

7. LL.G. DEL CSLP (A) fase 1

2.3 Carenze legate alla presenza di scaffalature non controventate portanti materiali pesanti che possano, nel loro collasso, coinvolgere la struttura principale causandone il danneggiamento e il collasso

Prescrizioni generali

- 1) Le scaffalature, tranne che nel caso dei “magazzini autoportanti” (in cui la scaffalatura è anche la struttura portante dell’edificio), devono essere obbligatoriamente scollegate dagli elementi portanti, a meno che non vi sia una idonea certificazione per il collegamento, che comprovi l’idoneità dell’edificio stesso ad assorbire le azioni trasmesse dallo scaffale.
- 2) I collegamenti con gli impianti del magazzino (ad esempio tubazioni) devono essere di tipo flessibile e non costituire alcun tipo di vincolo o collegamento per nessuna parte della scaffalatura.
- 3) Tutti i livelli di carico in uso devono essere dotati di traverse di supporto delle unità di carico, collegate ai correnti, o di altri dispositivi anticaduta.

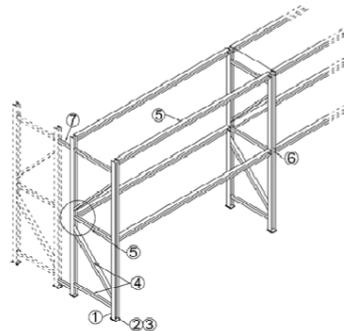
- - -

7. LL.G. DEL CSLP (A) fase 1

2.3 Carenze legate alla presenza di scaffalature non controventate portanti materiali pesanti che possano, nel loro collasso, coinvolgere la struttura principale causandone il danneggiamento e il collasso

Controlli

- Il fuori piombo di uno scaffale carico deve essere minore di 1/100 della sua altezza.
- Le unità di carico ruotate o traslate devono essere riposizionate.
- Gli scaffali devono essere attentamente ispezionati; i punti principali di ispezione sono mostrati schematicamente nella figura seguente. Nella tabella sono elencati i controlli da eseguire in corrispondenza dei punti in figura.





7. LL.G. DEL CSLP (A) fase 1

2.3 Carenze legate alla presenza di scaffalature non controventate portanti materiali pesanti che possano, nel loro collasso, coinvolgere la struttura principale causandone il danneggiamento e il collasso

Punto	Elemento	Estensione del controllo (*)	Controllo
1	Montanti	100% del primo interpiano	I montanti devono essere privi di ammaccature gravi con profondità maggiore di circa 4 volte lo spessore del profilo, o ammaccature negli angoli. Il montante deve essere rettilineo, anche se inclinato; gli scostamenti dalla rettilineità rispetto al proprio asse non devono essere superiori all'1% della lunghezza.



7. LL.G. DEL CSLP (A) fase 1

2.3 Carenze legate alla presenza di scaffalature non controventate portanti materiali pesanti che possano, nel loro collasso, coinvolgere la struttura principale causandone il danneggiamento e il collasso

Le restanti parti della scaffalatura possono rimanere in servizio, con le restrizioni all'utilizzo illustrate nel seguito. Ai soli fini del riutilizzo immediato delle scaffalature dopo un sisma, è necessario classificarle in base alla certificazione disponibile e alle tipologie costruttive, come segue:

Classe	Requisiti	Agibilità a seguito di esito POSITIVO dell'ispezione
1	Scaffali per i quali esiste adeguata certificazione sismica del produttore e la documentazione di calcolo	senza restrizioni
2	Scaffali per i quali non esiste certificazione sismica del produttore ma che presentano una concezione "antisismica" Tutti i seguenti criteri devono essere soddisfatti (Nota 2)	Utilizzo ristretto a 2/3 dei livelli di carico partendo dal basso (Nota 1)

7. LL.G. DEL CSLP (A) fase 1

2.3 Carenze legate alla presenza di scaffalature non controventate portanti materiali pesanti che possano, nel loro collasso, coinvolgere la struttura principale causandone il danneggiamento e il collasso

Interventi migliorativi per Classe 3

Classe	Esito dell'ispezione	Azione correttiva
3	ESITO DEL CONTROLLO POSITIVO + verificati i requisiti c-d-e-f di classe 2	L'utilizzo può essere esteso a 2/3 dei livelli di carico partendo dal basso (nota 1) qualora: - venga installato il "corrente a terra", ove non vi siano limitazioni da parte dell'utilizzatore. - nella movimentazione delle merci, il corrente a terra deve sempre alloggiare almeno il 50% dei pallet previsti per la coppia di correnti (es. 1 pallet se campata da 2, 2 pallet se campata da 3 o 4 posti pallet).

7. LL.G. DEL CSLP (A) fase 1

2.4 Altre carenze prodotte dai danneggiamenti e individuate dal tecnico incaricato

Si evidenzia che il tecnico incaricato deve comunque analizzare tutte le eventuali carenze che possano produrre danno alle persone, ai beni od alla struttura, come ad esempio quelle indotte da macchinari, carriponte o impianti.

Per gli aspetti legati alla prevenzione incendi, si rimanda alle specifiche determinazioni emanate dagli organi competenti dei Vigili del Fuoco, sulla base delle condizioni di sicurezza che ne hanno consentito l'agibilità e delle effettive condizioni di danno conseguenti all'evento sismico. Suddette determinazioni potranno essere richieste dal tecnico incaricato ai Comandi provinciali dei Vigili del Fuoco per ogni singola attività soggetta ai controlli.



7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

7.B.1 - INDICE

1	Ambito operativo e inquadramento normativo	3
2	Tipologie	4
2.1	Tipologie strutturali	4
2.1.1	Costruzioni prefabbricate	4
2.1.2	Costruzioni gettate in opera o con collegamenti trave-colonna umidi	6
2.2	Elementi non strutturali e tamponamenti	6
2.3	Impianti	7
2.4	Scaffalature	7
3	Valutazione della sicurezza	7
3.1	Costruzioni ad uso produttivo: elementi strutturali e non strutturali	7
3.1.1	Conoscenza del manufatto	7
3.1.2	Individuazione delle carenze più ricorrenti	8
3.1.3	Modellazione ed analisi della costruzione	8
3.1.4	Verifica della sicurezza	9
3.2	Impianti	12
3.2.1	Conoscenza degli impianti	12
3.2.2	Verifica sismica degli impianti	12
3.2.3	Riferimenti normativi	12
3.2.4	Verifica sismica di impianti idrici antincendio	13
3.3	Scaffalature	15
3.3.1	Premessa	15
3.3.2	Requisiti prestazionali e di sicurezza sismica	15
3.3.3	Controlli a seguito di un evento sismico	15
3.3.4	Conoscenza del manufatto	16
3.3.5	Modellazione e analisi	16
3.3.6	Interazioni strutturali tra scaffale, edificio e impianti	16
3.3.7	Valutazione della vulnerabilità	16
	Allegato A: sintesi cronologica della normativa sulle costruzioni in Italia	17
	Allegato B: guida operativa per la verifica di un impianto idrico antincendio	19
	Allegato C: verifica della lunghezza d'appoggio degli elementi orizzontali	23
	Allegato D: stima preliminare della duttilità richiesta ai pilastri nello stato di fatto	24
	Allegato E: elenco dei controlli qualitativi sulle scaffalature a seguito di evento sismico	26



7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

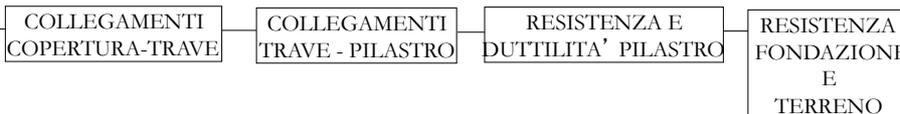
7.B.2- IMPOSTAZIONE GENERALE

funzionamento come sistema (verifica)

SISTEMA



STRUTTURA



7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.

7.B.2 - IMPOSTAZIONE GENERALE

funzionamento come sistema (progetto)

Usare le riserve di duttilità (incrementare la duttilità)

Usare i pannelli per incrementare la resistenza del pilastro

Isolare le masse

Spostamenti amplificati ed effetti del II ordine (fin dove fasciare?)

T diminuisce e forze aumentano + asimmetria su X e Y

Costoso + lunghezze appoggio basse

COLLEGAMENTI COPERTURA-TRAVE

COLLEGAMENTI TRAVE - PILASTRO

RESISTENZA E DUTTILITA' PILASTRO

RESISTENZA FONDAZIONE E TERRENO

Ha almeno la resistenza derivante dal carico da vento (ma non molto di più)

Se vengono resi cerniere, la domanda sismica (elastica) sul pilastro supera la sua capacità (per le azioni dell' Emilia e con le armature dei prefabbricati)

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.

7.B.3 - PROBLEMI SPECIFICI

spostamenti differenziali

$$f(p) = 2 \cdot p^2 - 2.7 \cdot p^3 + 1.38 \cdot p + 0.735$$

$$z_{LM} = (z_{PQ} + u_{LM})$$

The scale factor $f(p)$ is plotted in Figure 8 for p between 0.01 and 0.99.

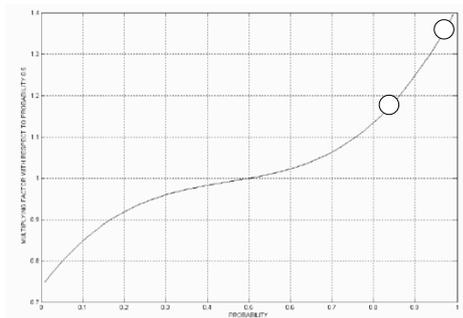


Figure 8: scale factor $f(p)$ as a function of the probability of exceedance

suolo

differenziale a base fissa (cqc/srss)

$$z_{LM}(p) = z_{LM}(p = 0.5) \cdot f(p)$$

Nuti, C., Vanzi, I. Influence of earthquake spatial variability on differential soil displacements and sdf system response, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, John Wiley and Sons, Stati Uniti, Volume 34, Issue 11, September 2005, 1353-1374



7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

1 Ambito operativo e inquadramento normativo

Tenuto conto del rilevante impatto che gli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012 hanno avuto sugli immobili ad uso produttivo dei territori colpiti e, conseguentemente, su un essenziale settore economico avente valenza e rilevanza nazionali, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha elaborato con urgenza delle Linee Guida atte a fornire utili indicazioni operative ai tecnici incaricati ed ai responsabili delle strutture produttive, per la “Valutazione della vulnerabilità e interventi per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica”. Tali Linee Guida sono state approvate nell’adunanza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 22 giugno 2012 e pubblicate sul relativo sito internet.

Il presente documento tratta la tipologia capannoni **monopiano**, mono o **pluri**-campata, a elementi verticali lineari di calcestruzzo armato (c.a.), prefabbricati o gettati in opera.

Al fine delle presenti Linee Guida, qualora la sicurezza raggiunta con il miglioramento sismico della costruzione sia espressa in percentuale di quella di un edificio nuovo, tale percentuale va intesa da applicarsi all’azione sismica di progetto dell’edificio nuovo. Oltre alle verifiche degli elementi strutturali, **debbono** essere effettuate le verifiche degli elementi non strutturali e delle parti impiantistiche il cui collasso possa influire sulla pubblica incolumità.

Le disposizioni sono applicabili sull’intero territorio nazionale e possono essere estese, per analogia, anche a configurazioni costruttive più complesse.



7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

Da un punto di vista normativo, oltre alle Norme Tecniche per le Costruzioni ed al decreto del Ministro per lo sviluppo economico n. 37 del 22/1/2008 “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici” e ll. mm. e ii., per la valutazione della sicurezza in zona sismica degli impianti è possibile fare utile riferimento alla Guida Tecnica, *Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell’impiantistica antincendio* redatta a cura del Ministero dell’Interno – Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile.

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

Le scaffalature industriali devono essere progettate e realizzate in accordo con le Leggi e norme tecniche nazionali cogenti per le costruzioni, qualora il loro collasso possa influire sulla pubblica incolumità. Ove non in contrasto con Leggi e norme tecniche nazionali, utile riferimento sono le Norme specifiche per le scaffalature emanate a livello europeo (norme UNI-EN), quelle emanate a livello nazionale (Norme UNI) o, ove non in contrasto con le precedenti, Norme volontarie di buona tecnica emanate da Enti e/o Associazioni di produttori a livello europeo o italiano.

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

Per la comprensione dei criteri di progetto originari, con riferimento alle forze orizzontali (vento e sisma), è necessario individuare anche la classificazione sismica e le normative vigenti all'epoca della costruzione, elencate per comodità in appendice al presente

3

documento; per gli impianti ci si può riferire alla documentazione prevista dalla legge 46/90 e dal relativo regolamento applicativo nonché, per le attività soggette ai controlli dei Vigili del Fuoco, ai documenti presenti presso gli archivi dei Comandi Provinciali competenti per territorio.

2 Tipologie

2.1 Tipologie strutturali

2.1.1 Costruzioni prefabbricate

Una classificazione tipologica esaustiva delle costruzioni prefabbricate è complessa data la varietà di soluzioni tecniche e strutturali possibili; quanto di seguito esposto intende fornire informazioni rilevanti relativamente ad alcune delle tipologie più diffuse sul territorio.

I componenti principali – copertura, travi di copertura principali e, se presenti, secondarie, pilastri e fondazioni – dei capannoni mono piano, mono e multi-campata, prefabbricati, sono rappresentati sinteticamente nella figura 1.

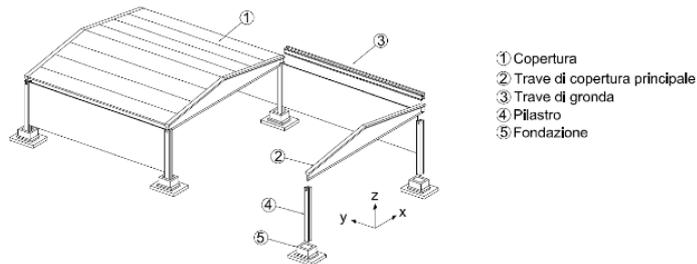


Figura 1: componenti principali di capannoni prefabbricati

Il comportamento strutturale di queste costruzioni dipende in modo rilevante dai collegamenti tra:

- elementi di copertura prefabbricati,
- elementi di copertura e trave di sostegno
- trave e colonna,
- colonna e fondazione.

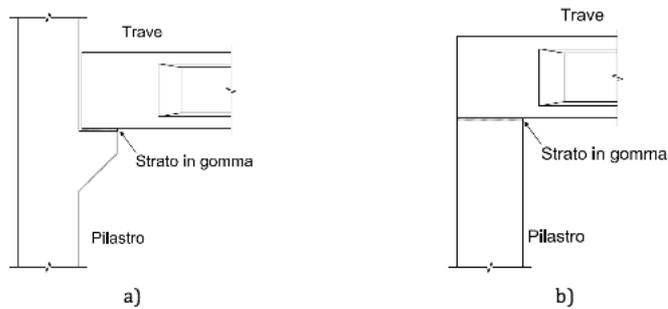
2.1.1.1 Collegamenti tra elementi di copertura e travi e tra travi e colonne

Per quanto riguarda i collegamenti tra elementi di copertura e trave e tra trave e colonna, si possono distinguere 3 tipologie:

- collegamento ad attrito con mensola o testa piatta (figura 2);
- collegamento ad attrito con tenone o forcina (figura 3);
- collegamento con spinotto o altro sistema meccanico di connessione (figura 4).



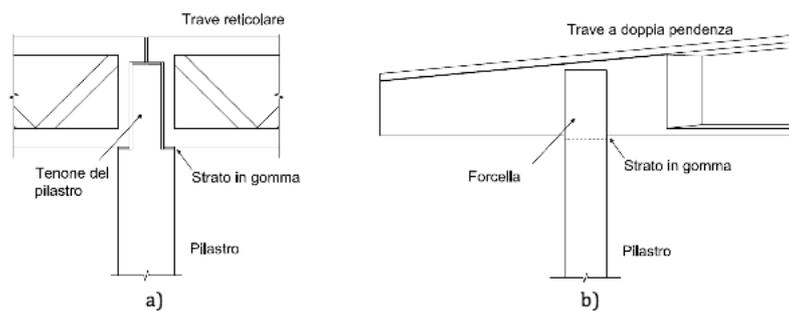
7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*



a) b)
Figura 2: collegamento ad attrito a) con mensola, b) a testa piatta



7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*



a) b)
Figura 3: collegamento ad attrito a) con tenone, b) a forcella

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.



Figura 4: collegamento con spinotto

2.1.1.2 Collegamenti tra pilastri e fondazioni

Il collegamento pilastro-fondazione, che solitamente realizza un incastro, può essere di diverse tipologie, figura 5.

La tipologia più diffusa è sicuramente quella che utilizza un plinto a bicchiere nel quale il pilastro è inghisato mediante un collegamento umido (tipologia 1)).

Si possono poi riscontrare nelle costruzioni esistenti altri tipi di collegamento:

2) il collegamento mediante tirafondi in acciaio che uniscono la fondazione ad una scarpa terminale del pilastro o ad una piastra di acciaio collegata con apposite zanche al pilastro di calcestruzzo;

3) il collegamento realizzato inghisando le barre longitudinali del pilastro in appositi alloggiamenti realizzati nella struttura di fondazione mediante elementi tubolari corrugati o,

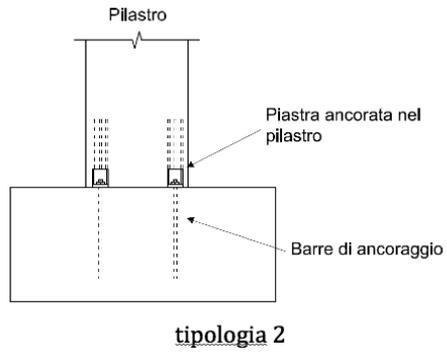
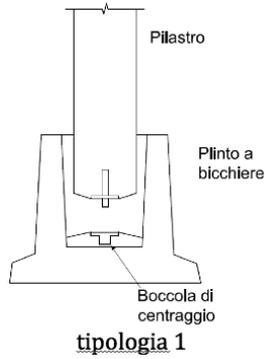
6

al contrario, collegando le barre di ripresa della fondazione in appositi alloggiamenti realizzati alla base del pilastro sempre mediante elementi tubolari corrugati;

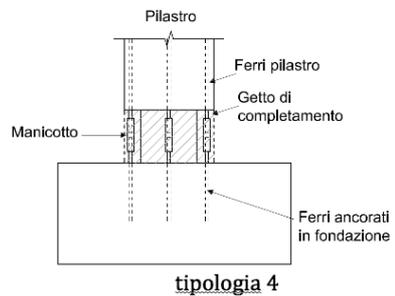
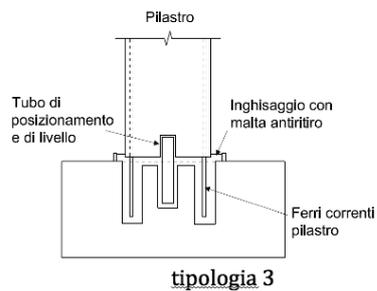
4) il collegamento similmente al tipo 3) utilizzando per realizzare la continuità delle armature di ripresa manicotti o altri sistemi di collegamento meccanico;

5) collegamento umido realizzato inghisando le barre di ripresa della fondazione in un apposito alloggiamento a bicchiere rovescio realizzato alla base del pilastro.

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

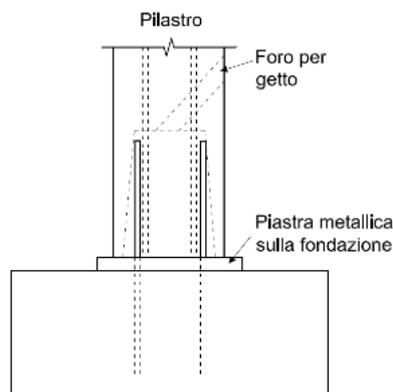


7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*



Pilastro

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*



tipologia 5

2.2 Elementi non strutturali e tamponamenti

Gli elementi non strutturali includono tipicamente diverse tipologie di tramezzature e tamponamenti, dai tramezzi leggeri per le partizioni interne alle tamponature esterne di muratura o calcestruzzo armato, rigide e pesanti, che possono influire direttamente sia sulla risposta sismica della struttura sia sulla sicurezza degli occupanti. Nel presente documento si fa riferimento all'influenza sul comportamento sismico delle tipologie strutturali considerate di tamponamenti rigidi e/o di massa elevata, lasciando al tecnico incaricato l'analisi delle eventuali problematiche relative a tramezzature poco rigide e leggere o altra tipologia di elementi non strutturali. Si ricorda comunque l'importanza di un'attenta analisi di tutti gli elementi non strutturali che possono costituire una sorgente di pericolo in caso di evento sismico come ad esempio le vetrate, le pensiline, gli aggetti, le tamponature pesanti.

I tamponamenti esterni sono spesso realizzati mediante pannelli prefabbricati di calcestruzzo armato disposti verticalmente o orizzontalmente. I pannelli possono essere disposti all'interno della campitura della struttura principale o, più solitamente, esternamente. Disposizioni particolari dei pannelli e dei relativi collegamenti possono realizzarsi in corrispondenza delle aperture, portoni o finestre.

Il comportamento nel piano e fuori del piano del collegamento pannello – struttura assume notevole importanza. Il funzionamento del collegamento determina la natura dell'interazione fra il pannello e la struttura che può realizzarsi secondo diverse modalità da valutarsi caso per caso da parte del tecnico incaricato.

I tamponamenti esterni possono essere realizzati anche in muratura a blocchi, disposti solitamente all'interno della campitura della struttura portante.

2.3 Impianti

Per quanto riguarda le tipologie di impianti da verificare a seguito di un evento sismico, si può fare riferimento alle definizioni di cui all'articolo 1 del decreto del Ministro per lo sviluppo economico n. 37 del 22/1/2008:

8

- a) impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, nonché gli impianti per l'automazione di porte, cancelli e barriere;
- b) impianti radiotelevisivi, le antenne e gli impianti elettronici in genere;
- c) impianti di riscaldamento, di climatizzazione, di condizionamento e di refrigerazione di qualsiasi natura o specie, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e delle condense, e di ventilazione ed aerazione dei locali;
- d) impianti idrici e sanitari di qualsiasi natura o specie;
- e) impianti per la distribuzione e l'utilizzazione di gas di qualsiasi tipo, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e ventilazione ed aerazione dei locali;
- f) impianti di sollevamento di persone o di cose per mezzo di ascensori, di montacarichi, di scale mobili e simili;
- g) impianti di protezione antincendio.

Vulnerabilità Sismica ed Adeguamento di Costruzioni Esistenti in Calcestruzzo Armato – PISTOLA, 15 marzo 2013

Ivo VANZI, i.vanzi@unich.it, Dip. di Ing. e Geol., Univ. di Chieti – Pescara – EDIFICI IN C.A. IN OPERA E PREFABBRICATI - 130

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

2.4 Scaffalature

Nel seguito del presente documento si fa riferimento alle scaffalature porta pallet, scaffalature leggere a ripiani con/senza soppalchi, scaffalature *drive-in/drive-through*, scaffali a gravità o assimilabili (satellite systems), scaffalature cantilever. Le altre tipologie sono definite non convenzionali.

Tale classificazione fa riferimento alla sola organizzazione strutturale, e non alle modalità di movimentazione delle merci, che può avvenire per mezzo di macchinari operati manualmente o mediante sistemi automatici.

Per altre tipologie - non convenzionali - in generale ci si può ricondurre a quelle sopra elencate.

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

3 Valutazione della sicurezza

3.1 Costruzioni ad uso produttivo: elementi strutturali e non strutturali

3.1.1 Conoscenza del manufatto

Le Norme Tecniche per le Costruzioni e relativa Circolare danno indicazioni relative alla metodologia per raggiungere il livello di conoscenza del fabbricato utilizzato dal progettista. In ottemperanza alle indicazioni di cui sopra, oltre allo studio della documentazione disponibile, occorre effettuare rilievi, saggi e analisi sperimentali.

Risulta sempre di particolare utilità reperire, ove possibile, il progetto originario del manufatto.

Le informazioni relative al progetto originario possono essere ricercate presso i diversi uffici riportati nel seguente elenco, non esaustivo, e comunque relativo alla sola parte strutturale:

- Presso gli uffici della Prefettura (costruzioni antecedenti il 1971) o del Genio Civile (dopo il 1971).
- Presso gli uffici del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Infatti, ai sensi dell'art. 9 della L. 1086/71, i produttori degli elementi prefabbricati in serie avevano l'obbligo di deposito del progetto
- Presso gli uffici tecnici delle aziende di prefabbricazione. E' infatti consuetudine, ma non obbligo di legge, che le aziende di prefabbricazione conservino presso i loro archivi le informazioni sulle strutture realizzate.

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

3.1.4 Verifica della sicurezza

Il paragrafo tratta le verifiche di sicurezza delle strutture industriali, sia nello stato di fatto, sia dopo il progetto dell'intervento. Le verifiche sono da condurre coerentemente con le prescrizioni del cap. 8 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, per i soli Stati Limite Ultimi.

Le verifiche devono essere condotte sugli elementi strutturali principali (ad esempio travi e pilastri), sugli elementi non strutturali e tamponamenti, sugli elementi di collegamento, sugli impianti e sulle scaffalature (per questi ultimi, secondo quanto riportato nei successivi paragrafi di questo capitolo).

L'aspetto di maggior rilevanza per le verifiche locali e globali è il tipo di funzionamento dei vincoli tra gli elementi strutturali e non strutturali. Nel caso di verifiche condotte in sede di progetto dell'intervento, occorre prestare particolare attenzione alla scelta opportuna del tipo di vincoli.

Per una classificazione tipologica dei **collegamenti**, si rimanda al cap. 2 del presente documento. Si evidenzia che in fase di progetto dell'intervento si deve tenere conto che le

11

sollecitazioni sismiche con cui sono verificati gli elementi strutturali principali dipendono fortemente dal tipo di collegamento tra i tegoli e le travi, e tra le travi ed i pilastri. Ad esempio, il collegamento di una trave ai due pilastri adiacenti con vincoli di cerniera, da una parte, e carrello, dalla parte opposta, fa sì che le forze di inerzia provenienti dalla trave si scarichino integralmente su un singolo pilastro. Schemi alternativi, e con minori sollecitazioni dinamiche per i pilastri, sono la realizzazione di due vincoli cerniera, l'utilizzo di sistemi di protezione passiva (isolatori o dissipatori), l'utilizzo di uno schema di doppio carrello (che richiede tuttavia una sofisticata verifica per il confronto tra gli spostamenti relativi tra gli appoggi della trave e la lunghezza degli appoggi stessi sui pilastri).

In allegato C è riportato il riepilogo, tratto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, per il progetto o verifica delle lunghezze di appoggio degli elementi orizzontali.

Ivo VANZI, i.vanzi@unich.it, Dip. di Ing. e Geol., Univ. di Chieti – Pescara – EDIFICI IN C.A. IN OPERA E **PREFABBRICATI** - 134

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

Per gli elementi **strutturali principali**, le verifiche di resistenza di tegoli, travi, pilastri, devono essere condotte secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. Devono essere considerate le combinazioni di carico in normativa, insieme al sisma verticale qualora previsto.

Per i **tamponamenti**, si deve procedere alla verifica, per capacità in termini di resistenza e spostamento, dei collegamenti con gli elementi strutturali. La verifica deve essere condotta sui tre elementi del collegamento: vincolo sulla struttura principale, elemento di collegamento, vincolo con il tamponamento. La domanda in termini di capacità di spostamento per gli elementi del collegamento deve essere calcolata tenendo conto degli effetti dell'interazione nel piano e fuori piano degli elementi strutturali e non. Gli spostamenti devono tenere conto del fattore di struttura adottato nelle verifiche, nonché degli effetti derivanti dal non sincronismo dell'azione sismica. I collegamenti devono esplicitamente dimensionati e verificati dal professionista. Eventuali nuovi collegamenti devono essere realizzati con

12

materiale qualificato ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni. Una possibile strategia per il soddisfacimento delle verifiche degli elementi di collegamento dei tamponamenti consiste nel predisporre, insieme agli elementi presenti nello stato di fatto, ulteriori sistemi che esplicino la loro funzione solo in caso di collasso di quelli originari. Si può ad esempio considerare l'inserimento di sistemi antiribaltamento costituiti da cavi; detti sistemi devono essere verificati, per capacità di resistenza e spostamento, come sopra evidenziato.

3.2 Impianti

3.2.1 Conoscenza degli impianti

Per acquisire un adeguato livello di conoscenza degli impianti, oltre ad un accurato sopralluogo ed a prove strumentali, è possibile fare ricorso ai documenti previsti da:

- legge 46/90 e relativo regolamento applicativo (d.P.R. 447 del 1991);
- decreto ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008;
- modelli relativi alla dichiarazione e certificazione degli impianti (conosciuti come modelli "Dich. Imp" e "Cert. Imp") presenti per le attività soggette ai controlli dei Vigili del Fuoco, presso gli archivi dei Comandi Provinciali competenti per territorio.

Per quanto concerne la legge 46/90 e il D.M. 37/2008, i documenti utili sono gli allegati obbligatori alla "dichiarazione di conformità" dell'impianto (relazione con elenco dei materiali impiegati, schema dell'impianto e progetto, se previsto); le norme di riferimento seguite per la realizzazione degli impianti sono riportate nel modello di dichiarazione di conformità. Ulteriore documento da consultare, se possibile, è la "dichiarazione di rispondenza" dell'impianto, prevista dallo stesso D.M. 37/2008 in caso di assenza della dichiarazione di conformità.

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

3.2.2 Verifica sismica degli impianti

Per la verifica in zona sismica degli impianti oltre alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) si può far riferimento alla Guida Tecnica “Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell’impiantistica antincendio” (edizione di aprile 2011, reperibile all’indirizzo www.vigilfuoco.it) e ai documenti tecnici in essa richiamati.

Per impianti non ricadenti nel campo di applicazione della predetta Guida Tecnica, si può operare in analogia, anche riferendosi alle indicazioni specifiche fornite dai produttori di componenti impiantistici.

RIEPILOGO RIFERIMENTI NTC 2008 PER VERIFICHE IMPIANTI

	Classe d'uso	I	II	III	IV
	Stato limite				
SL Esercizio	SLO	NO	NO	SI cfr. par. 7.3.7.3	SI cfr. par. 7.3.7.3
	SLD	SI cfr. par. 7.3.7.2 terzultimo capoverso	SI cfr. par. 7.3.7.2 terzultimo capoverso	SI cfr. par. 7.3.7.2 ultimo capoverso	SI cfr. par. 7.3.7.2 ultimo capoverso

14

SL Ultimi	SLV	SI cfr. par. 7.3.6.3	SI cfr. par. 7.3.6.3	SI cfr. par. 7.3.6.3	SI cfr. par. 7.3.6.3
	SLC	NO (*)	NO (*)	NO (*)	NO (*)

(*) a meno delle disposizioni di cui al paragrafo 7.10.6.2.2

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.

Si precisa che le NTC 2008, per quanto riguarda la valutazione della sicurezza per le costruzioni esistenti, recitano (par. 8.3): “La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguiti con riferimento ai soli SLU; nel caso in cui si effettuino la verifica anche nei confronti degli SLE i relativi livelli di prestazione possono essere stabiliti dal Progettista di concerto con il Committente. Le Verifiche agli SLU possono essere eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita (SLV) o, in alternativa, alla condizione di collasso (SLC).”

Le prescrizioni delle NTC 2008 possono essere integrate con quanto previsto nella sopra richiamata Guida Tecnica del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco “Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell’impiantistica antincendio” (nel seguito “Guida dei Vigili del Fuoco”). Nella tabella seguente si riportano, per ciascuno degli elementi da verificare, i riferimenti utili presenti all’interno della Guida dei Vigili del Fuoco.

RIEPILOGO REQUISITI GUIDA TECNICA VV.F. PER LE VERIFICHE IMPIANTI

Oggetto della verifica	SLO	SLD	SLV	SLC
Ancoraggio	F (cfr. anche appendice B)	R	S, D, C (cfr. anche appendice B)	(cfr. appendice B)
Impianto				

I requisiti di sicurezza indicati nella sopra richiamata Guida dei Vigili del Fuoco sono descritti nella successiva tabella.

REQUISITI DI CUI ALLA GUIDA DEI VIGILI DEL FUOCO

Tabella 1 - Requisiti di sicurezza sismica		
sigla	descrizione	obiettivo
S	Mantenimento stabilità	non generare situazioni di pericolo per le persone
F	Mantenimento funzionalità	non determinare compromissioni di servizio
R	Pronta ripristinabilità	consentire il ripristino delle funzioni nel breve periodo
D	Assenza di perdite di fluidi	non generare situazioni di difficoltà o disagio nell’evacuazione per rilascio di sostanze o per caduta di elementi
C	Assenza di perdite di fluidi pericolosi	non generare situazioni critiche per rilascio di sostanze pericolose

3.2.4 Verifica sismica di impianti idrici antincendio

Nel seguito si riportano i principi generali per la verifica sismica di un impianto idrico antincendio, particolarmente significativo e generalmente presente nell'edilizia per usi produttivi. Un'applicazione è riportata in Allegato B.

A chiarimento dell'uso della Guida dei Vigili del Fuoco, si specifica che la sua applicazione è articolata in tre fasi.

Fase 1: Attribuzione della classe di pericolosità del sito ove è realizzato il manufatto

15

Tale fase è necessaria per la definizione di due classi di pericolosità sismica, A e B, funzioni dell'accelerazione di picco al suolo a_g S. Il grado di severità delle verifiche impiantistiche da effettuare dipende anche dall'attribuzione della classe di pericolosità del sito.

Fase 2: Categorizzazione dello scenario di rischio del manufatto

Tale fase è importante per definire le conseguenze di un'eventuale inefficienza impiantistica a seguito di sisma e quindi concorre alla successiva definizione del grado di severità delle verifiche impiantistiche

Vulnerabilità Sismica ed Adeguamento di Costruzioni Esistenti in Calcestruzzo Armato – PISTOLA, 15 marzo 2013

Ivo VANZI, i.vanzi@unich.it, Dip. di Ing. e Geol., Univ. di Chieti – Pescara – EDIFICI IN C.A. IN OPERA E **PREFABBRICATI** - 142



7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

Fase 3: Definizione del livello di richiesta dei requisiti di sicurezza

In tale fase si combinano *la classe di pericolosità* e *lo scenario di rischio* per l'attribuzione del grado di severità (*livello di richiesta*) delle verifiche impiantistiche così articolato:

- Richiesto
- Consigliato
- Non richiesto

A valle della definizione del livello di richiesta delle verifiche sismiche impiantistiche, le appendici A e B della Guida dei Vigili del Fuoco forniscono le indicazioni operative per l'esecuzione delle verifiche, differenziate a seconda della tipologia di impianto da esaminare e del requisito di sicurezza individuato in fase preliminare.

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

3.3 Scaffalature

3.3.1 Premessa

Le scaffalature industriali devono essere progettate e realizzate in accordo con le Leggi e norme tecniche nazionali cogenti per le costruzioni, qualora il loro collasso possa influire sulla pubblica incolumità.

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento*

3.3.2 Requisiti prestazionali e di sicurezza sismica

Le scaffalature esistenti dovranno essere verificate per le azioni sismiche stabilite nelle Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti.

Gli Stati Limite da verificare sono:

- 1) Stato limite di salvaguardia della vita. La scaffalatura deve essere progettata e realizzata per resistere all'azione sismica senza la formazione di meccanismi di collasso locali o globali, mantenendo la sua integrità strutturale e una capacità resistente residua dopo un evento sismico. Tale requisito si intende soddisfatto se la scaffalatura risulta verificata per l'azione sismica definita rispetto allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).
- 2) Stato limite di ribaltamento. La scaffalatura deve essere verificata al ribaltamento sotto le azioni sismiche, valutando la capacità del sistema fondale o della pavimentazione e dei relativi ancoraggi a garantirne l'equilibrio.
- 3) Stato limite di martellamento. Devono essere previsti giunti sismici adeguati per evitare il martellamento tra scaffalature adiacenti non collegate e tra scaffalature ed elementi del fabbricato.

La caduta delle unità di carico dai supporti può produrre il collasso locale o globale della scaffalatura, ovvero costituire fattore di pericolo per persone e attrezzature prossime allo scaffale. Alcune tecniche di mitigazione dei pericoli derivanti dal movimento delle unità di carico sono riportate nelle UNI/TS 11379. Il progettista deve valutare, caso per caso, la validità delle misure messe in atto.

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

3.3.6 Interazioni strutturali tra scaffale, edificio e impianti

Le scaffalature devono essere scollegate dagli elementi strutturali principali e secondari dell'edificio che le ospita, a meno che non vi sia una certificazione che comprovi l'idoneità del collegamento e dell'edificio stesso ad assorbire le azioni trasmesse dallo scaffale.

Gli impianti del magazzino sostenuti dalla scaffalatura (ad esempio tubazioni del sistema antincendio) devono essere ad essa collegati con sistemi compatibili con gli spostamenti previsti. Qualora gli impianti costituiscano vincolo per le scaffalature, devono essere le reciproche verifiche strutturali. I giunti delle tubazioni dovranno essere in grado di assorbire gli spostamenti prodotti dal sisma senza trasferire allo scaffale sollecitazioni significative.

Allegato A: sintesi cronologica della normativa sulle costruzioni in Italia

7. L per l	Normativa	Riferimento legislativo
	D.M. 10/02/1907 Ministero dei LLPP	G.U. n° 28 del 02/02/1907
	Decreto presidenziale 15/05/1925	G.U. n° 135 del 12/06/1925
	R.D.L. 04/09/1927 n° 1981	G.U. n° 261 del 11/11/1927
	R.D.L. 07/06/1928 n° 1431	G.U. n° 156 del 06/07/1928
	R.D.L. 04/04/1929 n° 592	G.U. n° 101 del 30/04/1929
	R.D.L. 18/07/1930 n° 1133	G.U. n° 203 del 30/08/1930
	R.D.L. 23/05/1932 n° 832 (convertito in legge con modificazioni con la L. 22/12/1932 n° 1830)	G.U. n° 160 del 23/07/1932 (G.U. n° 20 del 25/01/1933)
	R.D.L. 29/07/1933 n° 1213	G.U. n° 224 del 26/09/1933
	R.D.L. 16/11/1939 n° 2228 e n° 2229	G.U. n° 92 del 18/04/1940
	D.M. 30/05/1972	G.U. n° 190 del 22/07/1972
	D.M. 30/05/1974	G.U. n° 196 del 29/07/1974

7. per	D.M. 26/03/1980	G.U. n° 176 del 28/06/1980	UdA 147 intervento						
	D.M. 01/04/1963	G.U. n° 224 del 17/08/1963							
	D.M. 27/07/1985	G.U. n° 113 del 17/05/1986							
	D.M. 14/02/1992	G.U. n° 65 del 18/02/1992							
	D.M. 09/01/1996	G.U. n° 29 del 05/02/1996							
19									
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Normativa</th> <th style="width: 50%;">Riferimento legislativo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D.M. 14/09/2005</td> <td>G.U. n° 222 del 23/09/2005</td> </tr> <tr> <td>D.M. 14/01/2008</td> <td>G.U. n° 29 del 04/02/2008</td> </tr> </tbody> </table>				Normativa	Riferimento legislativo	D.M. 14/09/2005	G.U. n° 222 del 23/09/2005	D.M. 14/01/2008	G.U. n° 29 del 04/02/2008
Normativa	Riferimento legislativo								
D.M. 14/09/2005	G.U. n° 222 del 23/09/2005								
D.M. 14/01/2008	G.U. n° 29 del 04/02/2008								

UdA

Vulnerabilità Sismica ed Adeguamento di Costruzioni Esistenti in Calcestruzzo Armato – PISTOLA, 15 marzo 2013
Ivo VANZI, i.vanzi@unich.it, Dip. di Ing. e Geol., Univ. di Chieti – Pescara – EDIFICI IN C.A. IN OPERA E PREFABBRICATI - 148

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

Allegato B: guida operativa per la verifica di un impianto idrico antincendio

Nel caso di verifica di un nuovo impianto idrico antincendio realizzato in un capannone industriale monopiano non ospitante sostanze pericolose né caratterizzato da particolare affollamento, classificabile pertanto in classe d'uso I, si ricordano le verifiche da effettuare in base alle NTC 2008:

	Classe d'uso	
	Stato limite	I
SL Esercizio	SLO	NO
	SLD	SI cfr. par. 7.3.7.2 terzultimo capoverso
SL Ultimi	SLV	SI cfr. par. 7.3.6.3
	SLC	NO (*)

(*) a meno delle disposizioni di cui al paragrafo 7.10.6.2.2

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

Allegato C: verifica della lunghezza d'appoggio degli elementi orizzontali

La perdita di appoggio degli elementi orizzontali può manifestarsi in diversi elementi; le situazioni più frequentemente riscontrate sono l'appoggio dei tegoli di copertura sulle travi, e delle travi sui pilastri.

La verifica è effettuata confrontando, per ciascun appoggio, la capacità in termini di spostamento con la domanda.

La **capacità** è data dalla lunghezza totale dell'appoggio depurata dello spessore del calcestruzzo copriferro dell'elemento in appoggio e dell'elemento di sostegno. Ad esempio, per l'appoggio di una trave su un pilastro, la capacità in termini di spostamento dell'appoggio è data dalla lunghezza totale di quest'ultimo, cui vanno sottratti gli spessori del calcestruzzo copriferro sia della trave sia del pilastro.

La **domanda** in termini di spostamento è pari al massimo spostamento differenziale tra gli estremi superiori degli elementi d'appoggio. Nei casi prescritti dalla normativa occorre tener conto anche della variabilità spaziale del moto sismico.

In quest'ultimo caso, la verifica secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni deve essere condotta combinando lo spostamento differenziale calcolato a base fissa con quello del terreno, secondo la regola SRSS, ovvero prendendo la radice quadrata della somma dei quadrati dello spostamento differenziale a base fissa e del terreno. Il valore così ricavato è la mediana della domanda, ovvero il valore con probabilità 0.5 di essere superato sotto l'evento sismico di progetto.

Poiché la perdita di appoggio è un modo di collasso fragile, il progettista potrà valutare l'opportunità di fornire un maggior livello di sicurezza. A tal fine, la formula:

$$f(p) = 2p^3 - 2.7p^2 + 1.38p + 0.735$$

fornisce il fattore moltiplicativo del valore mediano della domanda così da ottenere frattile di livello p. Ad esempio, il frattile 90% della domanda si ottiene dal valore mediano moltiplicandolo per $f(0.9)=1.248$.

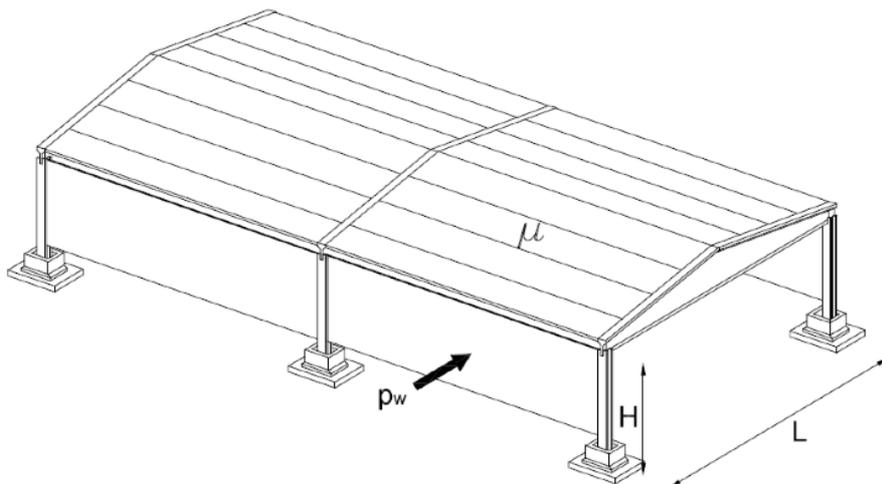
7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.

Allegato D: stima preliminare della duttilità richiesta ai pilastri nello stato di fatto

In via preliminare, si può stimare la duttilità in spostamento richiesta ai pilastri, prendendo come riferimento i carichi orizzontali (non necessariamente sismici) riportati nelle Norme Tecniche vigenti all'epoca della realizzazione del manufatto. La verifica definitiva, basata sulle attuali Norme Tecniche per le Costruzioni, deve comunque accertare le effettive proprietà meccaniche e geometriche delle sezioni e dei materiali.

la richiesta di duttilità in spostamento δ dei pilastri è pari a:

$$\delta = M_{enk} / M_r$$



7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

$$\delta = (L/H) \cdot (\mu \cdot S_a / p_w)$$

dove S_a è l'accelerazione spettrale elastica valutata in corrispondenza del primo modo di vibrazione della struttura.

Nel caso occorra tener conto degli effetti del II ordine, si potrà utilizzare la formulazione presente nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, moltiplicando la duttilità richiesta per il fattore $1/(1-\Theta)$. In quest'ambito, Θ può essere stimato come $(g\delta)/(H\omega^2)$; ω è la frequenza circolare corrispondente al primo modo di vibrazione.

A titolo di esempio numerico (rappresentativo di situazioni frequenti in Emilia), con $\mu=400\text{kg/m}^2$, $L=15\text{m}$, $T=1\text{ s}$, $p_w=0.7\text{ KN/m}^2$, $H=8\text{m}$, $S_a=0.12\text{g}=0.2\text{g} \cdot 0.6$, si ottiene δ pari a circa 1.4; gli effetti del II ordine possono essere in questo caso trascurati poiché Θ è inferiore a 0.1.

Allegato E: elenco dei controlli qualitativi sulle scaffalature a seguito di evento sismico

Elemento	Controllo
Montanti	I montanti devono essere privi di ammaccature gravi, e deve presentarsi con l'asse non incurvato lungo l'interpiano, anche se inclinato.
Piastra di base	La piastra di base deve essere completamente a contatto con la pavimentazione, correttamente <u>posizionate</u> (assenza di rotazioni) senza segni di cedimento delle saldature e dei collegamenti bullonati. La pavimentazione nell'intorno deve essere integra.
Tasselli	Accertare la presenza e l'integrità dei tasselli. I dadi dovrebbero essere serrati, così da evitare il sollevamento dei montanti.
Tralicciatura della spalla	Nelle spalle saldate, verificare l'assenza di cricche nelle saldature tra diagonali e <u>montanti</u> . Nelle spalle bullonate, verificare l'integrità dei bulloni e l'assenza di <u>rifollamento</u> del profilo <u>della</u> diagonali o del montante. Verificare che non si siano sviluppati fenomeni <u>di</u> instabilità delle diagonali.
Travi	Devono essere prive di ammaccature sulla superficie. Ove realizzate con 2C accoppiati, i due profili devono apparire efficacemente collegati e incastrati tra loro. Le travi devono essere rettilinee nel piano orizzontale con scostamento inferiore a $L/200$ e, sotto carico, non presentare una freccia verticale superiore a $L/200$.

7. LL.G. DEL CSLP (B) fase 2 – IN VIA DI PUBBLICAZIONE- *Valutazione della sicurezza e criteri di intervento per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Agibilità definitiva ai sensi della Legge 122 del 01.08.2012.*

<u>Connettori corrente-montante</u>	Devono apparire integri e senza evidenti piegature o distorsioni; le saldature devono essere integre e senza cricche; i ganci del connettore e i loro alloggiamenti nei montanti devono essere integri e bisogna verificare che non vi siano in atto fenomeni di <u>rifollamento</u> , rottura per taglio e deformazioni tali da far perdere efficacia all'ancoraggio del gancio; le spine di sicurezza devono essere presenti ed <u>efficaci</u>
Distanziali tra le spalle	I <u>distanziali</u> tra le spalle devono essere integri ed efficacemente collegati alle spalle.

8. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA

RISCHIO (SISMICO)

la probabilità di osservare almeno un sinistro (*probability of failure*), con T il periodo di osservazione e con s lo stato limite, si illustrano qui i passaggi per il calcolo del rischio sismico $P_{f_s}(T)$.

- (1) **pericolosità** sismica (ovvero definizione probabilistica dell'azione);
- (2) **fragilità** strutturale associata al tipo di sinistro (ovvero definizione, deterministica o probabilistica, della resistenza strutturale);
- (3) calcolo del **rischio** sismico (che si ottiene integrando la pericolosità e la fragilità con operazione matematica detta convoluzione).

8.1 PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.

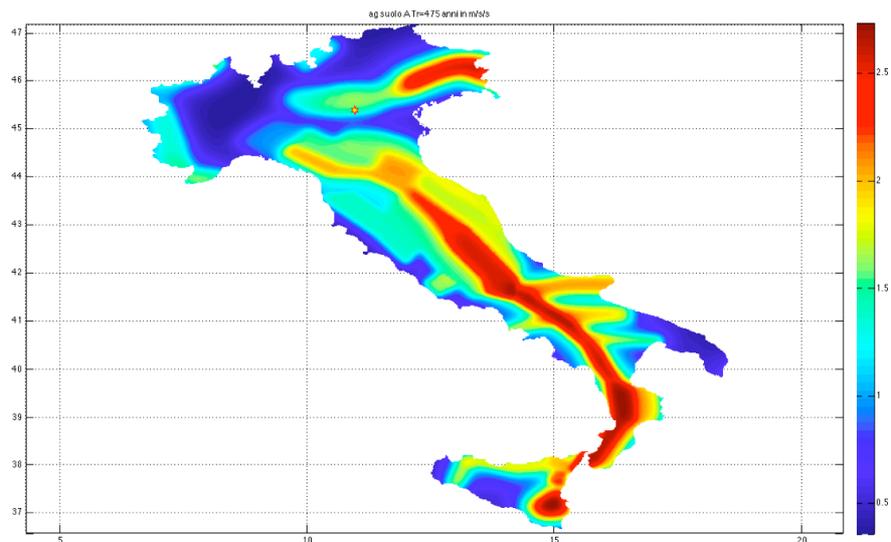
ALLEGATO 1 NTC08

la pericolosità sismica in un sito di note coordinate geografiche è modellato, secondo le NTC08, come un processo di Poisson (cioè privo di memoria) con tasso medio annuo pari a $n(a)$, ovvero:

$$v(a_g) = \{\text{numero medio di eventi in un anno con accelerazione } A_g > a_g\} = 1/Tr$$

8. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.

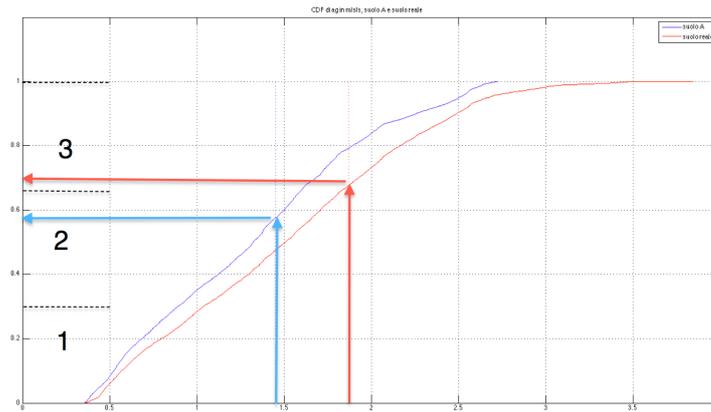
Tr=475 anni , suolo A





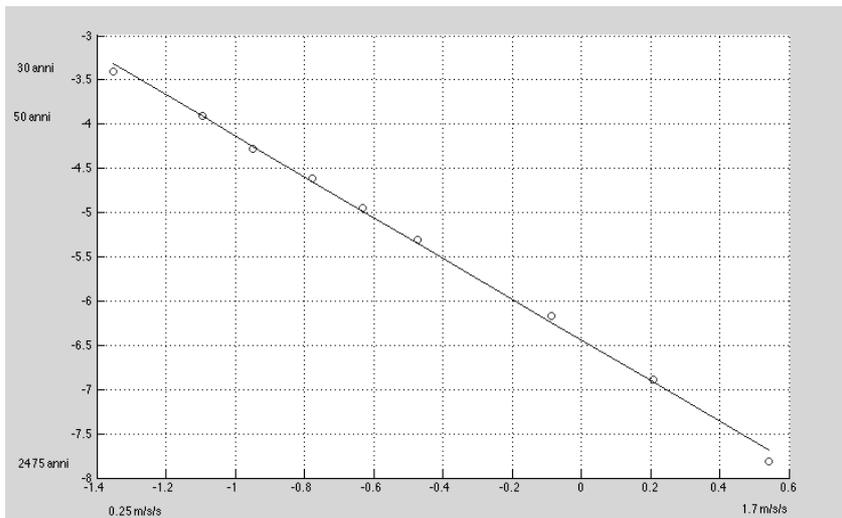
8. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.
 Suddivisione in classi omogenee di pericolosità (esempio con $T_r = 475$ anni)

categoria	percentile (frattile)	descrizione pericolosità e colore associato	accelerazioni a_g corrispondenti (m/s/s)
1	0-33	bassa	0 - 1.2
2	33-66	media	1.2-1.8
3	66-100	alta	1.8-3.8



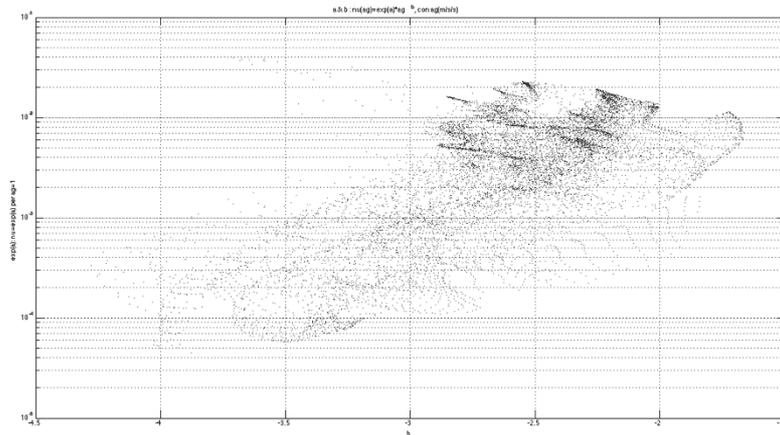
8.3 PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.

si osserva (empiricamente) che, in un sito, la relazione tra T_r e a_g è lineare (in scala bilogarithmica). Vale anche per $a_g \cdot S$



8.3 PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.

si osserva (empiricamente) che, in un sito, la relazione tra T_r e a_g è lineare (in scala bilogarithmica). Vale anche per $a_g \cdot S$



8.3 PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.

(F) poiché si osserva (empiricamente) che, in un sito, la relazione tra T_r e a_g è lineare (in scala bilogarithmica), si dimostra che la funzione di distribuzione probabilistica dell'accelerazione A_g in un sito, dato un evento, può essere scritta come:

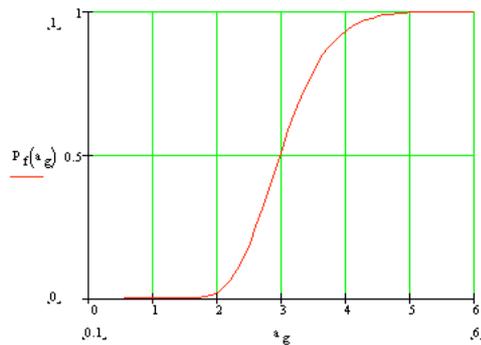
$$f_{A_g}(a_g) := - \left(\frac{c_2 a_g^{c_2-1}}{a_m^{c_2} - a_M^{c_2}} \right)$$

c_1 e c_2 sono rispettivamente intercetta e coefficiente angolare della retta di correlazione (in scala bilogarithmica) tra a_g e T_r ; assegnato un sito attraverso le sue coordinate geografiche, sono pertanto calcolabili c_1 e c_2 e quindi la funzione di distribuzione probabilistica dell'azione. a_m e a_M sono i valori minimi e massimi dell'accelerazione nel sito

8.2 PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.
FRAGILITA': esempio per SLD

FRAGILITA'

legame, espresso tramite una funzione matematica e rappresentato sotto forma di una curva nel piano cartesiano, tra intensità del sisma (sulle X in genere) e probabilità (posta sulle Y) di superamento di uno stato limite di interesse, dato un evento sismico.



8. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.
FRAGILITA': esempio per SLD

SLD: paragrafo 7.3.7.2 delle NTC08 , tamponamenti collegati rigidamente alla struttura (caso a)

>Lo stato limite di danno, SLD, è superato se lo spostamento interpiano supera il 5/1000 dell'altezza interpiano;

>nel caso di un edificio prefabbricato ad un piano, in cui vale comunque l'ipotesi di "equal displacement", la condizione di superamento dello stato limite può quindi esprimersi come:

$$S_d(T)/\omega^2(T)=H*5/1000;$$

$$>T=1s ; H=8m ; S_d = 1.6 m/s/s$$

8. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.
FRAGILITA': esempio per SLC

SLC: perdita di appoggio delle travi sui pilastri

$$\Delta > S_{dis}(T) * 2^{0.5}$$

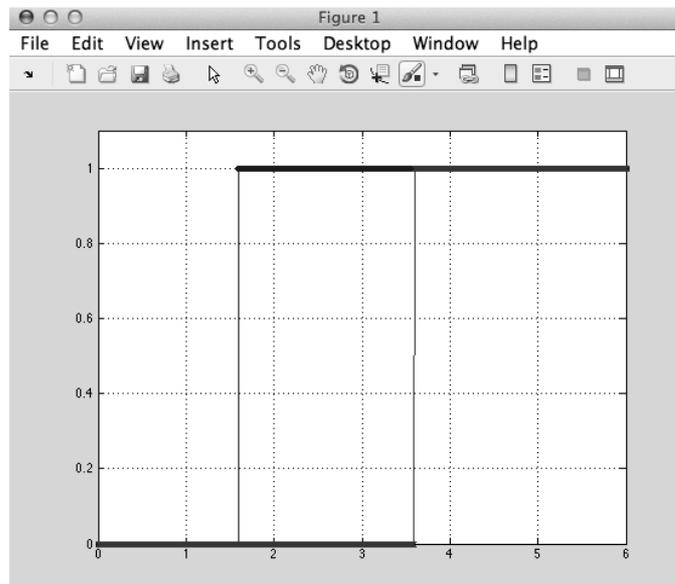
$$S_d(T) = L_{ap} / 1.41 * [(2\pi) / T]^2$$

> esempio: travi in semplice appoggio sui pilastri, senza sella (come talvolta avviene), la lunghezza di appoggio è pari alla semilarghezza del pilastro, depurata dei copriferri di trave e pilastro.

> Ad esempio, con larghezza del pilastro pari a 400 mm e copriferro pari a 35 mm, si ottiene $L_{ap} = 130$ mm; assumendo ancora $T = 1$ s, e $S_d(T = 1$ s) pari a 3.6 m/s/s

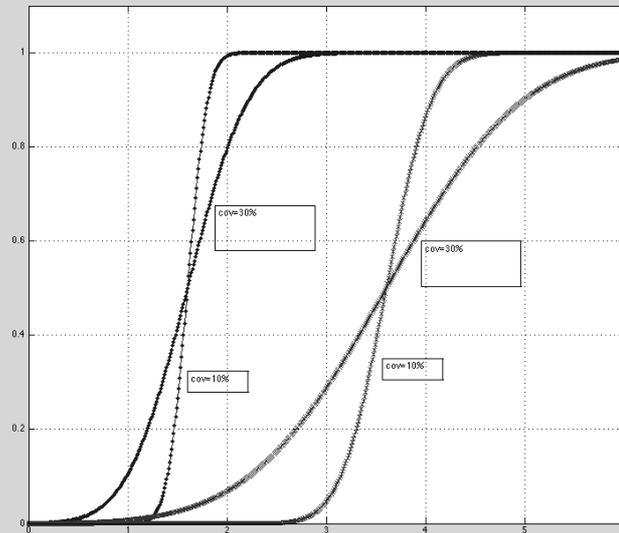
8. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.
FRAGILITA' (in assenza di aleatorietà)

legame, espresso tramite una funzione matematica e rappresentato sotto forma di una curva nel piano cartesiano, tra intensità del sisma (sulle X in genere) e probabilità (posta sulle Y) di superamento di uno stato limite di interesse, dato un evento sismico.



8. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.
FRAGILITA' (con aleatorietà, ad esempio sulla geometria, materiali, caratteristiche sisma ...)

legame, espresso tramite una funzione matematica e rappresentato sotto forma di una curva nel piano cartesiano, tra intensità del sisma (sulle X in genere) e probabilità (posta sulle Y) di superamento di uno stato limite di interesse, dato un evento sismico.



8. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.

PERICOLOSITA': in un sito

>la distribuzione temporale degli eventi segue il processo di Poisson

>numero totale annuo di terremoti $n_{tot} = \{\text{numero totale annuo di terremoti}\} = c_1 \cdot (a_m^{c_2} - a_M^{c_2})$

>la funzione di distribuzione probabilistica delle accelerazioni a_g dato un evento. è

$$f_{Ag}(a_g) := - \left(\frac{c_2 a_g^{c_2-1}}{a_m^{c_2} - a_M^{c_2}} \right)$$



8. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.

dato un sito, una struttura e uno SL

> curva di fragilità = $P_f(a_g)$ (dipende solo da struttura e SL)

> probabilità superamento SL DATO un evento

$$P_{f_s} := \int_{a_m}^{a_M} P_f(a_g) \cdot f_{Ag}(a_g) da_g$$

> i collassi sono modellabili secondo un processo di Poisson (analogamente ai terremoti), con frequenza media annua λ_f pari a:

$$\lambda_f = \{\text{numero medio annuo di collassi}\} = n_{\text{tot}} * P_{f_s}$$



8. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.

noto λ_f , dalla definizione di processo di Poisson, possono ricavarsi le statistiche ritenute utili. Due informazioni di particolare interesse sono

$$Tf = \{\text{periodo di ritorno dei sinistri}\} = \{\text{numero medio di anni tra due sinistri successivi}\} = 1/\lambda_f$$

$$P_{f_s}(T) = \{\text{probabilità di osservare almeno un sinistro nel periodo di osservazione di T anni}\} = 1 - \exp(-T/T_f)$$

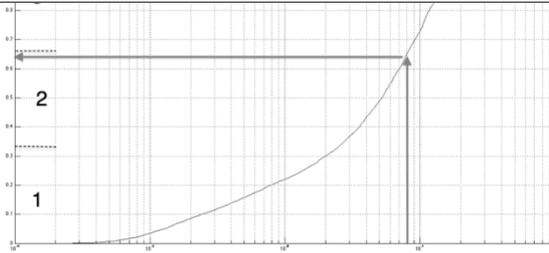
8. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.

Pf_sld(T=50 anni)

Hp: curva di fragilità con valor medio di 0.2g e c.o.v. del 30%

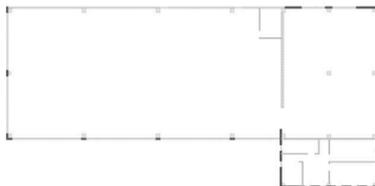
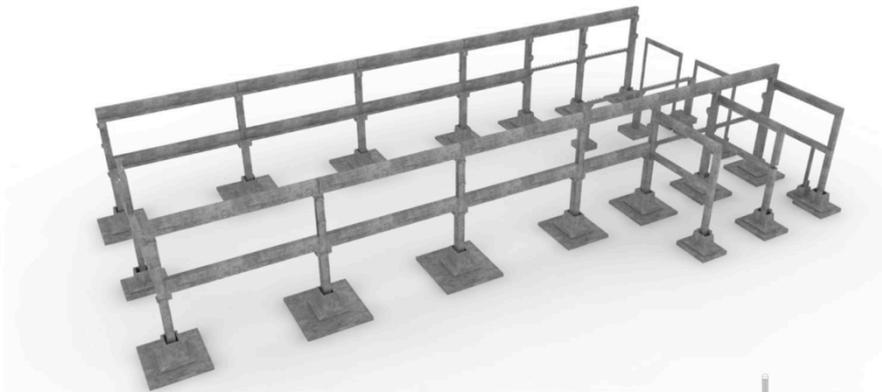
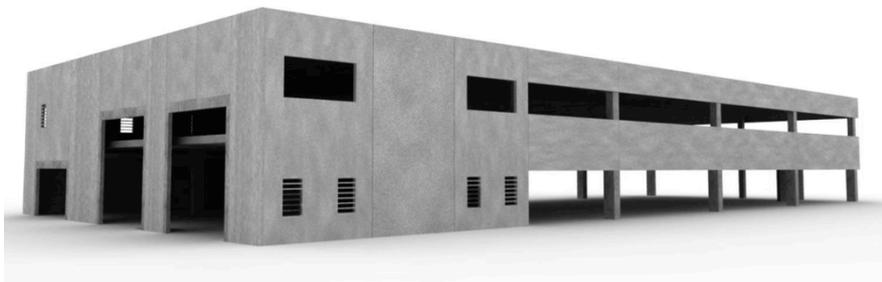
categoria	percentile (frattile)	descrizione rischio e colore associato	probabilità (%) di sinistro, $P_{L.S.}(T=50 \text{ anni})$
1	0-33	basso	0 - 2.5
2	33-66	medio	2.5-9.5
3	66-100	alto	9.5-100

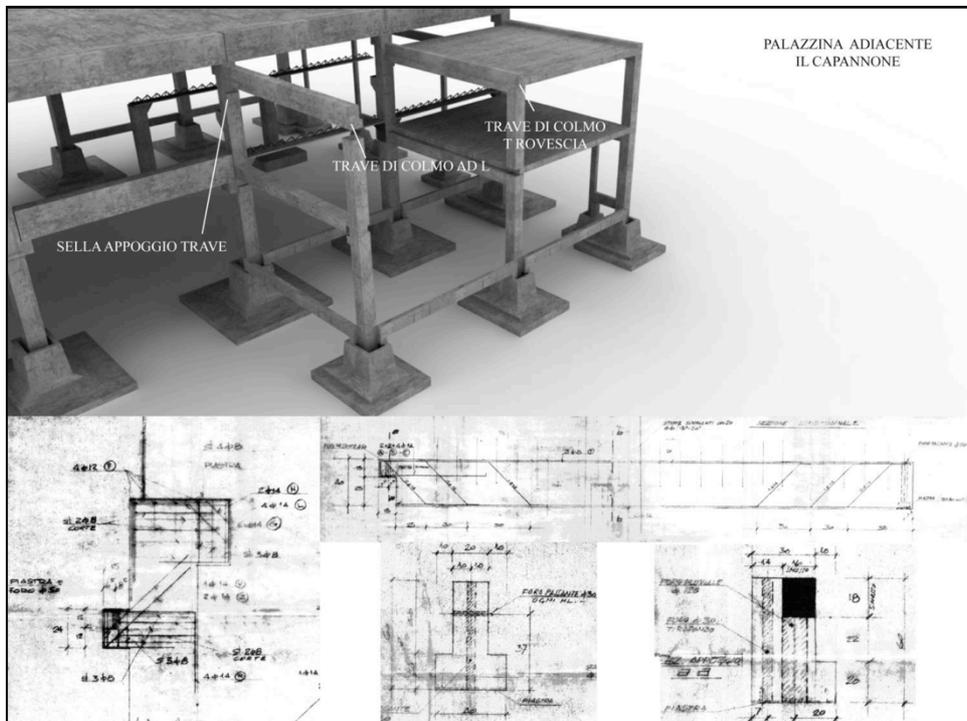
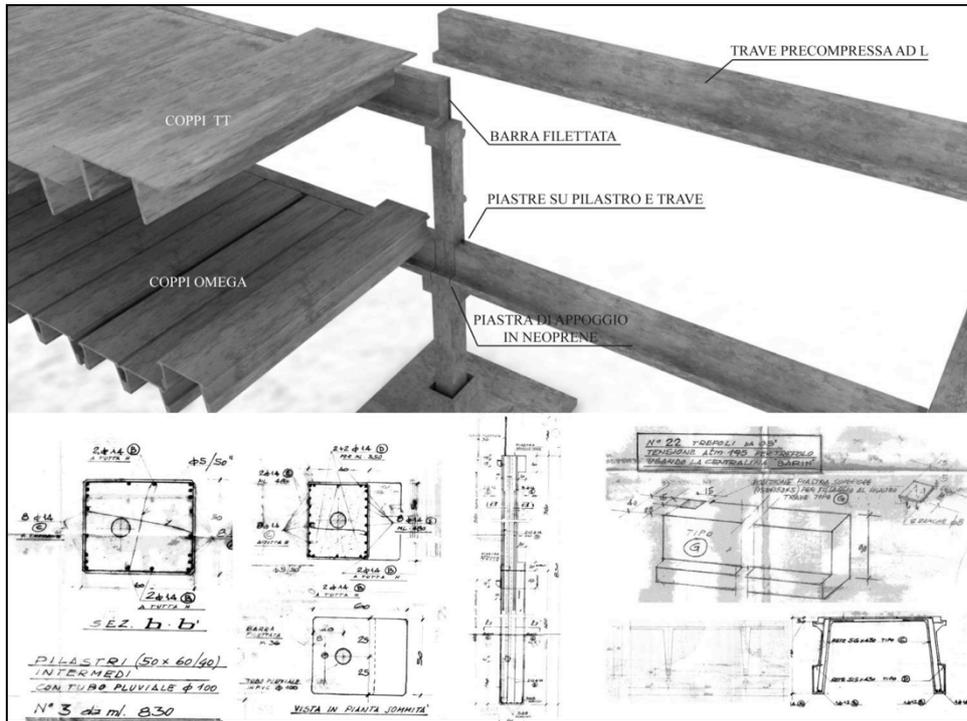
Circa metà delle strutture hanno probabilità alta (e.g. >5%) di subire un danno per il sisma nel corso della loro vita nominale

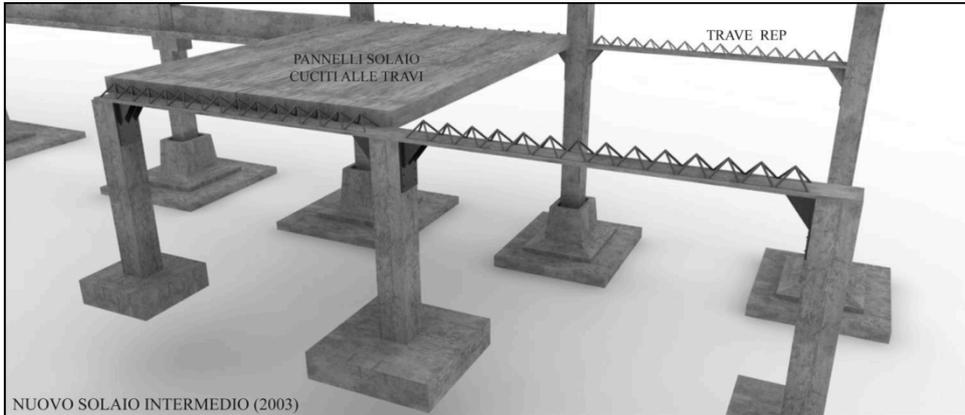


FABBRICATO AD USO INDUSTRIALE, 9.1 ESEMPI APPLICATIVI: ferrara

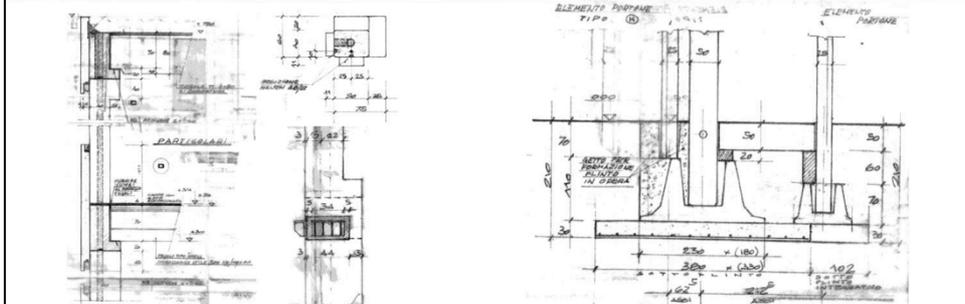
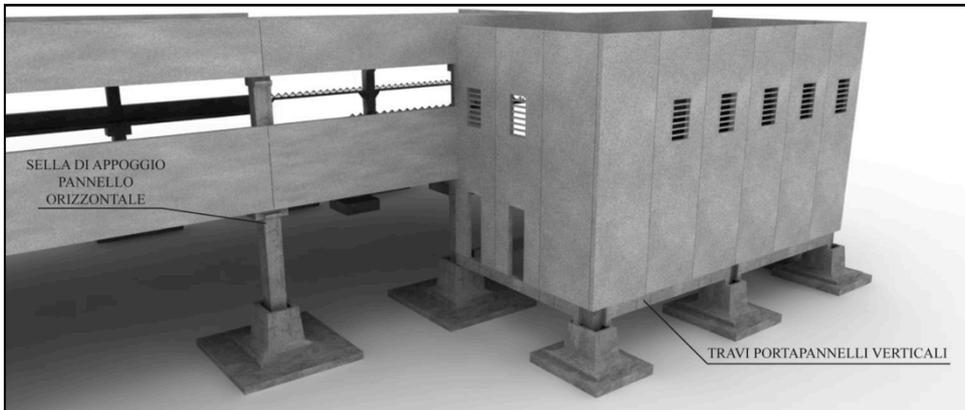
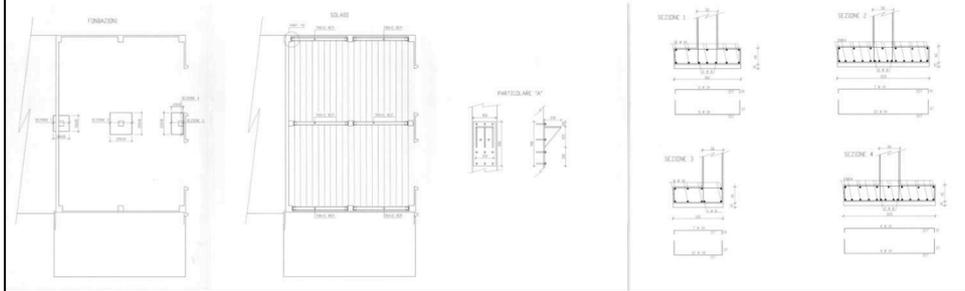








NUOVO SOLAIO INTERMEDIO (2003)





Vulnerabilità
Ivo VANZI, i.vanzi@unibo.it

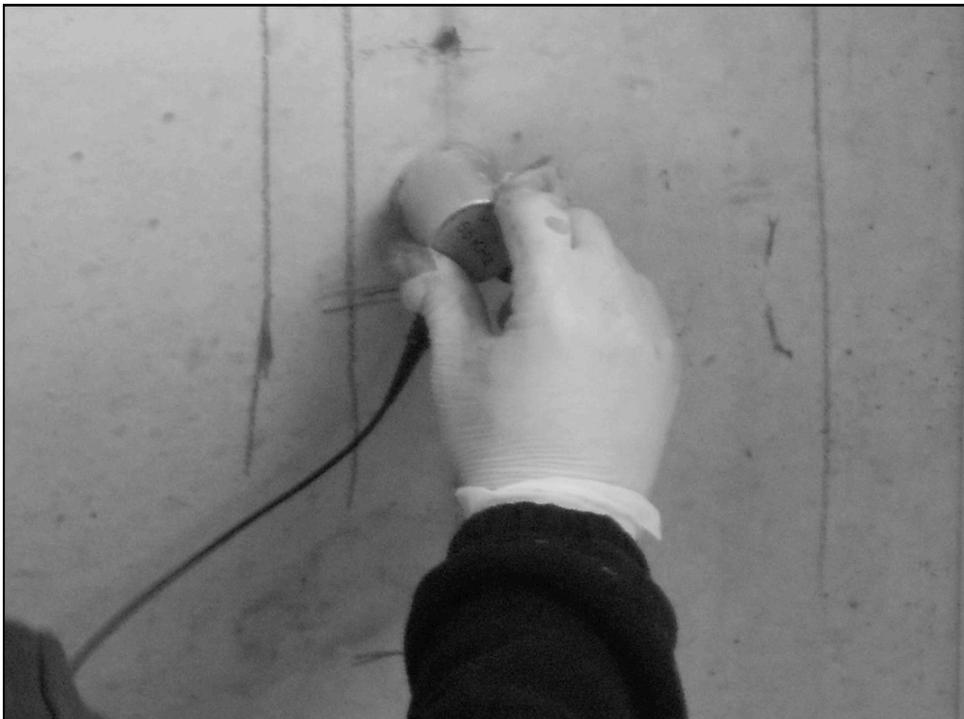
2013
PREFABBRICATI - 185











ANALISI DEI CARICHI

G1 Tegoli 1° Impalcato

G_{1k}=3,8 kN/mq

G1 Tegoli 2° Impalcato

G_{1k}=2,86 kN/mq

G1 Lastra di solaio

Braccio 134 cm / Braccio 230 cm

H (cm)	PESO (kN/m²)	L. MAX (m)
20	3,50	7,00
25	4,00	8,75
30	4,40	10,50
35	4,80	12,50

1° e 2° Impalcato

1° Impalcato

G2 1° Impalcato

Soletta in cls 25 kN/mc x 0,04 m = 1 kN/mq
 Pavimento in travertino 27 kN/mc x 0,02 m = 0,54kN/mq

G2 Completamento

Ghiaia 15 kN/mc x 0,03 m = 0,45kN/mq
 Guaina bituminosa 15 kN/mc x 0,005 m = 0,075kN/mq
 Isolante (Polistirene) 0,4kN/mc x 0,06 m = 0,024kN/mq
 Massetto alleggerito 17 kN/mc x 0,05 m = 0,85kN/mq

G2 Elementi divisori interni & impianti

Intonaco 2 x 2,80m x 0,01m x 13kN/mc = 0,73 kN/mq
 Mattoni forati 2,80m x 0,08m x 11kN/mc = 2,46 kN/mq
 TOTALE 3,19kN/mq

Per gli orizzontamenti degli edifici per abitazioni e uffici, l'ipotesi proprio di elementi divisori interni potrebbe essere ragguagliato ad un carico permanente portato uniformemente distribuito g_{2k}, purché vengano adottate le misure costruttive atte ad assicurare una adeguata ripartizione del carico. Il carico uniformemente distribuito g_{2k} ora definito dipende dal peso proprio per unità di lunghezza G_{2k} delle partizioni nel modo seguente:

per elementi divisori con 3,00 < G_{2k} ≤ 4,00 kN/m: **g₂ = 1,60 kN/m²**

G2 Pannelli orizzontali di tamponamento

q=2,85 kN/mq
 2° IMPALCATO
 H=1,6m
 Ok = 1,6x2,85 = 4,6kN/m

1° IMPALCATO
 H=2,45m
 Ok = 2,45x2,85 = 6,7 kN/m

Q Carichi di esercizio

Tabella 3.1.11 - Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Cat.	Ambienti	q _k [kN/m²]
E Edifici	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00
Coperture e sottotetti	Cat. III Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0,50
	H	

RISULTATI INDAGINE GEOLOGICA SUI TERRENI DI FONDAZIONE

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il territorio del Comune in oggetto è stato classificato sismico in zona 3 come area di nuova classificazione dall'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003.

In ogni specifico sito il moto sismico è definito da uno spettro di risposta elastico la cui forma dipende dalla combinazione del tipo di terreno e della zona di appartenenza attraverso l'uso di definiti coefficienti (coefficiente stratigrafico S_s e periodi di oscillazione T_B, T_C e T_D), dal periodo di oscillazione della struttura T₀, dall'accelerazione al suolo a_g e dal fattore che tiene conto dello smorzamento viscoso della struttura.

Per la classificazione del sito in esame sono stati utilizzati i dati della prova sismica MASW, che ha fornito dati diretti fino alla profondità di circa 35 m dal p.c.

I risultati della prova sono consultabili nel Rapporto Tecnico riportato in appendice; di seguito viene fornita una sintesi della caratterizzazione sismica che ne deriva.

In base a tale valutazione è stato definito il valore di V₃₃₀:

V₃₃₀ = 159 m/sec

In base a ormai diffuse e note correlazioni empiriche dai valori di resistenza forniti dalle prove CPT si possono ottenere i valori della coesione non drenata C_u, riportati nella tabella allegata "parametri geotecnici" e il valore medio di N_{spst} per gli strati granulari.

La stratigrafia individuata fino a 30 m di profondità è prevalentemente di natura coesiva ed è caratterizzata da un valore di coesione medio C_u = 73 kPa.

In base a tali valutazioni, il suolo di fondazione in oggetto viene attribuito alla categoria **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 V₃₃₀ < 180 m/s (ovvero N_{spst} < 15 nei terreni a grana grossa, C_u < 70 kPa nei terreni a grana fina)".

Pertanto il valore di S vale 1,48.

In appendice e nella tabella seguente vengono forniti i diversi parametri sismici e gli spettri di risposta elastici, necessari alla progettazione per un tempo di ritorno di 475 anni (classe d'uso II).

Valori dei parametri a_s, F_a, T_B, T_C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO	T _B [s]	a _s [g]	F _a [g]	T _C [s]
SLD	30	0,038	2,548	0,254
SLD	50	0,048	2,495	0,273
SLV	475	0,143	2,502	0,271
SLC	975	0,193	2,537	0,278

SPETTRO DI RISPOSTA IN ACCELERAZIONE

0,5T < T₀ S_s(T) = a_s S_s η_s E_s [T / T_B + 1 / (T / T_B)]
 T_B ≤ T < T_C S_s(T) = a_s S_s η_s E_s
 T_C ≤ T < T_D S_s(T) = a_s S_s η_s E_s (T_C / T)
 T_D ≤ T S_s(T) = a_s S_s η_s E_s (T_C / T)

T [s]	S _s (T) [g]	0,6xS _s (T) [g]
0	0,2466	0,14796
0,02	0,2631	0,157860198
0,218	0,426454	0,25587216
0,3	0,426454	0,25587216
0,653	0,426454	0,25587216
0,7	0,39782	0,238692172
0,8	0,348093	0,208855651
1,2	0,232062	0,1392371
1,4	0,19891	0,119346086
1,6	0,174046	0,104427825
2,147	0,129704	0,07782232
2,3	0,113022	0,067812942
2,5	0,095661	0,057396874
2,8	0,076261	0,045756437
3	0,066432	0,039858941
3,5	0,048807	0,02928412
4	0,037368	0,022420554

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = \eta_1 \cdot K_1 \quad (7.3.1)$$

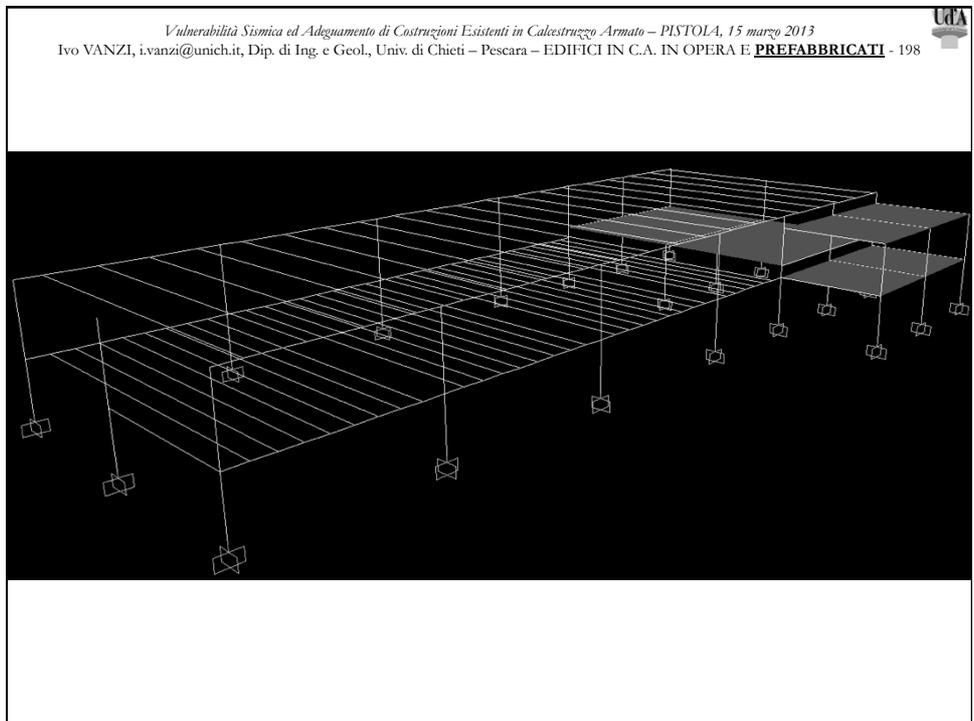
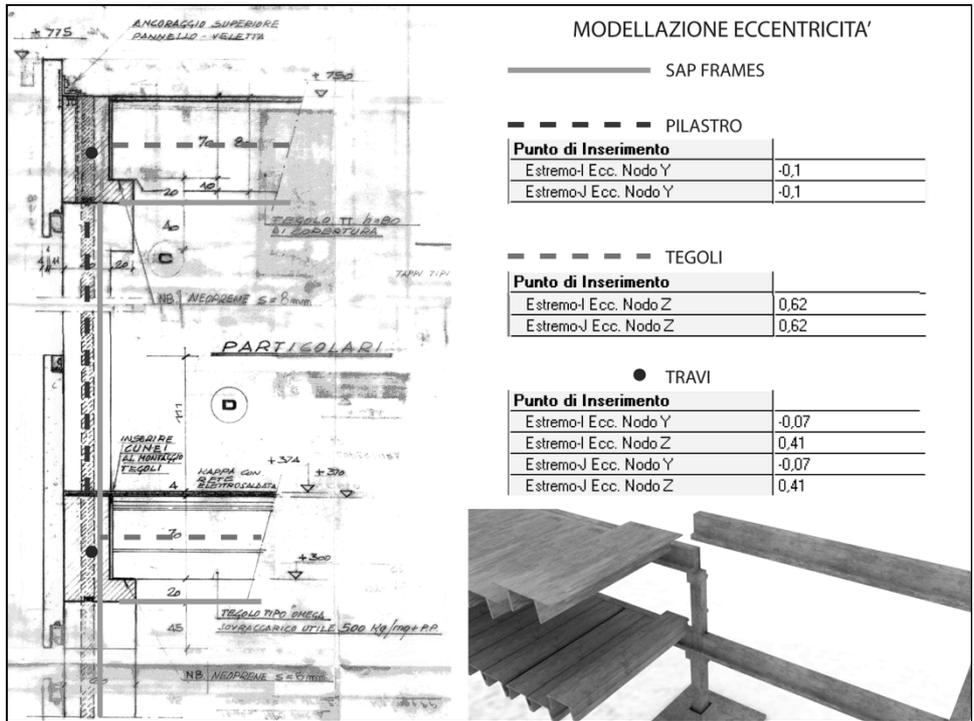
K₁ è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Per le costruzioni non regolari in pianta, si possono adottare valori di a_s/a₁ pari alla media tra 1,0 ed i valori di volta in volta forniti per le diverse tipologie costruttive.

Tabella 7.4.1 - Valori di q per diverse tipologie costruttive

Tipologia	ESP	ESP'
Struttura a pareti	1,0	1,0
Struttura a traliccio	1,0	1,0
Struttura a traliccio con diaframma	1,0	1,0
Struttura a traliccio con diaframma e pareti	1,0	1,0

q = [(2,5 x 0,8) + 1] / 2 = 1,5



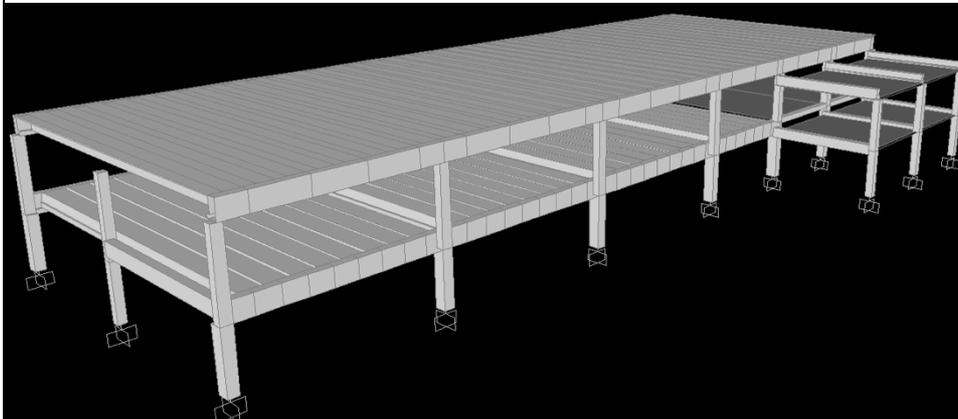


TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,851547	0,03333	0,41206	0,000005927	0,03333	0,41206	0,000005927	0,11513	0,00191	0,67592	0,11513	0,00191	0,67592
MODAL	Mode	2	0,817837	0,6536	0,05532	0,000001575	0,68693	0,46737	0,000007507	0,01517	0,04037	0,06898	0,1303	0,04228	0,74491
MODAL	Mode	3	0,748194	0,02504	0,21199	1,886E-08	0,71197	0,67936	0,000007526	0,05575	0,00132	0,02641	0,18605	0,04359	0,77131
MODAL	Mode	4	0,286924	0,00813	0,0009	9,34E-09	0,7201	0,68026	0,000007535	0,00021	0,00009881	0,00238	0,18626	0,04369	0,77369
MODAL	Mode	5	0,259728	0,00093	0,00567	7,268E-08	0,72103	0,68594	0,000007608	0,00036	0,00004537	0,00165	0,18662	0,0437	0,77534
MODAL	Mode	6	0,203844	0,00415	0,19428	0,000002181	0,72518	0,88021	0,000009788	0,01323	0,00003934	0,0000309	0,19989	0,04374	0,77537

PILASTRI: VERIFICA M-N

COMPRESIONE SEMPLICE $N_{Rd} = A_c f_{cd} + A_s f_{yd} = f_{cd} \left(A_c + \frac{f_{yd}}{f_{cd}} A_s \right) = f_{cd} A_c^{(i)}$

TRAZIONE SEMPLICE $N_{Rd} = A_s f_{yd}$

ROTTURA $N_{Rd} = 0,81 f_{cd} b d \xi_{bil} + \sigma'_s A'_s - f_{sd} A_s$

BILANCIATA $M_{Rd} = 0,81 f_{cd} b d \xi_{bil} \left(\frac{h}{2} - 0,416 \xi_{bil} d \right) + f_{yd} A'_s \left(\frac{d-\delta}{2} \right) + f_{sd} A_s \left(\frac{d-\delta}{2} \right)$

TIPO	1	2
b [cm]	50	50
h [cm]	60	40
dy=h-δ [cm]	57	40
dx=b-δ [cm]	47	50
A _{s,x} [cm ²]	6,15752	7,6969
A' _{s,x} [cm ²]	6,15752	7,6969
A _{s,y} [cm ²]	12,31504	15,3938
A' _{s,y} [cm ²]	12,31504	15,3938
A _{s,tot} [cm ²]	30,7876	40,0239
M _{Rd,x} [kN m]	0	0
M _{Rd,y} [kN m]	920,99651	677,901
N _{Rd} [kN]	12092,367	9067,66
N _{Rd} [kN]	5475,0695	3842,15
N _{Rd} [kN]	-1282,817	-1667,66

f_{cd} [Mpa] 35
 f_{yd} [Mpa] 416
 ξ_{bil} 0,641
 δ [cm] 3

■ compressione semplice
 ■ rottura bilanciata
 ■ trazione semplice

1) Pilastri d'angolo 1° impalcato 50x60

M _{Sd,x} [kN m]	M _{Sd,y} [kN m]	N _{Sd} [kN]
1156	1340	1216
693,6	804	1216

2) Pilastri d'angolo 2° impalcato 50x40

M _{Sd,x} [kN m]	M _{Sd,y} [kN m]	N _{Sd} [kN]
754	494	465
452,4	296,4	465

LIVELLO DI SICUREZZA RAGGIUNTO 40%



9.2 CORREGGIO ??