► Calcolo della costrizione verticale limite

$$\sigma_{Rd,max} = \text{Max} [\sigma_{Rd,1}; \sigma_{Rd,2}; \sigma_{Rd,3}] = v' f_{cd}$$

$$v' = 1 - f_{ck} / 250$$

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2 \text{ perchè C30}$$

$$\sigma_{Rd,max} = (1 - 30 / 250) \times 30 / 1,5 = 17,6 \text{ MPa}$$

Si ottiene:

$$a_1 = F_{Ed} / (b \cdot \sigma_{Rd,max}) = 0,400 / (0,15 \times 17,6) = 0,15 \text{ m}$$

Il triangolo del nodo è simile a quello dei lati c e $(d - a_2) / 2$ quindi:

$$a_2 / a_1 = c / ((d - a_2) / 2) \Rightarrow a_2 = d - (d^2 - 2ca_1)^{1/2}$$

$$a_2 = 0,14 \text{ cm}$$

L'angolo d'inclinazione della biella vale quindi

$$\cot \vartheta = a_2 / a_1 = 0,148 / 0,15 = 0,98$$

$$26,56^\circ < \vartheta = 44,6^\circ < 63,43^\circ \text{ OK}$$

▷ **Calcolo della sezione d'acciaio necessaria per riprendere M_{Ed}**

Il braccio di leva vale:

$$z = c / \cot \vartheta = 0,151 / 0,98 = 0,154 \text{ m}$$

La zona di punzonatura è sollecitata da un momento

$$M_{Ed} = F_{Ed} \cdot a + H_{Ed} \cdot a_h$$

$$M_{Ed} = 400 \times 15 + 10 \times 0,07$$

$$M_{Ed} = 60,7 \text{ kN.m}$$

$$\text{con } a = a_c + a_1 / 2 = 7,5 + 15 / 2 = 15 \text{ cm}$$

La forza di compression orizzontale F_c sul nodo 2 vale quindi:

$$F_c = M_{Ed} / z = 60,7 \times 10^{-3} / 0,154 = 0,394 \text{ MN}$$

La costrizione sulla superficie $a_2 \cdot b$ è quindi :

$$\sigma_c = F_c / (a_2 \cdot b) = 0,394 / (0,14 \times 0,15) = 17,3 \text{ MPa}$$

($= \sigma_{Rd,Max}$) **OK**

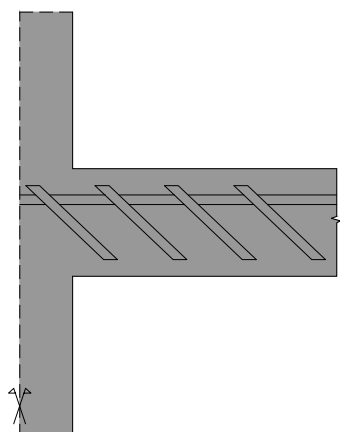
La forza di trazione F_t nel tirante vale quindi :

$$F_t = F_c + H_{Ed} = 0,394 + 0,01 = 0,404 \text{ MN}$$

Per l'equilibrio bisogna una sezione d'acciaio

$$A_s = F_t / f_{yd} = 0,404 \times 10^4 / 435 = 9,2 \text{ cm}^2$$

Scegliamo 4HA18.



▷ **Ripresa del taglio**

Il taglio a prendere in considerazione è :

$$V_{Ed,med} = F_{Ed} \cdot a_v / (2 \cdot d) \text{ con } a_v = 0,10 - 0,05 = 0,05 \text{ m}$$

$$V_{Ed,med} = 0,400 \times 0,05 / (2 \times 0,15) = 0,066 \text{ MN}$$

Si cerca un valore inferiore a $V_{Rd,c}$.

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot 100 \cdot p_1 \cdot f_{ck}^{1/3}$$

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

$$p_1 = A_s / A_c = 9,2 / (15 \times 20) = 0,0307$$

$$k = (1 + 200/d)^{1/2} = (1 + 200/100)^{1/2} = 1,73$$

$$\text{Quindi } V_{Rd,c} = 0,076 \text{ MN}$$

$$\text{e } V_{Rd,med} = 0,066 \text{ MN} < V_{Rd,c} = 0,076 \text{ MN} \text{ OK}$$

F. Pressione dell'acqua sulle parete

Nel caso specifico d'un edificio galleggiante, si può paragonare le chiusure verticali dello scafo a **muri di contenimento a L**. Lo sforzo di spinta dell'acqua crea allora un **momento verso l'interno** dell'edificio che è importante di studiare.

Queste chiusure subiscono **due tipi di forze** da cui gli effetti si addizionano.

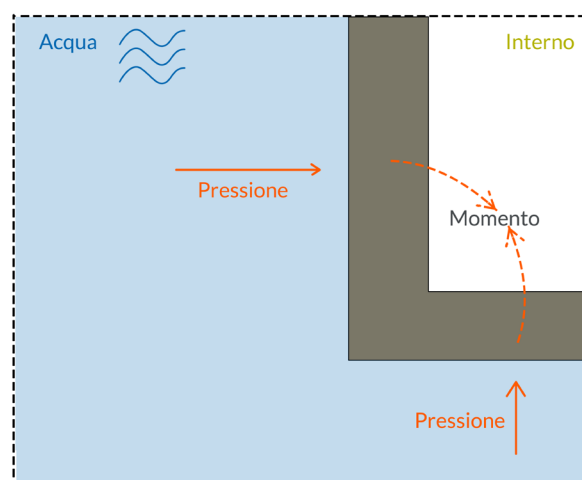
▷ **La pressione idrostatica**

Anche chiamata pressione di Pascal, è la forza esercitata da un fluido al riposo su le superficie nelle quali è in contatto, provocata dal peso proprio dell'acqua. Il suo valore dipende della profondità:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

con:

- ρ : densità del fluido
- g : accelerazione di gravità
- h : profondità del punto considerato



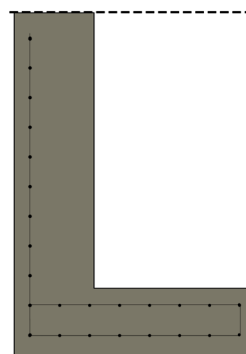
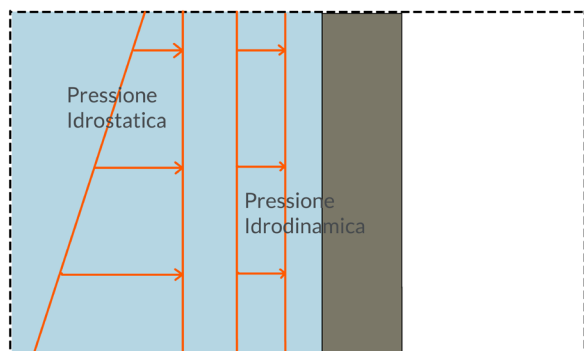
▷ Pressione idrodinamica

La forza idrodinamica è questa volta dovuta alla **velocità dell'acqua che corre nel fiume**:

$$q = \rho \cdot v^2 / 2$$

con:

- ρ : densità del fluido
- v : velocità del corrente in m/s al punto considerato.



Su internet si possono trovare diversi software (tipo CALSTEN), che permettono di definire le caratteristiche di armature da attuare in modo da conservare uno spessore di calcestruzzo complessivo di 20 cm per questi muri.

La velocità del corrente dipende dalla geometria del problema e oppone una resistenza come quella che incontra un corpo per muoversi nell'acqua. Questa forza di contatto dipende da :

- il profilo dell'edificio
- le dimensioni del corpo
- la rugosità della superficie
- la densità dell'acqua
- la viscosità dell'acqua
- la velocità relativa

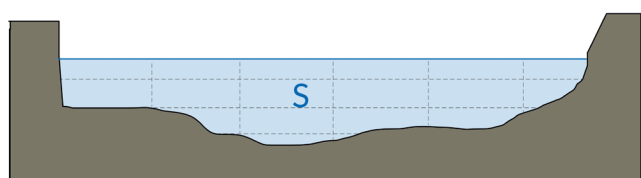
La velocità del corrente dipende della portata Q della zona studiata, e nel caso del Champagne bar, la velocità vicino alle sponde è ridotta. La portata vale :

$$Q = v \cdot s$$

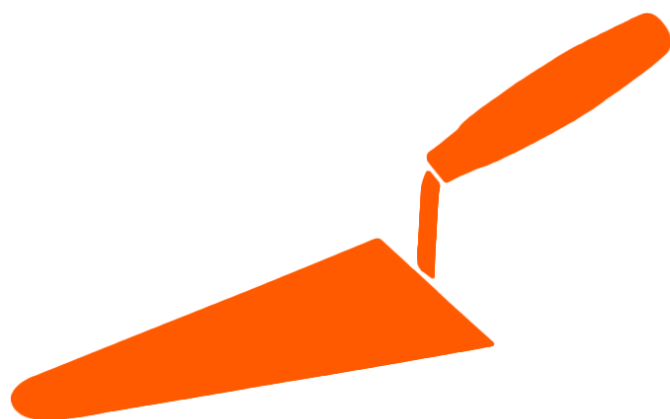
con:

- v : velocità media [m/s]
- s : superficie di sezione [m²]

Questo tipo di muri ha una disposizione interna di armature specifica, illustrata nell'immagini seguenti:



PROGETTO COSTRUTTIVO



A. Introduzione

Partendo dalla struttura in calcestruzzo armato e calcestruzzo fibrorinforzato, si è poi cercato di creare **pacchetti i più sottili possibili** per quanto riguarda i solai “a vista” dall’esterno, cioè quelli emersi, e pacchetti **adatti ad un ambito acquatico** per quanto riguarda la parte immersa.

L'intero edificio viene **riscaldato dal pavimento**, grazie ad un circuito di fluido di scambio termico. Gli **impianti per il rinnovamento dell'aria** vengono invece **nascosti nel contro-soffitto**.

Al **piano sommerso**, per motivi di sicurezza e di **prevenzione dell'affondamento**, il volume è stato diviso in **compartimenti ermetici** (pacchetti a base di calcestruzzo impermeabilizzato abbinati a porte specifiche), per limitare l'invasione dell'acqua in caso di accidente.

Nel resto dell'edificio, partizioni leggere sono progettate, per una maggiore flessibilità dell'organizzazione dello spazio. Nei **piani emersi** si trovano invece **solo pareti vetrate**, per conservare la **volontà di permeabilità visiva dell'edificio**.

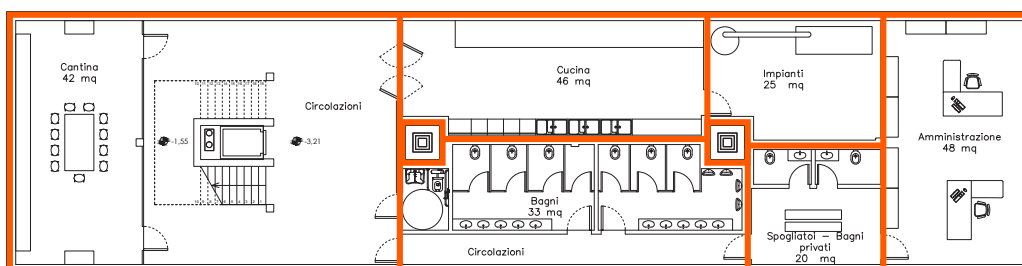
Al piano terra, la facciata vetrata è completamente apribile in modo da permettere ai consumatori di approfittare delle *performances* che si svolgono sul palcoscenico. In questa situazione, per rispettare le norme di sicurezza nel caso di una porta che da direttamente sul fiume, una riga di batti-piedi in alluminio, abbinato a cordoni di sicurezza attaccabili ai pilastri, serve di elemento di allontanamento della gente.

B. Localizzazione delle stratigrafie

Il dettaglio dell'impiego di ogni stratigrafia è riportata in piante architettoniche, blow-up e nodi. Più generalmente, si può individuare le categorie seguenti per le stratigrafie:

Stratigrafie orizzontali	
CO1	Copertura non accessibile, con impianti fotovoltaici.
CO2	Terrazza accessibile.
CO3	Piastra inferiore, in contatto con l'acqua.
PO1	Partizione presente al piano terra.
PO2	Partizione presente tra la cantina e il piano terra. E' composto degli stessi elementi di PO1, ma compone uno spessore più importante d'isolante a causa della differenza di temperatura che esiste tra gli diversi ambiti che separa.
PO3	Partizione presente al primo piano, nel quale lo spessore d'isolante viene aumentato rispetto a PO1 per pareggiare l'altezza del pavimento della terrazza contigua (CO2).

Stratigrafie verticali	
CV1	Chiusura ermetica in contatto con l'acqua.
CV2	Facciata continua di vetro, con diversi tipi di vetro a secondo della parete considerata.
PV1	Partizione leggera a secco con diversi varianti di rivestimento a secondo della destinazione d'uso.
PV2	Partizione leggera a secco con intercapedine per il passaggio delle tubazioni.
PV3	Partizione ermetica in CLS impermeabile con diversi varianti di rivestimento a secondo della destinazione d'uso degli ambiti.
PV4	Partizione ermetica in CLS impermeabile con intercapedine per il passaggio delle tubazioni.

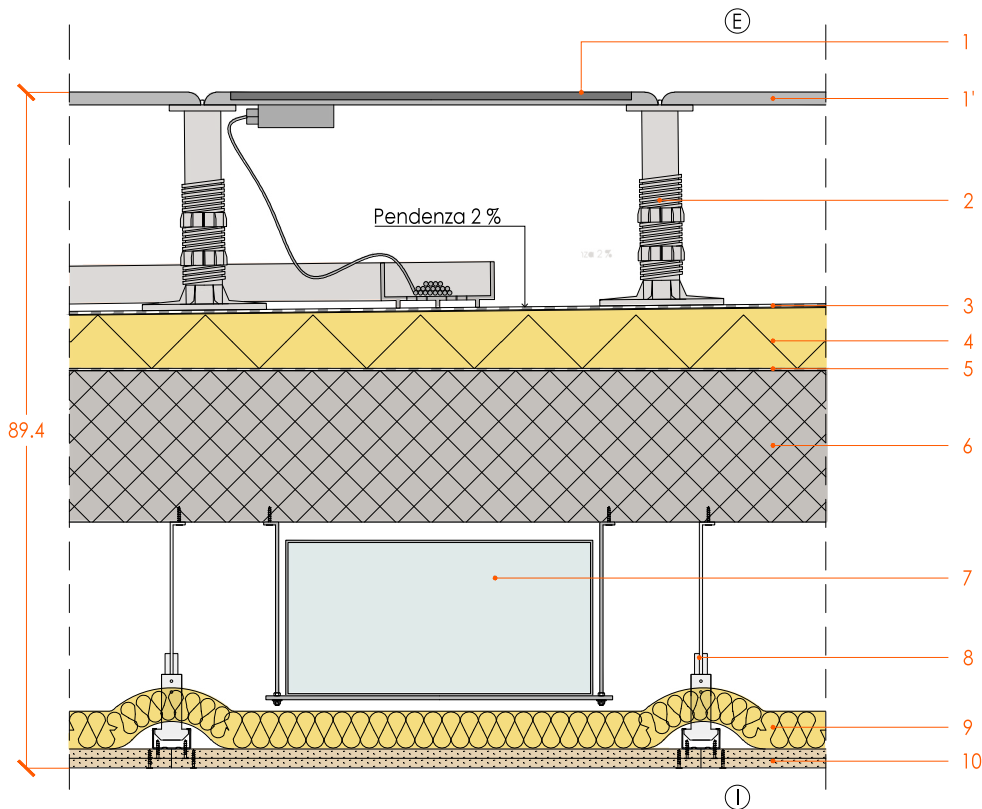


FONTE: Elaborato personale (2014)

Fig. 46 Localizzazione delle pareti ermetici - compartimentazione del piano sommerso

CO1 ▷ Chiusura Orizzontale 1

Scala 1:10



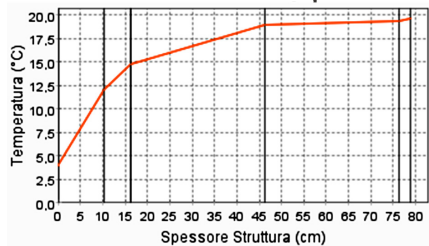
Caratteristiche antincendio	
REI 30	

Caratteristiche termiche	
U [W/m ² K]	0,18
R [m ² .K/W]	5,57

Necessità d'una barriera al vapore ?	
Si	

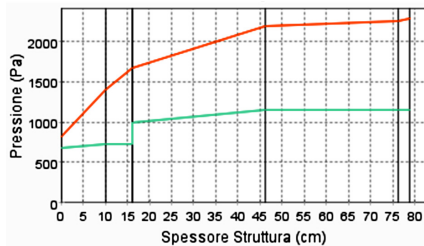
Peso superficiale	
591 kg/mq	

Andamento della Temperatura



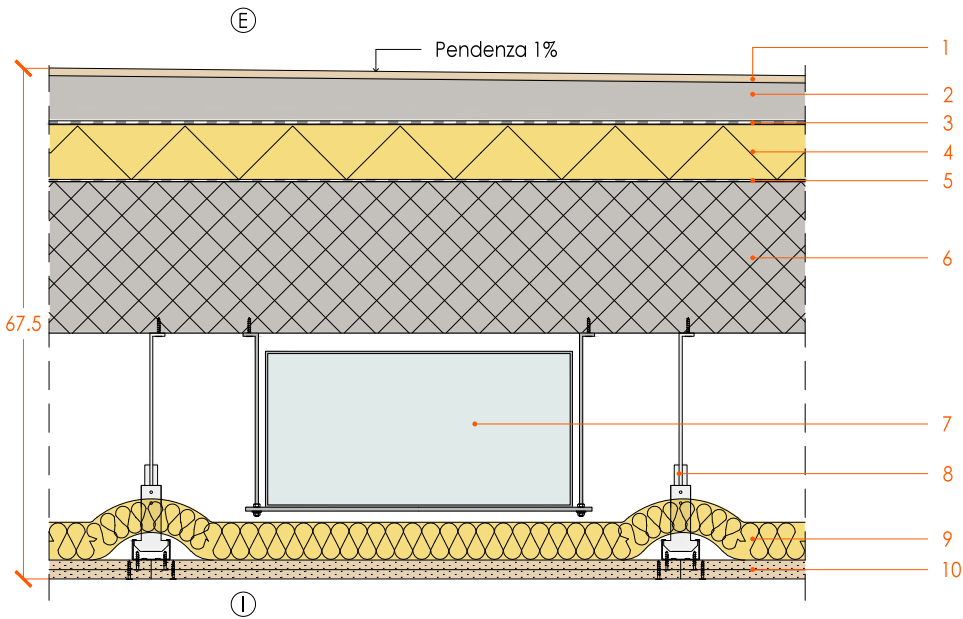
— Temperatura

Andamento della Pressione



— Pressione di saturazione — Pressione

#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ²]
1	Rivestimento calpestabile fotovoltaico	Piastrelle di ceramica con celle integrate	OnyxSolar	1.7		40.00
1'	Rivestimento calpestabile classico	Piastrelle di gres porcellanato per esterno	CASALGRANDE PADANA Granitogres	1.7	0.3741	39.30
2	Supporto regolabile auto livellante	Polipropilene - gomma	ETERNOIVICA Pedestal	30 ÷ 40	-	-
3	Strato di impermeabilizzazione	Membrana autoadesiva con miscela elastomerica (SBS)	BITUVER Monoself	0.2	0.26	3.40
4	Isolante termico sagomato	Panelli di polistirene XPS	KNAUF Polyfoam C-500	7 ÷ 17	0.035	4.44
5	Barriera al vapore autoadesiva	Membrana di LPDE e alluminio - armatura leggera in fibra di vetro	DERBIGUM Vaeplan DG SKB 18234	0.05	0.33	0.43
6	Elemento strutturale	Calcestruzzo fibrorinforzato	-	20	1.75	520.80
7	Tubazione	Acciaio zincato	-	0,8 - Ø 30	-	-
8	Pendino di aggancio del contro soffitto	Acciaio	KNAUF	-	-	-
9	Isolante termico	Feltri isolanti di lana di vetro	KNAUF	6	0.032	1.92
10	Rivestimento interno	Lastre di gesso rivestito	GYPROC Habito Activ'air	2x1,25	0.25	20.40



Caratteristiche antincendio

REI 30

Caratteristiche termiche

U [W/m²K] 0,45

R [m².K/W] 2,24

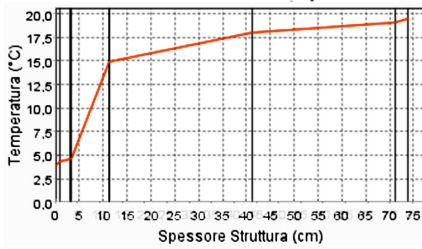
Necessità d'una barriera al vapore ?

Si

Peso superficiale

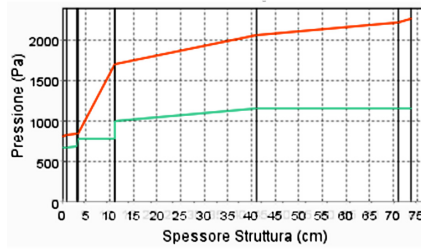
607 kg/mq

Andamento della Temperatura



— Temperatura

Andamento della Pressione



— Pressione di saturazione — Pressione

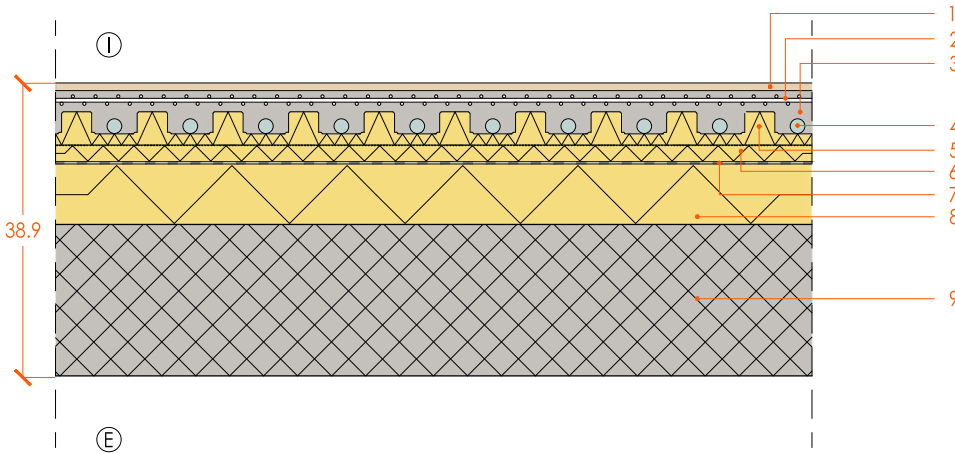
#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ³]
1	Strato continuo di copertura	Cemento cerato	REALCEM Cementopulido Eco+	1	1.75	24.00
2	Massetto di sagoma della pendenza	Calcestruzzo	-	1 ÷ 2	1.75	36.00
3	Strato di impermeabilizzazione	Membrana autoadesiva con miscela elastomerica (SBS)	BITUVER Monoself	0.2	0.26	3.40
4	Isolante termico	Panelli di polistirene XPS	KNAUF Polyfoam C-500	7	0.035	2.59
5	Barriera al vapore autoadesiva	Membrana di LPDE e alluminio - armatura leggera in fibra di vetro	DERBIGUM Vaeplan DG SKB 18234	0.05	0.33	0.43
6	Elemento strutturale	Calcestruzzo fibrorinforzato	-	20	1.75	520.80
7	Tubazione	Acciaio zincato	-	0,8 - Ø 30	-	-
8	Pendino di aggancio del contro soffitto	Acciaio	KNAUF	-	-	-
9	Rivestimento interno	Lastre di gesso rivestito	GYPROC Habito Activ'air	2x1,25	0.25	20.40

REI 30

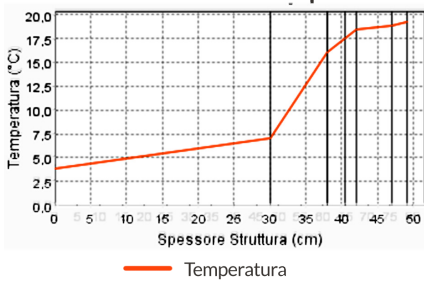
U [W/m²K] 0,09

R [m².K/W] 10,92

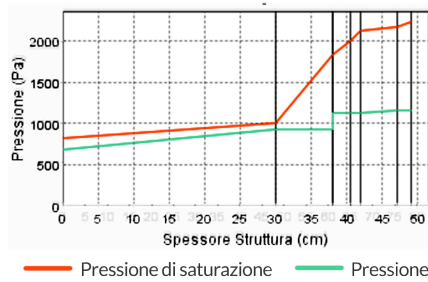
650 kg/mq



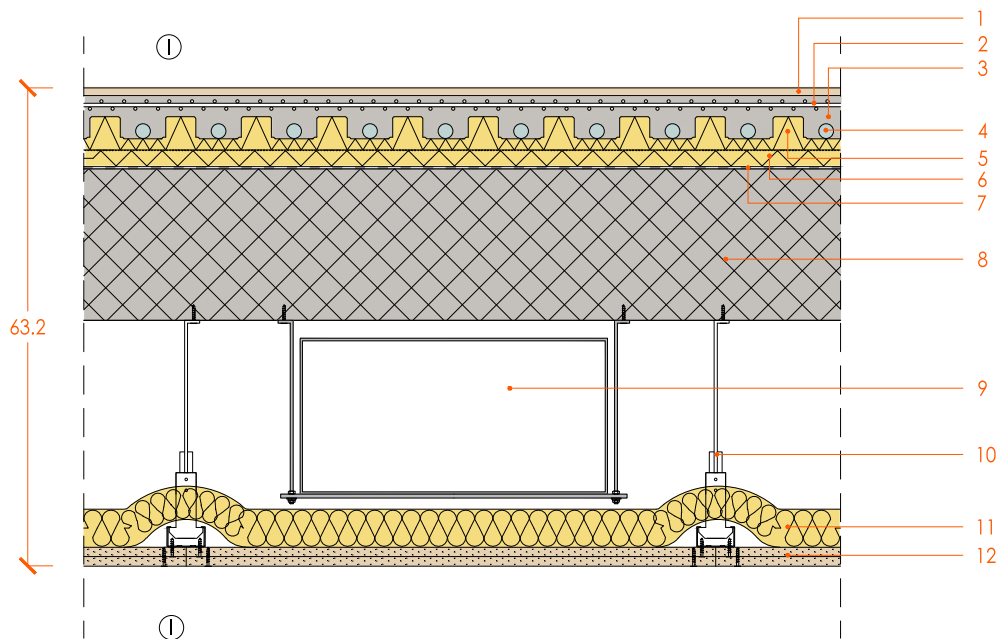
Andamento della Temperatura



Andamento della Pressione



#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ³]
1	Pavimento interno	Cemento cerato	REALCEM Cementopulido Eco+	1	1.75	24.00
2	Rete elettrosaldata	Acciaio con maglia 1.5x1.5 cm	OPPO	Ø 0.5	-	2.07
3	Getto di ripartizione del calore	Calcestruzzo	-	5	1.75	120.00
4	Pavimento radiante	Polietilene Polipert PE-RT	AQUATECHNIK	Ø 2	-	-
5	Supporto pavimento sagomato	Lastra isolante in polistirene EPS	AQUATECHNIK	1.5 ÷ 4.4	0.033	0.24
6	Isolante termico e anti calpestio	Lastra di polistirene espanso elasticizzato	AQUATECHNIK	2.2	0.031	0.44
7	Barriera al vapore autoadesiva	Membrana di LPDE e alluminio - armatura leggera in fibra di vetro	DERBIGUM Vaeplan DG SKB 18234	0.05	0.33	0.43
8	Isolante termico	Panelli di polistirene XPS	KNAUF Polyfoam C-500	7	0.035	2.59
9	Strato strutturale	Calcestruzzo fibrorinforzato impermeabilizzato con additivo (percentuale in massa = 1%)	PENETRON Admix	20	1.75	500.00



Caratteristiche antincendio

REI 30

Caratteristiche termiche

U [W/m ² K]	0,27
R [m ² .K/W]	3,64

Peso superficiale

691 kg/mq

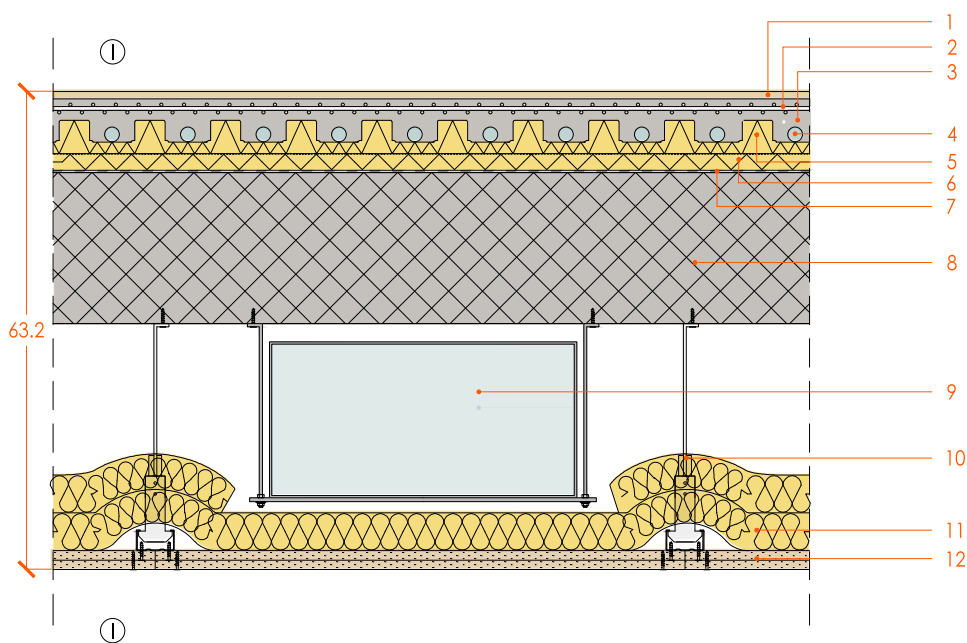
#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ²]
1	Pavimento interno	Cemento cerato	REALCEM Cementopulido Eco+	1	1.75	24.00
2	Rete elettrosaldata	Acciaio con maglia 1.5x1.5 cm	OPPO	Ø 0.5	-	2.07
3	Getto di ripartizione del calore	Calcestruzzo	-	5	1.75	120.00
4	Pavimento radiante	Polietilene Polipert PE-RT	AQUATECHNIK	Ø 2	-	-
5	Supporto pavimento sagomato	Lastra isolante in polistirene EPS	AQUATECHNIK	1.5 ÷ 4.4	0.033	0.80
6	Isolante termico e anti calpestio	Lastra di polistirene espanso elasticizzato	AQUATECHNIK	2.2	0.031	0.44
7	Barriera al vapore autoadesiva	Membrana di LPDE e alluminio - armatura leggera in fibra di vetro	DERBIGUM Vaeplan DG SKB 18234	0.05	0.33	0.43
8	Elemento strutturale	Calcestruzzo fibrorinforzato	-	20	1.75	520.80
9	Tubazione	Acciaio zincato	-	0,8 - Ø 30	-	-
10	Pendino di aggancio del contro soffitto	Acciaio	KNAUF		-	-
11	Isolante termico	Feltri isolanti di lana di vetro	KNAUF	6	0.032	1.92
12	Rivestimento interno	Lastre di gesso rivestito	GYPROC Habito Activ'air	2x1,25	0.25	20.40

REI 30

U [W/m²K] 0,18

R [m².K/W] 5,52

692 kg/mq



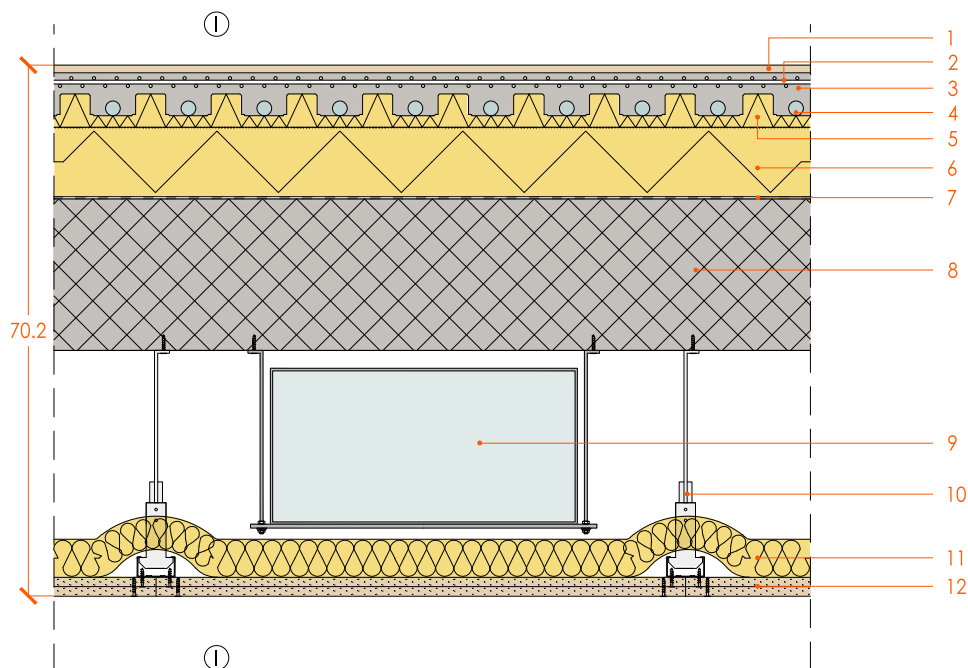
#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ²]
1	Pavimento interno	Cemento cerato	REALCEM Cementopulido Eco+	1	1.75	24.00
2	Rete elettrosaldata	Acciaio con maglia 1.5x1.5 cm	OPPO	Ø 0.5	-	2.07
3	Getto di ripartizione del calore	Calcestruzzo	-	5	1.75	120.00
4	Pavimento radiante	Polietilene Polipert PE-RT	AQUATECHNIK	Ø 2	-	-
5	Supporto pavimento sagomato	Lastra isolante in polistirene EPS	AQUATECHNIK	1.5 ÷ 4.4	0.033	0.80
6	Isolante termico e anti calpestio	Lastra di polistirene espanso elasticizzato	AQUATECHNIK	2.2	0.031	0.44
7	Barriera al vapore autoadesiva	Membrana di LPDE e alluminio - armatura leggera in fibra di vetro	DERBIGUM Vaeplan DG SKB 18234	0.05	0.33	0.43
8	Elemento strutturale	Calcestruzzo fibrorinforzato	-	20	1.75	520.80
9	Tubazione	Acciaio zincato	-	0,8 - Ø 30	-	-
10	Pendino di aggancio del contro soffitto	Acciaio	KNAUF		-	-
11	Isolante termico	Feltri isolanti di lana di vetro	KNAUF	2 x 6	0.032	3.84
12	Rivestimento interno	Lastre di gesso rivestito	GYPROC Habito Activ'air	2x1,25	0.25	20.40

REI 30

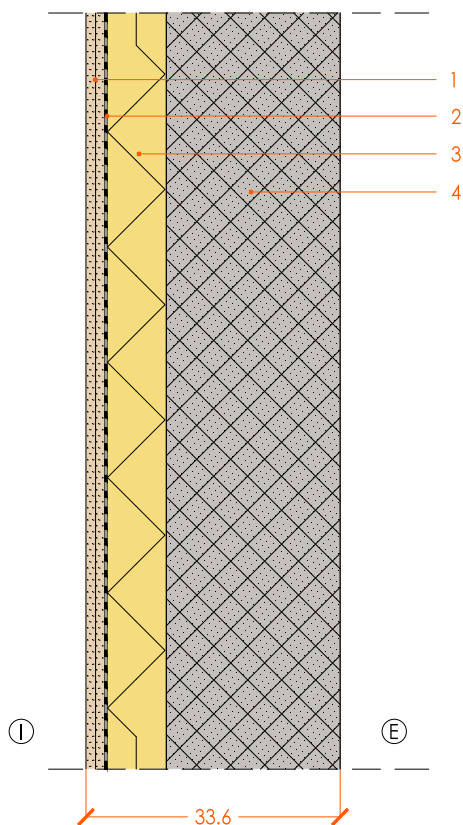
 U [W/m².K] 0,17

 R [m².K/W] 5,83

692 kg/mq



#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ²]
1	Pavimento interno	Cemento cerato	REALCEM Cementopulido Eco+	1	1.75	24.00
2	Rete elettrosaldata	Acciaio con maglia 1.5x1.5 cm	OPPO	Ø 0.5	-	2.07
3	Getto di ripartizione del calore	Calcestruzzo	-	5	1.75	120.00
4	Pavimento radiante	Polietilene Polipert PE-RT	AQUATECHNIK	Ø 2	-	-
5	Supporto pavimento sagomato	Lastra isolante in polistirene EPS	AQUATECHNIK	1.5 ÷ 4.4	0.033	0.80
6	Isolante termico e anti calpestio	Lastra di polistirene espanso elasticizzato	AQUATECHNIK	9	0.031	1.80
7	Barriera al vapore autoadesiva	Membrana di LPDE e alluminio - armatura leggera in fibra di vetro	DERBIGUM Vaeplan DG SKB 18234	0.05	0.33	0.43
8	Elemento strutturale	Calcestruzzo fibrorinforzato	-	20	1.75	520.80
9	Tubazione	Acciaio zincato	-	0,8 - Ø 30	-	-
10	Pendino di aggancio del contro soffitto	Acciaio	KNAUF		-	-
11	Isolante termico	Feltri isolanti di lana di vetro	KNAUF	6	0.032	1.92
12	Rivestimento interno	Lastre di gesso rivestito	GYPROC Habito Activ'air	2x1,25	0.25	20.40


Caratteristiche antincendio

REI 30

Caratteristiche termiche

U [W/m ² K]	0,45
------------------------	------

R [m ² .K/W]	2,23
-------------------------	------

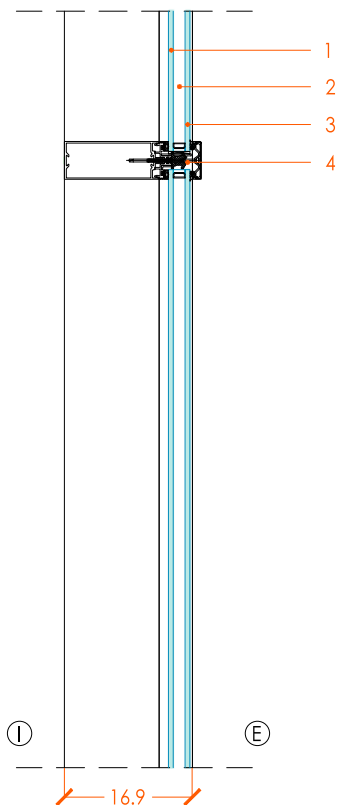
Peso superficiale

598 kg/mq

#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ³]
1	Rivestimento interno	Lastre di gesso rivestito	GYPROC Habito Activ'air	2x1,25	0.25	20.40
2	Barriera al vapore autoadesiva	Membrana di LPDE e alluminio - armatura leggera in fibra di vetro	DERBIGUM Vaeplan DG SKB 18234	0.05	0.26	0.43
3	Isolante termico	Panelli di polistirene XPS	KNAUF Polyfoam C-500	7	0.035	2.59
4	Strato strutturale	Calcestruzzo armato impermeabilizzato con additivo (percentuale in massa = 1%)	PENETRON Admix	23	1.75	575.00

CV2 ▷ Chiusura Verticale 2

Scala 1:10



Caratteristiche antincendio

REI 30

Caratteristiche termiche

CV2-a (zona cuscinetto)	U [W/m ² .K]	2,9
	R [m ² .K/W]	0,34
CV2-b (zona principale)	U [W/m ² .K]	2,7
	R [m ² .K/W]	0,37

Peso superficiale

N.A.

#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ²]
1	Facciata vetrata	Doppio vetro	SCHUECO FW 50+	0,6 - 1,6 - 0,6	0.37	-
2	Traverso di sostegno	Alluminio	SCHUECO FW 50+	5	290	-
3	Elemento strutturale riportato	Calcestruzzo armato	-	23	1.75	575.00

PV1 ▶ Partizione Verticale 1 a-b-c

Scala 1:10

Caratteristiche antincendio

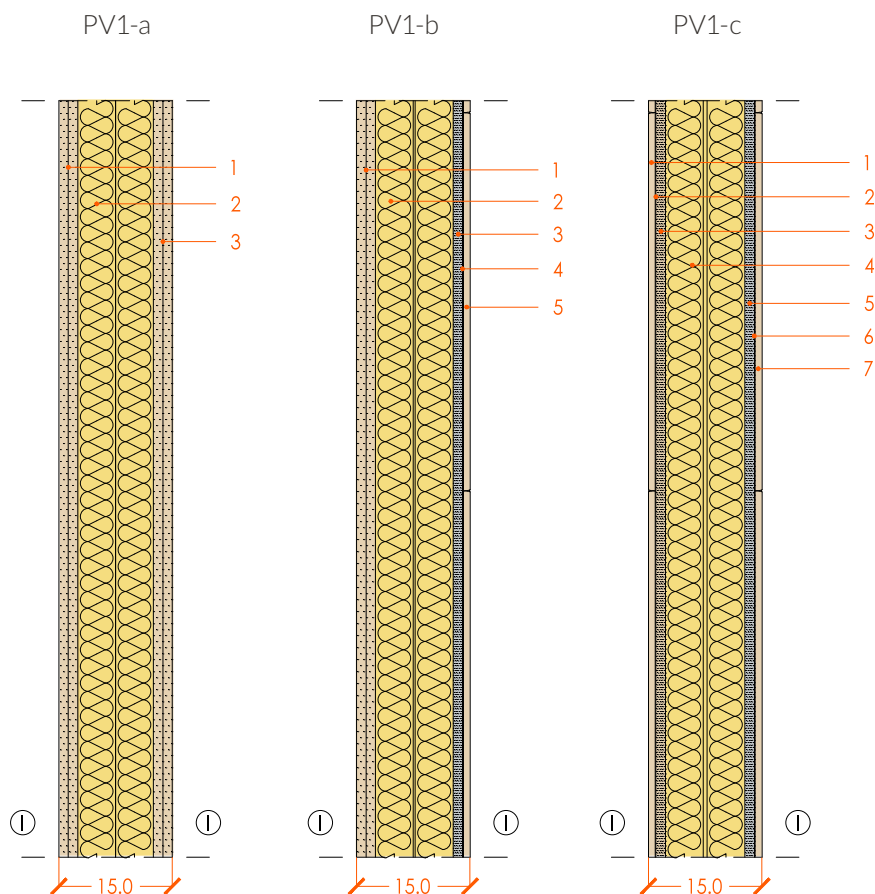
REI 30

Caratteristiche termiche

PV1-a	U [W/m ² .K]	0,35
	R [m ² .K/W]	2,83
PV1-b	U [W/m ² .K]	0,36
	R [m ² .K/W]	2,80
PV1-c	U [W/m ² .K]	0,37
	R [m ² .K/W]	2,73

Peso superficiale

PV1-a	31 kg/mq
PV1-b	54 kg/mq
PV1-c	54 kg/mq



Variante PV1-a

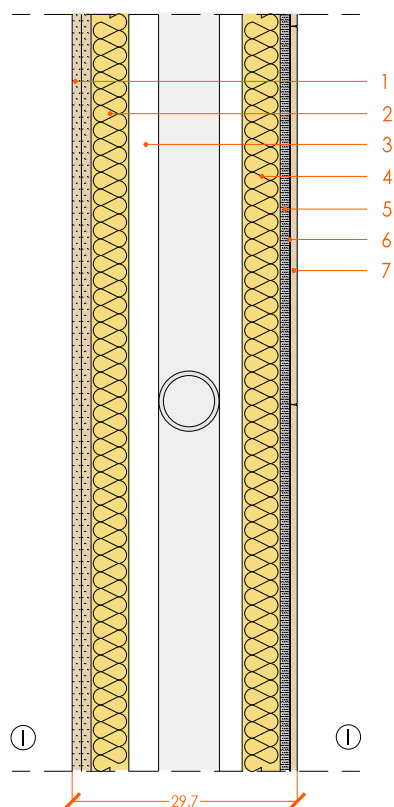
#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ²]
1	Rivestimento interno	Lastre di gesso rivestito	GYPROC Habito Activ'air	2x1,25	0.25	10.20
2	Isolante acustico	Panelli di lana minerale	GYPROC Habito Sound	2x5	0.038	0.80
3	Rivestimento interno	Lastre di gesso rivestito	GYPROC Habito Activ'air	2x1,25	0.25	10.20

Variante PV1-c

#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ²]
1	Rivestimento interno	Piastrelle in gres porcellanato smaltato	KEOPE K-Color	0.9	0.3741	19.80
2	Strato di incollaggio	Colla	-	0.1	-	-
3	Protezione all'umidità	Lastra da inerti e cemento, armata con rete in fibra di vetro	KNAUF Aquapanel	1.25	0.25	13.13
4	Isolante acustico	Panelli di lana minerale	GYPROC Habito Sound	2x5	0.038	0.80
5	Protezione all'umidità	Lastra da inerti e cemento, armata con rete in fibra di vetro	KNAUF Aquapanel	1.25	0.25	13.13
6	Strato di incollaggio	Colla	-	0.1	-	-
7	Rivestimento interno	Piastrelle in gres porcellanato smaltato	KEOPE K-Color	0.9	0.3741	19.80

Variante PV1-b

Strati 1-2 della variante PV1-a + Strati 5-6-7 della variante PV1-c


Caratteristiche antincendio

REI 30

Caratteristiche termiche

U [W/m ² .K]	0,36
-------------------------	------

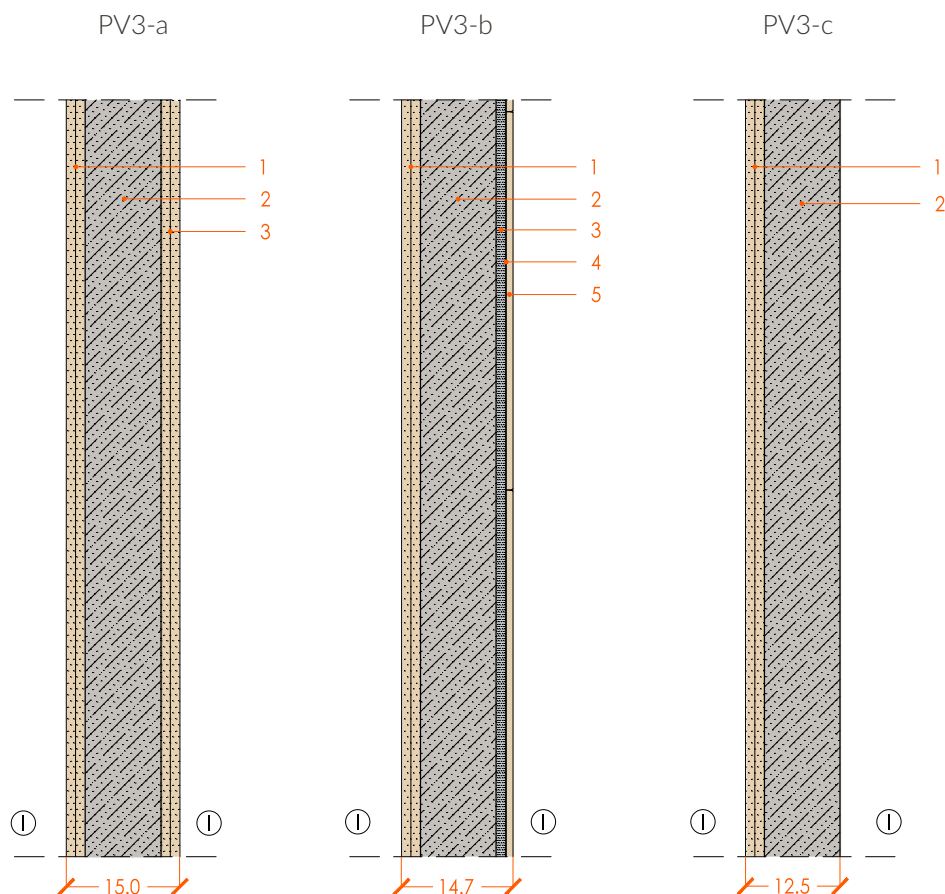
R [m ² .K/W]	2,78
-------------------------	------

Peso superficiale

67 kg/mq

#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ³]
1	Rivestimento interno	Piastrelle in gres porcellanato smaltato	KEOPE K-Color	0.9	0.3741	19.80
2	Strato di incollaggio	Colla	-	0.1	-	-
3	Protezione all'umidità	Lastra da inerti e cemento, armata con rete in fibra di vetro	KNAUF Aquapanel	1.25	0.250	13.13
4	Isolante acustico	Panelli di lana minerale	GYPROC Habito Sound	5	0.038	0.80
5	Intercapedine per passaggio tubazioni	Aria	-	15.5	-	-
6	Isolante acustico	Panelli di lana minerale	GYPROC Habito Sound	5	0.038	0.80
7	Protezione all'umidità	Lastra da inerti e cemento, armata con rete in fibra di vetro	KNAUF Aquapanel	1.25	0.250	13.13
8	Strato di incollaggio	Colla	-	0.1	-	-
9	Rivestimento interno	Piastrelle in gres porcellanato smaltato	KEOPE K-Color	0.9	0.3741	19.80
10	Strato strutturale	Calcestruzzo armato impermeabilizzato con additivo (percentuale in massa = 1%)	PENETRON Admix	30	1.750	750

REI 30



Caratteristiche termiche

PV3-a	U [W/m ² .K]	0,26
	R [m ² .K/W]	3,89
PV3-b	U [W/m ² .K]	0,18
	R [m ² .K/W]	5,52
PV3-c	U [W/m ² .K]	0,16
	R [m ² .K/W]	6,36

Peso superficiale

PV3-a	280 kg/mq
PV3-b	280 kg/mq
PV3-c	260 kg/mq

Variante PV3-a

#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ³]
1	Rivestimento interno	Lastre di gesso rivestito	GYPROC Habito Activ'air	2x1,25	0.25	10.20
2	Strato resistente e ermetico	Calcestruzzo impermeabilizzato	PENETRON Admix	10	1.75	240
3	Rivestimento interno	Lastre di gesso rivestito	GYPROC Habito Activ'air	2x1,25	0.25	10.20

Variante PV3-b

#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ³]
1	Rivestimento interno	Lastre di gesso rivestito	GYPROC Habito Activ'air	2x1,25	0.25	10.20
3	Strato resistente e ermetico	Calcestruzzo impermeabilizzato	PENETRON Admix	10	1.75	240
4	Strato di incollaggio	Colla	-	0.1	-	-
5	Rivestimento interno	Piastrelle in gres porcellanato smaltato	KEOPE K-Color	0.9	0.3741	19.80

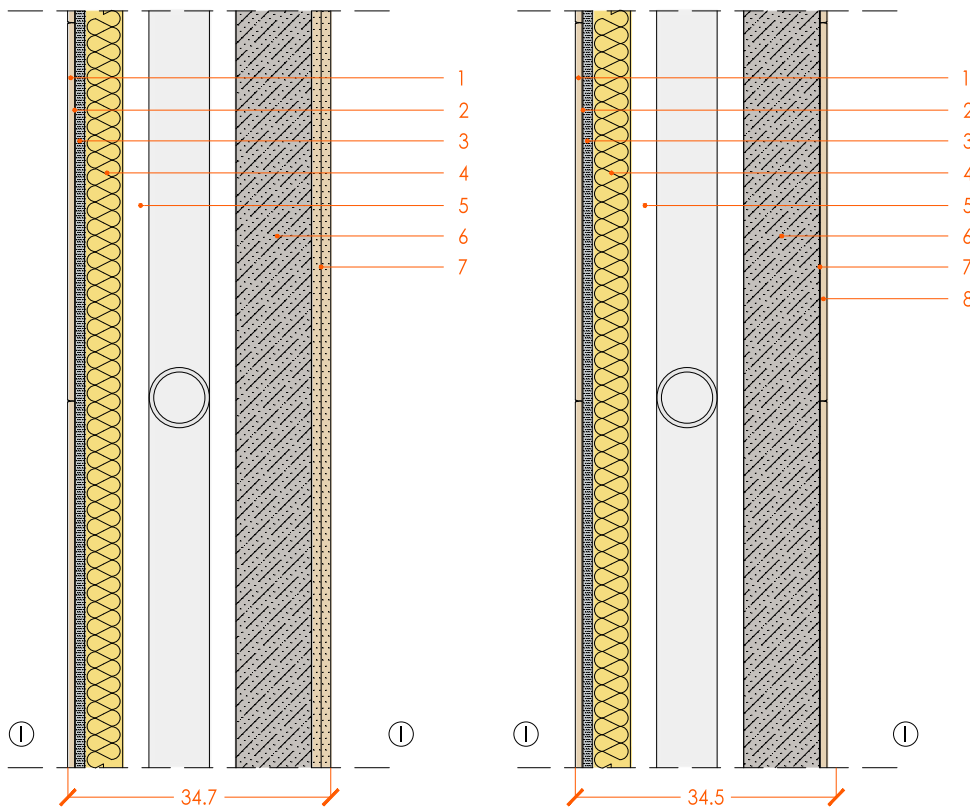
Variante PV3-c

#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ³]
1	Rivestimento interno	Lastre di gesso rivestito	GYPROC Habito Activ'air	2x1,25	0.25	10.20
2	Strato resistente e ermetico	Calcestruzzo impermeabilizzato	PENETRON Admix	10	1.75	240

REI 30

PV4-a

PV4-b



Caratteristiche termiche

PV3-a	U [W/m ² .K]	0,68
	R [m ² .K/W]	1,47
PV3-b	U [W/m ² .K]	0,35
	R [m ² .K/W]	2,86

Peso superficiale

PV3-a	294 kg/mq
PV3-b	295 kg/mq

Variante PV4-a

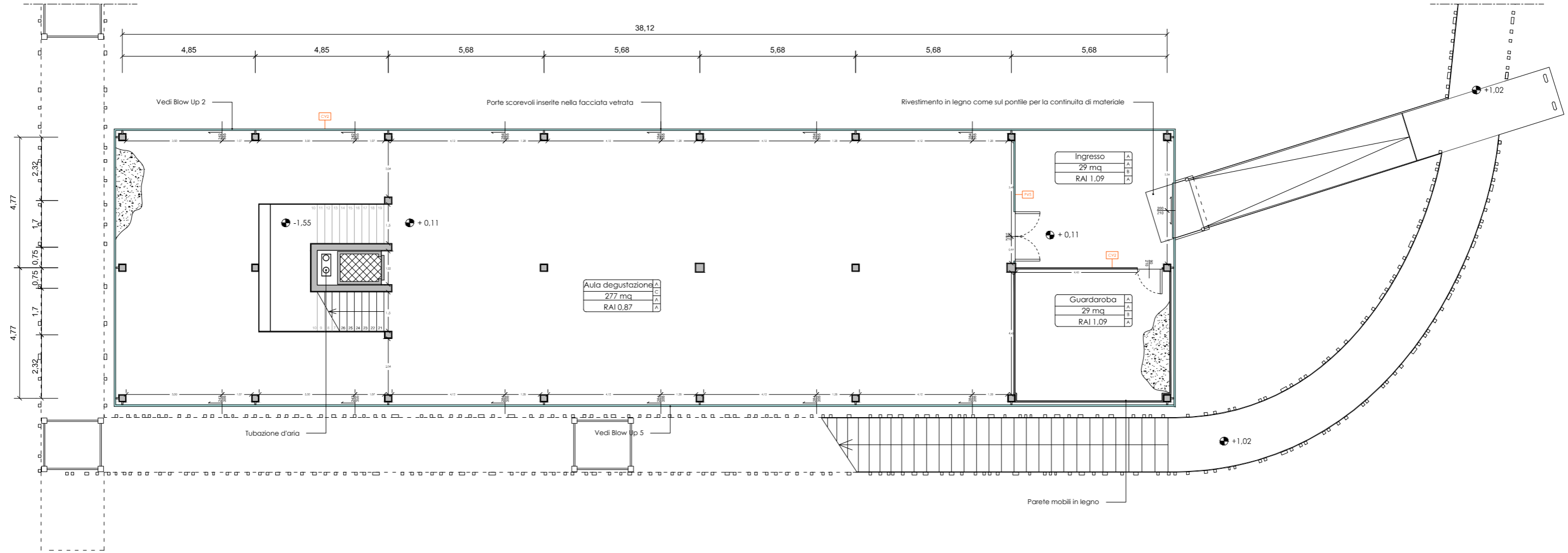
#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ²]
1	Rivestimento interno	Piastrelle in gres porcellanato smaltato	KEOPE K-Color	0.9	0.3741	19.80
2	Strato di incollaggio	Colla	-	0.1	-	-
3	Protezione all'umidità	Lastra da inerti e cemento, armata con rete in fibra di vetro	KNAUF Aquapanel	1.25	0.25	13.13
4	Isolante acustico	Panelli di lana minerale	GYPROC Habito Sound	5	0.038	0.80
5	Intercapedine per passaggio tubazioni	Aria	-	15	-	-
6	Strato resistente e ermetico	Calcestruzzo impermeabilizzato	PENETRON Admix	10	1.75	240.00
7	Strato di incollaggio	Colla	-	0.1	-	-
8	Rivestimento interno	Piastrelle in gres porcellanato smaltato	KEOPE K-Color	0.9	0.3741	19.80

Variante PV4-b

Strati 1 a 6 della variante PV4-a +

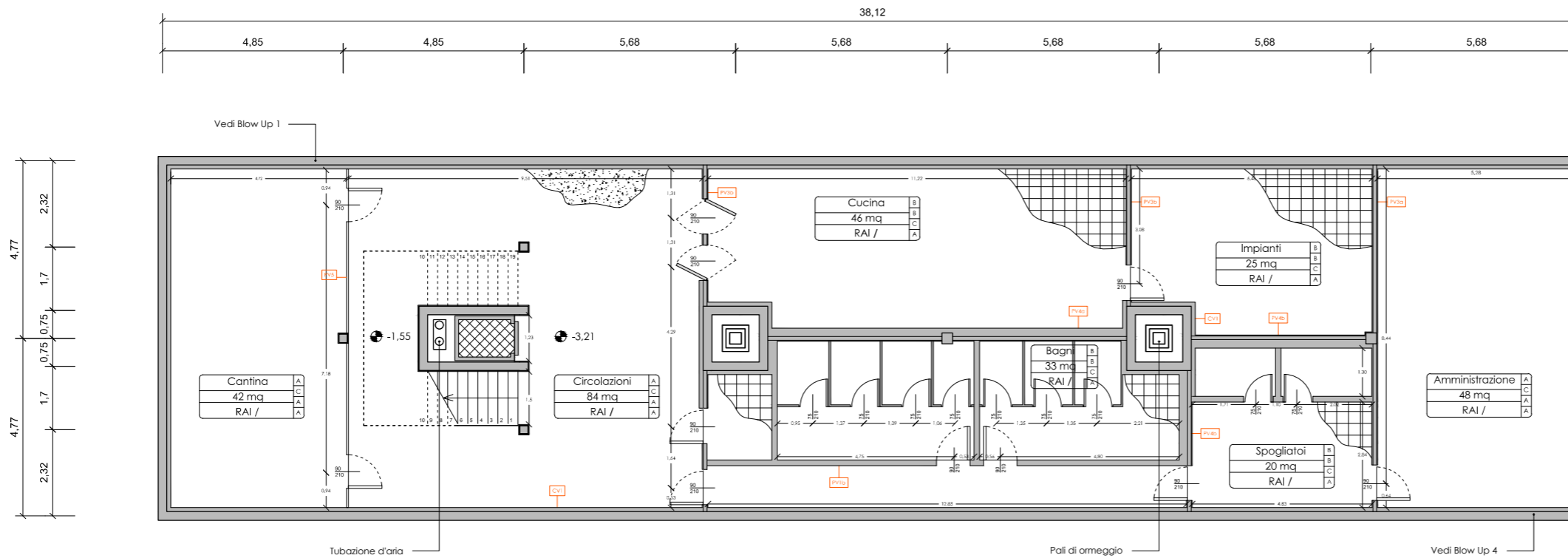
#	Funzione	Materiale	Esempio di fornitore	d [cm]	λ [W/(m.K)]	ρ [kg/m ²]
7	Rivestimento interno	Lastre di gesso rivestito	GYPROC Habito Activ'air	2x1,25	0.25	10.20

TAV. 14 Piani tecnologici- 1:150



▷ Piano terra

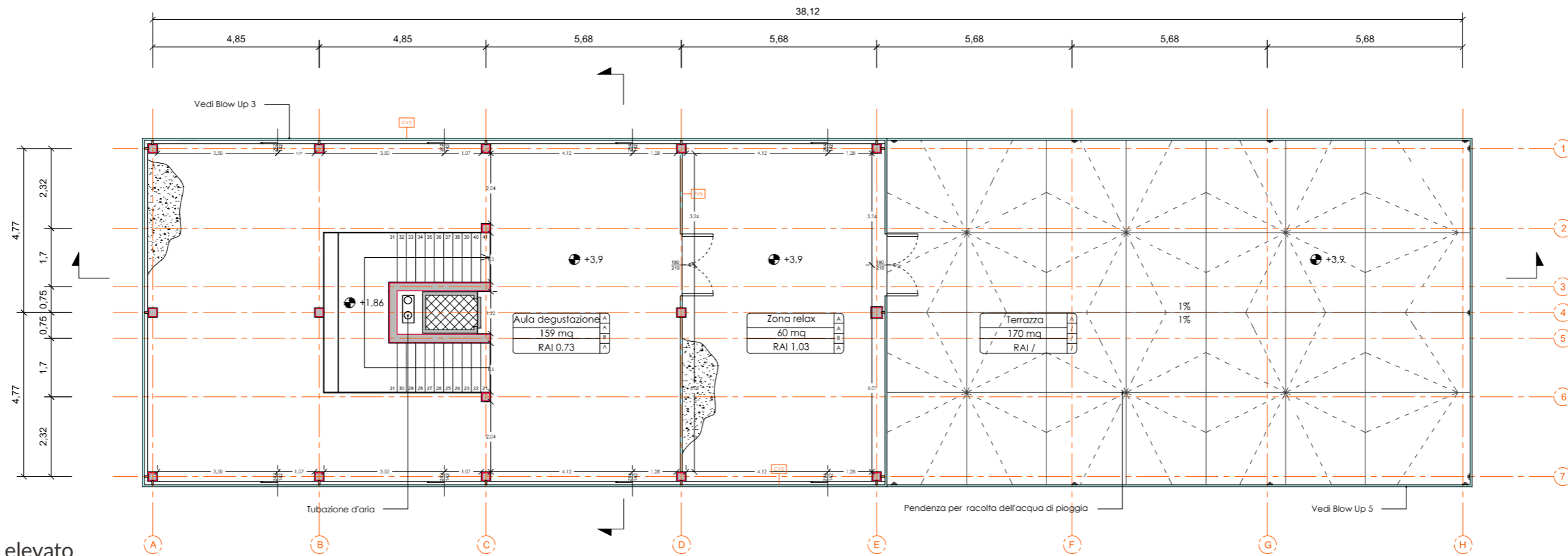
▷ Piano sommerso



- Abaco delle finiture interne**
- Pavimento**
 - A Pavimento in cemento cerato
 - B Pavimento in gres porcellanato da interno tipo Ceramicasuolo
 - Battiscopa**
 - A Battiscopa dal traverso della facciata continua in alluminio
 - B Battiscopa coordinata in gres
 - C Battiscopa in legno
 - Pareti**
 - A Intonaco per interno
 - B Facciata continua in vetro
 - C Rivestimento in gres
 - Soffitto**
 - A Lastre di cartongesso antifuoco

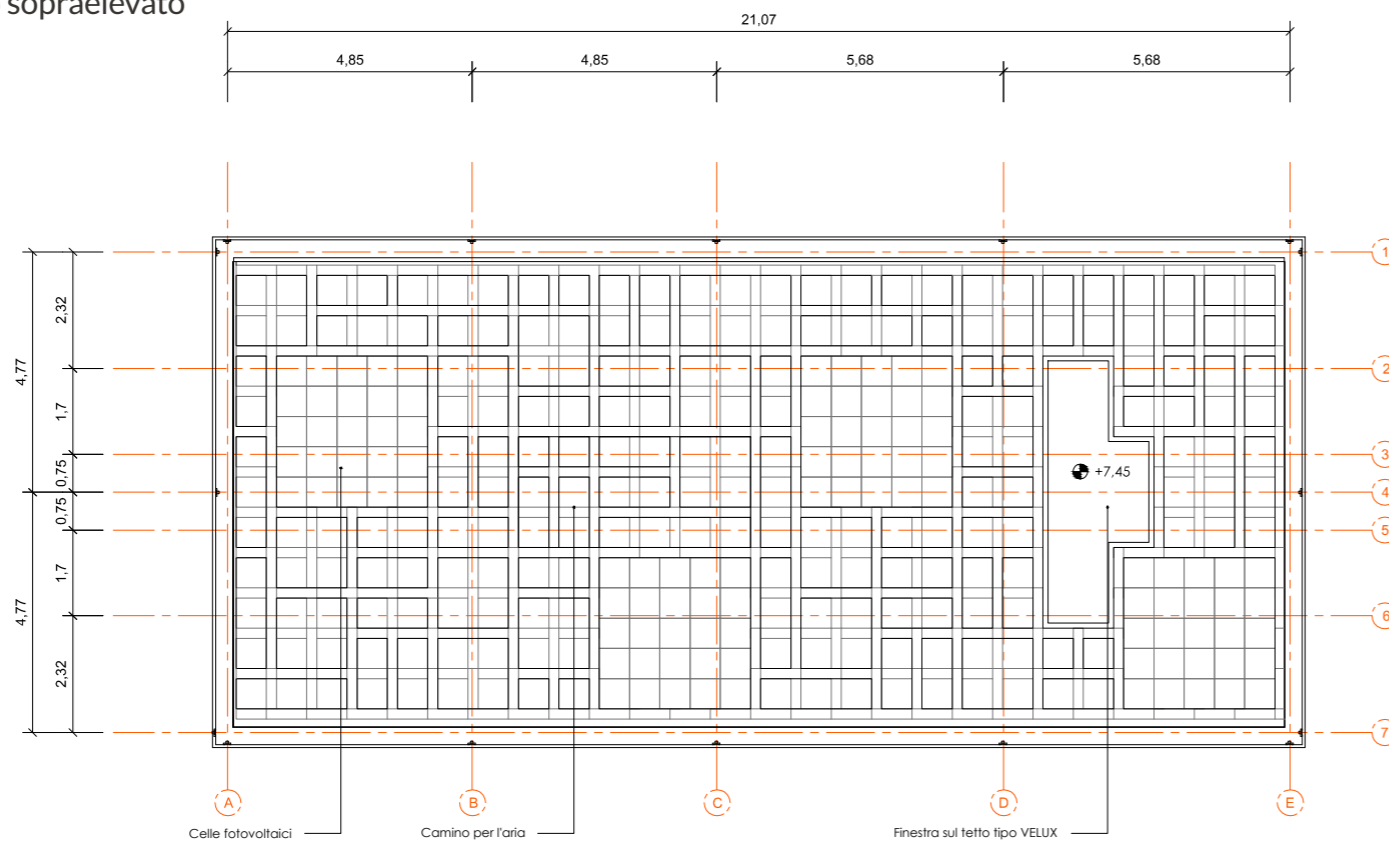
Spazio	B
- mq	C
RAI /	A

TAV. 15 Piani tecnologici- 1:150

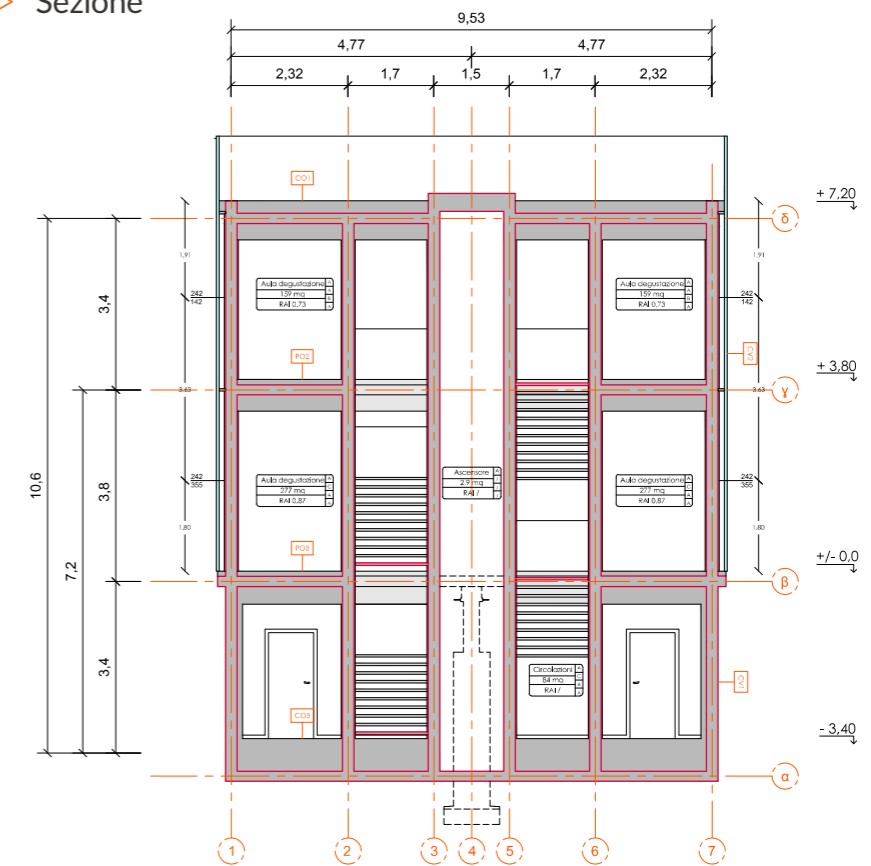


▷ Piano elevato

▷ Piano sopraelevato



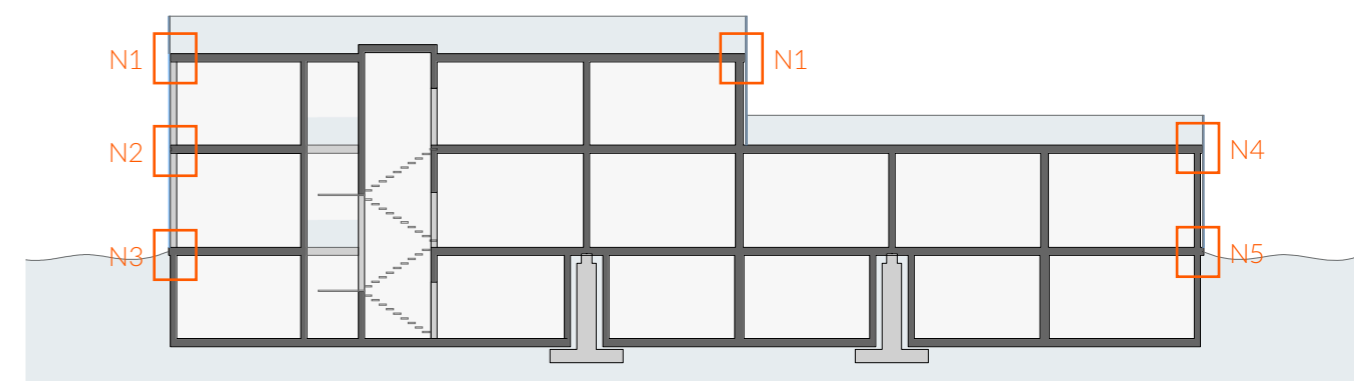
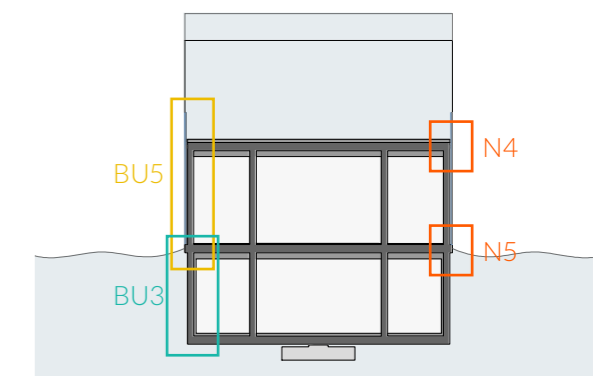
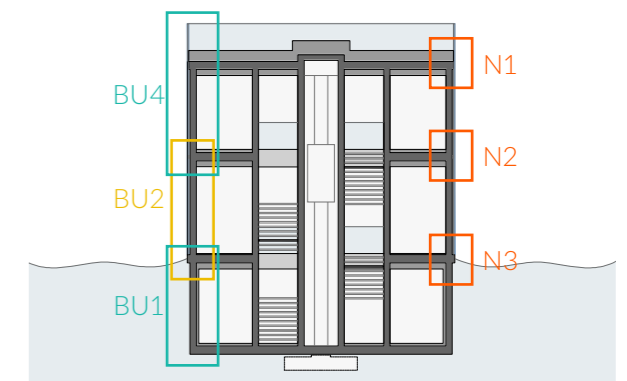
▷ Sezione

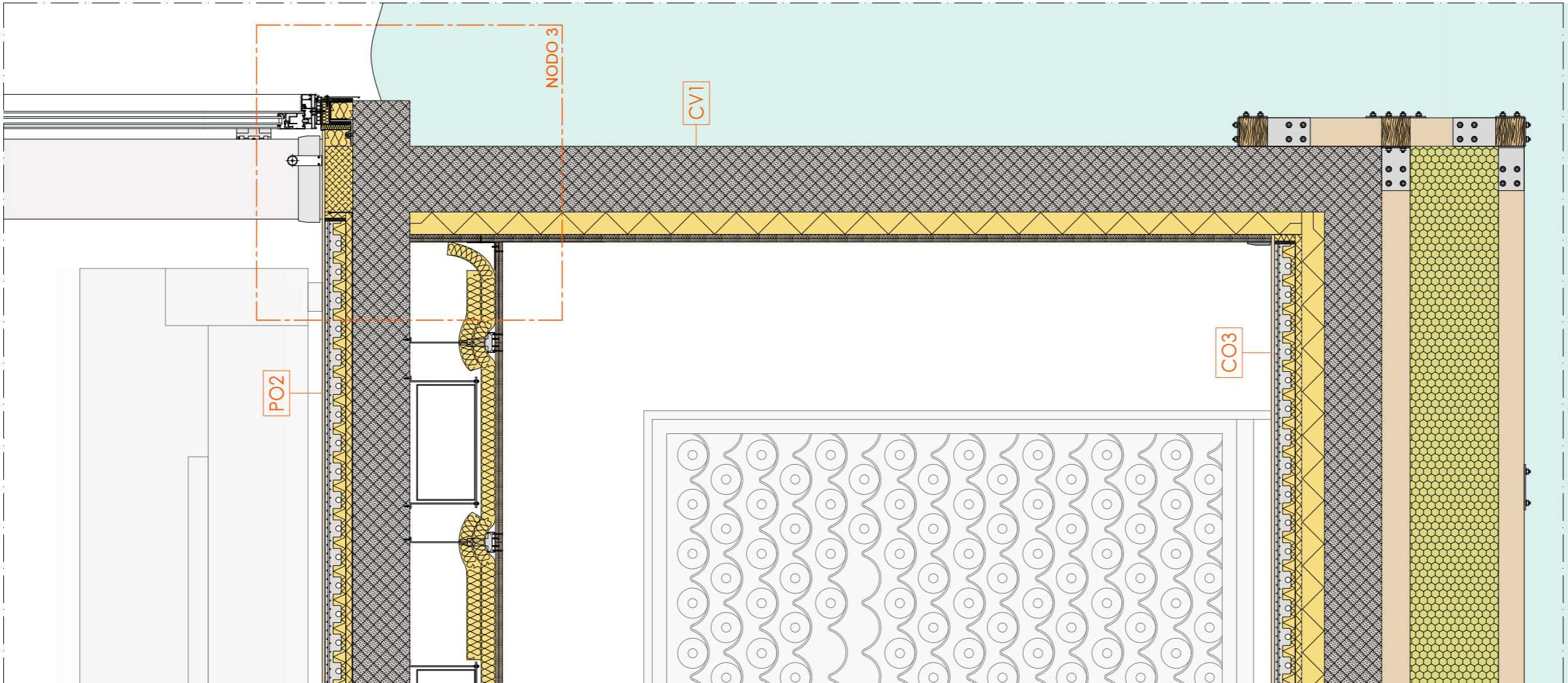
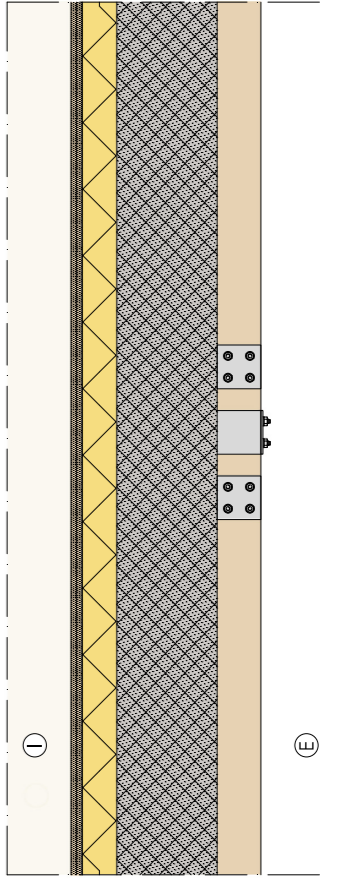


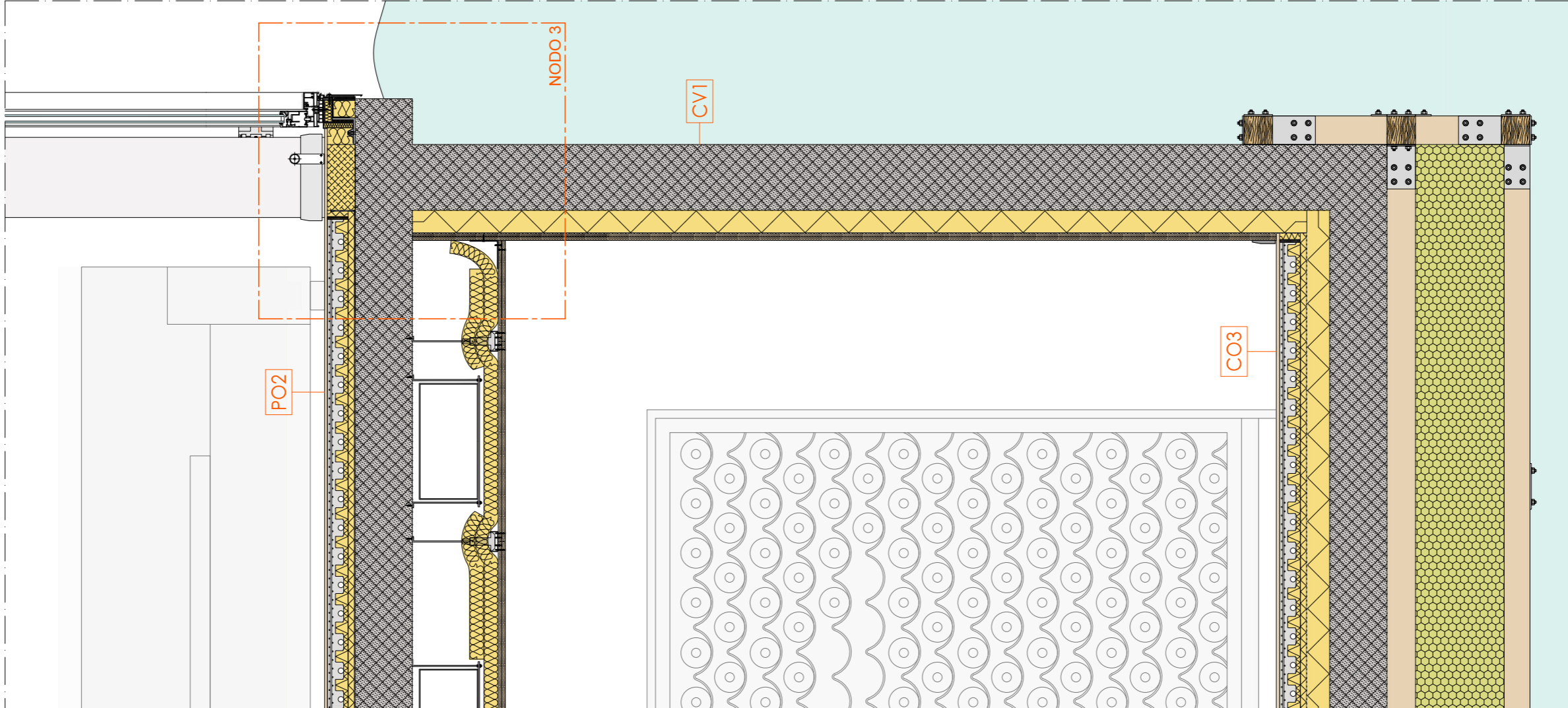
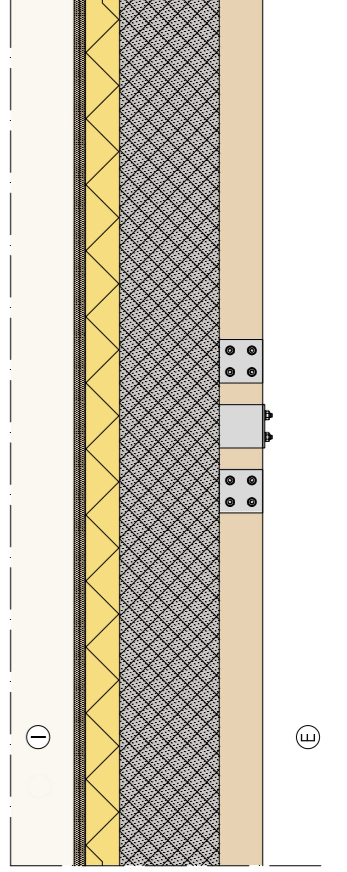
02 BLOW UP

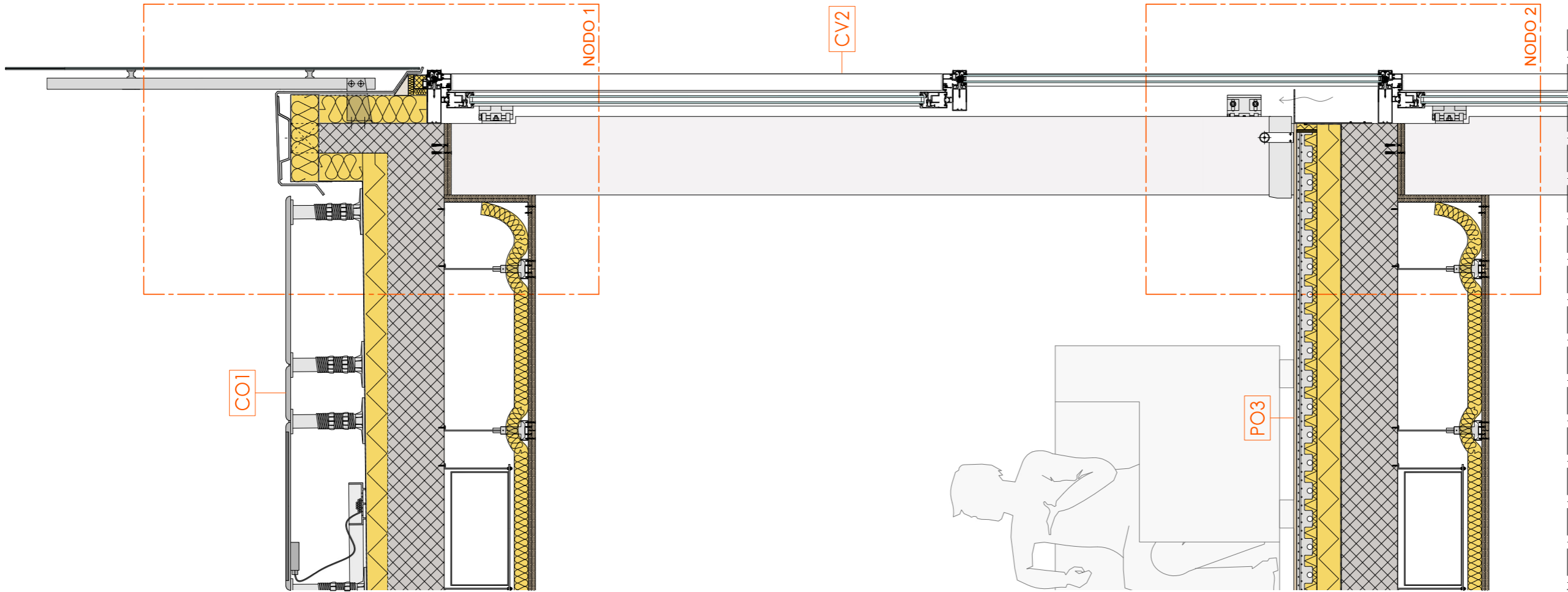
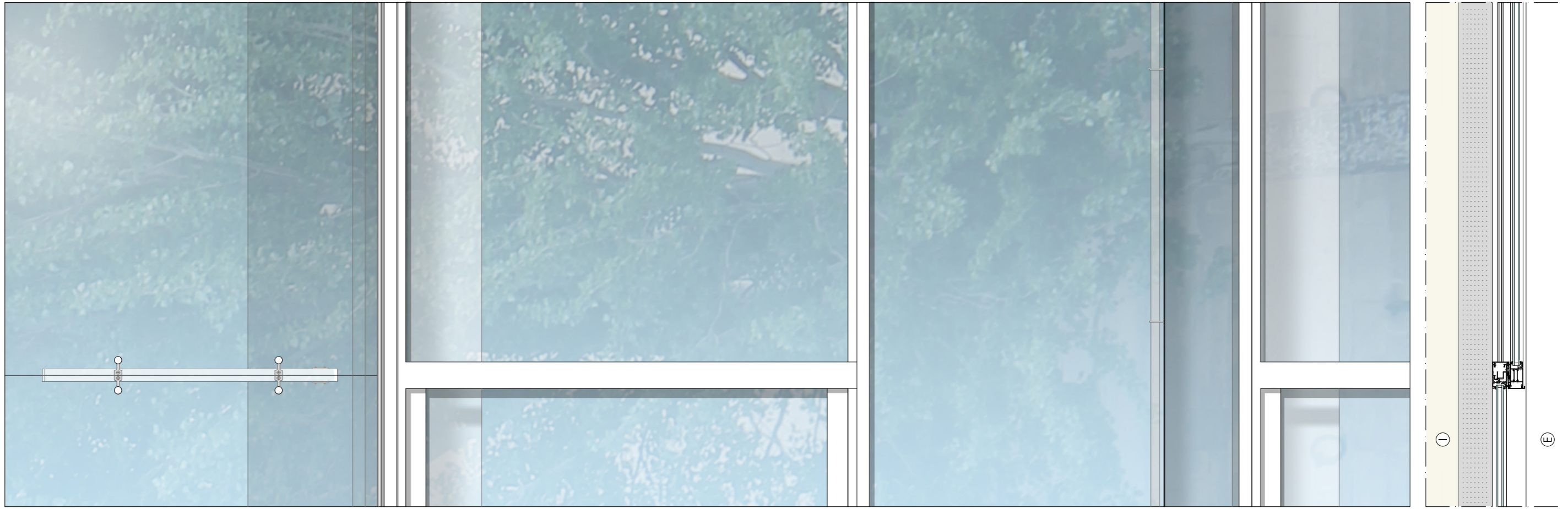
Dato la semplicità architettonica e le dimensioni ridotte dell'edificio considerato, si è scelto di non rappresentare un'intera sezione dettagliata a scala precisa, ma piuttosto di mettere in luce porzioni di sezione, a scala 1:20, abbinata ai loro risultati in prospetto, riunite sotto la denominazione di "blow-up". Questi *blow-up* evidenziano essi stessi nodi particolari, che vengono portati a scala 1:5 su altre tavole.

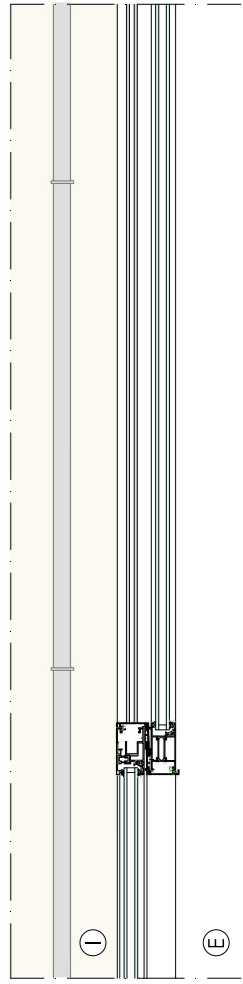
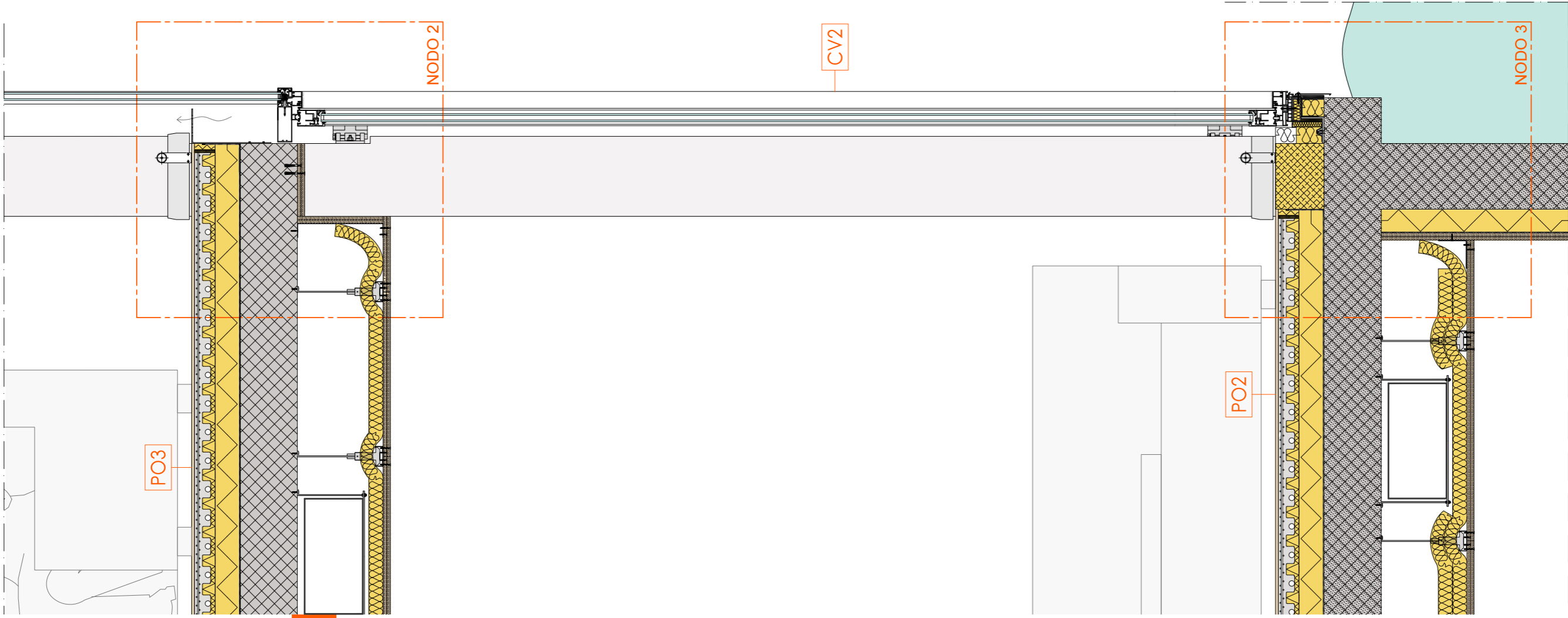
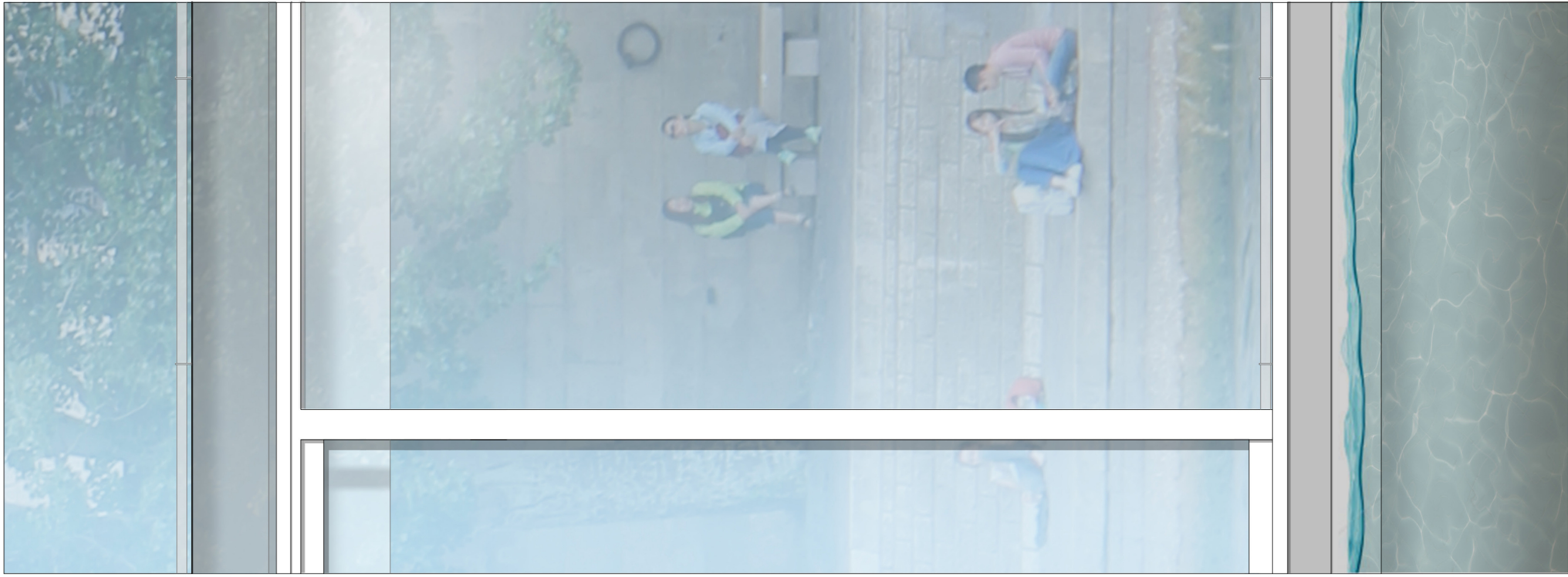
Guardando lo schema qua sotto, si capisce che quasi tutto l'edificio viene così rappresentato da questi disegni.



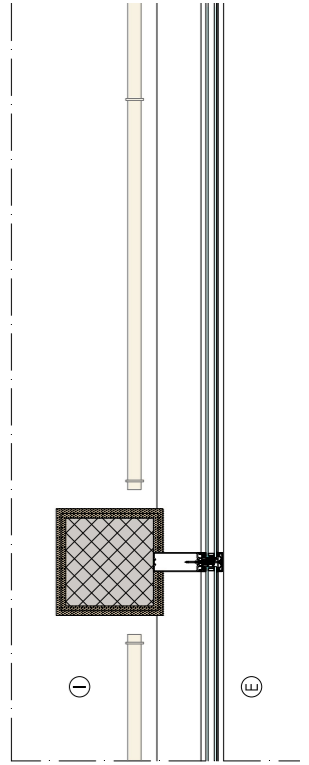
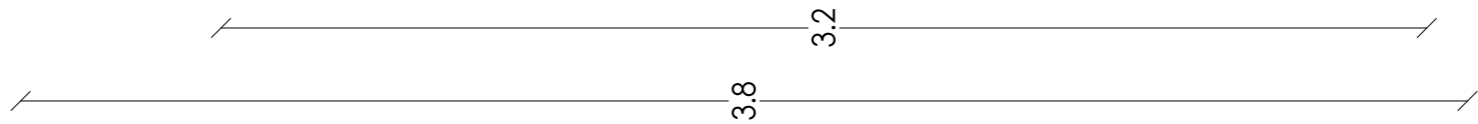
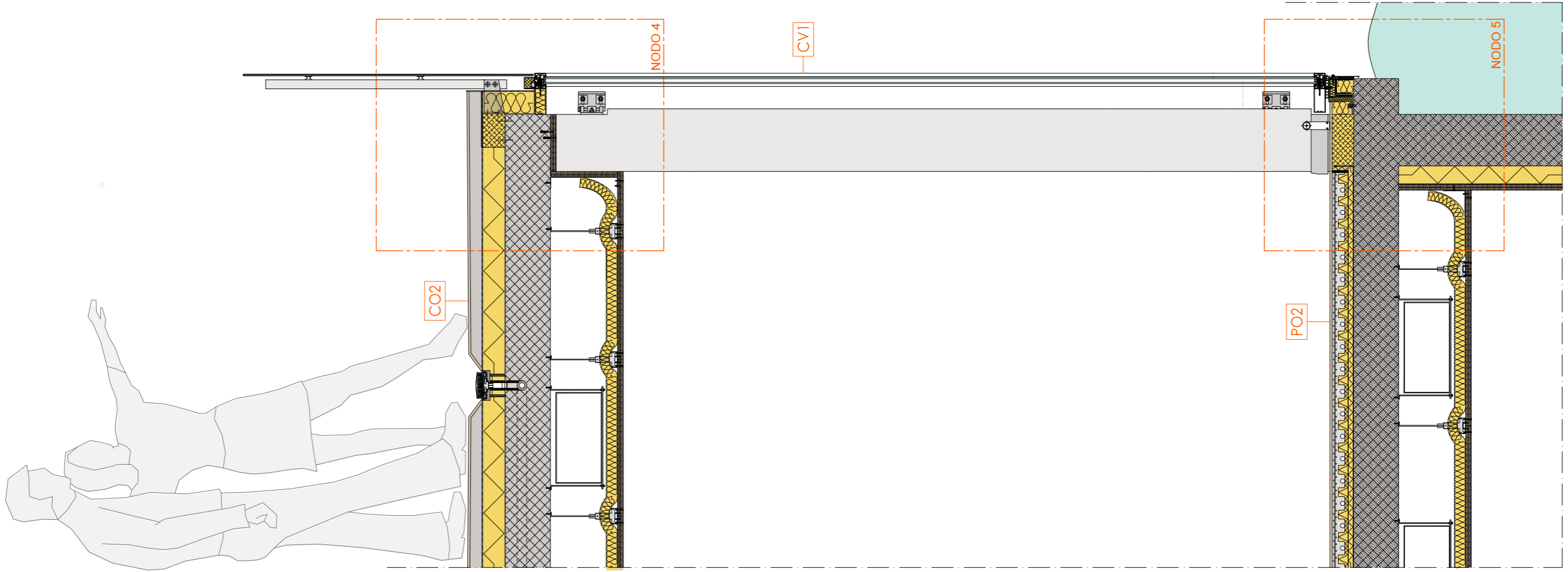




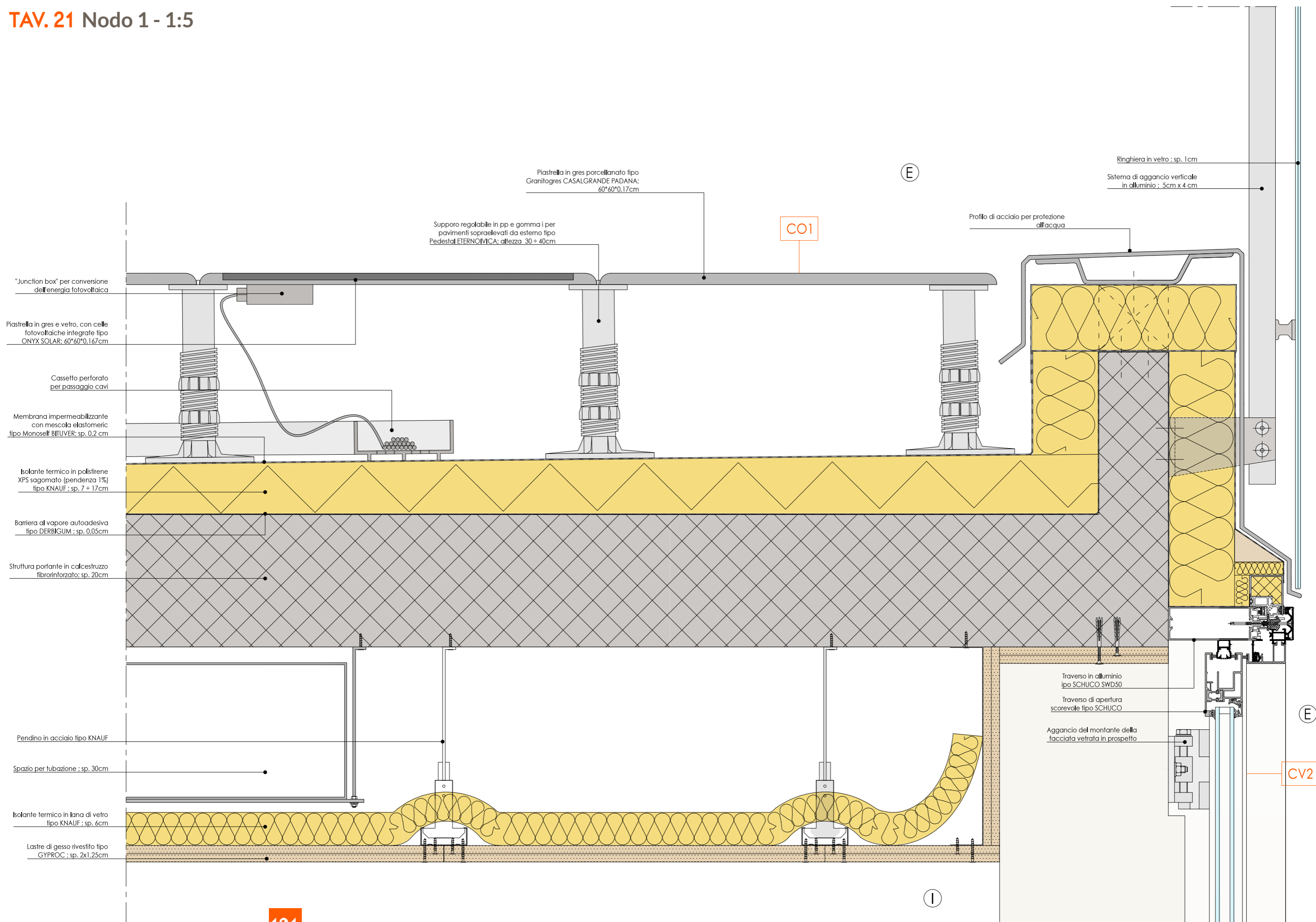




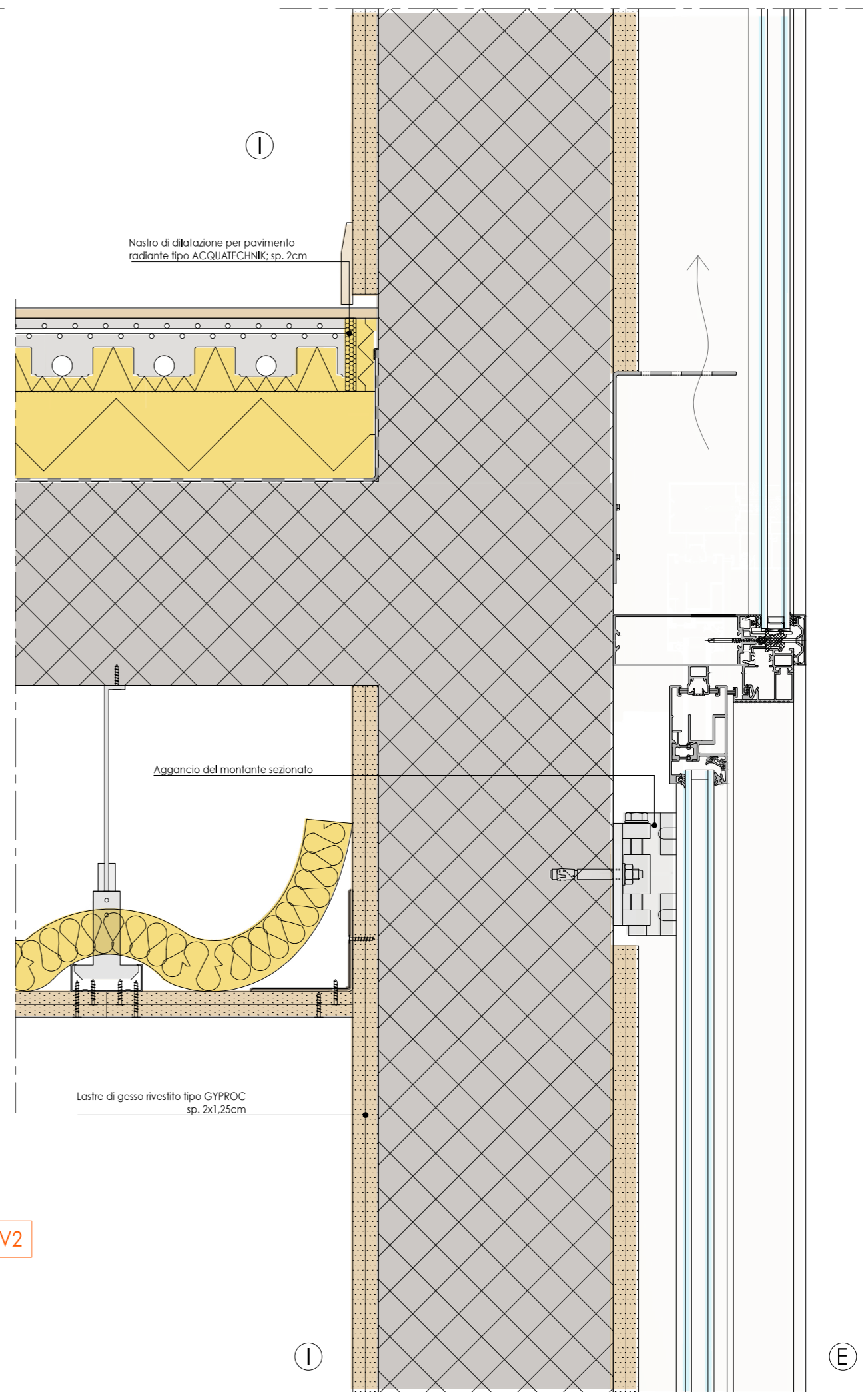
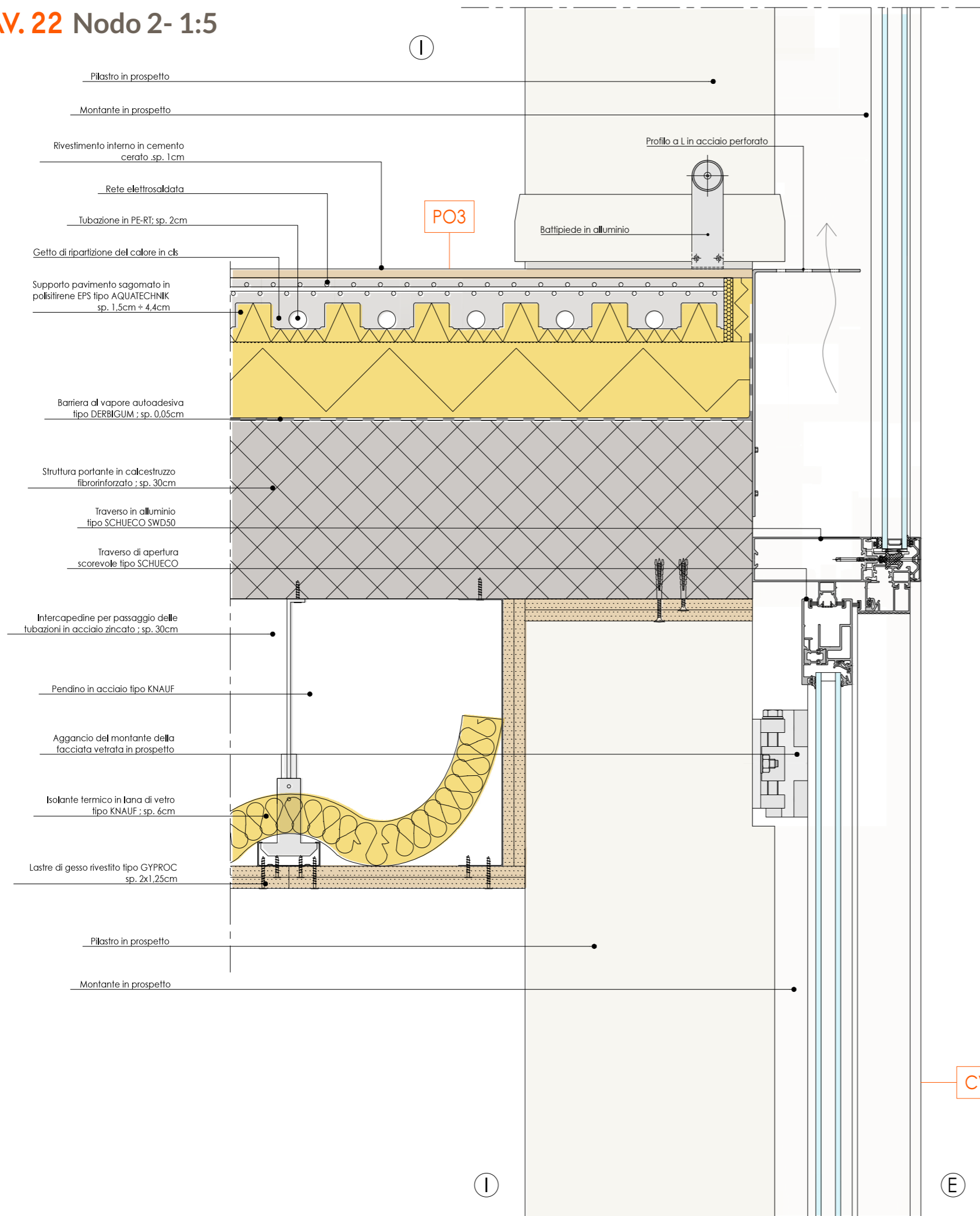
TAV. 20 Blow Up 5 - 1:20



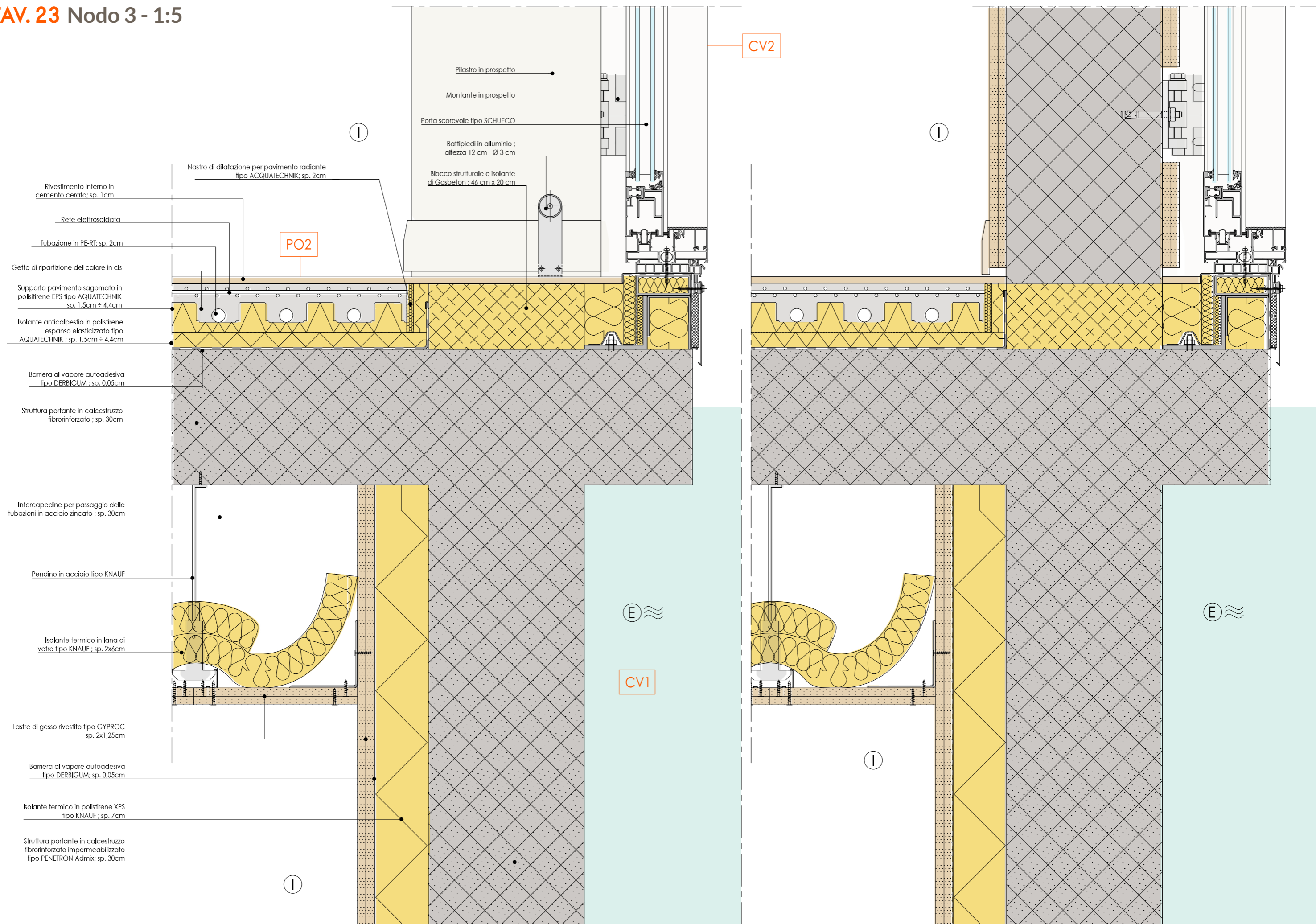
TAV. 21 Nodo 1 - 1:5



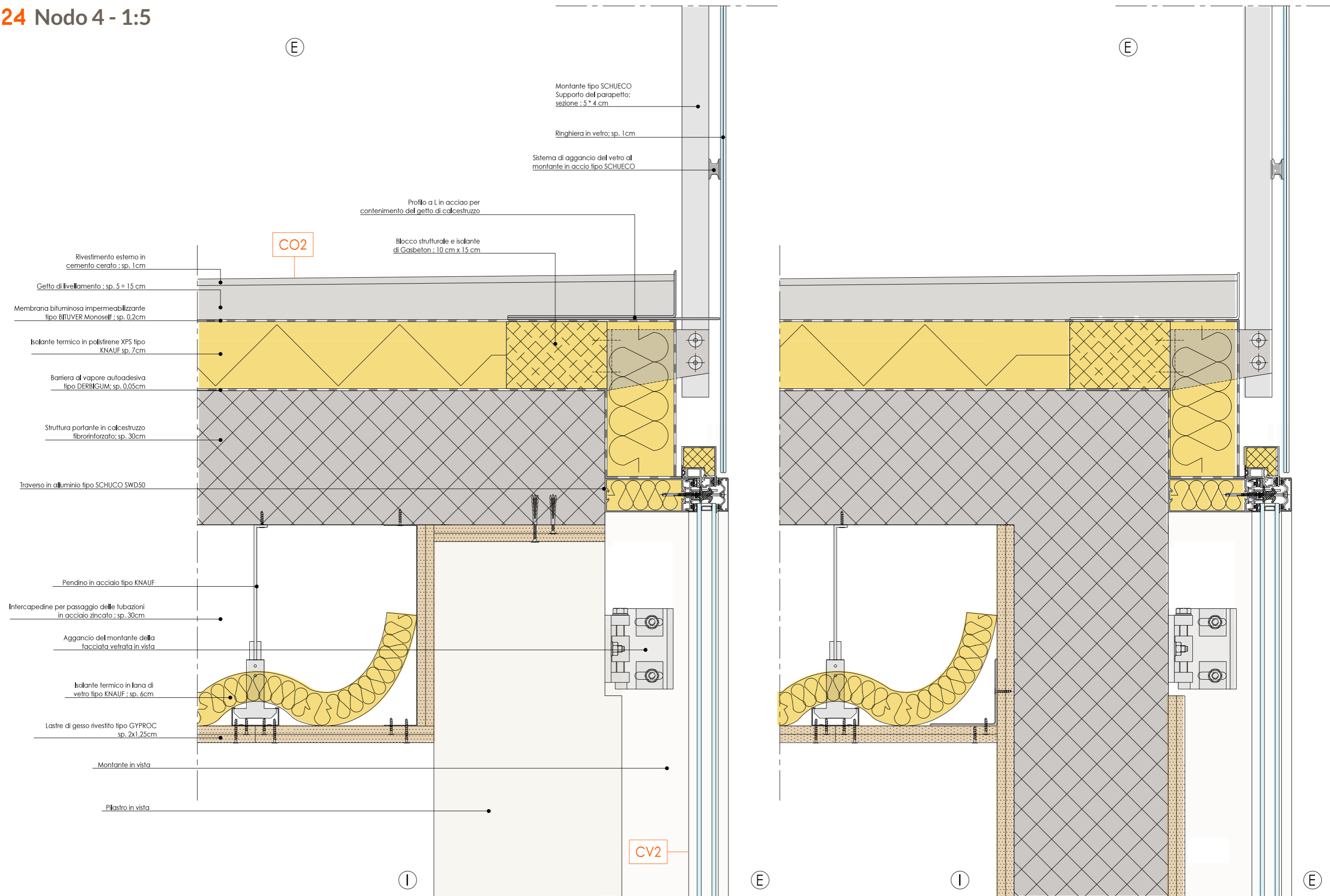
TAV. 22 Nodo 2- 1:5



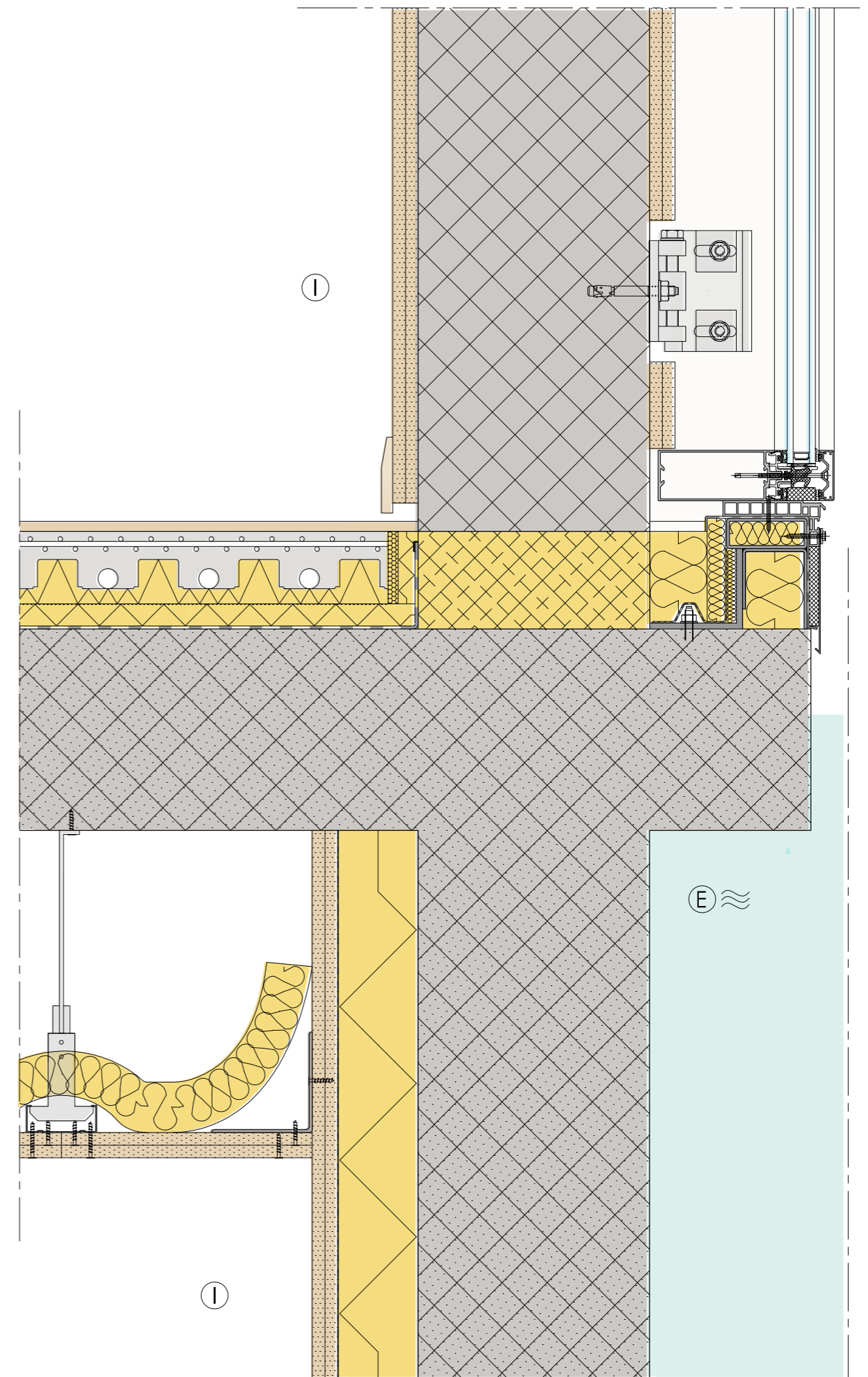
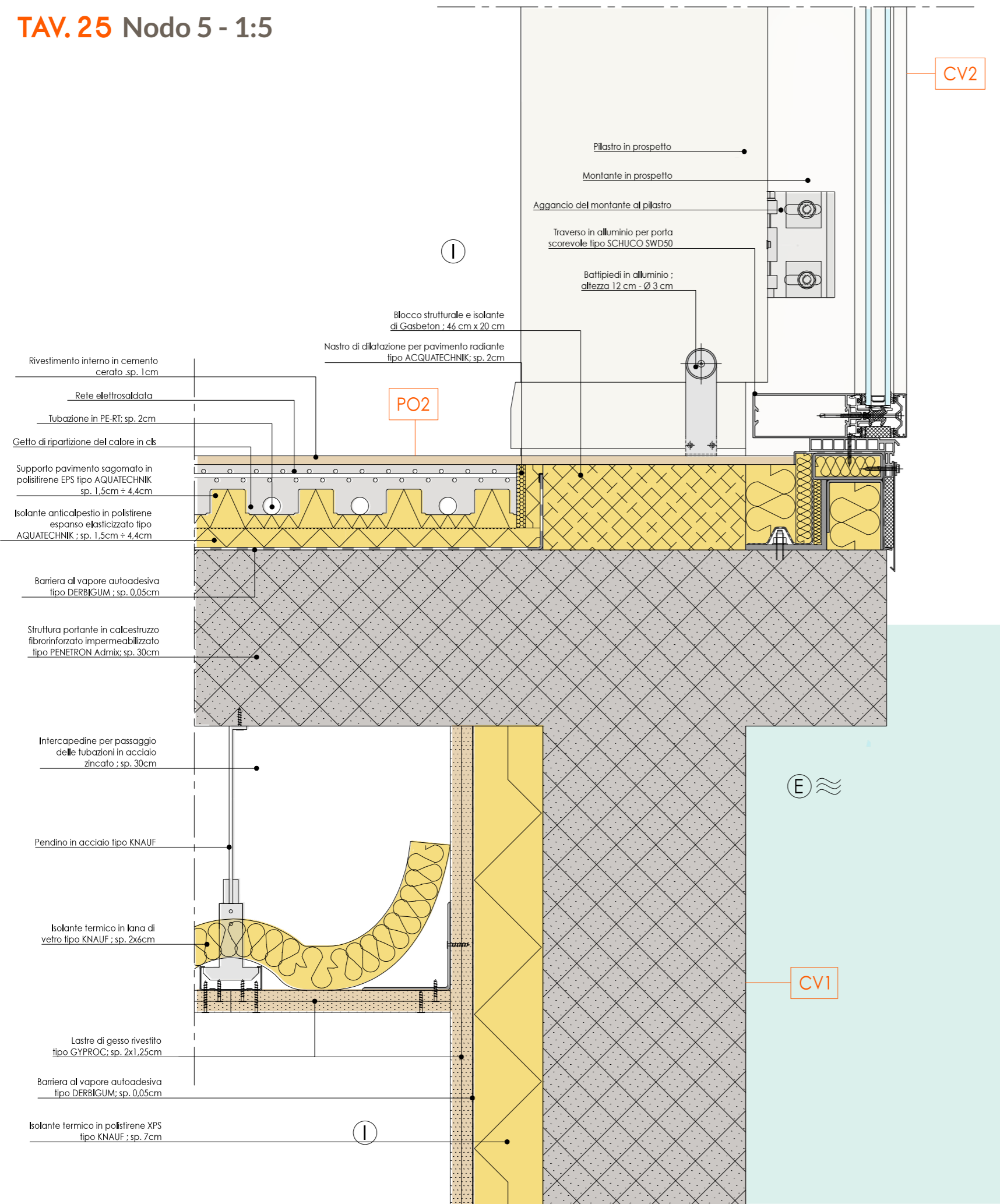
TAV. 23 Nodo 3 - 1:5

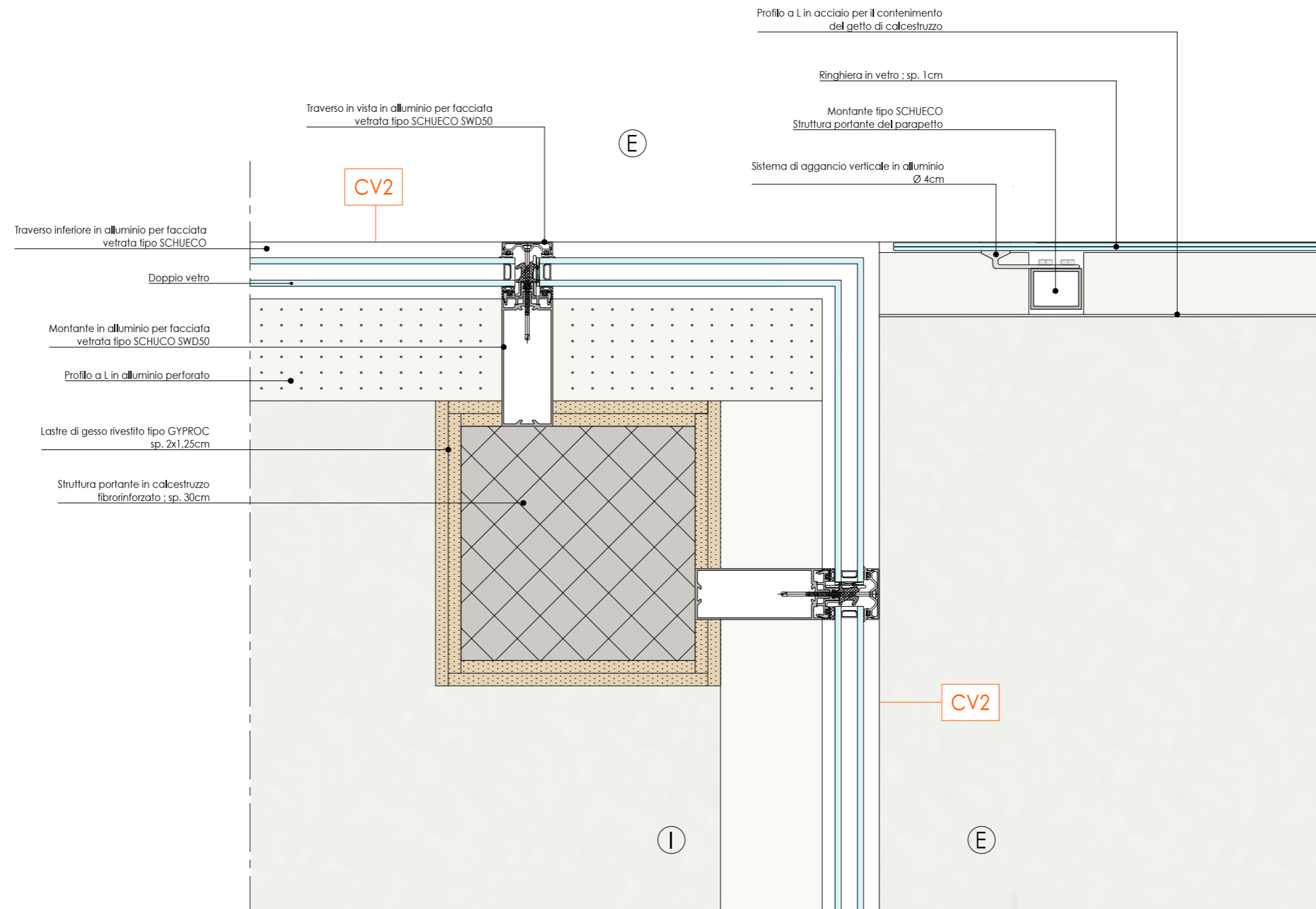


TAV. 24 Nodo 4 - 1:5



TAV. 25 Nodo 5 - 1:5





03 FATTIBILITA' DELLA PASSERELLA

La passerella è l'accesso unico e principale al Bar a Champagne. E' composta da due elementi trattati in due modi molto diversi per differenziargli sia nella loro funzione che al livello estetico.

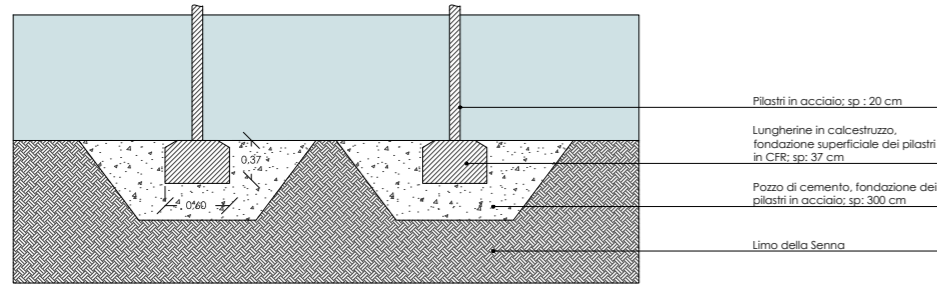
La passerella principale, composta da pilastri curvi e d'aspetto vegetali, crea una continuità dal livello alto della strada alla sponda, 5 metri sotto. Lo stesso trattamento è stato trattenuto su tutta la lunghezza per facilitare la comprensione del nuovo percorso cittadino creato sulla darsena.

Un'altra passerella è comunque necessaria per raggiungere la porta d'ingresso del bar qualsiasi livello della Senna. I disegni presentati in questa parte prendono in considerazione un livello generale delle acque della Senna che rappresenta 75% del tempo.

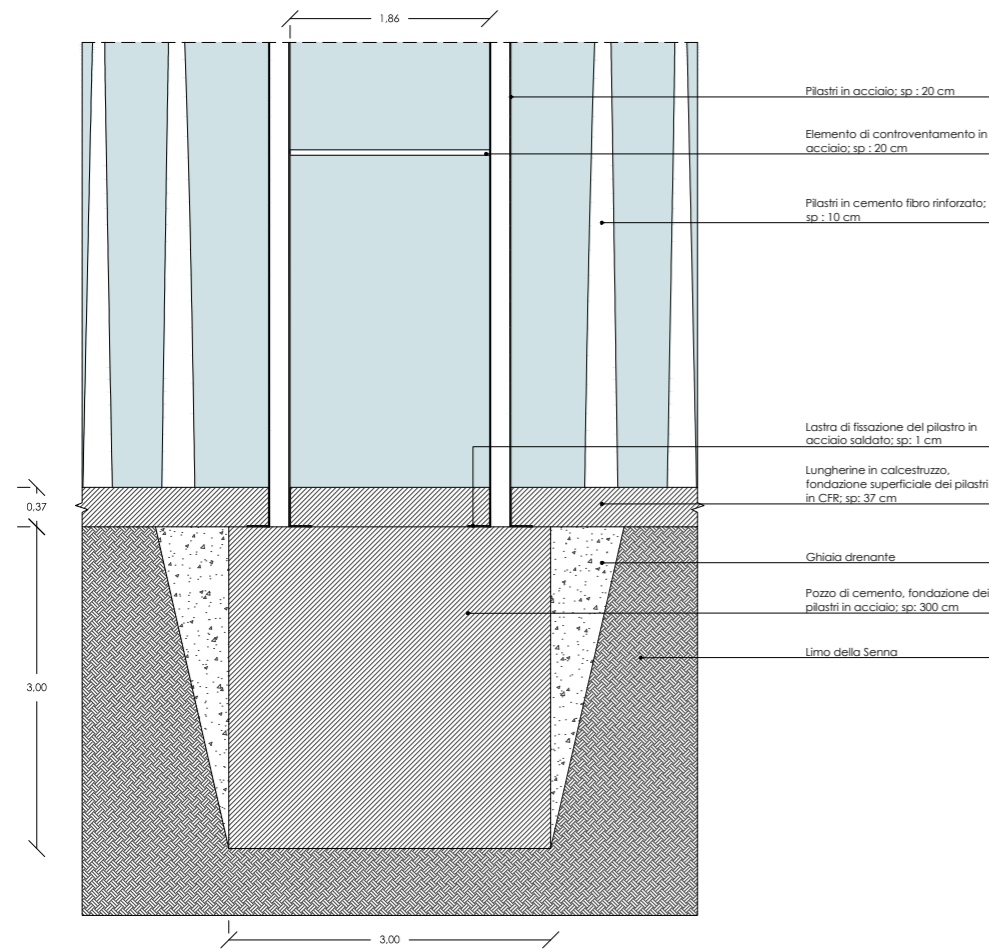
La seconda passerella (che sarà chiamato pontile) è quindi telescopica e staccabile in caso di piena.

TAV. 27 Dettagli costruttivi della passerella - Fuori scala

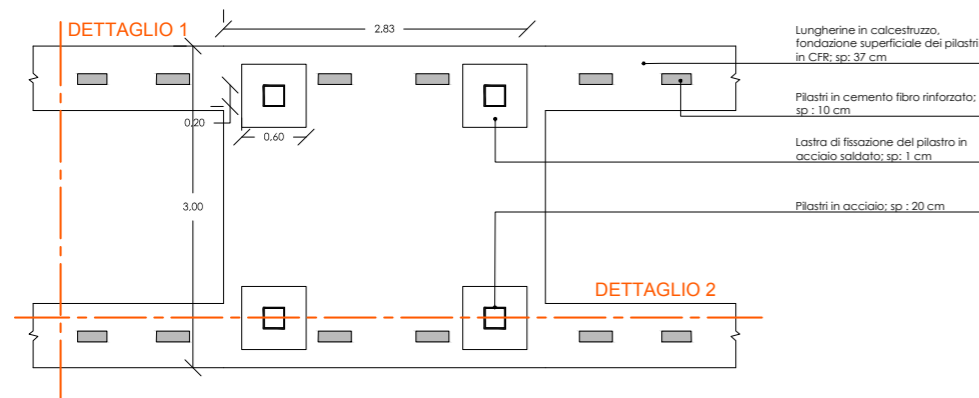
▷ Dettaglio 1



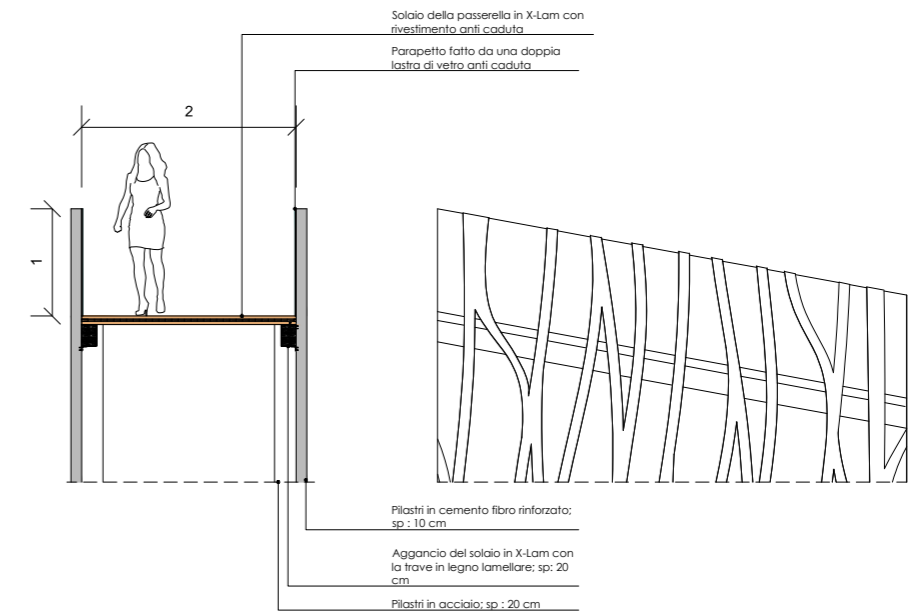
▷ Dettaglio 2



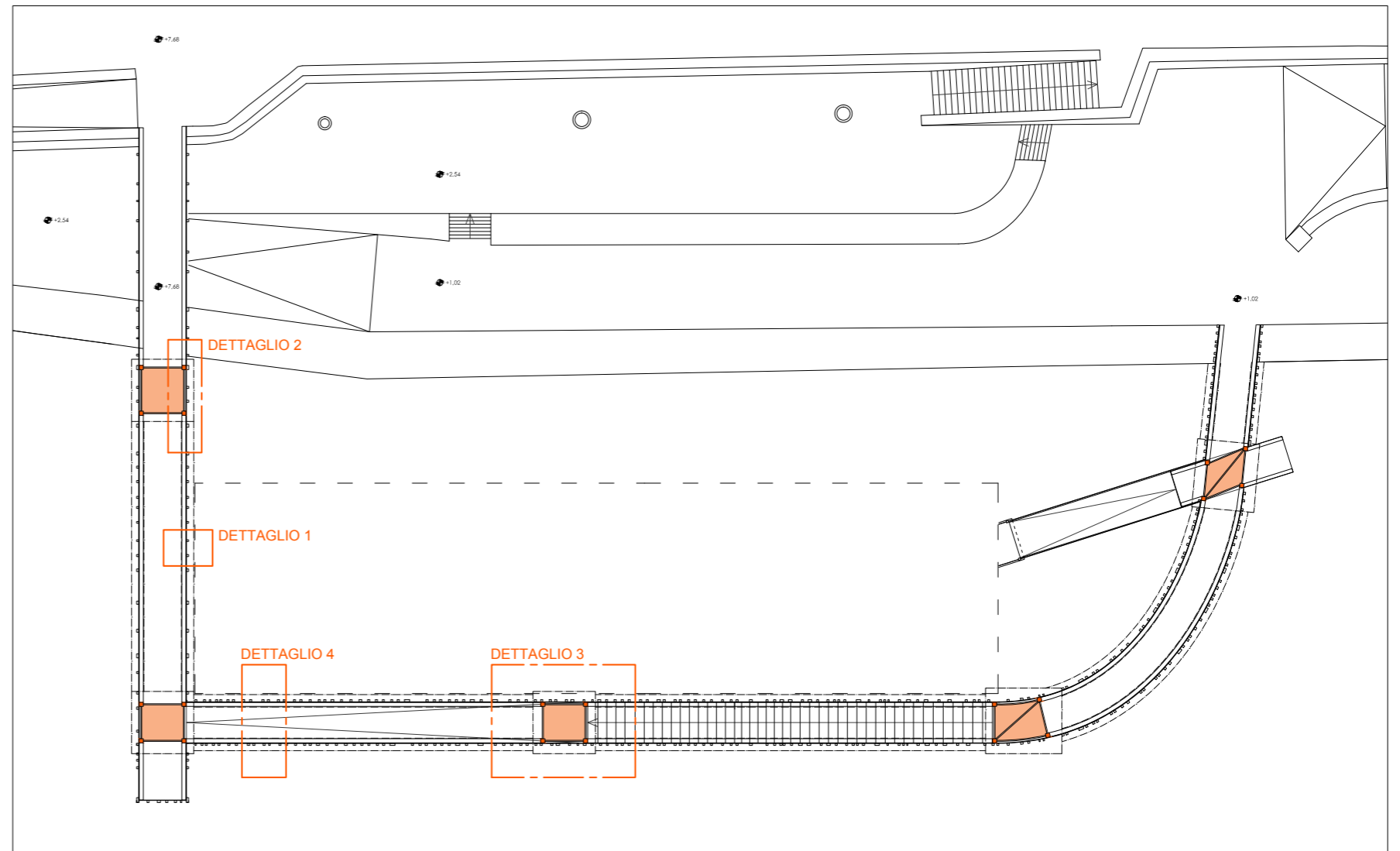
▷ Dettaglio 3



▷ Dettaglio 4

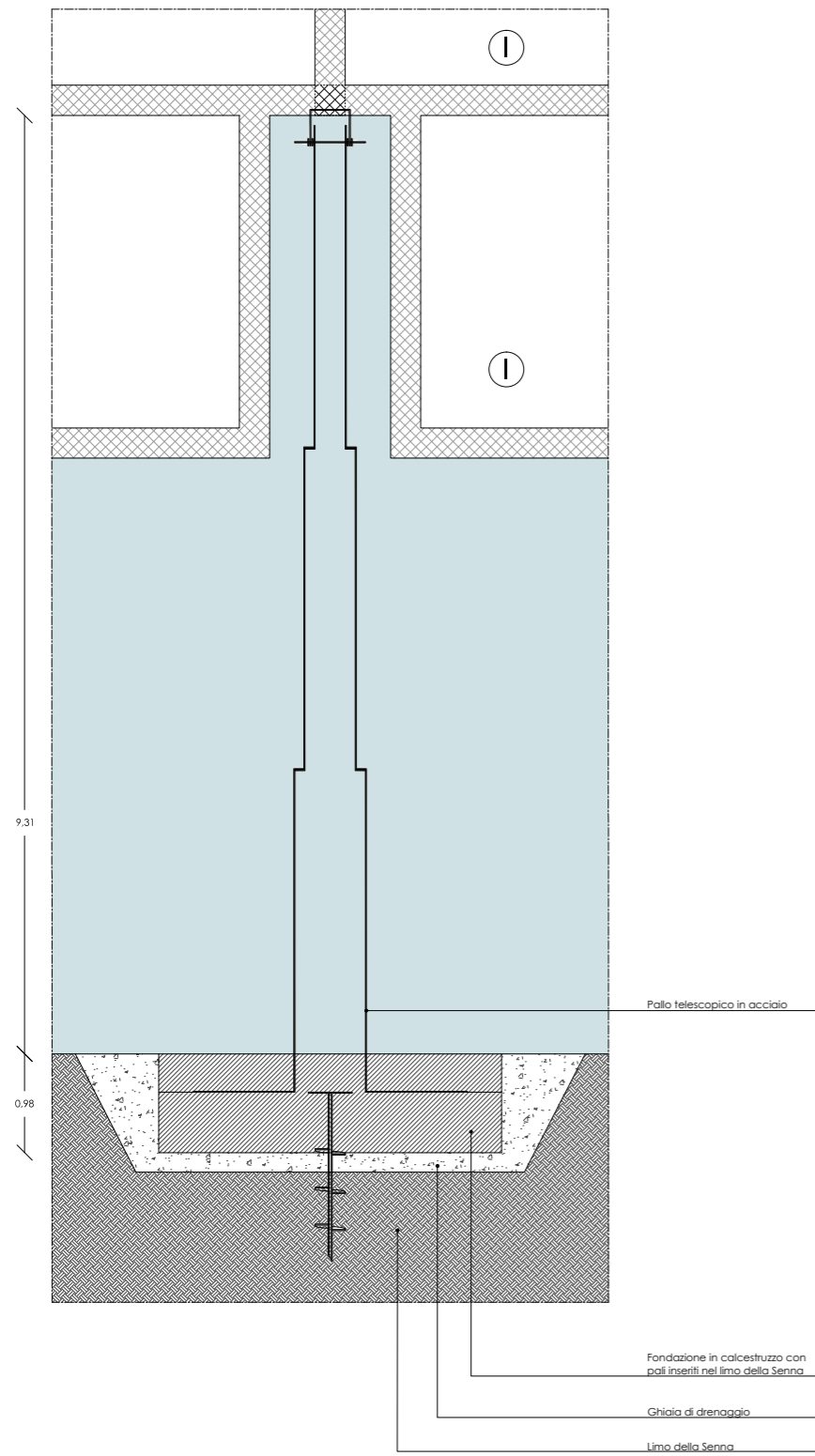


- Al livello strutturale, **cinque gruppo di 4 pilastri in acciaio**, di sezione 20cm*20cm, portano **travi in legno lamellare** che sostengono il solaio della passerella in X-lam. Le travi sono fissate ai pilastri di tipo "liane" che **fungono di controvento**. Inoltre, **la piastra di X-Lam crea rigidità** nella parte più alta della passerella, e contribuisce anche lei al controvento della struttura complessiva.
- Le fondazioni dei pilastri sono più ampie a causa del carico da loro sostenuto. Si tratta di **pozzi in calcestruzzo armato**, specificamente progettati per ambienti acquatici, in modo da per raggiungere uno strato di terreno portante sotto il limo della Senna.

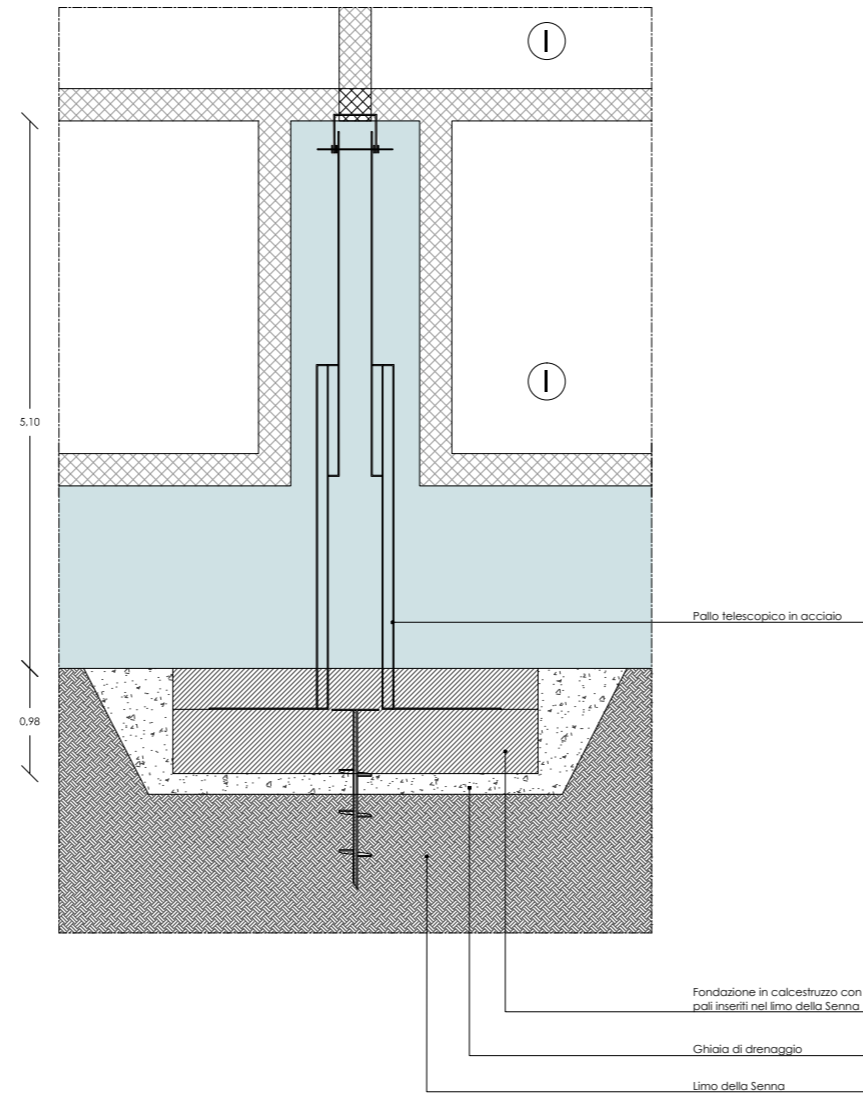


TAV. 28 Fondazione dei pali telescopici - Fuori scala

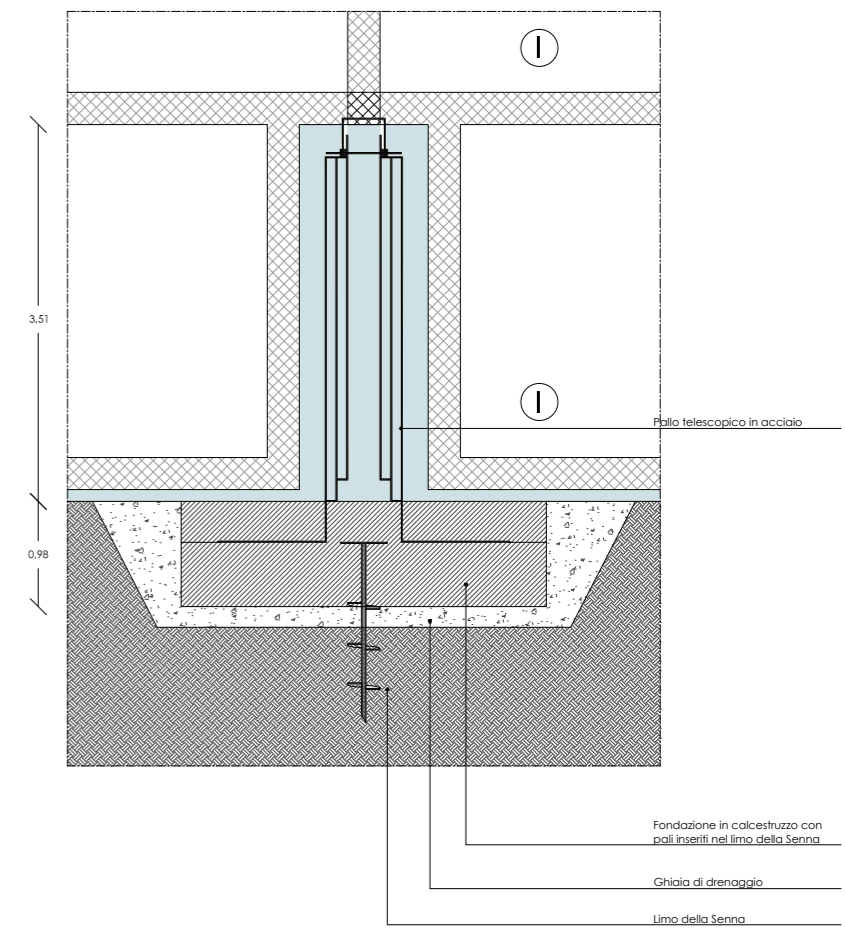
▷ In situazione di piena



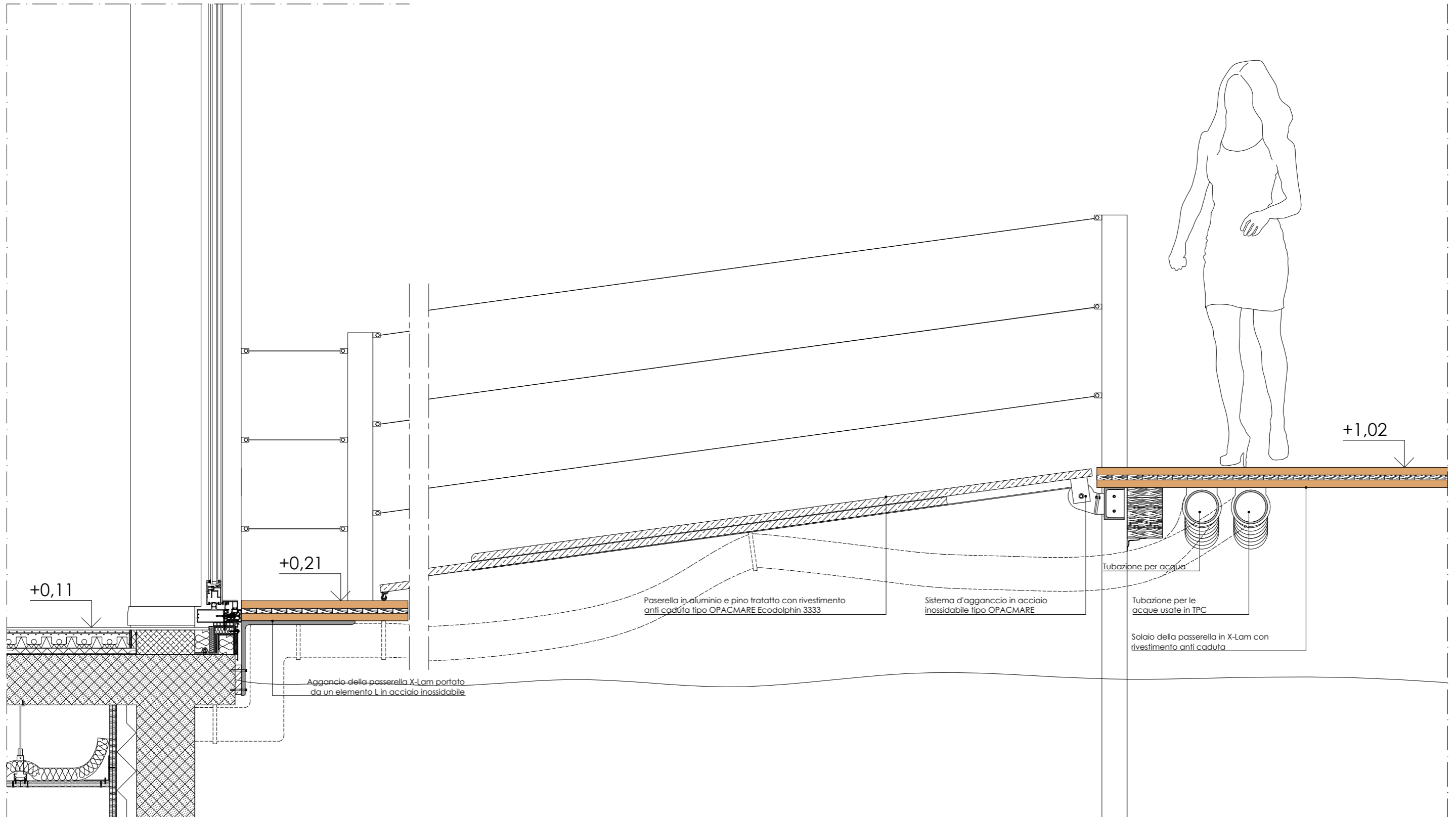
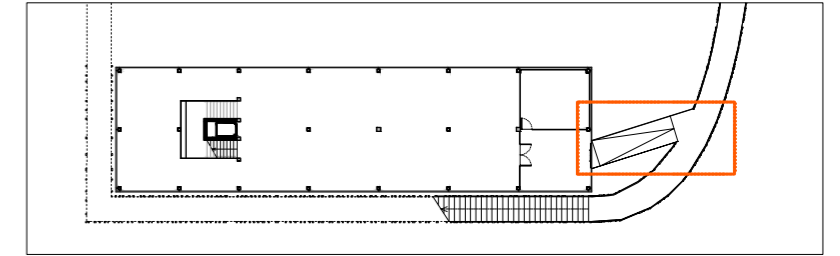
▷ Caso normale - situazione del progetto



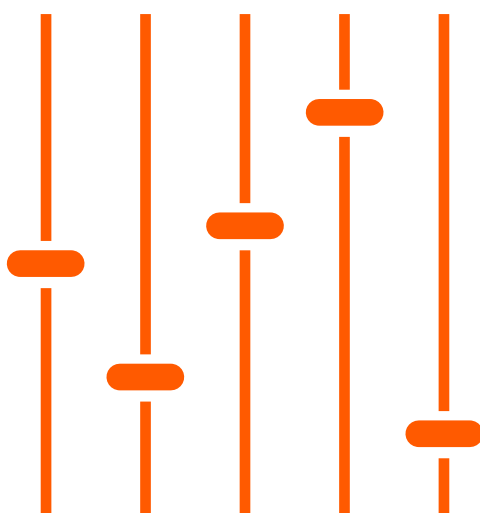
▷ In assenza d'acqua



TAV. 29 Sezione tecnica del pontile - 1:15



PROGETTO TECNICO



A. Introduzione

Lo studio della luce naturale ha due impatti su un progetto architettonico. L'ottimizzazione dell'apporto solare in un progetto può partecipare alla diminuzione dei fabbisogni energetici, con risparmio notevole sui costi di illuminazione artificiale e di riscaldamento/rinfrescamento. Dall'altra parte, la qualità della luce influisce il comfort degli utenti, con conseguenze sulla produttività, il benessere, la salute...

La quantità di luce naturale ricevuta dall'edificio dipende delle caratteristiche del sito (la latitudine, le condizioni prevalenti di cielo, la luminanza del cielo, la durata del giorno), e delle caratteristiche geometriche dell'edificio (superficie e posizione delle ostruzioni e delle aperture, coefficiente di riflessione delle superfici esterne, ...). Il progetto essendo situato a Parigi, ci sono le condizioni seguenti per il lotto col sole alle 15 ore, il 10 di Aprile.

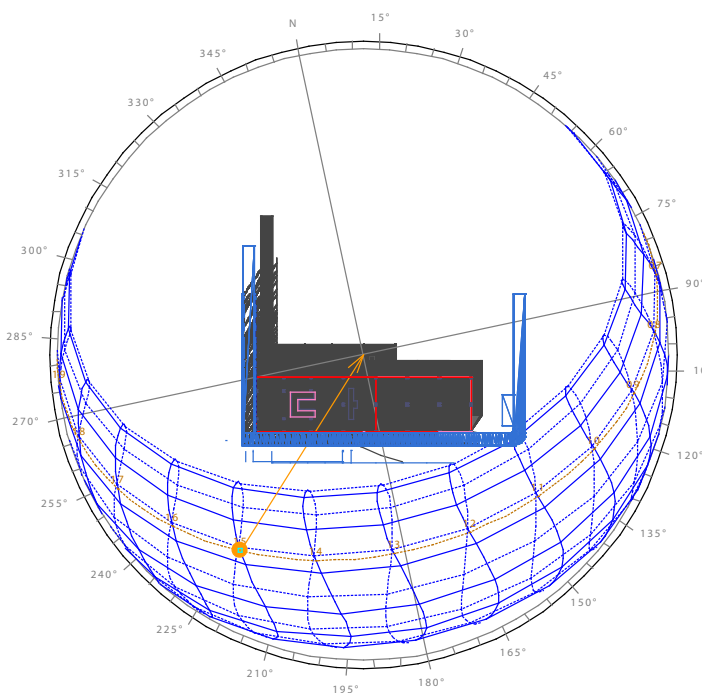


Fig. 47 Percorso del sole secondo il software Ecotect a Parigi (Orly) per l'anno

B. Prestazione visiva per destinazione d'uso

I requisiti in termini di illuminazione sono individuati dalla norma **UNI EN 12464-1** "Illuminazione dei Luoghi di Lavoro" che prevede valori da soddisfare per tre parametri caratteristici dell'ambiente luminoso. Questi valori sono riportati nella tabella della Fig. 48 e prendono in considerazione i parametri seguenti:

- la destinazione d'uso di ciascuno spazio ;
- il tipo di attività svolta in essi ;
- le caratteristiche del compito visivo ;
- i requisiti di percezione ;
- l'età media degli utenti.

▷ L'illuminamento medio (E_m)

I valori specificati permettono di **garantire il comfort visivo**, e riguardano le **superfici di**

Tipo di spazio	E_m (lx)	UGR _L (-)	R _A (-)
Sala Degustazione	A scelta	-	80
Cassa - Reception	300	22	80
Guardaroba - Bagni	200	25	80
Corridoi (per un ristorante)	100	25	80
Cucina	500	22	80
Stoccaggio del Champagne	-	-	-
Impianti	200	25	60

Fig. 48 Tabella riassuntiva dei requisiti normativi (UNI EN 12464-1 "Illuminazione dei Luoghi di Lavoro")

riferimento nella zona del compito visivo. Ad esempio, nella zona "degustazione", sarà considerato come zona del compito visivo la zona del bar dove il barista svolge il suo lavoro di preparazione delle consumazioni. Il resto dell'ambito, in cui sono disposte le tavole e le poltrone, non è considerato come zona di compito

visivo e avrà quindi valori diversi d'illuminamento medio, a secondo dell'atmosfera voluta.

▷ Abbagliamento molesto (UGR_L)

L'abbagliamento molesto, anche chiamato "Unified Glare Rating", caratterizza il fenomeno che impedisce una visione corretta del compito visivo. Deve essere valutato utilizzando il metodo CIE dell'indice unificato di abbagliamento UGR, i cui valori massimi per ogni singolo ambiente sono riportati in tabella.

Il suo valore varia tra 10 (nessun abbagliamento) e 30 (abbagliamento considerevole), secondo una scala incrementale di 3 unità.

▷ Resa del colore (R_a)

Quell'indice definisce la capacità di una lampada a restituire in modo adeguato i colori. Il valore massimo vale 100 e diminuisce al diminuire della qualità della resa del colore. Il valore minimo di tale indice è indicato in tabella per ogni compito visivo.

▷ Fattore di Luce Diurna (FLD)

Quell'indice è il rapporto percentuale tra E_m e E_o , valore "fittizio" dell'illuminamento ricevuto da una superficie orizzontale esterna nelle stesse condizioni (localizzazione, area, orientamento), che riceverebbe luce dell'intera volta celesta senza irraggiamento solare diretto. La norma **UNI EN 12464-1** "Illuminazione dei Luoghi di Lavoro", specifica che il valore adeguato per ambiti interni deve essere compreso tra il 2% e il 5%. Sopra il 5%, il livello di illuminazione è adatto allo svolgimento di compiti di precisione, mentre sotto il 2%, le condizioni sono sufficienti solo per le circolazioni.

▷ Variazione dei livelli d'illuminamento

Quell'indice è il rapporto fra E_{min} e E_{max} . La tabella qua sotto riassume la qualità corrispondente ai valori ottenuti, secondo la norma **EN 12464-1**.

[0 ; 0.5]	[0.5 ; 0.7]	[0.7 ; 1]
Scarso	Accettabile	Ottimale

I valori d'abbagliamento molesto e di resa del colore non saranno studiati più in dettaglio, dato che questi parametri riguardano la luce artificiale negli edifici.

C. Studio dell'illuminazione degli spazi emersi

In modo di avere un comfort visivo negli ponti superiori, si fa l'analisi del livello d'illuminazione e il rapporto fra l'esterno e l'interno per non causare danni sulla visione dei utenti del luogo.

In modo da ottenere le condizioni di luce naturale migliori, si può intervenire sui parametri seguenti:

- la morfologia dell'edificio,
- le dimensioni delle unità ambientali,
- il rapporto RAI fra superficie finestrata e area di pavimento,
- la collocazione delle aperture e la loro geometria,
- i materiali usati e il loro coefficiente di riflessione,
- la forma, l'orientamento e il materiale delle protezioni solari.

TAV. 30 Analisi illuminotecnica - Influenza del vetro

I livelli luminosi sono valutati ad una altezza di 1,20 m sopra il pavimento. Quest'altezza corrisponde sia al livello degli occhi di una persona seduta (quindi ad un consumatore), sia al livello del piano di lavoro di una persona in piedi (cioè ad un barista). Le misure sono effettuate col software *Ecotect*.

▷ Piano Elevato

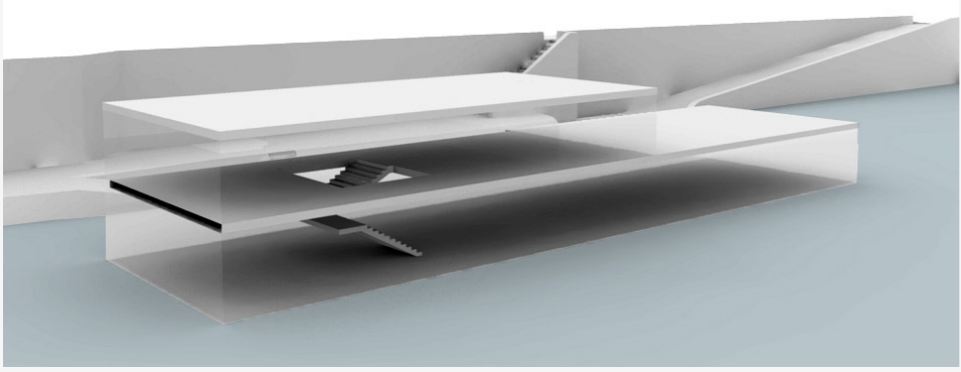
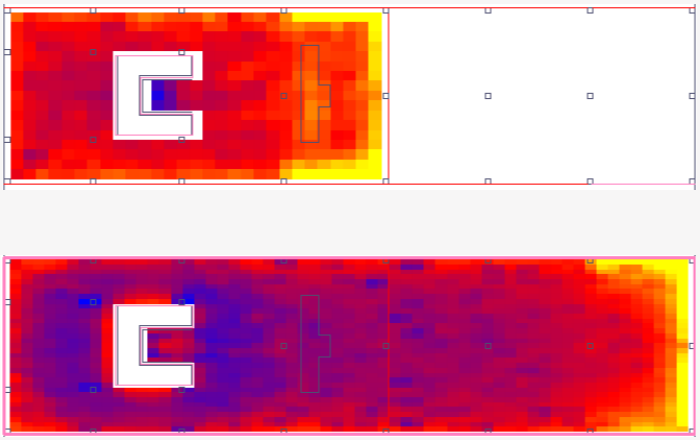
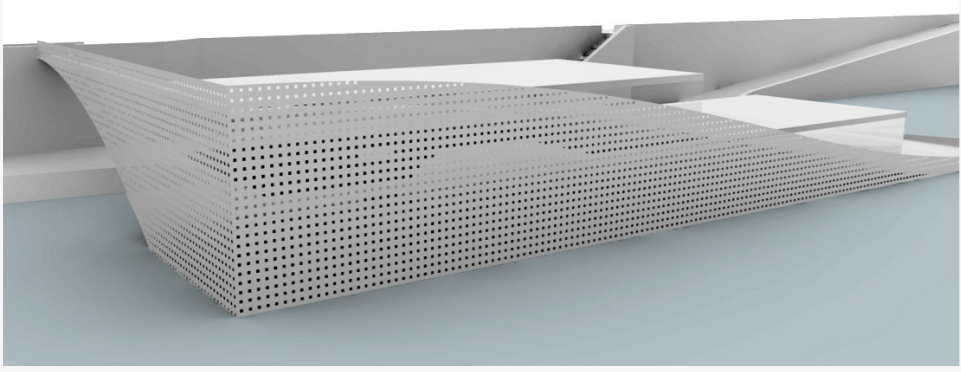
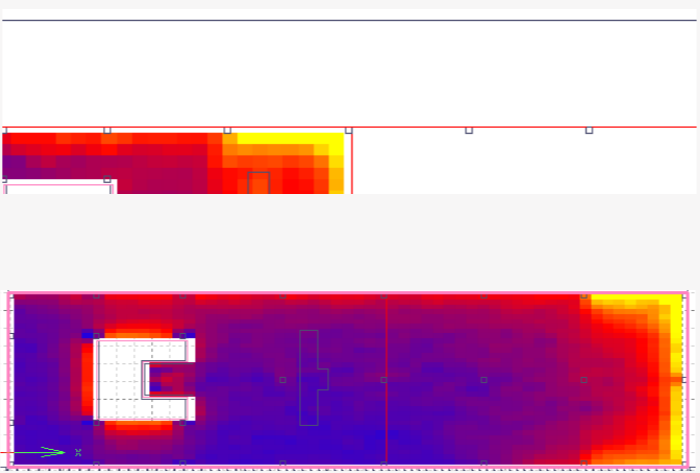
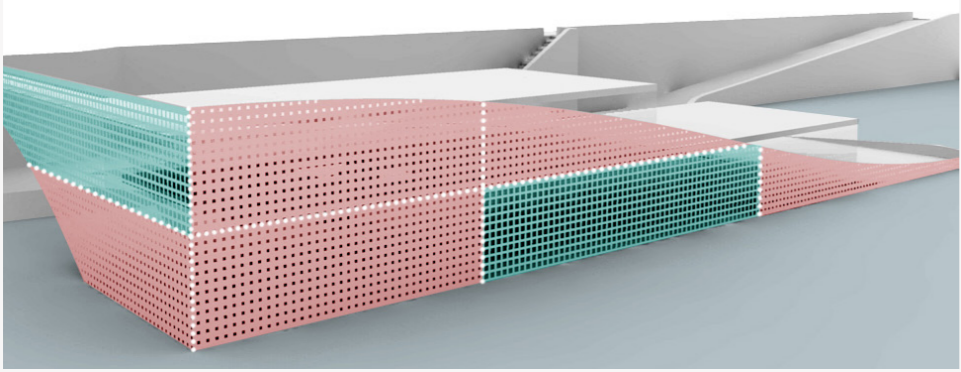
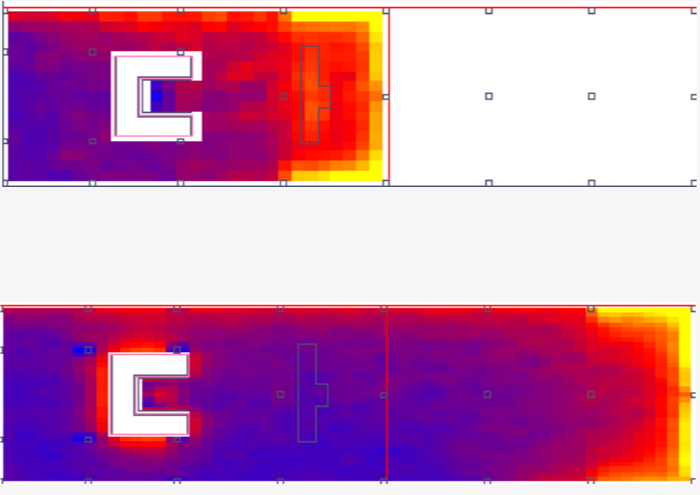
Caso		Impostazione	Visualizzazione risultati	Valori significativi			Osservazioni
Caso 1		Impostazione base		FLD	23,7	%	Si osserva che l'ambito è troppo luminoso a causa della riflessione dei raggi solari sull'acqua della Senna. Bisognerebbe quindi mettere un vetro più efficiente in termini di trasmittanza luminosa.
Doppio vetro				E_{med}	991	lux	
$T_v=0,647$				E_{min}	107	lux	
$G=0,81$				E_{max}	2047	lux	
				E_{min}/E_{max}	5	%	
Caso 2		Impostazione base		FLD	17,6	%	Il livello luminoso dell'ambito è più piacevole, però la differenza tra livello interno ed esterno rende la transizione dall'uno all'altro fastidiosa. Si deve creare una zona - uno spazio "cuscinetto" - nella quale gli occhi abbiano il tempo di "abituarsi" ad questo cambiamento di condizioni luminose.
Doppio vetro				E_{med}	777	lux	
$T_v=0,19$				E_{min}	107	lux	
$G=0,12$				E_{max}	1292	lux	
				E_{min}/E_{max}	0,08	-	
Caso 3		Impostazione base - 2 tipi di vetri		FLD	19,2	%	E' adesso stato creato uno spazio cuscinetto per il comfort visivo. Tuttavia la distribuzione luminosa al seno dell'area non è omogenea (in particolare secondo l'asse trasversale dell'edificio).
Doppio vetro		Doppio vetro		E_{med}	845	lux	
$T_v=0,19$		$T_v=0,647$		E_{min}	107	lux	
$G=0,12$		$G=0,81$		E_{max}	1927	lux	
				E_{min}/E_{max}	5	%	
Caso 4		Aggiunto di una finestra		FLD	20,1	%	Con la finestra aperta sopra la zona cuscinetto, il progetto presenta ora una gradazione gradevole dei livelli luminosi quando si passa dall'esterno all'interno e vice versa.
Doppio vetro		Doppio vetro		E_{med}	886	lux	
$T_v=0,19$		$T_v=0,647$		E_{min}	163	lux	
$G=0,12$		$G=0,81$		E_{max}	1967	lux	
				E_{min}/E_{max}	8,3	%	

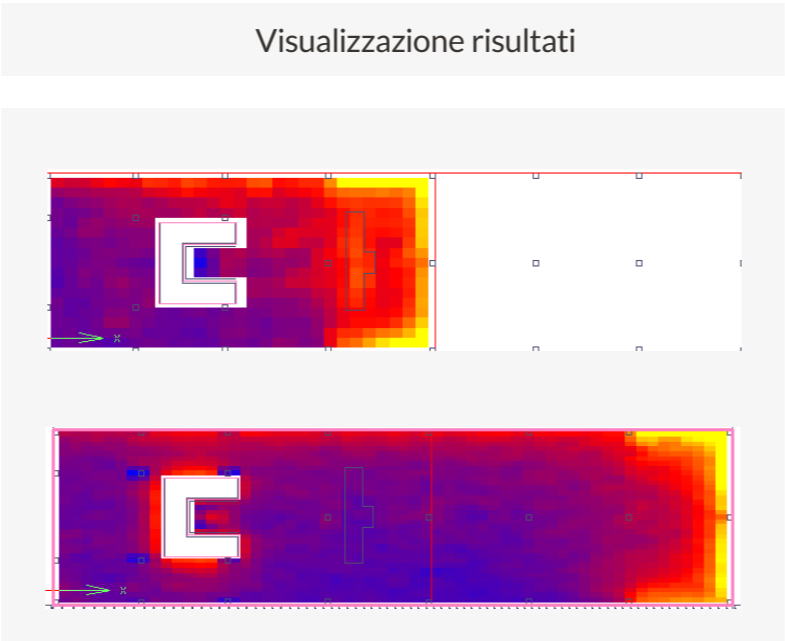
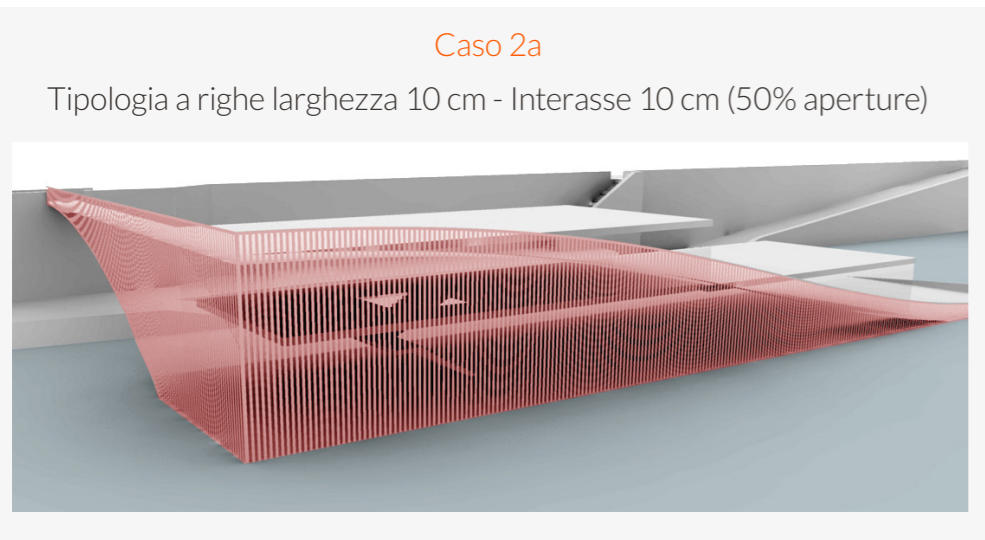
▷ Piano Terra

Caso Unico		Impostazione simile al caso 3	Visualizzazione risultati	Valori significativi			Osservazioni
Doppio vetro	Doppio vetro			FLD	16,47	%	Un impostazione simile al quella giudicata come ottimale per il piano elevato viene modellata per il piano terra: un vetro oscurante delimita lo spazio principale, mentre lo spazio cuscinetto - composto dell'ingresso e della guardaroba - è circondato da un vetro tradizionale. La soluzione conduce a risultati ammissibili.
$T_v=0,19$	$T_v=0,647$			E_{med}	711	lux	
$G=0,12$	$G=0,81$			E_{min}	67	lux	
				E_{max}	1666	lux	
				E_{min}/E_{max}	4	%	

TAV. 31 Analisi illuminotecnica - Influenza della schermatura

L'uso della schermatura sui lati Sud-Est e Sud-Ovest permette contemporaneamente di prevenire l'abbagliamento degli utenti dovuto a raggi diretti o raggi riflessi dalla superficie d'acqua, e di controllare gli apporti energetici a seconda della stagione. Quell'elemento non deve però degradare la qualità luminosa degli spazi come studiata prima. Le stesse analisi vengono dunque realizzate usando diverse tipologie di schermature. I parametri usati per le parete vetrate sono gli stessi dal Caso 4 (Piano Elevato) e dal Caso Unico (Piano Terra).

	Visualizzazione risultati	Valori significativi	Osservazioni															
<p>Caso 0 Nessuna schermatura usata</p> 		<table border="1"> <tr><td>FLD</td><td>18,3</td><td>%</td></tr> <tr><td>E_{med}</td><td>824</td><td>lux</td></tr> <tr><td>E_{min}</td><td>460</td><td>lux</td></tr> <tr><td>E_{max}</td><td>1295</td><td>lux</td></tr> <tr><td>E_{min}/E_{max}</td><td>35,5</td><td>%</td></tr> </table>	FLD	18,3	%	E_{med}	824	lux	E_{min}	460	lux	E_{max}	1295	lux	E_{min}/E_{max}	35,5	%	<p>I valori d'illuminamento sono, nel caso base, troppo elevati: livelli d'illuminamento attorno ai 1000 lux conducono ad un affaticamento visivo per gli utenti. Si cercherà quindi, tramite l'uso della schermatura, di diminuire il livello luminoso interno globale e di ridurre la differenza tra i valori estremi, avvicinando il rapporto del 50%.</p>
FLD	18,3	%																
E_{med}	824	lux																
E_{min}	460	lux																
E_{max}	1295	lux																
E_{min}/E_{max}	35,5	%																
<p>Caso 1a Tipologia a buchi 10x10 cm - Interasse 20 cm (25% aperture)</p> 		<table border="1"> <tr><td>FLD</td><td>17,08</td><td>%</td></tr> <tr><td>E_{med}</td><td>642</td><td>lux</td></tr> <tr><td>E_{min}</td><td>390</td><td>lux</td></tr> <tr><td>E_{max}</td><td>1392</td><td>lux</td></tr> <tr><td>E_{min}/E_{max}</td><td>28</td><td>%</td></tr> </table>	FLD	17,08	%	E_{med}	642	lux	E_{min}	390	lux	E_{max}	1392	lux	E_{min}/E_{max}	28	%	<p>L'impostazione d'una schermatura perforata con quadrati di 10 cm per 10 cm, distanziati di 20 cm gli uni degli altri, permette di ridurre sostanzialmente l'illuminamento medio.</p> <p>Però si nota che a Sud e ad Ovest, l'illuminamento viene ridotto eccessivamente dalla schermatura: la prova seguente cercherà a mitigare quest'effetto e ottenere un valore di E_{min}/E_{max} più vicino del valore obiettivo.</p>
FLD	17,08	%																
E_{med}	642	lux																
E_{min}	390	lux																
E_{max}	1392	lux																
E_{min}/E_{max}	28	%																
<p>Caso 1b Tipologia mista: A/ Buchi 10x10 cm - Interasse 20 cm (25% aperture) B/ Buchi 20x20 cm - Interasse 10 cm (44% aperture)</p> 		<table border="1"> <tr><td>FLD</td><td>14</td><td>%</td></tr> <tr><td>E_{med}</td><td>617</td><td>lux</td></tr> <tr><td>E_{min}</td><td>446</td><td>lux</td></tr> <tr><td>E_{max}</td><td>872</td><td>lux</td></tr> <tr><td>E_{min}/E_{max}</td><td>51</td><td>%</td></tr> </table>	FLD	14	%	E_{med}	617	lux	E_{min}	446	lux	E_{max}	872	lux	E_{min}/E_{max}	51	%	<p>In parti adeguate, le dimensioni dei buchi sono state aumentate per consentire il passaggio di più luce nelle parti identificate prima.</p> <p>E_{min} è effettivamente più alto e la distribuzione dei valori se ne trova più omogenea: il rapporto E_{min}/E_{max} raggiunge ora un valore ottimale.</p>
FLD	14	%																
E_{med}	617	lux																
E_{min}	446	lux																
E_{max}	872	lux																
E_{min}/E_{max}	51	%																



Valori significativi

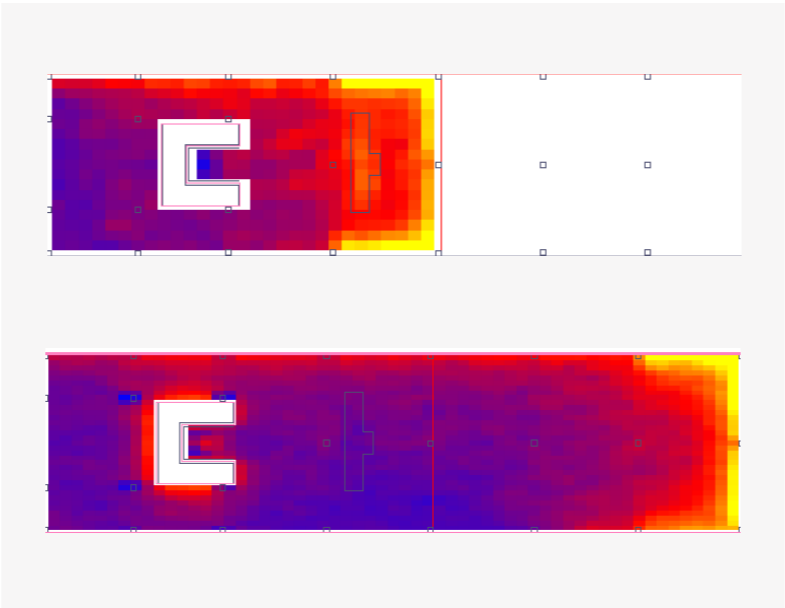
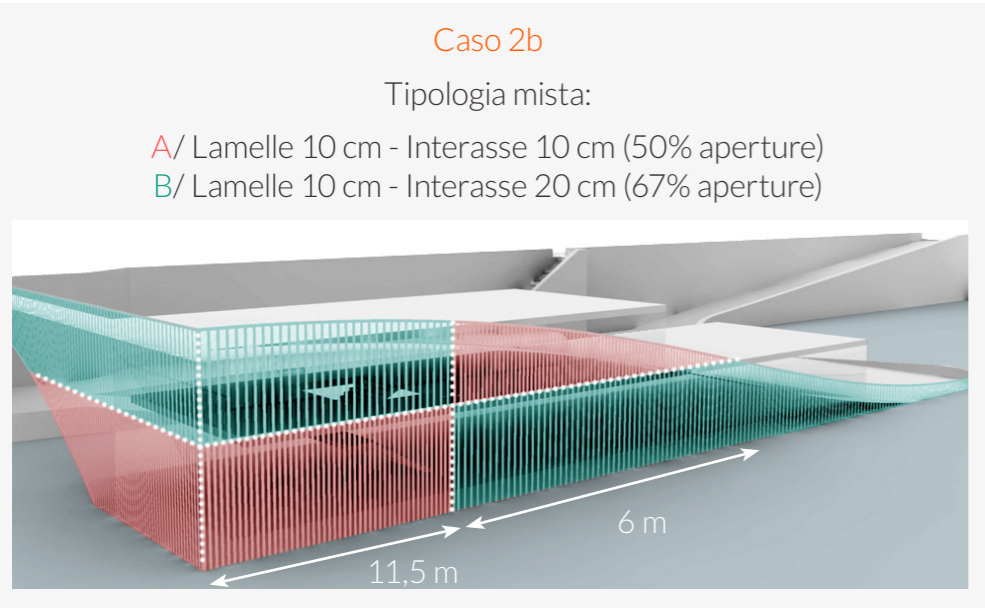
FLD	14,15	%
E_{med}	623	lux
E_{min}	391	lux
E_{max}	988	lux
E_{min}/E_{max}	44	%

FLD	13,12	%
E_{med}	590	lux
E_{min}	368	lux
E_{max}	982	lux
E_{min}/E_{max}	37	%

Osservazioni

Una prima prova con lamelle verticali larghe 10 cm, e distanziate della stessa lunghezza, da risultati ancora mediocri: il rapporto E_{min}/E_{max} si avvicina del 50% rispetto al caso base, però il valore massimo rimane troppo elevato. Per il comfort degli utenti, si cerca piuttosto di mantenere l'illuminamento massimo sotto i 900 lux.

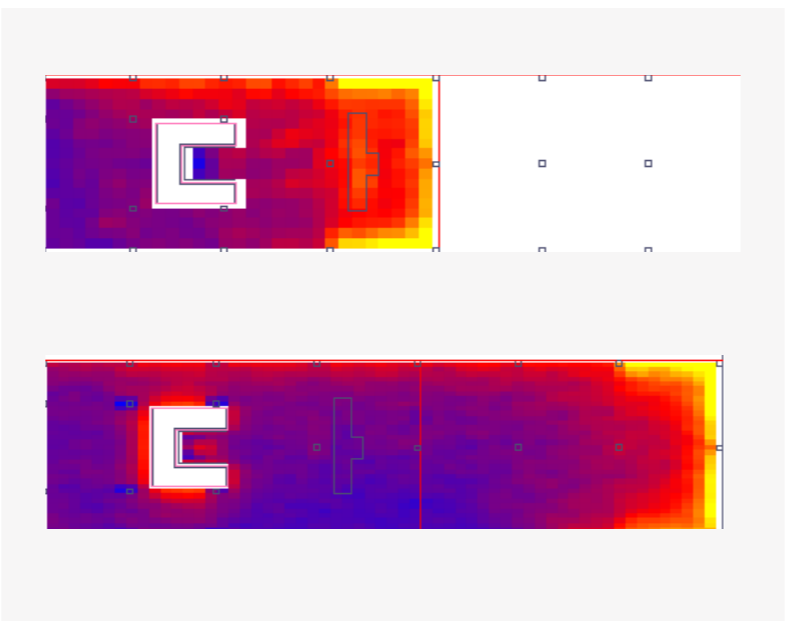
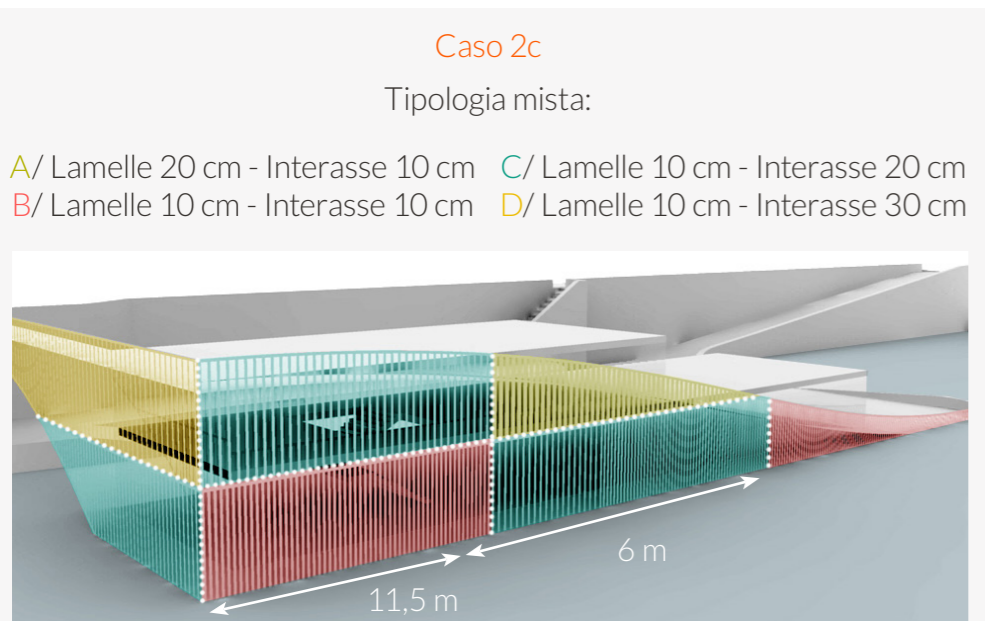
La parte Sud-Est del Piano Terra, assieme alla parte Sud-Ovest del Piano Elevato, soffre come nel caso 1a di una diminuzione eccessiva dell'illuminamento.



FLD	14,36	%
E_{med}	646	lux
E_{min}	465	lux
E_{max}	987	lux
E_{min}/E_{max}	47	%

FLD	13,05	%
E_{med}	585	lux
E_{min}	367	lux
E_{max}	867	lux
E_{min}/E_{max}	42,4	%

Adattando la schermatura secondo le osservazioni precedenti, si osserva un miglioramento notevole dell'omogeneità dei valori al Piano Elevato: E_{min} è più alto e da un valore migliore del rapporto E_{min}/E_{max} .

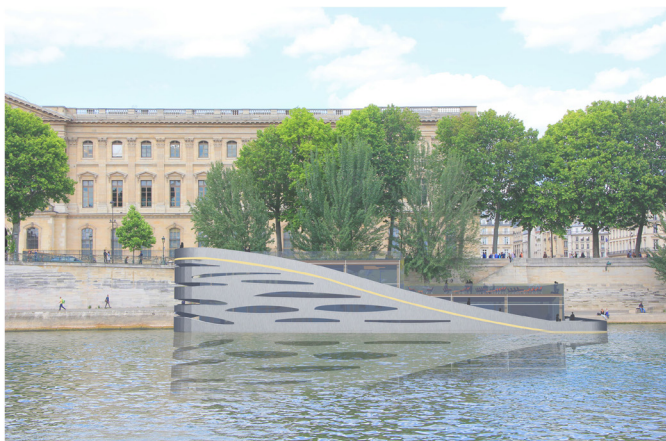


FLD	14,31	%
E_{med}	640	lux
E_{min}	472	lux
E_{max}	908	lux
E_{min}/E_{max}	51,9	%

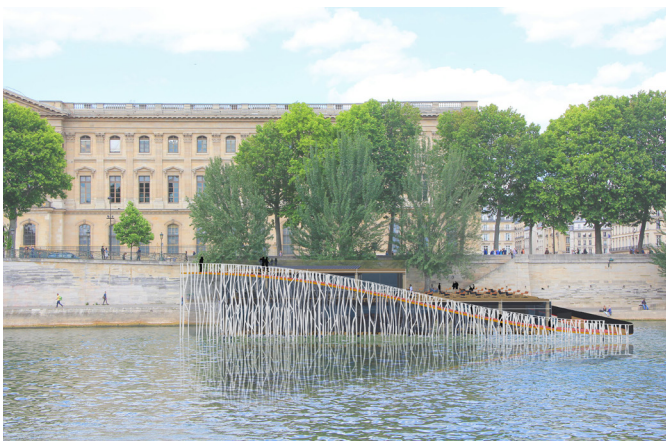
FLD	13,01	%
E_{med}	572	lux
E_{min}	390	lux
E_{max}	775	lux
E_{min}/E_{max}	50,3	%

La strategia a questo punto è di disegnare una schermatura che abbia le stesse concentrazioni di oscurazione e di verificare con Ecotect che il risultato sia adeguato.

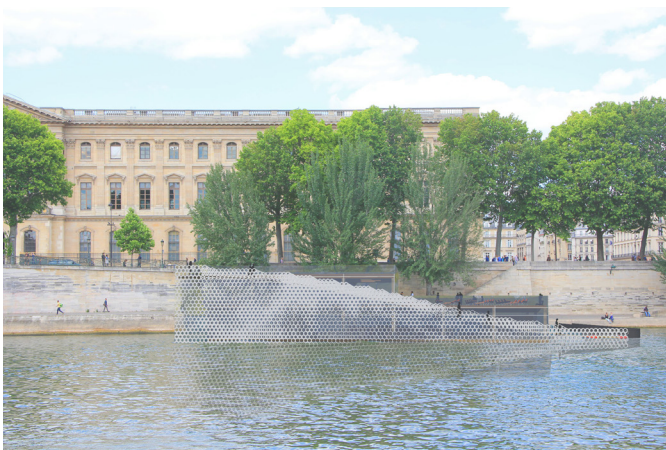
Nel caso del *Champagne Bar*, la parte inferiore della passerella, oltre il suo ruolo strutturale, serve di schermatura per l'edificio stesso: in effetto,



Ai fini di variare la percentuale di occlusioni senza nascondere la vista, questa facciata in acciaio è micro perforata e strisciata da portelli lunghi.



Ai fini di variare la percentuale di occlusioni come preconizzato delle analisi propedeutiche, il motivo principale viene ripreso a scala minore, in un'ottica di "mise en abyme" del disegno base.



4 celle diverse, che presentano percentuali di apertura crescenti, permettono di ottenere i livelli voluti per ciascuna zona identificata nello studio illumino-tecnico, creando un disegno fluido e quasi marino.

senza nessuna schermatura, l'ambito interno riceve troppa luce rispetto ai valori indicati dalla norma, e la superficie d'acqua che circonda l'edificio, molto riflettente, contribuisce al disagio degli utenti. Occorre quindi adattare il design della schermatura così creata (forma delle aperture, dimensioni, materiali) in modo da raggiungere i requisiti normativi. Procedura di scelta del design:

Disegno dell'elemento fisso schermante in SketchUp



Importazione del file .obj in Ecotect



Avviamento dei calcoli



Analisi dei risultati



Disegno di una nuova soluzione architettonica per migliorare le prestazioni

L'insieme delle prove ottenute è raggruppato nella TAV. 31, pagina 127.

Il trattamento delle file di pilastri è spiegato nel disegno seguente :

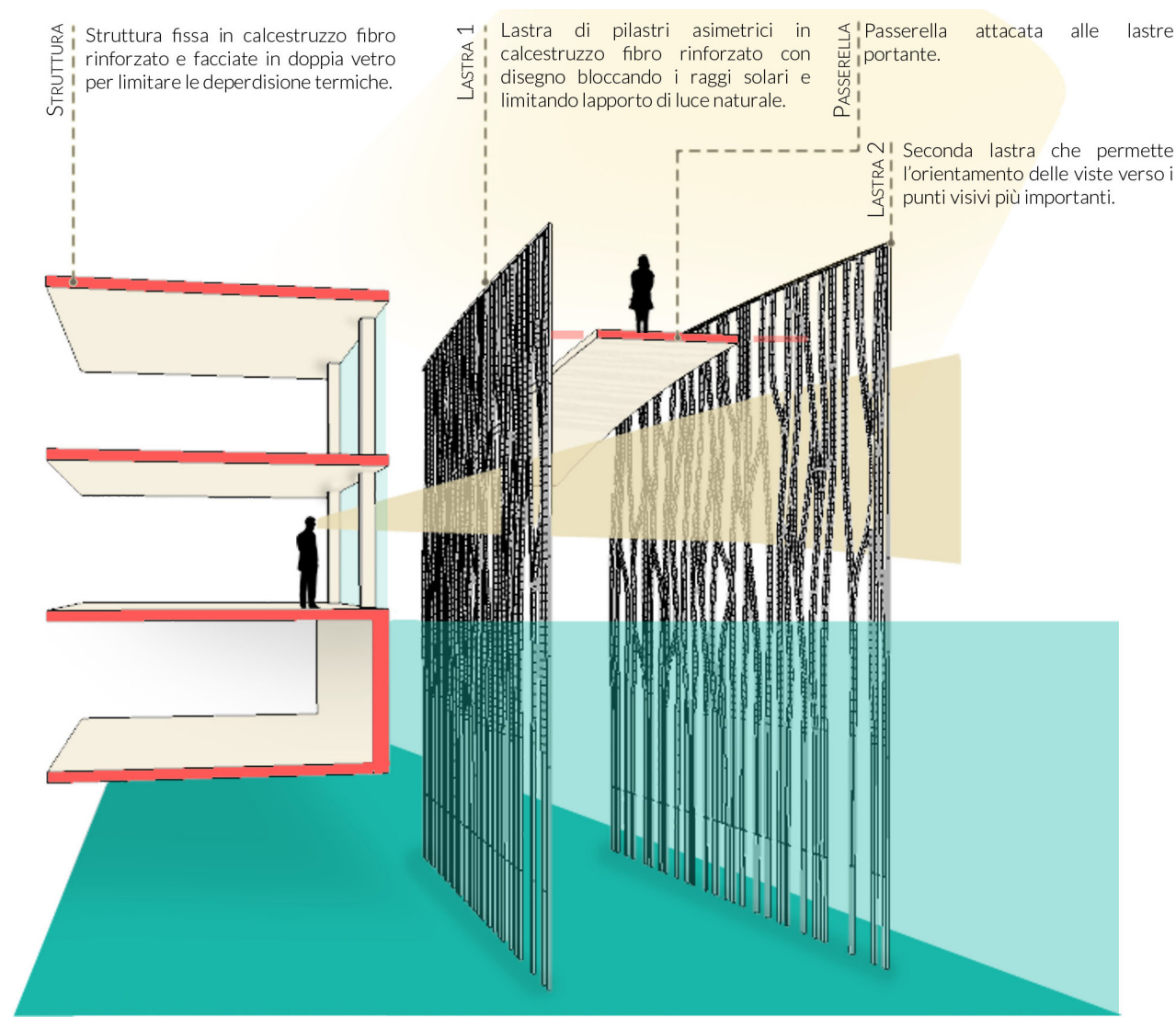


Fig. 49 Spaccato della passerella

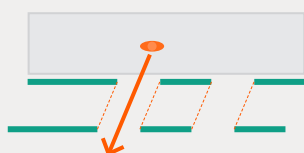
ORIENTAMENTO DELLE VISTE

La schermatura viene realizzata su due livelli paralleli, distanziati di 2 m, ovvero della larghezza del camminamento sovrastante.

Questa doppia schermatura, oltre al suo ruolo strutturale, consente l'orientamento delle viste : la lunghezza della facciata viene divisa in tre parti a seconda della vista da privilegiare.

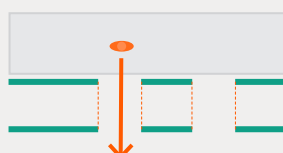
↓

Nel 1° terzo, lo spostamento del motivo verso Est orienta lo sguardo verso Ovest, cioè verso l'Institut.



↓

Nel 2° terzo, nessuno spostamento orienta lo sguardo verso Sud, cioè verso l'Hotel de la Monnaie.



↓

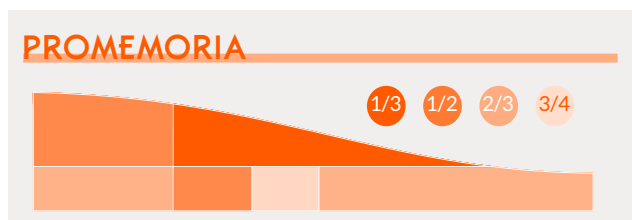
Nel 3° terzo, lo spostamento del motivo verso Ovest orienta lo sguardo verso Est, cioè verso l'île de la Cité.



Fig. 50 Tridimensionalità della passerella

Ecco tre disegni scelti, ritenuti opportuni, tra le diverse possibilità estetiche individuate dopo lo studio dell'illuminotecnica.

Questi disegni, grazie al loro metodo di costruzione, consentono di variare la percentuale di aperture come voluto dallo studio illuminotecnico:



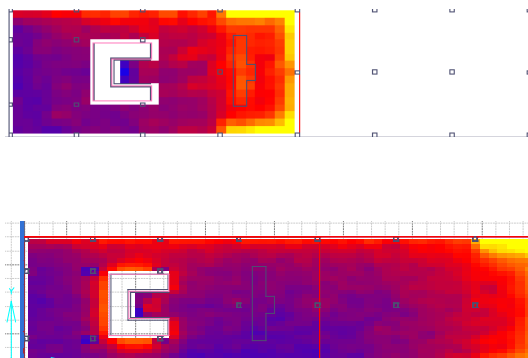
- La prima possibilità è fatta da una **maglia metallica perforata** con **grande aperture** che ricordano le finestre dei traghetti tipici di Parigi.
- La seconda, formata da **due linee di pilastri tutt'altezza** è anche moderna e rompe con la facciata classica del *Louvre* pero è più discreta.
- La terza, fatta anche da una **lamiera metallica perforata di tipo nido d'ape** è anche più fine al livello di design pero un importante svantaggio è la chiusura della vista dal Bar e quindi l'assenza di trasparenza.

Si è finalmente scelto una soluzione del tipo #2 che rappresentava il **migliore compromesso** tra i **requisiti strutturali**, **illuminotecnici** (controllo dell'apporto di luce), **visivi** (orientamento delle viste) ed **estetici**.

La sua leggerezza, la delicatezza delle linee e le sue possibilità progettuali corrispondevano meglio in questo spazio naturale di Parigi, imponendo la sua presenza senza occultare la preminenza della facciata del *Louvre*.

Per far capire meglio agli utenti la continuità della passerella, è stato deciso di avere lo stesso trattamento della facciata oscurante sui diversi lati (Est, Ovest e Sud) benché non sia una necessita al livello illuminotecnico. Questa continuità permette però di sostenere la passerella in modo più estetico rispetto ad una struttura tradizionale.

Con Ecotect, è stata fatta la verifiche dell'adeguazione della scelta progettuale per la passerella con gli obbiettivi illuminotecnici :



FLD	15,71	%
E_{med}	645	lux
E_{min}	425	lux
E_{max}	912	lux
E_{min}/E_{max}	46,6	%

FLD	12,6	%
E_{med}	567	lux
E_{min}	391	lux
E_{max}	830	lux
E_{min}/E_{max}	47,1	%

D. Studio dell'illuminazione dei spazi sommersi

La zona di cantina è collegata all'aula degustazione attraverso il vuoto della tromba delle scale, attorno all'ascensore.

L'illuminazione è indiretta nello spazio cantina, e quindi l'atmosfera è più intima. Quello può conferire allo spazio coperto semi aperto un ambiente separato del rumore generale e rappresenta quindi per i clienti un'esperienza gustativa diversa, più intimista e segreta.

Gli altri spazi sommersi non hanno un accesso all'luce naturale ma possono essere illuminati sia da luce artificiale nei spazi servitori (servizi, corridoi, aula impiantistica) mentre la cucina e gli uffici amministrativi possono comprendere pozzi di luce o lucernari/bocche di lupo con vetri opachi che prendono la luce interna del piano terra.

Comunque, se l'utilizzo del bar consente orari di aperture nella sera, l'apporto naturale di luce dei spazi si ferma con la notte.

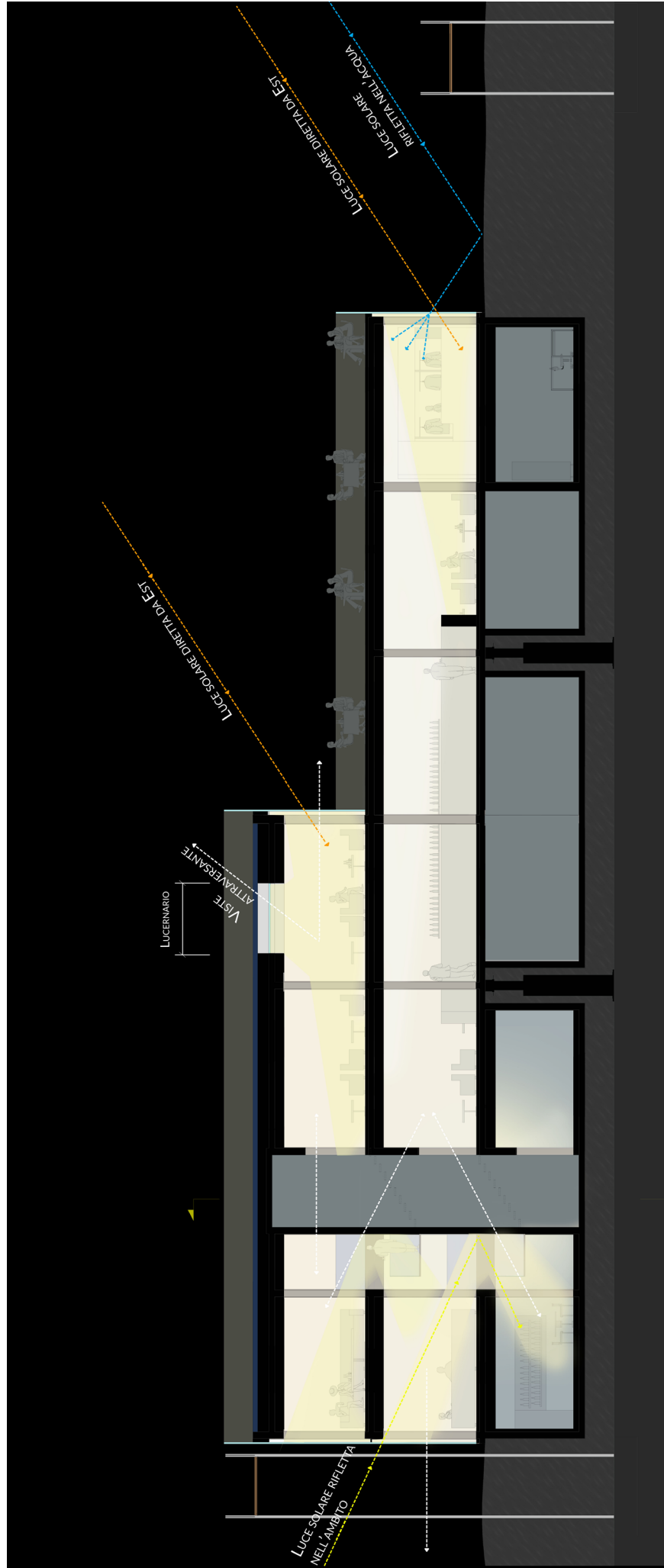


Fig. 51 Passaggi della luce e viste fra i diversi livelli del Bar

A. Strategia di gestione energetica

Due elementi principali portano a considerare un'analisi energetica approfondita dell'edificio:

- la prima è che l'involucro dell'edificio è composto per i due terzi di vetro. La presenza notevole di questo materiale rappresenta, nonostante i suoi diversi vantaggi progettuali, un punto critico quando lo si affronta come aspetto tecnologico. Una progettazione non attenta potrebbe portare a gravi conseguenze sull'efficienza energetica dell'edificio.
- la seconda è la sua particolarità ad essere semi-sommerso: la presenza dell'acqua del fiume che circonda il piano inferiore, potrà essere sfruttata in termini energetici, facendo di questo edificio un progetto speciale.

La strategia stagionale è spiegata brevemente qua sotto.

▷ Comportamento estivo

Ai fini di rinfrescare l'ambiente interno nei giorni caldi, si sfrutterà l'inerzia termica dell'acqua della Senna, che rimane d'estate a una temperatura costante, più bassa da quella dell'aria. Il fiume serve in questo modo di serbatoio di calore inesauribile, e permette di attuare due sistemi:

- **uno scambiatore di calore acqua/fluido termovettore:** come se si trattasse di un pozzo canadese, lo scambiatore si trova ad un certo livello sotto l'acqua e permette gli scambi energetici tra il serbatoio di calore (da cui la temperatura è stimata a 18°C) e il fluido termovettore che alimenta la rete interna dell'edificio, circolando nel pavimento ;
- **uno scambiatore di calore acqua/aria:** sfruttando lo stesso principio fisico, l'aria nuova che sarà insoffiata all'interno dell'edificio (necessario per il rinnovamento dell'aria interna), passando in quello scambiatore, sarà più fresca che se fosse prelevata direttamente dall'esterno (tra 20 e 26°C).

Inoltre, l'aria viziata, più calda, fugge naturalmente dalle aperture appositamente localizzate in alto, grazie alla convezione naturale.

La passerella esterna, come visto prima, agisce come una schermatura solare per l'edificio: i raggi solari si trovano bloccati dalla sua maglia opaca sui lati Sud-Ovest e Sud-Est, mentre le pareti vetrate sugli altri lati sono lasciate libere. Questo sistema permette di regolare gli apporti energetici dovuti ai raggi solari diretti, e dunque di evitare un effetto di serra, fenomeno frequente con edifici interamente vetrati. Da un'altra parte, il tetto-giardino del Piano Elevato assume funzioni isolanti e inerziali, impedendo il calore di raggiungere la struttura. Nello stesso modo, la terrazza del Piano Elevato è adeguatamente isolata anche dall'esterno, per evitare il riscaldamento della struttura.

▷ Comportamento invernale

Come d'estate, l'acqua del fiume si può sfruttare come serbatoio di calore, presentando una temperatura costante vicina a 9°C, mentre la temperatura dell'aria esterna varia tra 3°C e 8°C.

- **Lo scambiatore di calore acqua/fluido termovettore è disattivato** dato che la temperatura dell'acqua rimane comunque più bassa dalla temperatura del fluido termovettore in uscita del circuito del pavimento radiante. Il fluido termovettore occorre quindi essere riscaldato da un sistema attivo.

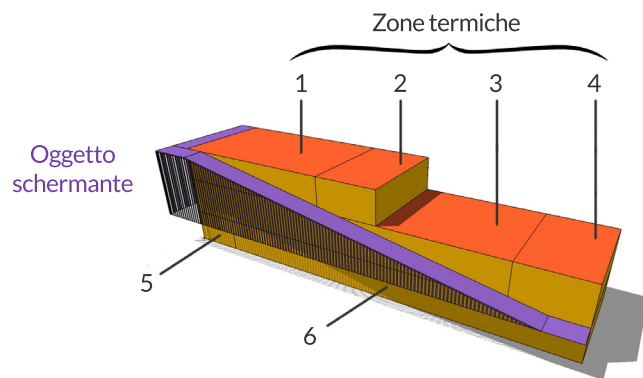
- **Lo scambiatore acqua/aria, invece, rimane attivo, e funziona in serie con uno scambiatore aria/aria:** l'aria nuova prelevata all'esterno viene prima riscaldata passivamente in quello scambiatore sommerso, e viene poi riscaldata successivamente grazie all'uso di uno scambiatore che trasmette il calore estratto dall'aria viziata espulsa all'aria nuova.

Le pareti vetrate sono mantenute chiuse e il rinnovo dell'aria è interamente controllato dal sistema di ventilazione. Esso fa entrare la quantità

d'aria esterna necessaria sia al mantenimento delle condizioni igrotermiche ottimali sia all'asportazione di vapore dalle superfici vetrate interne dell'edificio.

La "cantina" (spazio di stoccaggio delle bottiglie) beneficia di un trattamento a parte per conservare condizioni specifiche alla conservazione del vino.

Gli spazi di passaggio tra interno ed esterno, trattati come zone cuscinetti al livello termico, riducono gli sbalzi termici vicino alle vie d'uscita e evitano quindi un discomfort locale interno attorno a queste zone.



▷ Zone 1-3 : sala degustazione

Spazio centrale dell'edificio, la sala degustazione ospita il banco e i consumatori, sia della parte VIP sia della parte classica. Guardando i valori raccomandati dalla normativa, saranno scelti come temperature interne i valori seguenti:

D'inverno..... $T_{1,inv} = 20^{\circ}\text{C}$
 D'estate..... $T_{1,est} = 26^{\circ}\text{C}$

La climatizzazione dello spazio (si intende da climatizzazione sia il riscaldamento, sia il rinfrescamento) sarà sottoposta a due programmi (chiamati *schedule*) che corrispondono:

- ad un **programma settimanale**: in funzionamento dal martedì alla domenica
- ad un **programma giornaliero**: in funzionamento dalle 11 alle 23:59.

Il rinnovo d'aria minimo prescritto dalla normativa francese (Articolo 64 del "Règlement Sanitaire Départemental") per i locali di ristorazione (ristoranti, bars, locali, mense, ...) è pari a:

Rinnovo d'aria..... $V1 = 22 \text{ m}^3/\text{persona}/\text{ora}$.

▷ Zone 2-4 : zone buffer - serre

Spazi di transizione tra interno ed esterno, queste zone seguiranno due scenari diversi. **D'inverno, vengono riscaldati a temperatura minore della temperatura effettiva nel bar** (in modo da creare una zona termicamente intermedia). Sia al livello dell'ingresso, sia a quello dell'accesso alla terrazza, questi spazi sono esposti ad aperture frequenti sull'esterno, e quindi a perdite termiche. L'uso di questi spazi intermedi permette di ridurre la percezione di questi correnti d'aria fredda, e quindi di garantire un comfort termico maggiore. **D'estate, vengono aperti sull'esterno, evitando così il riscaldamento eccessivo** dovuto all'effetto di serra.

B. Condizioni igrotermiche obbiettivo

Prima di realizzare il minimo calcolo, si deve definire precisamente le condizioni obbiettive dei diversi ambienti interni.

▷ Definizione delle zone termiche

Si individua, nell'ottica della modellazione TRNSYS, 6 zone termiche, recapitate nella tabella seguente. Le zone 1 e 3 sono in realtà una zona sola, ma solo le zone concave non essendo riconosciute dal software, sono state individuate due zone convesse.

#	Zona termica	Climatizzazione ?
1	PE - Zona degustazione	Si - Programmato
2	PE - Zona buffer	Si - Programmato
3	PT - Zona degustazione	Si - Programmato
4	PT - Zona buffer	Si - Programmato
5	PS - Cantina	Si - Continuo
6	PS - Zona servizi	Si - Programmato

Basandosi sullo studio degli altri locali presenti sul lungosenna, si può ipotizzare un funzionamento del locale tutti i giorni della settimana, tranne un giorno festivo (ad esempio il lunedì come usuale in Francia), e per ognuno di questi giorni, un apertura a mezzogiorno e una chiusura a mezzanotte.

Si definiscono quindi i valori:

D'inverno $T_{2,inv} = 18^{\circ}\text{C}$ (90% di $T_{1,inv}$)
 D'estate $T_{2,est} = T_{ext}$

La **stessa programmazione** dalla sala degustazione verrà applicata.

Per quanto riguarda il rinnovo d'aria, dato che questi spazi sono destinati ad aperture frequenti, non verrà attuata **nessuna ventilazione meccanica**.

▷ **Zone 5 : cantina**

“Fulcro” del *Champagne Bar*, la cantina è entrambi luogo di stoccaggio e luogo di esibizione delle bottiglie più pregiate. In modo da non alterare la qualità e i sapori dello champagne, le bottiglie devono stare in condizioni estremamente ben controllate:

- La temperatura deve essere costante e abbastanza bassa (tra 8 e 12°C secondo la letteratura specialistica).
- I correnti d'aria devono essere ridotti al massimo.
- La luce altera il vino (fenomeno del “gusto di luce”): l'illuminamento verrà accuratamente controllato in modo da consentire ai consumatori di guardare la cantina senza danneggiare il loro contenuto. A tale scopo, si possono in particolare usare fonti a vapori di sodio.
- Nessuna specificazione esiste per quanto riguarda il rinnovo d'aria. Dato che è adibito allo stoccaggio, nessuna attività viene svolta in questo spazio, e perciò nessuna ventilazione verrà attuata.

Si fissano quindi i valori seguenti:

Temperatura annuale $T_5 = 10^{\circ}\text{C}$
 (senza l'uso di programmazione).

▷ **Zone 6 : servizi - amministrazione**

Spazio secondario dell'edificio, la parte sommersa che comprende cucina, locale impianti, bagni, spogliatoi e amministrazione, verrà sottoposta ai valori seguenti:

Temperatura invernale $T_{6,inv} = T_{1,inv} = 20^{\circ}\text{C}$
 Temperatura estiva $T_{6,est} = T_{1,est} = 26^{\circ}\text{C}$
 Programmazione **identica zone 1-4**

Il rinnovo d'aria minimo viene sempre preso dell'Articolo 64 del “*Règlement Sanitaire Départemental*”):

Bagni comuni **3 m³/m²/ora**
 Calcolato secondo la formula:
 = 30 + 15 * numero di bagni singoli
 = 30 + 15*6 = 120 m³/ora per uno spazio di 40 m².
 Cucina **15m³/servizio**
 Ufficio amministrativo **18 m³/persona/ora**
 Altro (corridoi, locale impianti) **1 m³/m²/ora**

Una media appropriatamente calcolata verrà attuata nella simulazione TRNSYS, in modo da evitare la moltiplicazione delle zone termiche e il peso dei calcoli.

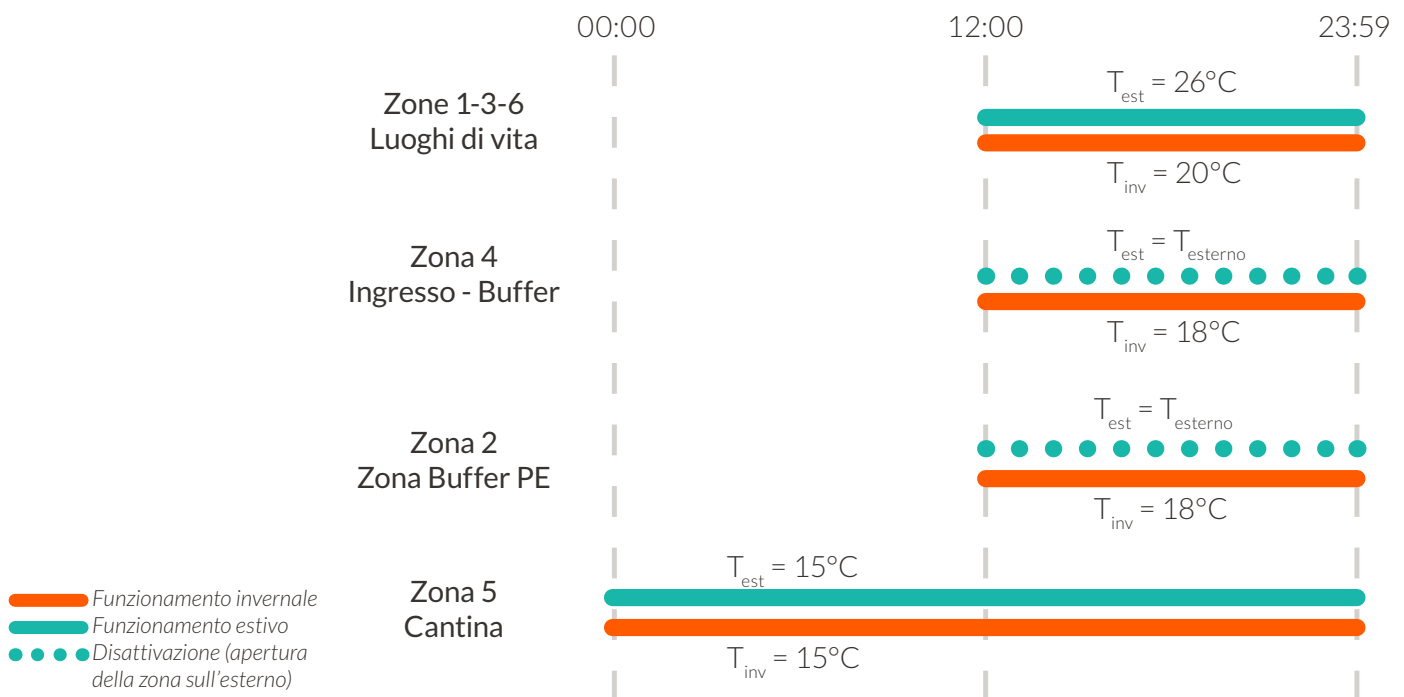
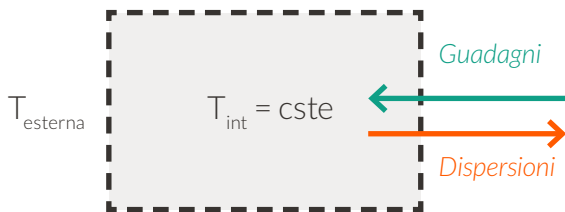


Fig. 52 Schema riassuntivo delle temperature volute in ciascuno ambiente.

C. Ipotesi di modellazione

La valutazione dei fabbisogni energetici consiste nel calcolo dei guadagni gratuiti e delle dispersioni termiche, imponendo una temperatura fissata negli ambienti interni.



▷ I guadagni

Il termine “guadagni” copre tutti i fenomeni che concorrono all’aumento della temperatura interna. In essi, possiamo differenziare quelli che sono automaticamente presi in conto dal software di simulazione:

- Guadagni dovuti alla radiazione solare diretta
- Guadagni dovuti all’effetto serra degli spazi buffer ...e quelli che invece si deve calcolare manualmente, per poi implementare i risultati nel software come dati esterni:
- Apporto dovuto alle persone
- Apporto dovuto all’illuminazione
- Apporto dovuto alle apparecchiature interne

L’apporto dovuto all’illuminazione sarà molto dipendente dell’atmosfera che viene creata nel locale. Quell’aspetto non essendo stato progettato, si sono usati dei valori forfettari per superficie dedotti dalla manualistica sul tema.

Grazie ad una fase di progettazione molto oculata, che ha portato a sfruttare al meglio la luce naturale, dovutamente schermata tramite la passerella schermante, i **guadagni solari** non dovrebbero rappresentare un carico troppo elevato nel periodo estivo. Mentre nel periodo invernale, gli spazi cuscinetti fungano di fonte gratuita di guadagni, nel periodo estivo verranno disattivati (cioè aperti) in modo tale da non gravare ulteriormente sul bilancio complessivo.

Gli apporto interni dovuti alle persone dipendono dell’affollamento e dell’attività svolta per ogni spazio. Questi dati sono stati presi da tabelle presenti nella norma francese - e a fortiori europea - NF EN ISO 13790 “Calcolo dei fabbisogni energetici per il riscaldamento e il rinfrescamento degli edifici”.

Gli apporti interni dovuti alle apparecchiature interne tiene conto del calore emesso da tutti i dispositivi elettronici presenti. Sono state utilizzati i valori dei singoli apparecchi, deducendo i valori dalla manualistica di riferimento.

I valori usati sono compilati nella **tavola XX**.

▷ Le dispersioni

A differenza di un calcolo manuale, in cui sono considerate condizioni di regime, cioè temperature costanti sia interne sia esterna, la **simulazione con TRNSYS permette un calcolo dinamico**, usando un file climatico che prende in conto le variazioni orarie della temperatura esterna e della temperatura dell’acqua. Gli elementi che concorrono alla dispersione del calore sono i seguenti:

- Dispersione per trasmissione
- Dispersione per ventilazione
- Ponti termici.

Le cosiddette dispersioni per trasmissione rappresentano le perdite di calore avvenute attraverso le superfici (opache e vetrate) che delimitano l’involucro o che comunicano con ambienti di temperatura inferiore. Nella progettazione si è cercato di minimizzare queste fuoriuscite di calore con l’utilizzo di opportuni strati di isolanti termici. Questo complesso sistema di scambi termici viene interamente calcolato dal software, in modo dinamico.

Gli scambi dovuti alla ventilazione, necessari per motivi igienici, avvengono tramite ventilazione meccanica oppure apertura manuale delle porte (ad esempio quando si parla della disattivazione degli spazi buffer). Il loro calcolo dipende del debito d’aria nuova portata all’interno dell’edificio, e alla sua temperatura. Per quanto riguarda il volume d’aria immesso, sono stati utilizzati i valori di aria di rinnovo necessari dalla normativa UNI, mentre la sua temperatura viene calcolata precisamente a seconda della temperatura esterna e dei dispositivi attuati per il recupero parziale di energia (sia di raffreddamento che di riscaldamento).

L’influenza dei ponti termici sul bilancio energetico viene preso in considerazione tramite l’uso del coefficiente di trasmissione lineare K introdotto dalla normativa.

TAV. 32 Funzionamento energetico stagionale - schema

▷ Comportamento in Estate

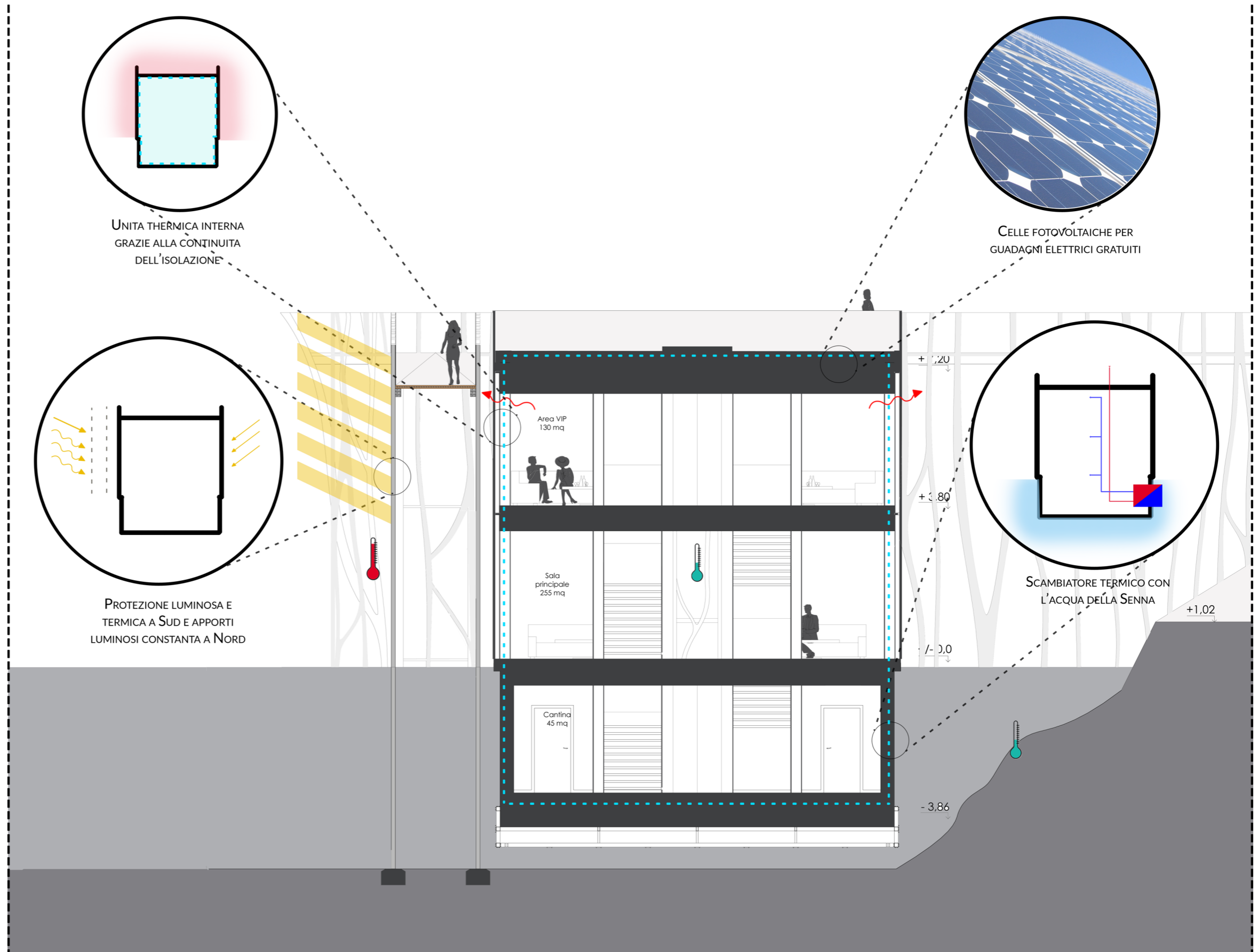
Grazie a l'inerzia termica dell'acqua della Senna che rimane ad una temperatura più bassa che l'aria in estate, il livello inferiore dell'edificio galleggiante rimane una fonte d'aria fresco.

Poi grazie ad uno scambiatore di calore acqua/acqua, l'acqua del pavimento radiante è riscaldata naturalmente dall'acqua della Senna e quello permette di ridurre i fabbisogni energetici.

Un corrente d'aria si crea che toglia l'aria troppo caldo e garantisce un benessere igrotermico nei spazi interni.

I raggi solari sono bloccati da una struttura esterna che serve a sostenere la passerella esterna. Fornisce schermature ai lati Sud ed Ovest dell'edificio, mentre il lato Nord è lasciato libero e il lato Est comprende spazi di tamponamento energetico. Con questo sistema, il volume dell'edificio non è riscaldato troppo dai raggi solari e non si crea l'effetto di serra, che si deve evitare visto che l'edificio è una scatola di vetro.

Sul tetto, il complesso di celle fotovoltaiche permette di alimentare in elettricità gratuita il scambiatore di calore.



TAV. 33 Funzionamento energetico stagionale - schema (2)

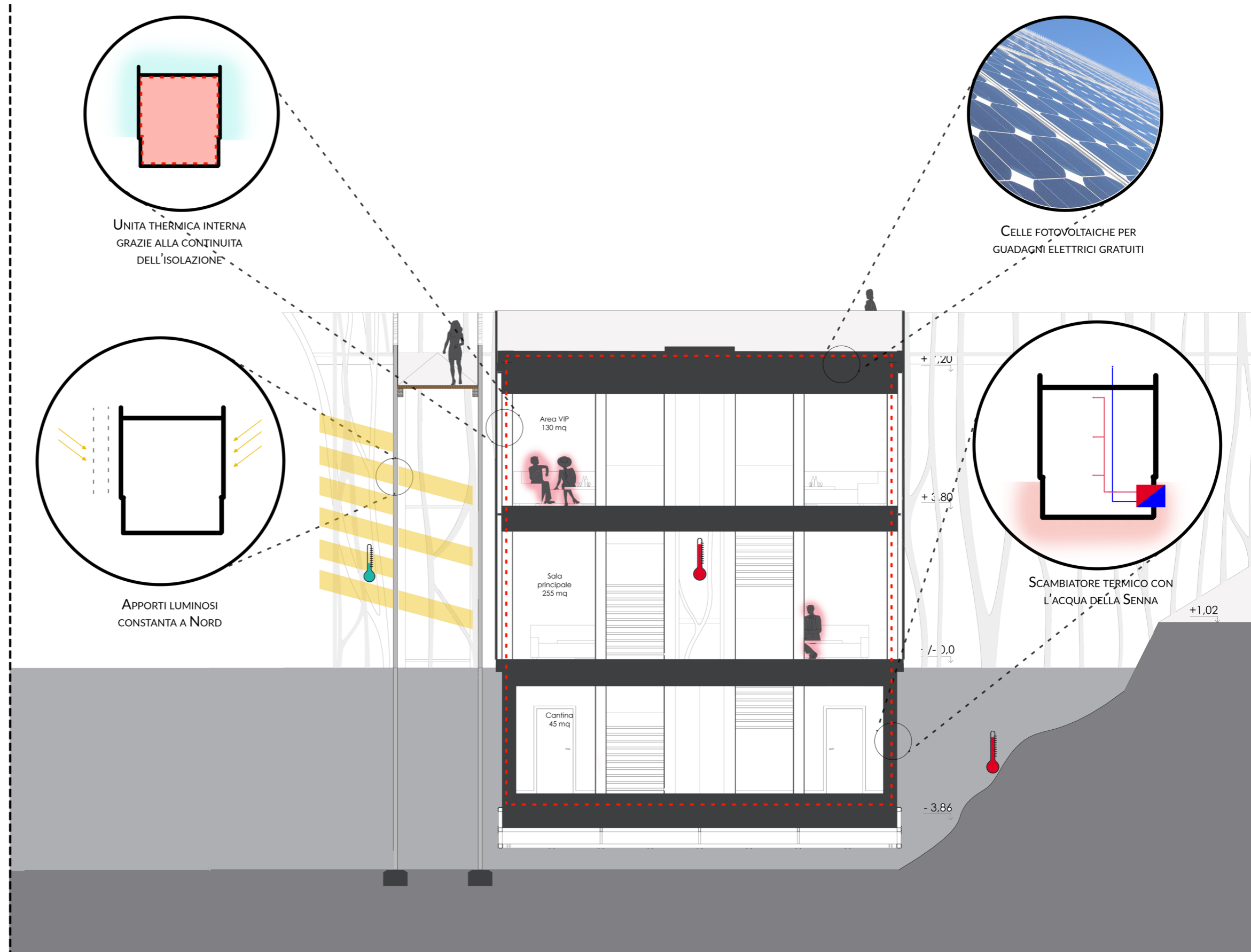
▷ Comportamento in Inverno

La Senna serve sempre di riserva d'energia perché procure calore rispetto alla temperatura dell'aria esterna. Doppiato con un sistema di ventilazione passiva che ricicla il calore estratto dell'aria espulso, l'aria è finalmente riscaldato da un pavimento radiante e un sistema di ventilazione.

Le parete vetrate sono mantenute chiuse e il benessere igrotermico è controllato dal sistema di ventilazione che fa entrare il volume d'aria esterna necessario per non causare danni alla salute o anche l'appannamento sulla superficie vetrata inter dell'edificio.

La "cantina" (spazio di stoccaggio delle bottiglie) è comunque trattato con un dispositivo speciale che permette di non oltrepassare il valore massimo di temperatura dell'aria per garantire la buona conservazione dei beni liquidi.

I spazi ingresso/uscita dell'edificio galleggiante sono spazi di tamponamento termico che evitano un disagio locale interno attorno a queste vie.



D. Strategia impiantistica

La scelta d'impianti deve sempre assicurare :

- ▷ un consumo energetico minimo
- ▷ costi d'installazione minimi
- ▷ costi di manutenzione minimi
- ▷ un benessere igrotermico massimo per i utenti del progetto

Cosa si intende da benessere igrotermico ?

Secondo il modello di P.O. Fanger (Denmark 1970), il benessere d'una persona dipende da 7 parametri.

M : ratio metabolico (met)

I_{cl} : l'indizio d'abigliamento (clo)

v_a : la velocità dell'aria

t_r : la temperatura media radiante (°C)

t_{db} : la temperatura a bulbo secco (°C)

P_s : la pressione di vapore d'acqua (kPa)

Quindi il benessere è una funzione :
 $f(M, I_{cl}, v_a, t_r, t_{db}, P_s) = 0$

Sempre secondo gli studi di Fanger, e poi ripreso nel ISO 7730, tutte le persone presente in un ambiente non sono mai tutte soddisfatte dalle condizioni igrotermiche. Il loro comportamento può comunque essere descritto da due indicatori :

il PMV (la valutazione media preveduta) è il volto che si può aspettare da un gruppo di persone che frequentano uno stesso ambito ; il PPD (la percentuale di persone non soddisfatte). La curva a destra mostra che nelle migliore condizioni rimane sempre 5% dei utenti non soddisfatti.

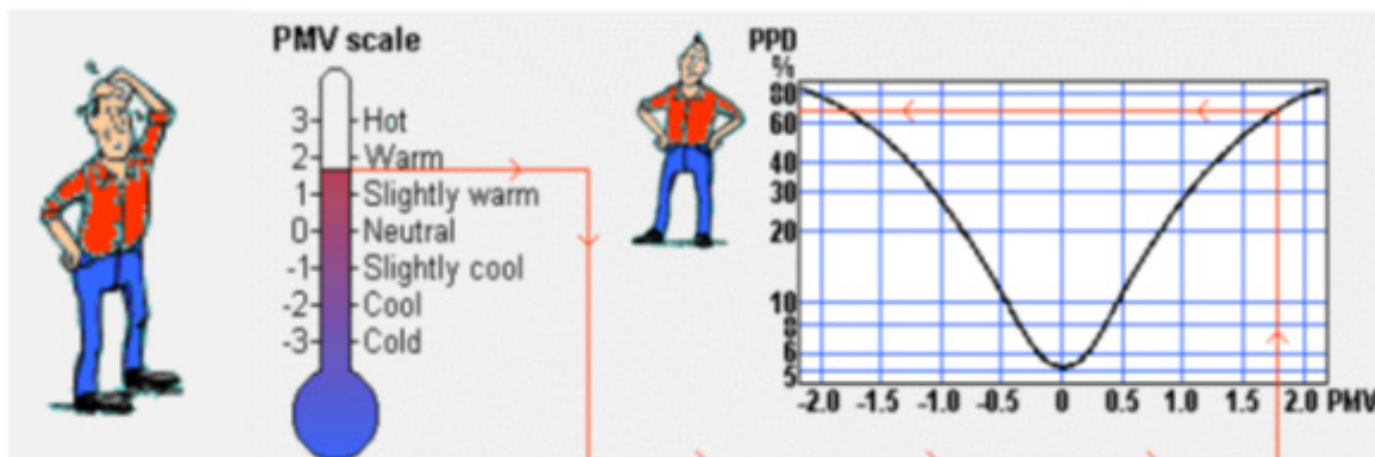
Gli elementi di benessere igrotermico che dipendono dai sistemi impiantistici sono :

- l'umidità relativa
- la velocità dell'aria
- la temperatura operativa
- l'asimmetria della temperatura
- la temperatura delle superficie

Di più altri elementi possono creare un discomfort a lungo termine :

- la concentrazione in CO
- gli odori di cucina
- i fumi di tabacco e di cottura
- gli agenti di allegrie
- gli composti organici volatili
- il radon (presente in natura)

La ventilazione semplice per il rinnovo dell'aria è quindi necessaria. Se non c'è ventilazione, la conservazione dell'edificio è ridotta (con apparizione per esempio di spuma), la salute della



Fonte: Mario Motta BSSD - Thermal comfort - 2014

Fig. 53 Courva di PPD in funzione del PMV

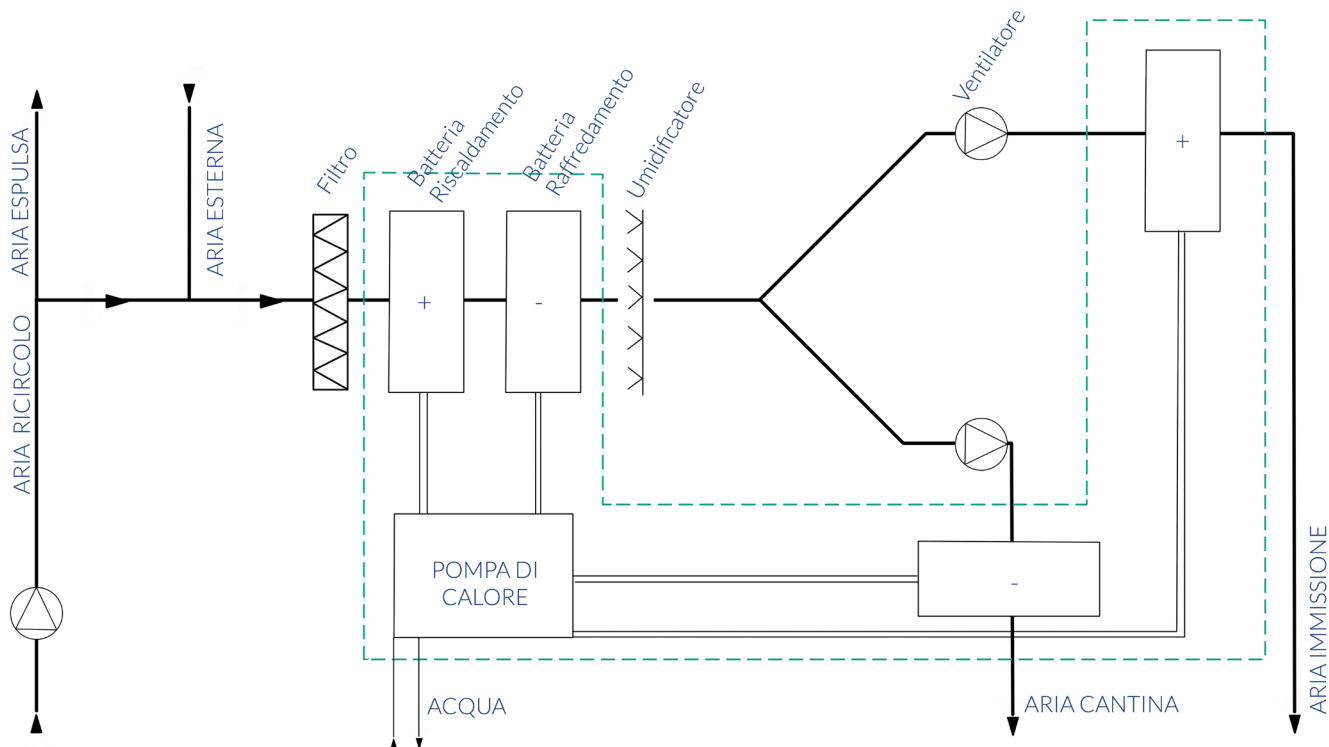


Fig. 54 Schema del sistema del scambiatore di calore

gente è in pericolo. Infine si deve ottimizzare l'installazione impiantistica in modo di ridurre i bisogni energetici.

I bisogni energetici per il benessere igrotermico e i bisogni di ventilazione sono sviluppati nell'analisi del software TRNSYS.

Qui sono scelti gli impianti e la strategia impiantistica.

Obbiettivi per il progetto

- ▷ **Flessibilità nelle aule di degustazione con la possibilità di aumentare la temperatura interna dei spazi del bar.**
- ▷ **Nella cantina e la cucina, possibilità di ridurre la temperatura in maniera autonoma.**
- ▷ **Riutilizzo dell'inerzia termica della Senna**

La scelta si porta quindi verso un sistema centralizzato di scambiatore di calore, doppiato con ventilo-convettori decentralizzati per sintonizzare la temperatura secondo la funzione dei diversi spazi. Il sistema centrale si trova nell'aula impiantistica mentre il riscaldamento/raffreddamento ambientale si colloca nei controsoffitti. La bocchetta d'aria si trova sul tetto del edificio.

La possibile riqualificazione del progetto consente la presenza d' almeno un diffusore di calore in ogni spazio e la rete deve essere molto rappresentata.

L'immissione d'aria attraverso gli impianti meccanizzati è continua e uguale a $40\text{m}^3/\text{h}/\text{persona}$ nelle aule di lavoro o nei locali del bar e di $1,3\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ nelle circolazioni e servizi.

La pompa di calore a una capacità di 30% e permette di ridurre i bisogni elettrici dei impianti. I ventilatori devono essere abbastanza potenti per mandare l'aria in tutto l'edificio.

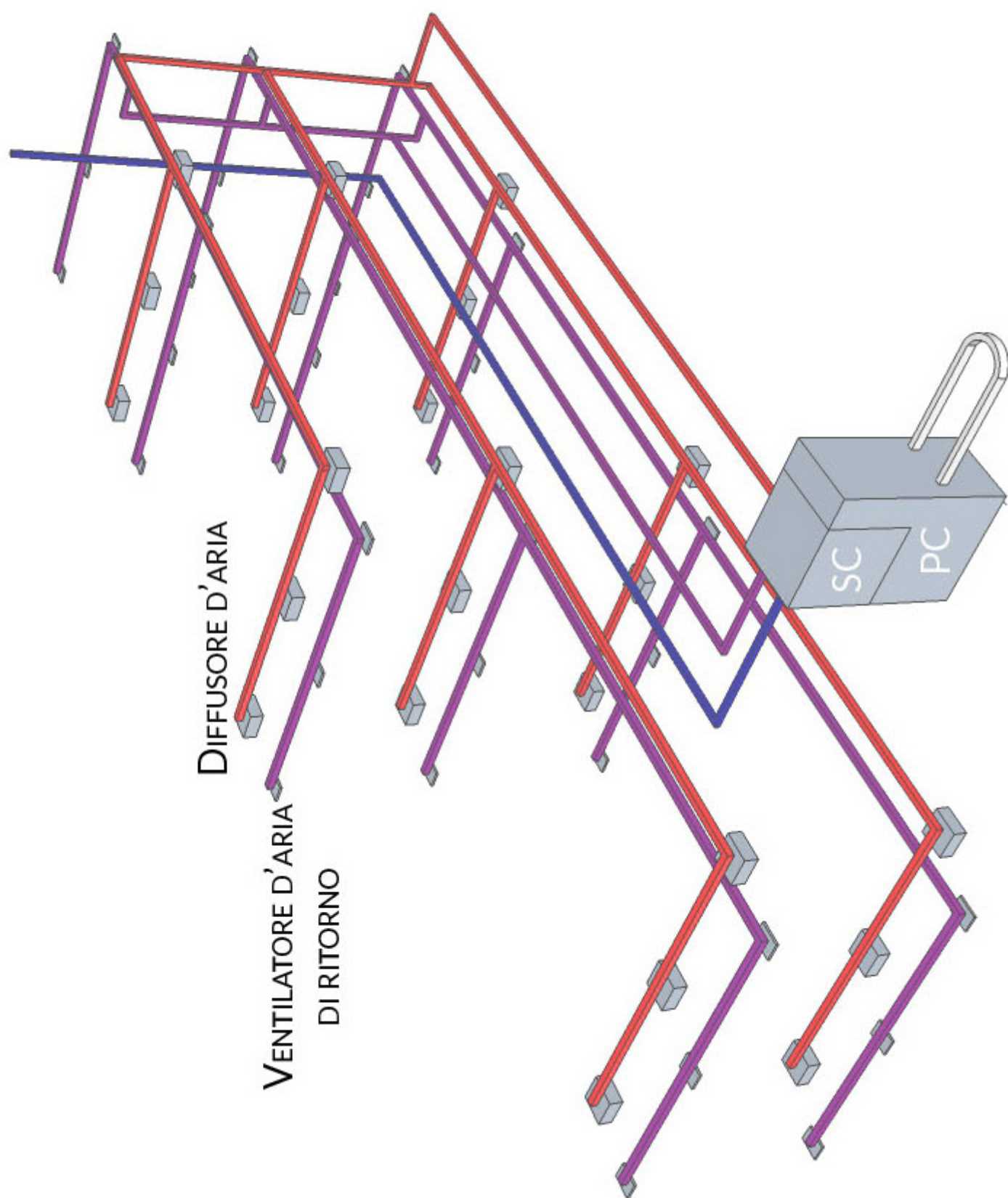


Fig. 55 Organizzazione impiantistica nel progettoxxxx

A. Quadro normativo

Secondo la norma francese, l'edificio appartiene alla categoria degli *établissements flottants*, e può quindi ricorrere a diverse strategie per il trattamento delle acque nere (vedi Fig. 56):

- il collegamento alla rete idrica
- lo stoccaggio a bordo
- il trattamento a bordo

Si è scelto il collegamento diretto alla rete idrica urbana, soluzione facilmente realizzabile grazie alla prossimità della sponda e della rete idrica, e più economica sia in energia (rispetto all'uso di una stazione di trattamento dell'acqua) sia in spazio (rispetto allo stoccaggio fognatura).

Questo sistema prevede l'installazione di una pompa, da cui il volume e il tipo dipendono di diversi parametri, ovvero:

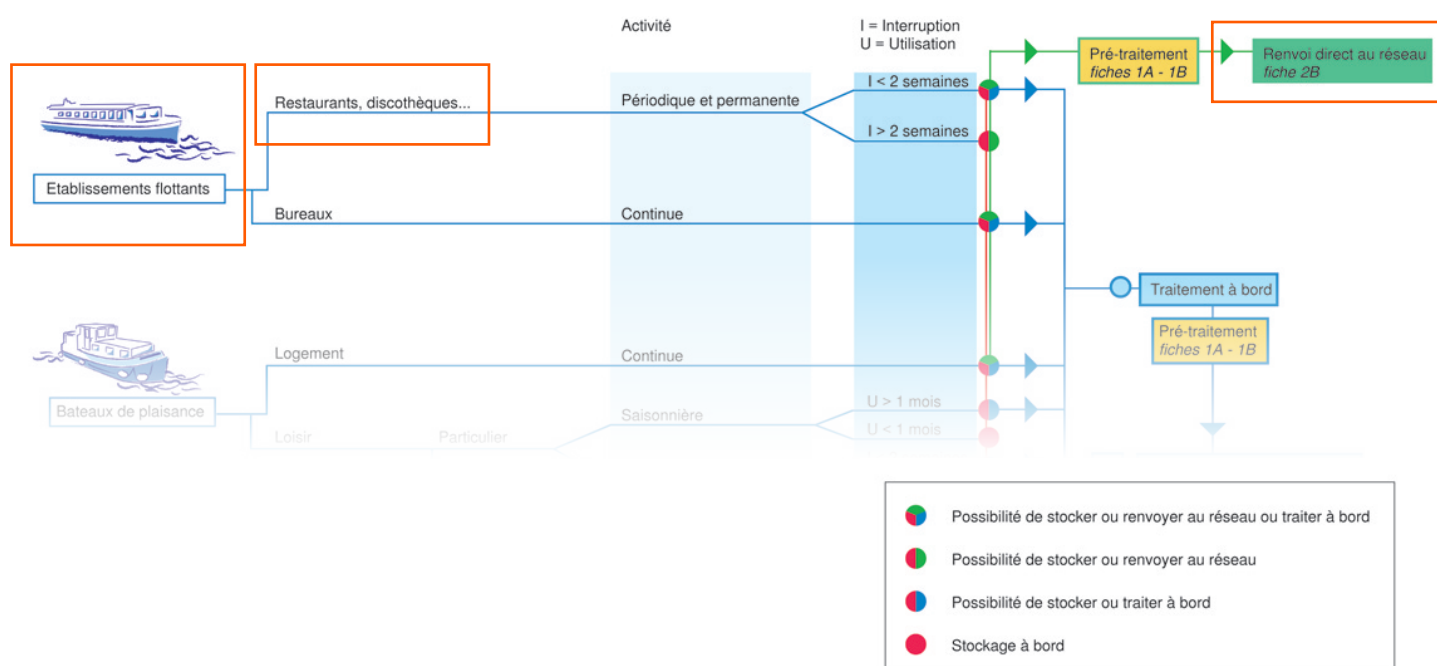
- il volume del serbatoio di pompaggio,
- il numero di avviamenti della pompa per ora,
- il tempo di pompaggio.
- l'altezza e la lunghezza del percorso delle tubazioni,
- il trattamento eventuale a monte delle acque reflue.

Benché le acque siano direttamente inviate alla rete urbana, è tuttavia consigliato di assicurare una capacità minima di stoccaggio a bordo in caso di problema esterno. Questo stoccaggio viene previsto nello spazio impiantistico.

B. Attuazione

E' consigliato di progettare un principio "anti-ritorno" al livello della pompa, e di ricorrere a tubazioni flessibili per lo scarico della fognatura. La sigillatura al livello del passaggio delle tubazioni attraverso lo scafo avviene tramite l'uso di "presse-étoupes" (ghiandola).

Il Champagne Bar è un edificio semi-pubblico previsto per ricevere unaantina di persone. Per un tal affollamento, è anche preferibile di progettare, prima del pompaggio verso la rete idrica, il pre-trattamento della fognatura, grazie ad un Sanibroyeur.



FONTE: Centre d'Etudes Techniques Maritimes Et Fluviales - Etat Français (2013)

Fig. 56 Scheda ufficiale di scelta del dispositivo di trattamento delle acque nere.

A. Verifiche antincendio

Le disposizioni prese per la progettazione antincendio dipende del Codice francese della Costruzioni e dell'Abitazioni.

Secondo il decreto ministeriale del 9 gennaio 1990:

Nel caso d'un Edificio Galleggiante (*EF établissement flottant*) il piano terra si chiama ponte di evacuazione delle persone, il piani +1 e sommersi si chiamano parte situata sopra/sotto il ponte d'evacuazioni delle persone.

La passerella deve avere una larghezza d' 1,40 m e la porta d'uscita deve essere larga 2 m. Tutti i materiali di rivestimenti esterni devono essere di categoria M3. Un sistema d'aspirazione del fumo è obbligatorio. L'illuminazione di sicurezza deve permettere:

- L'evacuazione sicura e facile del pubblico verso l'esterno fino alla darsena.

- L'illuminazione attorno all'edificio galleggiante.

Gli estintori sono 1 per 150 m² a una distanza massima di 15 m.

Di più il progetto è destinato a accogliere un Bar è deve anche soddisfare alle esigenze d'un ERP (Edificio che accoglie pubblico) di tipo N : Ristorante e Bar secondo il decreto ministeriale del 21 giugno 1982. Il progetto è di categoria 3, e deve essere accessibile da almeno una facciata. Le finestre apribile di sicurezza devono seguire lo schema nel basso della pagina.

Il solai devono essere CF 1/2h e la struttura SF 1/2h e le pareti interni fra spazi pubblici e passaggi CF 1/2h.

Le circolazioni devono essere d' 1,4 m.

Gli spazi di attesa protetta assicurano una protezione al fumo, alle fiamme e all' irraggiamento termico. Tutte le persone, qualsiasi la loro disabilità, deve poter andarle li ed aspettare i soccorsi.

La distanza massima da percorrere per accedere ad una uscita non può essere superiore a 30 m. La distanza massima da percorrere per accedere ad una scala non protetta non può essere superiore a 30 m. L'assenza di protezione delle scale è ammissibile nei edifici che comportano soltanto un livello sopra e un livello sotto del ponte di evacuazione delle persone.

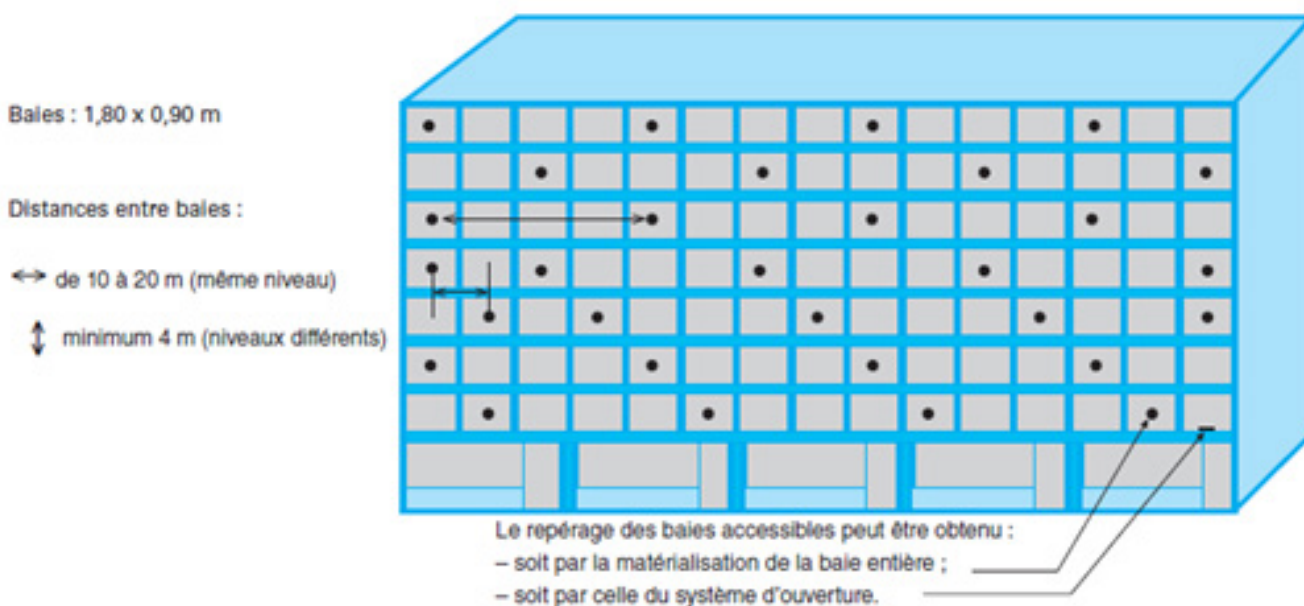


Figure 2 - Principes d'une facade aveuile

FONTE: Guide d'application de la réglementation incendie, CSTB,(2012)

B. Verifiche d'accessibilità

L'accessibilità caratterizza la capacità di un edificio ad essere sfruttato e usato da qualsiasi persona, indipendentemente e senza nessuno aiuto. Questo vale in particolare per le persone che soffrono di invalidità permanenti o temporanee.

Attualmente la Francia impone che **tutti gli EPR** (*Etablissements Recevant du Public*), cioè gli "Edifici che Ricevono Pubblico" **siano accessibili**.

Secondo la circolare interministeriale francese del 30 Novembre 2007, un'attenzione particolare deve essere portata sui percorsi esterni, l'accesso e l'accoglienza, le circolazioni interne orizzontali e verticali, le porte, e i locali sanitari.

▷ Cammini esterni

Il cammino esterno, assieme al luogo d'ingresso, deve essere facilmente identificabile. L'assenza di parapetto sulla darsena bassa rende il luogo poco sicuro per persone che soffrono di handicap visivi. La zona di accesso al pontile d'ingresso sarà quindi indicata nel suolo con **una striscia di guida** con aspetto diverso (in rilievo).

La passerella comprende gradinate che la rendono inaccessibile per una persona con una sedia a rotelle. L'ingresso delle persone disabili si

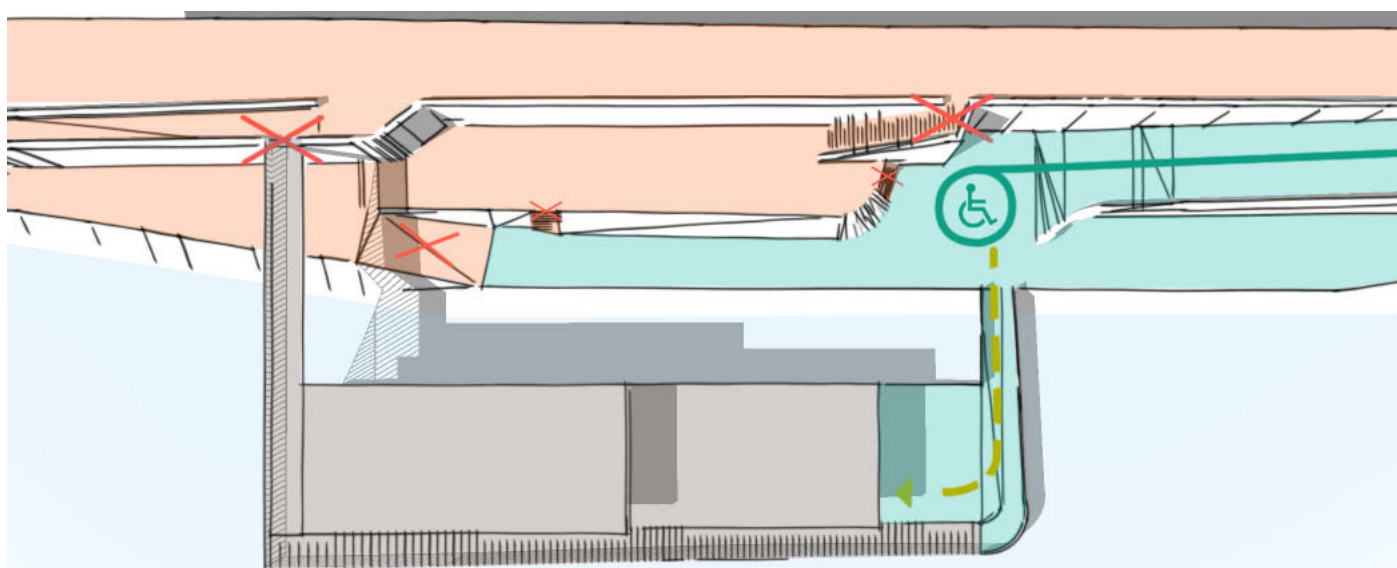
fa quindi via la darsena bassa, dove essi si possono addirittura fare accompagnare in auto fino al pontile. Alla lettura del masterplan, è chiaro che l'accesso all'edificio è reso difficile dall'impostazione del sito in se : la passerella appartenendo ad una zona speciale (dovuta alla presenza del fiume), si applicano derogazioni ai requisiti legislativi. Il cammino esterno deve tuttavia essere **largo almeno 1,40 m** ed offrire lo **spazio necessario alle manovre**.

▷ Accesso all'edificio e accoglienza

L'ingresso deve permettere la facilità d'uso per tutti i tipi di utenti e quindi è previsto nel design architettonico uno sportello per accedere alla guardaroba e alla cassa del Bar.

▷ Circolazioni interne

- La legge impone che i passaggi larghi meno 1,50 m debbano comprendere uno spazio di manovra per sedie a rotelle.
- Le scale interne devono essere larghe almeno 1,20m per tutti gli ERP. Nel caso presente, le scale essendo larghe più di 1,40 m per motivi di sicurezza al fuoco, si conformano quindi a questo valore minimo.
- L'ascensore, di tipo 1, deve consentire l'accesso delle persone disabili all'integralità dell'edificio, quindi ai tre livelli (Piano Terra, Piano Elevato e Piano Sommerso).



FONTE: Elaborato personale (2014)

Fig. 58 Zone accessibili dalle persone disabili e percorso di ingresso.

▷ **Le porte e passaggi**

Le porte devono permettere ad una persona a mobilità ridotta di passare senza essere bloccata o senza avere bisogno d'aiuto, sia per l'apertura che per la chiusura delle porte.

▷ **Bagni**

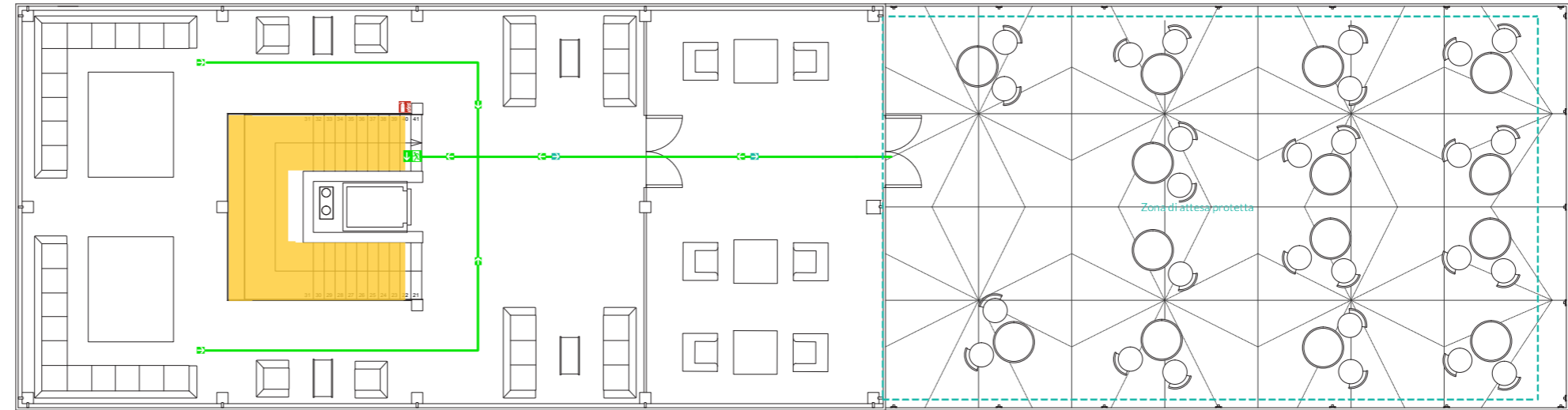
I bagni destinati a persone disabili sono dimensionati in modo da consentirle di muoversi indipendentemente, e di realizzare le manovre adeguate all'interno dello spazio chiuso del bagno.

▷ **Segnalazione**

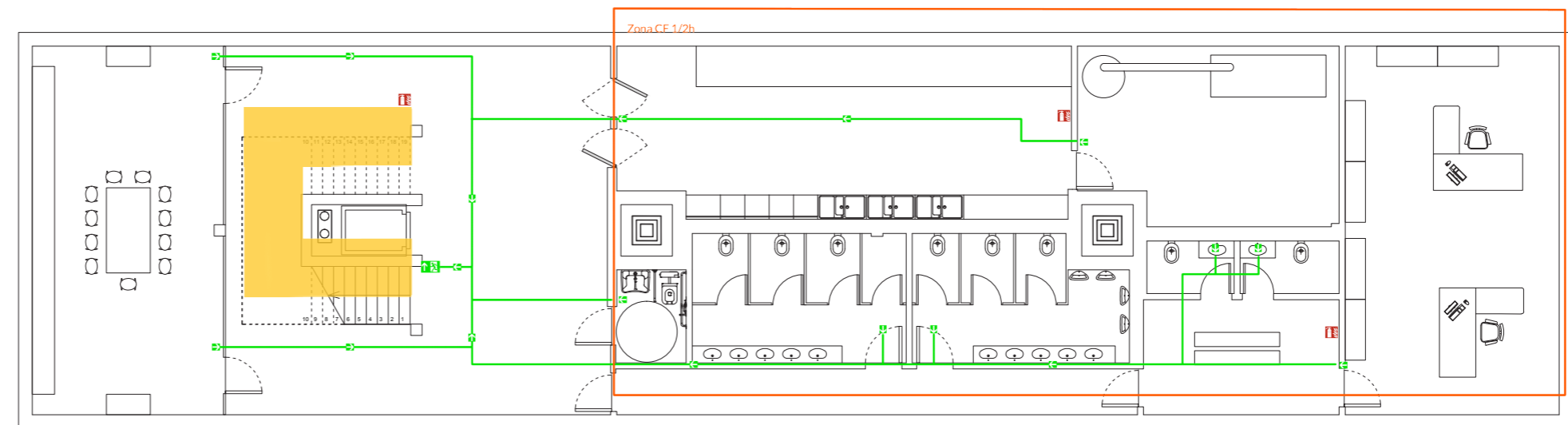
Una particolare attenzione è portata agli ostacoli e alla loro segnalazione. I rivestimenti della passerella e del pontile devono essere antiscivolo e appositamente illuminati.

TAV. 34 Piante antincendio (scala 1:150)

▷ Parte sopra il ponte di evacuazione delle persone



▷ Parte sotto il ponte di evacuazione delle persone



Legenda

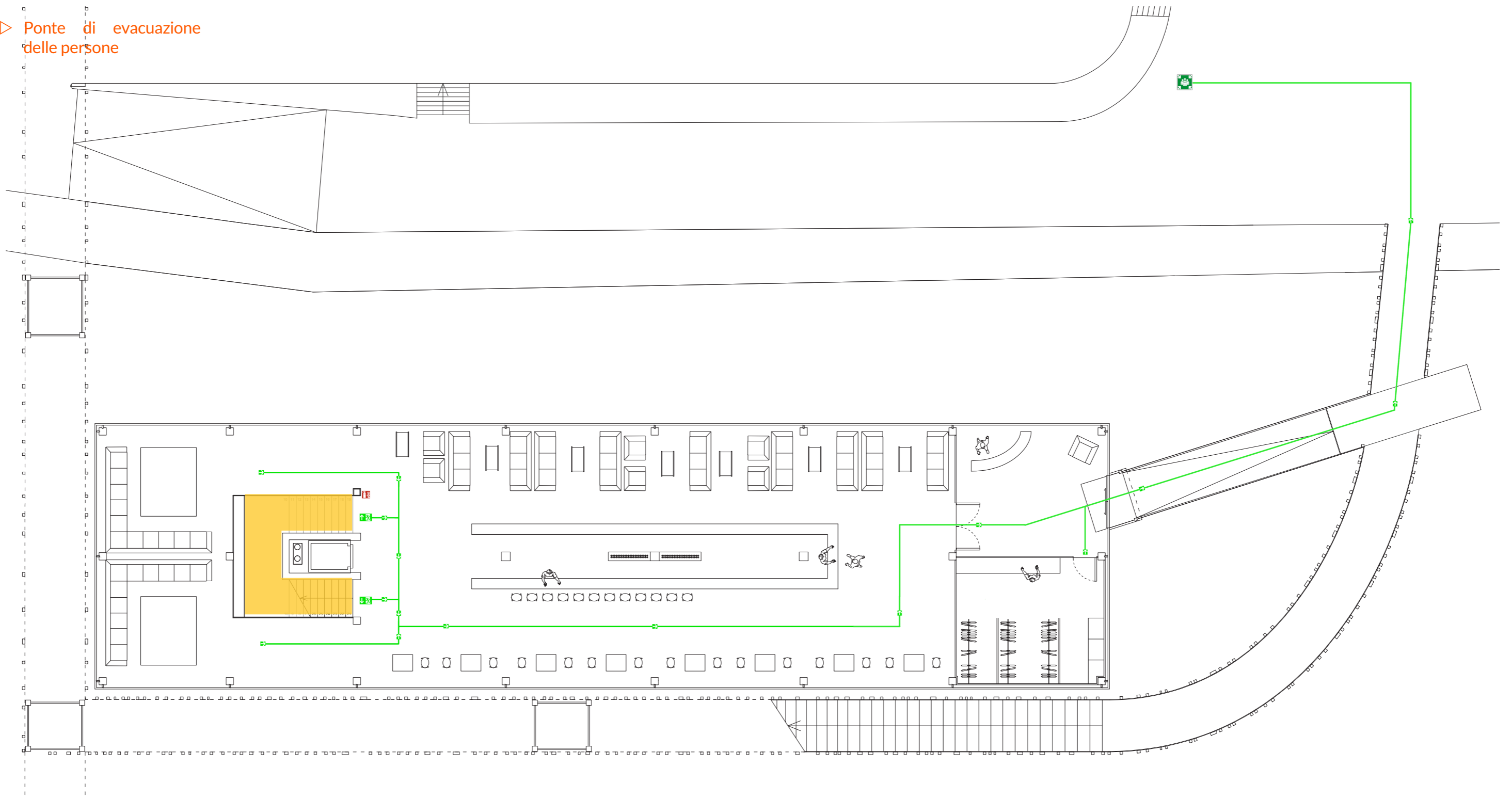
Scala 1/150

-  Scale ad uso pubblico
-  Via di uscita d'emergenza
-  Zona di attesa protetta
-  Parete CF 1/2h
-  Schermo luminoso per l'uscita
-  Direzione dell'uscita
-  Estintore







TAV. 35 Piante antincendio (scala 1:150)

▷ Ponte di evacuazione delle persone



Legenda

Scala 1/150

-  Scale ad uso pubblico
-  Via di uscita d'emergenza
-  Zona di attesa protetta
-  Parete CF 1/2h

-  Schermo luminoso per l'uscita
-  Direzione dell'uscita
-  Estintore
-  Punta di ritrovo e evacuazione



BOOK ANALISI

INDICE DELLE TAVOLE

TAV. 01	Verifica di stabilità nell'acqua	27
TAV. 02	Studio dell'effetto dinamico: affollamento concentrato ad Ovest	29
TAV. 03	Studio dell'effetto dinamico: affollamento concentrato ad Est	31
TAV. 04	Attuazione della piastra galleggiante	33
TAV. 05	Calcolo delle carichi di neve e di vento (Secondo Eurocodice 1)	39
TAV. 06	Calcolo delle carichi di neve e di vento (2) (Secondo Eurocodice 1)	41
TAV. 07	Calcolo delle carichi di neve e di vento (3) (Secondo Eurocodice 1)	43
TAV. 08	Sezione strutturale trasversale N-S	45
TAV. 09	Sezione strutturale longitudinale O-E	47
TAV. 10	Piante strutturali	49
TAV. 11	Piante strutturali (2)	51
TAV. 12	Valutazione dei carichi applicati alla struttura	53
TAV. 13	Dimensionamento dei pilastri	61
TAV. 14	Piani tecnologici- 1:150	87
TAV. 15	Piani tecnologici- 1:150	89
TAV. 16	Blow Up 1 - 1:20	91
TAV. 17	Blow Up 2 - 1:20	93
TAV. 18	Blow Up 3 - 1:20	95
TAV. 19	Blow Up 4 - 1:20	97
TAV. 20	Blow Up 5 - 1:20	99
TAV. 21	Nodo 1 - 1:5	101
TAV. 22	Nodo 2 - 1:5	103
TAV. 23	Nodo 3 - 1:5	105
TAV. 24	Nodo 4 - 1:5	107
TAV. 25	Nodo 5 - 1:5	109
TAV. 26	Nodo 6 - 1:5	111
TAV. 27	Dettagli costruttivi della passerella - Fuori scala	115
TAV. 28	Fondazione dei pali telescopici - Fuori scala	117
TAV. 29	Sezione tecnica del pontile - 1:15	119
TAV. 30	Analisi illuminotecnica - Influenza del vetro	125
TAV. 31	Analisi illuminotecnica - Influenza della schermatura	127
TAV. 32	Funzionamento energetico stagionale - schema	139
TAV. 33	Funzionamento energetico stagionale - schema (2)	141
TAV. 34	Piante antincendio (scala 1:150)	151
TAV. 35	Piante antincendio (scala 1:150)	153

BOOK ANALISI

INDICE DELLE IMMAGINI

Fig. 1	Richiamo dei diversi livelli da considerare nel progetto - Sezione trasversale del lotto di progetto	5	L'uso di masse aggiuntive attaccate lungo le catene può essere necessario allo stabilimento.	16	
Fig. 2	Immagine d'una base sottomarina	6	Fig. 25	Schema di funzionamento del sistema a pali e cursori.	16
Fig. 3	Sezione funzionale del SeaOrbiter	6	Fig. 28	Pali in legno termoplastico: presentano lo vantaggio di essere meno costosi e più leggeri, a resistenza uguale, dei pali in acciaio. Sono inoltre più adatti ad un ambito acqueo dato che non subiscono corrosione.	17
Fig. 4	Sezioni Nord ed Est del progetto Lilypad	6	Fig. 29	Impatto visivo dell'uso di pali, chiamati "Duca d'Albe" se non integrati all'interno di una struttura.	17
Fig. 5	Scheme design del Ark Project	6	Fig. 30	Esempio di integrazione del palo nella struttura	17
Fig. 6	Viste del Ark Project	7	Fig. 26	Dettaglio di ancoraggio all'argine, mediante l'uso di un palo intermedio	17
Fig. 7	Viste e sezione tecnologica della Sfera	7	Fig. 27	Dettaglio di ancoraggio a pali e cursori.	17
Fig. 8	Viste del Trilobis 65	7	Fig. 33	Schema di funzionamento dei pali telescopici.	18
Fig. 9	Fotografia di una casa nave	8	Fig. 31	Funzionamento semi-galleggiante - Maasbommel Floating Homes	18
Fig. 10	Vista d'una casa vascello a Amsterdam	8	Fig. 32	Modello di funzionamento della Float House, che scorrevole, in caso di alluvioni, lungo i due alti pali alle sue estremità. Fuori delle periodi di emergenza la casa riposa sul suolo.	18
Fig. 11	Vista e sezione architettoniche della Watervilla di Omval	8	Fig. 34	Schemini illustrativi delle diverse situazioni di equilibrio. a- situazione base - b- equilibrio stabile - c- equilibrio instabile - d- equilibrio neutro	19
Fig. 12	Viste e masterplan del progetto Canabae	9	Fig. 35	I tre passi successivi necessari alla stabilizzazione dell'edificio galleggiante.	22
Fig. 13	Forze in gioco nel galleggiamento di un oggetto.	10	Fig. 36	Curva di stabilità: la distanza GZ viene calcolata per diverse inclinazioni tra 0 e 90°.	23
Fig. 14	Conseguenze del non allineamento del centro di galleggiamento e del baricentro.	10	Fig. 37	Disegni necessari al calcolo della curva di stabilità.	24
Fig. 18	Principio di galleggiamento A - Solar Floating Resort, Michele Pozzolante	11	Fig. 38	Esempio di messa in opera dei blocchi galleggianti in polistirene XPS della marca STYRORAIL, un'azienda canadese specializzata nella realizzazione di pontili e piattaforme galleggianti.	25
Fig. 15	Principio di galleggiamento B - Canal-Houses (Amsterdam), Waterstudio	11	Fig. 39	Adattamento del principio attuato dalla STYRORAIL nel caso del Champagne Bar.	25
Fig. 20	Principio di galleggiamento C - The Buoyant Foundation Project (New Orleans)	11	Fig. 40	Schema di ripartizione dei carichi al livello Piano Elevato.	37
Fig. 19	Principio di galleggiamento D - Sistema N55: la struttura reticolare è basata su moduli triangolari che creano spazi in cui sono inseriti blocchi ottaedrici di polietilene a bassa densità. La concentrazione di elementi galleggianti è rinforzata agli angoli della piattaforma.	11	Fig. 41	Schema di ripartizione dei carichi al livello Piano Terra.	37
Fig. 16	Principio di galleggiamento E - Makoko Floating School (Nigeria)	11			
Fig. 17	Principio di galleggiamento E - Maison Flottante (Canada) - MOS Arch.	11			
Fig. 21	Distacco dello strato di protezione in poliuretano epossido	15			
Fig. 22	I rinforzi agli angoli creano turbolenze nella parte meno spessa, diminuendo l'impatto dell'onda.	15			
Fig. 23	Vista delle eliche della Solar Floating Resort di Michelle Pozzolanti	16			
Fig. 24	Sistema di ormeggio tramite l'uso di catene e ancore appoggiate nel letto del fiume.				

Fig. 42 Schema di ripartizione dei carichi al livello Piano Sommerso.....	38
Fig. 43 Fotografie di fibre di cemento fibrorinforzato.....	63
Fig. 44 Illustrazione del concetto di fibre orientate in 3D.....	63
Fig. 45 Fotografie di fibre di cemento fibro rinforzato utilizzato al Mucem.....	64
Fig. 46 Localizzazione delle pareti ermetici - compartimentazione del piano sommerso.....	73
Fig. 47 Percorso del sole secondo il software Ecotect a Parigi (Orly) per l'anno.....	123
Fig. 48 Tabella riassuntiva dei requisiti normativi (UNI EN 12464-1 "Illuminazione dei Luoghi di Lavoro".....	123
Fig. 50 Tridimensionalità della passerella.....	132
Fig. 49 Spaccato della passerella.....	132
Fig. 51 Passaggi della luce e viste fra i diversi livelli del Bar.....	134
Fig. 52 Schema riassuntivo delle temperature volute in ciascuno ambiente.....	137
Fig. 53 Courva di PPD in funzione del PMV.....	143
Fig. 54 Schema del sistema del scambiatore di calore.....	144
Fig. 55 Organizzazione impiantistica nel progettoxxxxx.....	145
Fig. 56 Scheda ufficiale di scelta del dispositivo di trattamento delle acque nere.....	146
Fig. 57 Principi d'una facciata con finestre di sicurezza apribile.....	147
Fig. 58 Zone accessibili dalle persone disabili e percorso di ingresso.....	148
Legenda	Scala 1/150
.....	151
Legenda	Scala 1/150
.....	153

