

PALAZZO DI GIUSTIZIA L'AQUILA

Palazzo di giustizia L'Aquila. Progettazione;
Direzione lavori; Isolamento sismico; Verifica sismica;
Consolidamento strutturale; Edificio collettivo

Committente

GDM Costruzioni Spa per Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti; Provveditorato Interregionale OOPP Lazio, Abruzzo e Sardegna

Progetto e D.L.

Studio Calvi Srl

Classi e categorie dei lavori

E20,S04, IA01, IA02, IA03 € 18.333.366,40 circa

Inizio progettazione Fine progettazione

2011 2011

Inizio lavori Fine lavori

2011 2012

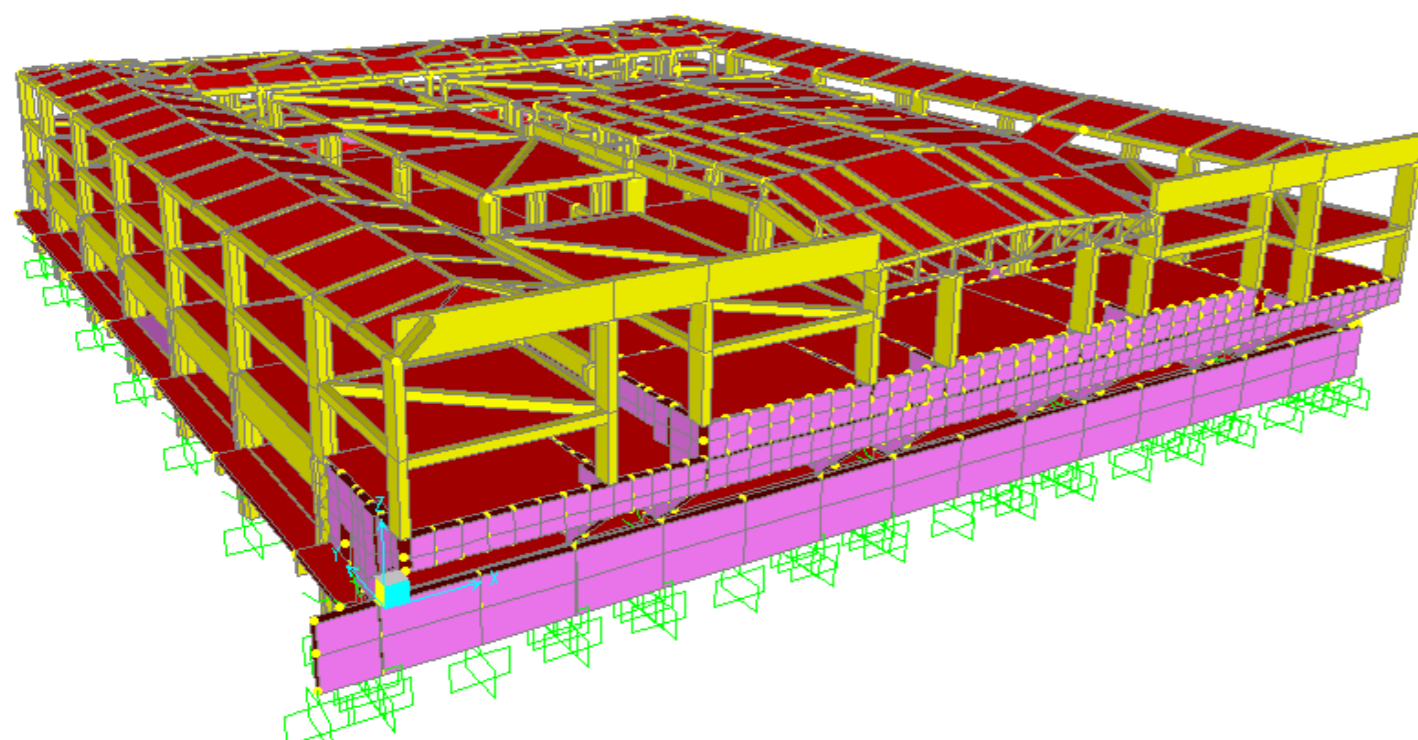
Sintesi dell'intervento

L'edificio del Tribunale dell'Aquila è stato gravemente danneggiato durante il terremoto del 2009 verificatosi nelle vicinanze della città. Sono stati portati a termine sia lavori di adeguamento sia di parziale ricostruzione dell'edificio. E' una struttura a telaio in cemento armato di 4 piani con una superficie di circa 4.500 mq e un volume totale di circa 60.000 mc. I lavori di adeguamento e rinforzo includono

la demolizione e ricostruzione dei due livelli più alti, l'introduzione del sistema di isolamento a metà altezza delle strutture verticali del piano interrato, l'introduzione di un sistema di smorzamento e il rinforzo selettivo di alcune colonne deboli.

Più in dettaglio il progetto comprende le seguenti peculiarità:

- La realizzazione del sistema di isolamento, mediante il taglio di colonne/setti presenti al livello autorimessa, ed il conseguente alloggiamento dei dispositivi anti-sismici.
- La rimozione di ogni vincolo tra le opere oggetto di intervento e i corpi strutturali adiacenti, ove poter predisporre giunti di separazione tali da consentire gli spostamenti orizzontali di origine sismica.
- L'esecuzione degli interventi di adeguamento del sistema di fondazione.
- La verifica di integrità e l'esecuzione di interventi di rinforzo a livello delle colonne e dei setti interessati dai tagli al livello autorimessa, in funzione del mutato schema statico ad avvenuto inserimento degli isolatori.
- La realizzazione dei livelli superiori, mediante una nuova struttura in c.a. ad alto livello di prefabbricazione costituita da pilastri gettati in opera e un sistema bidirezionale di travi ed impalcati prefabbricati.
- Le nuove coperture inclinate sono realizzate con elementi leggeri da assemblare a secco.
- Gli elementi di tamponatura sono realizzati con componenti ad elevate prestazioni nei confronti della risposta sismica e sono dotati di giunti elastici di



Sopra. Modello agli elementi finiti

Nella pagina a fianco, sopra. Palazzo di Giustizia L'Aquila gravemente danneggiato dal sisma del 2009 verificatosi in prossimità della città.



collegamento con gli elementi dei telai circostanti, al fine di accomodare le deformazioni indotte da un terremoto. L'utilizzo di elementi in CA o comunque a struttura mista, con ricoprimento esterno in calcestruzzo, consente di garantire la protezione al fuoco degli elementi strutturali, eliminando ogni problema di questo tipo, come invece impossibile adottando una struttura portante in acciaio. La struttura portante verticale è costituita da pilastri e setti in c.a.

I pilastri esistenti hanno sezione per lo più cruciforme secondo paramenti di spessore 40cm e sviluppo 160cm. Il sistema portante orizzontale è caratterizzato da solette in latero cemento con orditura monodirezionale.

Il sistema di isolamento è rappresentato da 114 isolatori a pendolo posizionati al di sotto di ogni elemento strutturale verticale (setti/pilastri) dell'edificio fuori terra; l'alloggiamento degli isolatori è realizzato mediante taglio degli elementi portanti e contemporaneo inserimento dei dispositivi. L'isolamento alla base dell'edificio rende la struttura più flessibile e dissipativa ed, inoltre, permette di disaccoppiare il moto del sistema terreno/fondazioni da quello della sovrastruttura in modo che, in caso di evento sismico, la piastra possa muoversi orizzontalmente senza arrecare danno alla struttura fuoriterra.

I vantaggi conseguiti con l'introduzione del sistema di isolamento alla base sono:

- consentire il moto orizzontale della sovrastruttura in tutte le direzioni, con un innalzamento significativo del periodo e con una conseguente sensibile riduzione delle forze sismiche trasmesse alla sovrastruttura;

- capacità di dissipazione energetica;
- assenza di danno a livello del piano isolato e delle fondazioni;

- totale assenza di danneggiamento dei dispositivi in caso di evento sismico di intensità elevata (pari a quella dello Stato limite di Collasso), con un abbattimento pressoché totale dei costi di riparazione post-evento sismico.

Il sistema strutturale è quindi costituito dalla parte inferiore esistente e dai due nuovi livelli superiori ricostruiti. L'edificio è stato analizzato nel suo insieme al fine di risolvere eventuali criticità con riferimento sia alle azioni sismiche sia di gravità.

E' apparso necessario introdurre alcuni miglioramenti ai sistemi strutturali esistenti come il rinforzo a taglio di alcune travi a livello dell'autorimessa e il rinforzo dei nodi travi-colonna, a causa dell'incremento di azione tagliante conseguente all'installazione degli isolatori.

IL SISTEMA DI ISOLAMENTO

Le scelte progettuali, fortemente indirizzate da una serie assai dettagliata di analisi non lineari del comportamento dinamico dell'intero edificio isolato sotto effetto di azioni sismiche, sono state sviluppate nel rispetto della normativa di riferimento.

Il sistema di isolamento adottato, rispetto al progetto preliminare, si discosta per l'utilizzo, a complemento di isolatori a pendolo, di dissipatori viscosi, allo scopo di poter conseguire un livello di smorzamento significativo pur tuttavia senza utilizzare superfici scorrevoli caratterizzate da un coefficiente di attrito elevato con le quali si avrebbe inevitabilmente un aggravio dei carichi sulle colonne

esistenti al livello autorimessa.

I dispositivi, ai sensi delle Norme Tecniche (2008), sono stati dimensionati in modo tale da garantire la piena funzionalità in corrispondenza di un evento di progetto corrispondente allo stato limite di collasso SLC. La capacità delle fondazioni esistenti è stata confrontata con il valore del taglio trasmesso dal sistema di isolamento in condizioni di collasso, al fine di verificarne la compatibilità con la capacità della fondazione stessa.

Per il dimensionamento del sistema di isolamento sono state effettuate analisi dinamiche non lineari (analisi con time-history) mediante integrazione al passo delle equazioni del moto, utilizzando sia registrazioni naturali corrispondenti all'evento principale del 6 Aprile 2009, sia accelerogrammi compatibili con lo spettro di progetto. Il confronto dei risultati ottenuti consente una valutazione immediata dell'elevato livello di sicurezza conseguito grazie all'intervento di isolamento alla base. Nel dettaglio si evidenzia:

- L'elevato livello di sicurezza garantito dal sistema di protezione sismica, capace di far fronte a sollecitazioni maggiori di oltre il 50% rispetto all'evento del 6 Aprile 2009.
- La permanenza dell'edificio in condizioni pressoché indeformate, con spostamenti concentrati esclusivamente a livello del sistema di isolamento. La sovrapposizione dei risultati rende di fatto indistinguibile lo spostamento di ciascun livello della sovrastruttura, di fatto coincidente con quello del sistema di isolamento.

- Come il taglio trasferito in fondazione, anche in condizioni ultime di collasso del sistema di isolamento (SLC) non ecceda il valore di progetto adottato per il dimensionamento delle stesse. Si sottolinea peraltro come il sopra citato valore limite, pari al 7.5% del peso totale dell'edificio, faccia riferimento a verifiche condotte con il metodo delle tensioni ammissibili, e pertanto rappresenti una stima conservativa della reale capacità delle fondazioni.

- Come le sollecitazioni corrispondenti al sisma del 6 Aprile 2009 siano state verosimilmente di molto superiori rispetto al 7.5% del peso dell'edificio (utilizzato per il dimensionamento alle tensioni ammissibili). Conseguentemente, è ampia la riserva di resistenza in fondazione, rispetto al taglio trasmesso dal sistema di isolamento.

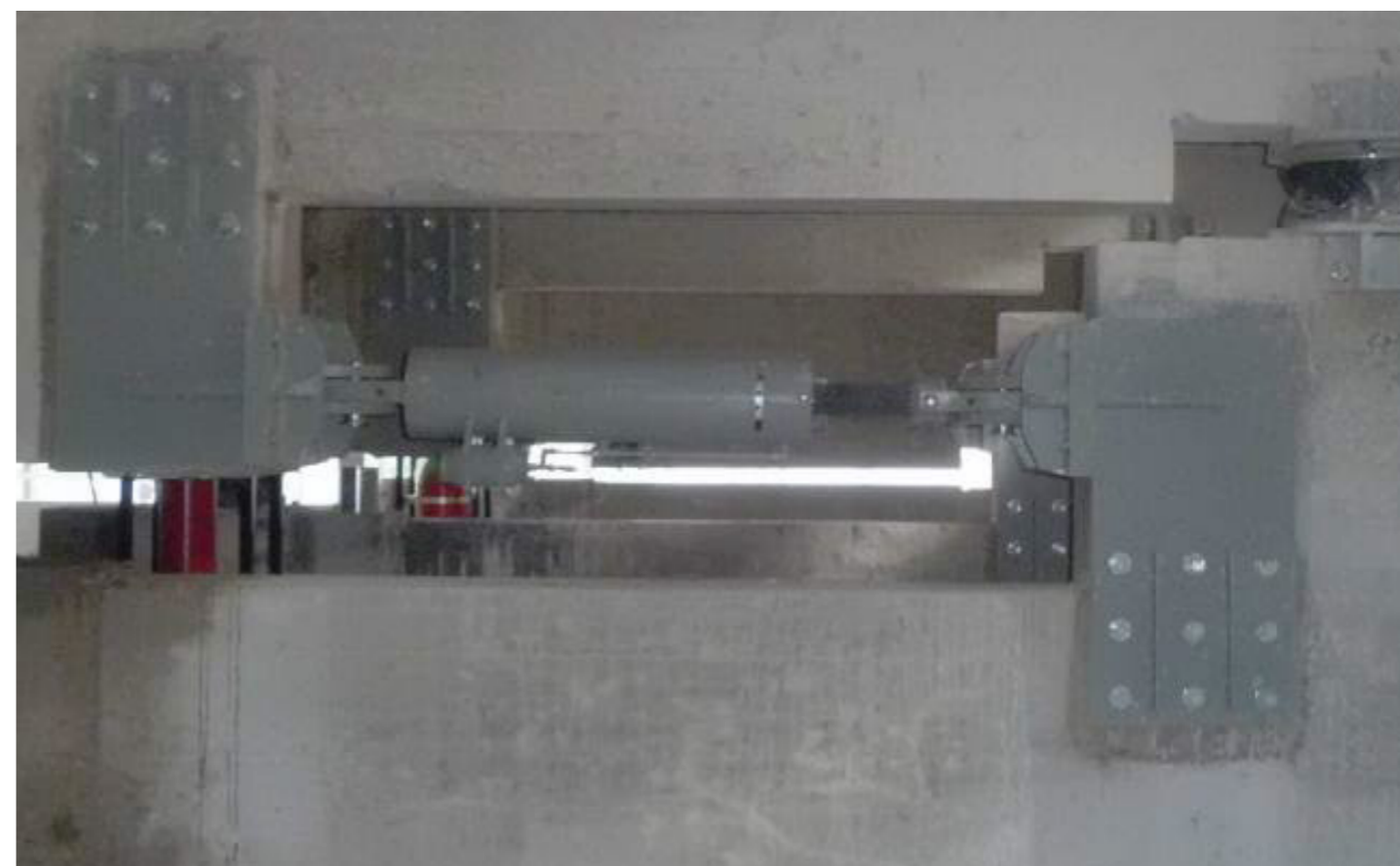
- Come l'utilizzo combinato di isolatori e dissipatori garantisca una maggior efficienza ed economicità, in quanto le medesime strutture di contrasto alle quali sono vincolati i dissipatori assolvono alla funzione di elementi di vincolo anche per le operazioni di ricentraggio del sistema di isolamento.

Il sistema strutturale costituito dalla parte inferiore esistente e dalle nuove opere ai piani superiori è stato esaminato nel suo complesso per evidenziare eventuale elementi di criticità.

In funzione delle sollecitazioni, sia sismiche che

gravitazionali, è emersa la necessità di provvedere ai seguenti interventi di adeguamento delle membrature esistenti:

1. Il rinforzo a taglio delle travi del piano auto-rimessa, esclusivamente in corrispondenza delle sezioni di innesto trave-colonna nelle campate di luce maggiore e nelle zone di innesto delle sezioni più snelle con elementi tozzi.
2. In funzione delle mutate condizioni statiche conseguenti all'inserimento degli isolatori le colonne presenti al piano autorimessa sono sottoposte ad azioni aggiuntive di taglio. In funzione delle sollecitazioni trasmesse dall'isolatore in condizioni di collasso (SLC), e tenendo conto degli effetti del secondo ordine, si rileva come per le colonne in c.a. con sezione 40x40 cm (o inferiore) è necessario effettuare interventi di adeguamento al fine di conseguire l'idonea resistenza a taglio e flessione, da realizzarsi mediante l'incamiciatura esterna delle colonne con una struttura in c.a. di spessore 15 cm.



Sopra dall'alto verso il basso. Disconnessione dei muri al piano di fondazione per consentire il movimento della sovrastruttura. Rinforzo dei pilastri in ca e nuova platea di rinforzo.

Nella pagina a fianco, dall'altro verso il basso. Damper viscoso, immagine di cantiere. Rinforzi alle travi tramite fasce FRP. Tre fasi del taglio del pilastro al livello del garage e alloggiamento dell'isolatore a pendolo inverso.