

COMMITTENTE	Prov. Regionale di Ragusa	INFRASTRUTTURE DI ASSISTENZA E CONTROLLO DEL PORTO DI POZZALLO E DEGLI AGGLOMERATI INDUSTRIALI	Rev.n.	Data
LOCALITA'	Comune Pozzallo (RG)			
OGGETTO	Stazione di servizio passeggeri porto di Pozzallo			
DESCRIZIONE	RELAZIONE ILLUSTRATIVA DI CALCOLO			
Studio Dott. Ing. C. MOLTISANTI SIRACUSA Via Damone, r.co I n.8 Tel. 0931-411448	Scala	/	PROGETTO N. S/1103	DATA
	Tavola	D1.1	Progettista:	Dott. Ing. C. Moltisanti
	Diseg.	A.M.	Direttore lavori:	Dott. Ing. C. Moltisanti
			Collaboratori:	Dott. Ing. A. Moltisanti Dott. Ing. G. Moltisanti

Questo disegno e' di Ns. proprieta' e non puo' essere riprodotto o mostrato a terzi senza la Ns. autorizzazione.

Committente : Provincia Regionale di Ragusa

Località : Porto di Pozzallo (RG)

Opera : Realizzazione della stazione passeggeri nel porto di Pozzallo

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

SOMMARIO

1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3 CORPO PRINCIPALE	6
3.1 Descrizione	6
3.2 Caratteristiche generali delle costruzioni (punto 7.2.2)	8
3.2.1 Regolarità dell'edificio	8
3.2.2 Distanza tra costruzioni contigue (corpo principale – soppalco) (punto 7.2.2)	9
3.3 Tipologia strutturale e Fattore di struttura (punto 7.4.3)	9
3.4 Azione sismica	9
3.4.1 Azione sismica orizzontale	9
3.4.2 Azione sismica verticale	11
3.5 Modello di calcolo	11
3.6 Origine e caratteristiche del codice di calcolo	12
3.7 Affidabilità dei codici utilizzati	12
3.8 Azioni sulle costruzioni	12
3.8.1 Carichi permanenti e variabili	12
3.8.2 Azioni della neve	12
3.8.3 Azioni del vento	13
3.8.4 Azioni della temperatura	13
3.9 Combinazioni	14
3.9.1 Combinazioni SLU	14
3.9.2 Combinazioni Sismiche	14
3.9.3 Combinazioni SLE	14
3.9.4 Combinazioni SLU (terreni)	14
3.10 Risultanti delle analisi (nelle combinazioni più significative)	14
3.11 Verifiche SLU e SLE	17
3.11.1 Verifica SLD – contenimento danno elementi non strutturali (punto 7.3.7.2)	17
3.11.2 Verifica SLO – mantenimento funzionalità impianti (punto 7.3.7.3)	18
3.12 Verifiche Fondazioni	19
3.12.1 Verifica Fondazioni agli SLU	19
3.13 Verifiche dei collegamenti	20
4 CORPO SOPPALCO	21
4.1 Descrizione	21
4.2 Caratteristiche generali delle costruzioni (punto 7.2.2)	22
4.2.1 Regolarità	22

4.2.2 Distanza tra costruzioni contigue (corpo principale – soppalco) (punto 7.2.2)	23
4.3 Tipologia strutturale e Fattore di struttura (punto 7.4.3)	23
4.4 Azione sismica	23
4.4.1 Azione sismica orizzontale	23
4.4.2 Azione sismica verticale	25
4.5 Modello di calcolo	25
4.6 Origine e caratteristiche del codice di calcolo	26
4.7 Affidabilità dei codici utilizzati	26
4.8 Azioni sulle costruzioni	26
4.8.1 Carichi permanenti e variabili	26
4.8.2 Azioni della temperatura	26
4.9 Combinazioni	27
4.9.1 Combinazioni SLU	27
4.9.2 Combinazioni Sismiche	27
4.9.3 Combinazioni SLE	27
4.9.4 Combinazioni SLU (terreni)	27
4.10 Risultanti delle analisi (nelle combinazioni più significative)	27
4.11 Verifiche SLU e SLE	29
4.11.1 Verifica SLD – contenimento danno elementi non strutturali (punto 7.3.7.2)	29
4.11.2 Verifica SLO – mantenimento funzionalità impianti (punto 7.3.7.3)	30
4.12 Verifiche Fondazioni	31
4.12.1 Verifica Fondazioni agli SLU	31
4.13 Verifiche dei collegamenti	32
5 CORPO PORTICO	33
5.1 Descrizione	33
5.2 Caratteristiche generali delle costruzioni (punto 7.2.2)	35
5.2.1 Regolarità	35
5.3 Tipologia strutturale e Fattore di struttura (punto 7.4.3)	35
5.4 Azione sismica	36
5.4.1 Azione sismica orizzontale	36
5.4.2 Azione sismica verticale	38
5.5 Modello di calcolo	38
5.6 Origine e caratteristiche del codice di calcolo	38
5.7 Affidabilità dei codici utilizzati	38
5.8 Azioni sulle costruzioni	39
5.8.1 Carichi permanenti e variabili	39
5.8.2 Azioni della neve	39
5.8.3 Azioni del vento	39
5.8.4 Azioni della temperatura	40
5.9 Combinazioni	40
5.9.1 Combinazioni SLU	40
5.9.2 Combinazioni Sismiche	40
5.9.3 Combinazioni SLE	40
5.9.4 Combinazioni SLU (terreni)	41
5.10 Risultanti delle analisi (nelle combinazioni più significative)	41

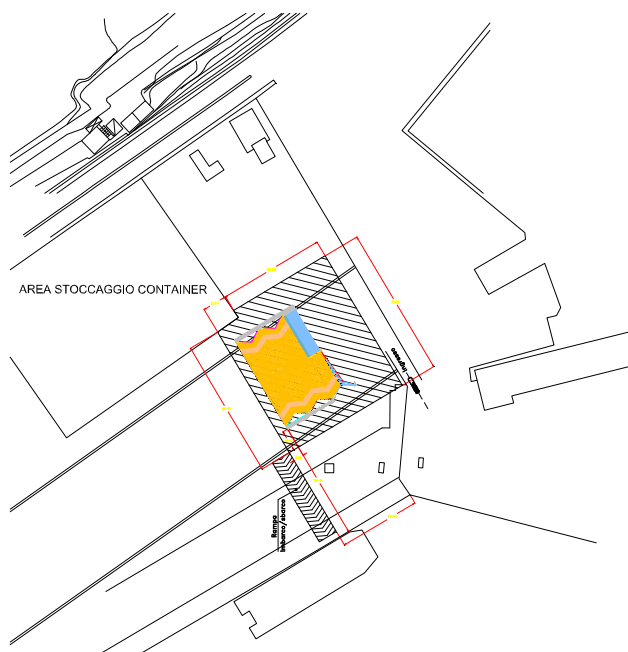
5.11 Verifiche SLU e SLE	43
5.11.1 Verifica SLD – contenimento danno elementi non strutturali (punto 7.3.7.2)	43
5.11.2 Verifica SLO – mantenimento funzionalità impianti (punto 7.3.7.3)	44
5.12 Verifiche Fondazioni	44
5.12.1 Verifica Fondazioni agli SLU	45
5.13 Verifiche dei collegamenti	46

1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La presente relazione riguarda il calcolo strutturale della costruenda Stazione Passeggeri del Porto di Pozzallo (Rg).

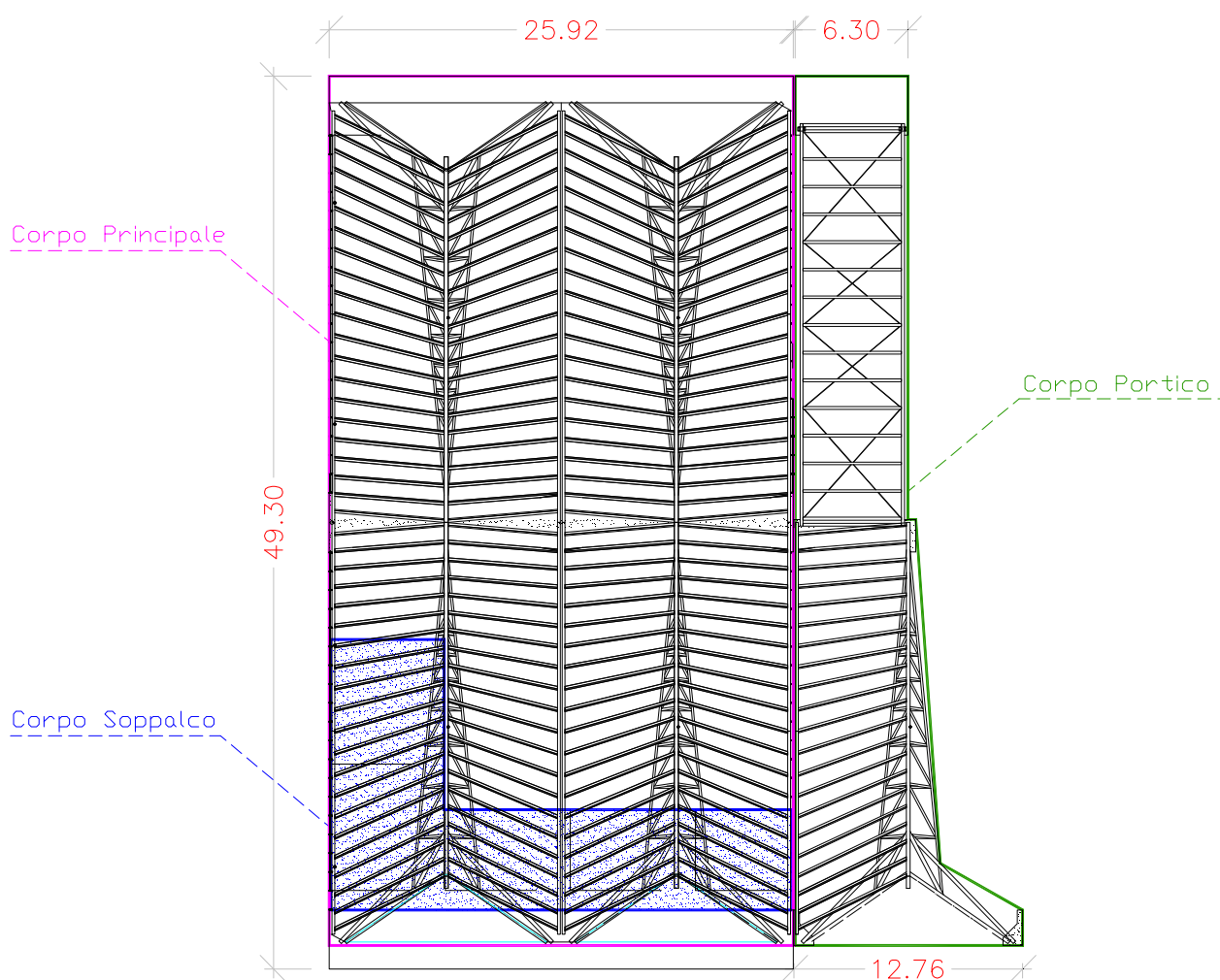


Essa sarà ubicata all'interno della banchina principale del Porto a pochi metri dal punto di attracco delle navi passeggeri.

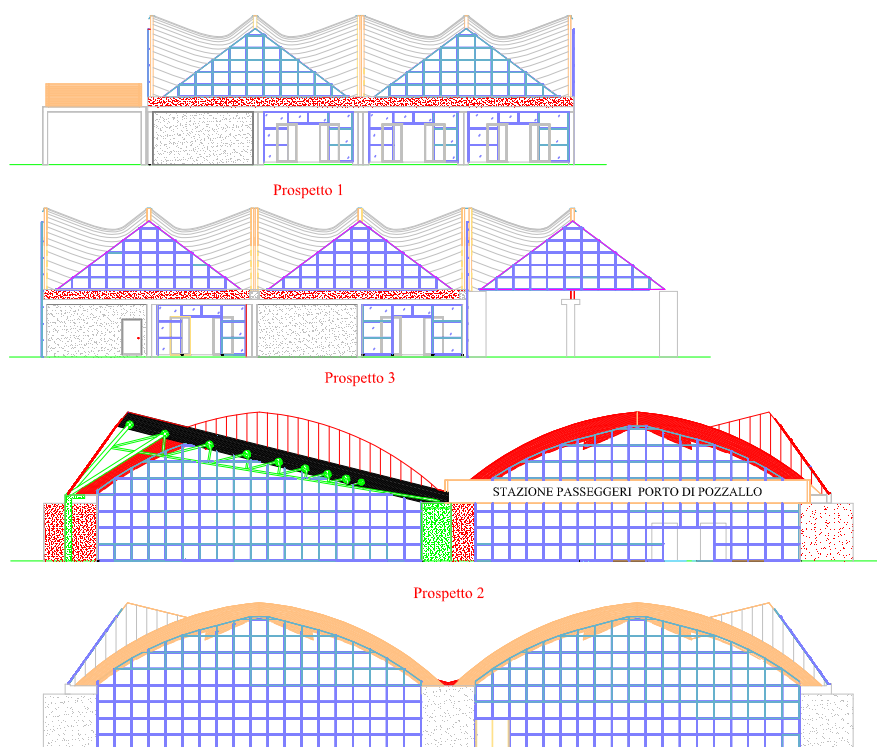


L'edificio nel suo complesso ha una forma pressoché rettangolare ed è costituito da tre corpi giuntati :

- il Corpo Centrale di dimensioni in pianta di ml 49.30 x 25.92 costituito da due grandi padiglioni simmetrici , il primo destinato a sala di attesa ed annessi locali (uffici,bar, servizi) , il secondo destinato alla zona di imbarco e sbarco dei passeggeri con annessi locali (uffici forze dell'ordine, negozi, deposito bagagli, etc).
- il Corpo Soppalco realizzato all'interno del primo di forma ad L di lati ml 25.00 e ml 15.00 destinato a sala d'attesa
- il Corpo Portico di lunghezza ml 49.30 e larghezza variabile da ml 6.30 a ml 12.76



Il corpo principale ed il corpo portico sono stati progettati con struttura portante in cemento armato e copertura in struttura mista legno-acciaio. Il corpo soppalco sarà invece realizzato con un telaio in acciaio (colonne e travi) e solaio in acciaio-calcestruzzo.



Le fondazioni sono del tipo superficiale con cordoli in c.a.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

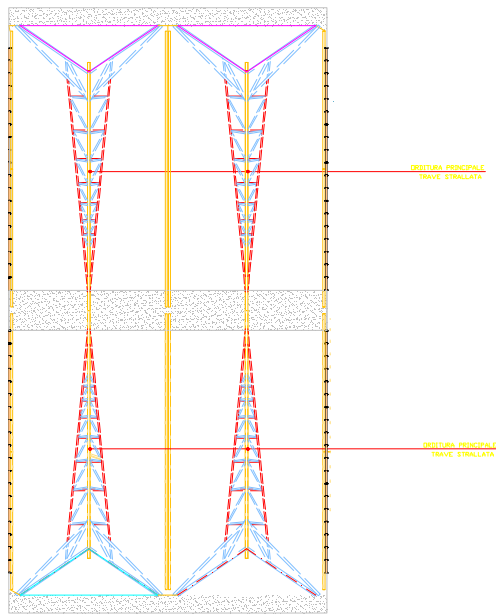
Il presente calcolo è stato redatto ai sensi del Decreto Ministeriale LL. PP. Del 14 gennaio 2008 “*Norme tecniche per le costruzioni*” e della relativa circolare “*Istruzioni per l’applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni*”

3 CORPO PRINCIPALE

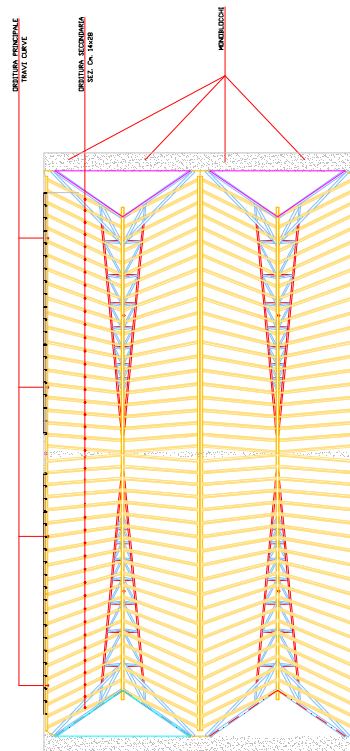
3.1 Descrizione

L’edificio ha una sagoma rettangolare perfettamente simmetrica nei due sensi ed è costituito da una struttura ad un solo livello.

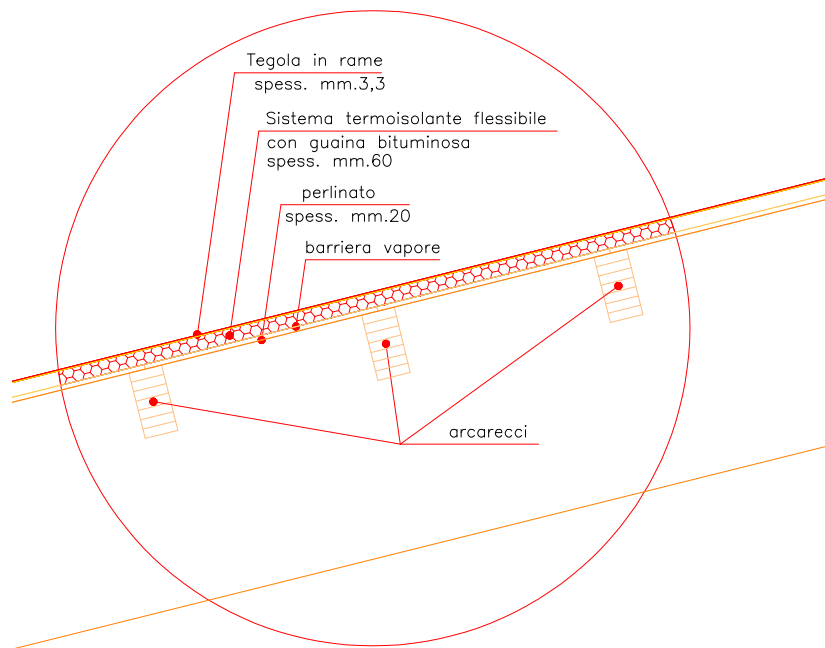
La struttura dalla fondazione agli elementi portanti verticali (setti) è prevista in cemento armato. Sui tre elementi monolitici principali costituiti da una struttura scatolare con setti e solai si poggiano le 4 travi a traliccio spaziale in acciaio e legno principali e gli otto archi in legno lamellare.



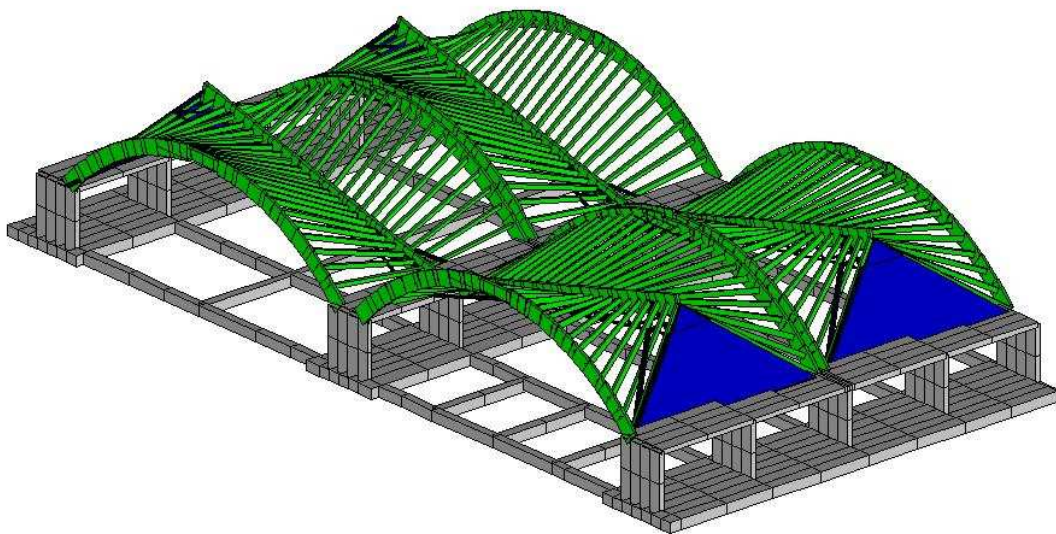
L'orditura secondaria è costituita la travetti in legno lamellare di lunghezza variabile per realizzare la copertura di raccordo tra archi e tralicci.



Sopra i travetti è previsto il pacchetto di copertura costituito come di seguito indicato :



RISULTATI 121) Comb. SLU A1 (SLV sism.) 121



Copyright © 2010 PRO_SAP - 2 S.I. Software e Servizi - info@2si.it - www.2si.it | Stazione passeggeri-Corpo principale-120131

3.2 Caratteristiche generali delle costruzioni (punto 7.2.2)

3.2.1 Regolarità dell'edificio

L'edificio non è una struttura regolare in pianta poiché non sono rispettate tutte le condizioni previste dalla normativa. In particolare l'orizzontamento superiore non può essere considerato infinitamente rigido.

L'edificio è anche una struttura non regolare in altezza non essendo rispettate tutte le condizioni previste dalla normativa.

Conseguentemente si considera un valore del coefficiente $K_R = 0.8$ (punto 7.3.1.)

3.2.2 Distanza tra costruzioni contigue (corpo principale – soppalco) (punto 7.2.2)

$D1 = \text{Distanza minima} = 1/100 * H * a_g * S / 0.5g = 1/100 * 1360 * 0,144 * 1/0,5 = 3.91 \text{ cm}$

$D2 = \text{Somma degli spostamento max in comb SLV di due corpi ribalta limitrofi} = 1.13 + 0.09 = 1.22 \text{ cm}$

Il giunto di progetto risulta pari a $5 \text{ cm} > \max(D1, D2)$

3.3 Tipologia strutturale e Fattore di struttura (punto 7.4.3)

La struttura in progetto è costituita da pilastri in c.a. ,travi portanti in acciaio e legno lamellare.

Essendo una struttura nella quale sono state utilizzate tre tipologie di materiali ed essendo peraltro una struttura di complessa schematizzazione per individuarne la tipologia strutturale di appartenenza secondo la normativa , si è ritenuto che possa applicarsi cautelativamente il fattore di struttura $q_0 = 2.0$ corrispondente a *struttura a portali isostatici con giunti con mezzi di unione a gambo cilindrico (7.7.3)* in entrambe le direzioni.

Conseguentemente $q = q_0 * K_R = 2.0 * 0.8 = 1.60$

3.4 Azione sismica

3.4.1 Azione sismica orizzontale

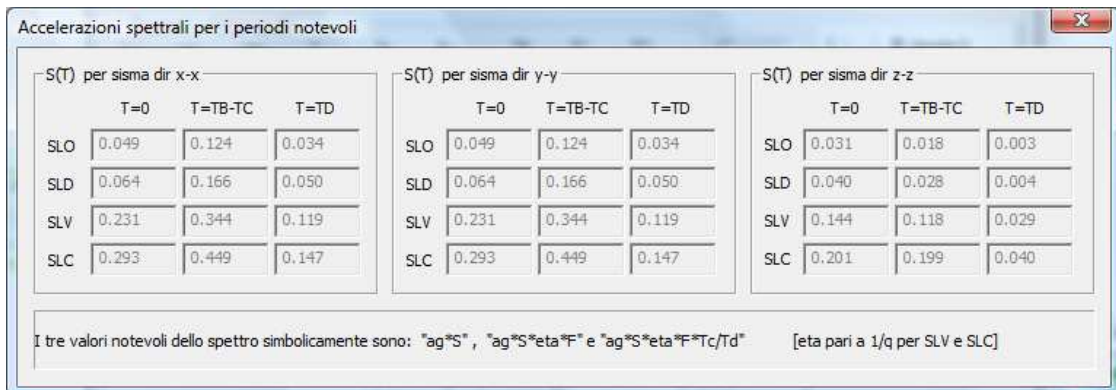
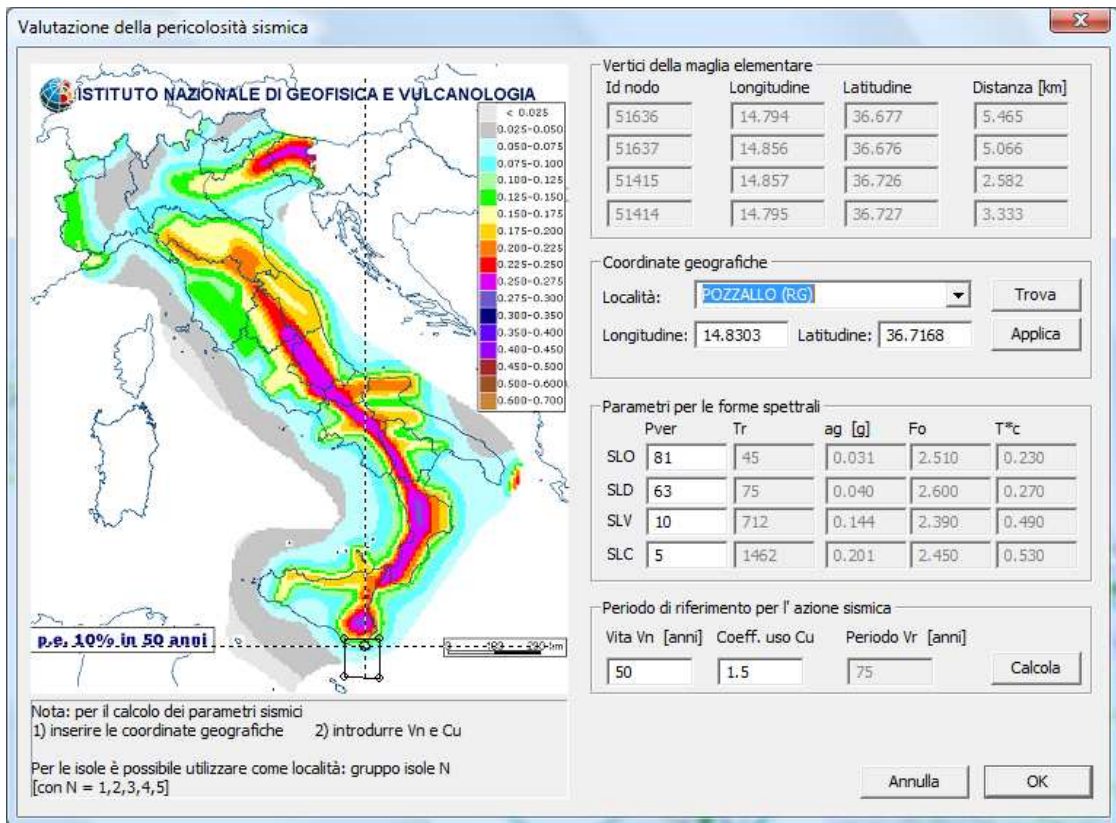
L'edificio è stato calcolato applicando il Decreto Ministeriale LL. PP. Del 14 gennaio 2008 "*norme tecniche per le costruzioni*". Per tale normativa l'area dell'edificio ricade in zona 2.

Sono stati utilizzati i seguenti parametri per la determinazione dell'azione sismica :

Zona sismica	= 2
Vita nominale (VN)	> = 50 anni (tipo di costruzione 2)
Classe d'uso	= III
Categoria di sottosuolo	= E (come riportato nella relazione geotecnica)
Condizioni topografiche	= T1
Fattore di struttura (q)	= 1.60
Classe di duttilità	= Bassa

La struttura sarà realizzata nel Comune di Pozzallo (RG). Le coordinate geografiche del sito sono:

Longitudine = 14.8303 Latitudine = 36.7168



L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento Vr che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento Vr e la probabilità di superamento Pver associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno Tr e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

SL	Pver	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	45.0	0.031	2.510	0.230
SLD	63.0	75.0	0.040	2.600	0.270
SLV	10.0	712.0	0.144	2.390	0.490
SLC	5.0	1462.0	0.201	2.450	0.530

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.031	1.600	2.510	0.596	0.159	0.476	1.724
SLD	0.040	1.600	2.600	0.702	0.175	0.524	1.760
SLV	0.144	1.600	2.390	1.225	0.250	0.750	2.176
SLC	0.201	1.457	2.450	1.484	0.262	0.786	2.405

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s * S_t$ (3.2.5)

Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale

Tb è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

Tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

Td è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

La massa eccitata risulta in direzione X = 96.28 % , in direzione Y = 96.95 % e dir direzione Z = 89.60 % e dunque > 85%

Nell'analisi dinamica della struttura è stata considerata una eccentricità accidentale in ogni direzione pari al 5% della dimensione dell'edificio

3.4.2 Azione sismica verticale

Poiché nella struttura vi è la presenza di strutture di tipo spingenti è stata presa in considerazione anche la componente verticale della forza sismica. In tal caso come prevede la norma il fattore di struttura q = viene posto uguale a 1.5

3.5 Modello di calcolo

La struttura portante dei tre elementi monolitici principali è stata schematizzata con elementi tipo shell D3. Tali elementi sono collegati in fondazione con elementi D2 su suolo elastico che schematizzano i cordoli di collegamento. La struttura di copertura è stata schematizzata inserendo le 4 travi reticolari spaziali in acciaio, gli otto archi in legno lamellare discretizzati a tratti ed i travetti di copertura di lunghezza variabile secondo lo schema geometrico della stessa con vincoli cerniera alle due estremità. Su questi ultimi sono stati applicati i carichi lineari corrispondenti ai carichi permanenti della copertura ed ai variabili dovuti alla neve.

Il calcolo è stato eseguito con il software Prosap della 2SI nel quale si è scelta l'analisi dinamica secondo il DM2008 agli Stati Limite Ultimo e di Esercizio. Il programma effettua le analisi considerando tutte le combinazioni di carico imposte dalla normativa e progetta conseguentemente gli elementi.

Si tratta di un sistema sismo resistente a telai sciolti.

Per quanto sopra l'input e l'elaborazione del programma di calcolo adottato è stato portato su questa impostazione.

3.6 Origine e caratteristiche del codice di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (serie 2008-07-144n)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

3.7 Affidabilità dei codici utilizzati

Affidabilità dei codici utilizzati
<p>2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.</p> <p>E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm</p>

3.8 Azioni sulle costruzioni

3.8.1 Carichi permanenti e variabili

Permanenti				
peso proprio copertura			kg/mq	25
coibentazione e impermeabilizzazione			kg/mq	10
impianti vari			kg/mq	65
			KG\MQ	100

3.8.2 Azioni della neve

Zona Neve = III

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 0,90

Valore caratteristico del carico al suolo ($q_{sk} C_e$) = 54 daN/mq

Copertura a due falde:

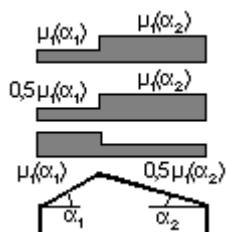
Angolo di inclinazione della falda 1 = $0,0^\circ$

$\mu_1(\alpha_1) = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 43 \text{ daN/mq}$

Angolo di inclinazione della falda 2 = $0,0^\circ$

$\mu_1(\alpha_2) = 0,80 \Rightarrow Q_2 = 43 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



Valori dei coefficienti di combinazione usati:

Neve a quota ≤ 1000 s.l.m = 0.5 ; 0.2 ; 0.0

3.8.3 Azioni del vento

Zona vento = 4

($V_{b.o} = 28 \text{ m/s}$; $A_o = 500 \text{ m}$; $K_a = 0,020 \text{ 1/s}$)

Classe di rugosità del terreno: D

[Aree prive di ostacoli o con al di più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,..)]

Categoria esposizione: tipo II

($K_r = 0,19$; $Z_o = 0,05 \text{ m}$; $Z_{min} = 4 \text{ m}$)

Velocità di riferimento = $28,00 \text{ m/s}$

Pressione cinetica di riferimento (q_b) = 49 daN/mq

Coefficiente di forma (C_p) = 1,00

Coefficiente dinamico (C_d) = 1,00

Coefficiente di esposizione (C_e) = 2,35

Coefficiente di esposizione topografica (C_t) = 1,00

Altezza dell'edificio = $10,00 \text{ m}$

Pressione del vento ($p = q_b C_e C_p C_d$) = 115 daN/mq

Valori dei coefficienti di combinazione usati:

Vento = 0.6 ; 0.2 ; 0.0

3.8.4 Azioni della temperatura

E' stata considerata la componente ΔT_u prevista dalla norma (punto 3.5.5) per le strutture in acciaio protette pari a 15°C

Valori dei coefficienti di combinazione usati:

Variazioni termiche = 0.6 ; 0.5 ; 0.0

3.9 Combinazioni

3.9.1 Combinazioni SLU

Le combinazioni fondamentali allo SLU sono state definite secondo la relazione

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.1)$$

3.9.2 Combinazioni Sismiche

Le combinazioni sismiche sono state definite secondo la relazione

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 2 \cdot Qk2 + \dots \quad (2.5.5)$$

Combinazioni Sismiche SLE

Sono state considerate le combinazioni SLD (come previsto per tutti gli edifici) e poiché l'edificio è di classe d'uso III (punto 7.1) sono state considerate anche le combinazioni SLO

Combinazioni Sismiche SLU

Come previsto dalla norma sono state considerate le combinazioni SLV

3.9.3 Combinazioni SLE

Sono state considerate le seguenti combinazioni di carichi SLE

- Combinazione caratteristica rara

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.4)$$

3.9.4 Combinazioni SLU (terreni)

Le combinazioni geotecniche allo SLU sono state definite secondo la relazione

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.1)$$

utilizzando l'approccio 1 previsto dalla norma per gli stati limite ultimi geotecnici STR e GEO (punti 6.4.2.1) :

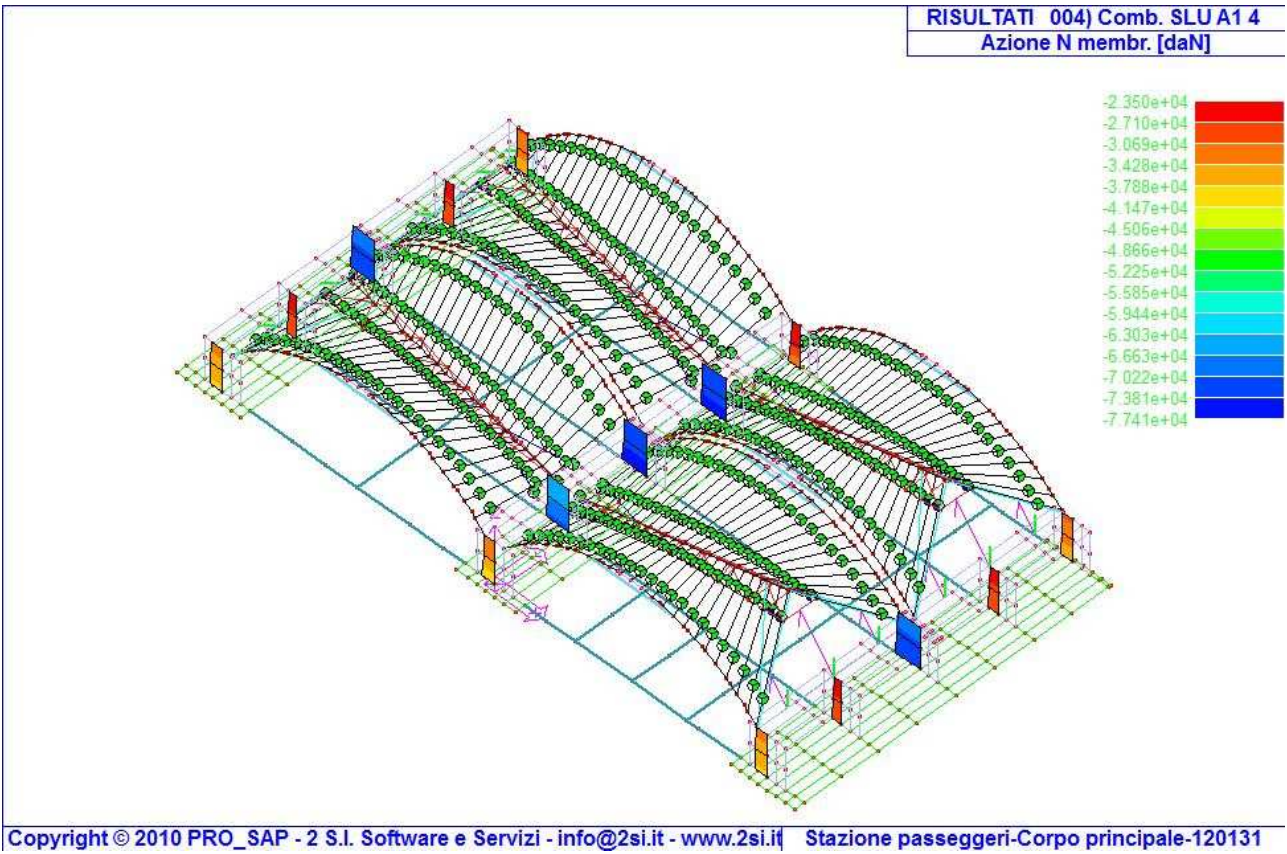
$$\text{Combinazione 1} = (A1 + M1 + R1)$$

$$\text{Combinazione 2} = (A2 + M2 + R2)$$

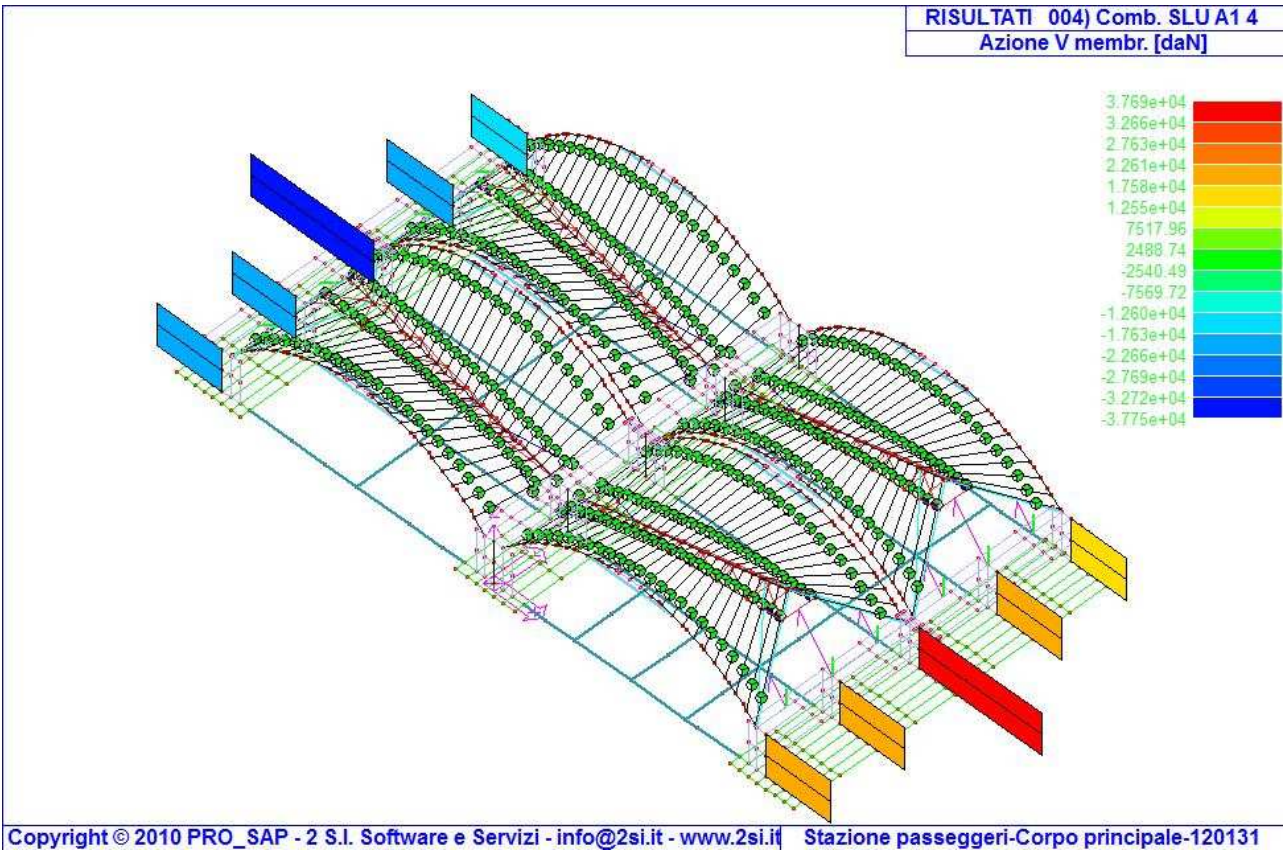
3.10 Risultanti delle analisi (nelle combinazioni più significative)

Si riportano di seguito i alcuni risultati grafici della struttura significativi

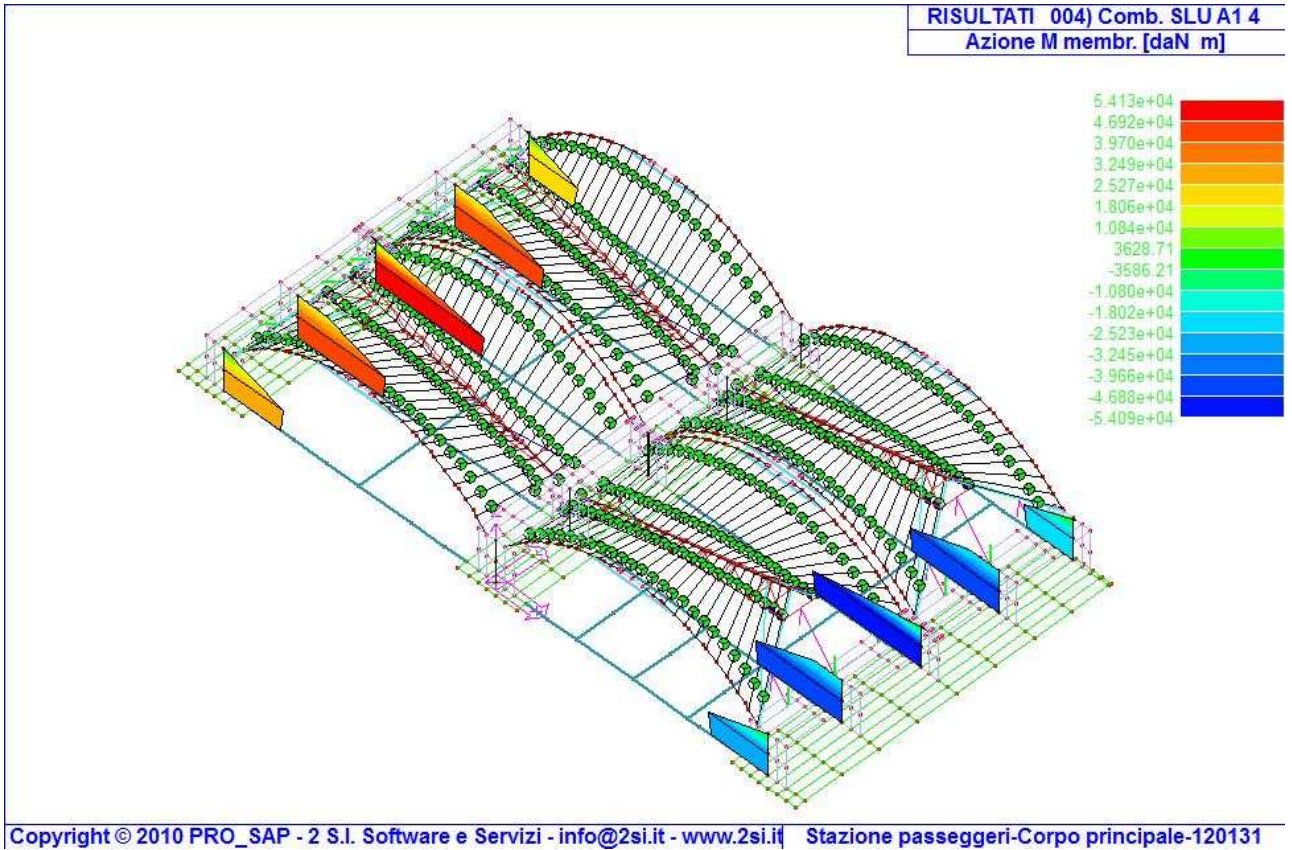
Diagrammi Sforzo Normale sui setti



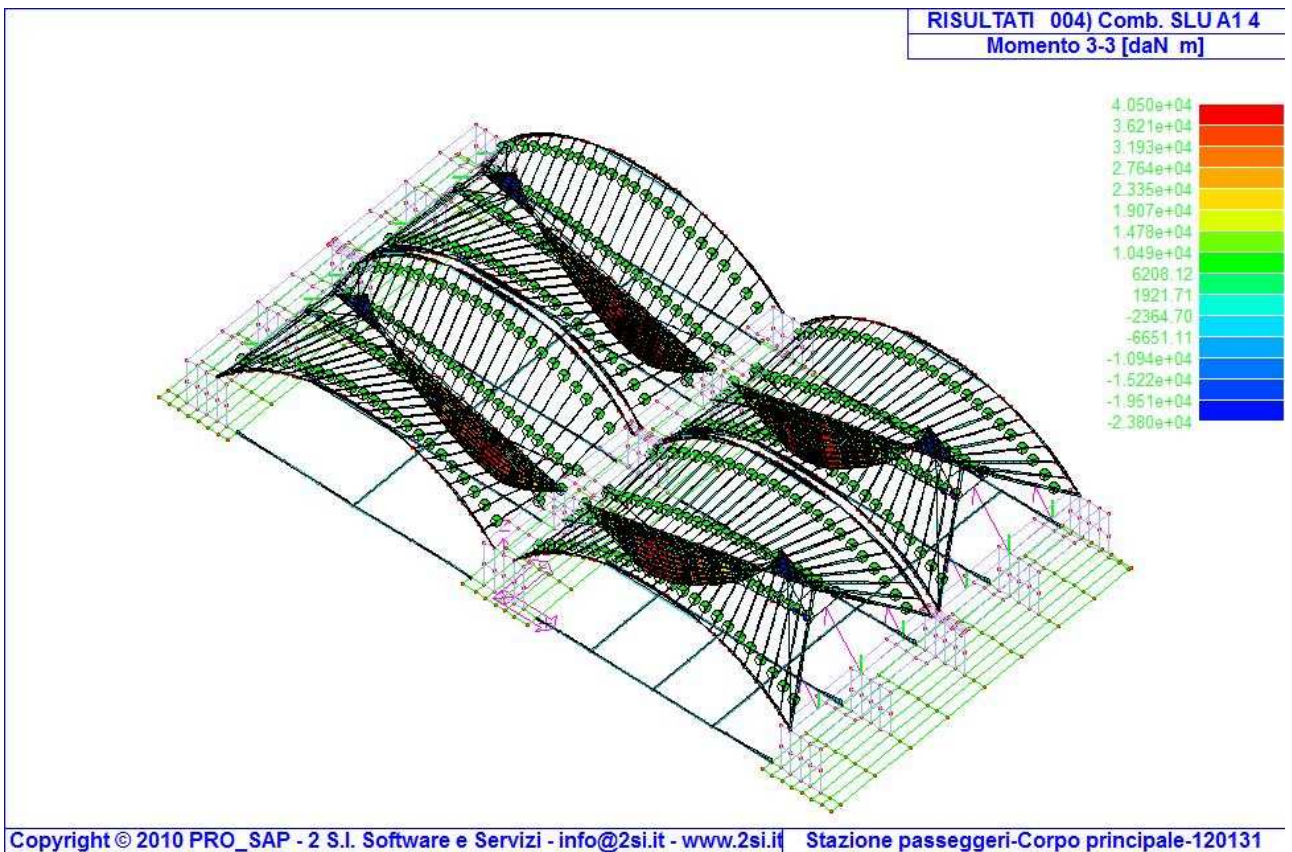
Diagrammi Taglio nei setti

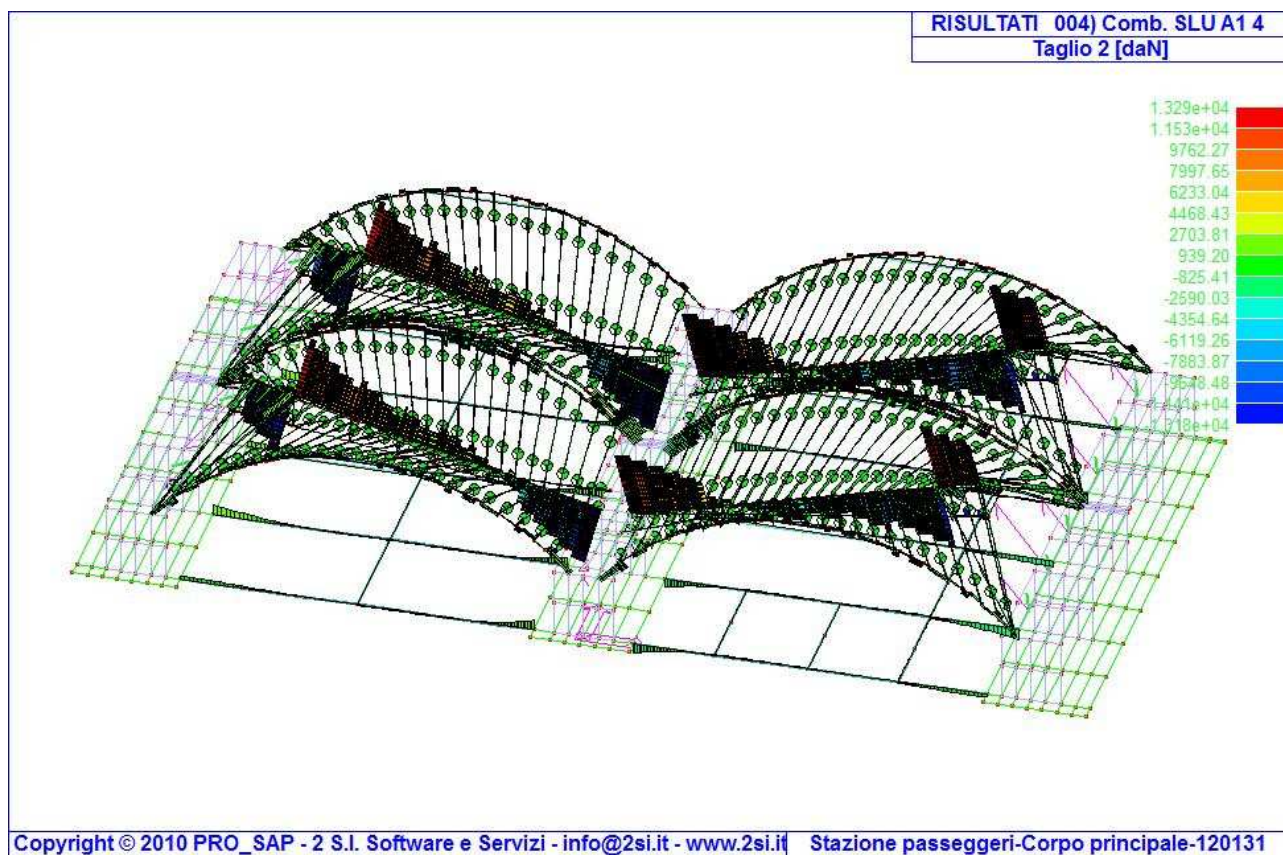


Diagrammi M nei setti



Diagrammi M33 nelle travi





3.11 Verifiche SLU e SLE

Il programma Prosap effettua le verifiche allo SLU ed allo SLE relative a tutte le combinazioni. Si rimanda al tabulato per i risultati analitici di tali verifiche.

3.11.1 Verifica SLD – contenimento danno elementi non strutturali (punto 7.3.7.2)

Come prescritto dalla normativa il programma Prosap effettua le verifiche degli spostamenti di interpiano.

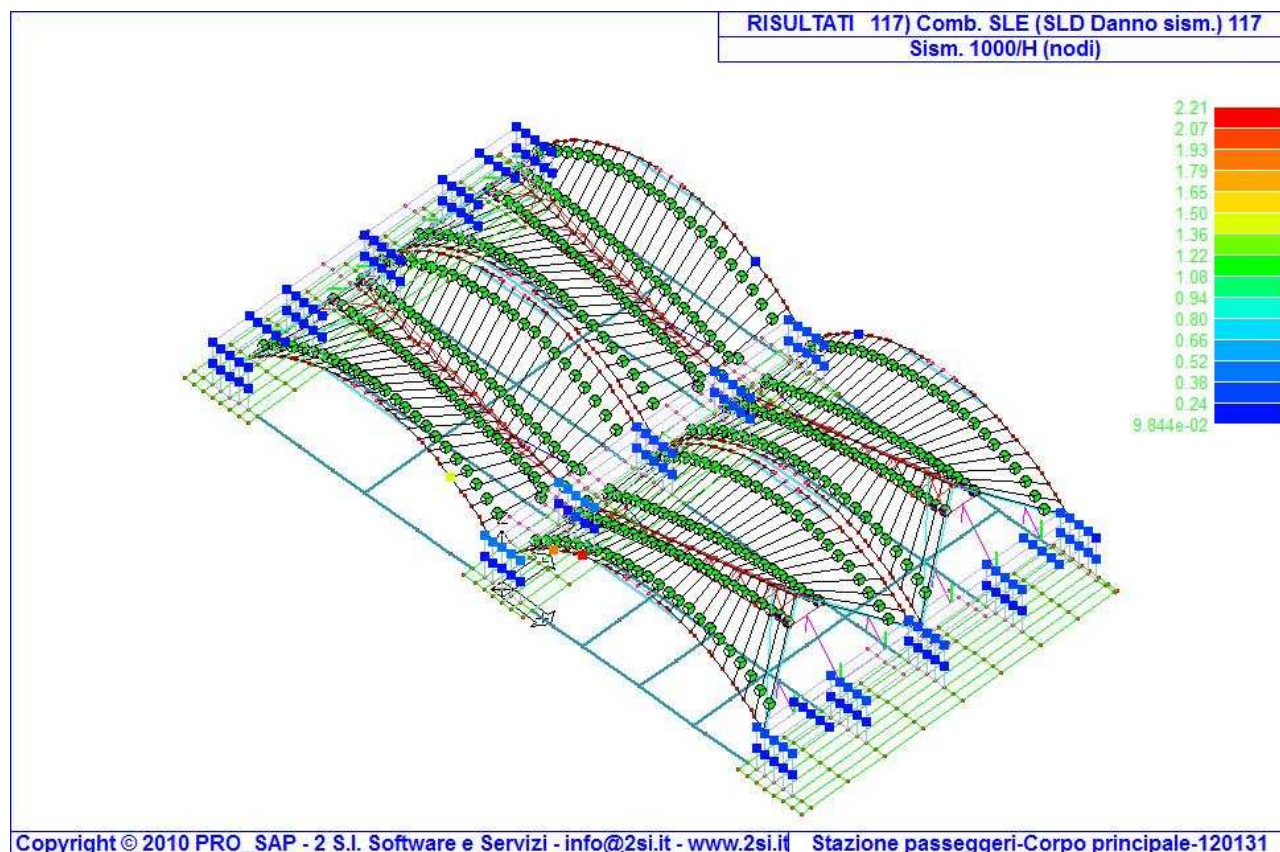
Per ciascuna combinazione sismica definita SLD viene riportato il livello di deformazione η_T (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità $1000 \cdot \eta_T/h$ da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

I tamponamenti di tutti i corpi di fabbrica sono del tipo a pannelli prefabbricati in c.a.v.. Essi sono collegati alla struttura con vincoli che permettono la libera deformazione della stessa.

Pertanto siamo in presenza di una tipologia di struttura riconducibile al caso a) della norma (punto 7.3.7.2) ovvero tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti di interpiano drp per effetto dei collegamenti alla struttura. Dunque i valori del tabulato espressi in $1000 \cdot \eta T/h$ sono da confrontare con il valore 5

Dal tabulato si evince che il valore massimo è $2.21 < 5$

Diagrammi deformazioni sisma 1000/H SLD



3.11.2 Verifica SLO – mantenimento funzionalità impianti (punto 7.3.7.3)

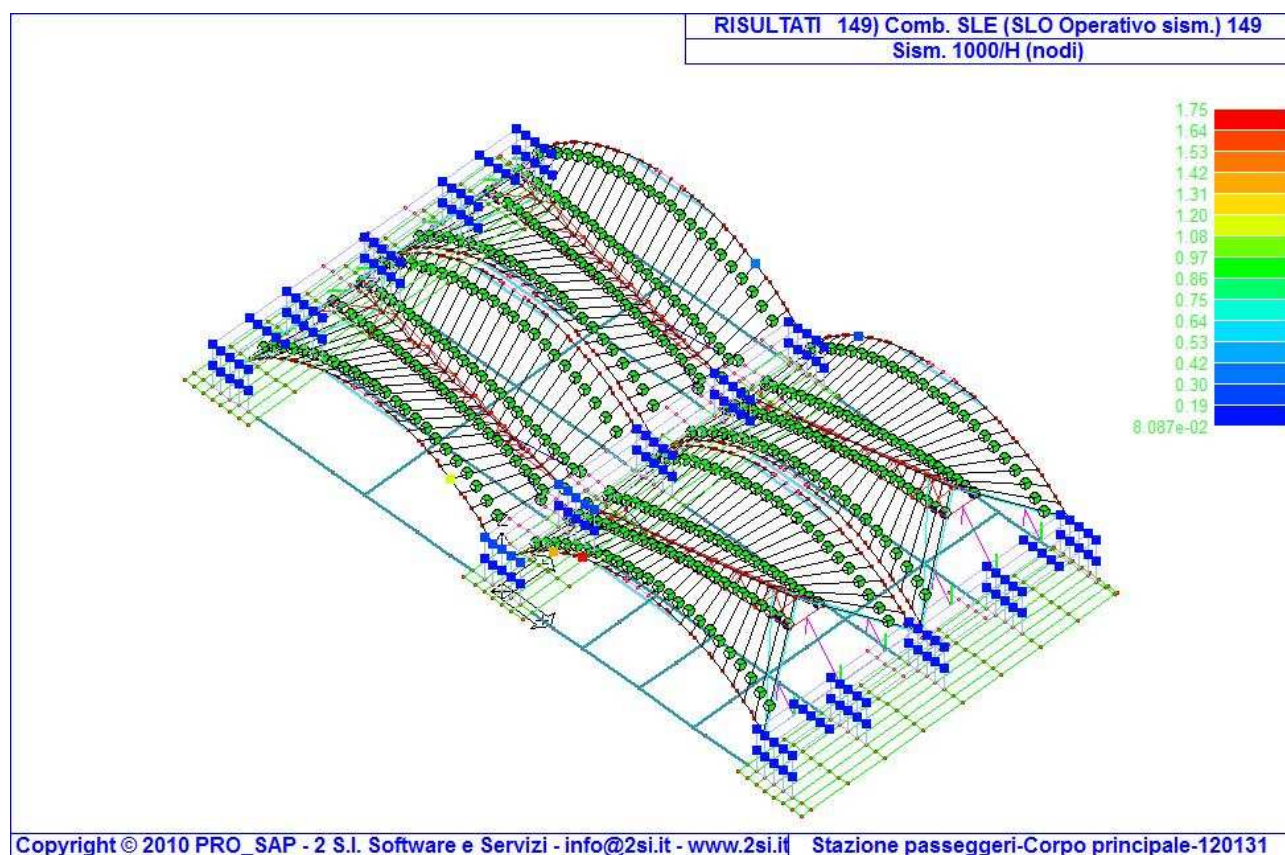
Poiché l'edificio appartiene alla classe d'uso III si è proceduto alle verifiche sul mantenimento della funzionalità degli impianti. Nel caso di edifici civili ed industriali tale condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti sotto le azioni SLO siano inferiori ai due terzi dei limiti di cui al punto precedente.

Nel tabulato di calcolo, per ciascuna combinazione sismica definita SLO, viene riportato il livello di deformazione ηT (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità $1000 \cdot \eta T/h$ da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

Per quanto detto sopra il valore di confronto è $2/3 \cdot 5 = 3.3$

Dal tabulato si evince che il valore massimo è $1.75 < 3.3$

Diagrammi deformazioni sisma 1000/H SLO



3.12 Verifiche Fondazioni

Le fondazioni previste in progetto sono di tipo superficiale.

Le azioni previste in fondazione, come indicato nelle norme tecniche al punto 7.2.5, sono quelle risultanti dall'analisi del comportamento dell'intera struttura in elevazione amplificate di un coefficiente 1.1 in quanto l'edificio è progettato in CD "B".

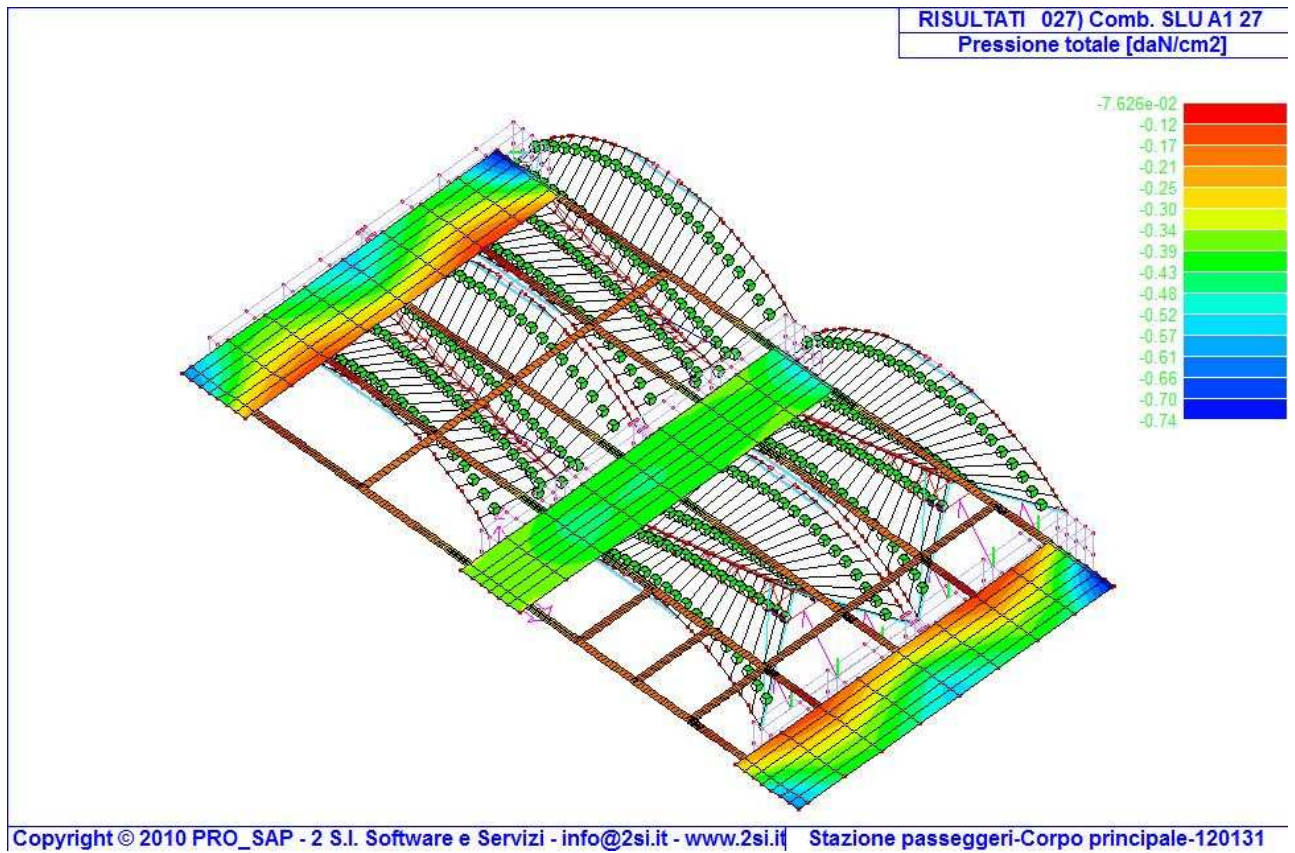
3.12.1 Verifica Fondazioni agli SLU

Per quanto riguarda la verifica a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno dal tabulato di calcolo risulta :

- q_{\max} in combinazioni non sismiche = 0.74 kg/cmq
- q_{\max} in combinazioni sismiche = 0.61 kg/cmq x 1.1 = 0.67 kg/cmq

Questi valori sono relativi alle tensioni di picco trasmesse dalla fondazione al terreno e sono decisamente superiori ai valori medi di tensione cui è sottoposto il terreno sottostante la trave stessa.

In ogni caso entrambi i valori di q_{max} risultano essere inferiori alla q_{lim} indicata nella relazione geotecnica a firma del Prof. Michele Mauceri che è pari a 1.50 kg/cmq.



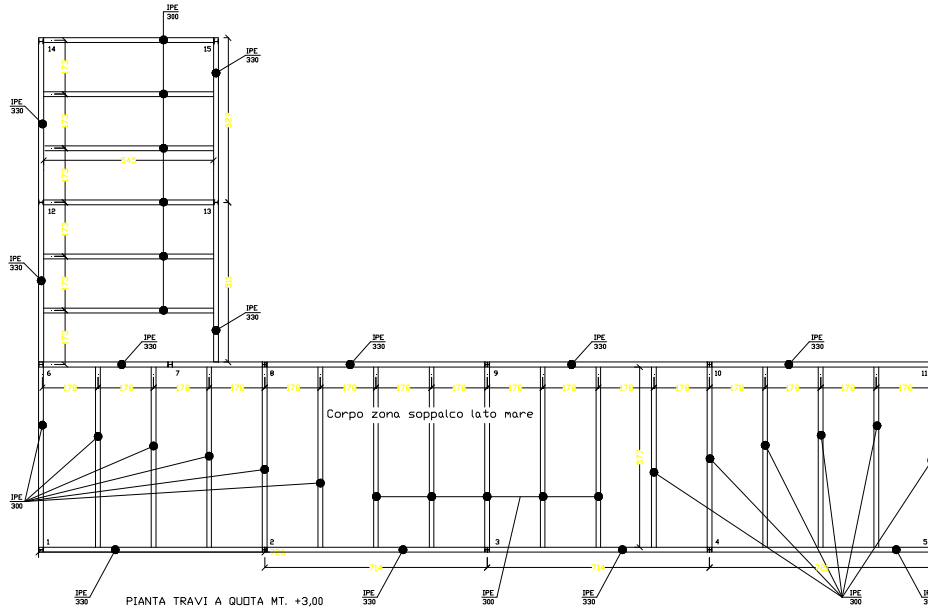
3.13 Verifiche dei collegamenti

Si rimanda allo specifico fascicolo allegato

4 CORPO SOPPALCO

4.1 Descrizione

La struttura è costituita da un soppalco in acciaio con interpiano di $h=3,35$ ml di forma in pianta a L .

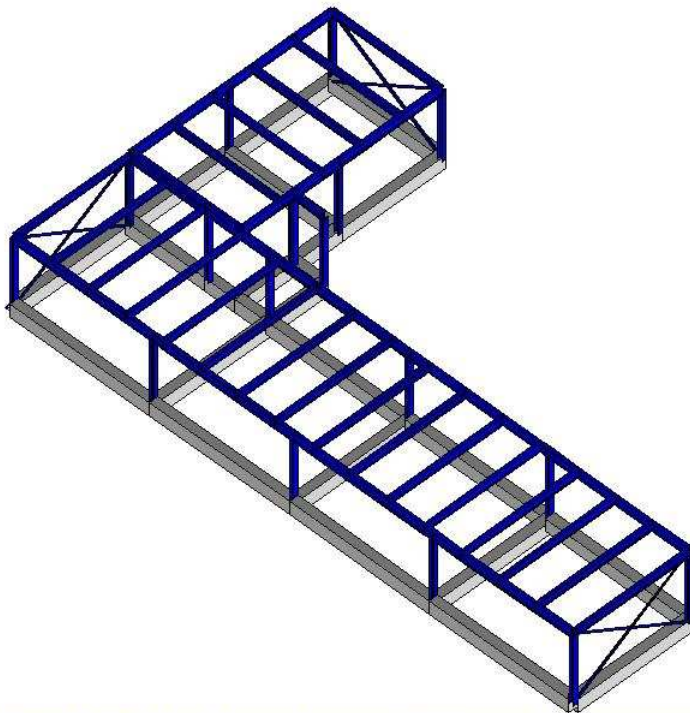
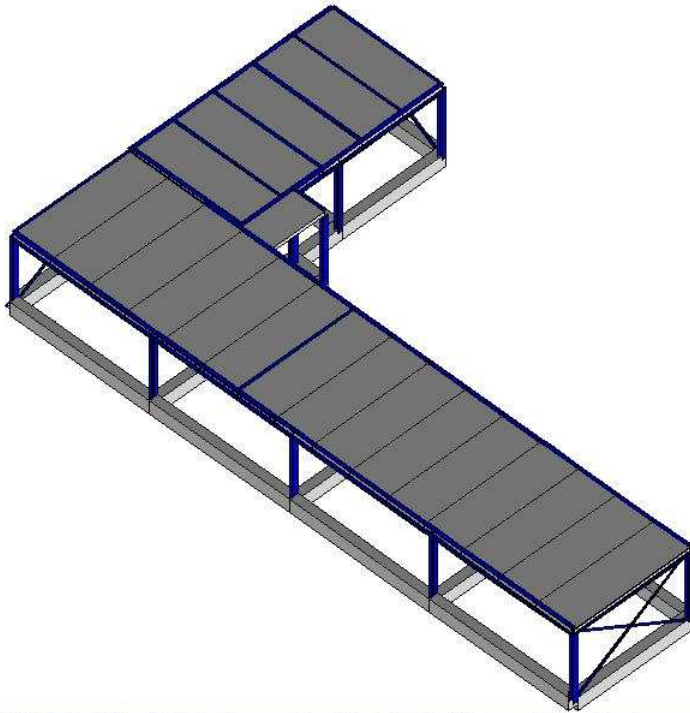


Le colonne sono in elementi HEA 200, le travi principali in IPE360 e quelle secondarie in IPE300.

I vincoli che si realizzano tra dette travi ed i pilastri sono di tipo cerniera così come quello tra trave principale e travi secondarie. Lo schema portante è completato da controventi ad X realizzati con elementi in acciaio tipo L ad ali uguali 90x10.

I solai saranno realizzati con una lamiera grecata $h=7.5$ cm collegata alle travi IPE ed il successivo getto integrativo di cls.

Tale struttura configura i solai come “piani infinitamente rigidi” quindi è stata assunta l’ipotesi di “shear-type” normalmente adottata per la risoluzione delle strutture intelaiate in zona sismica .



4.2 Caratteristiche generali delle costruzioni (punto 7.2.2)

4.2.1 Regolarità

L'edificio in oggetto non è una costruzione regolare in pianta in quanto non sono rispettate tutte le condizioni previste dalla normativa

L'edificio è una struttura regolare in altezza in quanto si tratta di un corpo ad un solo piano e quindi tutte le condizioni della normativa sono rispettate.

Conseguentemente si considera un valore del coefficiente $K_R = 1.0$ (punto 7.3.1.)

4.2.2 Distanza tra costruzioni contigue (corpo principale – soppalco) (punto 7.2.2)

$D1 = \text{Distanza minima} = 1/100 * H * a_g * S / 0.5g = 1/100 * 1360 * 0,144 * 1/0,5 = 3.91 \text{ cm}$

$D2 = \text{Somma degli spostamento max in comb SLV di due corpi ribalta limitrofi} = 1.13 + 0.09 = 1.22 \text{ cm}$

Il giunto di progetto risulta pari a $5 \text{ cm} > \max(D1, D2)$

4.3 Tipologia strutturale e Fattore di struttura (punto 7.4.3)

La struttura in progetto è costituita da colonne in acciaio e travi portanti in acciaio con nodi cerniera e solaio infinitamente rigido.

Poiché le colonne sono strutture presso inflesse in cui le zone dissipative sono collocate solo alla base si tratta di una *struttura a mensola* (7.5.2.1.d) in entrambe le direzioni. Conseguentemente, come indicato al punto 7.5.2.2 per edifici in classe di duttilità bassa, si assegna un fattore di struttura massimo $q_0 = 2.0$ dunque un fattore di struttura pari a : $q = q_0 * K_R = 2.0 * 1.0 = 2.00$

4.4 Azione sismica

4.4.1 Azione sismica orizzontale

L'edificio è stato calcolato applicando il Decreto Ministeriale LL. PP. Del 14 gennaio 2008 “*norme tecniche per le costruzioni*”. Per tale normativa l'area dell'edificio ricade in zona 2.

Sono stati utilizzati i seguenti parametri per la determinazione dell'azione sismica :

Zona sismica = 2

Vita nominale (VN) $> = 50$ anni (tipo di costruzione 2)

Classe d'uso = III

Categoria di sottosuolo = E (come riportato nella relazione geotecnica)

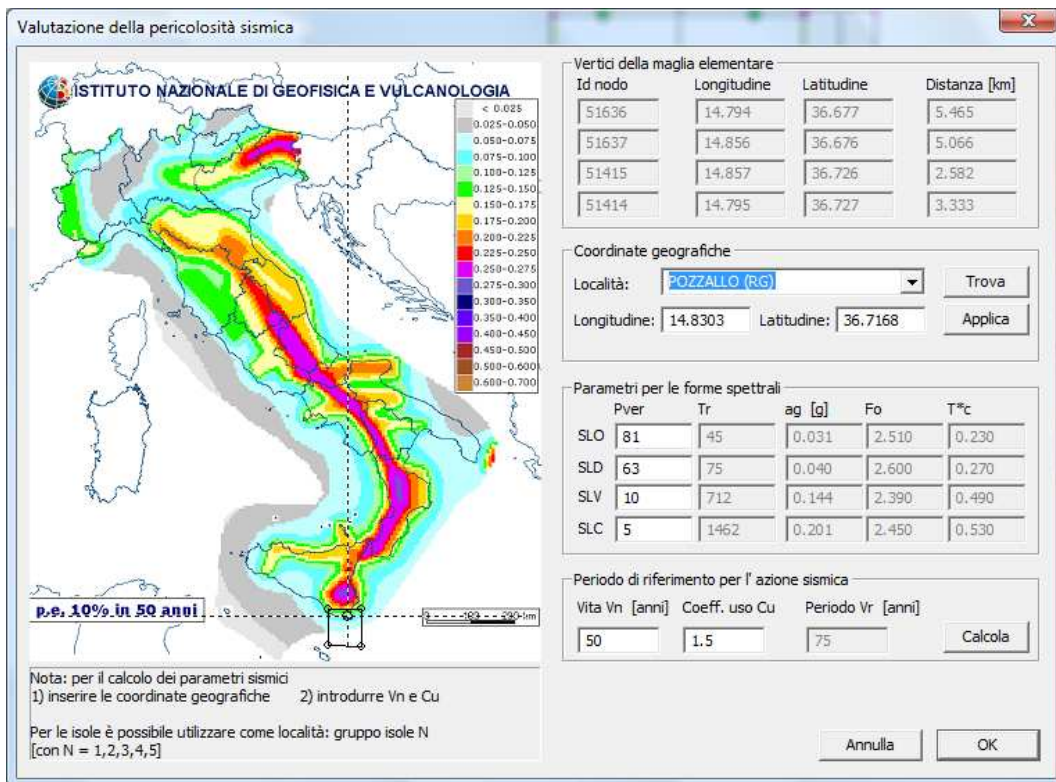
Condizioni topografiche = T1

Fattore di struttura (q) = 2.00

Classe di duttilità = Bassa

La struttura sarà realizzata nel Comune di Pozzallo (RG). Le coordinate geografiche del sito sono:

Longitudine = 14.8303 Latitudine = 36.7168



Accelerazioni spettrali per i periodi notevoli

S(T) per sisma dir x-x	T=0 T=TB-TC T=TD			S(T) per sisma dir y-y	T=0 T=TB-TC T=TD			S(T) per sisma dir z-z	T=0 T=TB-TC T=TD		
	T=0	T=TB-TC	T=TD		T=0	T=TB-TC	T=TD		T=0	T=TB-TC	T=TD
SLO	0.049	0.124	0.034	SLO	0.049	0.124	0.034	SLO	0.031	0.018	0.003
SLD	0.064	0.166	0.050	SLD	0.064	0.166	0.050	SLD	0.040	0.028	0.004
SLV	0.231	0.138	0.047	SLV	0.231	0.138	0.047	SLV	0.144	0.118	0.029
SLC	0.293	0.180	0.059	SLC	0.293	0.180	0.059	SLC	0.201	0.199	0.040

I tre valori notevoli dello spettro simbolicamente sono: "ag*S", "ag*S*eta*F" e "ag*S*eta*F*Tc/Td" [eta pari a 1/q per SLV e SLC]

L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento Vr che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento Vr e la probabilità di superamento Pver associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno Tr e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

SL	Pver	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	45.0	0.031	2.510	0.230
SLD	63.0	75.0	0.040	2.600	0.270
SLV	10.0	712.0	0.144	2.390	0.490
SLC	5.0	1462.0	0.201	2.450	0.530

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.031	1.600	2.510	0.596	0.159	0.476	1.724
SLD	0.040	1.600	2.600	0.702	0.175	0.524	1.760
SLV	0.144	1.600	2.390	1.225	0.250	0.750	2.176
SLC	0.201	1.457	2.450	1.484	0.262	0.786	2.405

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s * S_t$ (3.2.5)

Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale

Tb è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

Tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

Td è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

La massa eccitata risulta in direzione X = 100.00 % , in direzione Y = 100.00 % e dir direzione Z = 99.7 % e dunque > 85%

Nel analisi dinamica della struttura è stata considerata una eccentricità accidentale in ogni direzione pari al 5% della dimensione dell'edificio

4.4.2 Azione sismica verticale

Anche se non necessaria secondo la normativa per un edificio con tali caratteristiche è stata presa in considerazione anche la componente verticale della forza sismica. Utilizzando un fattore di struttura $q = 1.5$

4.5 Modello di calcolo

Per la tipologia costruttiva utilizzata, i vincoli delle travi portanti IPE sulle colonne HEA possono essere assimilati a delle cerniere.

Si tratta di un sistema sismo resistente con solai infinitamente rigidi.

Il calcolo è stato eseguito con il software Prosap della 2SI nel quale si è scelta l'analisi dinamica secondo il DM2008 agli Stati Limite Ultimo e di Esercizio. Il programma effettua le analisi considerando tutte le combinazioni di carico imposte dalla normativa e progetta conseguentemente gli elementi.

Per quanto sopra l'input e l'elaborazione del programma di calcolo adottato è stato portato su questa impostazione.

4.6 Origine e caratteristiche del codice di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (serie 2008-07-144n)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

4.7 Affidabilità dei codici utilizzati

Affidabilità dei codici utilizzati
2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm

4.8 Azioni sulle costruzioni

4.8.1 Carichi permanenti e variabili

Permanenti				
pp solaio	spessore (0,075+0,075/2) x 2500		kg/mq	300
permanente			kg/mq	100
Accidentali				
accidentali Cat C3			kg/mq	500
		TOTALE	KQ\MQ	900

Valori dei coefficienti di combinazione usati:

Categoria C (Ambienti suscettibili di affollamento) = 0.7 ; 0.7 ; 0.6

4.8.2 Azioni della temperatura

E' stata considerata la componente ΔT_u prevista dalla norma (punto 3.5.5) per le strutture in acciaio protette pari a 15°C

Valori dei coefficienti di combinazione usati:

Variazioni termiche = 0.6 ; 0.5 ; 0.0

4.9 Combinazioni

4.9.1 Combinazioni SLU

Le combinazioni fondamentali allo SLU sono state definite secondo la relazione

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.1)$$

4.9.2 Combinazioni Sismiche

Le combinazioni sismiche sono state definite secondo la relazione

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 2 \cdot Qk2 + \dots \quad (2.5.5)$$

Combinazioni Sismiche SLE

Sono state considerate le combinazioni SLD (come previsto per tutti gli edifici) e poiché l'edificio è di classe d'uso III (punto 7.1) sono state considerate anche le combinazioni SLO

Combinazioni Sismiche SLU

Come previsto dalla norma sono state considerate le combinazioni SLV

4.9.3 Combinazioni SLE

Sono state considerate le seguenti combinazioni di carichi SLE

- Combinazione caratteristica rara

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.4)$$

4.9.4 Combinazioni SLU (terreni)

Le combinazioni geotecniche allo SLU sono state definite secondo la relazione

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.1)$$

utilizzando l'approccio 1 previsto dalla norma per gli stati limite ultimi geotecnici STR e GEO (punti 6.4.2.1) :

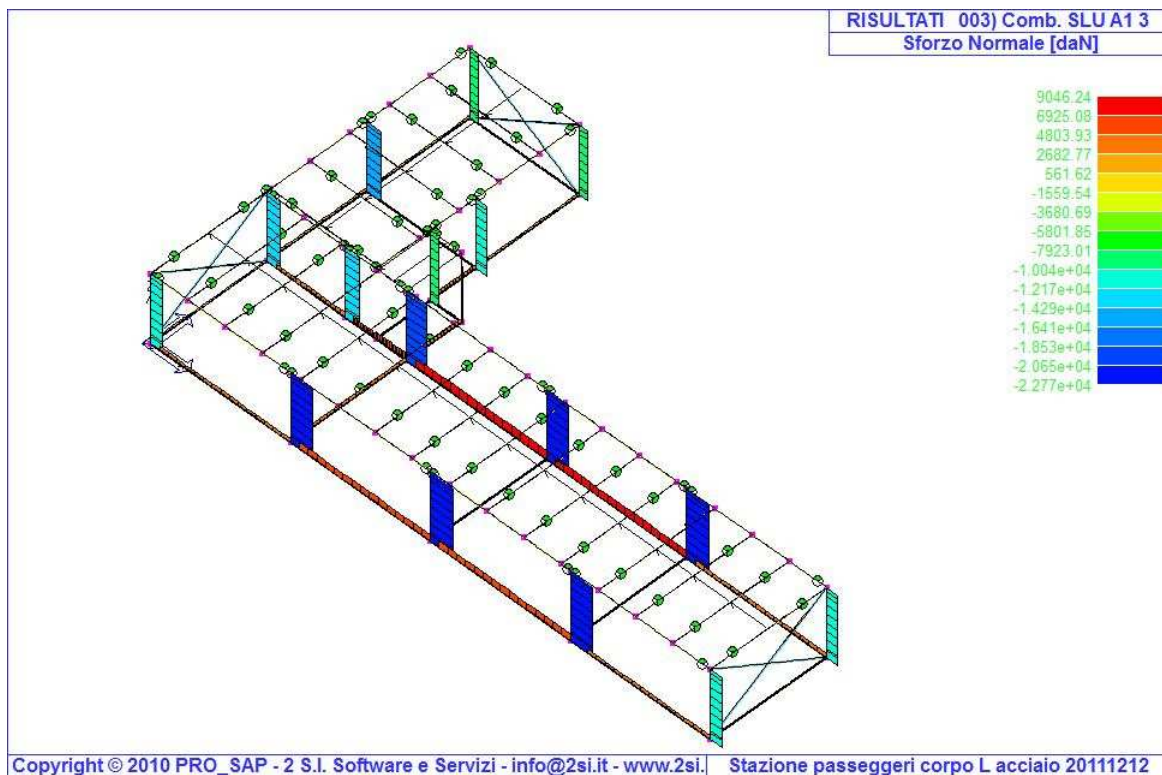
$$\text{Combinazione 1} = (A1 + M1 + R1)$$

$$\text{Combinazione 2} = (A2 + M2 + R2)$$

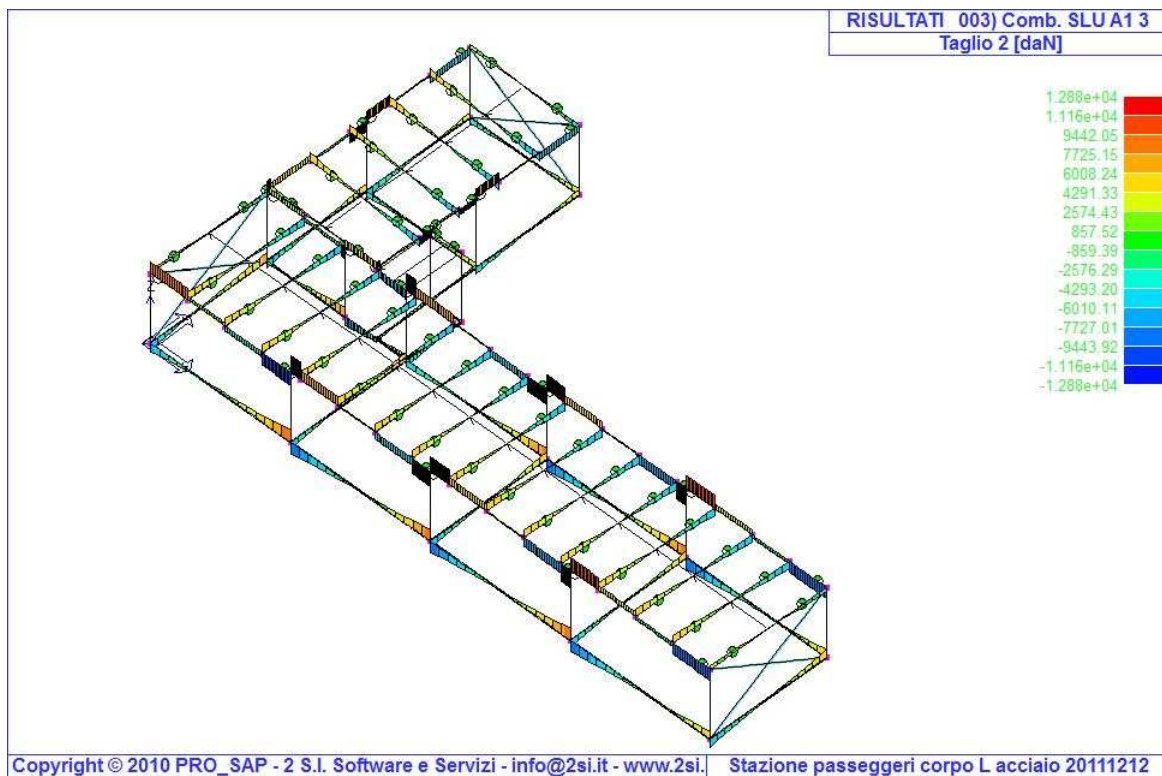
4.10 Risultanti delle analisi (nelle combinazioni più significative)

Si riportano di seguito i alcuni risultati grafici della struttura significativi

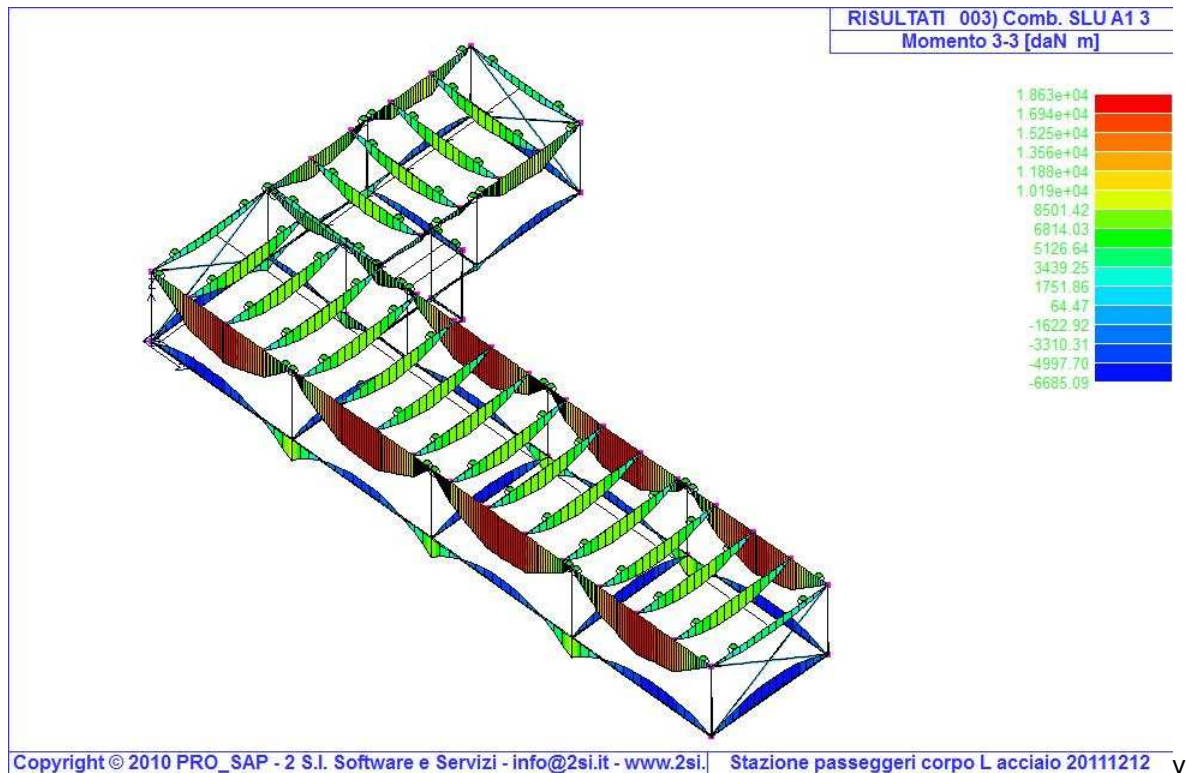
Diagrammi Sforzo Normale



Diagrammi Taglio 2-2



Diagrammi M3-3



4.11 Verifiche SLU e SLE

Il programma Prosap effettua le verifiche allo SLU ed allo SLE relative a tutte le combinazioni. Si rimanda al tabulato per i risultati analitici di tali verifiche.

4.11.1 Verifica SLD – contenimento danno elementi non strutturali (punto 7.3.7.2)

Come prescritto dalla normativa il programma Prosap effettua le verifiche degli spostamenti di interpiano.

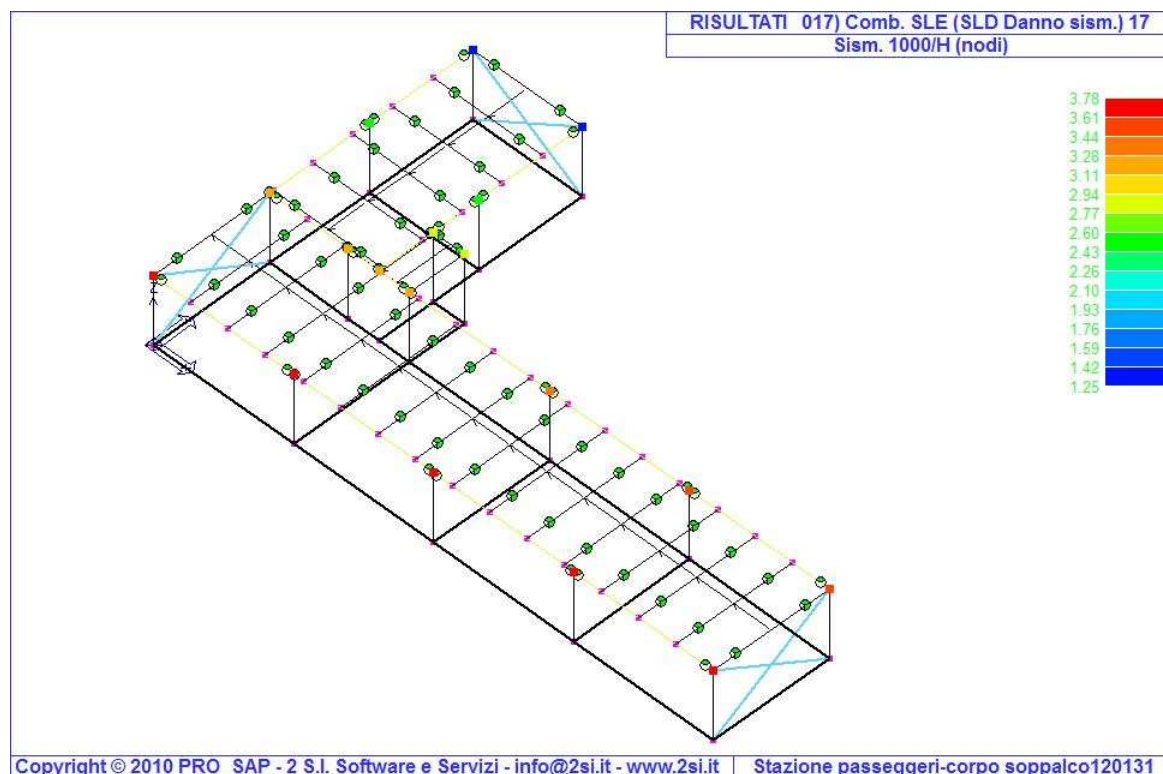
Per ciascuna combinazione sismica definita SLD viene riportato il livello di deformazione η_T (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità $1000 \cdot \eta_T / h$ da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

I tamponamenti di tutti i corpi di fabbrica sono del tipo in mattoni in opera .

Pertanto siamo in presenza di una tipologia di struttura riconducibile al caso a) della norma (punto 7.3.7.2) ovvero tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa. Dunque i valori del tabulato espressi in $1000 \cdot \eta T/h$ sono da confrontare con il valore 5.

Dal tabulato si evince che il valore massimo è $3.78 < 5$

Diagrammi deformazioni sisma 1000/H SLD



4.11.2 Verifica SLO – mantenimento funzionalità impianti (punto 7.3.7.3)

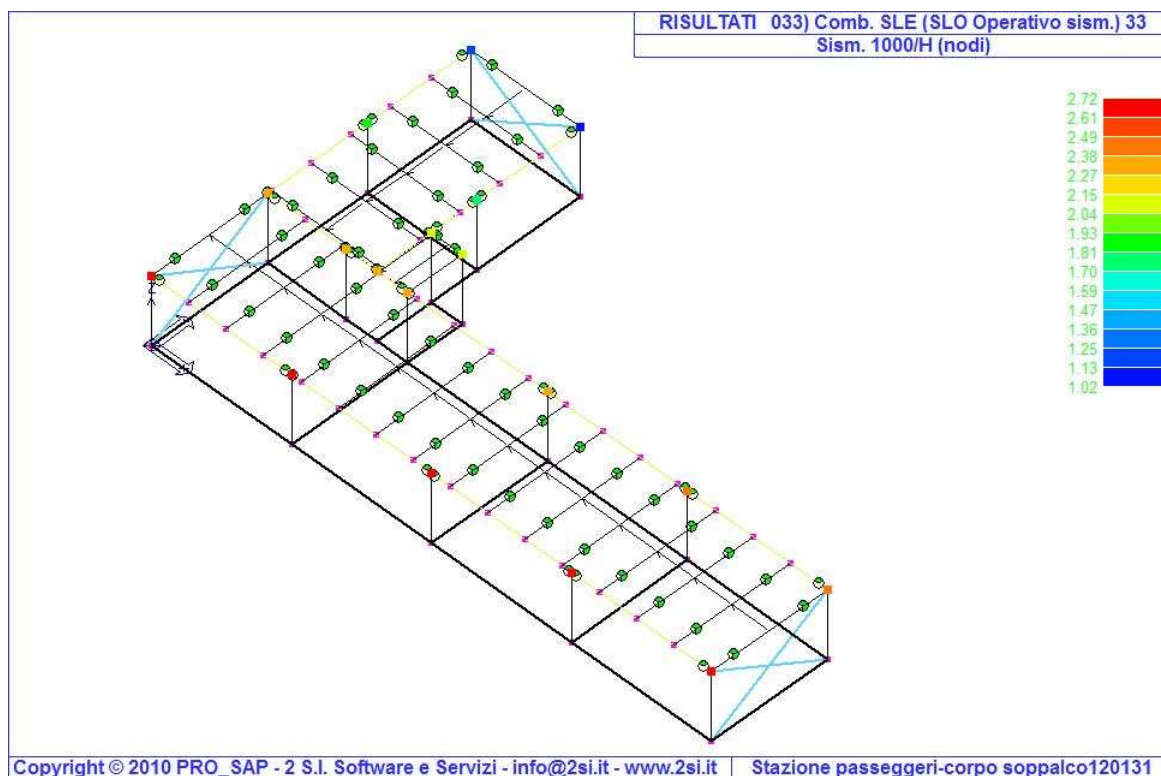
Poiché l'edificio appartiene alla classe d'uso III si è proceduto alle verifiche sul mantenimento della funzionalità degli impianti. Nel caso di edifici civili ed industriali tale condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti sotto le azioni SLO siano inferiori ai due terzi dei limiti di cui al punto precedente.

Nel tabulato di calcolo, per ciascuna combinazione sismica definita SLO, viene riportato il livello di deformazione ηT (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità $1000 \cdot \eta T/h$ da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

Per quanto detto sopra il valore di confronto è $2/3 \cdot 5 = 3.3$

Dal tabulato si evince che il valore massimo è $2.72 < 3.3$

Diagrammi deformazioni sisma 1000/H SLO in combinazione 13



4.12 Verifiche Fondazioni

Le fondazioni previste in progetto sono di tipo superficiale costituite da travi in c.a. di sezione 50x60.

Le azioni previste in fondazione, come indicato nelle norme tecniche al punto 7.2.5, sono quelle risultanti dall'analisi del comportamento dell'intera struttura in elevazione amplificate di un coefficiente 1.1 in quanto l'edificio è progettato in CD "B".

4.12.1 Verifica Fondazioni agli SLU

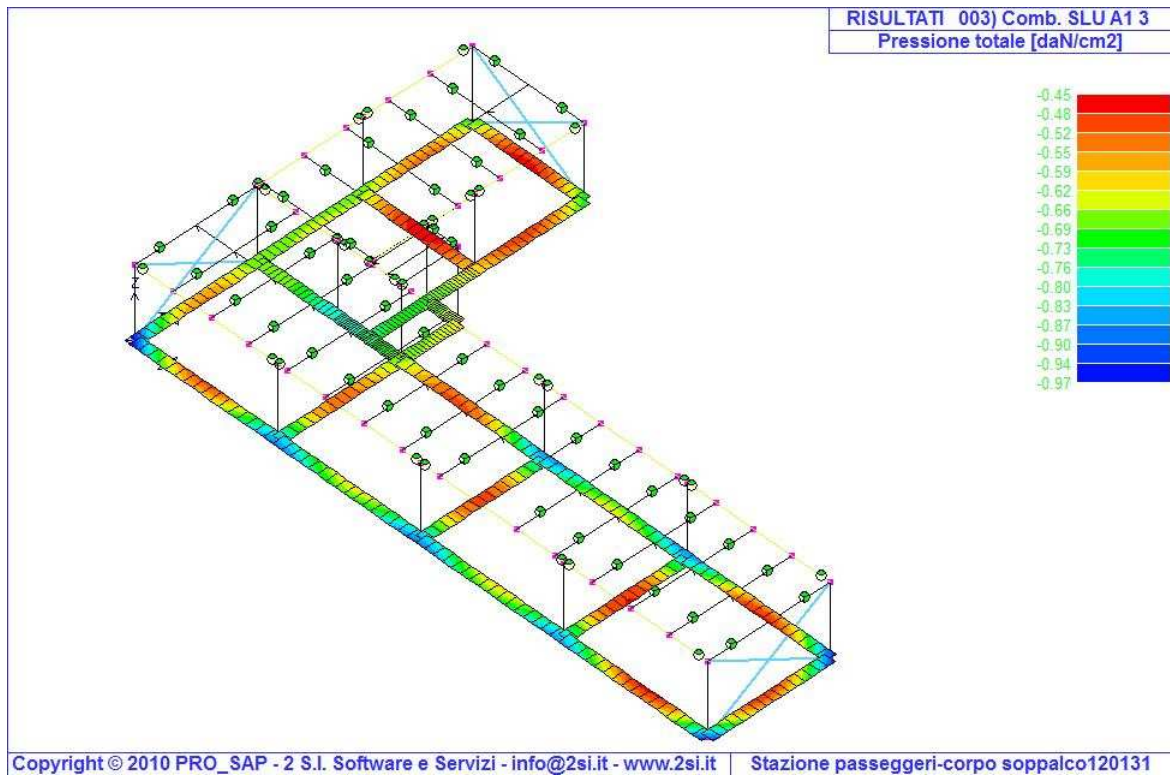
Per quanto riguarda la verifica a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno dal tabulato di calcolo risulta :

- q_{\max} in combinazioni non sismiche = 0.97 kg/cmq
- q_{\max} in combinazioni sismiche = 1.30 kg/cmq x 1.1 = 1.43 kg/cmq

Questi valori sono relativi alle tensioni di picco trasmesse dalle travi al terreno e sono decisamente superiori ai valore medio di tensione cui è sottoposto il terreno sottostante la trave stessa

In ogni caso entrambi i valori di q_{\max} risultano essere inferiori alla q_{\lim} indicata nella relazione geotecnica a firma del Prof. Michele Mauceri che è pari a 1.50 kg/cmq.

Diagrammi Tensione Terremo



4.13 Verifiche dei collegamenti

Si rimanda allo specifico fascicolo allegato

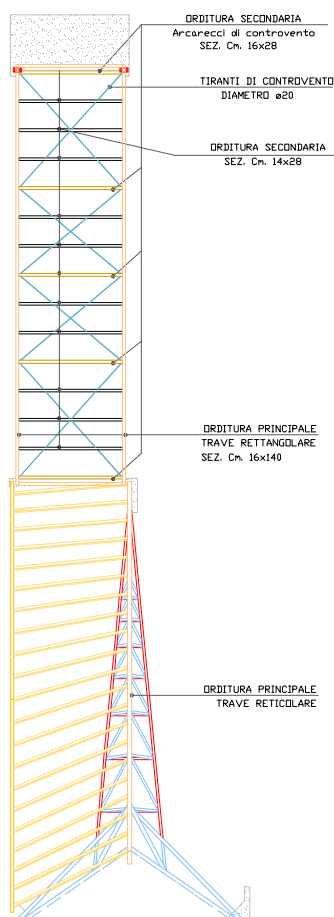
5 CORPO PORTICO

5.1 Descrizione

L'edificio ha una sagoma di lunghezza di ml 49.30 ed una larghezza variabile da ml 6.30 a ml 12.76 ed è costituito da una struttura ad un solo livello.

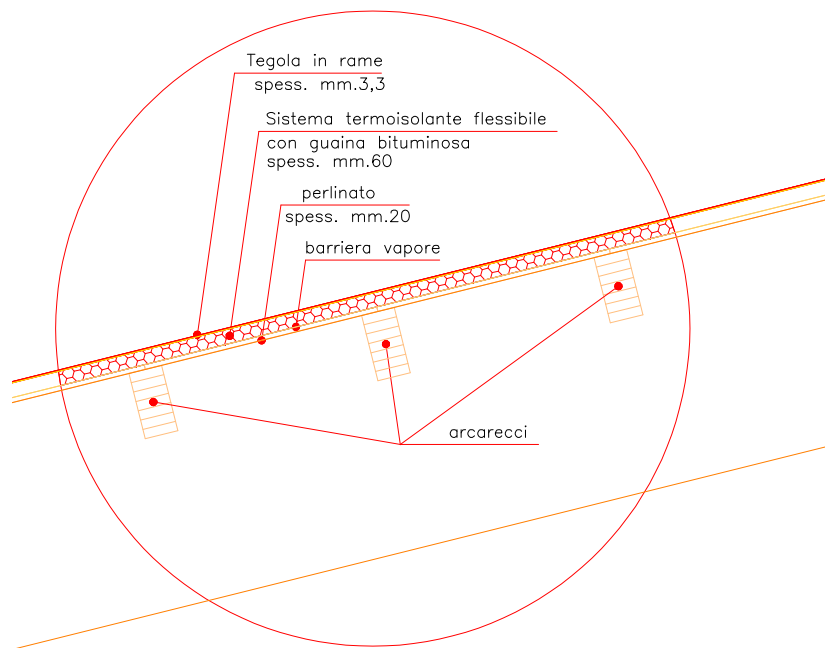
La struttura dalla fondazione agli elementi portanti verticali (setti e pilastri) è prevista in cemento armato.

La struttura di copertura nella zona dell'ingresso principale della stazione è costituita da due travi principali di legno lamellare di sezione 16x140 sulle quali poggia l'orditura secondaria con travetti di sezione 14x28 e 16x28 . Nell'altra zona del portico invece la copertura è realizzata con una trave a traliccio spaziale identica a quelle usate per il corpo principale ed un arco in legno lamellare tra i quali è tessuta l'orditura secondaria in travetti in l.l.

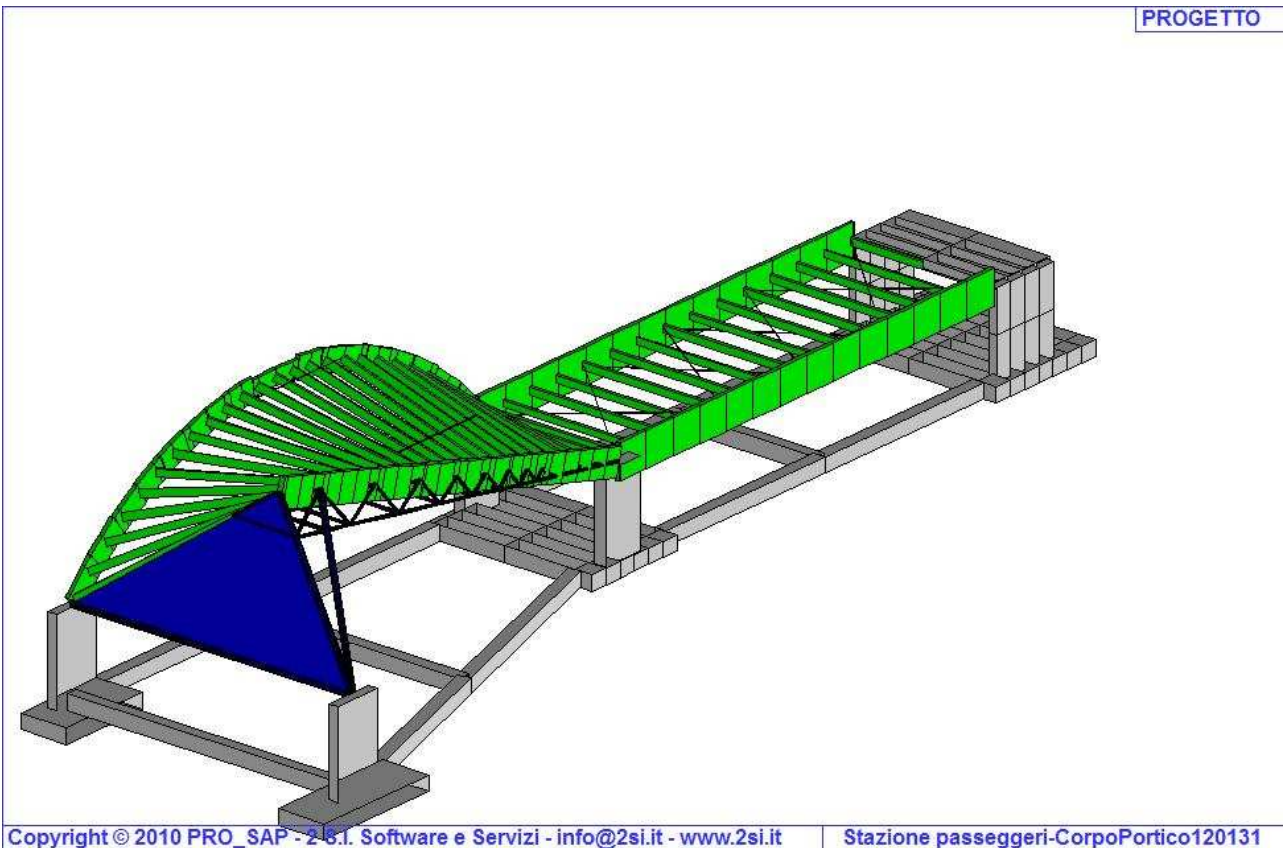


I vincoli che si realizzano tra dette travi in legno ed i pilastri sono di tipo cerniera.

Sopra i travetti è previsto il pacchetto di copertura costituito come di seguito indicato :



Nella zona del portico con le travi rettangolari in l.l. invece il pacchetto di copertura è costituito da perlinato e pannello sandwich , quest'ultimo posto in opera con opportuni sostegni per creare la pendenza necessaria allo smaltimento delle acque meteoriche



Copyright © 2010 PRO_SAP - 2 s.r.l. Software e Servizi - info@2si.it - www.2si.it | Stazione passeggeri-CorpoPortico120131

5.2 Caratteristiche generali delle costruzioni (punto 7.2.2)

5.2.1 Regolarità

L'edificio in oggetto non è una costruzione regolare in pianta in quanto non sono rispettate tutte le condizioni previste dalla normativa

L'edificio non è una struttura regolare in altezza in quanto non tutte le condizioni previste dalla normativa sono rispettate:

Conseguentemente si considera un valore del coefficiente $K_R = 0.8$ (punto 7.3.1.)

5.3 Tipologia strutturale e Fattore di struttura (punto 7.4.3)

La struttura in progetto è costituita da pilastri in c.a., travi portanti in acciaio e legno lamellare.

Essendo una struttura nella quale sono state utilizzate tre tipologie di materiali ed essendo peraltro una struttura di complessa schematizzazione per individuarne la tipologia strutturale di appartenenza secondo la normativa, si è ritenuto che possa applicarsi cautelativamente il fattore di struttura $q_0 = 2.0$ corrispondente a *struttura a portali isostatici con giunti con mezzi di unione a gambo cilindrico* (7.7.3) in entrambe le direzioni.

Conseguentemente $q = q_0 * KR = 2.0 * 0.8 = 1.60$

5.4 Azione sismica

5.4.1 Azione sismica orizzontale

L'edificio è stato calcolato applicando il Decreto Ministeriale LL. PP. Del 14 gennaio 2008 "norme tecniche per le costruzioni". Per tale normativa l'area dell'edificio ricade in zona 2.

Sono stati utilizzati i seguenti parametri per la determinazione dell'azione sismica :

Zona sismica	= 2
Vita nominale (VN)	> = 50 anni (tipo di costruzione 2)
Classe d'uso	= III
Categoria di sottosuolo	= E (come riportato nella relazione geotecnica)
Condizioni topografiche	= T1
Fattore di struttura (q)	= 1.60
Classe di duttilità	= Bassa

La struttura sarà realizzata nel Comune di Pozzallo (RG). Le coordinate geografiche del sito sono:

Longitudine = 14.8303 Latitudine = 36.7168

Valutazione della pericolosità sismica

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Vertici della maglia elementare

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
50747	14.736	36.878	3.677
50748	14.798	36.877	2.838
50526	14.799	36.927	4.417
50525	14.736	36.928	5.079

Coordinate geografiche

Località: Trova

Longitudine: Latitudine: Applica

Parametri per le forme spettrali

	Pver	Tr	ag [g]	Fo	T*c
SLO	81	30	0.034	2.500	0.230
SLD	63	50	0.050	2.490	0.260
SLV	10	475	0.204	2.290	0.410
SLC	5	975	0.294	2.360	0.460

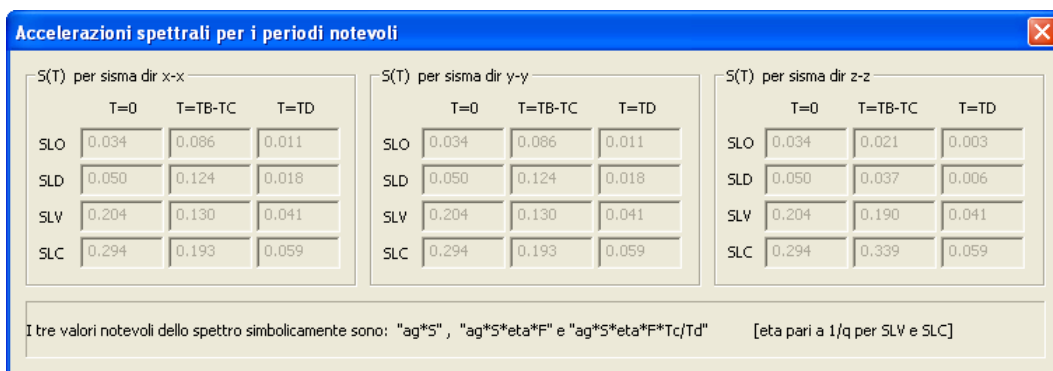
Periodo di riferimento per l'azione sismica

Vita Vn [anni] Coeff. uso Cu Periodo Vr [anni]

Calcola

Annulla OK

Nota: per il calcolo dei parametri sismici
 1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre Vn e Cu
 Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N
 [con N = 1,2,3,4,5]



L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_o : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

SL	P _{ver}	T _r	a _g	F _o	T [*] c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	45.0	0.031	2.510	0.230
SLD	63.0	75.0	0.040	2.600	0.270
SLV	10.0	712.0	0.144	2.390	0.490
SLC	5.0	1462.0	0.201	2.450	0.530

SL	A _g	S	F _o	F _v	T _b	T _c	T _d
	G				sec	sec	sec
SLO	0.031	1.600	2.510	0.596	0.159	0.476	1.724
SLD	0.040	1.600	2.600	0.702	0.175	0.524	1.760
SLV	0.144	1.600	2.390	1.225	0.250	0.750	2.176
SLC	0.201	1.457	2.450	1.484	0.262	0.786	2.405

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s * S_t$ (3.2.5)

F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale

T_b è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

T_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

T_d è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

La massa eccitata risulta in direzione X = 98.09 % , in direzione Y = 98.07 % e dir direzione Z = 97.32 % e dunque > 85%

Nel analisi dinamica della struttura è stata considerata una eccentricità accidentale in ogni direzione pari al 5% della dimensione dell'edificio

5.4.2 Azione sismica verticale

Poiché nella struttura vi è la presenza di strutture di tipo spingente è stata presa in considerazione anche la componente verticale della forza sismica. In tal caso come prevede la norma il fattore di struttura q = viene posto uguale a 1.5

5.5 Modello di calcolo

Per la tipologia costruttiva utilizzata, i vincoli delle travi portanti rettangolari sui pilastri possono essere assimilati a delle cerniere.

Analogamente anche l'orditura secondaria (travetti) è collegata alla struttura principale con vincoli del tipo cerniera.

Il calcolo è stato eseguito con il software Prosap della 2SI nel quale si è scelta l'analisi dinamica secondo il DM2008 agli Stati Limite Ultimo e di Esercizio. Il programma effettua le analisi considerando tutte le combinazioni di carico imposte dalla normativa e progetta conseguentemente gli elementi.

5.6 Origine e caratteristiche del codice di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (serie 2008-07-144n)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

5.7 Affidabilità dei codici utilizzati

Affidabilità dei codici utilizzati
2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

5.8 Azioni sulle costruzioni

5.8.1 Carichi permanenti e variabili

Permanenti			
peso proprio solaio		kg/mq	25
coibentazione e impermeabilizzazione		kg/mq	10
impianti vari		kg/mq	65
		KG\MQ	100

5.8.2 Azioni della neve

Zona Neve = III

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 0,90

Valore caratteristico del carico al suolo ($q_{sk} C_e$) = 54 daN/mq

Copertura a due falde:

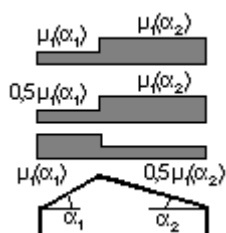
Angolo di inclinazione della falda 1 = 0,0°

$\mu_1(\alpha_1) = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 43 \text{ daN/mq}$

Angolo di inclinazione della falda 2 = 0,0°

$\mu_1(\alpha_2) = 0,80 \Rightarrow Q_2 = 43 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



Valori dei coefficienti di combinazione usati:

Neve a quota $\leq 1000 \text{ s.l.m} = 0.5 ; 0.2 ; 0.0$

5.8.3 Azioni del vento

Zona vento = 4

($V_{b.o} = 28 \text{ m/s}$; $A_o = 500 \text{ m}$; $K_a = 0,020 \text{ 1/s}$)

Classe di rugosità del terreno: D

[Aree prive di ostacoli o con al di più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,..)]

Categoria esposizione: tipo II

($K_r = 0,19$; $Z_o = 0,05$ m; $Z_{min} = 4$ m)

Velocità di riferimento = 28,00 m/s

Pressione cinetica di riferimento (q_b) = 49 daN/mq

Coefficiente di forma (C_p) = 1,00

Coefficiente dinamico (C_d) = 1,00

Coefficiente di esposizione (C_e) = 2,35

Coefficiente di esposizione topografica (C_t) = 1,00

Altezza dell'edificio = 10,00 m

Pressione del vento ($p = q_b C_e C_p C_d$) = 115 daN/mq

Valori dei coefficienti di combinazione usati:

Vento = 0.6 ; 0.2 ; 0.0

5.8.4 Azioni della temperatura

E' stata considerata la componente ΔT_u prevista dalla norma (punto 3.5.5) per le strutture in acciaio esposte pari a 25°C

Valori dei coefficienti di combinazione usati:

Variazioni termiche = 0.6 ; 0.5 ; 0.0

5.9 Combinazioni

5.9.1 Combinazioni SLU

Le combinazioni fondamentali allo SLU sono state definite secondo la relazione

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

5.9.2 Combinazioni Sismiche

Le combinazioni sismiche sono state definite secondo la relazione

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_2 \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

Combinazioni Sismiche SLE

Sono state considerate le combinazioni SLD (come previsto per tutti gli edifici) e poiché l'edificio è di classe d'uso III (punto 7.1) sono state considerate anche le combinazioni SLO

Combinazioni Sismiche SLU

Come previsto dalla norma sono state considerate le combinazioni SLV

5.9.3 Combinazioni SLE

Sono state considerate le seguenti combinazioni di carichi SLE

- Combinazione caratteristica rara

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi02 \cdot Qk2 + \psi03 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente

$$G1 + G2 + P + \psi11 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \psi23 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente

$$G1 + G2 + P + \psi21 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \psi23 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.4)$$

5.9.4 Combinazioni SLU (terreni)

Le combinazioni geotecniche allo SLU sono state definite secondo la relazione

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi03 \cdot Qk3 + \dots \quad (2.5.1)$$

Utilizzando l'approccio 1 previsto dalla norma per gli stati limite ultimi geotecnici STR e GEO (punti 6.4.2.1) :

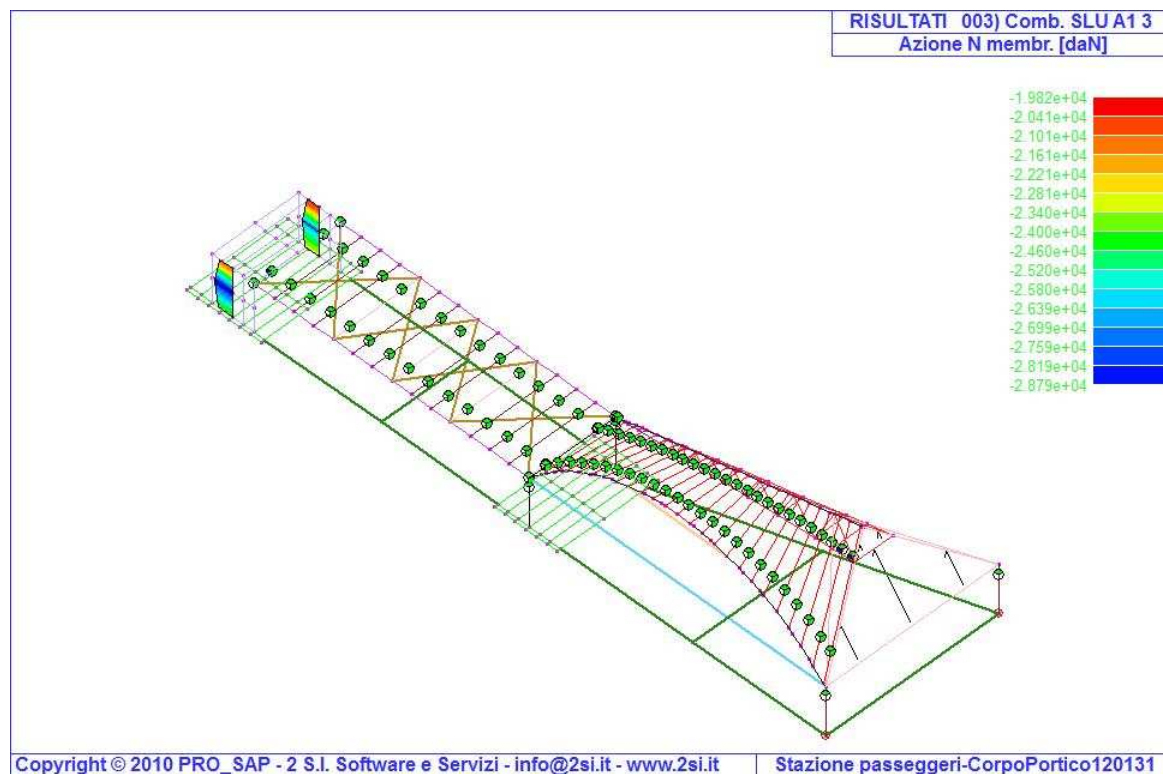
$$\text{Combinazione 1} = (A1+M1+R1)$$

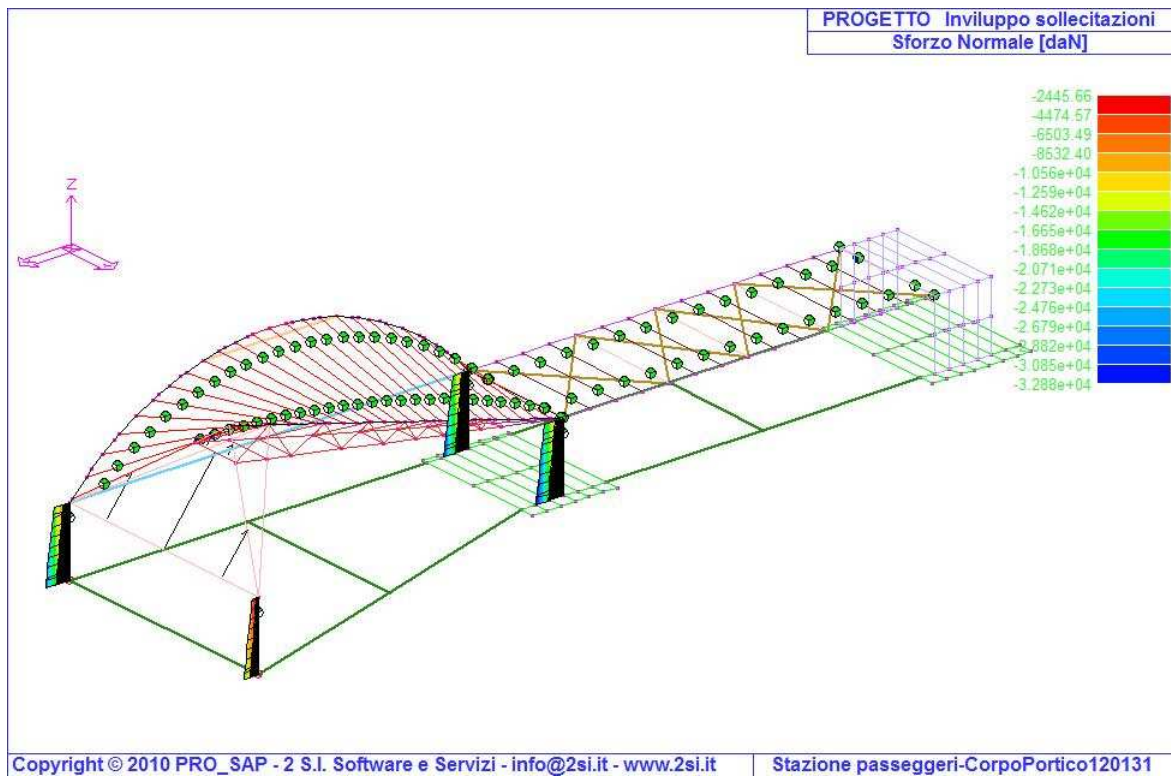
$$\text{Combinazione 2} = (A2+M2+R2)$$

5.10 Risultanti delle analisi (nelle combinazioni più significative)

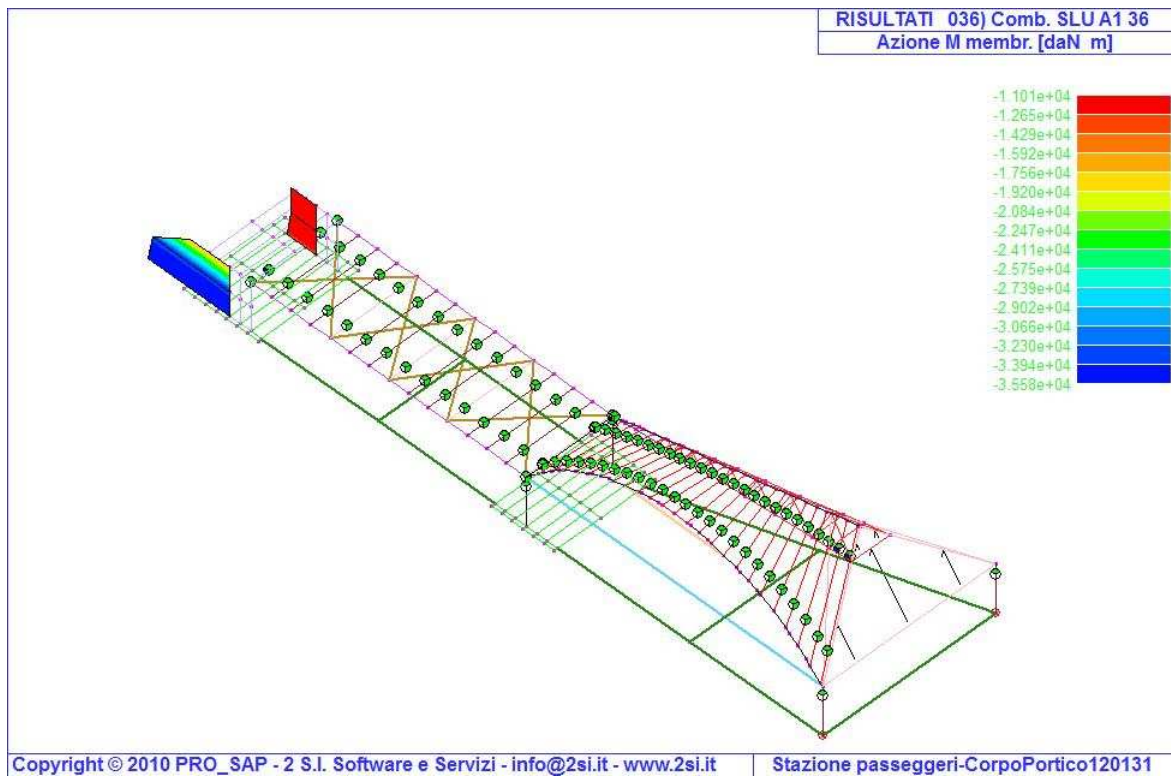
Si riportano di seguito i alcuni risultati grafici della struttura significativi

Diagrammi Sforzo Normale





Diagrammi M3-3



5.11 Verifiche SLU e SLE

Il programma Prosap effettua le verifiche allo SLU ed allo SLE relative a tutte le combinazioni. Si rimanda al tabulato per i risultati analitici di tali verifiche.

5.11.1 Verifica SLD – contenimento danno elementi non strutturali (punto 7.3.7.2)

Come prescritto dalla normativa il programma Prosap effettua le verifiche degli spostamenti di interpiano.

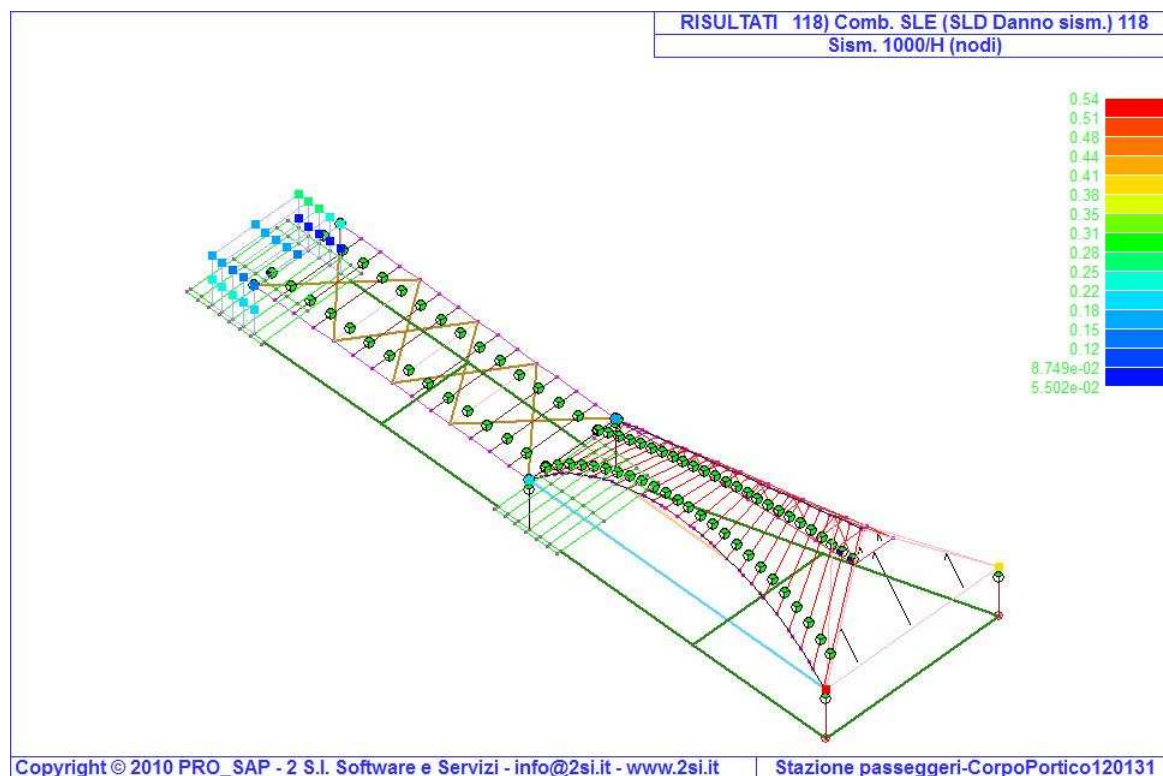
Per ciascuna combinazione sismica definita SLD viene riportato il livello di deformazione ηT (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità $1000 \cdot \eta T/h$ da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

I tamponamenti di tutti i corpi di fabbrica sono del tipo in mattoni in opera .

Pertanto siamo in presenza di una tipologia di struttura riconducibile al caso a) della norma (punto 7.3.7.2) ovvero tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa. Dunque i valori del tabulato espressi in $1000 \cdot \eta T/h$ sono da confrontare con il valore 5.

Dal tabulato si evince che il valore massimo è $0.54 < 5$

Diagrammi deformazioni sisma 1000/H SLD



5.11.2 Verifica SLO – mantenimento funzionalità impianti (punto 7.3.7.3)

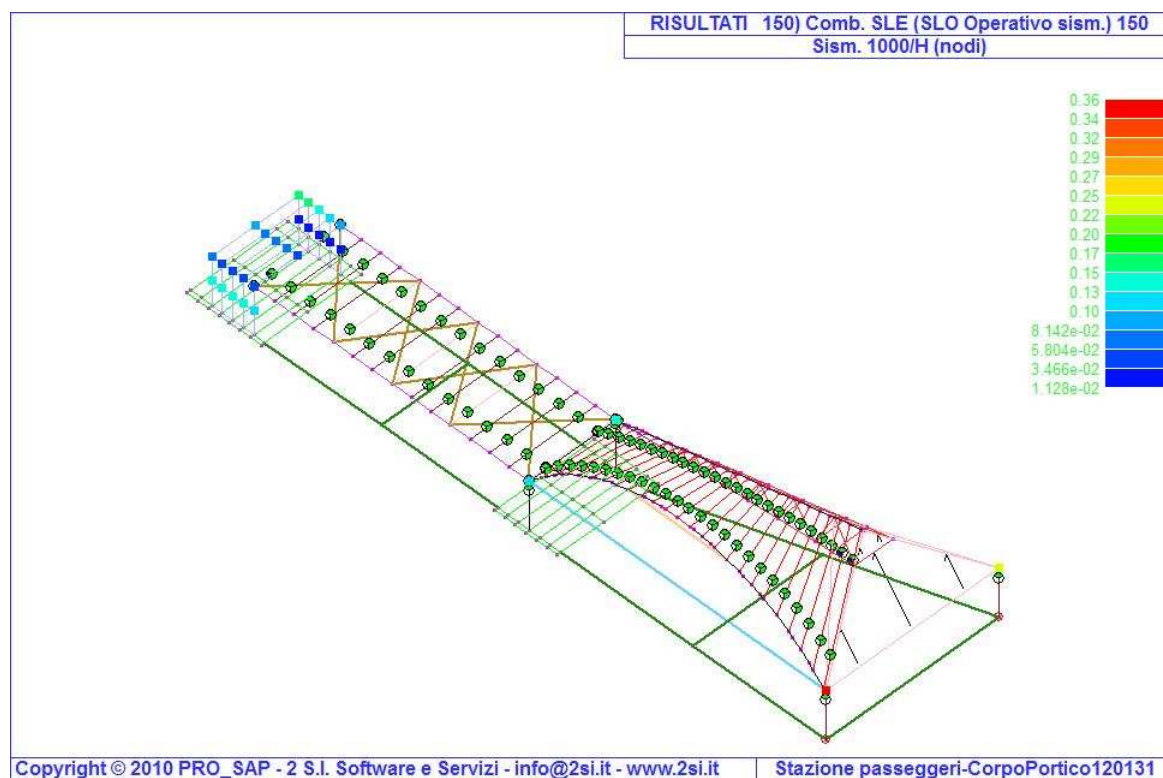
Poiché l'edificio appartiene alla classe d'uso III si è proceduto alle verifiche sul mantenimento della funzionalità degli impianti. Nel caso di edifici civili ed industriali tale condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti sotto le azioni SLO siano inferiori ai due terzi dei limiti di cui al punto precedente.

Nel tabulato di calcolo, per ciascuna combinazione sismica definita SLO, viene riportato il livello di deformazione ηT (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità $1000 \cdot \eta T/h$ da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

Per quanto detto sopra il valore di confronto è $2/3 \cdot 5 = 3.3$

Dal tabulato si evince che il valore massimo è $0.36 < 3.3$

Diagrammi deformazioni sisma 1000/H SLO in combinazione 13



5.12 Verifiche Fondazioni

Le fondazioni previste in progetto sono di tipo superficiale.

Le azioni previste in fondazione, come indicato nelle norme tecniche al punto 7.2.5, sono quelle risultanti dall'analisi del comportamento dell'intera struttura in elevazione amplificate di un coefficiente 1.1 in quanto l'edificio è progettato in CD "B".

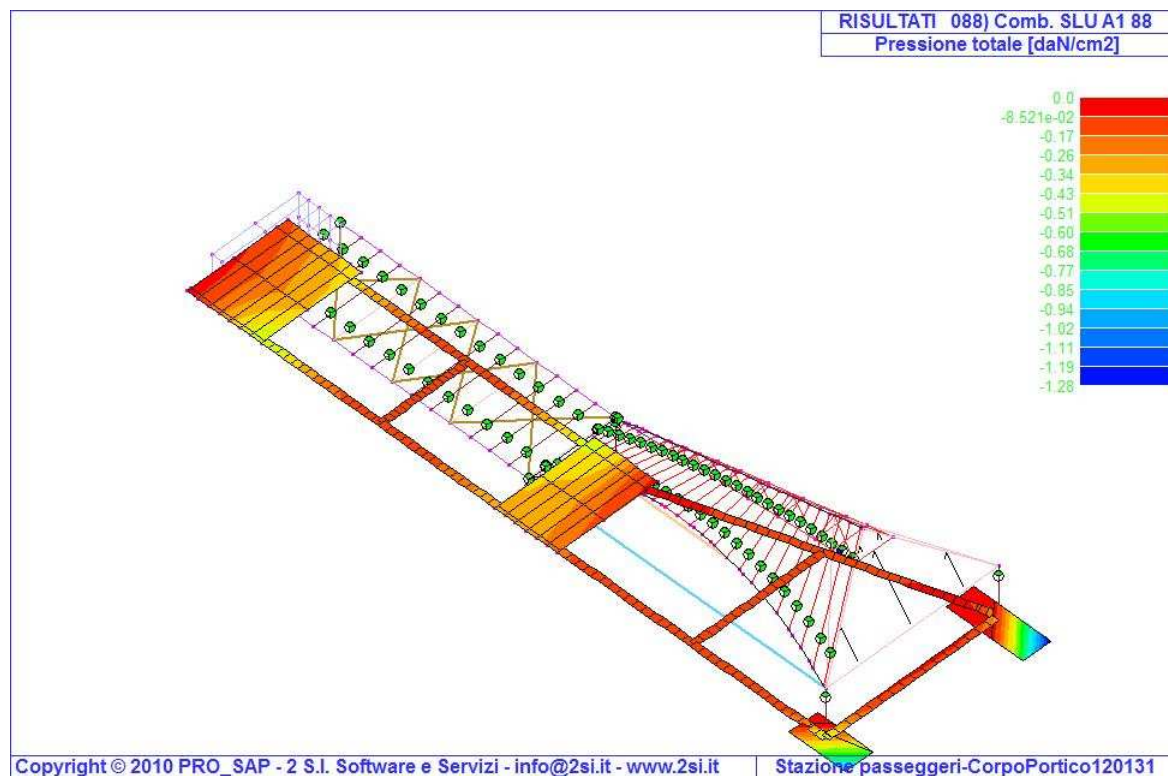
5.12.1 Verifica Fondazioni agli SLU

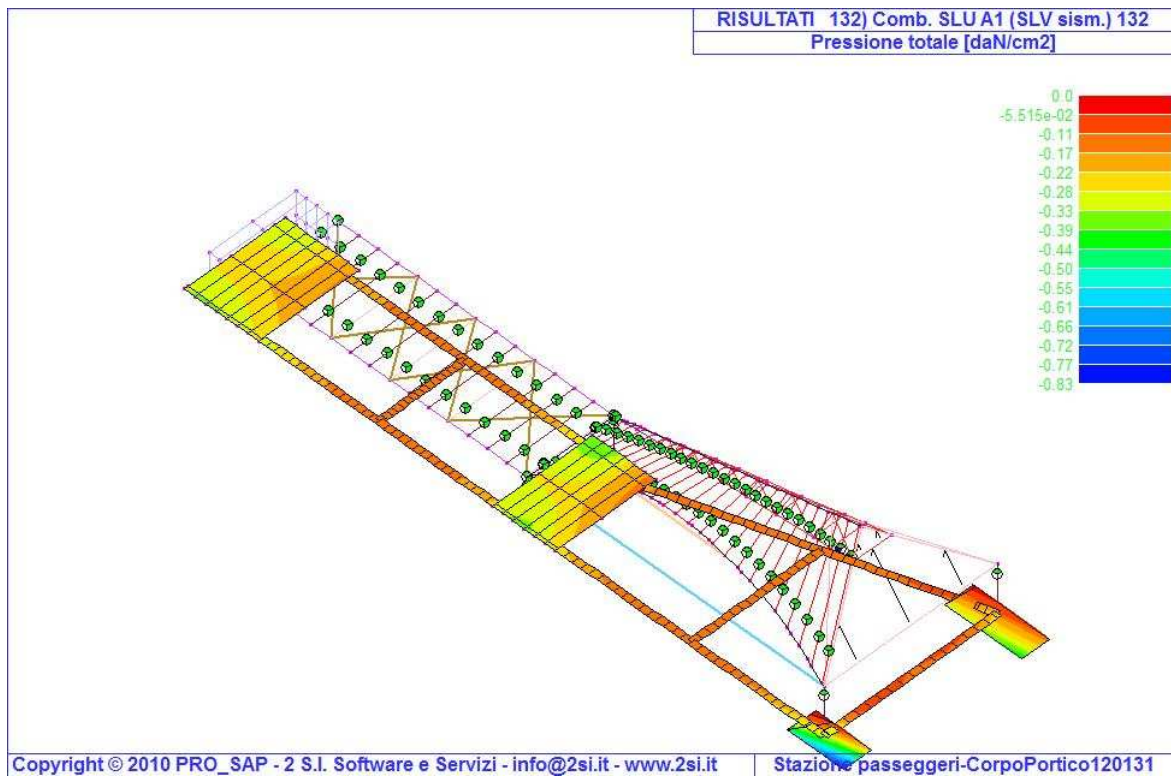
Per quanto riguarda la verifica a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno dal tabulato di calcolo risulta :

- q_{\max} in combinazioni non sismiche = 1.28 kg/cmq
- kg/q_{\max} in combinazioni sismiche = 0.83 kg/cmq x 1.1 = 0.913 cmq

Questi valori sono relativi alle tensioni di picco trasmesse dai plinti al terreno e sono decisamente superiori ai valore medio di tensione cui è sottoposto il terreno sottostante il plinto stesso

In ogni caso entrambi i valori di q_{\max} risultano essere inferiori alla q_{lim} indicata nella relazione geotecnica a firma del Prof. Michele Mauceri che è pari a 1.50 kg/cmq.





5.13 Verifiche dei collegamenti

Si rimanda allo specifico fascicolo allegato