

STUDIO TECNICO  
Dott. Ing. A. Claudio Martella

PESCARA  
Viale Luisa D'Annunzio, 32  
tel. 085/4714086

COMMITTENTE: **A.S.L. DI PESCARA**

**Struttura:** TOCCO CASAURIA (PE)

**Oggetto:**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE TRAMITE INTERVENTI DI  
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA STRUTTURA DEL POLO  
SANITARIO DI TOCCO DA CASAURIA

**PROGETTO ESECUTIVO**



RUP:  
Dott. Ing. LAURIOLA Luigi

RESPONSABILE NUOVI INVESTIMENTI  
Dott. Ing. LAURIOLA Luigi

PROGETTISTA:  
Dott. Ing. MARTELLA A. Claudio

Consulenza Architettonica:  
Arch. Leone Giuseppe  
Arch. Pignatelli Enrico

Consulente per le strutture:  
Dott. Ing. Pasquini Stefano Romeo

Collaboratori progettazione:  
Arch. Martino Luca  
Geom. Aloisantonio Fabrizio  
Geom. De Flaviis Achille

**Relazione generale sulle strutture**

**Visti ed autorizzazioni:**

Questo elaborato è di proprietà USL PESCARA pertanto non può essere riprodotto nè integralmente, nè in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

**Identificazione File**

**TAV. N.**  
**RS.01**

# ■ **INDICE**

---

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2. STRUTTURE ED OPERE D'ARTE</b> .....	<b>2</b>
2.1. Struttura.....	2
2.1.1. Il sistema strutturale - fondazioni.....	2
2.1.2. Il sistema strutturale - opere in elevazione.....	2
<b>3. AZIONI DI RIFERIMENTO PER IL PROGETTO STRUTTURALE</b> .....	<b>4</b>
3.1. AZIONE SISMICA.....	4
3.2. DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE.....	8
3.3. AZIONI DOVUTE AL VENTO.....	9
3.4. AZIONI DOVUTE ALLA NEVE.....	15
3.5. AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA.....	16
3.6. AZIONI ECCEZIONALI.....	16
<b>4. ANALISI DEI PESI PROPRI E DEI PERMANENTI PORTATI</b> .....	<b>16</b>
<b>5. MATERIALI STRUTTURALI PRESCRITTI IN PROGETTO</b> .....	<b>17</b>
5.1. CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO.....	17
5.1.1. Resistenza a compressione.....	17
5.1.2. Resistenza a trazione.....	17
5.1.3. Modulo elastico.....	17
5.1.4. Coefficiente di Poisson.....	18
5.1.5. Coefficiente di dilatazione termica.....	18
5.1.6. Riepilogo valori di progetto e relativa localizzazione.....	18
5.1.7. Controllo di tipo B.....	19
5.2. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO.....	19
5.2.1. Acciaio per cemento armato B450C.....	19
5.2.2. Accertamento delle proprietà meccaniche.....	19
5.3. CARATTERISTICHE ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE.....	20
5.3.1. Generalità.....	20
5.3.2. Processo di saldatura.....	20
5.3.3. Bulloni.....	21
5.3.4. Specifiche per acciai da carpenteria in zona sismica.....	21
5.3.5. Controlli di accettazione in cantiere.....	21
5.3.6. Verniciatura e zincatura.....	21
5.3.7. Saldature: Effettuate a norme CNR-UNI 10011/97.....	22
5.3.8. Tolleranze di esecuzione:.....	22
5.3.9. Saldature per attacchi flangiati / piastre composte da piu' piatti / ecc.....	22

# RELAZIONE GENERALE SULLE STRUTTURE

*Ai sensi del cap. 10 delle NTC 2018*

---

Comune di:	TOCCO CASAURIA	Provincia di:	PESCARA
Committente:	AZIENDA U.S.L. DI PESCARA		
Oggetto:	LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE TRAMITE INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA STRUTTURA DEL POLO SANITARIO DI TOCCO DA CASAURIA		

---

## 1. PREMESSA

---

La presente relazione riporta la sintesi di quelle che sono le scelte progettuali condotte per il dimensionamento delle strutture che fungono da sostegno ai sistemi di ombreggiamento in alluminio delle facciate, dei supporti per la possibile installazione di pannelli fotovoltaici e per il posizionamento delle nuove macchine per il trattamento dell'aria, poste a servizio dell'edificio principale.

Le strutture precedentemente descritte saranno, in termini sismici, completamente indipendenti dal fabbricato principale.

## 2. STRUTTURE ED OPERE D'ARTE

---

Le scelte progettuali e tecnologiche sono state effettuate in considerazione della localizzazione dell'intervento, delle spazialità necessarie alle diverse attività previste e delle necessarie prestazioni tecniche dei materiali da utilizzare, nonché dell'ottemperanza alle vigenti normative in materia di accessibilità della struttura e sicurezza negli ambienti di lavoro.

### 2.1. Struttura

---

#### 2.1.1. Il sistema strutturale - fondazioni

Le scelte progettuali per le opere di fondazione sono state effettuate contestualmente e congruentemente con quelle delle strutture in elevazione. Sulla base delle osservazioni eseguite, nonché delle risultanze delle indagini effettuate, si è ritenuto opportuno utilizzare come fondazione una platea in cemento armato dello spessore di 50, posta ad una quota di circa -120 cm dall'attuale piano di camminamento esterno.

All'estradosso delle paltee, è previsto un riempimento in materiale arido di circa 40 cm, con conseguente realizzazione di massetto di pavimento.

Nelle fondazione è prevista l'installazione delle dime metalliche, da cui si ergeranno le strutture metalliche di supporto alle facciate.

Tutte le opere in calcestruzzo costituenti le fondazioni, saranno realizzate in ottemperanza alle UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.

#### 2.1.2. Il sistema strutturale - opere in elevazione

Per quello che riguarda le strutture in elevazione, si è previsto di utilizzare strutture portanti in acciaio, opportunamente controventate, con impalcati intermedi atti a fornire stabilità al complesso strutturale integralmente indipendente dal fabbricato principale.

L'unico impalcato deputato a funzioni portanti, sarà quello corrispondente con la copertura dell'edificio lato nord, in corrispondenza del quale è prevista l'installazione di macchine di trattamento aria. La funzione portante di orizzontamento è affidata ad un piano in grigliato metallico

Dal punto di vista sismico la struttura si configura come segue:

- Vita nominale di progetto: 50 anni;
- Classe D'Uso: III (terza) ossia: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente...
- Periodo di Riferimento: 75 anni.

Si evidenzia che la scelta della classe d'uso della struttura è dettata dall'edificio a cui le schermature frangisole si pongono a servizio. Non essendo prevista la fruizione degli impalcati da parte delle strutture oggetto del presente progetto, si sarebbe potuto utilizzare anche la classe d'uso II.

Dal punto di vista del comportamento strutturale, si è condotto un calcolo di tipo "*NON DISSIPATIVO*", e cioè adottando un fattore di struttura pari a 1,5, come previsto dalle NTC 2018.

**Si ritiene che tali scelte siano molto a vantaggio della sicurezza sismica.**

Le giunzioni tra i vari elementi metallici saranno realizzate mediante bullonatura in opera, per le quali si prescrivono bulloni ad alta resistenza in classe 10.9 rispondenti alla norma UNI EN 14399-3.

Dal punto di vista del trattamento superficiale, le carpenterie metalliche installate all'esterno saranno zincate a caldo rispettando quanto previsto dalle norme EN ISO 1461, mentre tutte quelle interne subiranno il trattamento di intonaco intumescente, per garantire un opportuno comportamento al fuoco

Tutte le carpenterie dovranno essere realizzate in ottemperanza di quanto previsto dalla UNI EN 1090 per strutture aventi classe di esecuzione EXC3.

### **3. AZIONI DI RIFERIMENTO PER IL PROGETTO STRUTTURALE**

---

#### **3.1. AZIONE SISMICA**

---

Ai fini delle NTC 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

L'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle NTC, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

# SPETTRI DI RISPOSTA SLV - SLD

Ai sensi del capitolo 3 delle NTC 2018

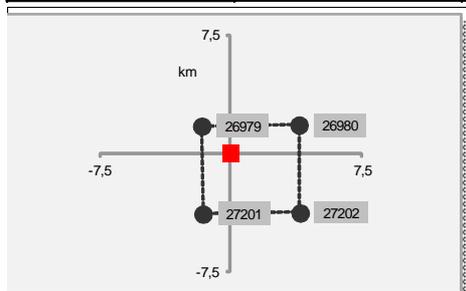
COMUNE:	<b>Tocco da Casauria</b>	PROVINCIA:	<b>Pescara</b>
COMMITTENTE:	<b>A.S.L. PESCARA</b>		
OGGETTO:	<b>LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE TRAMITE INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA STRUTTURA DEL POLO SANITARIO DI TOCCO DA CASAURIA</b>		

## Tabulati di calcolo

Nelle successive tabelle sono pertanto riportati i valori utilizzati per le attribuzioni. Viene infine allegato un utile quadro riassuntivo finalizzato alla compilazione della relazione asseverata.

DATI GENERALI E PERICOLOSITA' SISMICA	
Zona sismica ex OPCM	1
Località	Tocco da Casauria (Pescara)
Longitudine	13,9154
Latitudine	42,2182
Classe d'uso	III
Vita Nominale Vn	50 [anni]
Periodo di Riferimento Vr	75 [anni]
Tipo di suolo	B
Categoria topografica	T1
ag/g per SLV	0,2644

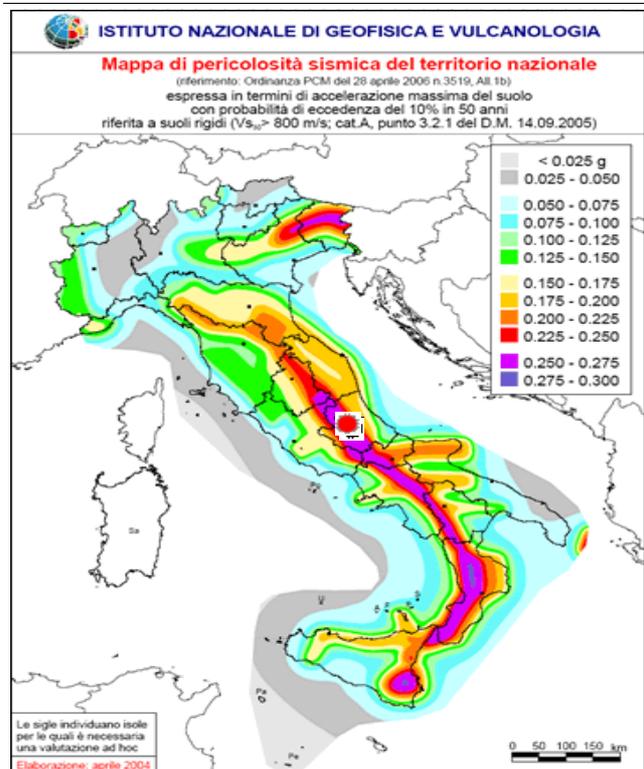
STATO LIMITE	TR	ag	Fo	TC*
	[anni]	[ag/g]	[-]	[s]
SLO	45	0,085	2,379	0,290
SLD	75	0,107	2,362	0,302
SLV	712	0,264	2,412	0,354
SLC	1462	0,336	2,441	0,367



Dettaglio del sito, nel reticolo di riferimento



Vista satellitare del sito



Mappa di pericolosità sismica, con individuato il sito di riferimento

Parametri indipendenti

SL	SLV
$a_g$	0,264 g
$F_o$	2,412
$T_C^*$	0,354 s
$S_S$	1,145
$C_C$	1,354
$S_T$	1,000
$q$	1,500

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.6; §. 3.})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,303
0,160	0,487
0,479	0,487
0,583	0,400
0,686	0,340
0,790	0,295
0,894	0,261
0,998	0,234
1,101	0,212
1,205	0,193
1,309	0,178
1,413	0,165
1,516	0,154
1,620	0,144
1,724	0,135
1,828	0,128
1,931	0,121
2,035	0,115
2,139	0,109
2,243	0,104
2,346	0,099
2,450	0,095
2,554	0,091
2,658	0,088
2,722	0,084
2,786	0,080
2,850	0,076
2,913	0,073
2,977	0,070
3,041	0,067
3,105	0,064
3,169	0,062
3,233	0,059
3,297	0,057
3,361	0,055
3,425	0,053
3,489	0,053
3,553	0,053
3,617	0,053
3,680	0,053
3,744	0,053
3,808	0,053
3,872	0,053
3,936	0,053
4,000	0,053

Parametri dipendenti

S	1,145
$\eta$	0,667
$T_B$	0,160 s
$T_C$	0,479 s
$T_D$	2,658 s

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-18 Eq. 3.2.4)

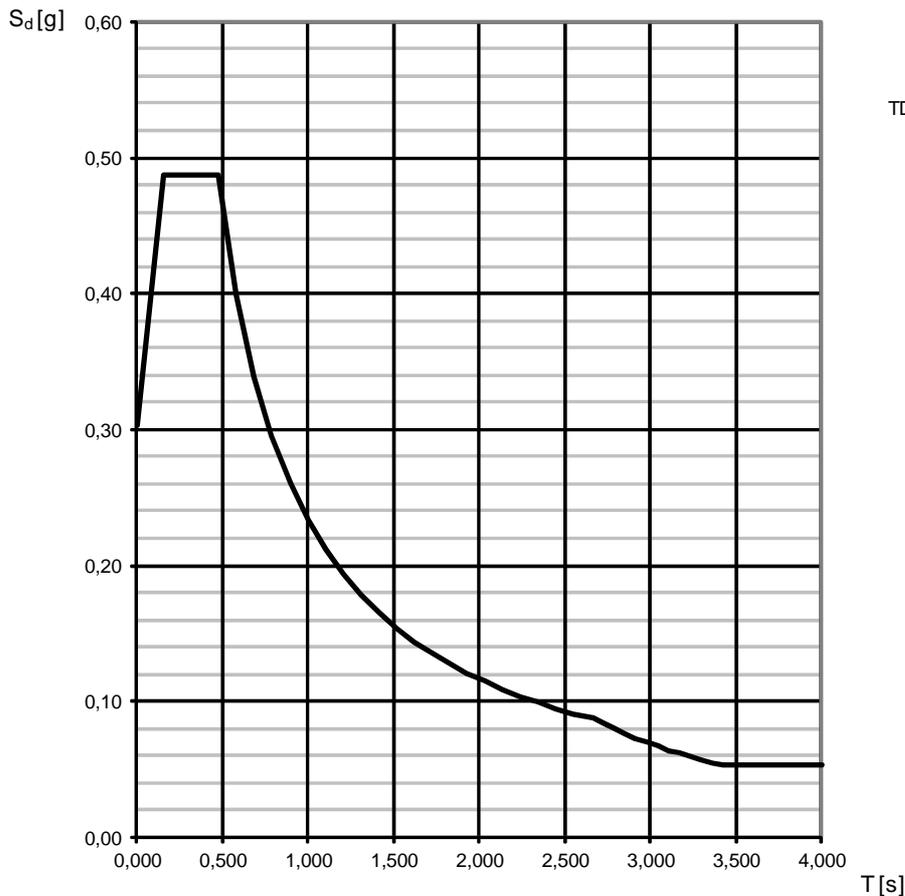
$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Spettri di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV



Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-18 § 3.2.3.5)

Parametri indipendenti

SL	SLD
$a_g$	0,107 g
$F_o$	2,362
$T_C^*$	0,302 s
$S_S$	1,200
$C_C$	1,397
$S_T$	1,000
$q$	1,500

Parametri dipendenti

S	1,200
$\eta$	0,667
$T_B$	0,141 s
$T_C$	0,423 s
$T_D$	2,030 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.6; §. 3.})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,129
0,141	0,203
0,423	0,203
0,499	0,172
0,576	0,149
0,652	0,132
0,729	0,118
0,805	0,107
0,882	0,097
0,958	0,090
1,035	0,083
1,111	0,077
1,188	0,072
1,265	0,068
1,341	0,064
1,418	0,061
1,494	0,057
1,571	0,055
1,647	0,052
1,724	0,050
1,800	0,048
1,877	0,046
1,953	0,044
2,030	0,042
2,124	0,039
2,218	0,035
2,311	0,033
2,405	0,030
2,499	0,028
2,593	0,026
2,687	0,024
2,780	0,023
2,874	0,021
2,968	0,020
3,062	0,019
3,156	0,017
3,249	0,016
3,343	0,016
3,437	0,015
3,531	0,014
3,625	0,013
3,719	0,013
3,812	0,012
3,906	0,011
4,000	0,011

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-18 Eq. 3.2.4)

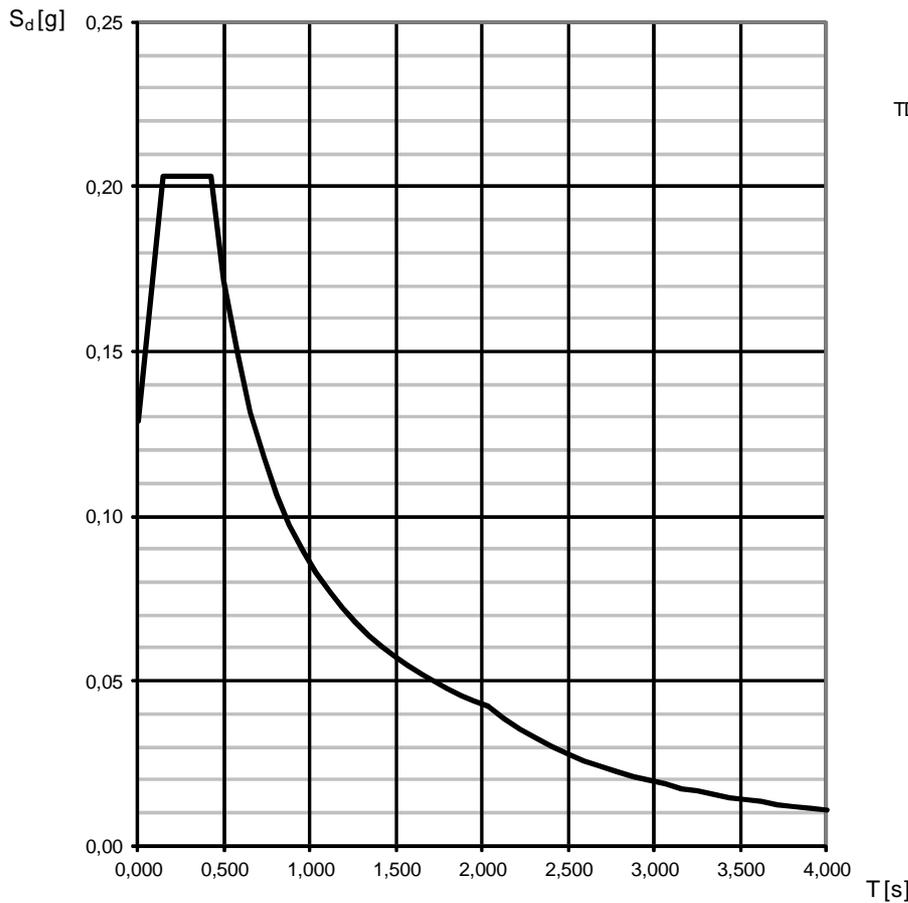
$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Spettri di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD



Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-18 § 3.2.3.5)

### 3.2. DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17/01/2018 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti  $q_k$  [kN/m<sup>2</sup>]
- carichi verticali concentrati  $Q_k$  [kN]
- carichi orizzontali lineari  $H_k$  [kN/m]

**Tabella 3.1.II** – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Categ.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
H-I-K	<b>Coperture</b> Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti	0,50	1,20	1,00
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati. ** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

I valori nominali e/o caratteristici  $q_k$ ,  $Q_k$  ed  $H_k$  di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle N.T.C. 2018. In presenza di carichi verticali concentrati  $Q_k$  essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

In particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si sono applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

Ubicazione carico	Destinazione d'uso	Carico [kN/m <sup>2</sup> ]	Coefficiente di riduzione sismica [ $\Psi_{2i}$ ]
Coperture	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0.50	0.00

### 3.3. AZIONI DOVUTE AL VENTO

Considerando la nota esposizione a vento del Comune di Tocco da Casauria, per la definizione dell'azione areoelastica sulle strutture si è, in fase preliminare, studiato la direzione delle azioni predominanti. Le immagini che seguono riassumono sufficientemente le indagini territoriali svolte:



Figura 1: Direzione e intensità media vento



Figura 2: Vista satellitare complessiva con localizzazione lotto di intervento



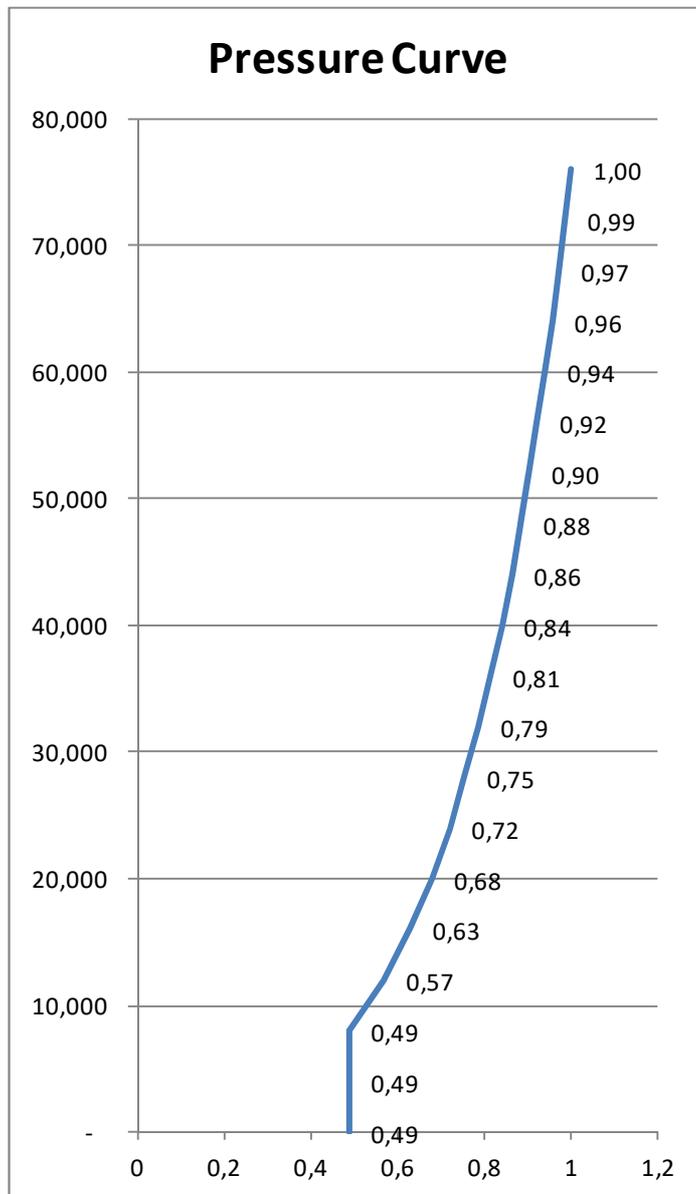
**Figura 3: Dettaglio sito di progetto, con direzione prevalente vento**

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al §3.3 del DM 17.01.18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7. inoltre si sono prese in considerazione le indicazioni riportate nel CNR-DT 207/2008: "istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".

Il dettaglio delle calcolazioni delle azioni dovute al vento è riportato nella seguente tabella:

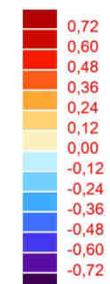
3.3.4 PRESSIONE DEL VENTO															
La pressione del vento è data dall'espressione:															
$P = q_s c_e c_p c_d$			(3.3.2)												
dove															
$q_s$ è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6;															
$c_s$ è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7;															
$c_p$ è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento;															
$c_d$ è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali. Indicazioni per la sua valutazione sono riportate al § 3.3.8.															
DETERMINAZIONE PARAMETRI GEOGRAFICI E GEOMETRICI															
Regione	<b>Abruzzo</b>														
Altitudine sito	320,00	[m.s.l.m.]													
Altezza Costruzione	20,00	[m]													
Pendenze $[\alpha_1, \alpha_2]^\circ$	0,00	0,00													
$V_{REF} =$	27,00	[m/sec]													
Tipo Struttura	Costruzione di rilevante importanza														
Tempo di ritorno	100,00	[anni]	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th><math>K_r</math></th> <th><math>Z_0</math></th> <th><math>Z_{min}</math></th> </tr> <tr> <td>0,22</td> <td>0,3</td> <td>8</td> </tr> </table>	$K_r$	$Z_0$	$Z_{min}$	0,22	0,3	8						
$K_r$	$Z_0$	$Z_{min}$													
0,22	0,3	8													
$C_r =$	1,125	[--]													
$V_{REF}(Tr) =$	30,38	[m/sec]													
Esposizione area	IV														
Classe di Rugosità	Aree urbane (non di Classe A), suburbane, industriali, e boschive														
B															
$C_{e,max} =$	2,277	$q_{(z,max)} =$	131,283												
$C_t =$	1,00		1,29 [KN/m2]												
$C_d =$	1,00	[--]													
Andamento Coefficiente $C_e$															
		<table border="1"> <tr><td><math>q_1(Z_{min})</math></td><td>74,46</td></tr> <tr><td><math>q_1(Z_{max})</math></td><td>131,28</td></tr> <tr><td><math>q_2</math></td><td>-26,26</td></tr> <tr><td><math>q_3</math></td><td>-26,26</td></tr> <tr><td><math>q_4</math></td><td>-26,26</td></tr> <tr><td><math>q_5</math></td><td>-26,26</td></tr> </table>	$q_1(Z_{min})$	74,46	$q_1(Z_{max})$	131,28	$q_2$	-26,26	$q_3$	-26,26	$q_4$	-26,26	$q_5$	-26,26	
$q_1(Z_{min})$	74,46														
$q_1(Z_{max})$	131,28														
$q_2$	-26,26														
$q_3$	-26,26														
$q_4$	-26,26														
$q_5$	-26,26														
		<table border="1"> <tr><td><math>q_1(Z_{min})</math></td><td>74,46</td></tr> <tr><td><math>q_1(Z_{max})</math></td><td>131,28</td></tr> <tr><td><math>q_2</math></td><td>-26,26</td></tr> <tr><td><math>q_3</math></td><td>-26,26</td></tr> <tr><td><math>q_4</math></td><td>-26,26</td></tr> <tr><td><math>q_5</math></td><td>-26,26</td></tr> </table>	$q_1(Z_{min})$	74,46	$q_1(Z_{max})$	131,28	$q_2$	-26,26	$q_3$	-26,26	$q_4$	-26,26	$q_5$	-26,26	
$q_1(Z_{min})$	74,46														
$q_1(Z_{max})$	131,28														
$q_2$	-26,26														
$q_3$	-26,26														
$q_4$	-26,26														
$q_5$	-26,26														
		<table border="1"> <tr><td><math>q_1(Z_{min})</math></td><td>44,68</td></tr> <tr><td><math>q_1(Z_{max})</math></td><td>78,77</td></tr> <tr><td><math>q_2</math></td><td>-78,77</td></tr> <tr><td><math>q_3</math></td><td>-78,77</td></tr> <tr><td><math>q_4</math></td><td>-78,77</td></tr> <tr><td><math>q_5</math></td><td>-78,77</td></tr> </table>	$q_1(Z_{min})$	44,68	$q_1(Z_{max})$	78,77	$q_2$	-78,77	$q_3$	-78,77	$q_4$	-78,77	$q_5$	-78,77	
$q_1(Z_{min})$	44,68														
$q_1(Z_{max})$	78,77														
$q_2$	-78,77														
$q_3$	-78,77														
$q_4$	-78,77														
$q_5$	-78,77														
		<table border="1"> <tr><td><math>q_1(Z_{min})</math></td><td>44,68</td></tr> <tr><td><math>q_1(Z_{max})</math></td><td>78,77</td></tr> <tr><td><math>q_2</math></td><td>-78,77</td></tr> <tr><td><math>q_3</math></td><td>-78,77</td></tr> <tr><td><math>q_4</math></td><td>-78,77</td></tr> <tr><td><math>q_5</math></td><td>-78,77</td></tr> </table>	$q_1(Z_{min})$	44,68	$q_1(Z_{max})$	78,77	$q_2$	-78,77	$q_3$	-78,77	$q_4$	-78,77	$q_5$	-78,77	
$q_1(Z_{min})$	44,68														
$q_1(Z_{max})$	78,77														
$q_2$	-78,77														
$q_3$	-78,77														
$q_4$	-78,77														
$q_5$	-78,77														

Il calcolo delle azioni del vento verrà effettuato mediante un'analisi CFD sulle superfici esposte al vento, basate su una curva delle pressioni rappresentata nel seguito, e scalata sul valore massimo di pressione in sommità pari a 0.95 KN/m<sup>2</sup>, avendo tenuto in conto una permeabilità delle strutture pari al 50 % (Superiore all'effettivo tasso di permeabilità del sistema frangisole)

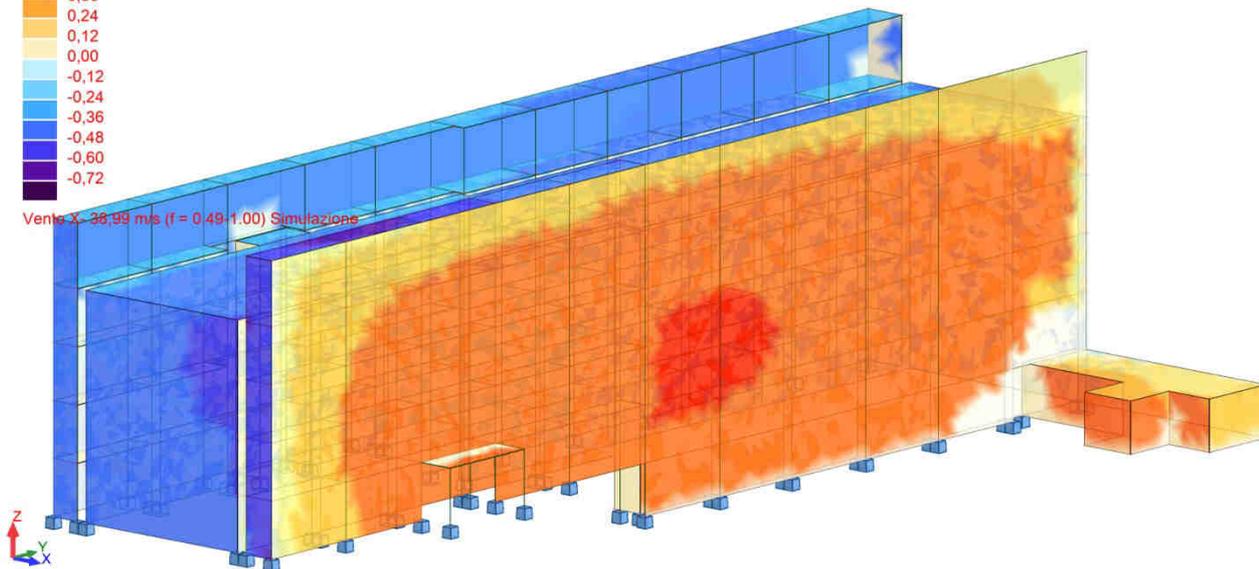


Le immagini seguenti raffigurano le colormap delle pressioni indotte dal vento sulle strutture nelle due direzioni considerate

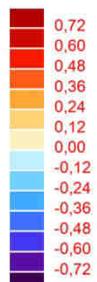
Mappe della pressione - Oggetti (kPa)



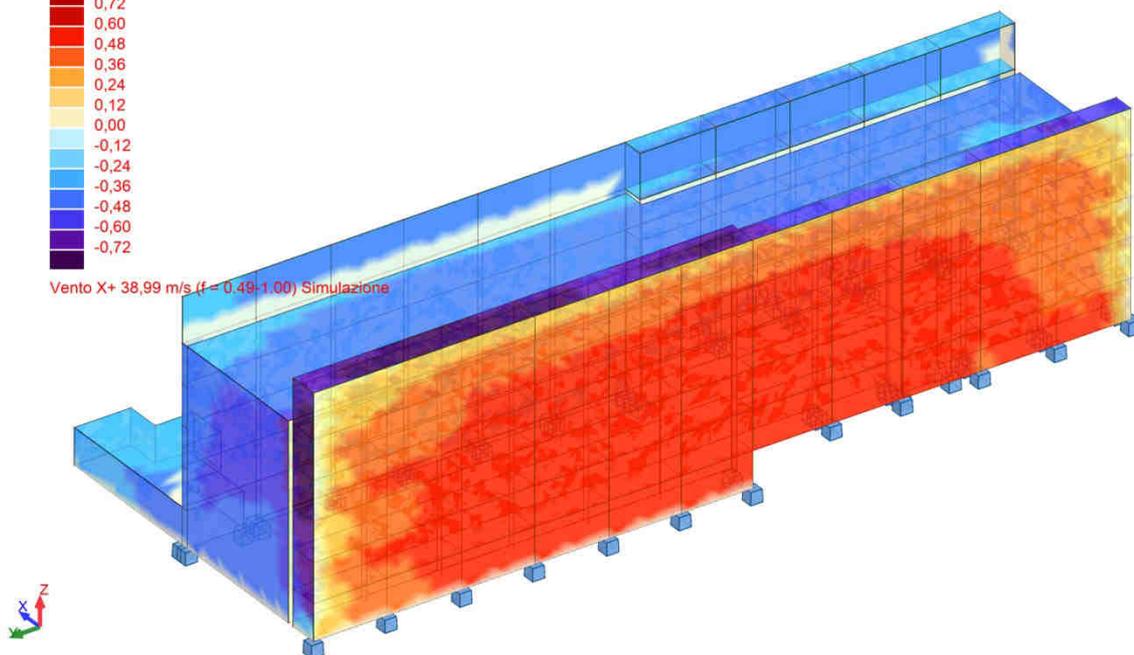
Vento X- 38,99 m/s (f = 0,49-1,00) Simulazione



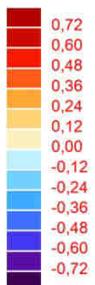
Mappe della pressione - Oggetti (kPa)



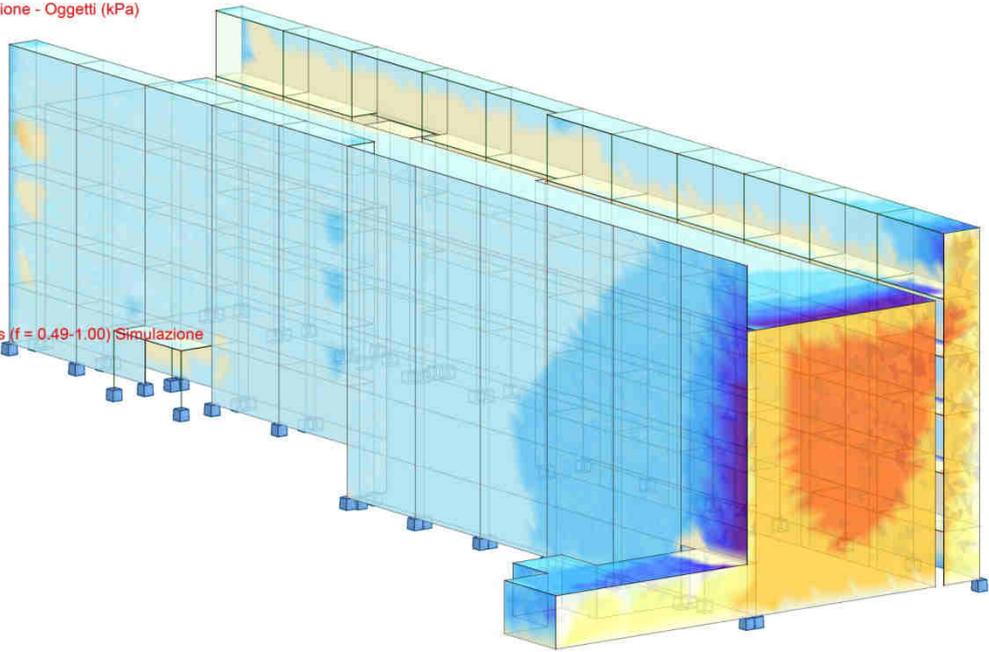
Vento X+ 38,99 m/s (f = 0,49-1,00) Simulazione



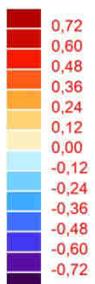
Mappe della pressione - Oggetti (kPa)



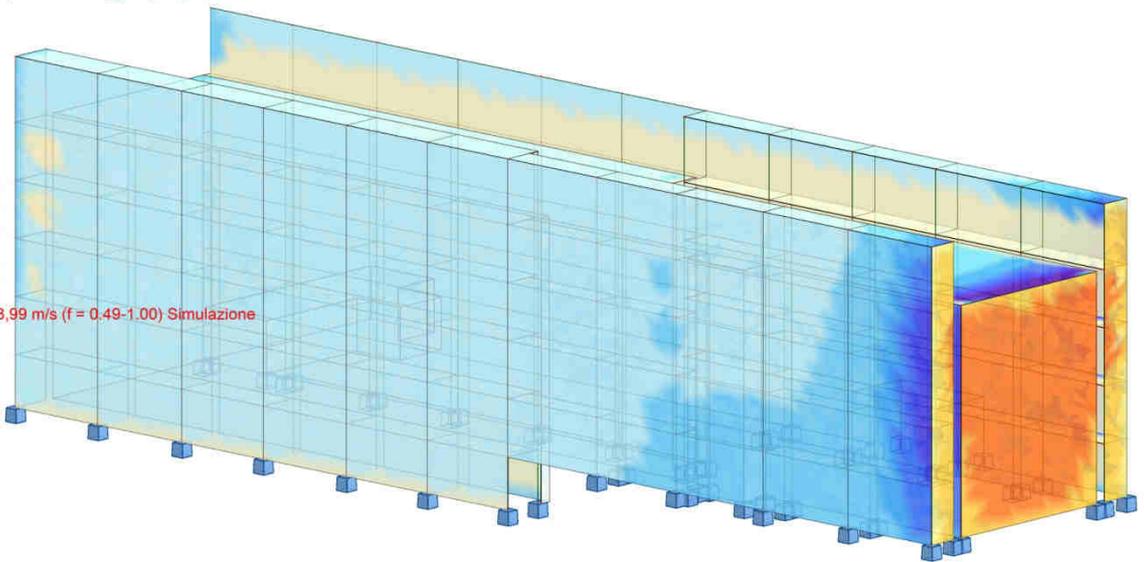
Vento Y- 38,99 m/s (f = 0.49-1.00) Simulazione



Mappe della pressione - Oggetti (kPa)



Vento Y+ 38,99 m/s (f = 0.49-1.00) Simulazione

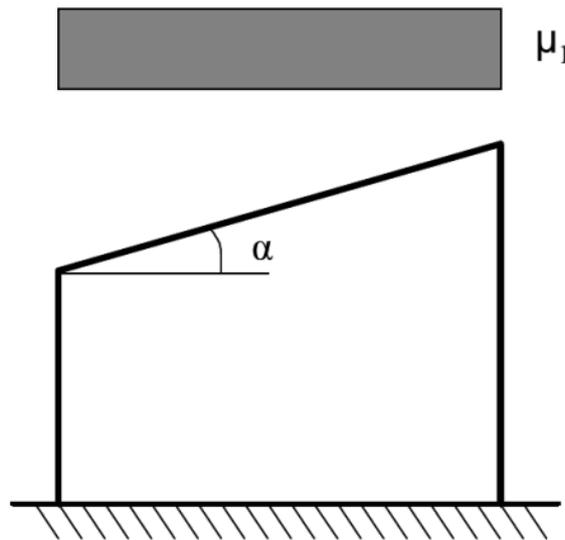


### 3.4. AZIONI DOVUTE ALLA NEVE

Vengono di seguito riportate le azioni dovute al carico neve, calcolato ai sensi del punto 3.4. del D.M. 17/01/2018, per la struttura oggetto di studio.

#### DATI GEOGRAFICI E GEOMETRICI

Provincia	<b>Pescara</b>		
Altitudine sito	<b>320,00</b>	[m.s.l.m.m.]	
$q_{sk} =$	1,30	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Esposizione area	Normale		
$C_E =$	1	[--]	
$C_t =$	1	[--]	
$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad (3.3.7)$			
<p>dove:</p> <p><math>q_s</math> è il carico neve sulla copertura;</p> <p><math>\mu_i</math> è il coefficiente di forma della copertura, fornito al successivo § 3.4.5;</p> <p><math>q_{sk}</math> è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m<sup>2</sup>], fornito al successivo § 3.4.2 per un periodo di ritorno di 50 anni;</p> <p><math>C_E</math> è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.3;</p> <p><math>C_t</math> è il coefficiente termico di cui al § 3.4.4.</p>			
Tipo copertura	Singola falda		
angolo falda 1 [ $\alpha_1$ ]	<b>0,00°</b>		
<i>FALDA N°1</i>			
$\mu_1 =$	0,80	$q_{s1} =$	<b>1,04 kN/mq</b>



**Figura 3.4.2** – Condizioni di carico per coperture ad una falda

### 3.5. AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA

---

Variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali.

La severità delle azioni termiche è in generale influenzata da più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura e la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti.

Le temperature dell'aria esterne § 3.5.2, dell'aria interna § 3.5.3 e la distribuzione della temperatura negli elementi strutturali § 3.5.4 viene assunta in conformità ai dettami delle NTC 2018.

Nel caso in studio, secondo quanto specificato nella tabella 3.5.II., si considererà una variazione termica per i vari elementi pari a:

- $\pm 25^{\circ}\text{C}$  per i componenti strutturali installati all'esterno;

### 3.6. AZIONI ECCEZIONALI

---

Le azioni eccezionali, che si presentano in occasione di eventi quali incendi, esplosioni ed urti, solo in taluni casi vanno considerate nella progettazione, quando ciò è richiesto da specifiche esigenze strutturali, la resistenza al fuoco, verrà determinata sulla base delle indicazioni di cui al § 3.6.1 delle NTC.

***Nel caso specifico in esame, NON sono state prese in considerazione azioni di tipo eccezionale.***

## 4. ANALISI DEI PESI PROPRI E DEI PERMANENTI PORTATI

---

Grigliati metallici piano di camminamento UTA	0.30 KN/m <sup>2</sup>
Facciate in alluminio, con profili frangisole rettangolari di dimensioni 180x20 mm, peso unitario 1.75 Kg/ml	0.05 KN/m <sup>2</sup>
Macchine UTA da installare in copertura	3.00 KN/m <sup>2</sup>

---

## 5. MATERIALI STRUTTURALI PRESCRITTI IN PROGETTO

---

### 5.1. CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

---

Vengono di seguito riportate tutte le caratteristiche meccaniche usate nel progetto per il calcestruzzo.

#### 5.1.1. Resistenza a compressione

In sede di progetto si farà riferimento alla resistenza caratteristica a compressione su cubi  $R_{ck}$  così come definita nel § 11.2.1 delle NTC 2018.

Dalla resistenza cubica si passerà a quella cilindrica da utilizzare nelle verifiche mediante l'espressione:

$$f_{ck} = 0.83 R_{ck} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (11.2.1)$$

Sempre in sede di previsioni progettuali, è possibile passare dal valore caratteristico al valore medio della resistenza cilindrica mediante l'espressione

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (11.2.2)$$

#### 5.1.2. Resistenza a trazione

In sede di progettazione si è assunto come resistenza media a trazione semplice (assiale) del calcestruzzo il valore (in  $\text{N/mm}^2$ ):

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3} \quad (11.2.3a)$$

I valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% sono assunti, rispettivamente, pari a 0,7  $f_{ctm}$ , ed 1,3  $f_{ctm}$ .

Il valore medio della resistenza a trazione per flessione è assunto pari a:

$$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} \quad (11.2.4)$$

#### 5.1.3. Modulo elastico

Per modulo elastico istantaneo del calcestruzzo va assunto quello secante tra la tensione nulla e 0,40  $f_{cm}$ , determinato sulla base di apposite prove, da eseguirsi secondo la norma UNI 6556:1976.

In sede di progettazione si è assunto il valore:

$$E_{cm} = 22.000 \times [f_{cm}/10]^{0,3} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (11.2.5)$$

#### 5.1.4. Coefficiente di Poisson

Per il coefficiente di Poisson può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0,2 (calcestruzzo non fessurato).

#### 5.1.5. Coefficiente di dilatazione termica

In sede di progettazione per il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo si è assunto un valor medio pari a  $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , fermo restando che tale quantità dipende significativamente dal tipo di calcestruzzo considerato (rapporto inerti/legante, tipi di inerti, ecc.) e può assumere valori anche sensibilmente diversi da quello indicato.

#### 5.1.6. Riepilogo valori di progetto e relativa localizzazione

Nella seguente tabella si riepilogano i valori delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo utilizzati nella progettazione del manufatto:

Localizzazione getto	Classe cls	$R_{ck}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$f_{cm}$	$f_{ctm}$	$f_{ctm}$	$E_{cm}$	Classe di esposizione	rapporto massimo a/c	Cont. minimo cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	Dim. massima aggregato [mm]
		[N/mm <sup>2</sup> ]										
Sottofondazioni in calcestruzzo magro	<b>C 12/15</b>	15,00	12,00	6,80	20,00	1,57	1,89	27.085	XC1	0,65	260,00	20,00
OPERE DI FONDAZIONE ED ELEVAZIONE	<b>C 25/30</b>	30,00	25,00	14.17	33,00	2,56	3,08	31.475	XC2	0,60	280,00	20,00

Nell'esecuzione delle opere in epigrafe è previsto l'impiego dei sotto elencati materiali:

·**Inerti:** Sabbia lavata, ghiaietto vagliato e ghiaia vagliata nelle giuste proporzioni;

·**Acqua:** Potabile (o comunque priva di solfuri o cloruri);

·**Cemento:** tipo 425;

·**Ferro:** tipo B 450 C controllato in stabilimento avente:

-  $f_{y,nom} = 4500 \text{ Kg/cm}^2$

-  $f_{t,nom} = 5400 \text{ Kg/cm}^2$

· I conglomerati cementizi da impiegarsi nelle strutture saranno dosati nella giusta proporzione, il ferro come da disegni esecutivi.

§ **Classe di lavorabilità:** **S4**

§ **Diametro massimo dell'aggregato:** **20 mm**

Durante le fasi di getto della struttura dovranno essere eseguiti dei controlli sui materiali, la cui descrizione procedurale è di seguito riportata:

### 5.1.7. Controllo di tipo B

Trattandosi di manufatto caratterizzato da un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup>, il controllo di accettazione da effettuare sui getti di calcestruzzo sarà di tipo A.

Ogni controllo di accettazione sarà rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Trattandosi di costruzione con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero. Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

## 5.2. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al precedente § 11.3.1.2 e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.2.11.

### 5.2.1. Acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

**Tabella 11.3.Ia**

$f_{y,nom}$	450	[N/mm <sup>2</sup> ]
$f_{t,nom}$	540	[N/mm <sup>2</sup> ]

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib:

**Tabella 11.3.Ib**

CARATTERISTICHE		REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	$\geq f_{y,nom}$	5,00
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	$\geq f_{t,nom}$	5,00
$(f_t/f_y)_k$		$\geq 1,15$	10,00
		$< 1,35$	
$(f_y/f_{y,nom})_k$		$\leq 1,25$	10,00
Allungamento	$(Agt)_k$	$\geq 7,5\%$	10,00
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:			
$\varnothing < 12 \text{ mm}$		4 $\varnothing$	
$12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$		5 $\varnothing$	
$16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$		8 $\varnothing$	
$25 < \varnothing \leq 40 \text{ mm}$		10 $\varnothing$	

### 5.2.2. Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10$  °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce  $f_y$  con  $f(0,2)$ .

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di  $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  piegando la provetta a  $90^\circ$ , mantenendola poi per 60 minuti a  $100 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$  e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno  $20^\circ$ . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

### 5.3. CARATTERISTICHE ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE

#### 5.3.1. Generalità

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-I:2004, UNI EN 10045-1:1992

In sede di progettazione si sono assunti convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo elastico  $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- modulo di elasticità trasversale  $G = E / [2 (1 + \nu)] = 80.769 \text{ N/mm}^2$
- coefficiente di Poisson  $\nu = 0,3$
- coefficiente di espansione termica lineare  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  (per temperature fino a  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ )
- densità  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si sono assunti nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  riportati nelle tabelle seguenti.

#### Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
UNI EN 10025-2				
S 355	355	510	335	470

#### 5.3.2. Processo di saldatura

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418:1999. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

### 5.3.3. Bulloni

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nella seguente tabella.

	alta resistenza
vite	10.9
dado	10

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenenti alle classi indicate nella precedente tabella precedente sono riportate nella seguente tabella:

vite	10.9
$f_{yb}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	900,00
$f_{tb}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	1.000,00

### 5.3.4. Specifiche per acciai da carpenteria in zona sismica

L'acciaio costituente le membrature, le saldature ed i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

**Per le zone dissipative si applicano le seguenti regole aggiuntive:**

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura  $f_{tk}$  (nominale) e la tensione di snervamento  $f_{yk}$  (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;***
- la tensione di snervamento massima  $f_{y,max}$  deve risultare  $f_{y,max} \leq 1,2 f_{yk}$ ;***
- i collegamenti bullonati saranno realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 10.9***

### 5.3.5. Controlli di accettazione in cantiere

I controlli in cantiere consisteranno nell'effettuare un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Per strutture di modesta entità, sarà sufficiente una copia conforme dei certificati di origine e provenienza dei profili, da cui desumere le caratteristiche meccaniche dei prodotti.

### 5.3.6. Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrappessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati: possono essere invece zincati a caldo.

### 5.3.7. Saldature: Effettuate a norme CNR-UNI 10011/97

- Saldature continue salvo diversa prescrizione
- Spessori tipici di saldatura  $s = t$  minimo  $> 3$  mm
- spessore della gola  $> 0,7 t$
- $t$  = spessore minimo delle lamiere da collegare.

### 5.3.8. Tolleranze di esecuzione:

- Sulla lunghezza degli elementi con estremità flangiata  $\pm 1$ mm
- Sulla lunghezza degli elementi che non presentano collegamenti a flangia  $\pm 1.5$ mm per lunghezze fino a 10m  $\pm 3$ mm per lunghezze superiori
- Gli elementi compressi non devono presentare inflessioni laterali  $>$  di  $1/1000$  delle loro lunghezze
- Le piastre degli attacchi a flangia non devono presentare deformazioni superiori a  $1/1000$  della loro dimensione massima e comunque non superare il valore di 1.5mm
- Le piastre degli attacchi a flangia devono essere accuratamente pulite e preferibilmente trattate mediante sabbiatura

### 5.3.9. Saldature per attacchi flangiati / piastre composte da piu' piatti / ecc.

Tali saldature, ove non diversamente specificato, vanno eseguite realizzando cordoni d'angolo, distribuiti lungo tutto il perimetro di contatto tra le diverse lamiere / profilati da collegare, con sezioni di gola  $H_g$  non minore di  $0,7 Sp_1$ , dove  $Sp_1$  e' lo spessore minimo delle lamiere da collegare.

