

Progetto

Programma europeo Urban Innovative Actions (UIA)- Prato Urban Jungle (PUJ).

# “Progetto Pilota 3 - Macrolotto Zero interventi mediante NBS indoor e outdoor al mercato metropolitano”

## COMUNE DI PRATO

Sindaco – Matteo Biffoni  
Assessore all'Urbanistica e Ambiente – Valerio Barberis  
Dirigente Servizio Urbanistica e Protezione Civile – Arch. Pamela Bracciotti  
Coordinamento Tecnico per l'AC – Arch. Antonella Perretta  
Responsabile Unico del Procedimento – Arch. Luca Piantini

Progettazione opere architettoniche e verde



**PNAT**  
INSPIRED  
BY PLANTS

**Pnat Srl**  
Manifattura Tabacchi, via delle Cascine 33, 50129 Firenze - It  
t +39 055 457 40 54  
info@pnat.net

Arch. Cristiana Favretto, Arch. Antonio Girardi, Dott. Agr. Camilla Pandolfi,  
Dott. Agr. Elisa Azzarello, Arch. Antonio Sarpato, Arch. Matteo De Rossi,  
Ing. Matteo Masi, Ing. Livia Pacini, Dott. Agr. Werther Guidi Nissim.

Progettazione opere strutturali



**SCE project**  
viale Sarca, 336/f - 20126 Milano - It  
t +39 02 700 065 30 fax: +39 02 710 911 87  
info@sceproject.it

Ing. Manuela Fantini

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DEI PRATO  
CANTIERE MANUELA FANTINI  
N. 1077

Progettazione impianti



**DELTA S.R.L.**  
via dei Tigli, 14 - 06083 Bastia Umbra (PG) - It  
t +39 075 800 08 48  
info@verduccimpianti.com

Ing. Leonardo Verducci

Agronomo

**Alessandro Trivisonno**  
via A. La Marmorata 22 - 50121 Firenze - It  
t +39 055 384 33 64 - cell +39 339 5818404  
ale.trivi@inwind.it

Dott. For. Alessandro Trivisonno

Computo metrico estimativo



andrej mikuz architetto

**Andrej Mikuz Architetto**  
piazza Irnerio 6 - 20146 Milano - It  
t +39 348 3101 444  
info@andrejmikuz.com

Arch. Andrej Mikuz

Progettazione impianti e coordinamento sicurezza



**Studio Associato ATRE INGEGNERIA**  
via L. Landucci 5r - 50136 Firenze - It  
t +39 055 476 528 fax 0553986924 Cell. 3391538023  
l.braccesi@atreingegneria.net

Dott. Ing. Luisa Braccesi

Impianto antincendio

Ing. Cristina Gorrone

Coordinamento progetto PUJ

**Rosanna Tocco, Antonella Perretta, Tommaso Bigagli, Paolo Guarnieri, Letizia Benigni,  
Besnik Mehmeti, Lorena Vidas**

F

E

D

C

B

A

revisione data

emissione 25/06/2021

livello

**PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO**

elaborato

## RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO OPERE STRUTTURALI

commessa

**Macrolotto zero - Mercato coperto**

scala formato  
- A4

n tavola

**PE-S-SP-R-02**

Fase - Ambito - Edificio - Categoria - Numero - Emissione

Spazio riservato agli uffici



PNAT  
INSPIRED  
BY PLANTS



BOERI  
STUDIO  
ARCHITETTI



CANTIERE  
MANUELA FANTINI



estra  
Consiglio Nazionale  
della Architettura



LEGAMBIENTE



GREENAPES  
YOU ARE NOT ALONE IN THE JUNGLE



tredom  
100% green tree planet



# Macrolotto zero – Mercato Coperto Prato Urban Jungle - Urban Innovative Actions - UIA

## Relazione di calcolo

Status: **Progetto esecutivo**

Data: **22/06/2021**

Urban Innovative Actions, Les  
Arcuriales,  
45D rue de Tournai, F59000 Lille,  
France

[www.uia-initiative.eu](http://www.uia-initiative.eu)



# Sommario

1.	Descrizione dell'intervento .....	2
2.	Normative di riferimento .....	2
3.	Criteri di progettazione .....	4
	<b>3.1. Valutazione della sicurezza .....</b>	<b>4</b>
	<b>3.2. Durabilità .....</b>	<b>6</b>
	<b>3.3. Combinazioni di carico .....</b>	<b>6</b>
4.	Materiali .....	8
	<b>4.1. Calcestruzzo .....</b>	<b>8</b>
	<b>4.2. Acciaio per strutture in C.A e C.A.P.....</b>	<b>8</b>
	<b>4.3. Acciaio per carpenteria metallica .....</b>	<b>9</b>
5.	Analisi dei carichi.....	10
	<b>5.1. Peso proprio.....</b>	<b>10</b>
	<b>5.2. Sovraccarichi permanenti e variabili.....</b>	<b>10</b>
	<b>5.3. Neve.....</b>	<b>11</b>
	<b>5.4. Azioni del vento.....</b>	<b>11</b>
6.	Dimensionamento degli elementi.....	15
	<b>6.1. Mercato – Curtain wall interno.....</b>	<b>15</b>
	<b>6.2. Mercato – sottostruttura per rivestimento verde di facciata .....</b>	<b>19</b>

# 1. Descrizione dell'intervento

L' intervento consiste nella creazione di una facciata interna realizzata in profili metallici e travi a costituire una singola falda di copertura. Per questo struttura sarà da prevedersi una pitturazione intumescente tale da garantire la resistenza al fuoco di R30.

Esternamente in aderenza alla facciata dell'edificio è prevista è prevista una struttura leggera e formata da staffe di collegamento alla facciata esistente atta a portare del verde pensile.

# 2. Normative di riferimento

Le principali normative impiegate sono le seguenti:

Normativa nazionale:

- L. 5.11.1971, n° 1086 - "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- D.M. 17/01/2018 - "Aggiornamento Norme Tecniche per le costruzioni"
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
- UNI 11104/2004 e UNI EN 206-1/2006 - "Calcestruzzo, prestazione produzione e conformità"

Normativa internazionale:

Urban Innovative Actions, Les  
Arcuriales,  
45D rue de Tournai, F59000 Lille,  
France

- UNI EN 1990:2004 Eurocodice - "Criteri generali di progettazione strutturale"
- UNI EN 1991-1-1:2004 Eurocodice 1 - "Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici"
- UNI EN 1993 -1-1:2005 Eurocodice 3 - "Progettazione delle strutture in acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"
- Appendici nazionali approvate dal Consiglio Superiore dei LL.PP. in data 27/7/2007
- Decreto 31 Luglio 2012 - Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici

Con riferimento a quanto prescritto nel D.M. 17/01/2018 si indicano di seguito l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, autore, produttore, eventuale distributore, versione, estremi della licenza d'uso o di altra forma di autorizzazione:

- PresFLE+® prodotto da CONCRETE s.r.l., via della Pieve 19, 35121 Padova, software utilizzato per la verifica delle sezioni in calcestruzzo armato.
- BeamCAD® prodotto da CONCRETE s.r.l., via della Pieve 19, 35121 Padova, software utilizzato per la verifica delle travi in calcestruzzo armato.

- Sap 2000 v 20 della Computer and Structures, Inc Berkeley - Distribuito in Italia da CSI Italia Srl. Questo software è utilizzato per l'analisi delle sollecitazioni sugli elementi strutturali.

I programmi vengono usati dallo scrivente in forza di regolari licenze d'uso e sono validati periodicamente mediante procedure di controllo codificate, tali da verificare l'attendibilità delle applicazioni e dei risultati ottenuti ed individuare eventuali vizi ed anomalie. Ove ritenuto necessario, i risultati ottenuti sono oggetto di verifica e controlli alternativi al fine di eseguire un effettivo controllo incrociato sui risultati delle elaborazioni.

## 3. Criteri di progettazione

### 3.1. Valutazione della sicurezza

Nel rispetto del D.M. 17.01.2018, per la valutazione della sicurezza delle strutture si è adottato il metodo semiprobabilistico agli stati limite basato sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza.

Le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;

- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;

- robustezza nei confronti di azioni eccezionali: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

#### STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

I principali Stati Limite Ultimi controllati nella progettazione sono:

- a) perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte;
- b) spostamenti o deformazioni eccessive;
- c) raggiungimento della massima capacità di resistenza di parti di strutture, collegamenti, fondazioni;
- d) raggiungimento della massima capacità di resistenza della struttura nel suo insieme;
- e) raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni;
- f) instabilità di parti della struttura o del suo insieme.

#### STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

I principali Stati Limite di Esercizio controllati nella progettazione sono:

- a) danneggiamenti locali (ad es. eccessiva fessurazione del calcestruzzo) che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;
- b) spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;

c) corrosione e/o eccessivo degrado dei materiali in funzione dell'ambiente di esposizione.

## 3.2. Durabilità

La durabilità, definita come conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture (proprietà essenziale affinché i livelli di sicurezza vengano mantenuti durante tutta la vita dell'opera) sarà garantita, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, attraverso un'opportuna scelta dei materiali e un opportuno dimensionamento delle strutture, comprese le eventuali misure di protezione e manutenzione (protezioni passive, ecc.).

Nello specifico si prescrive di eseguire dei trattamenti protettivi eseguiti con vernici adeguate a tutti gli elementi metallici esposti.

## 3.3. Combinazioni di carico

Ai fini del dimensionamento si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2,f} \psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica rara (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} Q_{k2} + \psi_{03} Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

Combinazione con sisma:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} \cdot$$

Combinazione eccezionale:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$$

Tipologie di carico e relativi coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

## 4. Materiali

Le caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati dovranno essere conformi ai valori riportati nelle normative di riferimento (NTC2018, Eurocodici), oltre che rispondere ai requisiti individuati nelle norme UNI.

### 4.1. Calcestruzzo

La resistenza minima a compressione per gli elementi in calcestruzzo impiegati all'interno del progetto devono rispettare i seguenti valori minimi, valutati con riferimento alla UNI 11104:2016:

Fondazioni - Calcestruzzo C30/37

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck} \geq 37 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo allo S.L.U.	$f_{cd} = 17 \text{ N/mm}^2$
classe di esposizione	XC2 (UNI 11104)
classe di consistenza	S4 (UNI 11104)
Dmax	32 mm (25 mm per spessori < 30 cm)

### 4.2. Acciaio per strutture in C.A e C.A.P.

Le NTC2018 §7.4.2.2. prescrivono l'utilizzo di acciaio B450C disponibile nei diametri compresi tra 6mm e 40mm.

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
--	----------------------------------

Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$

### 4.3. Acciaio per carpenteria metallica

Strutture secondarie esterne (pergolato)- Acciaio S355 J0

Tensione caratteristica di snervamento ( $t < 40\text{mm}$ )  $f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura ( $t < 40\text{mm}$ )  $f_{yt} \geq 510 \text{ N/mm}^2$

Classe di esecuzione EXC2 (UNI EN 1090-2)

Strutture secondarie di facciata - Acciaio AISI 304

Tensione caratteristica di snervamento ( $t < 40\text{mm}$ )  $f_{yk} \geq 320 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura ( $t < 40\text{mm}$ )  $f_{yt} \geq 500 \text{ N/mm}^2$

Bulloni ad alta resistenza Classe 8.8 - associati a dado 6S UNI EN 14399/UNI EN 20898 (dadi)

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yb} > 640 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura  $f_{tb} > 800 \text{ N/mm}^2$

## 5. Analisi dei carichi

### 5.1. Peso proprio

Per la determinazione dei pesi propri strutturali vengono assunti i seguenti valori dei pesi dell'unità di volume:

Calcestruzzo armato	25.0 kN/m <sup>3</sup>
Acciaio strutturale	78.5 kN/m <sup>3</sup>
Terreno (per determinazione spinte laterali)	19.0 kN/m <sup>3</sup>

### 5.2. Sovraccarichi permanenti e variabili

Si tratta di carichi non strutturali direttamente applicati agli elementi strutturali, sotto forma di carico uniformemente distribuito. I carichi variabili minimi sono prescritti dalla Normativa vigente e correlati alla destinazione d'uso dei locali.

I valori dei carichi verticali e orizzontali uniformemente distribuiti sono indicati nella tabella 2.5.I del D.M. 17.01.2018.

Per quanto riguarda le strutture oggetto di analisi considerano i seguenti sovraccarichi:

#### Copertura curtain wall interno:

- Manutenzione: 0.50 kN/m<sup>2</sup>

#### Facciate verdi:

- Peso rampicanti verticali con neve portata: 0.25 kN/m<sup>2</sup>

### 5.3. Neve

Nell'ambito della normativa vigente il sito in oggetto presenta le seguenti caratteristiche:

- zona geografica	II
- quota (m) s.l.m. del sito	< 200
- coefficiente di forma	0.8
- carico di riferimento	$q_{sk} = 1.00 \text{ kN/m}^2$
- coefficiente di esposizione	$c_E = 1.0;$
- coefficiente termico	$c_T = 1.0.$

Il carico neve calcolato secondo quanto prescritto in normativa è pari a:

$$q_s = 0.8 \text{ kN/m}^2$$

### 5.4. Azioni del vento

Il carico del vento è stato definito in accordo alla normativa nazionale NTC 2018 (D.M. 17.01.2018 - §3.3), in funzione delle caratteristiche del sito esposte in seguito.

I valori sono definiti per tempi di ritorno dell'azione considerata e mappe locali, e sono espressi in accordo al metodo agli stati limite ultimi, su base statistica.

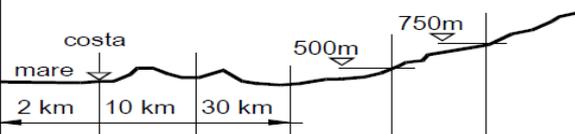
Per tutte le strutture in esame è stata considerata una permeabilità al vento pari al 60% della superficie.



*Area geografica*

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

*Parametri dell'azione del vento*

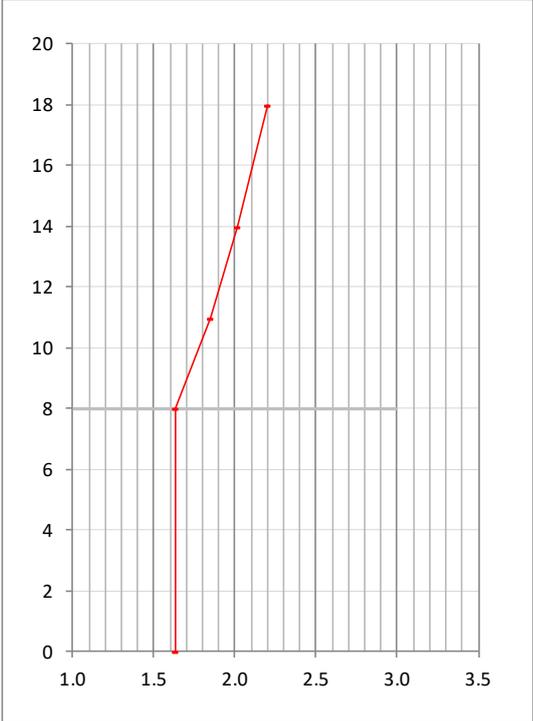
ZONE 1,2,3,4,5						
						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

*Definizione della categoria di esposizione*

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

*Classe di rugosità del terreno*

	Viale Sarca 336/f   20126 MILANO ph: +39 02 700 06 530 Via Baldovinetti 15   00142 ROMA ph: +39 06 553 02 097 MILANO   ROMA   LOS ANGELES <a href="http://www.sceproject.it">www.sceproject.it</a>   <a href="mailto:info@sceproject.it">info@sceproject.it</a>		COMMESSA <b>2006</b>																																																											
	FOGLIO DI CALCOLO CALCOLO SOLLECITAZIONE VENTO		REDATTO FG	REV 1	DATA 15/03/2021	PAG 1/1																																																								
<p><b>Calcolo della velocità e pressione cinetica di riferimento del vento</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Zona</th> <th>T [anni]</th> <th>as [m]</th> <th>ρ [kg/mc]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>50</td> <td>-</td> <td>1.25</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>vb0 [m/s]</th> <th>a0 [m]</th> <th>ka [1/s]</th> <th>α [-]</th> <th>vb [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>27</td> <td>500</td> <td>0.020</td> <td>1.001</td> <td>27.02</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Calcolo parametri di esposizione</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Esposizione</th> <th>kr [-]</th> <th>z0 [m]</th> <th>zmin [m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IV</td> <td>0.22</td> <td>0.3</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ct [-]</th> <th>cd [1/s]</th> <th>qb [kN/m<sup>2</sup>]</th> <th>cp [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>0.46</td> <td>1.0</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Calcolo della pressione cinetica</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Livello</th> <th>z [m]</th> <th>Ce [-]</th> <th>P [kN/m<sup>2</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1.63</td> <td>0.746</td> </tr> <tr> <td>zmin</td> <td>8</td> <td>1.63</td> <td>0.746</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11</td> <td>1.85</td> <td>0.843</td> </tr> <tr> <td></td> <td>14</td> <td>2.02</td> <td>0.920</td> </tr> <tr> <td></td> <td>18</td> <td>2.20</td> <td>1.003</td> </tr> </tbody> </table>					Zona	T [anni]	as [m]	ρ [kg/mc]	3	50	-	1.25	vb0 [m/s]	a0 [m]	ka [1/s]	α [-]	vb [m/s]	27	500	0.020	1.001	27.02	Esposizione	kr [-]	z0 [m]	zmin [m]	IV	0.22	0.3	8	ct [-]	cd [1/s]	qb [kN/m <sup>2</sup> ]	cp [-]	1.0	1.0	0.46	1.0	Livello	z [m]	Ce [-]	P [kN/m <sup>2</sup> ]	0	0	1.63	0.746	zmin	8	1.63	0.746		11	1.85	0.843		14	2.02	0.920		18	2.20	1.003
Zona	T [anni]	as [m]	ρ [kg/mc]																																																											
3	50	-	1.25																																																											
vb0 [m/s]	a0 [m]	ka [1/s]	α [-]	vb [m/s]																																																										
27	500	0.020	1.001	27.02																																																										
Esposizione	kr [-]	z0 [m]	zmin [m]																																																											
IV	0.22	0.3	8																																																											
ct [-]	cd [1/s]	qb [kN/m <sup>2</sup> ]	cp [-]																																																											
1.0	1.0	0.46	1.0																																																											
Livello	z [m]	Ce [-]	P [kN/m <sup>2</sup> ]																																																											
0	0	1.63	0.746																																																											
zmin	8	1.63	0.746																																																											
	11	1.85	0.843																																																											
	14	2.02	0.920																																																											
	18	2.20	1.003																																																											
																																																														

## 6. Dimensionamento degli elementi

### 6.1. Mercato – Curtain wall interno

Verifica delle travi a singola falda di copertura, profilo IPE 140 maggiormente sollecitato

Di seguito si riportano le massime sollecitazioni del profilo in combinazione SLU con carico di manutenzione dominante:

$$M = 4.8 \text{ kNm}$$

$$T = 6.08 \text{ kN}$$

Di seguito si riporta la verifica a flessione retta:

 SCE Project S.r.l. Viale Sarca, 336/A - 20126 Milano - Italy tel. +39 02 75006530 fax +39 02 75019187 mail: sce@scoproject.it www.scoproject.it	<b>OGGETTO</b> PUJ Mercato coperto - curtain wall interno			<b>CODICE</b> 2006
	<b>TITOLO</b> --	<b>SIGLE</b> --	<b>REV</b> 00	<b>DATA</b> 24/03/2021
<b>DATI</b>		<b>SEZIONE</b>		<b>CONDIZIONI AL CONTERNO</b>
Area - A = 16.40 cm <sup>2</sup> Momento d'inerzia I <sub>2</sub> = 44.92 cm <sup>4</sup> Momento d'inerzia I <sub>3</sub> = 541.20 cm <sup>4</sup> Momento d'inerzia torsionale - I <sub>T</sub> = 2.45 cm <sup>4</sup> Raggio d'inerzia minimo - i <sub>min</sub> = 1.65 cm Modulo plastico - W <sub>2,pl</sub> = 19.25 cm <sup>3</sup> Modulo plastico - W <sub>3,pl</sub> = 88.34 cm <sup>3</sup> Modulo elastico - W <sub>2,el</sub> = 12.31 cm <sup>3</sup> Modulo elastico - W <sub>3,el</sub> = 77.32 cm <sup>3</sup> Area a taglio - A <sub>v3</sub> = 7.64 cm <sup>2</sup> Costante d'ingobbamento = 1980 cm <sup>6</sup>		Tipo = IPE Sezione = IPE 140 Tipo sez. = Sezioni lamiate W = elastico Materiale = Acciaio Poisson = 0.3 E = 210000 Mpa G = 80769 Mpa f <sub>y</sub> = 355 Mpa γ <sub>M</sub> = 1.05		Luce = 320.00 cm Vincoli = appoggio-Appoggio <b>SOLLECITAZIONE</b> N <sub>Ed</sub> = 0.00 kN M <sub>2,Ed</sub> = 0.00 kNm M <sub>3,Ed</sub> = 4.80 kNm M <sub>18,Ed</sub> = 0.00 kNm M <sub>18,Ed</sub> = 0.00 kNm V <sub>3,Ed</sub> = 6.08 kN
<b>VERIFICHE A FLESSIONE RETTA/DEVIATA</b>				
sollecitazione di progetto - M <sub>2,Ed</sub> = 0.00 kNm resistenza flessionale - M <sub>2,Rd</sub> = 4.16 kNm M <sub>2,Ed</sub> /M <sub>2,Rd</sub> = 0.00 <1 coeff. di sicurezza - γ <sub>S</sub> = #DIV/0!		VERIFICA A FLESSIONE RETTA (M <sub>2</sub> ): <b>Soddisfatta</b>		
sollecitazione di progetto - M <sub>3,Ed</sub> = 4.80 kNm resistenza flessionale - M <sub>3,Rd</sub> = 26.14 kNm M <sub>3,Ed</sub> /M <sub>3,Rd</sub> = 0.18 <1 coeff. di sicurezza - γ <sub>S</sub> = 5.45		VERIFICA A FLESSIONE RETTA (M <sub>3</sub> ): <b>Soddisfatta</b>		
Verifica - fless.deviata = 0.18 <1 coeff. di sicurezza - γ <sub>S</sub> = 5.45		VERIFICA A FLESSIONE DEVIATA: <b>Soddisfatta</b>		

Di seguito si riporta la verifica ad instabilità flessotorsionale:

 SCE Project S.r.l. Via Sarca, 230F - 35029 Marostica (TV) tel. +39 0422 762828 fax +39 0422 762818 mail: info@sceproject.it www.sceproject.it	<b>OGGETTO</b> PUJ Mercato coperto - curtain wall interna			<b>CODICE</b> 2006
	<b>TITOLO</b> --	<b>SIGLE</b> --	<b>REV</b> 00	<b>DATA</b> 24/03/2021
<b>DATI</b>		<b>SEZIONE</b>		<b>CONDIZIONI AL CONTORNO</b>
Area - A = 16.40 cm <sup>2</sup> Momento d'inerzia I <sub>z</sub> = 44.92 cm <sup>4</sup> Momento d'inerzia I <sub>y</sub> = 541.20 cm <sup>4</sup> Momento d'inerzia torsionale - I <sub>T</sub> = 2.45 cm <sup>4</sup> Raggio d'inerzia minimo - i <sub>min</sub> = 1.65 cm Modulo plastico - W <sub>z,pl</sub> = 19.25 cm <sup>3</sup> Modulo plastico - W <sub>y,pl</sub> = 88.34 cm <sup>3</sup> Modulo elastico - W <sub>z,el</sub> = 12.31 cm <sup>3</sup> Modulo elastico - W <sub>y,el</sub> = 77.32 cm <sup>3</sup> Area a taglio - A <sub>vs</sub> = 7.64 cm <sup>2</sup> Costante d'ingobbamento = 1980 cm <sup>5</sup>		Tipo = IPE Sezione = IPE 140 Tipo sez. = zinni laminata W = elastico Materiale = Acciaio Poisson = 0.3 E = 210000 Mpa G = 80769 Mpa f <sub>y</sub> = 355 Mpa G <sub>H</sub> = 1.05		Luce = 320.00 cm Vincoli - 3gio-Appoggio <b>SOLLECITAZIONE</b> M <sub>z,Ed</sub> = 0.00 kN M <sub>z,Ed</sub> = 0.00 kNm M <sub>y,Ed</sub> = 4.80 kNm M <sub>10,Ed</sub> = 0.00 kNm M <sub>10,Ed</sub> = 0.00 kNm V <sub>z,Ed</sub> = 6.08 kN
<b>VERIFICA FLESSO-TORSIONALE</b>				
tipo di vincoli alle estremità - β = 1 coeff. Riduttivo λ profili laminati - β = 0.75 fattore di imperfezione - α <sub>LT</sub> = 0.34 Lunghezza libera d'inflessione laterale - l <sub>cr</sub> = 320 cm Momento d'inerzia "asse debole" - I <sub>min</sub> = 44.92 cm <sup>4</sup> <span style="float: right;">inserito</span> Momento d'inerzia torsionale - I <sub>T</sub> = 2.45 cm <sup>4</sup> W <sub>pl,y</sub> = 77.32 cm <sup>3</sup> ψ = 1.000 Momento critico - M <sub>cr</sub> = 14.71 kNm snellezza adimensionale - λ <sub>LT</sub> = 1.366057955 k <sub>z</sub> = 0.94 > 0.75 Asse forte = 3 coefficiente - F <sub>LT</sub> = 1.364022728 f = 0.989225296 coefficiente di instabilità - χ <sub>LT</sub> = 0.49 1 M <sub>z,Ed</sub> = 0.00 kNm 1 M <sub>y,Ed</sub> = 4.80 kNm				
$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y0,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z0,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$				
verifica dominio di resistenza = 0.37 < 1 coeff. di sicurezza - γ <sub>s</sub> = 2.63 VERIFICA : Soddisfatta				

Di seguito si riporta la verifica a flessione retta:

 <b>SCE Project S.r.l.</b> Via Garza, 230F - 37029 Verona - Italy tel. +39 0475 900610 fax +39 0475 919147 mail: info@sceproject.it www.sceproject.it	<b>OGGETTO</b>			<b>CODICE</b>
	PUJ Mercato coperto - curtain wall interna			2006
<b>TITOLO</b>	<b>SIGLE</b>	<b>REV</b>	<b>DATA</b>	<b>PAG</b>
	--	00	24/03/2021	1/1
<b>DATI</b>		<b>SEZIONE</b>		<b>CONDIZIONI AL CONTORNO</b>
<b>Area - A = 16.40 cm<sup>2</sup></b> <b>Momento d'inerzia I<sub>z</sub> = 44.92 cm<sup>4</sup></b> <b>Momento d'inerzia I<sub>y</sub> = 541.20 cm<sup>4</sup></b> <b>Momento d'inerzia torsionale - I<sub>T</sub> = 2.45 cm<sup>4</sup></b> <b>Raggio d'inerzia minimo - i<sub>min</sub> = 1.65 cm</b> <b>Modulo plastico - W<sub>z,pl</sub> = 19.25 cm<sup>3</sup></b> <b>Modulo plastico - W<sub>y,pl</sub> = 88.34 cm<sup>3</sup></b> <b>Modulo elastico - W<sub>z,el</sub> = 12.31 cm<sup>3</sup></b> <b>Modulo elastico - W<sub>y,el</sub> = 77.32 cm<sup>3</sup></b> <b>Area a taglio - A<sub>v3</sub> = 7.64 cm<sup>2</sup></b> <b>Costante d'ingobbamento = 1980 cm<sup>6</sup></b>		<b>Tipo = IPE</b> <b>Sezione = IPE 140</b> <b>Tipo sez. = cinni laminato</b> <b>W = elastico</b> <b>Materiale = Acciaio</b> <b>Poisson = 0.3</b> <b>E = 210000 Mpa</b> <b>G = 80769 Mpa</b> <b>f<sub>y</sub> = 355 Mpa</b> <b>gH = 1.05</b>		<b>Luce = 320.00 cm</b> <b>Vincoli = appio-Appoggio</b>
				<b>SOLLECITAZIONE</b>
				<b>N<sub>Ed</sub> = 0.00 kN</b> <b>M<sub>z,Ed</sub> = 0.00 kNm</b> <b>M<sub>y,Ed</sub> = 4.80 kNm</b> <b>M<sub>td,Ed</sub> = 0.00 kNm</b> <b>M<sub>sd,Ed</sub> = 0.00 kNm</b> <b>V<sub>z,Ed</sub> = 6.08 kN</b>
<b>VERIFICA A TAGLIO</b>				
sollecitazione di progetto - V <sub>z,Ed</sub> = 6.08 kN resistenza a taglio - V <sub>z,Rd</sub> = 149.13 kN V <sub>z,Ed</sub> /V <sub>z,Rd</sub> = 0.04 < 1 coeff. di sicurezza - γ <sub>s</sub> = 24.53		VERIFICA A TAGLIO (V <sub>s</sub> ): <b>Soddisfatta</b>		

Il profilo in doppio appoggio su una luce di 3.2 m presenta una freccia in combinazione SLE pari a:

$$F = 0,33 \text{ cm pari a } L/967 \text{ maggiore di } L/200$$

La verifica di deformazione risulta soddisfatta.

Verifica del montante, profilo IPE 140 maggiormente sollecitato

Di seguito si riportano le massime sollecitazioni del profilo in combinazione SLU con carico di manutenzione dominante:

$$N = 15,0 \text{ kN}$$

Di seguito si riporta la verifica a compressione ed instabilità:

 <b>SCE Project S.r.l.</b> Viale Sarca, 336/F - 20126 Milano - Italy tel. +39 02 700.063.30 fax +39 02 710.911.87 mail: sce@scoproject.it www.scoproject.it	<b>OGGETTO</b> PLJ Mercato coperto - curtain wall interno			<b>CODICE</b> 2006
	<b>TITOLO</b>	<b>SIGLE</b> --	<b>REV</b> 00	<b>DATA</b> 24/03/2021
<b>DATI</b>		<b>SEZIONE</b>		<b>CONDIZIONI AL CONTORNO</b>
Area - A = 16.40 cm <sup>2</sup> Momento d'inerzia I <sub>2</sub> = 44.92 cm <sup>4</sup> Momento d'inerzia I <sub>3</sub> = 541.20 cm <sup>4</sup> Momento d'inerzia torsionale - I <sub>T</sub> = 2.45 cm <sup>4</sup> Raggio d' inerzia minimo - i <sub>min</sub> = 1.65 cm Modulo plastico - W <sub>pl</sub> = 19.25 cm <sup>3</sup> Modulo plastico - W <sub>pl</sub> = 88.34 cm <sup>3</sup> Modulo elastico - W <sub>el</sub> = 12.31 cm <sup>3</sup> Modulo elastico - W <sub>el</sub> = 77.32 cm <sup>3</sup> Area a taglio - A <sub>v3</sub> = 7.64 cm <sup>2</sup> Costante d'ingobbamento = 1980 cm <sup>6</sup>	Tipo = IPE Sezione = IPE 140 Tipo sez. = Sezioni laminare W = elastico Materiale = Acciaio Poisson = 0.3 E = 210000 Mpa G = 80769 Mpa f <sub>y</sub> = 355 Mpa γ <sub>M</sub> = 1.05	Luce = 360.00 cm Vincoli = Appoggio-Appoggio <b>SOLLECITAZIONE</b> N <sub>Ed</sub> = 15.00 kN M <sub>2,Ed</sub> = 0.00 kNm M <sub>3,Ed</sub> = 0.00 kNm M <sub>1A,Ed</sub> = 0.00 kNm M <sub>1B,Ed</sub> = 0.00 kNm V <sub>3,Ed</sub> = 0.00 kN		
<b>VERIFICHE A COMPRESIONE/TRAZIONE</b>				
tipo di vincoli alle estremità - β = 1 fattore di imperfezione - α = 0.34 snellezza = 218.18 snellezza adimensionale - λ̄ = 2.855 sollecitazione di progetto - N <sub>Ed</sub> = 15.00 kN resistenza assiale - N <sub>Ed</sub> = 554.48 kN N <sub>Ed</sub> /N <sub>0,Ed</sub> = 0.03 <1 coeff. di sicurezza - γ <sub>S</sub> = 36.97 resistenza all'instabilità - N <sub>0,Ed</sub> = 59.99 kN N <sub>Ed</sub> /N <sub>0,Ed</sub> = 0.25 <1 coeff. di sicurezza - γ <sub>S</sub> = 4.00	lunghezza di libera d'inflexione - l <sub>0</sub> = 360.00 cm coefficiente φ = 5.062 coefficiente di instabilità χ = 0.108 VERIFICA RESISTENZA ASSIALE : Soddisfatta VERIFICA INSTABILITA' : Soddisfatta			

## 6.2. Mercato – sottostruttura per rivestimento verde di facciata

Verifica sistema di collegamento tra staffa e parete di confine:

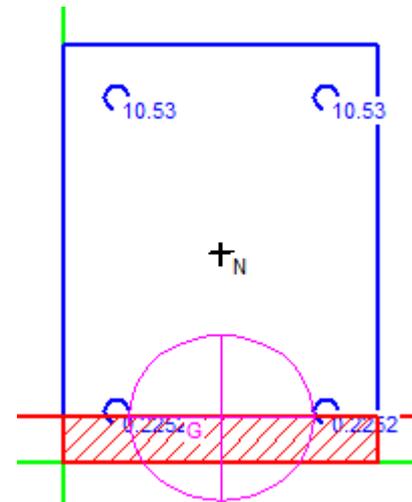
La verifica effettuata considera un carico di punta della staffa pari a 2 kN in favore di sicurezza, il carico reale ammonterebbe a 0,72 kN.

Le sollecitazioni risultano pari a:

$$M = 0.4 \text{ kNm}$$

$$T = 2 \text{ kN}$$

Il tassello peggiore sviluppa una trazione pari a 1.18 kN ed un taglio pari a 0.5 kN



La verifica dell'ancoraggio (su muratura) risulta soddisfatta con un tasso di lavoro del 91.6%