



BERGAMO PORTA SUD

Programma Integrato di Intervento (PII)

Finalizzato alla rigenerazione urbana ed ambientale delle aree ferroviarie dismesse, denominate 'Porta Sud'



Relazione tecnico-illustrativa del landbridge

Codice: OU - R – 02

Data: 24/07/2026



COMUNE DI BERGAMO

Programma Integrato di Intervento (PII)



PII - BERGAMO PORTA SUD

Proponente



Vitali Spa
Via Lombardia 2/A
20068, Peschiera Borromeo (MI)

Project development



Expand Srl
Via Vittor Pisani 20
20124, Milano (MI)

Team di progettazione

Coordinamento generale, progetto urbanistico
e procedure ambientali



Arup Italia Srl
Corso Italia 1
20122, Milano

Progetto commerciale



Archiland Studio Srl
Via Ettore De Sonnaz 16/c
10121, Torino



Cino Zucchi Architetti
Via Revere 8
20123, Milano



Angelo Stratzini & Partners Srl
Via Valcamonica 17/a
25132, Brescia

Progetto architettonico e urbanistico



Attilio Gobbi Architettura
Via Maj 3
24122, Bergamo

Strategia energetica, sostenibilità, invarianza idraulica e sottoservizi



ING Srl
Via G. Falcone 12
24048 Treviolo BG

Trasporti e mobilità



Systematica Spa
Via Lovanio 8
20121, Milano

Aspetti Legali

Studio Legale Associato Bonomi Giudici
Avv. Paolo Bonomi
Via Ghislanzoni Antonio 41
24122, Bergamo

Titolo

Relazione tecnico-illustrativa del landbridge

Codice

OU - R - 02

Data

Scala

Revisione

24/07/26

-

Rev 02

PREMESSA: GLI ATTRAVERSAMENTI VERDI

I nuovi attraversamenti del fascio ferroviario previsti dal progetto urbanistico di Bergamo Porta Sud sono concepiti come elementi urbani e paesaggistici, in continuità con il sistema dei percorsi, dei servizi e degli spazi pubblici delle due parti di città, superando la logica della semplice infrastruttura di collegamento.

Il sistema dei ponti verdi si inserisce nella strategia complessiva del masterplan, che individua nello spazio aperto l'elemento strutturante dell'intervento. Il progetto del suolo definisce una rete continua di spazi collettivi e percorsi ciclopeditoni accessibili, privi di barriere architettoniche, in grado di garantire la connessione fisica e percettiva tra i diversi ambiti e di promuovere la mobilità lenta.

In questo quadro, **gli attraversamenti verdi svolgono una funzione sia urbana sia ecologica**, articolando il sistema degli spazi pubblici su due livelli. A quota terreno, i percorsi ricuciono il tessuto esistente con il nuovo sviluppo di Porta Sud; a quota sopraelevata, due *landbridge* attraversano la sede ferroviaria in corrispondenza dei principali assi di connessione: il primo, a ovest della nuova stazione-ponte, collega i comparti sud-occidentali; il secondo, a est, si configura come un ponte ciclopeditonale connesso al percorso lineare posto a nord.

Entrambi gli attraversamenti assumono un forte carattere paesaggistico, configurandosi come **ponti verdi che valorizzano la continuità ecologica e le visuali verso Città Alta**.

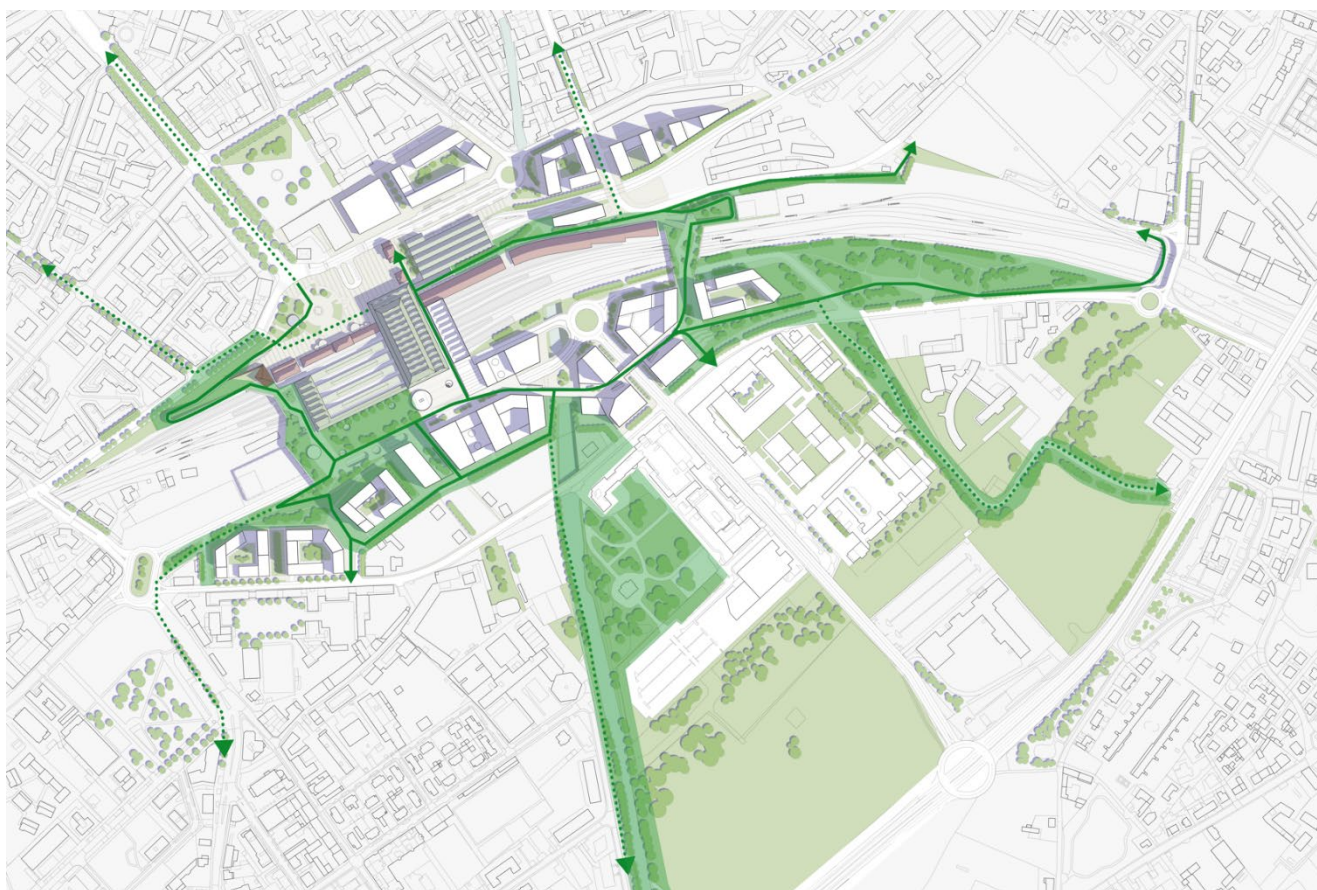


Figura 1 Schema del sistema degli attraversamenti verdi all'interno del masterplan di Porta Sud

IL LANDBRIDGE EST

Lo scavalco est è concepito come un vero e proprio **ponte verde**, progettato non solo per garantire il collegamento ciclopedonale tra le due parti della città, ma anche per accogliere funzioni di sosta, svago e permanenza. L'ampia superficie disponibile, pari a circa 3.000 mq, consente infatti di configurare uno spazio pubblico flessibile e multifunzionale, integrato nel sistema degli spazi aperti del masterplan e in continuità con i percorsi e i servizi urbani.

L'impostazione progettuale dello spazio in quota risponde innanzitutto **all'obiettivo di ricucire i percorsi ciclopedonali a cavallo del fascio dei binari**, assicurando la **continuità dei flussi** e una maggiore **permeabilità urbana**. Tale ruolo di connessione è destinato a consolidarsi con il completamento del masterplan nei comparti a sud del fascio ferroviario, favorendo il collegamento diretto con i futuri sviluppi urbani.

Un ulteriore obiettivo è la **qualificazione paesaggistica e ambientale dello spazio pubblico**. La configurazione del ponte e il trattamento delle fasce perimetrali mediante l'inserimento di elementi vegetali sono finalizzati a creare un ambiente accogliente e confortevole, capace di mitigare la presenza dell'infrastruttura ferroviaria e di ridurre l'impatto percettivo durante l'attraversamento e la permanenza.

Lo spazio sopraelevato svolge inoltre una funzione di **compensazione ecologica**, restituendo superfici verdi in grado di bilanciare i nuovi sviluppi edificati. La componente vegetale, articolata attraverso alberature, arbusti e specie erbacee autoctone, contribuisce all'incremento della biodiversità e alla creazione di habitat per la microfauna urbana. Parallelamente, il sistema del verde migliora il comfort ambientale grazie all'ombreggiamento, al raffrescamento naturale e alla mitigazione dell'effetto isola di calore.

Le superfici pavimentate sono organizzate per accogliere differenti modalità d'uso dello spazio pubblico, comprendendo aree di sosta, sedute, percorsi di attraversamento e spazi attrezzabili per attività temporanee e momenti di aggregazione. I generosi percorsi ciclopedonali si sviluppano all'interno di un sistema continuo di aree verdi, disposto sia lungo i margini sia nelle porzioni centrali del ponte, trasformando lo scavalco in un corridoio verde sopraelevato caratterizzato da un'elevata presenza di superfici permeabili e vegetate, con benefici sotto il profilo ambientale, paesaggistico e del comfort microclimatico.

L'accessibilità allo scavalco è garantita da un sistema integrato di collegamenti verticali e orizzontali, **progettato secondo i principi dell'accessibilità universale**. Sul lato nord, il ponte è servito da una combinazione di scale pubbliche, ascensori e una rampa ciclopedonale a ridotta pendenza, che assicura la piena fruibilità dell'infrastruttura da parte di pedoni, ciclisti e persone con mobilità ridotta, favorendo la continuità della rete della mobilità lenta.

Sul lato sud, lo scavalco si innesta direttamente nel futuro sviluppo urbano a destinazione mista previsto in adiacenza al comparto scolastico. L'accesso sarà integrato nel nuovo sistema edilizio e degli spazi pubblici, mantenendo la piena permeabilità e fruibilità del collegamento quale infrastruttura urbana aperta e accessibile.

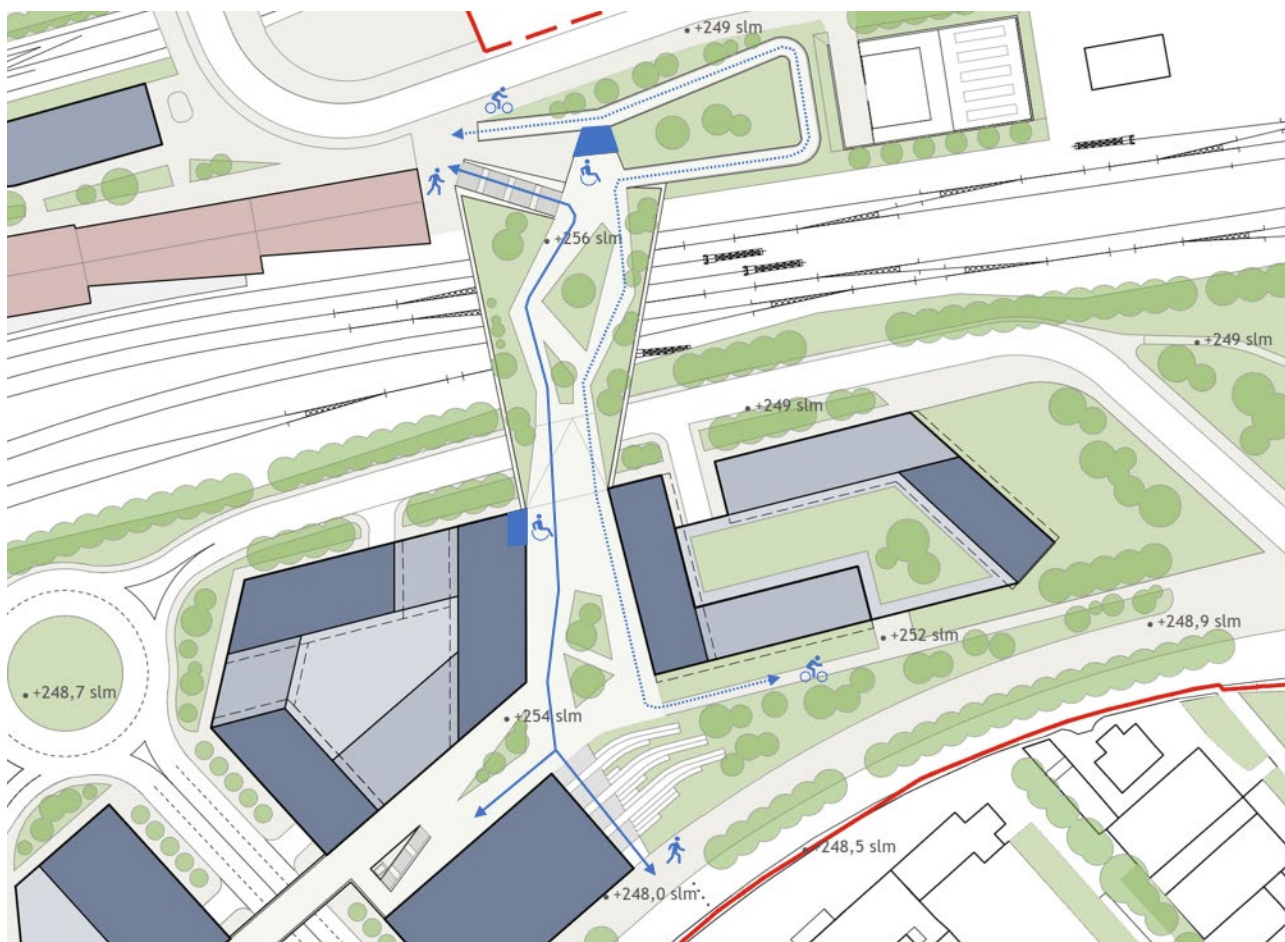


Figura 2 Schema dei percorsi ciclo-pedonali agevolati dallo scavalco

In tale configurazione, il *landbridge* est assume un ruolo strategico nel processo di ricucitura tra i quartieri posti a nord e a sud del fascio ferroviario, superando la funzione di semplice attraversamento per configurarsi come un **nuovo spazio pubblico sopraelevato**. Il ponte verde rafforza la continuità della rete ecologica e ciclopedonale prevista dal masterplan, migliora l'accessibilità ai principali poli di interesse pubblico, in particolare quelli scolastici e sanitari, e contribuisce a creare un collegamento sicuro e riconoscibile tra le diverse parti della città.

La continuità tra percorsi, aree verdi e spazi di permanenza trasforma lo scavalco in un'infrastruttura paesaggistica capace di integrare mobilità, qualità ambientale e fruizione dello spazio pubblico, qualificando l'**attraversamento ferroviario come occasione di riconnessione urbana e di valorizzazione del paesaggio**.



Figura 3 Vista soggettiva dal landbridge est

VERDE E ARREDO INTEGRATO

In coerenza con gli indirizzi del **Piano Strutturale del Verde del Comune di Bergamo (2024)**, che individua tra i propri obiettivi prioritari l'incremento della copertura arborea, il potenziamento dei servizi ecosistemici e il rafforzamento della rete ecologica urbana, il progetto paesaggistico dello scavalco est assume il verde come elemento strutturante dello spazio pubblico sopraelevato.

L'intervento è orientato a integrare infrastruttura e paesaggio attraverso un sistema vegetale capace di migliorare la qualità ambientale, incrementare la biodiversità e contribuire al benessere microclimatico degli utenti. La progettazione delle aree verdi, associata all'impiego di materiali durevoli e a basso impatto ambientale, favorisce una gestione sostenibile delle risorse e una riduzione delle esigenze manutentive nel corso del ciclo di vita dell'opera.

Le fasce arboree e arbustive previste svolgono una duplice funzione paesaggistica ed ecologica: **definiscono gli spazi dello scavalco, mitigano la percezione dell'infrastruttura ferroviaria e costituiscono elementi di connessione con il sistema del verde previsto dal masterplan**, contribuendo alla continuità ecologica lungo gli attraversamenti ferroviari.

La composizione delle superfici verdi è definita in relazione agli spessori di terreno previsti. Lungo i margini est e ovest della copertura è previsto uno spessore utile non inferiore a 60 cm, idoneo alla realizzazione di aree

verdi a raso, in parte praticabili, destinate all'impianto di tappeti erbosi, specie erbacee e arbusti di piccola e media dimensione.

Nelle porzioni centrali lo spessore del substrato raggiunge circa 1,20 m, consentendo la messa a dimora di alberature ad alto fusto e il corretto sviluppo degli apparati radicali. In tali ambiti si alternano alberi, superfici prative e masse arbustive, generando spazi differenziati per carattere e modalità d'uso. Le alberature sono collocate in corrispondenza delle principali aree di sosta per garantire ombreggiamento e raffrescamento naturale, mentre le superfici a prato sono progettate come spazi accessibili e fruibili. Le aiuole alberate sono delimitate da sedute sagomate in calcestruzzo, integrate nel disegno dello spazio pubblico, che assolvono contemporaneamente alla funzione di contenimento del terreno necessario alla crescita delle essenze arboree.

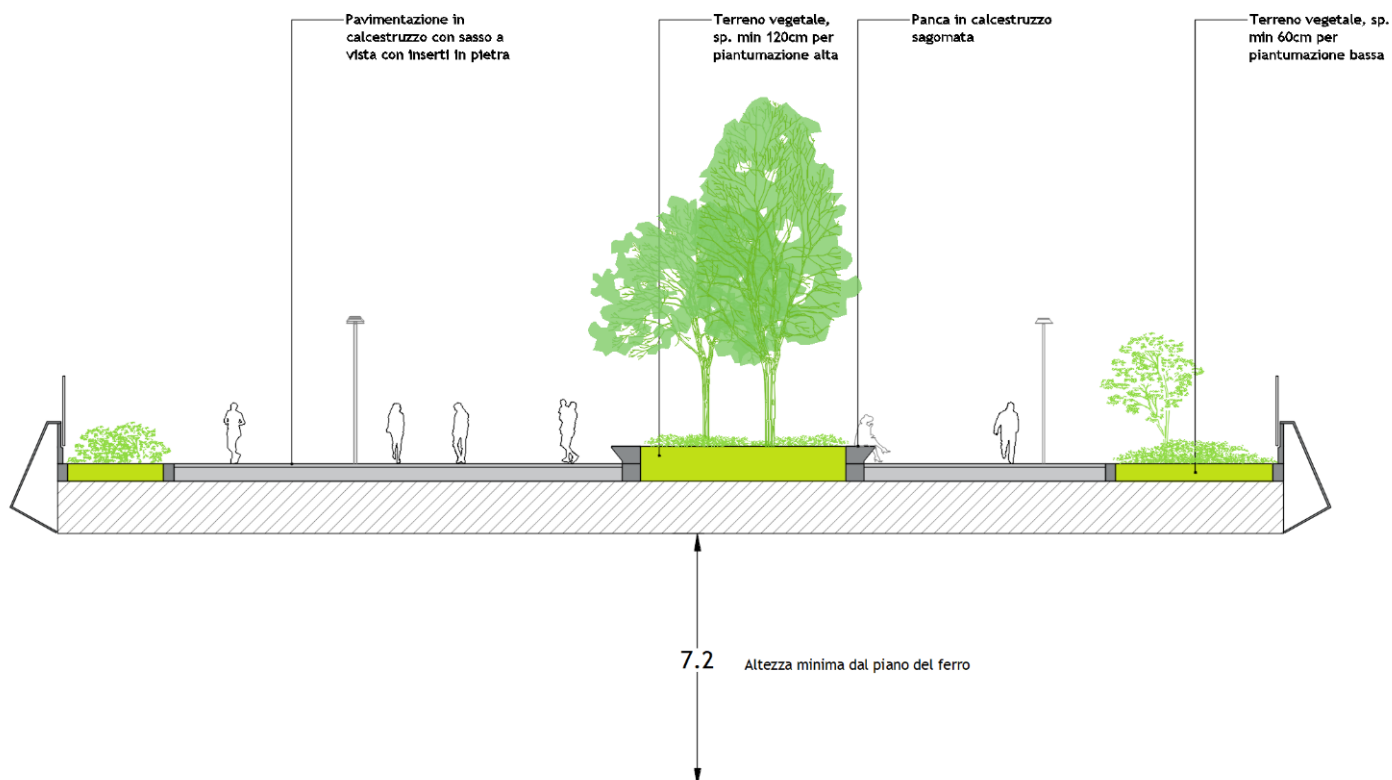


Figura 4 Sezione tipologica dello scavalco est

La selezione delle specie privilegia essenze autoctone o naturalizzate, caratterizzate da elevata adattabilità al contesto climatico locale, ridotte esigenze manutentive e limitato fabbisogno irriguo, concentrate prevalentemente nella fase di attecchimento e nei periodi di prolungata siccità. Le specie prescelte contribuiscono inoltre al miglioramento della qualità dell'aria attraverso l'assorbimento degli inquinanti atmosferici e della CO₂, incrementando i servizi ecosistemici offerti dallo spazio verde.

Tra le specie arboree sono previsti *Fraxinus ornus* (orniello), quale essenza principale per l'ombreggiamento dei percorsi e delle aree di sosta, alternato a esemplari di *Malus × floribunda*, che introducono una significativa componente ornamentale grazie alla fioritura primaverile. La composizione è completata da grandi arbusti di *Arbutus unedo* (corbezzolo), di particolare interesse paesaggistico per la persistente presenza di fiori e frutti.

Il piano vegetazionale è arricchito da arbusti, tappezzanti ed erbacee perenni che conferiscono varietà cromatica e stagionale alle aree verdi. Tra le principali specie sono previste *Nandina domestica*, *Viburnum*

tinus, *Salvia microphylla* e *Rosmarinus officinalis 'Prostratus'*, integrate da graminacee ed erbacee ornamentali quali *Stipa tenuissima 'Ponytail'*, *Gaura lindheimeri*, *Hypericum*, *Verbena bonariensis* e *Pennisetum alopecuroides*, oltre a specie tappezzanti come *Ophiopogon japonicus* e *Lonicera pileata*.

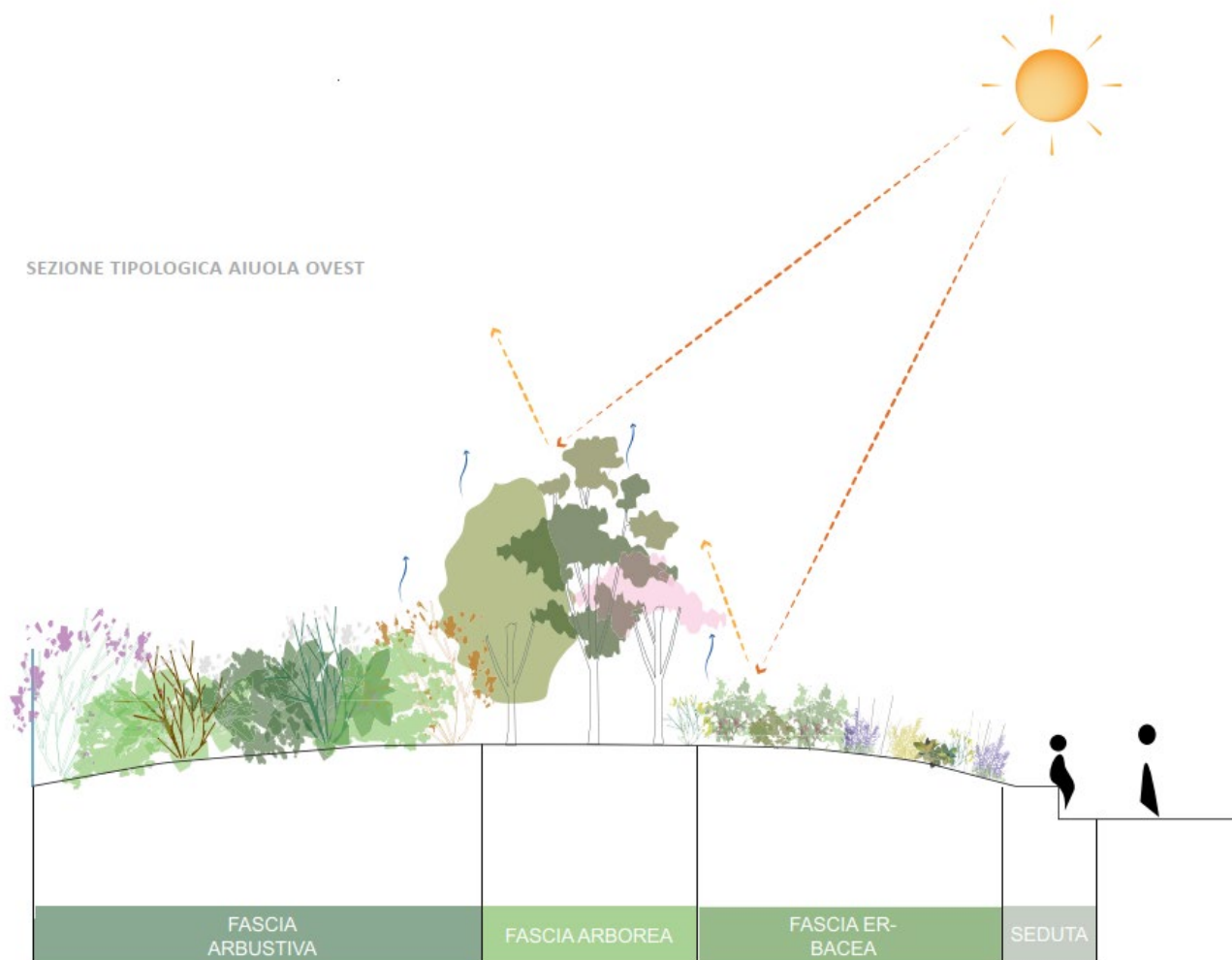


Figura 5 Sezione tipologica della composizione arborea

L'insieme delle essenze selezionate, caratterizzate da differenti portamenti, texture e periodi di fioritura, consente di realizzare un paesaggio resiliente e dinamico, capace di evolvere nel corso delle stagioni, incrementando la qualità percettiva dello spazio pubblico e il valore ecologico dell'intervento.

PAVIMENTAZIONI

Le pavimentazioni dello scavalco sono progettate come elemento qualificante dello spazio pubblico, in grado di coniugare prestazioni tecniche, qualità architettonica e continuità percettiva dei percorsi. La scelta dei materiali privilegia soluzioni durevoli, a ridotta manutenzione e idonee a sostenere un uso intensivo, garantendo al contempo sicurezza, accessibilità e comfort di percorrenza.

Le principali direttrici di attraversamento e gli ambiti di sosta saranno realizzati con superfici in pietra naturale o ricomposta, capaci di conferire qualità materica e riconoscibilità agli spazi.

Lungo i percorsi inseriti nel sistema del verde, è prevista invece una pavimentazione continua in calcestruzzo architettonico con finitura sasso a vista, ottenuta mediante getto in opera e successivo trattamento superficiale dell'inerte, in grado di assicurare elevata durabilità, resistenza all'usura e adeguate caratteristiche di aderenza. Tutte le pavimentazioni esterne saranno di tipo antisdrucchiabile e saranno selezionate in funzione delle prestazioni richieste a uno spazio pubblico sopraelevato, garantendo elevati standard di sicurezza e durabilità. Le finiture dovranno pertanto possedere caratteristiche antigelive, presentare un coefficiente di attrito superiore a 0,40, assicurare una posa in opera perfettamente complanare e garantire la conservazione delle prestazioni meccaniche ed estetiche nel tempo, anche in presenza di elevate sollecitazioni dovute all'uso e agli agenti atmosferici.

Il disegno delle pavimentazioni così pensato contribuisce all'organizzazione dello spazio, accompagnando i flussi ciclopeditoni e definendo le diverse aree funzionali attraverso variazioni materiche e geometriche, senza interrompere la continuità del percorso. Particolare attenzione sarà rivolta all'integrazione dei giunti di dilatazione e di frazionamento, che vengono coordinati con il disegno complessivo della pavimentazione, garantendo il corretto comportamento tecnico delle superfici nel tempo e contribuendo alla qualità compositiva dell'intervento.

SISTEMA DI ACCESSIBILITÀ

L'accesso allo scavalco dal lato nord è progettato secondo i principi dell'accessibilità universale, garantendo percorsi differenziati ma integrati per i flussi pedonali, ciclabili e per le persone con ridotta o impedita capacità motoria. Il sistema di risalita è costituito da una combinazione di scala, ascensori e rampa ciclopeditona, in grado di assicurare continuità funzionale, sicurezza e piena fruibilità dello spazio pubblico.

L'accesso principale è costituito da un'ampia scalinata, con larghezza complessiva non inferiore a 5,00 m, dimensionata per sostenere elevati flussi di attraversamento e garantire adeguate condizioni di sicurezza e comfort. La scala è protetta da balaustre di altezza pari a 1,20 m ed è dotata di doppio corrimano continuo, conformemente ai requisiti di accessibilità e sicurezza previsti dalla normativa vigente.

La completa eliminazione delle barriere architettoniche è assicurata dalla presenza di due ascensori, che consentono un collegamento diretto tra la quota urbana e il piano dello scavalco. Le cabine, di dimensioni pari a 2.100 × 1.200 mm, sono progettate per consentire il trasporto contemporaneo di utenti con disabilità, passeggini e biciclette, favorendo l'intermodalità e la piena accessibilità dell'infrastruttura anche nell'ambito della mobilità ciclabile.

Il collegamento è completato da una rampa ciclopeditona di larghezza pari a 4,00 m, progettata con pendenza inferiore al 5%, tale da garantire una percorrenza agevole e sicura senza la necessità di dispositivi di assistenza. La rampa rappresenta il principale elemento di connessione per la mobilità lenta e consente il superamento del dislivello in modo continuo, favorendo l'utilizzo dello scavalco da parte di ciclisti, pedoni, utenti con mobilità ridotta e mezzi di servizio per la manutenzione.

Dal punto di vista costruttivo, la rampa è costituita da una soletta in calcestruzzo armato sostenuta da una struttura a pilastri, con finitura superficiale in calcestruzzo architettonico a sasso a vista, in continuità materica e compositiva con le pavimentazioni dello scavalco. Tale soluzione contribuisce a garantire uniformità percettiva, durabilità delle superfici e adeguate prestazioni di aderenza.

L'intero sistema di collegamento è completato da balaustre in acciaio verniciato, sviluppate in continuità con quelle previste lungo il ponte, che assicurano i prescritti livelli di protezione anticaduta e contribuiscono a definire un'immagine architettonica unitaria dell'intervento. La configurazione complessiva del sistema di

accesso consente di integrare efficacemente le esigenze di sicurezza, accessibilità e qualità dello spazio pubblico, trasformando il collegamento verticale in parte integrante dell'esperienza di attraversamento dello scavalco urbano.

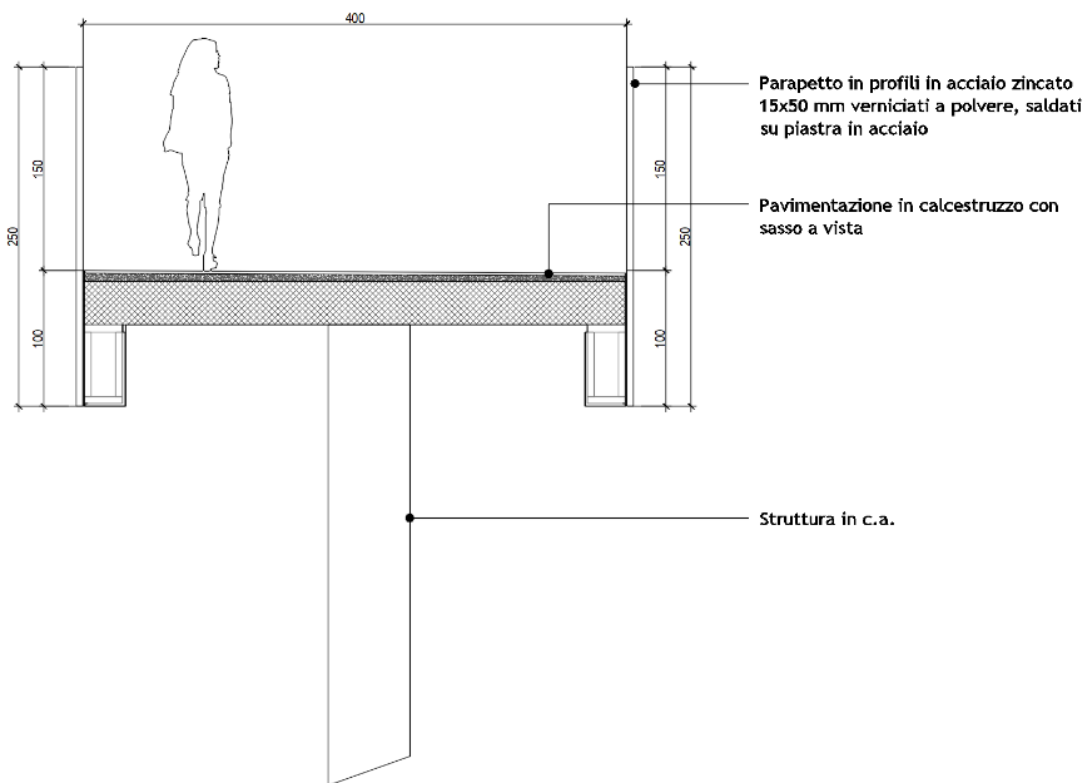


Figura 6 Sezione tipologica della rampa ciclopedonale

BALAUSTRE E PARAPETTI

I rivestimenti di bordo dello scavalco sono progettati in continuità con le soluzioni architettoniche adottate per lo scavalco ovest della nuova stazione ferroviaria, al fine di garantire un linguaggio materico e formale unitario e riconoscibile per l'intero sistema degli attraversamenti del nuovo intervento di Bergamo Porta Sud.

Il bordo esterno dell'impalcato è rivestito con **pannelli prefabbricati in calcestruzzo fibrorinforzato ad altissime prestazioni (UHPC)**, materiale che coniuga elevate caratteristiche meccaniche, leggerezza e durabilità con una ridotta necessità di manutenzione. L'impiego dell'UHPC consente inoltre di ottenere superfici di elevata qualità architettonica, resistenti agli agenti atmosferici, ai cicli di gelo-disgelo e alle condizioni ambientali tipiche del contesto ferroviario.

Sul lato interno del rivestimento è installato il sistema di balaustre di protezione, progettato per soddisfare i requisiti di sicurezza previsti dalla normativa vigente e, al contempo, contribuire alla qualità percettiva dello spazio pubblico. Le balaustre sono costituite da montanti e profili verticali in acciaio verniciato, caratterizzati da un passo ravvicinato che garantisce la protezione anticaduta e limita la percezione diretta dell'infrastruttura ferroviaria, mantenendo al tempo stesso adeguati livelli di trasparenza e permeabilità visiva verso il paesaggio urbano.

Nei tratti prospicienti il fascio dei binari, le balaustre raggiungono **un'altezza complessiva di 2,50 m**, in conformità alle prescrizioni ferroviarie, assicurando i necessari requisiti di sicurezza per gli utenti e la protezione rispetto all'infrastruttura sottostante. Il disegno dei parapetti è sviluppato in modo continuo lungo l'intero percorso dello scavalco, contribuendo a definire un'immagine architettonica unitaria e a rafforzare la percezione del ponte come spazio pubblico, piuttosto che come semplice opera infrastrutturale.

La presenza delle fasce arboree e arbustive lungo i margini dello scavalco integra il sistema di protezione con una componente paesaggistica, costituendo un ulteriore filtro visivo verso i binari e migliorando il comfort ambientale degli utenti. L'interazione tra vegetazione, rivestimenti e balaustre contribuisce così a mitigare l'impatto dell'infrastruttura ferroviaria, valorizzando la qualità dell'esperienza di attraversamento e l'inserimento paesaggistico dell'opera.

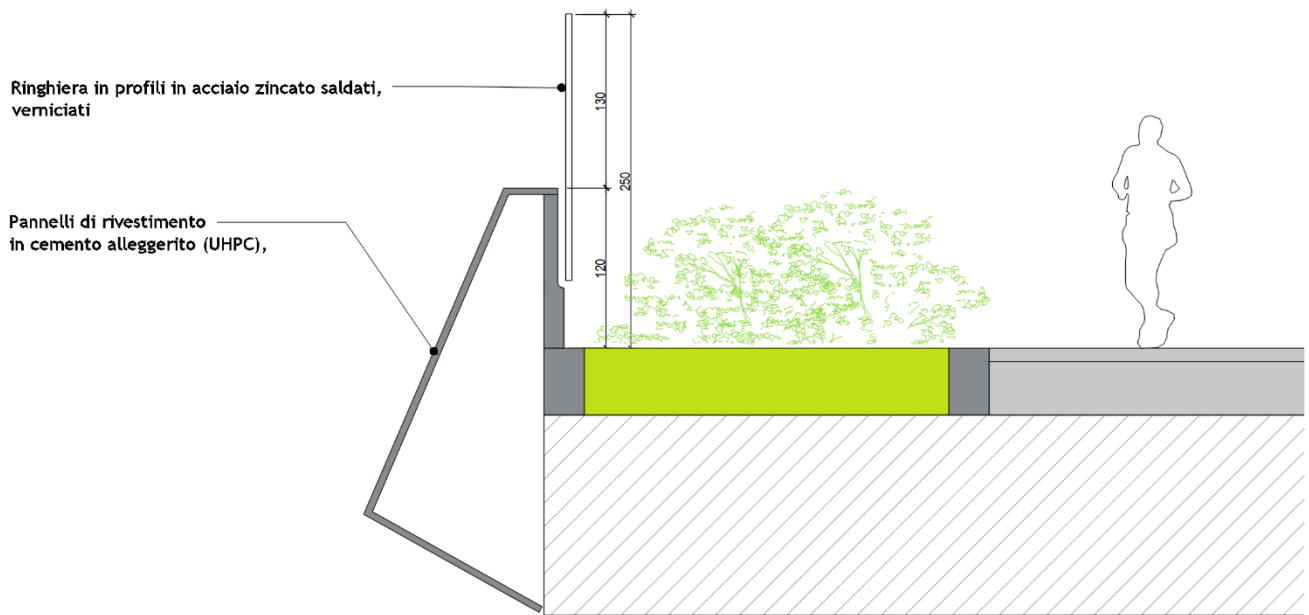


Figura 7 Sezione tipologica delle balaustre perimetrali

ILLUMINAZIONE PUBBLICA

L'impianto di illuminazione pubblica previsto nell'ambito dell'intervento garantisce adeguati livelli di sicurezza, comfort visivo ed efficienza energetica nelle diverse aree oggetto di riqualificazione. L'illuminazione è realizzata mediante apparecchi LED ad alta efficienza, selezionati per robustezza, durabilità e ridotte esigenze manutentive, con alimentazione in bassa tensione e regolazione tramite sistema DALI, che consente la modulazione del flusso luminoso sulla base delle effettive condizioni di utilizzo. I livelli di illuminamento sono definiti in conformità alla UNI EN 12464-2 ed è garantita la conformità alla Legge Regionale Lombardia 31/2015 in materia di contenimento dell'inquinamento luminoso.

ASPETTI STRUTTURALI

L'opera si articola in due macro-componenti principali, corrispondenti alle sezioni di computo metrico (WBS 17 e WBS 18) e chiaramente visibili nei render e nelle planimetrie.

La Struttura Principale del Ponte

Rappresenta l'impalcato principale che scavalca la ferrovia, configurato come una piazza pensile ad alta valenza paesaggistica:

Fondazioni e Sottostruttura: L'opera poggia su fondazioni profonde costituite da micropali di diametro reso 300 mm, con un'armatura tubolare in acciaio

- **Spalle e Pile (Elevazioni):** Le strutture verticali di sostegno sono in calcestruzzo armato realizzate con l'ausilio di casseforme piane per altezze significative (tra i 4 e gli 8 metri) e armature in acciaio. I paramenti esterni prevedono elementi prefabbricati in cemento armato a facciavista per garantire un'estetica curata e integrata.
- **Impalcato e varo:** L'impalcato è ordito con travi prefabbricate con sezione a doppio "T" in acciaio per la luce maggiore di scavalco ferroviario, e sezione a "I" in c.a.p. per la luce minore di attraversamento stradale, con lunghezze comprese tra i 40-43 m e i 23-27 m rispettivamente, posate su appoggi in elastomero armato o appoggi in acciaio-PFTE sulle spalle e la pila centrale. Si prevede che il montaggio dell'impalcato possa avvenire a piè d'opera per macroconci assemblati mentre il successivo varo può essere effettuato con autogrù, in opportuni orari notturni di interruzione del traffico ferroviario e minimizzando pertanto l'interferenza con l'esercizio sottostante. Tutte le operazioni successive al varo dell'impalcato potranno quindi essere effettuate sul piano dello stesso, senza ulteriori interruzioni del traffico.
- **Finiture della Piazza Pensile:** Sopra l'impalcato, opportunamente impermeabilizzato, viene realizzata una pavimentazione architettonica integrata da arredi urbani, sistemi idraulici di piattaforma, parapetti di sicurezza e soprattutto aree verdi pensili con alberature e giardini, visibili nei render con ampie geometrie triangolari. L'intera superficie è dotata di un impianto di illuminazione pubblica dedicato.

La morfologia dell'opera è tale da rispettare il manuale di progettazione ferroviaria e pertanto **perfettamente conforme con i requisiti RFI**:

- Materiali, dispositivi, tipologie strutturali e schemi statici ammessi dal manuale
- Morfologia delle opere e distanze di rispetto dai binari compatibili (estensione e spessore della pilasetto, distanza dai binari anche tenendo conto delle fasi di lavorazione)
- Franco libero fra il piano del ferro e l'intradosso dell'impalcato compatibile con l'esercizio ferroviario, pari a 7.20 m (distanza piena da manuale di progettazione in assenza di deroghe per linee secondarie)

La Rampa Sospesa e l'Accessibilità

Per garantire il superamento del dislivello tra la quota del ponte (indicata in planimetria a +256 m s.l.m.) e la quota del piano campagna circostante (posta a circa +249 m s.l.m.), l'ipotesi progettuale introduce un sistema integrato di discesa e risalita:

- **La Rampa Sospesa:** Si tratta di una struttura curvilinea (con andamento a "V" o a "Z") che scende dolcemente verso terra. È realizzata con strutture in calcestruzzo armato in elevazione e porzioni in rilevato stradale con terre selezionate. La rampa ospita una pista ciclabile e pedonale dotata di pavimentazioni dedicate, parapetti protettivi, finiture architettoniche e illuminazione specifica lungo tutto lo sviluppo.

- **L'Ascensore Verticale:** Nel punto di snodo e cerniera tra il Landbridge e la rampa è prevista una torre ascensore (struttura in c.a., cabina e impianti dedicati) che garantisce la totale accessibilità verticale e l'abbattimento delle barriere architettoniche per i flussi pedonali diretti.
- **Sistemazioni Paesaggistiche a Terra:** L'intervento si completa con la riqualificazione ambientale delle aree limitrofe all'infrastruttura (aree WBS 18), attraverso la posa di terreno vegetale, semina di prati e la piantumazione di alberi e arbusti, creando un continuum ecologico tra il livello stradale e il parco pensile sovrastante.

Verifica preliminare della campata ferroviaria

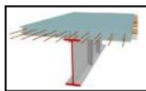
A titolo dimostrativo della percorribilità tecnica della soluzione, si riporta di seguito una verifica speditiva (predimensionamento) della trave tipologia principale dell'impalcato di attraversamento del fascio binari.

La verifica è condotta secondo NTC2018, tenendo conto di alcune ipotesi in favore della sicurezza. Sono considerati i seguenti carichi:

- G1 carp metallica (+15% per tenere conto delle parti non computabili: piastrame, elementi secondari etc)
- G1 peso soletta (spessore 25 cm)
- Ritiro soletta (con viscosità)
- G2 peso pavimentazione (sp.10cm)
- G2 peso aiuole (sp.100cm) - al 50% (*)
- DT soletta -10°C
- Q folla (5 kN/mq) - al 50% (*)

È verificata una singola trave sulla luce media di 40 m considerata in semplice appoggio; data la presenza di zone dell'impalcato caricate dalle aiuole o dalla folla con diversa distribuzione, si considerano mediamente gli effetti di entrambe le azioni nella stessa zona ma con una percentuale pari al 50% (*) per tenere conto della distribuzione trasversale dei carichi in questa fase non stimabile.

Le schede che seguono riportano le verifiche della sezione in mezzeria (massima sollecitazione di flessione) e di appoggio (massima sollecitazione di taglio) per la trave tipologica.



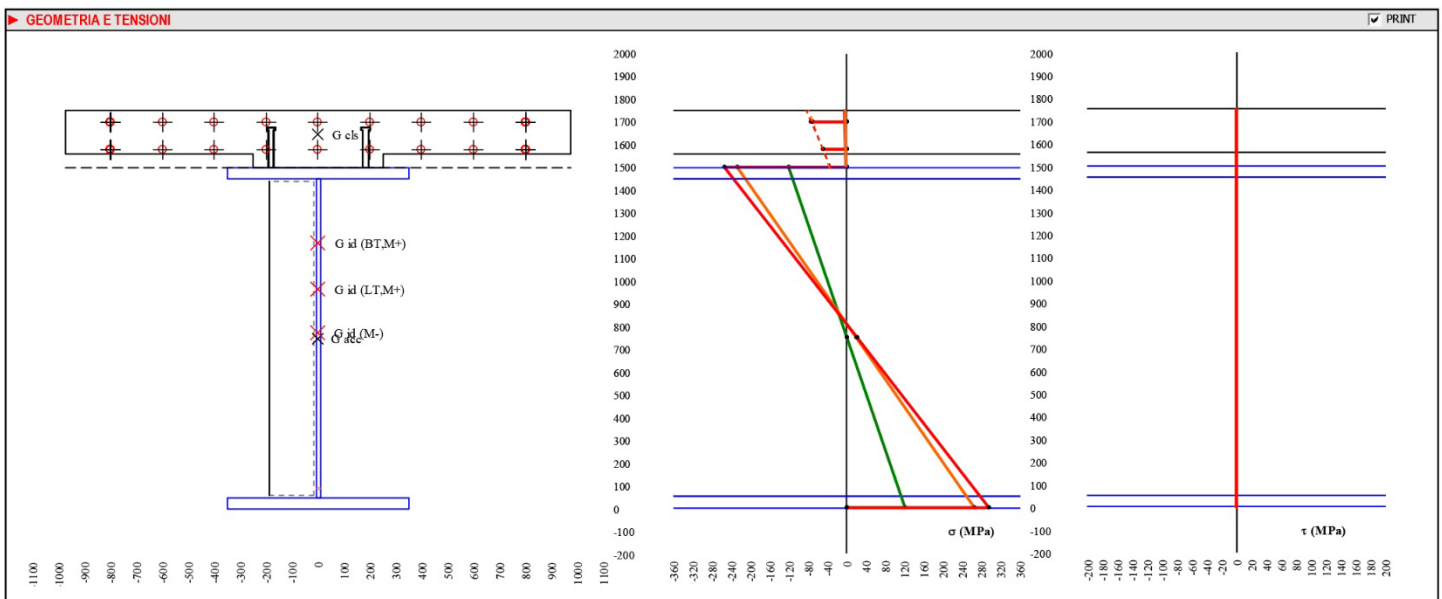
trave long - mezzeria

Termini di utilizzo su <https://sites.google.com/site/composite-section>. L'autore declina ogni responsabilità sulla correttezza dei risultati ottenuti, degli algoritmi utilizzati o derivante da un utilizzo non corretto del software.

compositesection
structural design tool
vers. 1.7
febbraio 2017

INPUT SEZIONE:												PRINT								
Acciaio			Calcestruzzo			Armatura lenta			Car. statiche breve termine M+			Car. statiche lungo termine M+		Car. statiche M-						
S (MPa)= 355 sez tipo: saldata f _{yk} (MPa)= 335,0 f _t (MPa)= 470,0 E _s (MPa)= 210000 G (MPa)= 87500 γ _{m0} = 1,05 γ _{m1} = 1,10 f _{yd} (MPa)= 319,0			R _{ck} = 35 MPa α _{ck} = 1,0E-05 1/°C γ _m = 1,50 resistenza b (mm) h (mm) 1 collab. 2500 190 int. dall'es 500 60 f _{ck} = 29,05 MPa f _{cm} = 37,05 MPa f _{cd} = 16,46 MPa f _{ctk} = 1,32 MPa E _c = 32588 MPa A= 5050 cm² p _{tot} = 1563 kg/m y _e = 1648 mm J= 187886 cm⁴			B (f _{yk})= 450 MPa γ _m = 1,15 f _{yd} = 391,3 MPa Ø _{sup} = 12 mm int _{sup} = 20 cm Ø _{inf} = 12 mm int _{inf} = 20 cm d _{Ak,0} = 5 cm d _{Ak,0} = 17 cm A _{sk} = 5,65 cm²/m A _{sl} = 5,65 cm²/m A= 28,27 cm² p= 22,19 kg/m y _e = 1640 mm J= 1018 cm⁴			A= 1735,94 cm² y _e = 1170 mm J= 7556629 cm⁴ W _{el} = -130218 cm³ W _{el} = -142495 cm³ W _{el} = -184170 cm³ W _{el} = -228776 cm³ W _{sh,s} = -269584 cm³ W _{sh,i} = 67488 cm³ W _{sh} = 64604 cm³ S _{proh} = 38780 cm³ S _{sh,s} = 48149 cm³ S _{sh,i} = 38748 cm³			A= 1215,53 cm² y _e = 965 mm J= 5839983 cm⁴ W _{el} = -74404 cm³ W _{el} = -79466 cm³ W _{el} = -94974 cm³ W _{el} = -109178 cm³ W _{sh,s} = -120436 cm³ W _{sh} = 63818 cm³ W _{sh} = 60512 cm³ S _{proh} = 19875 cm³ S _{sh,s} = 35832 cm³ S _{sh,i} = 31014 cm³		A= 952,27 cm² y _e = 776 mm J= 4265023 cm⁴ W _{el} = -46179 cm³ W _{el} = -53076 cm³ W _{el} = -58944 cm³ W _{sh,s} = -63319 cm³ W _{sh} = 58713 cm³ W _{sh} = 54932 cm³ S _{proh,BT} = 38780 cm³ S _{proh,LT} = 19875 cm³ S _{sh,s,BT} = 48149 cm³ S _{sh,i,BT} = 38748 cm³ S _{sh,s,LT} = 35832 cm³ S _{sh,i,LT} = 31014 cm³						
Geometria sezione saldata b×h (mm): H totale acciaio - 1500,0 Piatt. sup. esterna 700,0 50,0 Piatt. sup. interna 0,0 0,0 Anima 16,0 1400,0 Piatt. inf. Interna 0,0 0,0 Piatt. inf. esterna 700,0 50,0																				
A(cm²)= 924,00 p(kg/m)= 725,34 y _e (mm)= 750,0 J(cm⁴)= 4046700			W _{el} (cm³)= -53956 W _{sh,s} (cm³)= -57810 W _{sh,i} (cm³)= 57810 W _{el} (cm³)= 53956			Caratteristiche per fenomeni differiti UR (%)= 75 t ₀ (giorni)= 30			bordi n° 0 h ₀ (mm)= 250			Viscosità Φ _σ (t ₀)= 1,98			Ritiro k ₀ = 0,794 ε _{co} = -3,2E-04 ε _{co} = -2,6E-04			Coeff. Omogeneizzazione ε _{ca,inf} = -4,8E-05 ε _{ca} = -3,0E-04 n _{BT} = 6,44 n _{LT} = 19,18		

CALCOLO DELLE TENSIONI NELLA SEZIONE (gross section)																	PRINT
+	cls reagente	V (kN)	M (kNm)	N (kN)	coeff. γ _i	coeff. ψ _i	σ _{a,i} (MPa)	σ _{an,i} (MPa)	σ _{an,s} (MPa)	σ _{a,s} (MPa)	σ _{c,i} (MPa)	σ _{φ,i} (MPa)	σ _{φ,s} (MPa)	σ _{c,s} (MPa)	τ _{an,i} (MPa)	τ _{an,s} (MPa)	v _{pioli} (kN/m)
quota sezione h (mm)=							0	50	1450	1500	1500	1580	1700	1750	50	1450	1500
G1 carp metallica (+15%)		0,0	1725,0	0,0	1,35	1,00	43,16	40,28	-40,28	-43,16	-	-	-	-	0,00	0,00	-
G1 peso soletta		0,0	3125,0	0,0	1,35	1,00	78,19	72,98	-72,98	-78,19	-	-	-	-	0,00	0,00	-
totale fase I:		0,0	6547,5	0,0			121,35	113,26	-113,26	-121,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ritiro soletta (con viscosità)		0,0	0,0	()	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
flex isostatica (N)=sf.interno:			1149,8	-(1685)	1,20	1,00	6,17	4,99	-28,09	-29,27	2,09	38,19	35,35	1,78	0,00	0,00	0,00
G2 peso pavimentazione (sp.10cm)		0,0	1100,0	0,0	1,50	1,00	27,27	25,85	-13,70	-15,11	-0,79	-17,37	-20,76	-1,16	0,00	0,00	0,00
G2 peso aniole (sp.100cm) - al 50%		0,0	9000,0	0,0	1,50	0,50	111,55	105,77	-56,05	-61,83	-3,22	-71,07	-84,94	-4,73	0,00	0,00	0,00
totale fase II:		0,0	9779,7	0,0			144,98	136,61	-97,83	-106,21	-1,92	-50,26	-70,35	-4,10	0,00	0,00	0,00
totale fase I+II:		0,0	16327,2	0,0			266,33	249,87	-211,09	-227,56	-1,92	-50,26	-70,35	-4,10	0,00	0,00	0,00
ΔTsol=-10,00 °C		0,0	0,0	()	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
flex isostatica (N)=sf.interno:			973,3	-(2037)	1,20	1,00	4,00	3,23	-18,41	-19,18	1,69	9,68	7,83	1,09	0,00	0,00	0,00
Q folla (5 kN/mq) - al 50%		0,0	2500,0	0,0	1,35	0,50	26,12	25,00	-6,26	-7,38	-1,14	-9,16	-11,84	-2,01	0,00	0,00	0,00
totale fase III:		0,0	2855,5	0,0			30,12	28,23	-24,67	-26,56	0,55	0,52	-4,02	-0,92	0,00	0,00	0,00
totale fase I+II+III:		0,0	19182,7	0,0			296,45	278,10	-235,76	-254,12	-1,37	-49,74	-74,37	-5,02	0,00	0,00	0,00
σ _{id} (Von Mises):							296,45	278,10	235,76	254,12							



VERIFICA TENSIONALE DI RESISTENZA SLU E INTERAZIONE M,V,N (DM 14/01/2008 §4.2.4.1.2) - FASE III														PRINT
Riepilogo tensioni SLU (Von Mises) punti notevoli (MPa)														
Verifica tensionale ($f_{s,d} < f_{R,d}$)														
$V_{s,d}$ (kN) = 0	$< V_{c,Rd} / 2$ (kN) = 2063	$\rho = 0,00$	$f_{t,red}$ (MPa) = 335,0	$f_{R,d,cr,red}$ (MPa) = 319,0										

VERIFICA PIOLATURA (DM 14/01/2008 §4.3.4.3.1; EN 1993-1-4:2005 §6.6.5.7) - FASE III														PRINT
Tipo: 7/8"-175mm	$h_w = 175,0$ mm	$d_p = 22,22$ mm	$\sigma_{t,an,i} = 278,1$ MPa	$\sigma_{t,an,s} = -235,8$ MPa	$\sigma_{t,s} = -254,1$ MPa	$\sigma_{t,i} = -1,4$ MPa	$\sigma_{\phi,i} = -49,7$ MPa	$\sigma_{\phi,s} = -74,4$ MPa	$\sigma_{t,s} = -5,0$ MPa	$f_{s,d} = 296,5$ MPa	$ \sigma_{t,max} = 296,5$ MPa	$ \sigma_{\phi,max} = 74,4$ MPa		
$\gamma_w = 1,25$	n° pioli = 2	i (long) = 20 cm	$d_{bordo} = 50$ mm	i (trav) = 36,51 cm	$H_{testa} = 10$ mm	$f_{t,cr} = 450$ MPa								
$e_d = 156$ mm	$h_w/d_p = 7,88$	$> 3,0$	$\phi_{testa}/d_p = 1,57$	$> 1,50$	$H_{testa}/d_p = 0,45$	$> 0,40$								
$d_p/s_{pib} = 0,44$	$< 1,50$	$i_{long}/d_p = 9,0$	$> 5,0$	$i_{trav}/d_p = 16,4$	$> 4,00$									
$\alpha = 1,00$	$P_{R,d} = 111,7$ kN	$P_{R,c} = 111,4$ kN	$P_{S,d} = 0,0$ kN	$P_{S,d} / P_{R,d,min} = -$	$P_{S,SLE} / P_{R,d,min} = -$									

VERIFICA TRASMISSIONE TAGLIO NEL CALCESTRUZZO (DM 14/01/2008 §4.3.4.3.5, circ. 02/02/2009 §4.3.4.3.5, UNI EN 1994-2:2005 §6.6.6; UNI EN 1992-1-1:2005 §6.2.4) - FASE III														PRINT
$\phi_{sup} = 12$ mm	$\phi_{inf} = 12$ mm	$A_{s,k} = 5,65$ cm ² /m	$A = 11,31$ cm ² /m	$V_{E,d} = 0$ kN/m	$\theta_r = 45^\circ$									
$\phi_{sup} = 20,0$ cm	$\phi_{inf} = 20,0$ cm	$A_{s,k} = 5,65$ cm ² /m	$p = 8,88$ kg/m ²	$\tau_{R,d} = 5,13$ MPa										
Sup. lati com. trave	$h_r(1) = 250$ mm	$A_{s,r/sr}(1) = 11,31$ cm ² /m	$V_{R,d}(1) = 3540$ kN/m	$\tau_{E,d}(1) = 0,00$ MPa	$< 0,40$ fctd, calcolo armatura trasversale superfluo									
Sup. nucleo pioli	$h_r(2) = 1102$ mm	$A_{s,r/sr}(2) = 11,31$ cm ² /m	$V_{R,d}(2) = 401$ kN/m	$\tau_{E,d}(2) = 0,00$ MPa	$< 0,40$ fctd, calcolo armatura trasversale superfluo									

VERIFICA SALDATURA ANIMA-PIATTABANDA A DOPPIO CORDONE D'ANGOLO (EN 1993-1-5:2006 §9.3.5) - FASE III														PRINT
$V_{Ed} = 0$ kN	$V_{Ed,ref} = 2839$ kN	$\tau_{b,d} = 0,0$ kN/m	$F_{t,Ed} = 0,0$ kN/m	(sing. cordone)										
$d = 8,0$ mm	Sez. gola in posizione reale: $\beta = 0,90$	$\gamma_{M2} = 1,25$	$F_{t,Rd} = 1364$ kN/m	(sing. cordone)	$F_{t,Ed} / F_{t,Rd} =$ inattivo									
$a_{gola} = 5,7$ mm	Sez. gola in posizione ribaltata: $\beta_1 = 0,70$	$\tau_{ } = 0,00$ MPa	$\beta_1 \times f_{yk} = 235$ MPa		$\tau_{ } / (\beta_1 \times f_{yk}) =$ inattivo									

VERIFICA RAPPORTI GEOMETRICI SEZIONI (DM 14/01/2008 §4.2.3.1)														PRINT
Piatt. Sup. Esterna	Fase I compressione	$c/t = 6,84$	$< 19,01$	classe 3	Piatt. Inf. Esterna	Fase I trazione	$c/t = 6,84$	classe 3						
Piatt. Sup. Interna	Fase III compressione	$c/t = -$	$< 13,14$	classe 3	Piatt. Inf. Interna	Fase III trazione	$c/t = -$	-	-	-	-	-	-	
Anima	Fase I flessione	$\psi_{N,M} = -1,000$	$c/t = 87,50$	$< 174,31$	$\varepsilon = 0,814$									
	Fase III fless. e t/c	$\psi_{N,M} = -1,180$	$< 143,00$	classe 3										

VERIFICA DELLA SEZIONE (con presenza di piattabande compresse e/o pannelli d'anima compressi non irrigiditi longitudinalmente EN 1993-1-5:2006 §4) - FASE I														PRINT
Solllecitazione (sez. acciaio):														
$V_{Ed} = 0$ kN	$M_{Ed} = 6548$ kNm	$N_{Ed} = 0$ kN												
Riduzione piattabande (effetti sforzo normale):														
	piattab. irrigidim: b (mm)	$k_y (\psi=1)$	λ_p	ρ	$b_{eff, tot}$ (mm)									
	sup.ext: 1 bordo	342	0,43	0,451	1,000	700								
	inf.ext: -	-	-	-	700									
Riduzione anima (effetti di sforzo normale e di momento flettente):														
	$\psi_N = 0,000$	$\lambda_{pN} = -$	$A_{e,eff,N} = 224,00$ cm ²	$b_{e1,N} = 560,0$ mm	$h_{N,N} = 840,0$ mm	$\Delta_{b,N} = 0,0$ mm								
	$\kappa_{N,N} = -$	$\rho_N = 1,000$	$b_{e2,N} = 1400,0$ cm ²	$b_{e2,N} = 840,0$ mm	$h_{N,N} = 560,0$ mm	$\Delta_{b,N} = 0,0$ mm								
	$\psi_M = -1,000$	$\lambda_{pM} = 0,775$	$A_{e,eff,M} = 224,00$ cm ²	$b_{e1,M} = 280,0$ mm	$h_{M,M} = 1120,0$ mm	$\Delta_{b,M} = 0,0$ mm								
	$\kappa_{M,M} = 23,88$	$\rho_M = 1,000$	$b_{e2,M} = 700,00$ mm	$b_{e2,M} = 420,0$ mm	$h_{M,M} = 280,0$ mm									
Parametri statici ridotti per effetti di sforzo normale:														
	$A_{eff,N} = 924,00$ cm ²	$y_{eff,N} = 750,0$ mm	$e_N = 0,0$ mm											
Parametri statici ridotti per effetti di momento flettente:														
	$A_{eff,M} = 924,00$ cm ²	$y_{eff,M} = 750,0$ mm	$(e_M = 0,0$ mm)	$J_{eff} = 4046700$ cm ⁴										
	$W_{eff} = -53956$ cm ³	$W_{an,eff} = -57810$ cm ³	$W_{an,eff} = 57810$ cm ³	$W_{eff} = 53956$ cm ³										
$\eta_1 = N_{Ed} / (f_k \cdot A_{eff,N} / \gamma_{M0}) + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / (f_k \cdot W_{eff} / \gamma_{M0}) = 0,000 + 0,380 = 0,380$ (sezione classe 3 verifica non significativa)														

VERIFICA ALL'INSTABILITA' LATERALE E FLESSO-TORSIONALE RELATIVA ALLA FASE I (DM 14/01/2008 §4.2.4.1.3.2; EN 1993-1-1:2005)														PRINT
$J_{00} = 1,502E+09$ cm ⁸	$J_y = 285881,1$ cm ⁴	$J_z = 6024,5$ cm ⁴	$M_{A,Ed} = 0,00$	$M_{B,Ed} = 0,00$ (kNm, $ M_A > M_B $)	$\beta = 0,75$	$k_y = 1,00$	$L_{cr} = 13333$ mm							
tipo sez: saldata	curva: d	(cl.3 gross section)	$\alpha_{LT} = 0,76$	$\lambda_{LT,0} = 0,40$										
M_{cr} secondo UNI ENV 1993-1-1:2004, appendice F	$y_{cr} = 750,0$ mm	app.carico estrad.	Z_a (carico) = 1500 mm	$Z_{e,N} = 750,0$ mm	$J_{e,N} = 142916,7$ cm ⁴	$J_N = 142916,7$ cm ⁴	$\beta_F = 0,500$							
$Z_a = 0,0$ mm	$k = 1,00$	$k_y = 1,00$	$\psi = 1,00$	$C_1 = 1,132$	$C_2 = 0,459$	$C_3 = 0,525$	(C, prosp.)	F.1.1	F.1.2					
$M_{cr} = 20803,0$ kNm	$\lambda_{LT} = 0,932$	$\Phi_{LT} = 1,028$	$\chi_{LT} = 0,601$	$f = 1,000$	$\chi_{LT,mod} = 0,601$	$M_{b,Rd} = 9871,5$ kNm								
M_{cr} secondo DM 14/01/2008, circ. 02/02/2009 § C4.2.4.1.3.2)	$\psi = 1,00$	$M_{cr} = 27557,3$ kNm	$\lambda_{LT} = 0,810$	$f = 1,000$	$\Phi_{LT} = 0,902$	$\chi_{LT} = 0,681$	$M_{b,Rd} = 11190,1$ kNm							
$M_{Ed} = 6547,5$ kNm	$M_{Ed} (ENV/DM) = ENV$	$M_{Ed} = \min(M_{b,Rd}) = 9871,5$ kNm	$M_{Ed} / M_{b,Rd} = 0,663$											

VERIFICA ALL'INSTABILITA' LATERALE DI MEMBRATURE INFLESSE E COMPRESSE RELATIVA ALLA FASE I (DM 14/01/2008 §4.2.4.1.3.3; §C4.2.4.1.3.3.1 metodo A)														PRINT
Solllecitazione (sez. acciaio):	$L_{0,y} = 40000$ mm	$N_{0,y} = -52417$ kN	$\lambda_{0,y} = 0,768$	curva: c	$\alpha_y = 0,49$	$\Phi_y = 0,93$	$\chi_y = 0,682$							
$M_{1,y,Ed} = 2183$ kNm	$L_{0,z} = 40000$ mm	$N_{0,z} = -3703$ kN	$\lambda_{0,z} = 2,891$	curva: d	$\alpha_z = 0,76$	$\Phi_z = 5,70$	$\chi_z = 0,094$							
$M_{1,z,Ed} = 4911$ kNm														
$N_{Ed} = 0$ kN														
$N_{Ed} \cdot \gamma_{M1} / (\gamma_{min} \cdot f_k \cdot A) + (M_{1,y,Ed} \cdot \gamma_{M1}) / (\chi_{LT} \cdot f_k \cdot W_{y1} \cdot (1 - N_{Ed} / N_{cr,y})) = 0,000 + -0,439 = -0,439 > -1,000$ (cl.3 gross section)														

VERIFICA ALL'INSTABILITA' A TAGLIO DELL'ANIMA (DM 14/01/2008 §4.2.4.1.3.4; EN 1993-1-5:2006 §5) - FASE III														PRINT
Solllecitazione (sez. acciaio):	Caratteristiche generali:			Caratteristiche irr. trasversali:			Contributo anima:			Contributo piattabande:			Resistenza complessiva:	
$V_{Ed} = 0$ kN	irr. irr. trasversali: si	(mm)	anima (w)	piattab. (f)	$k_T = 6,211$	$J_T = 3680833$ cm ⁴	$V_{b,Rd} + V_{b,Rd} = -2839$ kN			$V_{b,Rd} + V_{b,Rd} = -2839$ kN				
$M_{Ed} = 14853$ kNm	$h_w/t = 87,50$	$t_w = 180,0$ mm	$t_w = 14,0$ mm	$0,0$	$\sigma_{T1} = 23,50$ MPa	$y_{T1} = 750$ mm	$V_{b,Rd,max} = 4726$ kN			$V_{b,Rd,max} = 4726$ kN				
$N_{Ed} = 1956$ kN	$72e/\eta = 48,82$ (no irr.tr.)	$t_w = 14,0$ mm	$t_w = 14,0$ mm	$0,0$	$\tau_{T1} = 145,95$ MPa	$W_{T1, sup} = -49078$ cm ³	$V_{b,Rd} = -2839$ kN			$V_{b,Rd} = -2839$ kN				
	$31e/\eta = 52,38$ (con irr.tr.)	$A_{wT} = 89,93$ cm ²	$A_{wT} = 89,93$ cm ²		$\lambda_{wT1} = 1,151$ (standard)	$W_{T1, inf} = 49078$ cm ³								
	$a = 3000$ mm	$y_{wT} = 35,46$ mm	$y_{wT} = 35,46$ mm		$\lambda_{wT1} = 1,245$ (app.)	$M_{T1,min} = 16441$ kNm								
	$\alpha \cdot a/h_w = 2,14$	$I_{wT} = 2436,2$ cm ⁴	$I_{wT} = 2436,2$ cm ⁴		$\lambda_{wT1} = 1,154$ (app.+int.)	$M_{T1,Rd} = 15658$ kNm								
	montante appoggio rigido: no	$I_{wT}/t_{wT} = -$	$I_{wT}/t_{wT} = -$		$\lambda_{wT1} = 1,151$	$M_{T1,Rd,red} = 14287$ kNm								
	$\eta = 1,20$	$I_{wT}/t_{wT,u} = 12,86$	$I_{wT}/t_{wT,u} = 12,86$	$> 14 \cdot \epsilon_{ps}$	$\lambda_{wT1} = 0,721$	$c = 825$ mm								
verifica: obbligatoria	sezione classe 4				$\lambda_{wT1} = -2839$ kN	$V_{T1,Rd} = 0$ kN								

► VERIFICA REQUISITI IRRIGIDITORI TRASVERSALI D'ANIMA (DM 14/01/2008 §...; EN 1993-1-5:2006 §...) - FASE III

PRINT

A1) Effetti del taglio: rigidezza min. per irrig. rigidi:				A2) Effetti del taglio: verif. instabilità fuori piano per irr. trasversali rigidi (solo effetti diagonali del taglio nel pannello):																				
$I_{a,min}$	430,1	cm ⁴		$N_{u,Ed}(V)$	=	0,0	kN	$N_{cr,st}$	=	-25762	kN	α	=	0,76	Φ	=	0,612	$N_{b,Rd}$	=	-2444	kN			
Ist>Ist,min	irrigiditore tipo rigido			i_{a0}	=	52,05	mm	λ	=	26,90		λ'	=	0,34	χ	=	0,892	$N_{b,Rd}/N_{Ed}$	=	inattivo				
B1) Effetti sforzi diretti nell'anima: resistenza irr. trasversali fuori piano (assenza N direttamente applicata all'irrigiditore):																								
$e_{max}(mm)$	=	160,54		$N_{Ed,an,eff}$	=	474	kN	$\sigma_{cr,c}$	=	5,12	MPa	ψ	=	0,500	$12\psi \geq 0,5$	$\delta_{90 \text{ irr long}}$	=	0,00	$\sigma_{cr,p}$	=	125,33	MPa		
u	=	2,455		$N_{Ed,an,min}$	=	-2641	kN	α_1	=	2,143	$\geq 0,50$	$\gamma_{90 \text{ irr long}}$	=	1,00		$k_{\sigma,p}$	=	5,333	$\sigma_{cr,c}/\sigma_{cr,p}$	=	0,500	$\geq 0,50$		
				$N_{Ed,an}$	=	-2641	kN											σ_m	=	0,629	MPa			
B2) Effetti sforzi diretti nell'anima: resistenza irr. trasversali fuori piano (con presenza di N direttamente applicata, irrigiditore asimmetrico):																								
$N_{u,Ed}(N)$	=	0	kN	σ_m	=	0,629	MPa	e_0	=	27,46	mm	$N_{cr,st}$	=	-25762	kN	$\sigma_{M,max}$	=	-3,86	MPa	$\sigma_{tot,max}$	>	f_y/γ_{M1}	✓	
$N_{u,Ed}(V)$	=	0,0	kN	$\Delta N_{u,Ed}$	=	-124,9	kN	w_0	=	4,67	mm	q_m	=	0,00		$\sigma_{tot,max}$	=	-3,86	MPa	w	=	0,02	mm	
$N_{u,Ed}$	=	0,0	kN	$\Sigma N_{u,Ed}$	=	-124,9	kN	e_{max}	=	160,54	mm	σ_N	=	0,00	MPa	f_y/γ_{M1}	=	-322,7	MPa	w _{max}	=	4,67	> w	✓
B3) Effetti sforzi diretti nell'anima: instabilità torsionale irr. trasversali aperti con trascurabile/non trascurabile costante di ingobbamento:																								
I_a	=	16,46	cm ⁴	A_a	=	25,20	cm ²	y_{pl}	=	90,00	mm	I_y	=	2721,60	cm ⁴	I_x	=	4,12	cm ⁴	I_y	=	2725,72	cm ⁴	
I_y	=	0	cm ⁴	G	=	87500	MPa	θ	=	2	irr. aperto	$\sigma_{cr,tors}$	=	529	< theta • fy =		710,0	MPa	$\sigma_{cr,tors}/\theta \cdot f_y$	=	0,744	✗		

► VERIFICA ALL'INSTABILITÀ DELL'ANIMA DOVUTA ALL'INTERAZIONE DI V,M,N (EN 1993-1-5:2006 §7) - FASE III

PRINT

Solllecitazione (sez. acciaio):		$y_N =$	750 mm	$M_{y,Rd} =$	18693 kNm	$M_{y,Rd} =$	18693 kNm	$Y_{1f} =$	25 mm	$M_{Ed,Rd,red} =$	17610 kNm
$V_{Ed} =$	0 kN	$y_1 =$	116 mm	$N_{p,Rd} =$	29480 kN	$M_{p,Rd,red} =$	18693 kNm	$Y_{2f} =$	1475 mm	$\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} =$	0,000
$M_{Ed} =$	14853 kNm	$y_2 =$	1384 mm	$n =$	0,066	$A_r =$	700 cm ²	$W_{plf} =$	50750 cm ³	$\eta_1 = M_{Ed}/M_{p,Rd} =$	0,942
$N_{Ed} =$	1956 kN	$W_{pl} =$	58590 cm ³	$a =$	0,242	$y_{Nf} =$	1450 mm	$M_{Ed,Rd} =$	16192 kNm		
$\eta_1 + (1 - M_{Ed,red}/M_{p,Rd}) \cdot (2\eta_3 - 1)^2 =$ inattivo + inattivo = inattivo ✓ verifica non necessaria											

► VERIFICA DELLA SEZIONE (con presenza di piattabande compresse e/o pannelli d'anima compressi non irrigiditi longitudinalmente EN 1993-1-5:2006 §4) - FASE III

PRINT

Solllecitazione (sez. acciaio):		• Riduzione piattabande (effetti sforzo normale):									
$V_{Ed} =$	0 kN	piattab. irrigidim:	b (mm)	$k_c (\psi=1)$	λ_p	ρ	$b_{eff,lor} (mm)$	piattab. irrigidim:	b (mm)	$k_c (\psi=1)$	λ_p
$M_{Ed} =$	14853 kNm	sup.ext:	1 bordo	342	0,43	0,451	1,000	sup.int:	-	-	1,000
$N_{Ed} =$	1956 kN	inf.ext:	-	-	-	-	700	inf.int:	-	-	1,000
• Riduzione anima (effetti di sforzo normale e di momento flettente):											
NB: C 4.2.4.1.3.4 metodo semplificato con effetti di N e M separati											
$\psi_N =$	0,000	$\lambda_{pN} =$	-	$A_{c,eff,N} =$	224,00 cm ²	$b_{e1,N} =$	560,0 mm	$b_{e2,N} =$	840,0 mm	$b_{e3,N} =$	560,0 mm
$\kappa_{cN} =$	-	$\rho_N =$	1,000	$b_{eff,N} =$	1400,0 mm	$b_{e1,M} =$	280,0 mm	$b_{e2,M} =$	1120,0 mm	$b_{e3,M} =$	280,0 mm
$\psi_M =$	-1,000	$\lambda_{pM} =$	0,775	$A_{c,eff,M} =$	224,00 cm ²	$b_{e1,M} =$	280,0 mm	$b_{e2,M} =$	1120,0 mm	$b_{e3,M} =$	280,0 mm
$\kappa_{cM} =$	23,88	$\rho_M =$	1,000	$b_{eff,M} =$	700,00 mm	$b_{e1,M} =$	420,0 mm	$b_{e2,M} =$	280,0 mm	$b_{e3,M} =$	280,0 mm
• Parametri statici ridotti per effetti di sforzo normale:											
$A_{eff,N} =$	924,00 cm ²	$y_{c,eff,N} =$	750,0 mm	$e_N =$	0,0 mm						
• Parametri statici ridotti per effetti di momento flettente:											
$A_{eff,M} =$	924,0 cm ²	$y_{c,eff,M} =$	750,0 mm	$(e_M =$	0,0 mm)	$J_{eff,M} =$	4046700 cm ⁴				
$W_{c,eff,M} =$	-53956 cm ³	$W_{m,c,eff,M} =$	-57810 cm ³	$W_{ab,c,eff,M} =$	57810 cm ³	$W_{c,eff,M} =$	53956 cm ³				
$\eta_1 = N_{Ed} / (f_y \cdot A_{eff}) + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / (f_y \cdot W_{c,eff} / \gamma_{M0}) =$ 0,066 + 0,863 = 0,929 (sezione classe 3 verifica non significativa)											

► VERIFICA WEB BREATHING (EN 1993-1-5:2006 §4.6, EN 1993-2 §7.4) - FASE III

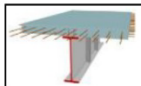
PRINT

SLU/SLE =	1,30	$\sigma_{m,1,ser} =$	-181,36 MPa	$\psi_{NM} =$	-1,180	$k_{\tau} =$	6,211	$((\sigma_{s,Ed,ser}/k_{\tau}/\sigma_p)^2 + (1 - \tau_{s,Ed,ser}/k_{\tau}/\sigma_p)^2)^{0,5} =$			
		$\tau_{m,1,ser} =$	0,00 MPa	$k_{\sigma} =$	28,41	$\sigma_{p} =$	23,50 MPa		0,272	<1,100	c.s. = 0,247

► STABILITÀ DELL'ANIMA DI ELEMENTI STRUTTURALI A PARETE PIENA PROVISTI DI SOLI IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI (CNR 10011/97 §7.6) - FASE III

PRINT

Solllecitazione (sez. acciaio):		$a =$	3000 mm	$\tau =$	0,0 MPa	$k_{\sigma} =$	28,94	$k_{\tau} =$	4,97	$\sigma_N =$	21,17 MPa
$V_{Ed} =$	0 kN	$h =$	1400 mm	compress. lembo superiore		$\sigma_{cr,0} =$	24,32 MPa	$\tau_{cr} =$	120,84 MPa	$\sigma_M =$	-256,93 MPa
$M_{Ed} =$	14853 kNm	$\alpha =$	2,143	$\psi =$	-1,180	$\sigma_{cr} =$	703,79 MPa	$\sigma_{cr,Ed} =$	703,79 MPa	$\beta =$	1,00
$N_{Ed} =$	1956 kN	$\sigma_1 =$	-235,8 MPa	carico tipo III-a (pr. 7-VIII)				$\sigma_{cr,red} =$	327,31 MPa	$v =$	1,00
$\sigma_{cr,Ed} / (\sigma_1^2 + 3 \tau^2)^{0,5} =$ 1,388 > $\beta \cdot v =$ 1,000 ✓ verificato in assenza di irrigidimenti longitudinali											



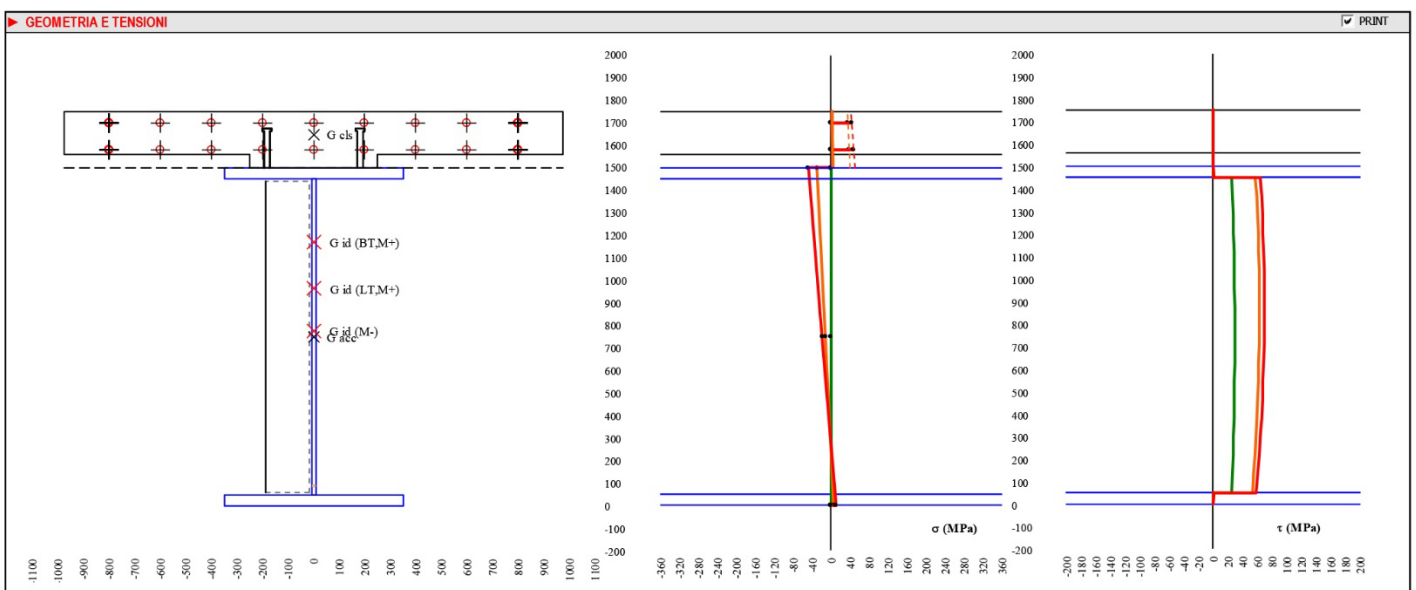
trave long - appoggio

compositesection
structural design tool
vers. 1.7
febbraio 2017

Termini di utilizzo su <https://sites.google.com/site/compositesection>. L'autore declina ogni responsabilità sulla correttezza dei risultati ottenuti, degli algoritmi utilizzati o derivante da un utilizzo non corretto del software.

INPUT SEZIONE:											PRINT
Acciaio		Calcestruzzo		Armatura lenta		Car. statiche breve termine M+		Car. statiche lungo termine M+		Car. statiche M-	
S (MPa)= 355		sez tipo: saldata		R _{yk} = 35 MPa		B (f _{yk})= 450 MPa		A= 1735,94 cm ²		A= 1215,53 cm ²	
f _{tk} (MPa)= 335,0				α _{ctk} = 1,0E-05 1/°C		γ _m = 1,15		y _e = 1170 mm		y _e = 965 mm	
f _{td} (MPa)= 470,0				γ _m = 1,50 resistenza		f _{yd} = 391,3 MPa		J= 7556629 cm ⁴		J= 5839983 cm ⁴	
E _s (MPa)= 210000				b (mm) h (mm)		Ø _{sup} = 12 mm		W _{cy} = -130218 cm ³		W _{cy} = -74404 cm ³	
G (MPa)= 87500				I collab. 2500 190		int _{sup} = 20 cm		W _{lx} = -142495 cm ³		W _{lx} = -79466 cm ³	
γ _{Mo} = 1,05				int. dalle 500 60		Ø _{inf} = 12 mm		W _{ly} = -184170 cm ³		W _{ly} = -94974 cm ³	
γ _{M1} = 1,10				f _{ck} = 29,05 MPa		int _{inf} = 20 cm		W _{cx,y} = -228776 cm ³		W _{cx,y} = -109178 cm ³	
f _{yd} (MPa)= 319,0				f _{cm} = 37,05 MPa		d _{A(s,0)} = 5 cm		W _{my} = -269584 cm ³		W _{my} = -120436 cm ³	
Geometria sezione saldata b×h (mm):				f _{cd} = 16,46 MPa		d _{A(s,0)} = 17 cm		W _{mx} = 67488 cm ³		W _{mx} = 63818 cm ³	
H totale acciaio - 1500,0				f _{ctk} = 1,32 MPa		A _{sl} = 5,65 cm ² /m		W _{sl} = 64604 cm ³		W _{sl} = 60512 cm ³	
Piatt. sup. esterna 700,0 50,0				E _c = 32588 MPa		A _{sl} = 5,65 cm ² /m		S _{plioh} = 38780 cm ³		S _{plioh,BT} = 38780 cm ³	
Piatt. sup. interna 0,0 0,0				A _c = 5050 cm ²		A _c = 28,27 cm ²		S _{plioh} = 38780 cm ³		S _{plioh,L,T} = 19875 cm ³	
Anima 16,0 1400,0				ρ _{tot} = 1563 kg/m		p= 22,19 kg/m		S _{mx} = 48149 cm ³		S _{mx,BT} = 48149 cm ³	
Piatt. inf. Interna 0,0 0,0				y _e = 1648 mm		y _e = 1640 mm		S _{mx} = 38748 cm ³		S _{mx,L,T} = 38748 cm ³	
Piatt. inf. esterna 700,0 50,0				J= 187886 cm ⁴		J= 1018 cm ⁴		S _{mx} = 31014 cm ³		S _{mx,L,T} = 35832 cm ³	
A (cm ²)= 924,00		W _y (cm ³)= -53956									
p (kg/m)= 725,34		W _{mx} (cm ³)= -57810									
y _e (mm)= 750,0		W _{my} (cm ³)= 57810									
J (cm ⁴)= 4046700		W _y (cm ³)= 53956									
Caratteristiche per fenomeni differti				Viscosità		Ritiro				Coeff. Omogeneizzazione	
UR (%)= 75				bordi n° 0		Φ _∞ (t ₀)= 1,98		k _s = 0,794		ε _{cs,inf} = -4,8E-05	
UR (giorni)= 30				h ₀ (mm)= 250				ε _{cs} = -3,2E-04		ε _{cs} = -2,6E-04	
										n _{BT} = 6,44	
										n _{L,T} = 19,18	

▶ CALCOLO DELLE TENSIONI NELLA SEZIONE (gross section)																	PRINT
+	cls reagente	V (kN)	M (kNm)	N (kN)	coeff. γi	coeff. ψi	σa,i (MPa)	σan,i (MPa)	σan,s (MPa)	σa,s (MPa)	σc,i (MPa)	σφ,i (MPa)	σφ,s (MPa)	σc,s (MPa)	τ an,i (MPa)	τ an,s (MPa)	v priori (kN/m)
quota sezione h (mm)=							0	50	1450	1500	1500	1580	1700	1750	50	1450	1500
G1 carp metallica (+15%)		172,5	0,0	0,0	1,35	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	9,13	9,13	-
G1 peso soletta		312,5	0,0	0,0	1,35	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	16,53	16,53	-
							0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00	0,00	-
totale fase I:		654,8	0,0	0,0			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,66	25,66	0,00
Ritiro soletta (con viscosità)		0,0	0,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
flex isostatica (N)=sf.interno:			1149,8	-(1685)	1,20	1,00	6,17	4,99	-28,09	-29,27	2,09	38,19	35,35	1,78	0,00	0,00	0,00
G2 peso pavimentazione (sp.10cm)		110,0	0,0	0,0	1,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,48	6,33	56,15
G2 peso aiuole (sp.100cm) - al 50%		900,0	0,0	0,0	1,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,40	25,88	229,72
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
totale fase II:		840,0	1379,7	0,0			6,17	4,99	-28,09	-29,27	2,09	38,19	35,35	1,78	27,88	32,21	285,87
totale fase I+II:		1494,8	1379,7	0,0			6,17	4,99	-28,09	-29,27	2,09	38,19	35,35	1,78	53,54	57,87	285,87
ΔT sol.= -10,00 °C		0,0	0,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
flex isostatica (N)=sf.interno:			973,3	-(2037)	1,20	1,00	4,00	3,23	-18,41	-19,18	1,69	9,68	7,83	1,09	0,00	0,00	0,00
Q folla (5 kN/mq) - al 50%		250,0	0,0	0,0	1,35	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,41	6,72	86,60
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
totale fase III:		168,8	1168,0	0,0			4,00	3,23	-18,41	-19,18	1,69	9,68	7,83	1,09	5,41	6,72	86,60
totale fase I+II+III:		1663,5	2547,7	0,0			10,17	8,21	-46,50	-48,45	3,78	47,87	43,18	2,88	58,95	64,59	372,47
σa (Von Mises):							10,23	102,43	121,16	48,46							



► VERIFICA ALL'INSTABILITA' A TAGLIO DELL'ANIMA (DM 14/01/2008 §4.2.4.1.3.4; EN 1993-1-5:2006 §5) - FASE III											☒ PRINT
Sollcitazione (sez. acciaio):		Caratteristiche generali:		Caratteristiche irr. trasversali:		Contributo anima:		Contributo piattabande:		Resistenza complessiva:	
$V_{ed} = 1664$ kN		irrigid. trasversali: si		(mm)	piattab. (f)	$k_c = 6,211$		$J_y = 3680833$ cm ⁴		$V_{b,Rd} + V_{ed,Rd} = 3396$ kN	
$M_{Ed} = 1582$ kNm		$I_x/t = 87,50$		$I_x = 180,0$	0,0	$\sigma_{cr} = 23,50$ MPa		$w_{ef} = 750$ mm		$V_{b,Rd\ max} = 4726$ kN	
$N_{Ed} = -1769$ kN		$72\varepsilon/t_f = 48,82$ (no irr.tr.)		$t_a = 14,0$	0,0	$\tau_{cr} = 145,95$ MPa		$W_{z,imp} = -49078$ cm ³		$V_{b,Rd} = 3396$ kN	
		$31\varepsilon\sqrt{k_s}/\eta = 52,38$ (con irr.tr.)		$A_w = 89,93$ cm ²		$\lambda_{w,r} = 1,151$ (standard)		$W_{z,red} = 49078$ cm ³			
		$a = 3000$ mm		$y_{cent} = 35,46$ mm		$\lambda_{w,r} = 1,245$ (app.)		$M_{Rd,max} = 16441$ kNm			
		$\alpha = a/h_w = 2,14$		$I_x = 2436,2$ cm ⁴		$\lambda_{w,r} = 1,154$ (app.+int.)		$M_{Ed,Rd} = 15658$ kNm		$\eta_S = V_{ed} / V_{b,Rd} = 0,490$	☒
		montante appoggio rigido: no		$I_{wp} \neq I_{wt,r} = -$		$\lambda_w = 1,151$		$M_{Ed,Rd\ red} = 14418$ kNm			
		$\eta = 1,20$		$I_{wp}/I_{wt,w} = 12,86$	$> 14 \cdot \epsilon_{ps}$	$\chi_{ra} = 0,721$		$c = 825$ mm		Interazione V, M, N:	
		verifica obbligatoria		sezione classe 4		X	$V_{cr} = 2839$ kN	$V_{cr} = 557$ kN		$n < 0,50$ verifica non necessaria	

► VERIFICA REQUISITI IRRIGIDITORI TRASVERSALI D'ANIMA (DM 14/01/2008 §...; EN 1993-1-5:2006 §...) - FASE III															PRINT
A1) Effetti del taglio: rigidezza min. per irrig. rigidi:															N _{b,Rd} = -2444 kN N _{b,Rd} /N _{Ed} = inattivo
I _{st,min} = 430,1 cm ⁴ Ist>Ist,min irrigiditore tipo rigido	N _{Ed,V} = 0,0 kN I _{st} = 52,05 mm			N _{Ed,Rd} = -25762 kN λ = 26,90			α = 0,76 λ* = 0,34			Φ = 0,612 χ = 0,892					
B1) Effetti sforzi diretti nell'anima: resistenza irr. trasversali fuori piano (assenza N direttamente applicata all'irrigiditore):															w ₀ = 4,67 mm I _{st,min} rig = 8,0 cm ⁴ Ist>Ist,min ✓
e _{max} (mm) = 160,54 u = 2,455	N _{Ed,irr,eff} = -429 kN N _{Ed,irr,min} = -521 kN N _{Ed,irr} = -521 kN	σ _{Ed,c} = 5,12 MPa α ₁ = 2,143	σ _{Ed,c} = 5,12 MPa α ₁ = 2,143	ψ = 0,500 γ _{irr,irr,log} = 1,00	δ _{irr,irr,log} = 0,00 k _{σ,p} = 5,333	σ _{Ed,p} = 125,33 MPa σ _{Ed,c} /σ _{Ed,p} = 0,500 σ _{Ed} = 0,124 MPa	σ _{Ed,p} = 125,33 MPa σ _{Ed,c} /σ _{Ed,p} = 0,500 σ _{Ed} = 0,124 MPa	σ _{Ed,p} = 125,33 MPa σ _{Ed,c} /σ _{Ed,p} = 0,500 σ _{Ed} = 0,124 MPa	σ _{Ed,p} = 125,33 MPa σ _{Ed,c} /σ _{Ed,p} = 0,500 σ _{Ed} = 0,124 MPa	σ _{Ed,p} = 125,33 MPa σ _{Ed,c} /σ _{Ed,p} = 0,500 σ _{Ed} = 0,124 MPa	σ _{Ed,p} = 125,33 MPa σ _{Ed,c} /σ _{Ed,p} = 0,500 σ _{Ed} = 0,124 MPa	σ _{Ed,p} = 125,33 MPa σ _{Ed,c} /σ _{Ed,p} = 0,500 σ _{Ed} = 0,124 MPa	σ _{Ed,p} = 125,33 MPa σ _{Ed,c} /σ _{Ed,p} = 0,500 σ _{Ed} = 0,124 MPa		
B2) Effetti sforzi diretti nell'anima: resistenza irr. trasversali fuori piano (con presenza di N direttamente applicata, irrigiditore asimmetrico):															f _y /γ _{M1} > f _y /γ _{M1} ✓ w = 0,00 mm w _{max} = 4,67 > w ✓
N _{Ed,N} = 0 kN N _{Ed,V} = 0,0 kN N _{Ed} = 0,0 kN	σ _{Ed} = 0,124 MPa ΔN _{Ed} = -24,6 kN ΣN _{Ed} = -24,6 kN	e ₀ = 27,46 mm w ₀ = 4,67 mm e _{max} = 160,54 mm	N _{Ed,Rd} = -25762 kN q _{lim} = 0,00 σ _N = 0,00 MPa	σ _N = 0,00 MPa f _y /γ _{M1} = -322,7 MPa	σ _N = 0,00 MPa f _y /γ _{M1} = -322,7 MPa	σ _N = 0,00 MPa f _y /γ _{M1} = -322,7 MPa	σ _N = 0,00 MPa f _y /γ _{M1} = -322,7 MPa	σ _N = 0,00 MPa f _y /γ _{M1} = -322,7 MPa	σ _N = 0,00 MPa f _y /γ _{M1} = -322,7 MPa	σ _N = 0,00 MPa f _y /γ _{M1} = -322,7 MPa	σ _N = 0,00 MPa f _y /γ _{M1} = -322,7 MPa	σ _N = 0,00 MPa f _y /γ _{M1} = -322,7 MPa	σ _N = 0,00 MPa f _y /γ _{M1} = -322,7 MPa	σ _N = 0,00 MPa f _y /γ _{M1} = -322,7 MPa	
B3) Effetti sforzi diretti nell'anima: instabilità torsionale irr. trasversali aperti con trascurabile/non trascurabile costante di ingobbamento:															I _y = 2725,72 cm ⁴ σ _{Ed,tors} / theta • f _t = 0,744 ✗
I _y = 16,46 cm ⁴ I _y = 0 cm ⁴	A _{st} = 25,20 cm ² G = 87500 MPa	y _{eff} = 90,00 mm θ = 2 irr. aperto	I _y = 2721,60 cm ⁴ σ _{Ed,tors} = 529	I _y = 2721,60 cm ⁴ σ _{Ed,tors} = 529	I _y = 2721,60 cm ⁴ σ _{Ed,tors} = 529	I _y = 2721,60 cm ⁴ σ _{Ed,tors} = 529	I _y = 2721,60 cm ⁴ σ _{Ed,tors} = 529	I _y = 2721,60 cm ⁴ σ _{Ed,tors} = 529	I _y = 2721,60 cm ⁴ σ _{Ed,tors} = 529	I _y = 2721,60 cm ⁴ σ _{Ed,tors} = 529	I _y = 2721,60 cm ⁴ σ _{Ed,tors} = 529	I _y = 2721,60 cm ⁴ σ _{Ed,tors} = 529	I _y = 2721,60 cm ⁴ σ _{Ed,tors} = 529	I _y = 2721,60 cm ⁴ σ _{Ed,tors} = 529	
► VERIFICA ALL'INSTABILITÀ DELL'ANIMA DOVUTA ALL'INTERAZIONE DI V,M,N (EN 1993-1-5:2006 §7) - FASE III															PRINT
Sollecitazione (sez. acciaio):															M _{Ed,Rd,red} = 14909 kNm η ₃ = V _{Ed} /V _{b,Rd} = 0,490 η ₁ = M _{Ed} /M _{pl,Rd} = 0,798
V _{Ed} = 1664 kN M _{Ed} = 1582 kNm N _{Ed} = -1769 kN η ₁ + (1 - M _{Ed,Rd,red} /M _{pl,Rd}) • (2η ₃ - 1) ² = inattivo + inattivo = inattivo ✓ verifica non necessaria	y _N = 750 mm y ₁ = 116 mm y ₂ = 1384 mm W _{pl} = 58590 cm ³	M _{pl,Rd} = 18693 kNm N _{pl,Rd} = 29480 kN u = 0,060 a = 0,242	M _{N,Rd} = 18693 kNm M _{pl,Rd,red} = 18693 kNm A _y = 700 cm ² Y _N = 1450 mm	Y _{1f} = 25 mm Y _{2f} = 1475 mm W _{plf} = 50750 cm ³ M _{Ed,Rd} = 16192 kNm	M _{N,Rd} = 18693 kNm M _{pl,Rd,red} = 18693 kNm A _y = 700 cm ² Y _N = 1450 mm	M _{N,Rd} = 18693 kNm M _{pl,Rd,red} = 18693 kNm A _y = 700 cm ² Y _N = 1450 mm	M _{N,Rd} = 18693 kNm M _{pl,Rd,red} = 18693 kNm A _y = 700 cm ² Y _N = 1450 mm	M _{N,Rd} = 18693 kNm M _{pl,Rd,red} = 18693 kNm A _y = 700 cm ² Y _N = 1450 mm	M _{N,Rd} = 18693 kNm M _{pl,Rd,red} = 18693 kNm A _y = 700 cm ² Y _N = 1450 mm	M _{N,Rd} = 18693 kNm M _{pl,Rd,red} = 18693 kNm A _y = 700 cm ² Y _N = 1450 mm	M _{N,Rd} = 18693 kNm M _{pl,Rd,red} = 18693 kNm A _y = 700 cm ² Y _N = 1450 mm	M _{N,Rd} = 18693 kNm M _{pl,Rd,red} = 18693 kNm A _y = 700 cm ² Y _N = 1450 mm	M _{N,Rd} = 18693 kNm M _{pl,Rd,red} = 18693 kNm A _y = 700 cm ² Y _N = 1450 mm	M _{N,Rd} = 18693 kNm M _{pl,Rd,red} = 18693 kNm A _y = 700 cm ² Y _N = 1450 mm	
► VERIFICA DELLA SEZIONE (con presenza di piattabande compresse e/o pannelli d'anima compressi non irrigiditi longitudinalmente EN 1993-1-5:2006 §4) - FASE III															PRINT
Sollecitazione (sez. acciaio):															b _{eff,tot} (mm) = 0 Δ _{b,N} = 0,0 mm Δ _{b,M} = 0,0 mm
V _{Ed} = 1664 kN M _{Ed} = 1582 kNm N _{Ed} = -1769 kN	piattab. irrigidim: b (mm) = 342 sup.ext: 1 bordo inf.ext: -	k _σ (ψ=1) = 0,43 λ _p = 0,451 ρ = 1,000 b _{eff,tot} (mm) = 700	b _{1,N} = 700,0 mm b _{2,N} = 700,0 mm b _{1,M} = 280,0 mm b _{2,M} = 420,0 mm	b _{1,N} = 700,0 mm b _{2,N} = 700,0 mm b _{1,M} = 1120,0 mm b _{2,M} = 280,0 mm	b _{1,N} = 700,0 mm b _{2,N} = 700,0 mm b _{1,M} = 1120,0 mm b _{2,M} = 280,0 mm	b _{1,N} = 700,0 mm b _{2,N} = 700,0 mm b _{1,M} = 1120,0 mm b _{2,M} = 280,0 mm	b _{1,N} = 700,0 mm b _{2,N} = 700,0 mm b _{1,M} = 1120,0 mm b _{2,M} = 280,0 mm	b _{1,N} = 700,0 mm b _{2,N} = 700,0 mm b _{1,M} = 1120,0 mm b _{2,M} = 280,0 mm	b _{1,N} = 700,0 mm b _{2,N} = 700,0 mm b _{1,M} = 1120,0 mm b _{2,M} = 280,0 mm	b _{1,N} = 700,0 mm b _{2,N} = 700,0 mm b _{1,M} = 1120,0 mm b _{2,M} = 280,0 mm	b _{1,N} = 700,0 mm b _{2,N} = 700,0 mm b _{1,M} = 1120,0 mm b _{2,M} = 280,0 mm	b _{1,N} = 700,0 mm b _{2,N} = 700,0 mm b _{1,M} = 1120,0 mm b _{2,M} = 280,0 mm	b _{1,N} = 700,0 mm b _{2,N} = 700,0 mm b _{1,M} = 1120,0 mm b _{2,M} = 280,0 mm	b _{1,N} = 700,0 mm b _{2,N} = 700,0 mm b _{1,M} = 1120,0 mm b _{2,M} = 280,0 mm	
NB: C 4.2.4.1.3.4 metodo semplificato con effetti di N e M separati Nota: ρ=1,000 per sez cl.4 se rientra in cl.3 per basso livello tensionale															η ₁ = N _{Ed} / (f _t • A _{st} / γ _{M0}) + (M _{Ed} + N _{Ed} • e _N) / (f _t • W _{eff} / γ _{M0}) = -0,060 + -0,092 = -0,152 (sezione classe 3 verifica non significativa)
λ _N = 1,000 ρ _N = 1,000 ψ _M = -1,000 ρ _M = 1,000	λ _N = 1,893 ρ _N = 1,000 λ _M = 0,775 ρ _M = 1,000	A _{c,eff,N} = 224,00 cm ² b _{eff,N} = 1400,0 mm A _{c,eff,M} = 224,00 cm ² b _{eff,M} = 700,0 mm	A _{c,eff,N} = 224,00 cm ² b _{eff,N} = 1400,0 mm A _{c,eff,M} = 224,00 cm ² b _{eff,M} = 700,0 mm	A _{c,eff,N} = 224,00 cm ² b _{eff,N} = 1400,0 mm A _{c,eff,M} = 224,00 cm ² b _{eff,M} = 700,0 mm	A _{c,eff,N} = 224,00 cm ² b _{eff,N} = 1400,0 mm A _{c,eff,M} = 224,00 cm ² b _{eff,M} = 700,0 mm	A _{c,eff,N} = 224,00 cm ² b _{eff,N} = 1400,0 mm A _{c,eff,M} = 224,00 cm ² b _{eff,M} = 700,0 mm	A _{c,eff,N} = 224,00 cm ² b _{eff,N} = 1400,0 mm A _{c,eff,M} = 224,00 cm ² b _{eff,M} = 700,0 mm	A _{c,eff,N} = 224,00 cm ² b _{eff,N} = 1400,0 mm A _{c,eff,M} = 224,00 cm ² b _{eff,M} = 700,0 mm	A _{c,eff,N} = 224,00 cm ² b _{eff,N} = 1400,0 mm A _{c,eff,M} = 224,00 cm ² b _{eff,M} = 700,0 mm	A _{c,eff,N} = 224,00 cm ² b _{eff,N} = 1400,0 mm A _{c,eff,M} = 224,00 cm ² b _{eff,M} = 700,0 mm	A _{c,eff,N} = 224,00 cm ² b _{eff,N} = 1400,0 mm A _{c,eff,M} = 224,00 cm ² b _{eff,M} = 700,0 mm	A _{c,eff,N} = 224,00 cm ² b _{eff,N} = 1400,0 mm A _{c,eff,M} = 224,00 cm ² b _{eff,M} = 700,0 mm	A _{c,eff,N} = 224,00 cm ² b _{eff,N} = 1400,0 mm A _{c,eff,M} = 224,00 cm ² b _{eff,M} = 700,0 mm	A _{c,eff,N} = 224,00 cm ² b _{eff,N} = 1400,0 mm A _{c,eff,M} = 224,00 cm ² b _{eff,M} = 700,0 mm	
► VERIFICA WEB BREATHING (EN 1993-1-5:2006 §4.6, EN 1993-2 §7.4) - FASE III															PRINT
SLU/SLE = 1,30															((σ _{Ed,irr} /k _σ + (1,1 • τ _{Ed,irr} /k _σ • σ _p) ^{0,5}) ^{0,5} = 0,409 < 1,100 c.s. = 0,372
σ _{Ed,irr} = -35,77 MPa τ _{Ed,irr} = 49,69 MPa	ψ _{N,M} = -0,177 k _σ = 9,23	k _σ = 6,211 σ _{Ed} = 23,50 MPa	k _σ = 6,211 σ _{Ed} = 23,50 MPa	k _σ = 6,211 σ _{Ed} = 23,50 MPa	k _σ = 6,211 σ _{Ed} = 23,50 MPa	k _σ = 6,211 σ _{Ed} = 23,50 MPa	k _σ = 6,211 σ _{Ed} = 23,50 MPa	k _σ = 6,211 σ _{Ed} = 23,50 MPa	k _σ = 6,211 σ _{Ed} = 23,50 MPa	k _σ = 6,211 σ _{Ed} = 23,50 MPa	k _σ = 6,211 σ _{Ed} = 23,50 MPa	k _σ = 6,211 σ _{Ed} = 23,50 MPa	k _σ = 6,211 σ _{Ed} = 23,50 MPa	k _σ = 6,211 σ _{Ed} = 23,50 MPa	
► STABILITÀ DELL'ANIMA DI ELEMENTI STRUTTURALI A PARETE PIENA PROVISTI DI SOLI IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI (CNR 10011/97 §7.6) - FASE III															PRINT
Sollecitazione (sez. acciaio):															σ _N = -19,14 MPa σ _M = -27,36 MPa β = 1,00 v = 1,00 SLU
V _{Ed} = 1664 kN M _{Ed} = 1582 kNm N _{Ed} = -1769 kN	a = 3000 mm h = 1400 mm α = 2,143 σ ₁ = -46,5 MPa	τ = 74,3 MPa compress. lembo superiore ψ = -0,177 carico tipo II (pr. 7-VIII)	k _σ = 9,06 σ _{Ed} = 24,32 MPa σ _{Ed} = 220,22 MPa	k _σ = 4,97 τ _{Ed} = 120,84 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa	k _σ = 4,97 τ _{Ed} = 120,84 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa	k _σ = 4,97 τ _{Ed} = 120,84 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa	k _σ = 4,97 τ _{Ed} = 120,84 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa	k _σ = 4,97 τ _{Ed} = 120,84 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa	k _σ = 4,97 τ _{Ed} = 120,84 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa	k _σ = 4,97 τ _{Ed} = 120,84 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa	k _σ = 4,97 τ _{Ed} = 120,84 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa	k _σ = 4,97 τ _{Ed} = 120,84 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa	k _σ = 4,97 τ _{Ed} = 120,84 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa	k _σ = 4,97 τ _{Ed} = 120,84 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa σ _{Ed} = 201,00 MPa	
σ _{Ed} / (σ ₁ + 3 τ ^{0,5}) = 1,470 > β • v = 1,000 c.s. = 0,680 ✓ verificato in assenza di irrigidimenti longitudinali															