



**Ing. Cesare Caracciolo**

Via Baronina 1 int. 1 – 23823 – Colico (LC)

e-mail : cesare.caracciolo@ingpec.eu

*Progettazione civile e industriale, energie rinnovabili*

P.iva : 03446440137

Tel. : +39 3335361443



**COMUNE DI COLICO  
PROVINCIA DI LECCO**

**"REALIZZAZIONE PIAZZOLA ECOLOGICA – OPERE  
STRUTTURALI"**

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

**RELAZIONE TECNICA OPERE ACCIAIO**

<b>Data</b>	<b>Revisione</b>	<b>Firma</b>	<b>Timbro</b>	<b>Allegato</b>
Dicembre2020	0 – Emissione	Cesare Caracciolo		<b>D</b>



**Ing. Cesare Caracciolo**

Via Baronia 1 int. 1 – 23823 – Colico (LC)

e-mail : cesare.caracciolo@ingpec.eu

*Progettazione civile e industriale, energie rinnovabili*

P.iva : 03446440137

Tel. : +39 3335361443

# **RELAZIONE TECNICA TETTOIA**





**Ing. Cesare Caracciolo**  
Via Baronia 1 int. 1 – 23823 – Colico (LC)  
e-mail : cesare.caracciolo@ingpec.eu

*Progettazione civile e industriale, energie rinnovabili*

P.iva : 03446440137  
Tel. : +39 3335361443

- **Strutture metalliche**

I materiali per i profilati :

-S 275 JR EN 10025 con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Carico unitario di rottura	$f_{tk}$	= 430	N/mm <sup>2</sup>
- Carico unitario di snervamento	$f_{sd}$	= 275	N/mm <sup>2</sup>
- Modulo elastico	E	= 206000	N/mm <sup>2</sup>

I materiali per tasselli tirafondi :

-Classe 8.8 con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Carico unitario di rottura	$f_{tk}$	= 800	N/mm <sup>2</sup>
- Carico unitario di snervamento	$f_{sd}$	= 640	N/mm <sup>2</sup>
- Modulo elastico	E	= 206000	N/mm <sup>2</sup>



**Ing. Cesare Caracciolo**

Via Baronia 1 int. 1 – 23823 – Colico (LC)  
e-mail : cesare.caracciolo@ingpec.eu

*Progettazione civile e industriale, energie rinnovabili*

P.iva : 03446440137  
Tel. : +39 3335361443

## **1.1 NORME DI CALCOLO**

La relazione tecnica è stata redatta in base ai criteri dettati dalla Scienza delle costruzioni e dalla Tecnica delle costruzioni, tenendo conto di quanto disposto dal :

- D.M. del 17.gennaio.2018 “ NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI “
- Circolare n.7 C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019 ,
- UNI EN 1990-1-2 Criteri generali di progettazione strutturale
- UNI EN 1991-1-1 Azioni sulle strutture
- UNI ENV 1991-1 - 1996 Eurocodice 1 parte 1 “ Basi di calcolo”
- UNI ENV 1993-1 - 1998 Eurocodice 3 parte 1-1 “ Strutture in acciaio Regole generali- ”  
EN 1090-2:2008 Execution of steel structures

E' stato realizzato un modello di studio tramite software ad elementi finiti con il programma SAP2000 v.20.2.2, Licenza n. OX-2EC5E; programma certificato e di comprovata attendibilità.

Si esaminano i diversi carichi permanenti nei riguardi delle sezioni più sollecitate procedendo dove necessario alla sovrapposizione degli effetti.



- **Classificazione secondo EN 1090**

Le classi di importanza per i componenti strutturali sono suddivise in tre livelli denotate con CCI (i = 1, 2 o 3) in funzione della norma EN 1990:2002. Essa esprime il requisito di affidabilità delle strutture, in ragione delle conseguenze di un evento di dissesto strutturale.

prospetto B.1 **Definizione delle classi di conseguenze**

Classe di conseguenze	Descrizione	Esempi di edifici e di opere di ingegneria civile
CC3	<b>Elevate</b> conseguenze per perdita di vite umane, o conseguenze <b>molto gravi</b> in termini economici, sociali o ambientali	Gradinate in impianti sportivi, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono alte (per esempio, una sala da concerti)
CC2	Conseguenze <b>medie</b> per perdita di vite umane, conseguenze <b>considerevoli</b> in termini economici, sociali o ambientali	Edifici residenziali e per uffici, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono medie (per esempio un edificio per uffici)
CC1	Conseguenze <b>basse</b> per perdita di vite umane, e conseguenze <b>modeste o trascurabili</b> in termini economici, sociali o ambientali	Costruzioni agricole, nei quali generalmente nessuno entra (per esempio, i magazzini), serre

Il riferimento all'Eurocodice 3 (UNI EN 1993-1-1:2005 / A1:2014, Annex C) Appendice C\_EN 1993-1-1 fornisce la matrice raccomandata per la selezione delle classi di esecuzione determinate dalla classe di importanza, dalla produzione selezionata e dalla categoria di servizio.

**Tabella 1** – Determinazione delle classi di esecuzione secondo UNI EN 1993-1-1:2005/A1:2014 (tab. C.1 Appendice C)

Classi di Affidabilità (RC) o Classi di Conseguenze (CC)	Tipo di carico	
	Quasi-statico e/o classe di duttilità sismica DCL ( <sup>1</sup> )	Soggette a fatica ( <sup>2</sup> ) e/o classe di duttilità sismica DCM o DCH ( <sup>1</sup> )
RC3 o CC3	EXC3( <sup>3</sup> )	EXC3( <sup>3</sup> )
RC2 o CC2	EXC2	EXC3
RC1 o CC1	EXC1	EXC2

(<sup>1</sup>) Classi di duttilità definite in EN 1998-1; DCL=bassa, DCM=media, DCH=alta.  
(<sup>2</sup>) Vedi EN 1993-1-9.  
(<sup>3</sup>) Per strutture nelle quali il superamento degli stati limite di servizio ed ultimi porti a conseguenze giudicate particolarmente onerose, può essere specificata la classe EXC4.



prospetto L.1 Guida a un metodo per la selezione della classe di ispezione della saldatura

Livello di durata a fatica <sup>a)</sup>	Conseguenze di un cedimento dell'articolazione o del componente <sup>c)</sup>	Sollecitazioni nella saldatura <sup>b)</sup>	Classe di ispezione della saldatura (WIC)
Elevato utilizzo a fatica	Sostanziali <sup>b)</sup>	Saldature con direzione della sollecitazione principale dinamica trasversale alla saldatura (tra 45° e 135°)	WIC5
		Saldature con direzione della sollecitazione principale dinamica allineata alla saldatura (tra -45° e +45°)	WIC4
	Non sostanziali <sup>c)</sup>	Saldature con direzione della sollecitazione principale dinamica trasversale alla saldatura (tra 45° e 135°)	WIC3
		Saldature con direzione della sollecitazione principale dinamica allineata alla saldatura (tra -45° e +45°)	WIC2
Nessun utilizzo a fatica (cioè quasi statico) o Basso utilizzo a fatica	Sostanziali <sup>b)</sup>	Saldature con elevate <sup>d)</sup> sollecitazioni di trazione trasversali alla saldatura	WIC5
		Saldature con basse sollecitazioni di trazione trasversali alla saldatura e/o elevate <sup>d)</sup> sollecitazioni di taglio	WIC4
	Non sostanziali <sup>c)</sup>	Per saldature in EXC3 o EXC4 con elevate <sup>d)</sup> sollecitazioni di trazione trasversali alla saldatura	WIC3
		Tutte le altre saldature portanti ad eccezione delle saldature in EXC1	WIC2
	Saldature in EXC1 e saldature non portanti	WIC1	

a) Una bassa durata a fatica significa un collegamento con una durata a fatica calcolata superiore a 4 volte la durata a fatica richiesta.  
b) Conseguenze sostanziali significa che il cedimento dell'elemento o dell'articolazione comporterà:  
- possibile perdita di più vite umane; e/o;  
- un inquinamento significativo; e/o;  
- gravi conseguenze economiche.  
c) Le conseguenze possono essere valutate come non sostanziali se la struttura è stata dotata di una resistenza residua sufficiente per far fronte ad azioni accidentali specificate.  
d) Le sollecitazioni elevate sono quelle che provocano una sollecitazione (quasi-)statica maggiore del 50% della capacità di trazione o di taglio delle saldature, come appropriato. Le basse sollecitazioni sono quelle che si comportano in modo opposto. Particolare attenzione dovrebbe essere indicata anche alla scelta del WIC, laddove la sollecitazione principale si registra nella direzione dello spessore del materiale di partenza.



**Ing. Cesare Caracciolo**

Via Baronia 1 int. 1 – 23823 – Colico (LC)  
e-mail : cesare.caracciolo@ingpec.eu

*Progettazione civile e industriale, energie rinnovabili*

P.iva : 03446440137  
Tel. : +39 3335361443

## Entità dei controlli sulle saldature secondo prospetto L2 EN 1090

prospetto L2 **Entità percentuale delle prove supplementari secondo il WIC**

Classe di ispezione della saldatura (WIC)	Tipo di giunto	RT	UT	MT/PT
WIC5	Saldatura di testa in linea a piena penetrazione	10	100	100
	Saldatura di testa a T a piena penetrazione	0	100	100
	Saldature a penetrazione parziale con profondità di penetrazione superiore a 12 mm	0	20	100
	Altre saldature a penetrazione parziale e tutte le saldature d'angolo	0	0	100
WIC4	Saldatura di testa in linea a piena penetrazione	5	50	100
	Saldatura di testa a T a piena penetrazione	0	50	100
	Saldature a penetrazione parziale con profondità di penetrazione superiore a 12 mm	0	10	100
	Altre saldature a penetrazione parziale e tutte le saldature d'angolo	0	0	100
WIC3	Saldatura di testa in linea a piena penetrazione	0	20	20
	Saldatura di testa a T a piena penetrazione	0	20	20
	Saldature a penetrazione parziale con profondità di penetrazione superiore a 12 mm	0	5	20
	Altre saldature a penetrazione parziale e tutte le saldature d'angolo	0	0	20
WIC2	Saldatura di testa in linea a piena penetrazione	0	10	10
	Saldatura di testa a T a piena penetrazione	0	10	10
	Saldature a penetrazione parziale con profondità di penetrazione superiore a 12 mm	0	5	5
	Altre saldature a penetrazione parziale e tutte le saldature d'angolo	0	0	5
WIC1	Tutti i tipi di giunto	0	0	0

La struttura è classificata in classe di esecuzione EXC2 secondo la EN 1090.





## **1.2 ANALISI DEI CARICHI**

Si considerano i seguenti carichi verticali:

### **a) Carichi permanenti:**

-Pesi propri computati automaticamente dal programma di calcolo in base alle sezione ed alle geometrie adottate ( $G_1$ )

-Pesi propri portati pannello di copertura ( $G_2$ ) = 40 daN/m<sup>2</sup>

Si considerano i seguenti carichi verticali:

### **b) Sovraccarichi :**

## **-AZIONE NEVE**



Secondo la classificazione del territorio italiano da norme tecniche risulta:

### **Zona I – Alpina**

Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano,  
Brescia, Como, Cuneo, **Lecco**, Pordenone,  
Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania,  
Vercelli, Vicenza.

$$q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

$a_s$  (altitudine sul livello del mare [m])



$q_{sk}$  (val. caratt. della neve al suolo [daN/m<sup>2</sup>])

**163**

$q_s$  (carico neve sulla copertura [daN/m<sup>2</sup>]) =  $\mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E$

Topografia	Descrizione	$C_E$
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

Valore del carico della neve al suolo

$q_s$  (carico della neve al suolo [daN/m<sup>2</sup>])      **163**

Coefficiente di forma (copertura a due falde)

$\alpha_1$  (inclinazione falda [°])      7°       $\mu (\alpha_i) =$       **0,8**

(Carico agente)

**131 daN/m<sup>2</sup>**

$\mu (\alpha_i)$

**131 daN/m<sup>2</sup>**

Si adotta un carico da neve di 131 daN/m<sup>2</sup>.



**Ing. Cesare Caracciolo**

Via Baronia 1 int. 1 – 23823 – Colico (LC)  
e-mail : cesare.caracciolo@ingpec.eu

*Progettazione civile e industriale, energie rinnovabili*

P.iva : 03446440137  
Tel. : +39 3335361443

## - AZIONI DEL VENTO

Si adotta una velocità del vento al suolo di riferimento pari a

$$V_{b0} = 25 \text{ m/s} \quad \text{Zona 1 – Lombardia}$$



La pressione cinetica di riferimento è data dall'espressione

$$q_b = \frac{1}{2} * \rho * V_{b0}^2 = 39,12 \text{ daN/m}^2$$

Con  $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$  densità dell'aria

E' assunta la classe di rugosità del terreno **B**. La categoria di esposizione è **IV**.

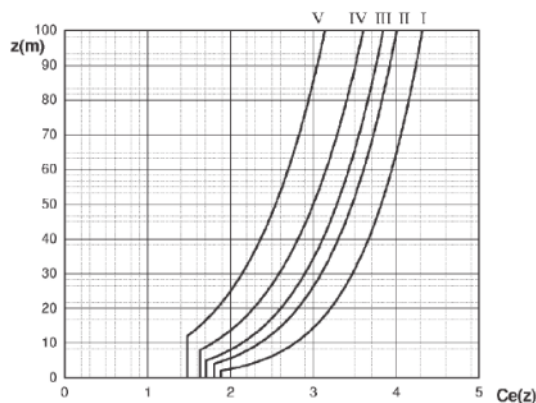
Il coefficiente esposizione è dato dall'espressione

$$C_{e(z)} = k_r^2 C_t \ln(z/z_0) * (7 + C_t \ln(z/z_0)) =$$

$$K_r = 0.22$$

$$z_0 = 0.3$$

$$z_{min} = 8 \text{ m}$$



Il coefficiente di esposizione è calcolato pari a:

$$- \quad C_e = 1,64 \text{ a quota pari inferiore a } 800\text{cm} \text{ rispetto al terreno.}$$

Si assume un coefficiente dinamico  $C_d = 1$

Si assume un coefficiente di forma

$$\begin{aligned} - \quad C_f &= -0.5 - 0.2 * 7/30 = -0.64 && \text{sulla falda (SOTTOVENTO)} \\ - \quad C_f &= 0.2 - 0.7 * 7/30 = +0.363 && \text{sulla falda (SOPRAVENTO)} \end{aligned}$$



Si considerano i seguenti carichi legati all'azione della vento:

$$Q_{\text{SOTTOVENTO}} = 41 \text{ daN/m}^2$$

$$Q_{\text{SOPRAVENTO}} = 23 \text{ daN/m}^2 \text{ A FAVORE DI SICUREZZA SI ASSUME PARI A } 64 \text{ daN/m}^2$$

### c) CARICHI DINAMICI

La conoscenza della vita nominale e della classe d'uso II consente di determinare il periodo di riferimento per l'azione sismica

$$V_R = V_N * C_u ; \quad V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni}$$

Il periodo di riferimento per l'azione sismica è calcolato in funzione della probabilità di superamento e quindi dello stato limite considerato.

$$T_R = V_R / ( \ln ( 1 - P_{VR,SLV} ) )$$

Ai fini delle verifica della struttura si considerano due stati limite:

- **Stato limite di danno:** al quale corrisponde una probabilità di superamento del 63% e un conseguente periodo di riferimento di **50 anni**, impiegato nelle verifiche di deformabilità in esercizio.
- **Stato limite di salvaguardia della vita:** al quale corrisponde una probabilità di superamento del 10% e un conseguente periodo di riferimento di **475 anni**, impiegato nelle verifiche di resistenza.

### Metodo di analisi

Ai fini delle verifiche strutturali, l'azione sismica è convenzionalmente schematizzata come un'azione con tre componenti traslazionali, due orizzontali, una verticale. In questa sede è trascurata la componente verticale. La risposta alle componenti orizzontali è determinata impiegando il metodo dell'analisi dinamica lineare, considerando lo spettro di risposta elastico definito ai sensi del **D.M. 17/01/2018, cap. 7**.

Le verifiche allo stato limite di esercizio sono state eseguite considerando lo spettro di risposta allo stato limite di danno (SLD) con smorzamento viscoso  $\xi = 5\%$ . Le verifiche allo stato limite ultimo sono state eseguite considerando lo spettro di risposta allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).

### Fattore di comportamento

Il fattore di comportamento  $e'$  è determinato in accordo con il punto 7.3.1 – 7.5.2.2 delle norma NTC 2018.



**Ing. Cesare Caracciolo**

Via Baronia 1 int. 1 – 23823 – Colico (LC)  
e-mail : cesare.caracciolo@ingpec.eu

*Progettazione civile e industriale, energie rinnovabili*

P.iva : 03446440137  
Tel. : +39 3335361443

$$q = q_0 * K_R = 1.0$$

dove  $K_R = 1$  per costruzioni regolari in altezza per  $q_0 = 2$  per costruzioni in acciaio classe B, prospetto 7.3.II -

Ai fini dell'analisi la struttura è considerata come **non dissipativa**, considerando un fattore di comportamento  $q = 1.0$  secondo quanto riportato nel prospetto 7.3.I, pertanto non si procede al calcolo con la gerarchia delle resistenze.

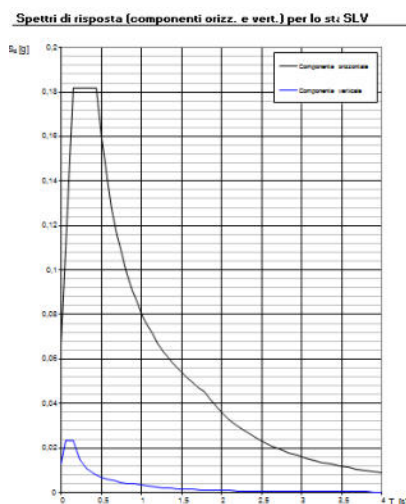
### Sisma

Classificazione sulla base della normativa in vigore:

In mancanza di specifiche informazioni in merito la natura del sottosuolo nell'area di oggetto, è considerata, ai fini dell'analisi, una **categoria di sottosuolo B** [D.m. 17/01/2018, Tab. 3.2.II]. A livello topografico, la struttura è situata su di un area essenzialmente pianeggiante, pertanto si attribuisce una **categoria topografica T1** [D.m. 17/01/2018, Tab. 3.2.II].

L'ordinanza O.P.C.M. 3274 definisce l'area oggetto di intervento come "Zona 4" relativamente alla classificazione sismica del territorio nazionale.

La delibera X/2129 del 11/07/2014 definisce **Colico** come "Zona 4" e stabilisce i seguenti parametri :



Lo spettro di carico dovuto al sisma è dato :

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati di esso ottenuti sono oneri e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.



**d) combinazioni di carico**

**- Stati limite di esercizio - SLE**

In riferimento al **punto 2.5.3 nelle NTC 2018** sono state considerate le seguenti combinazioni di carico ai fini dell'analisi:

CARATTERISTICA RARA  $F_{d,SLE} = G_1 + G_2 + Q_{K1} + \psi_{02} * Q_{K2} + \psi_{03} * Q_{K3} + \psi_{04} * Q_{K4}$

COMBINAZIONE SISMICA  $F_{d,SLE} = E + G_1 + G_2 + \psi_{21} * Q_{K1} + \psi_{2i} * Q_{Ki}$

- Con  $E_{dir. x.}$  = Azione del sisma direzione x (SLD)  
 $E_{dir. y.}$  = Azione del sisma direzione y (SLD)  
 $G_1$  = Peso proprio elementi strutturali  
 $G_2$  = Peso proprio elementi impianti portati  
 $Q_{K1}$  = Azione caratteristica di combinazione  
 $Q_{Ki}$  = Azioni secondarie di combinazione  
 $\psi_{0i}$  = Coefficiente di non contemporaneità delle azioni  
 $\psi_{2i}$  = Coefficiente di non contemporaneità delle azioni  
 $Y_{G1;2}$  = Coefficiente parziale per i pesi propri e portati

Combo	Carichi								
	$G_1$	$G_2$	$Q_{VENTO+}$	$Q_{VENTO-}$	$Q_{NEVE}$	$Q_{VENTO META'}$	$Q_{NEVE META'}$	Ex	Ey
	Propri	Portati	Vento	Vento	Neve	Vento	Neve	Sisma x (SLD)	Sisma y (SLD)
1	1	1	0	0.6	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	0.5	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0	0	0	0
4	1	1	0	0	0	0.6	1	0	0
5	1	1	0	0	0	1	0.5	0	0
6	1	1	0	0	0	0	0	1	0.3
7	1	1	0	0	0	0	0	0.3	1



**- Stati limite ultimi - SLU**

In riferimento al **punto 2.5.3 nelle NTC 2018** sono state considerate le seguenti combinazioni di carico ai fini dell'analisi:

FONDAMENTALE  $F_{d,SLU} = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{K1} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{Ki}$

COMBINAZIONE SISMICA  $F_{d,SLE} = E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{2i} \cdot Q_{Ki}$

- Con
- $E_{dir. x.}$  = Azione del sisma direzione x (SLV)
  - $E_{dir. y.}$  = Azione del sisma direzione y (SLV)
  - $G_1$  = Peso proprio elementi strutturali
  - $G_2$  = Peso proprio elementi impianti portati
  - $Q_{K1}$  = Azione caratteristica di combinazione
  - $Q_{Ki}$  = Azioni secondarie di combinazione
  - $\psi_{0i}$  = Coefficiente di non contemporaneità delle azioni
  - $\psi_{2i}$  = Coefficiente di non contemporaneità delle azioni
  - $\gamma_{G1;2}$  = Coefficiente parziale per i pesi propri e portati

Combo	Carichi								
	$G_1$	$G_2$	$Q_{VENTO+}$	$Q_{VENTO-}$	$Q_{NEVE}$	$Q_{VENTO META'}$	$Q_{NEVE META'}$	Ex	Ey
	Propri	Portati	Vento	Vento	Neve	Vento	Neve	Sisma x (SLD)	Sisma y (SLD)
8	1.3	1.5	0	0.9	1.5	0	0	0	0
9	1.3	1.5	0	1.5	0.75	0	0	0	0
10	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0
11	1.3	1.5	0	0	0	0.9	1.5	0	0
12	1.3	1.5	0	0	0	1.5	0.75	0	0
13	1	1	0	0	0	0	0	1	0.3
14	1	1	0	0	0	0	0	0.3	1



**Ing. Cesare Caracciolo**

Via Baronia 1 int. 1 – 23823 – Colico (LC)  
e-mail : cesare.caracciolo@ingpec.eu

*Progettazione civile e industriale, energie rinnovabili*

P.iva : 03446440137  
Tel. : +39 3335361443

# **RELAZIONE TECNICA PASSERELLA**





Ing. Cesare Caracciolo

Via Baronia 1 int. 1 – 23823 – Colico (LC)  
e-mail : cesare.caracciolo@ingpec.eu

Progettazione civile e industriale, energie rinnovabili

P.iva : 03446440137  
Tel. : +39 3335361443

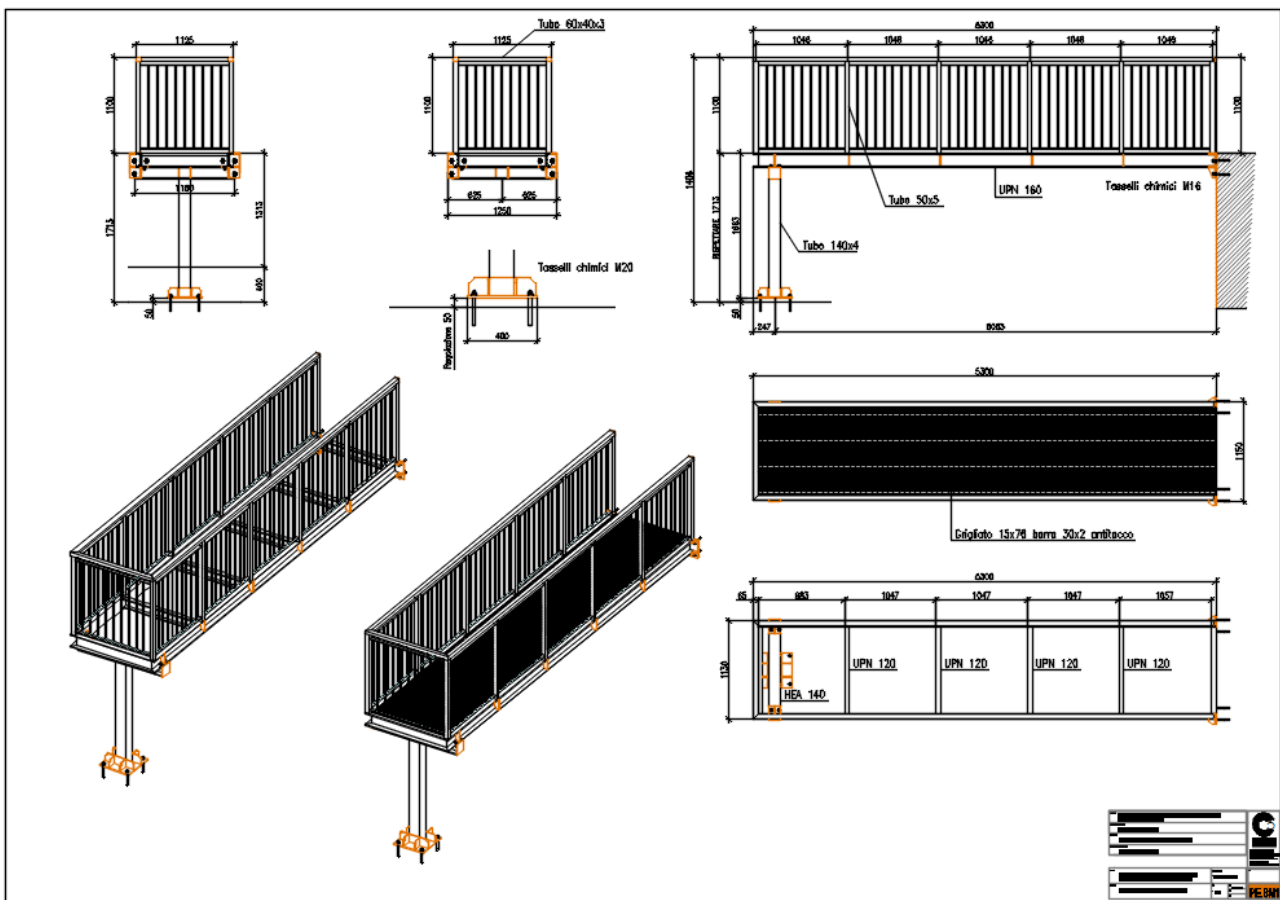
## NOTE DESCRITTIVE

L'oggetto delle verifiche che seguono è una struttura metallica ad passerella da realizzarsi a Colico in provincia di Como.

La struttura è costituita da travi principali in profilato UPN 160, vincolate al muro di contenimento da un lato e ad un portale con trave in HEA 140 e colonna TUBO 140x4 dall'altro.

Le travi secondarie sono realizzate con UPN 120.

La lunghezza complessiva della struttura è 530 cm, la sua larghezza 115 cm e l'altezza dal piano di fondazione 171 cm.





**Ing. Cesare Caracciolo**

Via Baronia 1 int. 1 – 23823 – Colico (LC)  
e-mail : cesare.caracciolo@ingpec.eu

*Progettazione civile e industriale, energie rinnovabili*

P.iva : 03446440137  
Tel. : +39 3335361443

I materiali previsti per la costruzione della struttura sono del tipo :

- **Strutture metalliche**

I materiali per i profilati :

-S 275 JR EN 10025 con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Carico unitario di rottura	$f_{tk}$	= 430	N/mm <sup>2</sup>
- Carico unitario di snervamento	$f_{sd}$	= 275	N/mm <sup>2</sup>
- Modulo elastico	E	= 206000	N/mm <sup>2</sup>

I materiali per tasselli :

-Classe 8.8 con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Carico unitario di rottura	$f_{tk}$	= 800	N/mm <sup>2</sup>
- Carico unitario di snervamento	$f_{sd}$	= 640	N/mm <sup>2</sup>
- Modulo elastico	E	= 206000	N/mm <sup>2</sup>



**Ing. Cesare Caracciolo**

Via Baronia 1 int. 1 – 23823 – Colico (LC)  
e-mail : cesare.caracciolo@ingpec.eu

*Progettazione civile e industriale, energie rinnovabili*

P.iva : 03446440137  
Tel. : +39 3335361443

## **1.1 NORME DI CALCOLO**

La relazione tecnica è stata redatta in base ai criteri dettati dalla Scienza delle costruzioni e dalla Tecnica delle costruzioni, tenendo conto di quanto disposto dal :

- D.M. del 17.gennaio.2018 “ NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI “
- Circolare n.7 C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019 ,
- UNI EN 1990-1-2 Criteri generali di progettazione strutturale
- UNI EN 1991-1-1 Azioni sulle strutture
- UNI ENV 1991-1 - 1996 Eurocodice 1 parte 1 “ Basi di calcolo”
- UNI ENV 1993-1 - 1998 Eurocodice 3 parte 1-1 “ Strutture in acciaio Regole generali- ”  
EN 1090-2:2008 Execution of steel structures

E' stato realizzato un modello di studio tramite software ad elementi finiti con il programma SAP2000 v.20.2.2, Licenza n. OX-2EC5E; programma certificato e di comprovata attendibilità.

Si esaminano i diversi carichi permanenti nei riguardi delle sezioni più sollecitate procedendo dove necessario alla sovrapposizione degli effetti.



- **Classificazione secondo EN 1090**

Le classi di importanza per i componenti strutturali sono suddivise in tre livelli denotate con CCi (i = 1, 2 o 3) in funzione della norma EN 1990:2002. Essa esprime il requisito di affidabilità delle strutture, in ragione delle conseguenze di un evento di dissesto strutturale.

prospetto B.1 **Definizione delle classi di conseguenze**

Classe di conseguenze	Descrizione	Esempi di edifici e di opere di ingegneria civile
CC3	<b>Elevate</b> conseguenze per perdita di vite umane, o conseguenze <b>molto gravi</b> in termini economici, sociali o ambientali	Gradinate in impianti sportivi, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono alte (per esempio, una sala da concerti)
CC2	Conseguenze <b>medie</b> per perdita di vite umane, conseguenze <b>considerevoli</b> in termini economici, sociali o ambientali	Edifici residenziali e per uffici, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono medie (per esempio un edificio per uffici)
CC1	Conseguenze <b>basse</b> per perdita di vite umane, e conseguenze <b>modeste o trascurabili</b> in termini economici, sociali o ambientali	Costruzioni agricole, nei quali generalmente nessuno entra (per esempio, i magazzini), serre

Il riferimento all'Eurocodice 3 (UNI EN 1993-1-1:2005 / A1:2014, Annex C) Appendice C\_EN 1993-1-1 fornisce la matrice raccomandata per la selezione delle classi di esecuzione determinate dalla classe di importanza, dalla produzione selezionata e dalla categoria di servizio.

**Tabella 1** – Determinazione delle classi di esecuzione secondo UNI EN 1993-1-1:2005/A1:2014 (tab. C.1 Appendice C)

Classi di Affidabilità (RC) o Classi di Conseguenze (CC)	Tipo di carico	
	Quasi-statico e/o classe di duttilità sismica DCL ( <sup>1</sup> )	Soggette a fatica ( <sup>2</sup> ) e/o classe di duttilità sismica DCM o DCH ( <sup>1</sup> )
RC3 o CC3	EXC3( <sup>3</sup> )	EXC3( <sup>3</sup> )
RC2 o CC2	EXC2	EXC3
RC1 o CC1	EXC1	EXC2

(<sup>1</sup>) Classi di duttilità definite in EN 1998-1: DCL=bassa, DCM=media, DCH=alta.  
(<sup>2</sup>) Vedi EN 1993-1-9.  
(<sup>3</sup>) Per strutture nelle quali il superamento degli stati limite di servizio ed ultimi porti a conseguenze giudicate particolarmente onerose, può essere specificata la classe EXC4.



prospetto L.1 Guida a un metodo per la selezione della classe di ispezione della saldatura

Livello di durata a fatica <sup>a)</sup>	Conseguenze di un cedimento dell'articolazione o del componente <sup>c)</sup>	Sollecitazioni nella saldatura <sup>b)</sup>	Classe di ispezione della saldatura (WIC)
Elevato utilizzo a fatica	Sostanziali <sup>b)</sup>	Saldature con direzione della sollecitazione principale dinamica trasversale alla saldatura (tra 45° e 135°)	WIC5
		Saldature con direzione della sollecitazione principale dinamica allineata alla saldatura (tra -45° e +45°)	WIC4
	Non sostanziali <sup>c)</sup>	Saldature con direzione della sollecitazione principale dinamica trasversale alla saldatura (tra 45° e 135°)	WIC3
		Saldature con direzione della sollecitazione principale dinamica allineata alla saldatura (tra -45° e +45°)	WIC2
Nessun utilizzo a fatica (cioè quasi statico) o Basso utilizzo a fatica	Sostanziali <sup>b)</sup>	Saldature con elevate <sup>d)</sup> sollecitazioni di trazione trasversali alla saldatura	WIC5
		Saldature con basse sollecitazioni di trazione trasversali alla saldatura e/o elevate <sup>d)</sup> sollecitazioni di taglio	WIC4
	Non sostanziali <sup>c)</sup>	Per saldature in EXC3 o EXC4 con elevate <sup>d)</sup> sollecitazioni di trazione trasversali alla saldatura	WIC3
		Tutte le altre saldature portanti ad eccezione delle saldature in EXC1	WIC2
	Saldature in EXC1 e saldature non portanti	WIC1	

a) Una bassa durata a fatica significa un collegamento con una durata a fatica calcolata superiore a 4 volte la durata a fatica richiesta.  
b) Conseguenze sostanziali significa che il cedimento dell'elemento o dell'articolazione comporterà:  
- possibile perdita di più vite umane; e/o;  
- un inquinamento significativo; e/o;  
- gravi conseguenze economiche.  
c) Le conseguenze possono essere valutate come non sostanziali se la struttura è stata dotata di una resistenza residua sufficiente per far fronte ad azioni accidentali specificate.  
d) Le sollecitazioni elevate sono quelle che provocano una sollecitazione (quasi-)statica maggiore del 50% della capacità di trazione o di taglio delle saldature, come appropriato. Le basse sollecitazioni sono quelle che si comportano in modo opposto. Particolare attenzione dovrebbe essere indicata anche alla scelta del WIC, laddove la sollecitazione principale si registra nella direzione dello spessore del materiale di partenza.



**Ing. Cesare Caracciolo**

Via Baronia 1 int. 1 – 23823 – Colico (LC)  
e-mail : cesare.caracciolo@ingpec.eu

*Progettazione civile e industriale, energie rinnovabili*

P.iva : 03446440137  
Tel. : +39 3335361443

## Entità dei controlli sulle saldature secondo prospetto L2 EN 1090

prospetto L2 **Entità percentuale delle prove supplementari secondo il WIC**

Classe di ispezione della saldatura (WIC)	Tipo di giunto	RT	UT	MT/PT
WIC5	Saldatura di testa in linea a piena penetrazione	10	100	100
	Saldatura di testa a T a piena penetrazione	0	100	100
	Saldature a penetrazione parziale con profondità di penetrazione superiore a 12 mm	0	20	100
	Altre saldature a penetrazione parziale e tutte le saldature d'angolo	0	0	100
WIC4	Saldatura di testa in linea a piena penetrazione	5	50	100
	Saldatura di testa a T a piena penetrazione	0	50	100
	Saldature a penetrazione parziale con profondità di penetrazione superiore a 12 mm	0	10	100
	Altre saldature a penetrazione parziale e tutte le saldature d'angolo	0	0	100
WIC3	Saldatura di testa in linea a piena penetrazione	0	20	20
	Saldatura di testa a T a piena penetrazione	0	20	20
	Saldature a penetrazione parziale con profondità di penetrazione superiore a 12 mm	0	5	20
	Altre saldature a penetrazione parziale e tutte le saldature d'angolo	0	0	20
WIC2	Saldatura di testa in linea a piena penetrazione	0	10	10
	Saldatura di testa a T a piena penetrazione	0	10	10
	Saldature a penetrazione parziale con profondità di penetrazione superiore a 12 mm	0	5	5
	Altre saldature a penetrazione parziale e tutte le saldature d'angolo	0	0	5
WIC1	Tutti i tipi di giunto	0	0	0

La struttura è classificata in classe di esecuzione EXC2 secondo la EN 1090.



## **1.2 ANALISI DEI CARICHI**

Si considerano i seguenti carichi verticali:

### **a) Carichi permanenti:**

-Pesi propri computati automaticamente dal programma di calcolo in base alle sezione ed alle geometrie adottate ( $G_1$ )

-Pesi propri portati grigliato ( $G_2$ ) = 30 daN/m<sup>2</sup>  
-Pesi propri portati parapetto ( $G_2$ ) = 30 daN/m

Si considerano i seguenti carichi verticali:

### **b) Sovraccarichi :**

-Pesi propri portati pannello di copertura ( $Q$ ) = 400 daN/m<sup>2</sup>

- **AZIONI DEL VENTO NON CONSIDERATA DATA L'ESIGUIA' DEI PROFILI**

- **AZIONI DELLA NEVE NON CONSIDERATA ESSENDO PREDOMINANTE IL CARICO ACCIDENTALE**

### **c) CARICHI DINAMICI**

La conoscenza della vita nominale e della classe d'uso II consente di determinare il periodo di riferimento per l'azione sismica

$$V_R = V_N * C_u ; \quad V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni}$$

Il periodo di riferimento per l'azione sismica è calcolato in funzione della probabilità di superamento e quindi dello stato limite considerato.

$$T_R = V_R / ( \ln ( 1 - P_{VR,SLV} ) )$$

Ai fini delle verifica della struttura si considerano due stati limite:

- **Stato limite di danno:** al quale corrisponde una probabilità di superamento del 63% e un conseguente periodo di riferimento di **50 anni**, impiegato nelle verifiche di deformabilità in esercizio.





- **Stato limite di salvaguardia della vita:** al quale corrisponde una probabilità di superamento del 10% e un conseguente periodo di riferimento di **475 anni**, impiegato nelle verifiche di resistenza.

### **Metodo di analisi**

Ai fini delle verifiche strutturali, l'azione sismica è convenzionalmente schematizzata come un'azione con tre componenti traslazionali, due orizzontali, una verticale. In questa sede è trascurata la componente verticale. La risposta alle componenti orizzontali è determinata impiegando il metodo dell'analisi dinamica lineare, considerando lo spettro di risposta elastico definito ai sensi del **D.M. 17/01/2018, cap. 7.**

Le verifiche allo stato limite di esercizio sono state eseguite considerando lo spettro di risposta allo stato limite di danno (SLD) con smorzamento viscoso  $\xi = 5\%$ . Le verifiche allo stato limite ultimo sono state eseguite considerando lo spettro di risposta allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).

### **Fattore di comportamento**

Il fattore di comportamento  $e'$  è determinato in accordo con il punto 7.3.1 – 7.5.2.2 delle norma NTC 2018.

$$q = q_0 * K_R = 1.0$$

dove  $K_R = 1$  per costruzioni regolari in altezza per  $q_0 = 2$  per costruzioni in acciaio classe B, prospetto 7.3.II -

Ai fini dell'analisi la struttura è considerata come **non dissipativa**, considerando un fattore di comportamento  $q = 1.0$  secondo quanto riportato nel prospetto 7.3.I, pertanto non si procede al calcolo con la gerarchia delle resistenze.

### **Sisma**

Classificazione sulla base della normativa in vigore:

In mancanza di specifiche informazioni in merito la natura del sottosuolo nell'area di oggetto, è considerata, ai fini dell'analisi, una **categoria di sottosuolo B** [D.m. 17/01/2018, Tab. 3.2.II]. A livello topografico, la struttura è situata su di un area essenzialmente pianeggiante, pertanto si attribuisce una **categoria topografica T1** [D.m. 17/01/2018, Tab. 3.2.II].

L'ordinanza O.P.C.M. 3274 definisce l'area oggetto di intervento come "Zona 4" relativamente alla classificazione sismica del territorio nazionale.





**Ing. Cesare Caracciolo**

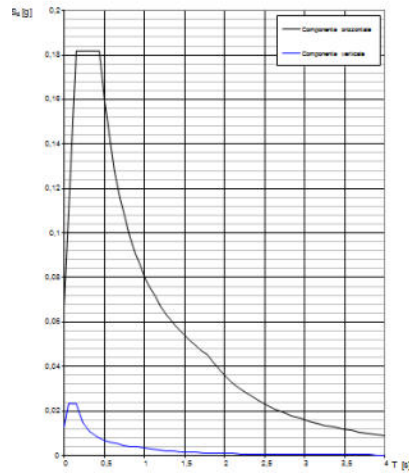
Via Baronia 1 int. 1 – 23823 – Colico (LC)  
e-mail : cesare.caracciolo@ingpec.eu

*Progettazione civile e industriale, energie rinnovabili*

P.iva : 03446440137  
Tel. : +39 3335361443

La delibera X/2129 del 11/07/2014 definisce **Colico** come "Zona 4" e stabilisce i seguenti parametri:

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo st. SLV**



Lo spettro di carico dovuto al sisma è dato :

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti come oneri e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.



#### d) combinazioni di carico

##### - Stati limite di esercizio - SLE

In riferimento al **punto 2.5.3 nelle NTC 2018** sono state considerate le seguenti combinazioni di carico ai fini dell'analisi:

CARATTERISTICA RARA  $F_{d, SLE} = G_1 + G_2 + Q_{K1} + \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \psi_{03} \cdot Q_{K3} + \psi_{04} \cdot Q_{K4}$

COMBINAZIONE SISMICA  $F_{d, SLE} = E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{2i} \cdot Q_{Ki}$

- Con
- $E_{dir. x.}$  = Azione del sisma direzione x (SLD)
  - $E_{dir. y.}$  = Azione del sisma direzione y (SLD)
  - $G_1$  = Peso proprio elementi strutturali
  - $G_2$  = Peso proprio elementi impianti portati
  - $Q_{K1}$  = Azione caratteristica di combinazione
  - $Q_{Ki}$  = Azioni secondarie di combinazione
  - $\psi_{0i}$  = Coefficiente di non contemporaneità delle azioni
  - $\psi_{2i}$  = Coefficiente di non contemporaneità delle azioni
  - $\gamma_{G1;2}$  = Coefficiente parziale per i pesi propri e portati

Combo	Carichi				
	G1	G2	Q <sub>SOVR</sub>	Ex	Ey
	Propri	Portati	Sovraccarico	Sisma x (SLD)	Sisma y (SLD)
1	1	1	1	0	0
2	1	1	0	1	0.3
3	1	1	0	0.3	1



- **Stati limite ultimi - SLU**

In riferimento al **punto 2.5.3 nelle NTC 2018** sono state considerate le seguenti combinazioni di carico ai fini dell'analisi:

FONDAMENTALE  $F_{d,SLU} = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{K1} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{Ki}$   
COMBINAZIONE SISMICA  $F_{d,SLE} = E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{2i} \cdot Q_{Ki}$

- Con  $E_{dir. x.}$  = Azione del sisma direzione x (SLV)  
 $E_{dir. y.}$  = Azione del sisma direzione y (SLV)  
 $G_1$  = Peso proprio elementi strutturali  
 $G_2$  = Peso proprio elementi impianti portati  
 $Q_{K1}$  = Azione caratteristica di combinazione  
 $Q_{Ki}$  = Azioni secondarie di combinazione  
 $\psi_{0i}$  = Coefficiente di non contemporaneità delle azioni  
 $\psi_{2i}$  = Coefficiente di non contemporaneità delle azioni  
 $\gamma_{G1;2}$  = Coefficiente parziale per i pesi propri e portati

Combo	Carichi				
	$G_1$	$G_2$	$Q_{SOVR}$	Ex	Ey
	Propri	Portati	Sovraccarico	Sisma x (SLV)	Sisma y (SLV)
4	1.3	1.5	1.5	0	0
5	1	1	0	1	0.3
6	1	1	0	0.3	1