AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITA'

OPERE DI ADEGUAMENTO ALLA NORMATIVA ANTINCENDIO E MESSA IN SICUREZZA E MIGLIORAMENTO SISMICO DEI LABORATORI DI INGEGNERIA VIA U. TERRACINI 24/26 e 34 BOLOGNA

PROPRIETA' EDIFICIO
UNIBO

CODICE EDIFICIO N.	CODICE PROGETTO N.	TICKET N.
431	xxxx	17688

DIRIGENTE AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITA'
ing. ANDREA BRASCHI

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO	DIRETTORE DEI LAVORI
arch. MARIA PANDOLFO	----------

PROFESSIONISTI INCARICATI

PROGETTO ARCHITETTONICO	----------
PROGETTO IMPIANTI MECCANICI	----------
PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI	----------
PROGETTO OPERE STRUTTURALI	ing. ANDREA BRIGHENTI
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE	geom. DINA UCCELLI
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE	----------

LIVELLO DELLA PROGETTAZIONE: FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA ☐ DEFINITIVO ☐ ESECUTIVO ☒ AS-BUILT ☐

OGGETTO TAVOLA	SCALA	N° PROGRESSIVO ELENCO ELABORATI
RELAZIONE TECNICA	x	x
	DATA 12-02-2021	TAVOLA N° DG_REL
	REV. x / DATA x	

Comune di Bologna
ALMA MATER STUDIORUM UNIVERITA' DI BOLOGNA
Interventi di messa in sicurezza e Miglioramento Sismico Post Sisma di Strutture Prefabbricate

Laboratori di ingegneria

Edificio afferente alla Scuola di Ingegneria ed Architettura
Via Terracini 24/26 e 34 - 40131 Bologna

Relazione generale

Bologna, 28 dicembre 2020

Il progettista delle strutture:

(Dott. Ing. Andrea Brighenti)

Sommario

1 Inquadramento 3
2 Norme tecniche 3
3 Descrizione delle strutture 3
3.1 Fisica tecnica 3
3.2 Ingegneria meccanica 5
3.3 LABIC 6
3.4 LAGIRN 7
3.1 LIDR 9
3.2 LISG 11
4 Descrizione interventi 12
4.1 Fisica tecnica 12
4.1 Ingegneria meccanica 12
4.1 LABIC 12
4.2 LAGIRN 13
4.1 LIDR 13
4.2 LISG 13
5 Durata dei lavori 13
6 Importo economico dell'appalto 14
7 Interventi di ripristino 14
8 Relazione sulla gestione delle materie 15
9 Relazione sulle interferenze 15
10 Relazione sui criteri ambientali minimi 15
10.1 Specifiche tecniche per i componenti edilizi (§ 2.4.1 DM 11-10-2017) 15
10.2 Specifiche tecniche del cantiere (§ 2.5 DM 11-10-2017) 16

1 INQUADRAMENTO

Gli interventi oggetto della presente pratica sono gli interventi di messa in sicurezza e di miglioramento sismico post-sisma di sei capannoni con struttura prefabbricata adibiti a laboratori di ingegneria qui di seguito elencati:

1. Laboratorio di Fisica tecnica del Dipartimento DIN
2. Laboratorio di Ingegneria Meccanica del Dipartimento di Ingegneria Industriale
3. Laboratorio di Ingegneria Chimica LABIC del Dipartimento DICAM
4. Laboratorio di Geoingegneria e Risorse Naturali LAGIRN del dipartimento DICAM
5. Laboratorio di Ingegneria Idraulica LIDR del dipartimento DICAM
6. Laboratorio di Ingegneria Strutturale e Geotecnica LISG del dipartimento DICAM

La pratica strutturale è un intervento di miglioramento sismico. Inizialmente la pratica è stata presentata dall' ing. Marco Savoia nel 2016; con la risposta alla richiesta di integrazioni pervenuta dalle strutture competenti, l'ing. Andrea Brighenti è subentrato come nuovo progettista strutturale presentando nel 2017 una nuova pratica che ha sostituito quella precedente.

2 NORME TECNICHE

La normativa di riferimento è la seguente:

Norme di riferimento cogenti

- Legge n° 64 del 2 febbraio 1974, provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- DM del 14 settembre 2008, Norme Tecniche per le Costruzioni

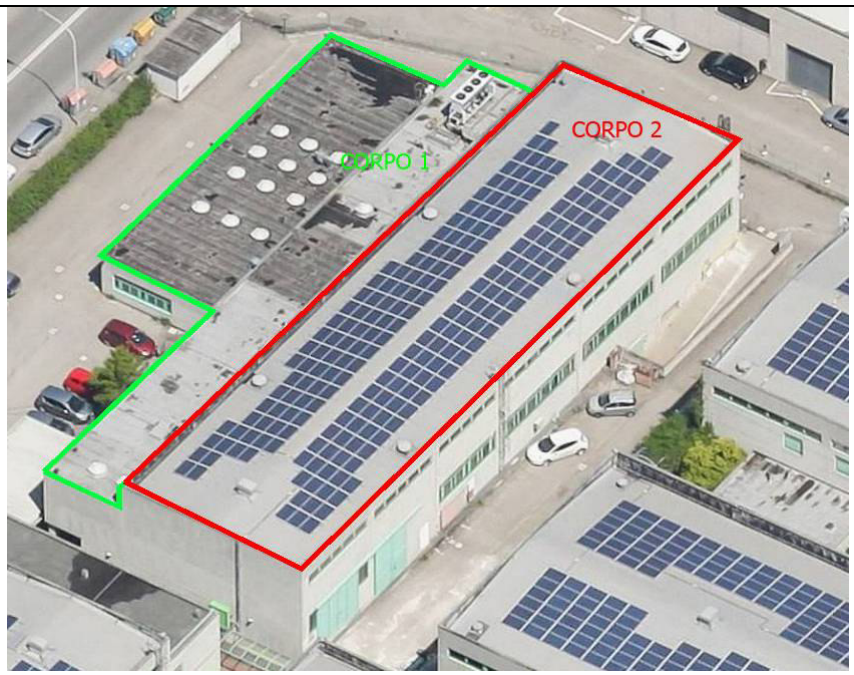
Altre norme e documenti tecnici integrativi

Per la formulazione delle scelte e per i calcoli strutturali si è fatto inoltre riferimento ai seguenti documenti:

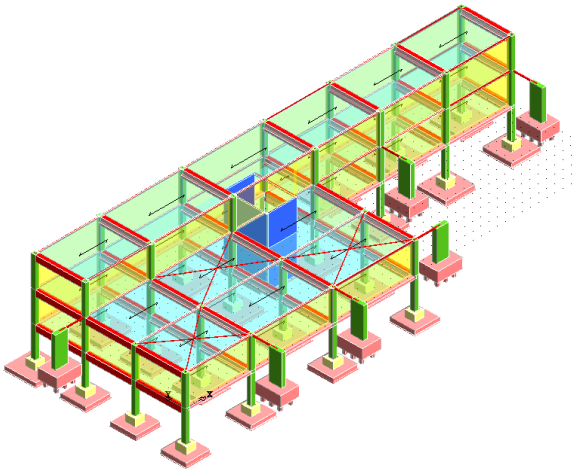
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008"
- UNI EN 1996-1-1 Eurocodice 6, progettazione delle strutture in calcestruzzo - "Strutture in calcestruzzo"
- UNI EN 1993-1-1 Eurocodice 3, progettazione delle strutture in acciaio - "Strutture in acciaio"

3 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

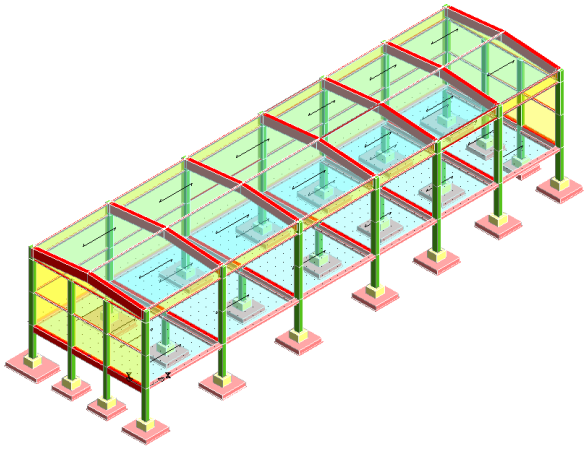
3.1 Fisica tecnica



FISICA TECNICA: U.S. individuata



FISICA TECNICA - CORPO 1: *Descrizione generale della struttura (stato di progetto)*

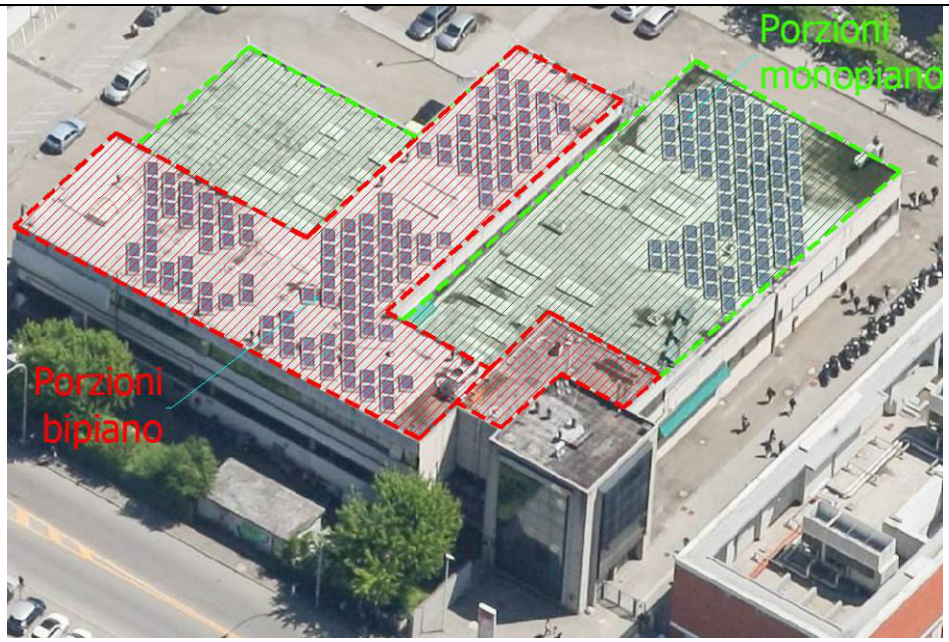


FISICA TECNICA - CORPO 2: *Descrizione generale della struttura*

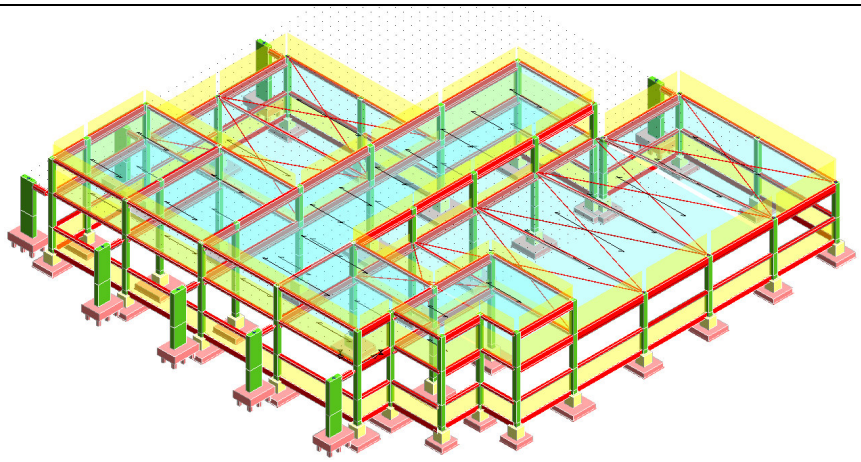
Il Laboratorio di Fisica Tecnica del DIN è una struttura prefabbricata composta da due corpi di fabbrica adiacenti (Corpo 1 e Corpo 2), separati da un giunto strutturale non presente sulle finiture.
Il fabbricato industriale è costituito da telai piani in elementi prefabbricati in c.a. e c.a.p. assemblati a secco in opera e collegati tra loro mediante elementi prefabbricati di copertura in c.a.p.
L'edificio è costituito da due corpi di fabbrica, una parte è adibita a capannone, ed una parte ad uffici.
Il corpo 1 è costituito da due porzioni: una composta da un piano interrato ed uno fuori terra, l'altra da un piano interrato e due piani fuori terra. Il corpo 2 è un capannone con un interrato ed un piano fuori terra di altezza pari a 9 metri con pilastri disposti sul perimetro. L'unico vano scala di tutti gli edifici esaminati è nel corpo 1.
Il piano terra (altezza interpiano 3,6 m) e il piano primo (altezza interpiano 3,5 m) del corpo di fabbrica 1 ospitano i locali dei laboratori e degli uffici, mentre il corpo di fabbrica 2 è un unico

laboratorio open-space. Nell'interrato, troviamo altri laboratori e depositi per stoccaggio di materiale.
I solai sono realizzati con tegoli di copertura con sezione a Pi greco semplicemente appoggiati sulle travi dei telai principali. Tali elementi sono disposti sia nella zona monopiano che in quelle bipiano. Nella porzione monopiano, sopra i tegoli, è stato posto uno strato di isolante e uno di impermeabilizzazione. Nelle zone uffici, al solaio del piano primo, è presente una soletta di ripartizione. La copertura del corpo 2 è composta da travi prefabbricate con orditura secondaria formata da tegoli pi-greco simili a quelli impiegati negli altri solai del fabbricato.
Le pareti esterne sono realizzate mediante pannelli prefabbricati collegati ai pilastri, mentre i pannelli interni sono in laterizio.
Le fondazioni sono di tipo superficiale, costituite da plinti in corrispondenza delle strutture portanti verticali.

3.2 Ingegneria meccanica



INGEGNERIA MECCANICA: Vista dall'alto del Laboratorio di Meccanica



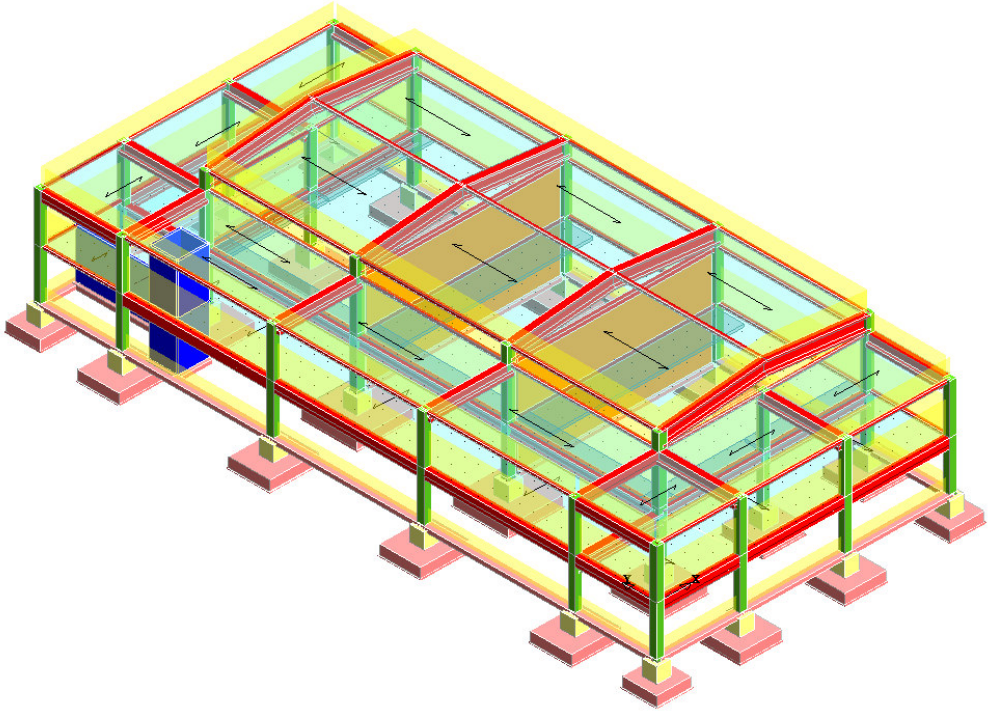
INGEGNERIA MECCANICA: Descrizione generale della struttura(stato di progetto)

Il Laboratorio di Ingegneria Meccanica del DIN, sito in via Terracini 24/26, presso la seconda

sede della Scuola di Ingegneria e Architettura di Bologna è una struttura prefabbricata composta da due piani fuori terra. Il primo piano (h interpiano 5,5 m) ospita i locali dei laboratori, mentre il secondo (h interpiano 3,5 m), ospita principalmente gli uffici e non si estende per tutto lo sviluppo in pianta dell'edificio.
I solai sono realizzati con tegoli di copertura con sezione a pi greco semplicemente appoggiati sulle travi dei telai principali. Tali elementi sono disposti sia nella zona monopiano che in quella bipiano. Nella porzione di copertura piana, sopra i tegoli, è stato gettato un massetto alleggerito per le pendenze completato con uno strato di isolante e uno di coibentazione. Nella zona uffici, invece, è presente una soletta di ripartizione.
Le pareti esterne sono realizzate mediante pannelli prefabbricati collegati ai pilastri.

3.3 LABIC

LABIC: Vista dall'alto del Laboratorio del LABIC

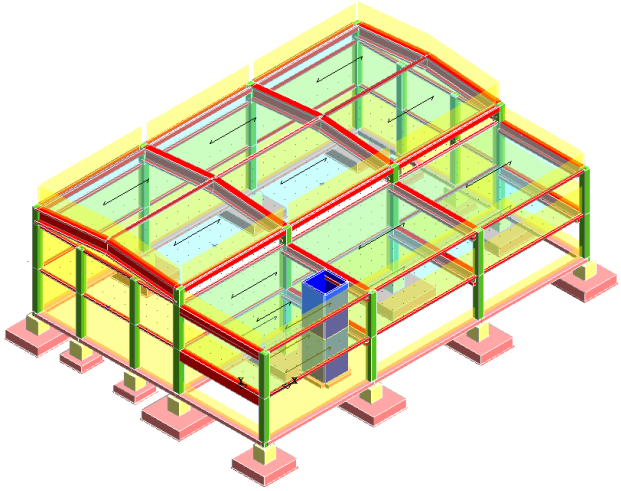


LABIC: Descrizione generale della struttura

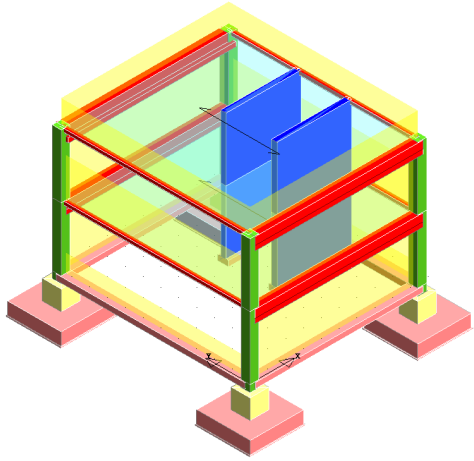
L'intero fabbricato è di tipo industriale costituito da telai piani in elementi prefabbricati in c.a. e in c.a.p. assemblati a secco in opera e collegati tra loro mediante elementi prefabbricati di copertura in c.a.p.
L'edificio è costituito da due parti: una parte è adibita a capannone e la parte circostante adibita ad uffici.
I solai sono realizzati con tegoli di copertura con sezione a Pi greco semplicemente appoggiati sulle travi dei telai principali. Tali elementi sono disposti sia nella zona monopiano che in quelle bipiano. Nella porzione monopiano, sopra i tegoli, è stato posto uno strato di isolante e uno di impermeabilizzazione. Nelle zone uffici, al solaio del piano primo, è presente una soletta di ripartizione. La copertura del capannone è composta di capriate in cemento armato prefabbricato, con orditura secondaria formata da tegoli pi-greco simili a quelli impiegati negli altri solai del fabbricato.
Le pareti esterne sono realizzate mediante pannelli prefabbricati collegati ai pilastri.
Le fondazioni sono di tipo superficiale, costituite da plinti in corrispondenza delle strutture portanti verticali.

3.4 LAGIRN

Ingegneria Mineraria: Vista dall'alto e individuazione dei due corpi di fabbrica



LAGIRN CORPO 1: *Descrizione generale della struttura*
(stato di progetto)



LAGIRN CORPO 2: *Descrizione generale della struttura*
(stato di fatto e progetto)

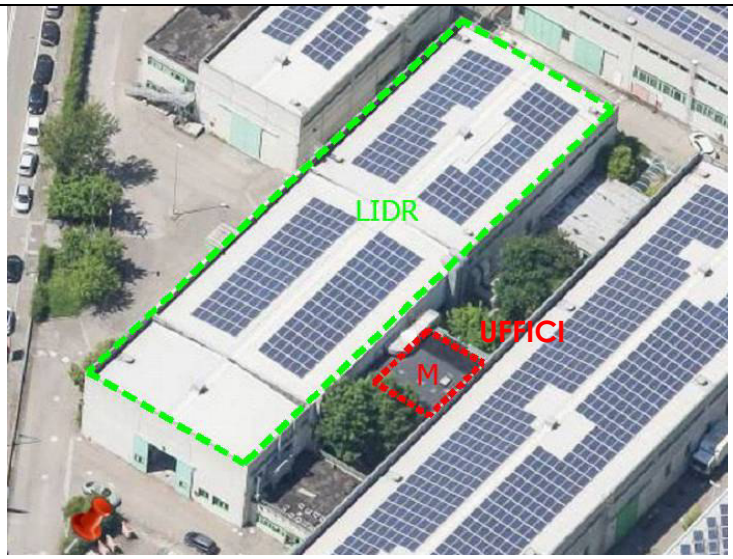
Il Laboratorio di Geoingegneria e Risorse Naturali LAGIRN del Dipartimento DICAM è
Una struttura prefabbricata composta da due corpi di fabbrica adiacenti (Corpo 1 e Corpo 2), separati da un giunto strutturale non presente sulle finiture.
Il corpo di fabbrica 1 è costituito da due porzioni: una composta da un doppio volume ad un solo piano fuori terra, l'altra da due piani fuori terra. Il corpo 2 è un unico corpo di fabbrica a due piani fuori terra. Il corpo 1 presenta un vano ascensore con pareti in c.a. dello spessore di 15 cm in posizione eccentrica rispetto allo sviluppo longitudinale dell'edificio, mentre il corpo 2 presenta un vano scala caratterizzato dalla presenza di due pareti in c.a. dello spessore di 30 cm. Anche per il corpo 2 le pareti del vano scala sono posizionate in modo eccentrico rispetto ad una delle due direzioni.
Il piano terra (altezza interpiano 3,0 m) e il piano primo (altezza interpiano 3,0 m) dei corpi di fabbrica 1 a due piani e 2 ospitano i locali dei laboratori e degli uffici, mentre il corpo di fabbrica 1 a doppio volume ospita due laboratori. Tutti i solai intermedi e le coperture sono

realizzati mediante tegoli con sezione a pi greco semplicemente appoggiati sulle travi dei telai principali. Tali elementi sono presenti sia nella zona monopiano che in quelle bipiano. Nella porzione di copertura piana, sopra i tegoli, è stato gettato un massetto alleggerito per le pendenze completato con uno strato di isolante e uno di coibentazione. Nelle zone uffici, sui solai del piano primo, è presente una soletta di ripartizione. Le pareti esterne sono realizzate mediante pannelli prefabbricati, mentre i pannelli interni sono
in laterizio.
Le fondazioni sono di tipo superficiale, costituite da plinti in corrispondenza delle strutture portanti verticali.

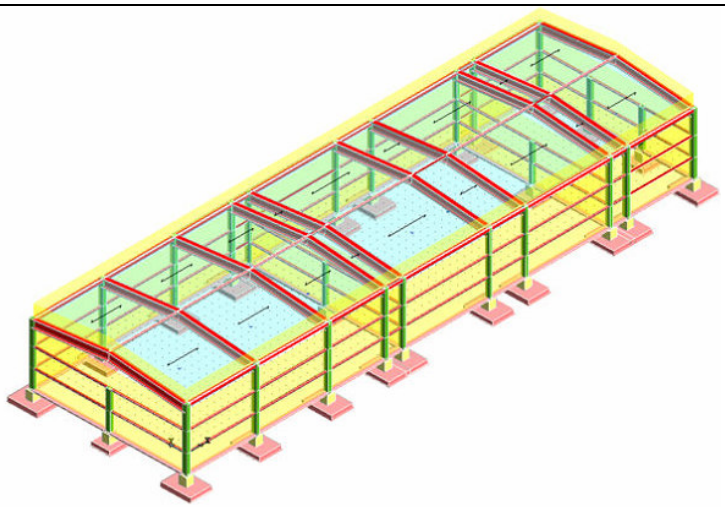
3.1 LIDR

Il Laboratorio di Ingegneria Idraulica (LIDR) del DICAM, sito in via Terracini 34 è una struttura prefabbricata composta da tre corpi di fabbrica adiacenti, non separati da alcun giunto sismico. I due corpi di fabbrica laterali sono stati costruiti in tempi successivi, in adiacenza al corpo di fabbrica centrale.
Il fabbricato industriale è costituito da telai piani in elementi prefabbricati in c.a. e c.a.p. assemblati a secco in opera e collegati tra loro mediante elementi prefabbricati in copertura in c.a.p.
Il Laboratorio in oggetto è attualmente connesso al Laboratorio denominato LISG mediante il corpo uffici che è un fabbricato in muratura costituito da due piani in latero-cemento.
Tutti i corpi di fabbrica sono caratterizzati da un unico piano fuori terra; tuttavia, all'interno dei corpi di fabbrica 1 e 3 sono stati realizzati, in tempi successivi, dei soppalchi in c.a. (sul lato a Sud-Ovest) e in acciaio (sul lato Nord – Est), mentre nel corpo di fabbrica 2 è stata realizzata una vasca, strutturalmente indipendente dall'edificio esistente.
Una parete in c.a. del soppalco è stata realizzata in adiacenza ad un pilastro del corpo 1, senza l'interposizione di alcun giunto.
Tutte le altre strutture dei soppalchi sono strutturalmente indipendenti rispetto ai corpi di fabbrica 1 e 3. A favore di sicurezza si è ipotizzato che l'azione di tali elementi agisca sul fabbricato in oggetto; per far ciò sono stati inseriti nel modello di calcolo delle masse equivalenti.
Lungo il lato del capannone esposto a Nord-Est, sono presenti 3 fabbricati più bassi (indicati con un riquadro in ciano nella figura seguente). I corpi di fabbrica indicati con la lettera P (di competenza del LISG) sono prefabbricati e sono separati sia dal LISG che dal LIDR mediante un giunto esistente che verrà eventualmente allargato (vedere la Relazione di calcolo del LISG). Il corpo di fabbrica indicato con la lettera M è caratterizzato da pareti perimetrali in muratura portante e da un telaio centrale in c.a. ed è realizzato in adiacenza solo al laboratorio LISG (ma non al laboratorio LIDR); tale corpo costituirà un'unita' strutturale a sé stante mediante la realizzazione di un giunto strutturale in adiacenza al LISG e l'eventuale allargamento della dimensione del giunto esistente in adiacenza al LIDR.

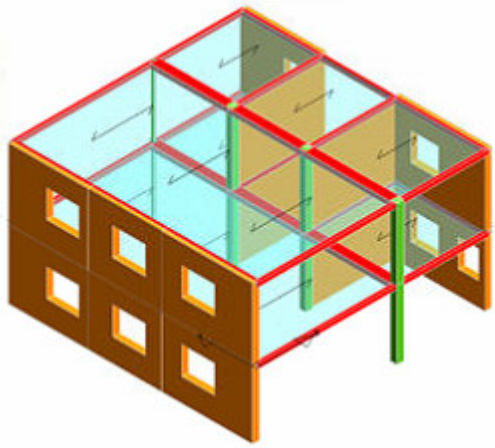
Vista dall'alto del Laboratorio di Ingegneria Idraulica e dei corpi laterali strutturalmente indipendenti



LIDR: Vista dall'alto del Laboratorio di Ingegneria Idraulica con individuazione del capannone e del corpo UFFICI

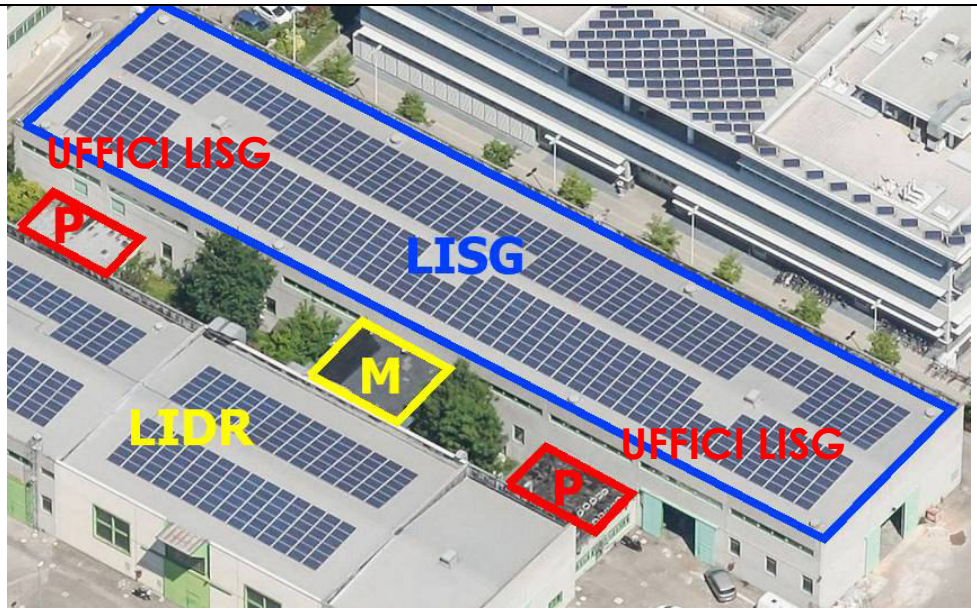


LIDR CAPANNONE: *Descrizione generale della struttura*



LIDR CORPO UFFICI: *Descrizione generale della struttura*

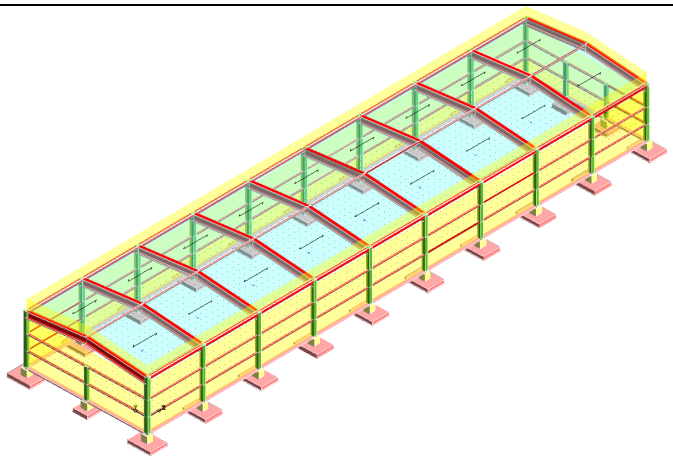
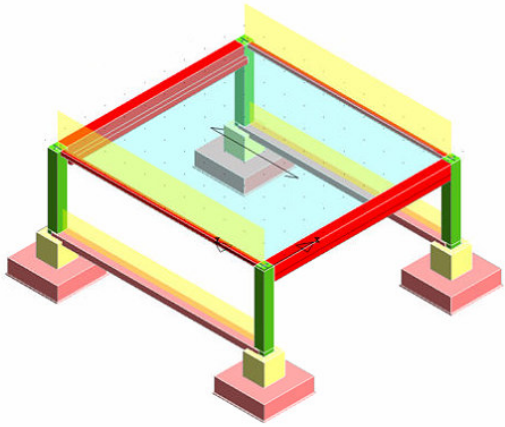
3.2 LISG



Vista dall'alto del Laboratorio di Ingegneria Strutturale e Geotecnica e dei corpi laterali strutturalmente indipendenti

Il corpo di fabbrica è adibito ad un unico laboratorio open-space.
La copertura è realizzata mediate travi a due falde in c.a.p. e tegoli di copertura. Sopra i tegoli, è stato posto uno strato di isolante e uno di impermeabilizzazione. La copertura del capannone è composta di capriate in cemento armato prefabbricato, con orditura secondaria formata da tegoli Pi greco simili a quelli impiegati negli altri solai del fabbricato.
Le pareti esterne sono realizzate mediante pannelli prefabbricati collegati ai pilastri.
Le fondazioni sono di tipo superficiale, costituite da plinti in corrispondenza delle strutture portanti verticali.
I corpi di fabbrica indicati con la lettera P sono uffici di pertinenza del LISG; sono prefabbricati e separati sia dal LISG che dal LIDR mediante un giunto esistente che verrà eventualmente allargato. Il corpo di fabbrica indicato con la lettera M è di pertinenza del LIDR e costituisce

un'unita' strutturale a sé stante mediante la realizzazione di un giunto strutturale in adiacenza al LISG e l'eventuale allargamento della dimensione del giunto esistente in adiacenza al LIDR.

 LIDR CAPANNONE: *Descrizione generale della struttura*	 LISG CORPO UFFICI: *Descrizione generale della struttura*

4 DESCRIZIONE INTERVENTI

4.1 Fisica tecnica

Si prevedono i seguenti interventi di consolidamento:

- Connessioni fra tegoli e travi
- Connessioni fra travi e pilastri
- Messa in sicurezza dei pannelli esterni
- Inserimento di controventi di piano sulla copertura più bassa
- Messa in sicurezza delle pareti interne in laterizio non soggette a carico verticale e non collegate
- Eventuale allargamento del un giunto tra il corpo 1 ed il corpo 2.
- Rinforzo dei pilastri mediante inserimento di barre filettate nel corpo 2
- Introduzione di setti esterni di controvento in c.a. collegati alla struttura esistente mediante smorzatori isteretici nel corpo 1

4.1 Ingegneria meccanica

Si prevedono i seguenti interventi di consolidamento:

- Connessioni fra tegoli e travi
- Connessioni fra travi e pilastri
- Messa in sicurezza dei pannelli esterni
- Inserimento di controventi di piano sul solaio di copertura dove non è presente la soletta
- Messa in sicurezza di alcune pareti di separazione degli ambienti situate al piano terra
- Eventuale allargamento del giunto sismico tra il capannone e la torretta
- Introduzione di setti esterni di controvento in c.a. collegati alla struttura esistente mediante smorzatori isteretici

4.1 LABIC

Si prevedono i seguenti interventi di consolidamento:

- Connessioni fra tegoli e travi
- Connessioni fra travi e pilastri
- Messa in sicurezza dei pannelli esterni
- Rinforzo dei pilastri mediante inserimento di barre filettate

4.2 LAGIRN

Si prevedono i seguenti interventi di consolidamento:

- Connessioni fra tegoli e travi nel corpo 1 e 2
- Connessioni fra travi e pilastri nel corpo 1 e 2
- Messa in sicurezza dei pannelli esterni nel corpo 1
- Inserimento di controventi di piano sulla copertura più alta nel corpo 1
- Messa in sicurezza delle pareti interne in laterizio non soggette a carico verticale e non collegate nel corpo 1
- Eventuale allargamento del giunto tra il corpo 1 ed il corpo 2.
- Rinforzo dei pilastri del corpo 2 mediante inserimento di barre filettate
- Introduzione di mensoloni di controvento in c.a. collegati alla struttura esistente mediante smorzatori isteretici nel corpo 1

4.1 LIDR

Si prevedono i seguenti interventi di consolidamento:

- Connessioni fra tegoli e travi
- Connessioni fra travi e pilastri
- Messa in sicurezza dei pannelli esterni
- Eventuale allargamento del giunto tra il laboratorio e gli uffici di pertinenza del LIDR
- Realizzazione di un giunto strutturale tra il corpo uffici di pertinenza del LIDR e il laboratorio LISG

4.2 LISG

Si prevedono i seguenti interventi di consolidamento:

- Connessioni fra tegoli e travi
- Connessioni fra travi e pilastri
- Messa in sicurezza dei pannelli esterni
- Creazione di un giunto tra il laboratorio e il corpo uffici di pertinenza del LIDR
- Eventuale allargamento del giunto tra il laboratorio e gli uffici di pertinenza del LISG

5 DURATA DEI LAVORI

I lavori di miglioramento sismico verranno eseguiti su un capannone alla volta; sono stati stimati i seguenti tempi necessari per l'esecuzione dei lavori:

- LABORATORIO DI FISICA TECNICA (DIN): 16 settimane (4 mesi)
- LABORATORIO DI INGEGNERIA MECCANICA (DIN): 16 settimane (4 mesi)
- LABORATORIO DI INGEGNERIA CHIMICA (LABIC): 8 settimane (2 mesi)
- LABORATORIO DI INGEGNERIA MINERARIA (LAGIRN): 16 settimane (4 mesi)
- LABORATORIO DI INGEGNERIA IDRAULICA (LIDR): 8 settimane (2 mesi)
- LABORATORIO DI INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA (LISG): 8 settimane (2 mesi)

Nel complesso, si stima che i lavori di miglioramento per i 6 capannoni dureranno 72 settimane, ovvero 18 mesi.

6 IMPORTO ECONOMICO DELL'APPALTO

L'importo dell'appalto posto a base di gara è definito tramite la seguente tabella:

	Importo	Lavori a corpo (C)	Lavori a misura (M)	Totale (C+M)
1	Importo esecuzione lavori	/	€ 1.644.847,12	€ 1.644.847,12
2	Oneri attuazione piano sicurezza (non soggetti a ribasso)	/	€ 104.052,93	€ 104.052,93
T	Importo totale appalto (1+2)	/	€ 1.748.900,05	**€ 1.748.900,05**

L'importo contrattuale è costituito dalla somma dei seguenti importi, riportati nella tabella:

- Importo dei lavori determinato al rigo 1, della colonna "Totale", al netto del ribasso percentuale offerto dall'Appaltatore in sede di gara sul medesimo importo;
- Importo degli Oneri di sicurezza determinato al rigo 2, della colonna "Totale".

Gli importi sono distinti in soggetti a ribasso e non soggetti a ribasso, come segue:

	Importi in euro	Soggetti a ribasso	Non soggetti a ribasso
1	Lavori a corpo o misura (Totale)	**€ 1.644.847,12**	/
2	Oneri di sicurezza da PSC colonna (Totale)	/	**€ 104.052,93**

7 INTERVENTI DI RIPRISTINO

Si prevedono i seguenti interventi di ripristino:

- Rimontaggio della scala marinara esterna precedentemente smontata per realizzare il collegamento pannello-pilastro (per fisica tecnica e LIDR)
- Ricollocamento della pensilina esterna ove prevista (fisica tecnica, LABIC e LIDR)
- Rimontaggio dei controsoffitti
- Rimontaggio di canna fumaria per il collegamento pannello-pilastro (per ingegneria meccanica)
- Rimontaggio dei binari del carroponte e della passerella metallica (LIDR)
- Rimontaggio dei tubi dell'acqua, dell'aria compressa e dell'impianto di riscaldamento in corrispondenza dei pilastri del corpo capannone
- Rimontaggio linee gas tecnici
- Rimontaggio di tubazioni varie installate a vista a parete o a soffitto
- Rimontaggio dei canali portacavi a seguito dell'intervento di consolidamento del collegamento trave di copertura -pilastro e trave -tegoli
- Rimontaggio di corpi scaldanti e condizionatori ove presenti
- Rimontaggio della canalina dell'impianto fotovoltaico
- Rimontaggio delle calate dell'impianto di messa a terra a seguito dell'intervento di collegamento pannello-pilastro
- Rimontaggio delle plafoniere
- Realizzazione di nuova fognatura e ripristino della pavimentazione in corrispondenza dello scavo per la realizzazione dei nuovi plinti
- Rimontaggio del portone, griglia presa aria sala prova motori e cancello su Via Terracini (per ingegneria meccanica)

- Rimontaggio vano tecnico verde (LABIC)
- Rimontaggio deposito bombole gas tecnici e pensilina esterna (LAGIRN)
- Rimontaggio apparecchi sanitari (corpo uffici LAGIRN)
- Ricostruzione dei tramezzi parzialmente demoliti per l'inserimento di controventi e del rinforzo trave - pilastro
- Intonacatura dei tramezzi parzialmente demoliti per permettere il rinforzo alla base dei pilastri mediante l'inserimento di barre filettate

8 RELAZIONE SULLA GESTIONE DELLE MATERIE

Le cave di recapito per l'approvvigionamento del materiale sono ubicate ad una distanza massima di 30 km.
Non sono previsti scavi particolari per i quali potrebbe essere richiesta l'individuazione di aree di deposito apposite per lo smaltimento dei rifiuti pericolosi.
Le terre da scavo sono destinate al riutilizzo diretto.
Durante i lavori dovranno essere adottate tutte le misure atte a favorire la riduzione di rifiuti da smaltire in discarica, attraverso operazioni di reimpiego, previa verifica della compatibilità tecnica al riutilizzo in relazione alla tipologia dei lavori previsti.
Il conferimento a discarica dei rifiuti dovrà avvenire con le modalità previste dalla vigente normativa attraverso una selezione preliminare dei rifiuti da conferire a discarica.
L'impianto autorizzato al recupero dei rifiuti edili è presente a Bologna, in Via Zanardi n° 526, ad una distanza inferiore a 10 km.

9 RELAZIONE SULLE INTERFERENZE

Non si sono rilevate, nell'analisi dello stato di fatto, interferenze significative. La gestione di eventuali interferenze locali, quali ad esempio condotte per deflusso dei pluviali, potranno essere gestite con il loro spostamento.

10 RELAZIONE SUI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Si riportano i punti del DM dell'11 ottobre 2017 applicabili all'intervento in oggetto.

10.1 Specifiche tecniche per i componenti edilizi (§ 2.4.1 DM 11-10-2017)

I principali materiali utilizzati di nuova costruzione sono:
- Acciaio da carpenteria
- Dissipatori isteretici in acciaio
- Calcestruzzo per pali di fondazione, plinti, setti controventanti
- Acciaio per barre da c.a.
- Lastre di controsoffitto in cartongesso per ripristinare quelle danneggiate in fase di smontaggio)

L'acciaio è un materiale riciclabile al 100%.
I ferri d'armatura sono riciclabili in percentuale > 50%.
Le lastre in cartongesso sono riciclabili in percentuale > 50%.
Il calcestruzzo a fine vita verrà frantumato al fine di poterne recuperare i calcinacci.
Nel caso in cui l'Appaltatore desideri usare un materiale diverso da quello specificato dal progetto, egli dovrà concordare la sostituzione con la D.L. In ogni caso tutti i materiali offerti dovranno essere sottoposti per approvazione alla Direzione Lavori.

Nei componenti, parti o materiali usati non devono essere aggiunti intenzionalmente sostanze pericolose.

10.2 Specifiche tecniche del cantiere (§ 2.5 DM 11-10-2017)

2.5.1 Demolizioni e rimozioni dei materiali

Fermo restando il rispetto di tutte le normative vigenti e di quanto previsto dalle specifiche norme tecniche di prodotto, le demolizioni e le rimozioni dei materiali devono essere eseguite in modo da favorire il trattamento e recupero delle varie frazioni di materiali.

2.5.2 Materiali usati nel cantiere

I materiali usati per l'esecuzione del progetto devono rispondere ai criteri previsti al punto "Specifiche tecniche per i componenti edilizi".

2.5.3 Prestazioni ambientali

Le attività di cantiere devono garantire le seguenti prestazioni:

- Per tutte le attività di cantiere e trasporto dei materiali devono essere utilizzati mezzi che rientrano almeno nella categoria EEV (veicolo ecologico migliorato)

Al fine di impedire fenomeni di diminuzione di materia organica:

- Accantonamento in sito e successivo riutilizzo dello scotico del terreno vegetale per una profondità di 60 cm, per la realizzazione di scarpate e aree verdi pubbliche e private
- Tutti i rifiuti prodotti dovranno essere selezionati e conferiti nelle apposite discariche autorizzate quando non sia possibile avviarli al recupero; un impianto autorizzato al recupero dei rifiuti è presente a Bologna, in Via Zanardi n°526.
- Eventuali aree di deposito provvisorio di rifiuti non inerti devono essere opportunamente impermeabilizzate e le acque di dilavamento devono essere depurate prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali.

Al fine di ridurre i rischi ambientali, l'offerente dovrà redigere una relazione tecnica contenente l'individuazione delle possibili criticità legate all'impatto nell'area cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, con riferimento particolare alle singole lavorazioni. La relazione dovrà contenere inoltre:

- Le misure adottate per implementare la raccolta differenziata nel cantiere, cassonetti, aree adibite a stoccaggio temporaneo per realizzare la demolizione selettiva e il riciclaggio dei materiali di scavo e dei rifiuti da costruzione e demolizione;
- Misure adottate per efficientamenti energetici del cantiere;
- Misure per abbattimento di rumore e vibrazioni dovute alle operazioni di scavo, carico/scarico, taglio di materiali, di impasto del cemento, disarmo, installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e rumorose;
- Misure per il risparmio idrico e gestione acque reflue di cantiere e riutilizzo delle acque piovane per impasti e lavorazioni inerti;
- Misure per abbattimento polveri;
- Misure per garantire la protezione del suolo e sottosuolo;
- Misure per ridurre l'impatto visivo del cantiere;
- Misure per attività di demolizione selettiva e riciclaggio dei rifiuti

Altre prescrizioni:

- Depositi di materiali di cantiere non devono essere effettuati in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (fascia di rispetto: 10 m)

-

2.5.3 Personale di cantiere

Il personale impiegato nel cantiere, che svolge mansioni collegate alla gestione ambientale dello stesso, deve essere adeguatamente formato per tali specifici compiti.

2.5.4 Scavi e rinterri

Prima dello scavo, deve essere asportato lo strato superficiale di terreno naturale (ricco di humus) per una profondità di almeno cm 60 e accantonato in cantiere per essere riutilizzato in eventuali opere a verde (se non previste, il terreno naturale dovrà essere trasportato al più vicino cantiere nel quale siano previste tali opere).
Per i rinterri, deve essere riutilizzato materiale di scavo (escluso il terreno naturale di cui al precedente punto) proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, o materiale riciclato conforme ai parametri della norma UNI 11531-1.

Il progettista delle strutture:

_____

(Dott. Ing. Andrea Brighenti)

Allegato

Ipotesi di impalcato rigido e deformabilità solaio

Sommario

1 Ipotesi impalcato rigido e deformabilità solaio 3
1.1 Premessa 3
1.2 Valutazione sulla rigidezza 3
1.3 Valutazione della sismoresistenza 6
1.3.1 Resistenza tagliante dei tegoli 6
1.3.2 Impalcato con soletta 7
1.3.3 Impalcato con controventi. 9

1 IPOTESI IMPALCATO RIGIDO E DEFORMABILITÀ SOLAIO

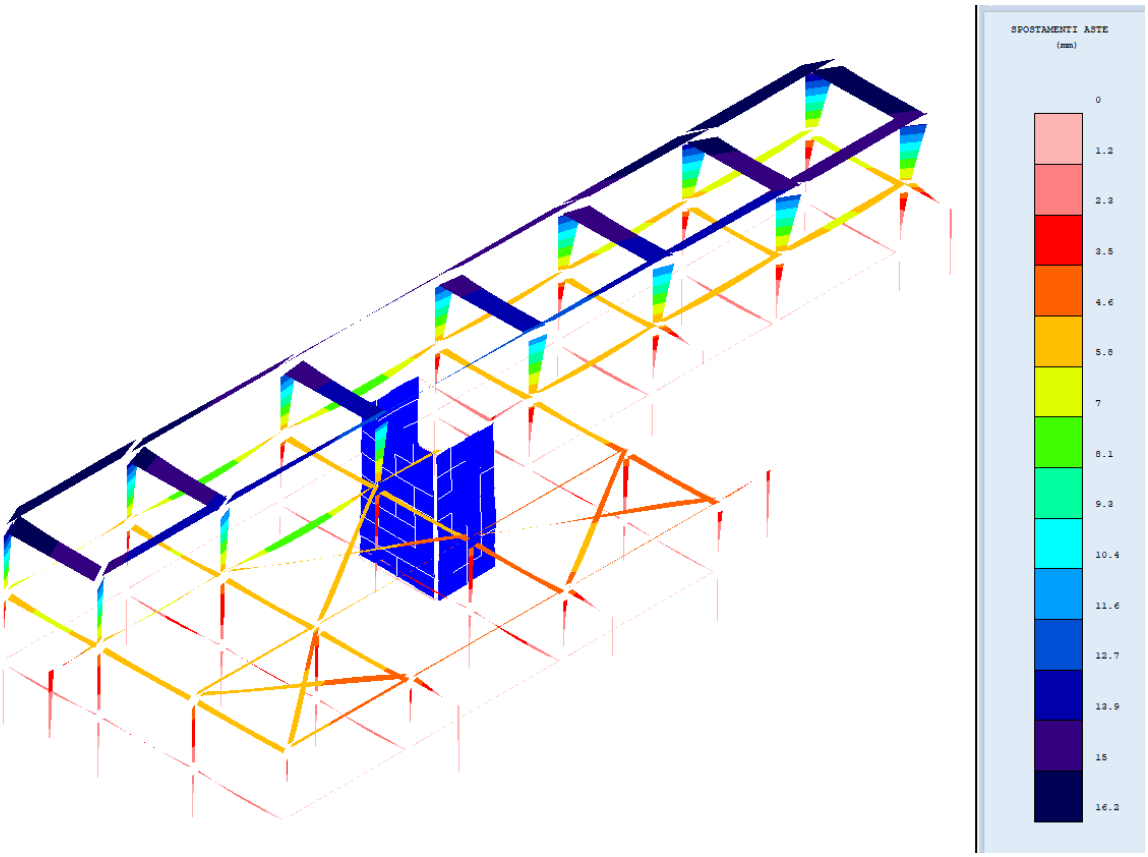
1.1 Premessa

Una porzione del secondo impalcato del corpo 1 presenta una soletta strutturale debolmente armata (da indicazioni dei documenti strutturali originari).
Nella porzione senza soletta sono stati inseriti dei controventi a croce.
E' stata svolta una analisi push over ipotizzando tutto il secondo impalcato (quello di piano primo) rigido.
Si vuole valutare se l'impalcato possa considerarsi rigido e soprattutto sismoresistente.
In questo caso, a parere dello scrivente, è più importante valutare la sismoresistenza.
Per impalcato sismoresistente si intende un impalcato che possa trasmettere agli elementi controventanti le azioni sismiche. Pertanto l'impalcato, nel proprio piano, dovrà possedere sufficiente resistenza compressione, trazione e taglio.

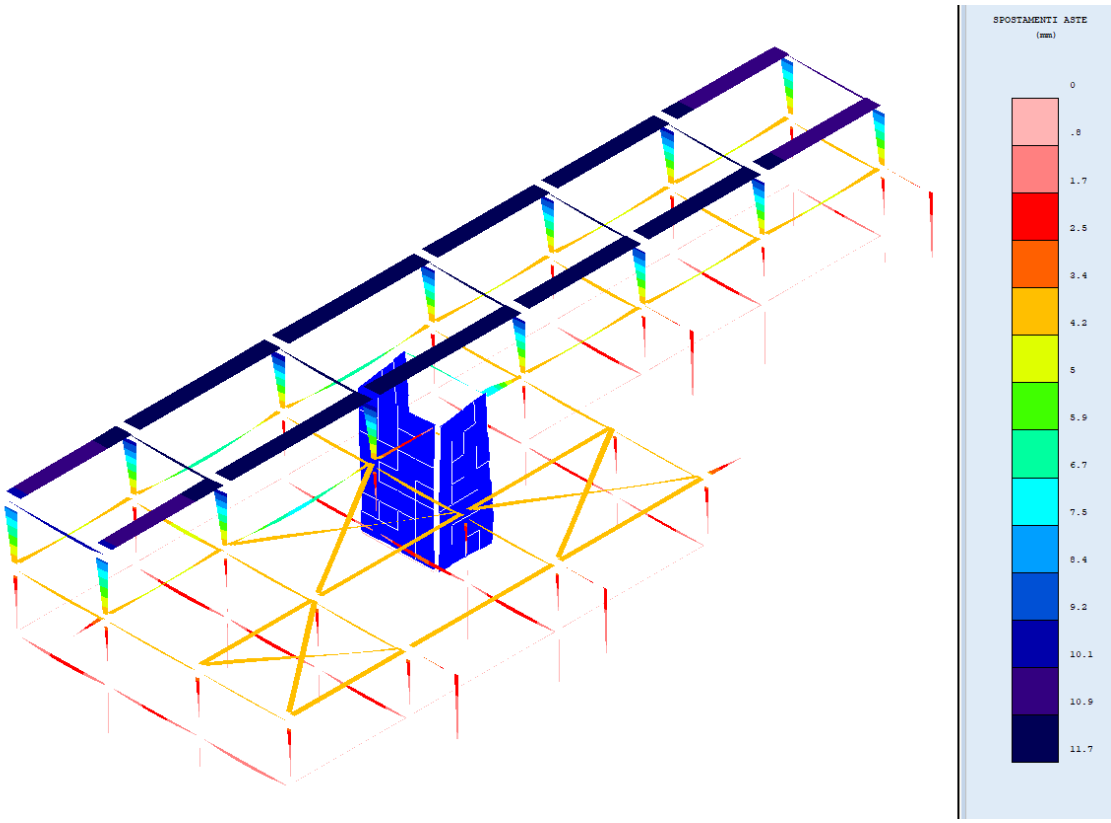
1.2 Valutazione sulla rigidezza

Secondo la CIRCOLARE 2 febbraio 2009 , n. 617, paragrafo C7.2.6 gli impalcati "possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano se, modellandone la deformabilità nel piano, i loro spostamenti orizzontali massimi in condizioni sismiche non superano per più del 10% quelli calcolati con l'assunzione di piano rigido". Sono stati pertanto realizzati due modelli, uno con secondo impalcato rigido e l'altro con impalcato rigido nei campi in cui è presente la soletta e deformabile nei campi senza soletta, ma con controventi a croce.

<u>Spostamenti con Impalcato rigido</u>

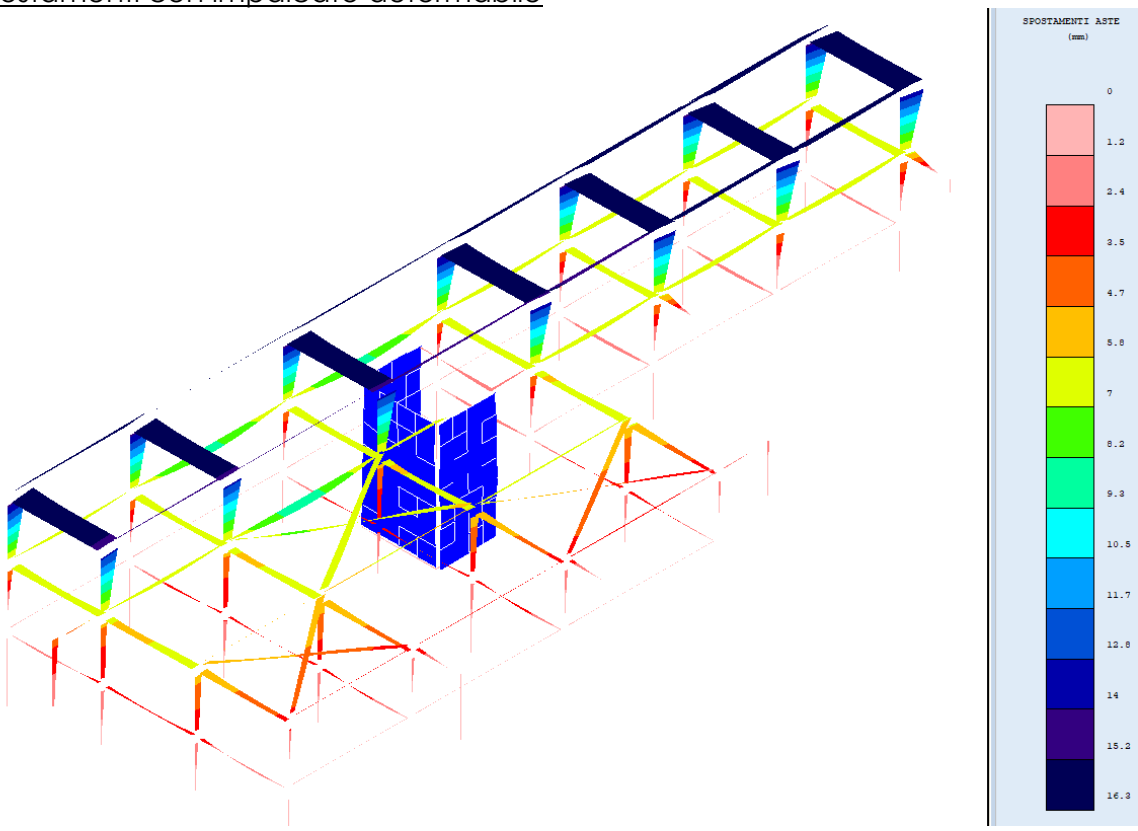


Spostamento massimo in x: 16,2 mm

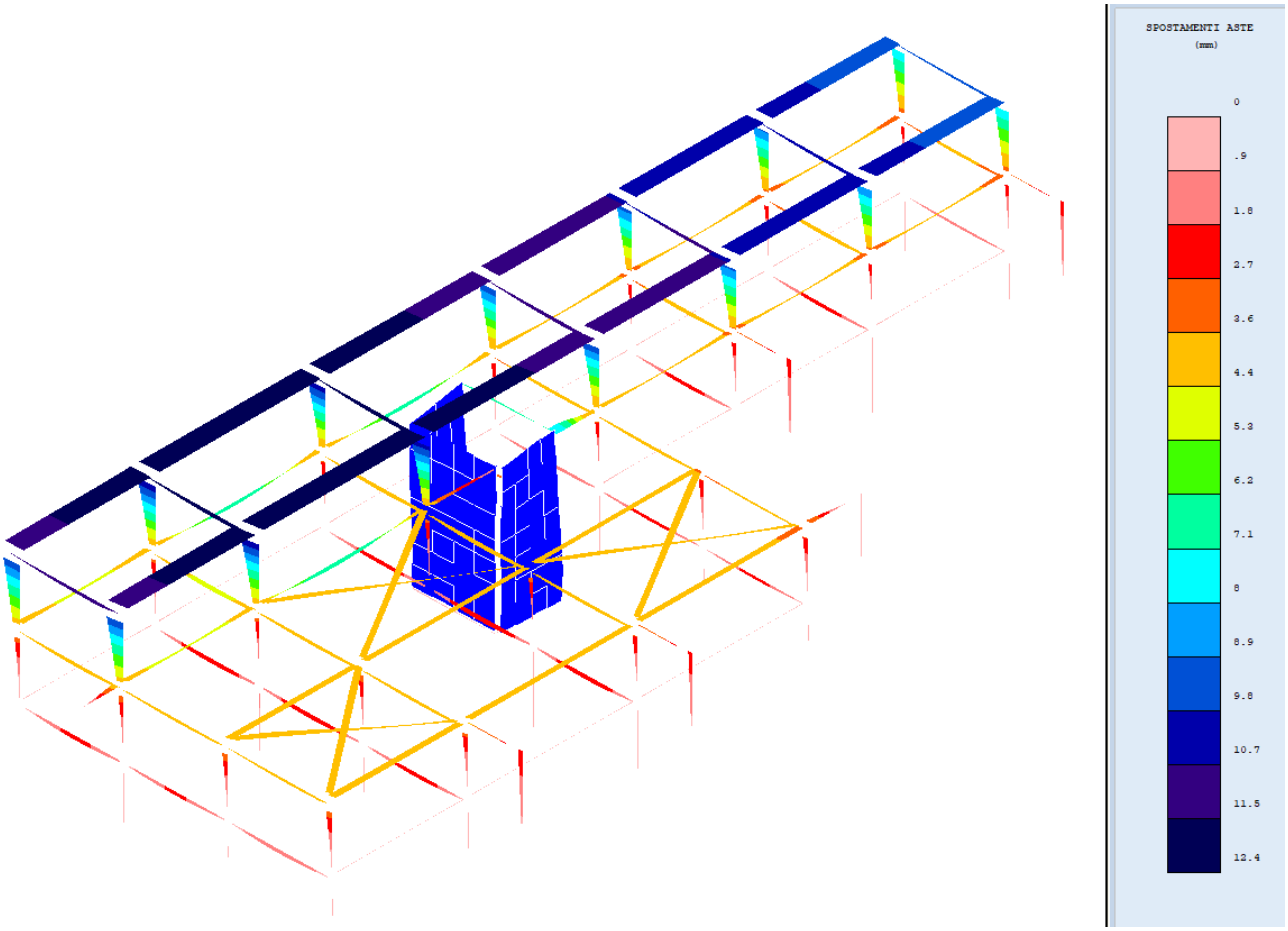


Sostamento massimo in y: 11,7 mm

<u>Spostamenti con impalcato deformabile</u>



Spostamento massimo in x: 16,3 mm



Spostamento massimo in y: 12,4 mm

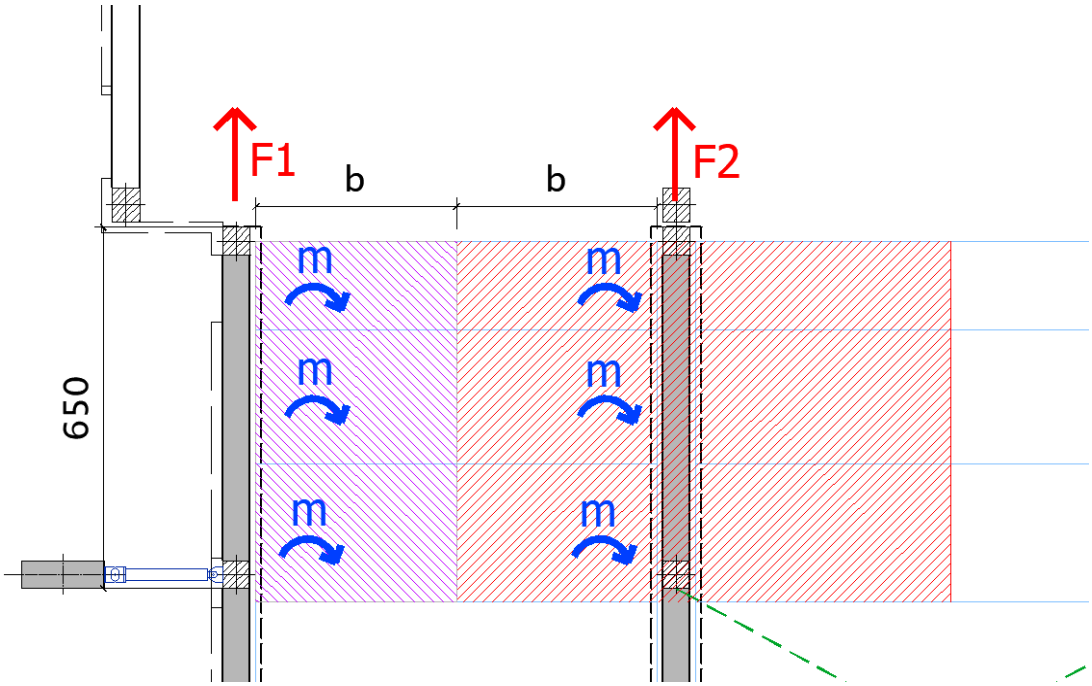
Le variazioni di spostamento sono:
$\Delta x = (16{,}3 - 16{,}2)/16{,}2 = 1\% < 10\%$
$\Delta y = (12{,}4 - 11{,}7)/11{,}7 = 6\% < 10\%$

Risulta quindi valida l'ipotesi di tutto il secondo impalcato rigido.

1.3 Valutazione della sismoresistenza

1.3.1 Resistenza tagliante dei tegoli

Il progetto prevede il collegamento tra tegoli e travi. In particolare ogni tegolo ha due nervature che vengono collegate, per mezzo di una squadretta, alla trave.
La coppia di collegamenti permette la generazione di un momento resistente che si oppone alla rotazione del tegolo rispetto la trave. Tale rotazione si ha in caso di azioni taglianti nell'impalcato. In definitiva il collegamento determina una resistenza a taglio dell'impalcato.
Nella relazione generale è anche stato svolto un calcolo della resistenza tagliante data dal tegolo.

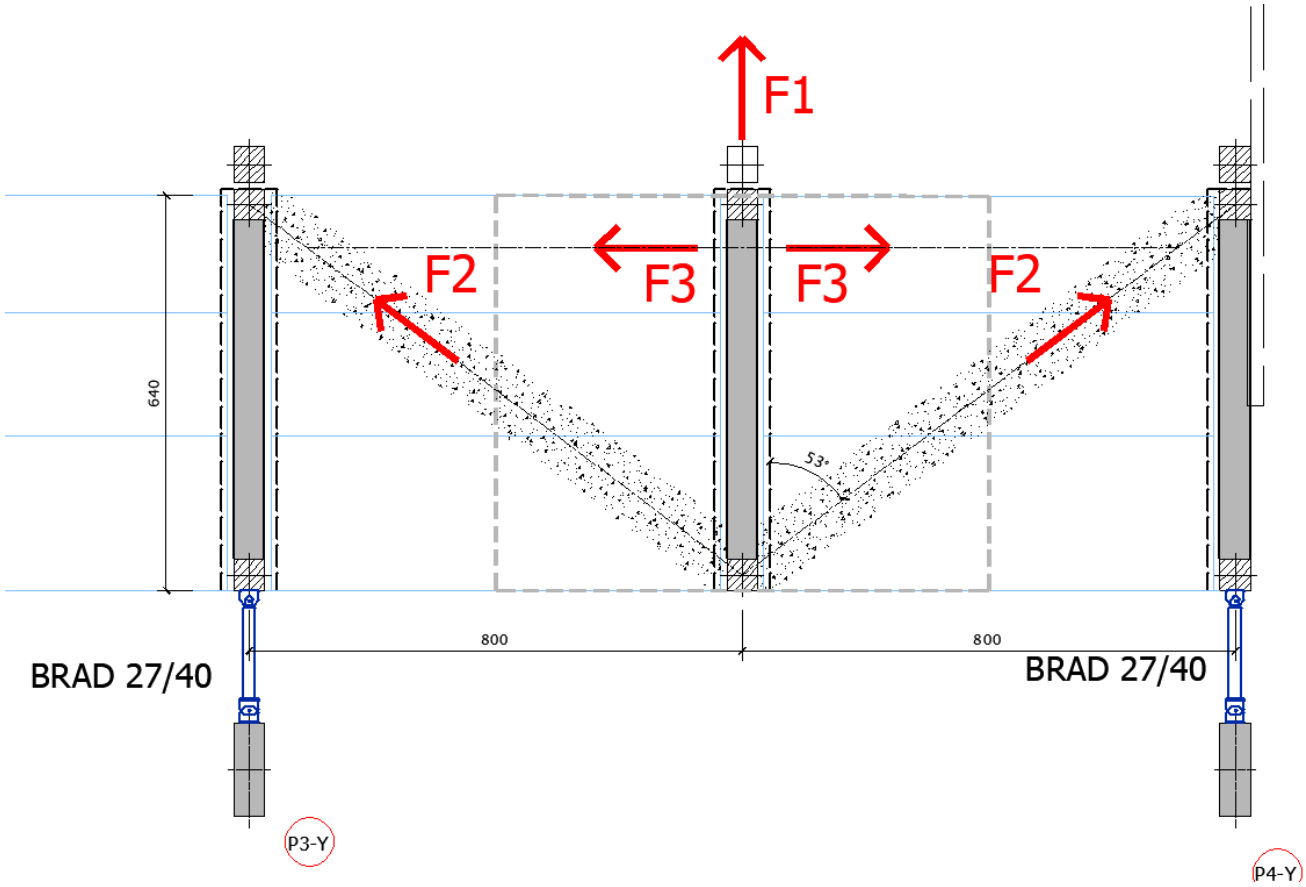


1.3.2 Impalcato con soletta

Non si considera per semplicità la resistenza tagliante fornita dal collegamento tegolo trave (vedi sopra).

L'impalcato dal punto di vista deformativo (nel proprio piano) è composto da una soletta gettata in opera di 4-5 cm e dalle ali dei tegoli. Si ha quindi un pacchetto di (8-10 cm) di cls. Tale pacchetto si ritiene sia rigido nel proprio piano.
Occorre valutare invece la resistenza per azioni di trazione e azioni taglianti.

Si prende come esempio il campo di solaio compreso tra due brad.
Si ipotizza che i due brad siano ritegni rigidi e che nessuna azione sismica agisca sulla coppia centrale di pilastri.
Tutta l'azione simica deve quindi trasferirsi agli allineamenti dei brad per mezzo del meccanismo tirante – puntone (il puntone in cls è dato da soletta e ali dei tegoli)



La forza F1 è l'azione sismica (calcolata per area di influenza), l'azione F2 è l'azione sul puntone compresso e l'azione F3 è l'azione di trazione che il tegolo trasferisce alla trave per mezzo della squadretta.

L'accelerazione sismica vale:
$S_A d(t) = a_g\ S\ F_0\ /q\ (T_c/T) = 0{,}189 \times 0{,}60 \times 1{,}65 \times 2{,}43\ /2{,}5 \times (0{,}349\ /0{,}60) = 0{,}11$ g.

I carichi agenti si possono così riassumere:

Copertura inclinata

Carichi caratteristici di progetto			
Propri	$q_{k,pr}$ =	**2,70**	kN/m^2
Permanenti portati	$q_{k,pp}$ =	**0,50**	kN/m^2
Variabili (manutenzione)	$q_{k,var}$ =	**0,50**	kN/m^2

Piano intermedio

Carichi caratteristici di progetto			
Propri	$q_{k,pr}$ =	**2,80**	kN/m^2
Permanenti portati	$q_{k,pp}$ =	**2,90**	kN/m^2

Variabili (uffici)	$q_{k,var}$ =	**2,00**	kN/m^2

Massa dei solai
M1 = (2,8+0,50+0)x(8x6) + (2,8+2,9+0,3x2,0)x(8,0x6,0) = 106 + 202 = 308 kN

Massa delle tamponature
M2 = 2,6x(3,2x8)x2 = 133 kN

Massa della trave
M3 = 71 kN

Massa totale
M_{tot} = 308+133+71 = 512 kN

L'azione sismica vale :

F1 = 512x0,11 = 56 kN

Calcolo dell'azione di trazione sulla squadretta

F3 = 56/2 x tg 53° = 37 kN

Si hanno a disposizione 4 barre filettate. Pertanto su ogni barra agisce un'azione pari a:

N_{sd} = 37/4 ≈ 10
N_{rd} = 40 kN (si veda la relazione generale)
$N_{sd} < N_{rd}$

1.3.3 Impalcato con controventi.

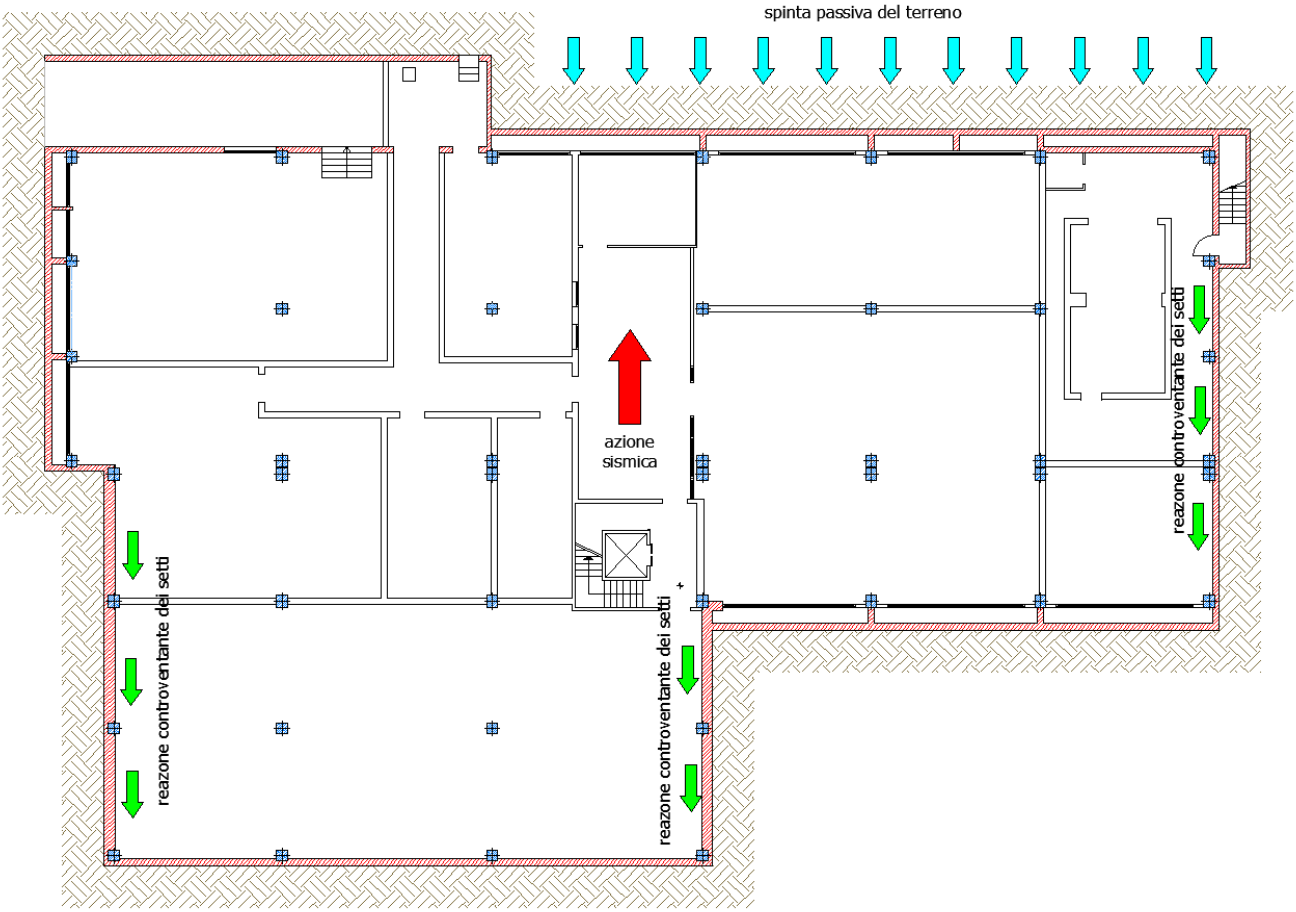
Si trascura, come in precedenza, il contributo di resistenza tagliante dei tegoli.
Nel paragrafo 2.3.9 della relazione di calcolo è stata svolta la verifica dei tiranti di controvento.
Nel paragrafo 2.3.10 è stato verificato con la gerarchia delle resistenze il tirante convergente nel brad.
SI ritiene pertanto che l'impalcato sia sufficientemente sismoresistente.

Il dipartimento di Fisica Tecnica presenta un piano interrato. Si vuole dimostrare qualitativamente come il primo impalcato e cioè l'impalcato di piano terra sia rigido nel proprio piano rigidamente vincolato.
Nel modello di calcolo l'implacato è stato considerato rigido e sono state introdotte delle fondazioni a piano terra con un K di winkler orizzontale che riproducono un vincolamento rigido.

L'impalcato ha una soletta in cls di 4-6 cm debolmente armata gettata al di sopra dei tegoli.
Si ritiene pertanto valida l'ipotesi di impalcato rigido nel proprio piano.

Per quanto riguarda l'ipotesi di vincolamento rigido si svolgono le seguenti considerazioni:

1) Tranne in corrispondenza della rampa tutte le pareti perimetrali in cls sono controterra. L'azione sismica dell'impalcato e quella che "arriva" dai pilastri può attraverso la soletta spingere sulle pareti controterra le quali a sua volta scaricano sul terreno per mezzo della spinta passiva.
2) L'impalcato è collegato ad alcuni setti in cls controterra. I setti possono fungere pertanto da elementi controventanti molto rigidi.



In definitiva l'impalcato di piano terra risulta rigidamente vincolato. In altri termini lo spostamento tra primo implacato e fondazioni è molto limitato il che equivale a dire che lo "zero sismico" può essere di fatto portato a piano terra.

(Dott. Ing. Andrea Brighenti)