

Comune di Riva Presso Chieri

PROVINCIA DI TORINO

Lavori di realizzazione impianto polisportivo comunale 1° lotto

CUP : D71B21005340004

PROGETTO ESECUTIVO

ai sensi dell'art. 33 D.P.R. 207/2010

COMMITTENTE:

Comune di Riva Presso Chieri

Piazza Parrocchia, 4
10020 Riva Presso Chieri (TO) - Italy
Telefono: (+39) 011.9469103
Fax: (+39) 011.9468449
Email: info@comune.rivapressochieri.to.it
PEC: comune.rivapressochieri@postecert.it



PROGETTO:

Architetto Paolo Pettene & Partners

ARCHITETTO PAOLO PETTENE & PARTNERS S.T.P. srl
Via Gortzia, 3 10046 Polino (TO) | ITALY | Tel +39 0119430655
www.studlopettene.com | info@studlopettene.com



OGGETTO

Relazione tecnica e sismica opere strutturali

ELABORATO

02a RTS

ELABORATI: Elaborati

SCALA: -

EMISSIONE: Progetto esecutivo

REV: 0

DATA: Novembre 2022

EMISSIONE:

REV:

DATA:

EMISSIONE:

REV:

DATA:

EMISSIONE:

REV:

DATA:

RELAZIONE TECNICA E SISMICA

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. NORMATIVE.....	4
3. CRITERI DI PROGETTO E LIVELLI PRESTAZIONALI	5
4. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	5
4.1 Rischio sismico.....	5
4.2 Classificazione sismica del comune.....	5
4.3 Vita nominale.....	6
4.4 Classe d'uso.....	6
4.5 Periodo di riferimento per l'azione sismica.....	6
4.6 Categoria di sottosuolo	6
5. MATERIALI	7
5.1 Calcestruzzi.....	7
5.1.1 Calcestruzzo C25/30	7
5.2 Acciaio per cemento armato	7
5.3 Acciaio da carpenteria metallica.....	7
6. ANALISI DEI CARICHI	8
6.1 Pesi propri	8
6.2 Sovraccarichi permanenti	8
6.3 Sovraccarichi ambientali	8
6.3.1 Neve.....	8
6.3.2 Vento.....	9
6.4 Azione sismica	12
6.4.1 Fattore di Comportamento.....	13
6.5 Coefficienti parziali per le azioni	13
6.6 Coefficienti di combinazione.....	14
6.7 Combinazione dei carichi	14
7. CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE.....	15
7.1 Fattore di struttura	15
7.2 Modellazione strutturale	15
7.3 Analisi modale.....	16
7.4 Caratteristiche programma di calcolo	17
7.5 Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo.....	18

1. PREMESSA

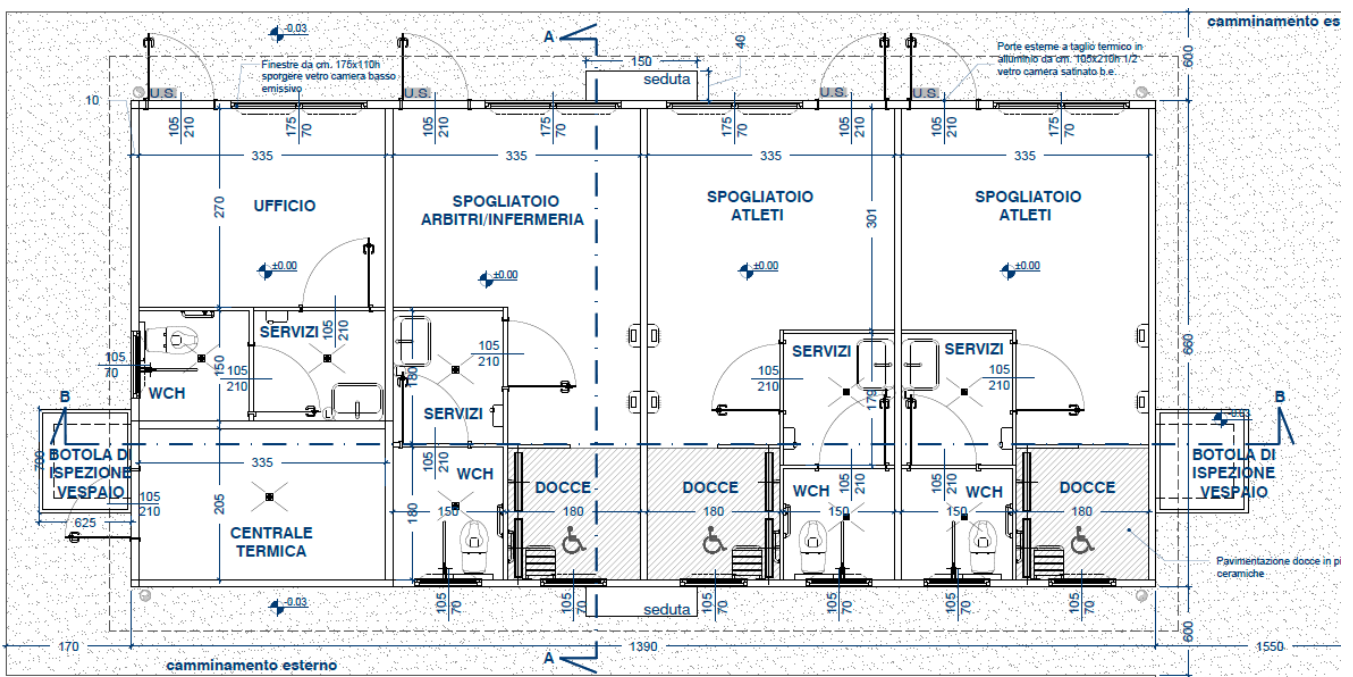
La relazione che segue tratta le impostazioni di calcolo delle strutture in elevazione e di fondazione del nuovo fabbricato ad uso spogliatoi previsti nell'ambito dei Lavori di Realizzazione Impianto Polisportivo Comunale in Riva presso Chieri (TO).

Nelle pagine che seguono saranno esposti i principali dati di ingresso per il progetto strutturale. Per il dettaglio delle analisi e delle verifiche si rimanda alla relazione geotecnica e di calcolo.

Il progetto prevede la realizzazione di un edificio con struttura prefabbricata in pannelli coibentati di lamiera ad un piano fuori terra.

L'edificio presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

- ingombro massimo pari a 13.90 x 6.60 m ed altezza di colmo pari a circa 3.40m;



Il fabbricato è caratterizzato da monoblocchi con telaio in acciaio poggiati su cordoli a loro volta realizzati su platea di fondazione in ca.

2. NORMATIVE

Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380

Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Circ. n.11651 del 14/02/1974

DM 17/01/2018, “Norme Tecniche per le Costruzioni”

Normativa tecnica di riferimento. Essendo un documento generale di carattere prestazionale per la definizione di parametri specifici e per le regole di dettaglio, come previsto dal Decreto stesso, ci si è riferiti alle seguenti normative:

Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti, circolare n. 7 del 21 gennaio 2019

ISTRUZIONI per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 Gennaio 2018.

UNI EN 1990:2006

Eurocodice – Criteri generali di progettazione strutturale

UNI EN 1992-1-1:2005

Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1993-1-1:2005

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1993-1-8:2005

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.

UNI EN 1995-1-1:2005

Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1998-1:2005

Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.

UNI EN 206-1:2006

Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione e conformità.

UNI 11104:2004

Calcestruzzo: Specificazione, prestazione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

Regolamento Europeo 305/2011

che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE

3. CRITERI DI PROGETTO E LIVELLI PRESTAZIONALI

L'analisi strutturale è stata effettuata in base alle normative vigenti.

In particolare, per la definizione dei carichi, le analisi e le verifiche si è fatto riferimento al quadro normativo delineato del D.M. 17/01/18 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

Per quanto non riportato sul Decreto si sono seguite le indicazioni degli Eurocodici e della Circolare applicativa delle NTC medesime.

Le verifiche degli elementi sono state svolte seguendo il metodo degli Stati Limite.

4. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

4.1 Rischio sismico

L'Italia è uno dei Paesi a maggiore rischio sismico del Mediterraneo per la frequenza dei terremoti che hanno storicamente interessato il suo territorio e per l'intensità che alcuni di essi hanno raggiunto determinando un impatto sociale ed economico rilevante.

La sismicità (frequenza e forza con cui si manifestano i terremoti) è una caratteristica fisica del territorio al pari del clima, dei rilievi montuosi e dei corsi d'acqua. Conoscendo la frequenza e l'energia (magnitudo) associate ai terremoti che caratterizzano un territorio ed attribuendo un valore di probabilità al verificarsi di un evento sismico di una certa magnitudo in un certo intervallo di tempo, si può definire la sua pericolosità sismica. Un territorio avrà una pericolosità sismica tanto più elevata quanto più probabile sarà, a parità di intervallo di tempo considerato, il verificarsi di un terremoto di una certa magnitudo.

Il rischio sismico è determinato da una combinazione della pericolosità, della vulnerabilità e dell'esposizione ed è la misura dei danni che, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione (natura, qualità e quantità dei beni esposti), ci si può attendere in un dato intervallo di tempo.

La pericolosità sismica di un territorio è rappresentata dalla frequenza e dalla forza dei terremoti che lo interessano, ovvero dalla sua sismicità.

La pericolosità sismica viene definita come la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi una soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco (PGA) di nostro interesse.

Negli ultimi 30 anni è emersa una maggiore richiesta di conoscenze del livello di pericolosità sismica da parte di Enti e amministrazioni locali, che ha favorito lo sviluppo di metodi di studio e calcolo di tale parametro.

Soprattutto negli ultimi anni, studi di pericolosità sismica sono stati impiegati nelle analisi territoriali e regionali finalizzate a zonazioni (classificazione sismica) o micro-zonazioni. In quest'ultimo caso, la valutazione della pericolosità comporta l'individuazione delle aree che, in occasione di una scossa sismica, possono essere soggette a fenomeni di amplificazione. Infatti, il terremoto determina effetti diversi in funzione delle condizioni geologiche e geomorfologiche locali, fornendo utili indicazioni per la pianificazione urbanistica.

4.2 Classificazione sismica del comune

Il Comune di Riva presso Chieri è classificato in Zona 4.

4.3 Vita nominale

Con riferimento alla tabella 2.4.I delle NTC'18 l'edificio è classificato come tipo di costruzione 2.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

4.4 Classe d'uso

Con riferimento al paragrafo 2.4.2 delle NTC'18, la tipologia di costruzione in progetto rientra nella classe III ($C_u = 1.5$), nella quale sono comprese "Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi...".

4.5 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche sulla costruzione vengono valutate in relazione al periodo di riferimento V_R che si ricava moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_u , definito dalle NTC'18 nella tabella 2.4.II.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_u

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso in esame la vita di riferimento è $V_R = V_N * C_u = 50 * 1.5 = 75$ anni.

Sarà quindi questo il periodo di riferimento delle strutture, dato di base per la progettazione degli elementi portanti esposti nella relazione di calcolo di progetto.

4.6 Categoria di sottosuolo

Sulla base degli esiti dell'indagine geofisica condotta in sito la categoria di sottosuolo può essere assunta di tipo D.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{v,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

5. MATERIALI

5.1 Calcestruzzi

5.1.1 Calcestruzzo C25/30

$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	resistenza cubica caratteristica a compressione
$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	resistenza cilindrica caratteristica a compressione
$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.6 \text{ N/mm}^2$	resistenza di calcolo a trazione assiale
$E_{cm} = 22000 \cdot ((f_{ck} + 8) / 10)^{0.3} = 31475 \text{ N/mm}^2$	modulo elastico medio
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.1 \text{ N/mm}^2$	resistenza di calcolo a compressione

5.2 Acciaio per cemento armato

Acciaio in barre: B450C controllato in stabilimento.

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$	resistenza a rottura
$f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$	resistenza di calcolo
$E = 210000 \text{ N/mm}^2$	modulo elastico

5.3 Acciaio da carpenteria metallica

L'acciaio da carpenteria metallica utilizzato per le strutture è in classe S275 JR.

$f_{yk} = 275.0 \text{ N/mm}^2$	resistenza a rottura
$E = 210000.0 \text{ N/mm}^2$	modulo elastico
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M0} = 261.9 \text{ N/mm}^2$	resistenza di calcolo
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M1} = 261.9 \text{ N/mm}^2$	resistenza di calcolo ad instabilità delle membrature
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M2} = 220 \text{ N/mm}^2$	resistenza di calcolo delle sezioni inebolite dai fori

6. ANALISI DEI CARICHI

6.1 Pesi propri

I pesi propri degli elementi strutturali sono:

Peso specifico utilizzato per il c.a.: $\rho_{c.a.}=25\text{kN/m}^3$

Peso specifico utilizzato per l'acciaio da carpenteria: $\rho_{acc.}=78.5\text{kN/m}^3$

6.2 Sovraccarichi permanenti

Si riporta una tabella riepilogativa dei sovraccarichi previsti.

Carichi compiutamente definiti $\gamma_{G2} = 1.3$

Pannello di copertura in pannelli coibentati	0.50 kN/mq
CARICO DI CALCOLO	0.50 kN/mq

Capriata di sostegno copertura	0.30 kN/ml
CARICO DI CALCOLO	0.30 kN/ml

6.3 Sovraccarichi ambientali

6.3.1 Neve

Zona Neve = I

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

Valore caratteristico del carico al suolo ($q_{sk} C_e$) = 157 daN/mq

Copertura a due falde:

Angolo di inclinazione della falda $\alpha_1 = 9,0^\circ$

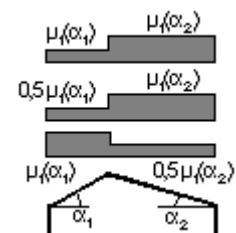
$\mu_1(\alpha_1) = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 126 \text{ daN/mq}$

Angolo di inclinazione della falda $\alpha_2 = 9,0^\circ$

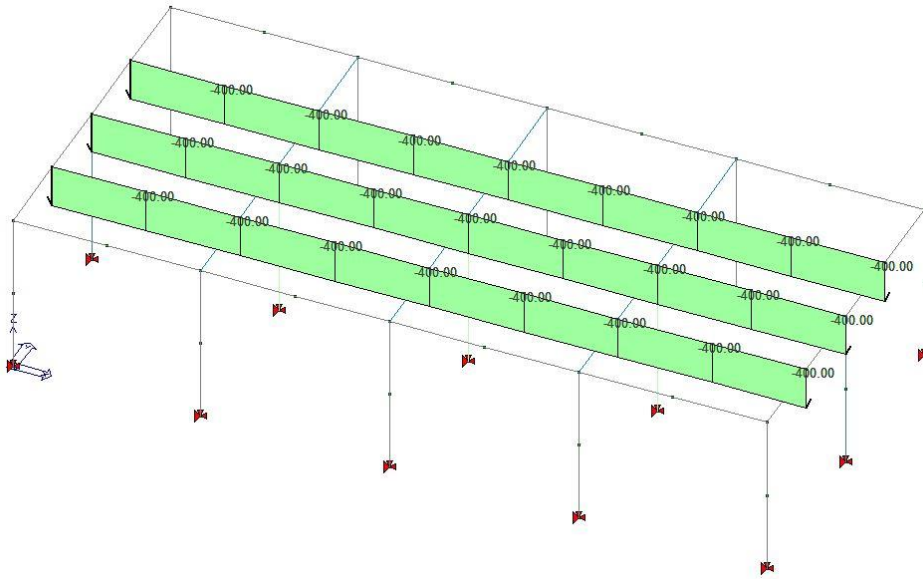
$\mu_1(\alpha_2) = 0,80 \Rightarrow Q_2 = 126 \text{ daN/mq}$

CARICO DI CALCOLO

Schema di carico:



1.30 kN/mq



6.3.2 Vento

VENTO:

Zona vento = 1

Velocità base della zona, $V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona, $A_o = 1000 \text{ m}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito, $A_s = 262 \text{ m}$

Velocità di riferimento, $V_b = 25,00 \text{ m/s}$ ($V_b = V_{b.o}$ per $A_s \leq A_o$)

Periodo di ritorno, $T_r = 50 \text{ anni}$

$C_r = 1$ per $T_r = 50 \text{ anni}$

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, $V_r = V_b C_r = 25,00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: C (Alberi, case, muri, recinzioni...)

Categoria esposizione: III Entroterra fino a 30 km dal mare

($K_r = 0,20$; $Z_o = 0,10 \text{ m}$; $Z_{min} = 5 \text{ m}$)

Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 39 \text{ daN/mq}$

Coefficiente di forma, $C_p = 1,00$

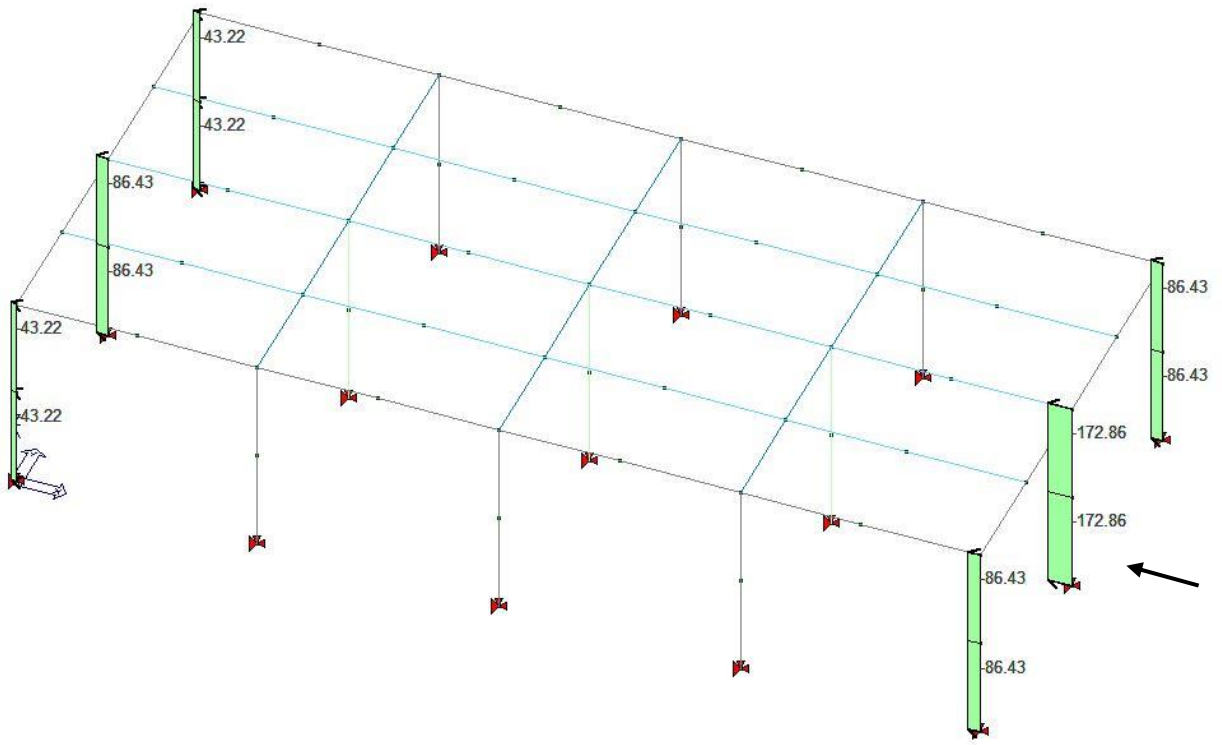
Coefficiente dinamico, $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione, $C_e = 1.71$

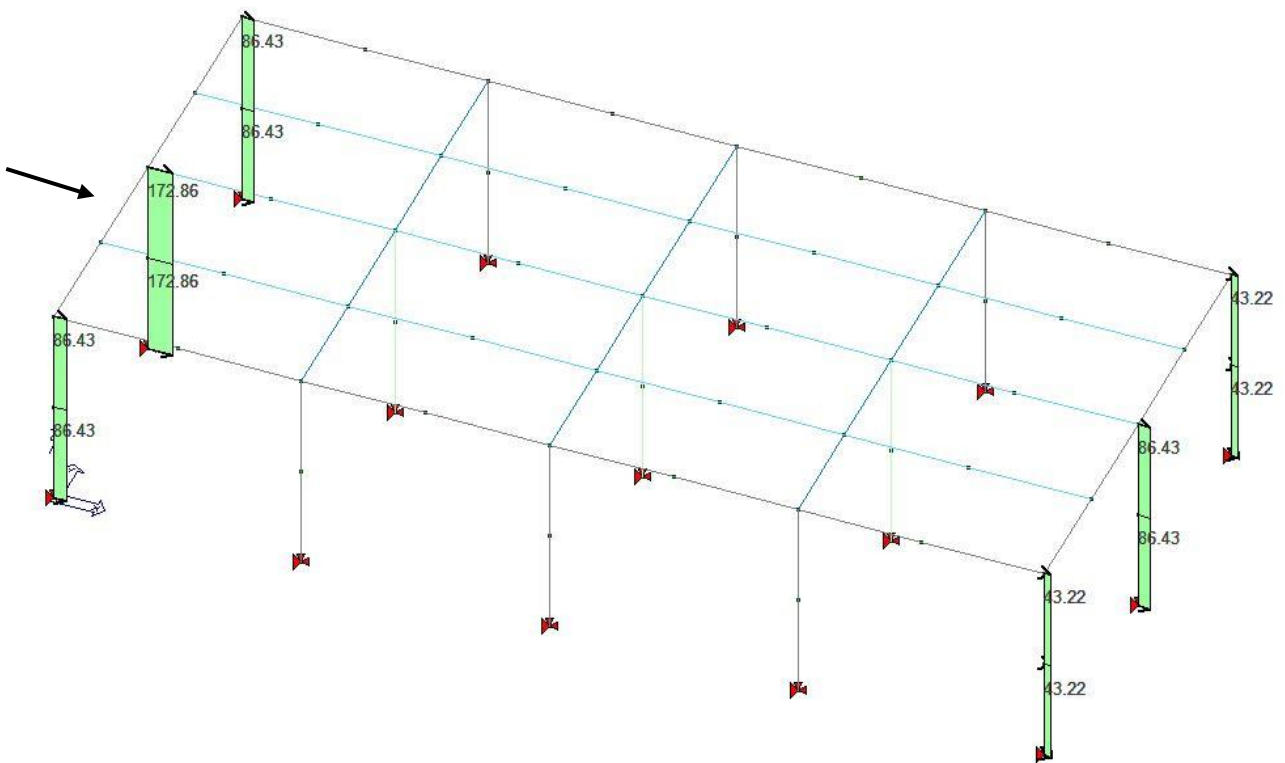
Coefficiente di esposizione topografica, $C_t = 1,00$

Altezza dell'edificio, $h = 3.40 \text{ m}$

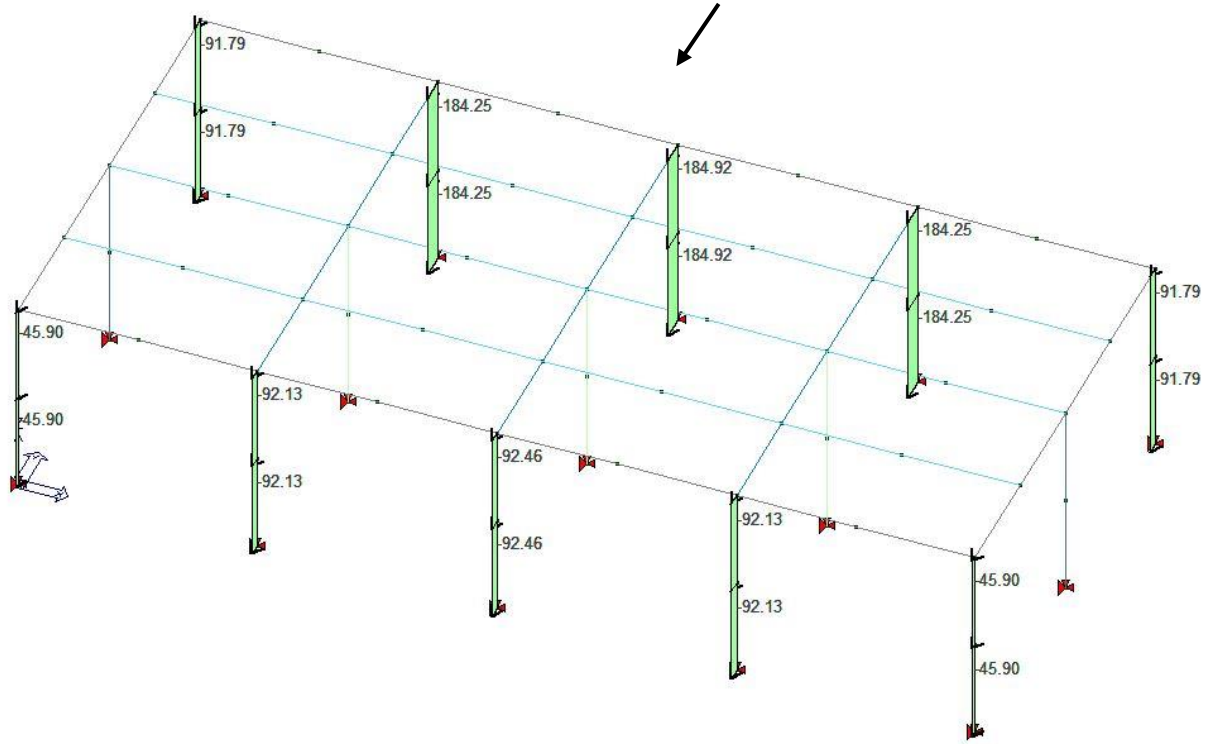
Pressione del vento, $p = q_b C_e C_p C_d = 67 \text{ daN/mq}$



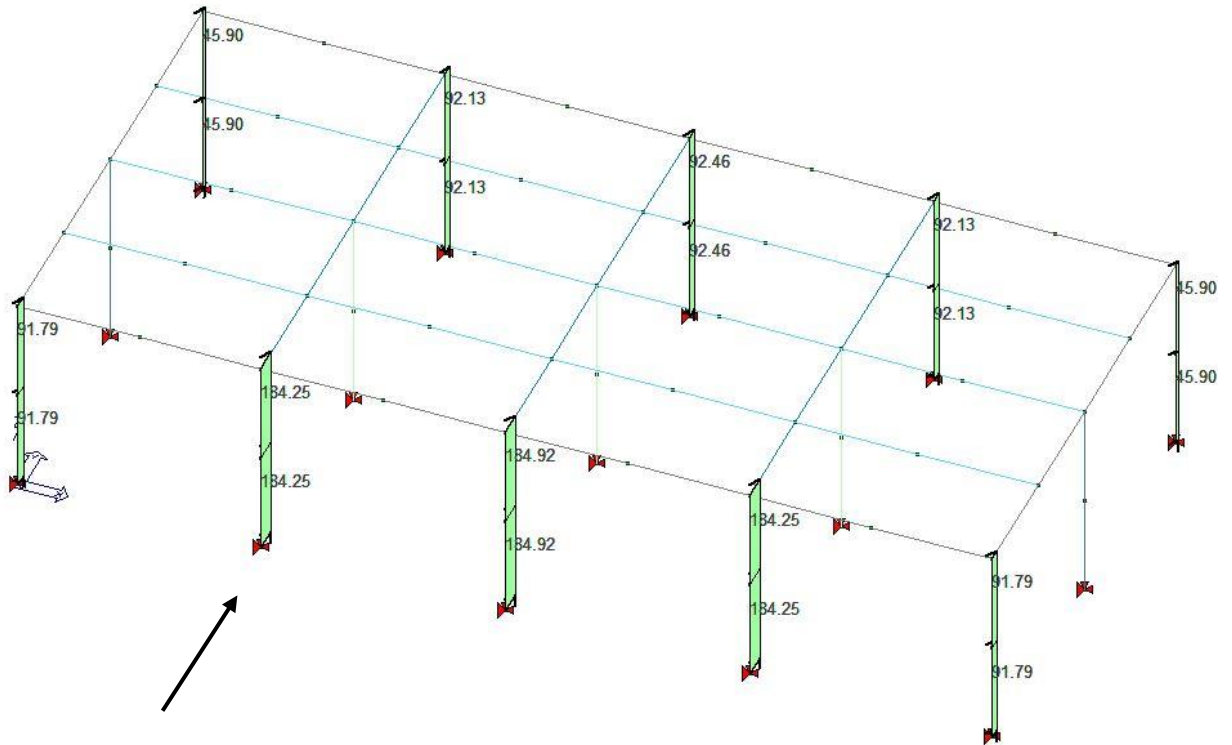
vento direzione y



vento direzione y



vento direzione x



vento direzione y

6.4 Azione sismica

Per l'azione sismica vale quanto definito ai punti precedenti. E' stato definito uno spettro di riferimento come previsto dalle NTC per edificio con Vita nominale 50 anni e Coefficiente di utilizzo 1.5.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell' allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

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):

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;

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.

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	7.873	44.984	
14239	7.840	44.952	4.546
14240	7.910	44.955	4.373
14018	7.905	45.005	3.302
14017	7.835	45.002	3.615

SL	P _{ver}	T _r	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	45.2	0.023	2.617	0.184
SLD	63.0	75.4	0.028	2.667	0.202
SLV	10.0	711.8	0.050	2.774	0.288
SLC	5.0	1462.2	0.059	2.847	0.300

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.023	1.800	2.617	0.537	0.179	0.536	1.692
SLD	0.028	1.800	2.667	0.601	0.187	0.562	1.712
SLV	0.050	1.800	2.774	0.840	0.224	0.671	1.801
SLC	0.059	1.800	2.847	0.930	0.228	0.685	1.834

6.4.1 Fattore di Comportamento

Per le analisi e le verifiche sismiche, trattandosi di opere di fondazione è stato utilizzato un fattore di comportamento pari a 1.

6.5 Coefficienti parziali per le azioni

Per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della tabella 2.6.I delle NTC'18:

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

6.6 Coefficienti di combinazione

Per i coefficienti di combinazione si impiegano i valori riportati nella tabella 2.5.I delle NTC'18:

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

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

6.7 Combinazione dei carichi

I carichi agenti vengono combinati secondo quanto prescritto dalle norme tecniche ed in particolare:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi_{02} \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi_{03} \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi_{02} \cdot Qk2 + \psi_{03} \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi_{11} \cdot Qk1 + \psi_{22} \cdot Qk2 + \psi_{23} \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Qk1 + \psi_{22} \cdot Qk2 + \psi_{23} \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Qk1 + \psi_{22} \cdot Qk2 + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Qk1 + \psi_{22} \cdot Qk2 + \dots$$

7. CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

L'analisi strutturale è stata effettuata in base alle normative vigenti. In particolare, per la definizione dei carichi, le analisi e le verifiche si è fatto riferimento al quadro normativo delineato del D.M. 17/01/18 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

Per quanto non riportato sul Decreto si sono seguite le indicazioni degli Eurocodici e della Circolare applicativa delle NTC medesime.

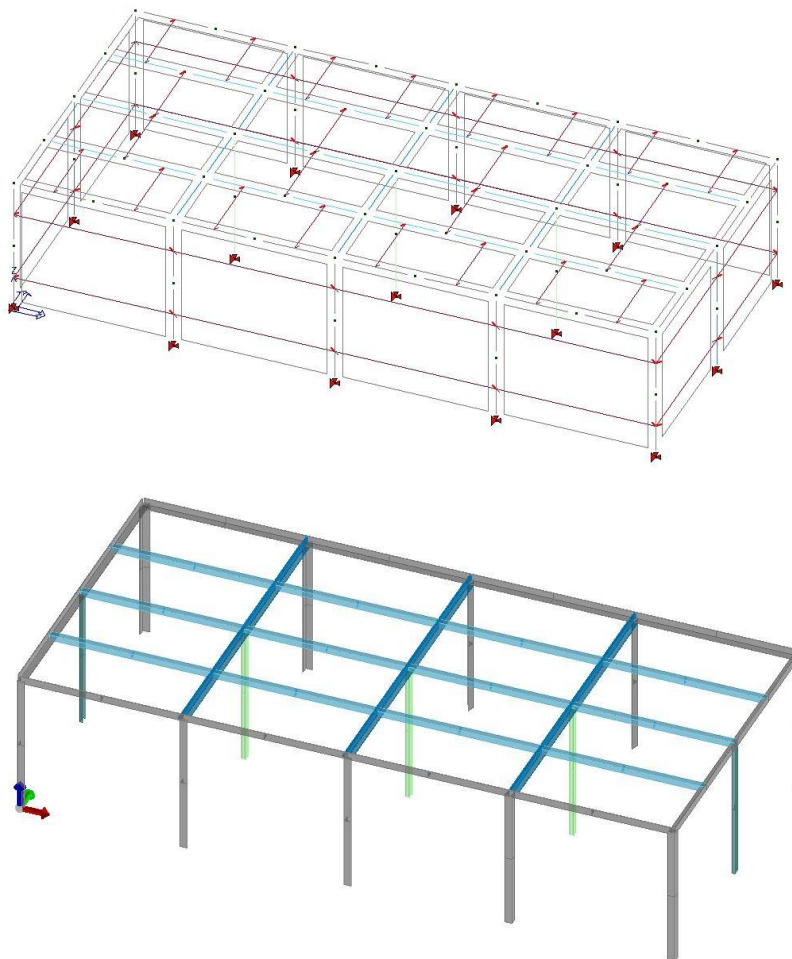
7.1 Fattore di struttura

Il fattore di struttura considerato è pari a 1.0. Il progetto delle strutture sarà finalizzato ad ottenere una risposta perfettamente elastica alle azioni sismiche a tutto vantaggio della sicurezza della costruzione. Le strutture vengono quindi considerate non dissipative.

In quest'ottica quindi non si considerano i dettami della gerarchia delle resistenze.

7.2 Modellazione strutturale

La modellazione delle strutture comprende anche le sovrastrutture in pannelli. Il progetto di tali corpi sarà però dettagliato in fase costruttiva in quanto dipendente dalle caratteristiche costruttive del fabbricatore incaricato. Lo scopo della modellazione è stato quello di poter considerare in modo corretto le azioni trasmesse dalle sovrastrutture alle fondazioni in ca.

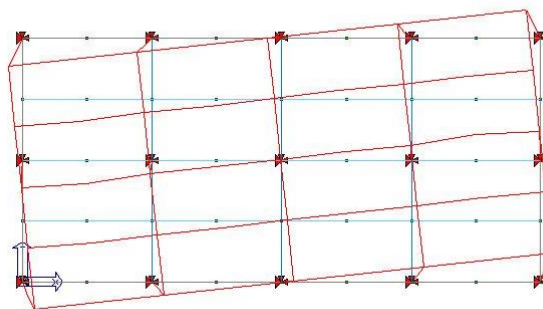
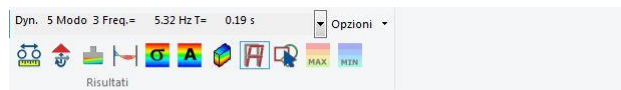
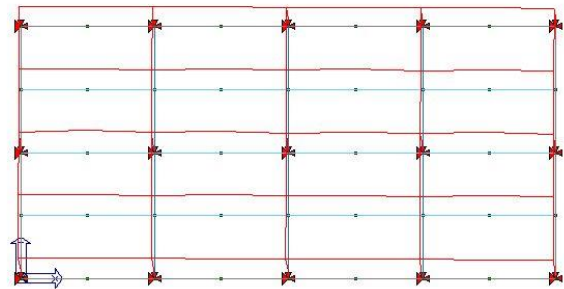
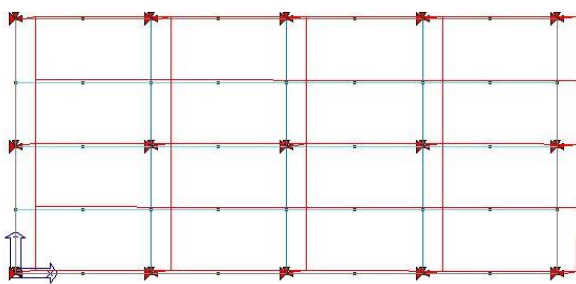


7.3 Analisi modale

Si riportano l'analisi modale.

Come si può notare i primi tre modi risultano essere in direzione x, y e torsionale.

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%
	Hz	sec	g	daN		daN	
1	3.294	0.304	0.251	1.033e+04	96.1	162.71	1.5
2	4.094	0.244	0.251	162.73	1.5	1.026e+04	95.6
3	5.315	0.188	0.225	0.96	8.94e-03	14.35	0.1
4	9.045	0.111	0.170	1.98e-03	1.85e-05	0.01	1.31e-04
5	9.094	0.110	0.169	0.08	7.14e-04	2.62e-03	2.44e-05
6	9.816	0.102	0.164	0.55	5.13e-03	1.06	9.83e-03
7	10.158	0.098	0.161	1.56e-03	1.45e-05	6.40e-03	5.96e-05
8	10.676	0.094	0.158	0.12	1.13e-03	1.01e-05	0.0
9	11.421	0.088	0.153	0.06	5.47e-04	0.07	6.20e-04
Risulta				1.049e+04		1.044e+04	
%				97.68		97.22	



7.4 Caratteristiche programma di calcolo

Il programma impiegato nella modellazione è il PROSAP vers. 18.1.4 che implementa i calcoli e le verifiche secondo il DM2018. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso deformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$K * u = F$ dove K = matrice di rigidezza; u = vettore spostamenti nodali; F = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso. Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento tipo TRUSS (biella)	Elemento tipo BEAM	(trave)
Elemento tipo MEMBRANE (membrana)	Elemento tipo PLATE	(piastra-guscio)
Elemento tipo BOUNDARY (molla)	Elemento tipo STIFFNESS	(matrice di rigidezza)

Dichiarazione affidabilità

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo: PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program

Autore-Produttore: 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Affidabilità dei codici

- Inquadramento teorico della metodologia

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi statici.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico). Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento tipo TRUSS (asta)*

Elemento tipo BEAM (trave)*

Elemento tipo MEMBRANE (membrana)*

Elemento tipo PLATE (piastra-guscio)*

Elemento tipo BRICK (solido)*

Elemento tipo BOUNDARY (molla)*

Elemento tipo STIFFNESS

(matrice di rigidità)

* anche non lineare

- Casi prova che consentano un riscontro dell'affidabilità

2S.I. ha verificato, in collaborazione con il DISTART dell'Università di Bologna e con il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara, 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>

- Filtri di autodiagnostica

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione.

Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni anomali.

Garanzia di qualità

Dal 1 dicembre 1999 2S.I. ha prodotto un manuale di qualità in funzione dei requisiti della norma di riferimento UNI EN ISO 9001.

Tutte le attività dell'azienda sono regolate dalla documentazione e dalle procedure in esso contenute.

In relazione alla attività di validazione dei prodotti software si dichiara inoltre quanto segue:

- la fase di progetto degli algoritmi è preceduta dalla ricerca di risultati di confronto reperibili in bibliografia o riproducibili con calcoli manuali;

- la fase di implementazione degli algoritmi è continuamente validata con strumenti automatici (tools di sviluppo) e attraverso confronti;

- il software che implementa gli algoritmi è testato, confrontato e controllato anche da tecnici qualificati che non sono intervenuti nelle precedenti fasi.

Nella produzione del solutore fem 2S.I. implementa componenti sviluppati da Computing Objects SARL spin-off dell'École Centrale Paris, France. E' disponibile la documentazione di affidabilità di tali componenti all'indirizzo web:

http://www.2si.it/software/download/manuali/pro_sap_quaderni/Affidabilità/benchmarks_e_sap.zip

Dichiarazione del produttore-distributore di PRO_SAP PROfessional SAP riguardante l'affidabilità del codice (D.M. 14/01/2008 - Paragrafo 10.2)



PRO_SAP
PROfessional Structural Analysis Program

Rev. n.2 del 05/09/2011