SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

24 OTT. 2017

Nell'anno **duemiladiciassette**, addì **24 ottobre** alle ore **16.00**, presso il **Salone di rappresentanza** sito al primo piano del Rettorato, si è riunito il Consiglio di Amministrazione, convocato con nota rettorale prot. n. 0081710 del 19.10.2017 e integrato con email del 20.10.2017 e 24.10.2017 (**Allegato 1**), per l'esame e la discussione degli argomenti iscritti al seguente ordine del giorno:

..... **O M I S S I S** .....

Sono presenti: il **rettore** prof. Eugenio Gaudio, Presidente; il **prorettore vicario** prof. Renato Masiani; i consiglieri: prof.ssa Antonella Polimeni, prof. Vincenzo Francesco Nocifora, prof. Bartolomeo Azzaro, prof. Michel Gras, sig. Beniamino Altezza, dott.ssa Angelina Chiaranza, sig. Angelo Marzano, sig. Antonio Lodise e il **direttore generale** Carlo Musto D'Amore, che assume le funzioni di segretario.

Assente giustificato: dott. Francesco Colotta.

Assiste per il Collegio dei Revisori dei Conti: dott. Giuseppe Spinelli.

Il **Presidente**, constatata l'esistenza del numero legale, dichiara l'adunanza validamente costituita e apre la seduta.

..... **O M I S S I S** .....

D. 375/17
Aff. patr.
6/1

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

24 OTT. 2017

PROGETTO PER LA MESSA IN SICUREZZA E CONSOLIDAMENTO DELLO SCALONE MONUMENTALE DEL RETTORATO. AGGIORNAMENTO

Il Presidente sottopone la relazione predisposta dall'Ufficio Realizzazione Opere dell'Area Gestione Edilizia.

Il Presidente ricorda che nella deliberazione 282/17 del 18 luglio 2017 (all. 1 parte integrante) in merito al progetto per la messa in sicurezza e consolidamento dello scalone monumentale del Rettorato, il Consiglio di Amministrazione ha deliberato:

> *che l'Ufficio competente dell'Area Gestione Edilizia insieme ai tecnici dell'Impresa Tecnica MP srl, si confronti con l'arch. Giovanni Carbonara, professore Emerito di Sapienza ed esperto di restauro di fama internazionale, al fine di acquisire un parere funzionale ad elaborare una sintesi degli interventi da realizzare per lo scalone monumentale. Le risultanze saranno sottoposte all'approvazione definitiva del Consiglio di Amministrazione nella prima seduta utile.*

AREA GESTIONE EDILIZIA
Il Direttore
Dott.ssa Sabrina Lucchini

Nel dare seguito alla delibera, sono stati eseguiti numerosi sopralluoghi alla presenza dei tecnici dell'AGE, dell'impresa Tecnica MP, del Prof. Arch. Carbonara e del Prof. Ing. Gallo Curcio, esperto nel consolidamento degli edifici storici, invitato dallo stesso Prof. Carbonara.
All'esito di tali visite sul posto, il Prof. Carbonara, con il contributo anche del Prof. Gallo Curcio, ha redatto un parere (all. 2 parte integrante) dal quale emergono le condizioni attuali dello scalone ed in particolare delle sue strutture portanti in cemento armato le quali sono tali da non garantire più, complessivamente, il necessario livello di stabilità del manufatto. Le cause di tale condizione sono da annoverarsi nella modesta qualità meccanica del conglomerato nonché nelle armature diffusamente compromesse dalla corrosione per ossidazione, a cui hanno concorso la percolazione dell'acqua piovana e l'umidità di risalita protrattesi negli anni.

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Claudio T. Angelis

Delle ipotesi di intervento riportate nella relazione viene evidenziata quella di cui all'opzione n. 4, che di seguito si sintetizza, e che conferma quanto già rappresentato nella deliberazione n. 282/2017 ovvero della necessità di rimuovere le cause del degrado e di smontare ordinatamente i gradini, dopo averli numerati.
Una volta messa in luce la sottostante struttura (di cui si raccomanda altresì la protezione dalle piogge), si potrà procedere con la proposta condivisa dai due esperti, consistente nelle azioni sotto riportate, che saranno assunte alla base dell'affidamento della progettazione così come regolamentata dal recente decreto interministeriale sugli AA.PP.tra MBACT- MIT n. 374 del 22/8/2017, con apporto di professionisti quali ingegneri strutturisti e restauratori di comprovata qualificazione ed esperienza in ambito di restauro di edifici storici:

- smontaggio ordinato della gradonata, previa numerazione di ogni elemento lapideo, in modo da garantire il completo recupero dei gradini ed il loro preciso ricollocamento al termine dei lavori;
- messa a nudo dell'intera struttura, conservandone un significativo "testimone", non privo di una residua funzione portante, scelto tra le porzioni originali meno compromesse;
- eliminazione delle acque superficiali e quindi dell'umidità di risalita;
- realizzazione di una struttura nuova che assuma su di sé la maggior parte dei carichi;
- nuova impermeabilizzazione della soletta che sostiene la gradonata, con prodotti della moderna tecnologia edilizia.

Il successivo affidamento dei lavori avverrà a mezzo di gara aperta pubblica, a cui potranno partecipare solamente le imprese qualificate in categoria OG2 "*Restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beni culturali e ambientali*", così come previsto dalla normativa vigente, con l'apporto di un ingegnere strutturista con comprovata esperienza in ambito di edifici storici.

Si tratta di una soluzione, qualora progettualmente percorribile, di ragionevole compromesso e scientificamente accettabile; essa salvaguarderebbe un significativo campione "indisturbato" della struttura storica nei suoi elementi primari e secondari, mantenendogli una modesta funzione portante e accompagnandola con una nuova struttura "a norma".

Ove risultasse difficile affidare alle funzioni strutturali conservate le funzioni portanti di competenza, si potrebbe ricorrere al mantenimento dei rinforzi metallici esistenti, resi efficaci da un corretto sistema di contrasto in fondazione o, in alternativa, rimuovendo i profilati metallici applicati negli anni 70/80 sostituendoli con eventuali nuove "protesi esterne" ben fondate, montate a secco, reversibili e più idonee

Il Presidente ricorda che durante la seduta del 18 luglio 2017 erano state presentate dagli uffici dell' AGE, due soluzioni alternative:

A. Adeguamento sismico ottenibile dalla demolizione completa e ricostruzione delle strutture portanti in c.a., previo smontaggio degli elementi lapidei esistenti e loro successiva ricollocazione;
B. Miglioramento sismico ottenibile mediante parziale demolizione e ricostruzione di alcune parti delle strutture portanti in c.a. particolarmente degradate e bonifica e consolidamento delle parti non demolite previo smontaggio degli elementi lapidei esistenti e loro successiva ricollocazione.

AREA GESTIONE EDILIZIA
Il Direttore
Dott.ssa Sabrina Lucibarini

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Claudio F. Angelis

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

24 OTT. 2017

La soluzione presentata a valle del parere del prof. Carbonara, rappresenta una terza soluzione sulla base della quale AGE potrà definire lo studio di fattibilità tecnico-economico che sarà posto a base di gara per i successivi livelli di progettazione.
Tale soluzione rappresenta un equo bilanciamento tra le esigenze di rispetto storico del manufatto e di migliore funzionalità ed utilizzabilità dei nuovi, più alti e spaziosi ambienti che si potranno ricavare sotto lo scalone, mantenendo una memoria della vecchia struttura.

Dalla lettura del parere del Prof. Carbonara infatti gli ambienti ricavabili sotto lo scalone consentirebbero di realizzare spazi nuovi e più alti.
Tali nuovi spazi, potranno essere, quindi, destinati al nuovo Archivio storico, in conformità a quanto già deliberato e già contrattualmente stabilito con la BEI, stante l'attuale forte sofferenza di spazi destinati a tale attività, dove verrebbero conservati, nel cuore del campus piacentiniano, non solo i documenti tecnici della costruzione della Città universitaria ma anche i fascicoli dei docenti e degli studenti illustri della più grande università d'Europa, facilitando la conservazione e la fruizione di un ampio patrimonio artistico di natura cartacea e fotografica, offrendo, nel contempo, la possibilità concreta di visionare e studiare *in situ* le porzioni originali e meno compromesse delle strutture realizzate tra il 1932 ed il 1935, su progetto dell'arch. Marcello Piacentini.

Allegati parte integrante:

1. Deliberazione 282/17 del 18.7.17;
2. Parere Prof. Arch. Giovanni Carbonara con parere Prof. Ing. Antonino Gallo Curcio;
3. Parere del RUP.

AREA GESTIONE EDILIZIA
Il Direttore
Dott.ssa Sabrina Lucarini

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Claudio Angelis

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

24 OTT. 2017

..... O M I S S I S .....

DELIBERAZIONE N. 375/17

IL CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

- **Letta la relazione istruttoria;**
- **Vista la delibera n. 282 del Consiglio di Amministrazione del 18 luglio 2017;**
- **Viste le delibere nn. 428 e 429 del Consiglio di Amministrazione del 20 dicembre 2016 "Contratto di prestito per il finanziamento del piano degli interventi edilizi";**
- **Visto il D.I. sugli AA.PP. MIBACT – MIT n. 374 del 22 agosto 2017;**
- **Visto il parere reso dal Prof. Arch. Giovanni Carbonara con relazione del 2 ottobre 2017 contenente anche il parere reso dal Prof. Ing. Antonino Gallo Curcio e dal RUP Arch. Claudio De Angelis;**
- **Considerato che l'opera risulta tra le azioni di cui al contratto stipulato il 21 dicembre 2016 con la Banca Europea degli Investimenti;**
- **Tenuto conto delle cinque soluzioni riportate nel parere del Prof. Carbonara;**

PRENDE ATTO

che la soluzione illustrata dal professor Carbonara direttamente in seduta rappresenta il giusto equilibrio tra le varie esigenze, che ha anche il pregio di conservare intatto un significativo campione della struttura storica e di assicurare la funzionalità dei nuovi ambienti da destinare ad archivio per la conservazione di documenti storici e per la fruizione di detto campione

E

- **<u>Presenti n. 11, votanti n. 9:</u> con voto unanime espresso nelle forme di legge dal rettore e dai consiglieri: Polimeni, Nocifora, Azzaro, Gras, Altezza, Chiaranza, Marzano e Lodise**

DELIBERA

di dare mandato agli uffici dell'AGE di procedere con l'affidamento della progettazione che contempli le seguenti azioni:

- **smontaggio ordinato della gradonata, previa numerazione di ogni elemento lapideo, in modo da garantire il completo recupero dei gradini ed il loro preciso ricollocamento al termine dei lavori;**

6.1

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

24 OTT. 2017

- **messa a nudo dell'intera struttura, conservandone un significativo "testimone", non privo di una residua funzione portante ove possibile, scelto tra le porzioni originali meno compromesse;**
- **eliminazione delle acque superficiali e dell'umidità di risalita;**
- **realizzazione di una nuova struttura che assuma su di sé la maggior parte o la totalità dei carichi, consentendone anche l'utilizzo ad archivio per la conservazione di documenti storici e per la fruizione della testimonianza della struttura preesistente;**
- **nuova impermeabilizzazione della soletta che sostiene la gradonata, con prodotti della moderna tecnologia edilizia;**
- **affidamento dei lavori, a mezzo di procedura di gara ad evidenza pubblica, ad una impresa qualificata OG2, con le modalità previste dalla normativa vigente dal regolamento sugli AA.PP. (Decreto Interministeriale sugli AA.PP. MBACT- MIT n. 374 del 22 agosto 2017) e del vigente D.Lgs n. 50/2016 e ss.mm. e ii..**

Letto e approvato seduta stante per la sola parte dispositiva.

IL SEGRETARIO
Carlo Musto D'Amore

IL PRESIDENTE
Eugenio Gaudio

..... O M I S S I S .....

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

18 LUG. 2017

Nell'anno **duemiladiciassette**, addì **18 luglio** alle ore **15.54**, presso il **Salone di rappresentanza** sito al primo piano del Rettorato, si è riunito il Consiglio di Amministrazione, convocato con nota rettorale prot. n. 0056828 del 13.07.2017 e integrato con nota rettorale prot. n. 0057739 del 18.07.2017 (**Allegato 1**), per l'esame e la discussione degli argomenti iscritti al seguente ordine del giorno:

..... **O M I S S I S** .....

Sono presenti: il **rettore** prof. Eugenio Gaudio, Presidente; il **prorettore vicario** prof. Renato Masiani; i consiglieri: prof.ssa Antonella Polimeni, prof. Vincenzo Francesco Nocifora, prof. Bartolomeo Azzaro, dott. Francesco Colotta, prof. Michel Gras, sig. Beniamino Altezza, dott.ssa Angelina Chiaranza, sig. Angelo Marzano, sig. Antonio Lodise e il **direttore generale** Carlo Musto D'Amore, che assume le funzioni di segretario.

Assiste per il Collegio dei Revisori dei Conti: dott. Massimiliano Atelli (entra alle ore 17.08).

Il **Presidente**, constatata l'esistenza del numero legale, dichiara l'adunanza validamente costituita e apre la seduta.

..... **O M I S S I S** .....

D. 282/17
Aff. patr.
8.2

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

18 LUG. 2017

PROGETTO PER LA MESSA IN SICUREZZA E CONSOLIDAMENTO DELLO SCALONE MONUMENTALE DEL RETTORATO

Il Presidente ricorda che a seguito di indagini eseguite sullo stato di conservazione dello scalone monumentale del Rettorato, si sono evidenziate forti criticità dovute all'ammaloramento delle sottostanti strutture in cemento armato, che hanno risentito del deterioramento dell'impermeabilizzazione e della perdita di efficienza dovuta al tempo trascorso dalla costruzione originaria.

Le infiltrazioni di acqua meteorica, protrattesi per lungo tempo, hanno infatti provocato un elevatissimo ed esteso grado di corrosione delle armature di acciaio con la conseguente cospicua riduzione delle loro sezioni resistenti.
A questo riguardo si è proceduto, in tempi diversi, a rinforzare la struttura con successivi interventi di puntellamenti, il primo con travi in acciaio (anni 70/80); successivamente è stato eseguito un puntellamento di rinforzo (aprile 2009). Infine, più di recente, con puntellature fatte in legno e tubolari, appena sufficienti a scongiurare la rovina delle parti più degradate delle strutture in C.A. e comunque non in grado di coprire l'intera estensione dell'intradosso della scalinata, per l'oggettiva difficoltà di raggiungere le sue parti più basse (lungo il perimetro esterno l'altezza libera del locale sottostante è di pochi decimetri).

Nelle attuali condizioni di conservazione il manufatto si ritiene del tutto privo della necessaria sicurezza statica, potendosi verificare la rottura di qualche barra di acciaio per il raggiungimento della sua resistenza limite, a causa del progredire della corrosione.

Ciò conferma che si rende necessario inibire l'uso della struttura in quanto potrebbe verificarsi la condizione sfavorevole che nel corso di un evento, con elevato grado di affollamento e/o in concomitanza di un evento sismico, la struttura collassi. Così come già illustrato a questo Consesso durante la seduta del 27.4.2017 che con delibera n. 134/17 relativa ai progetti edilizi finanziati con il Piano di finanziamento BEI tra i quali è ricompreso lo Scalone monumentale, prendeva atto:

> *"della esigenza di una ulteriore verifica anche da parte dell'USPP circa la necessità di recinzione dello scalone monumentale per garantire la sicurezza agli utenti. A valle delle risultanze di tale ulteriore verifica, si valuterà ogni possibile intervento tecnico per il consolidamento e il recupero della struttura"*

L'11/05/17 l'USPP dava seguito alla richiesta ed effettuava un sopralluogo sulla struttura. Con nota del 16/05/17, prot. 36776, riscontrava che:

"La struttura in calcestruzzo armato risulta in pessimo stato di conservazione e in particolare si rilevano:

AREA GESTIONE EDILIZIA
Il Direttore
Dott.ssa Sabrina Luccarini

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Claudio D'Angelis

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

18 LUG. 2017

1. *Ampi distacchi di calcestruzzo;*
2. *Le armature presentano uno stato avanzato di ossidazione che ne ha compromesso la funzione;*
3. *Fessurazioni estese in vari parti della struttura;*
4. *Infiltrazioni di acqua che, non essendo smaltite, ristagnano."*

E conclude con: *"Per quanto sopra esposto si ritiene assolutamente necessario segregare tramite una recinzione fissa lo scalone monumentale e procedere ad un intervento di consolidamento della struttura".*

La struttura risale ad un periodo storico in cui non si teneva conto del rischio sismico, allo stato attuale presenta, quindi, un basso indice di sicurezza sia per carichi verticali che orizzontali.
Pertanto, in conclusione, la struttura necessita di adeguamento o almeno di un miglioramento sismico.

Indagini sulle strutture

La s.r.l Tecnica MP, incaricata a gennaio 2017 dall'amministrazione per l'esecuzione della campagna di prove sperimentali e diagnostiche sullo scalone monumentale, ha svolto indagini distruttive ed indagini non distruttive tali da conseguire un adeguato livello di conoscenza.
Sono state estratte 8 carote di calcestruzzo da altrettanti elementi strutturali e sottoposti a prova di rottura presso un laboratorio autorizzato.

Per stimare le resistenze caratteristiche si è fatto riferimento alle prescrizioni del D.M. 14/01/2008 e della Circolare n° 617 del 02/02/2009.
Se si confrontano i valori delle classi di resistenza dei calcestruzzi rilevati con quelli prescritti del R.D. n° 2229 del 16/11/1939 si può constatare che il calcestruzzo appartiene alla classe di resistenza più bassa fra quelle all'epoca consentite (120 kg/cmq); tali valori risultano molto al di sotto dei valori richiesti dall'attuale Normativa per questo tipo di strutture (D.M. 14/01/2008).

Sempre nei riguardi di quanto previsto dal citato D.M. 14/01/2008 e dalla vigente normativa regionale (D.G.R. n° 387/2009), la struttura in esame va ascritta alla Classe d'uso III (Strutture per l'Istruzione – Università) per le azioni sismiche derivanti dal fatto che il sito è classificato zona sismica 3A.

Sono state inoltre effettuate indagini geognostiche finalizzate alla caratterizzazione del terreno di fondazione.
La stratigrafia del suolo è caratterizzata dalla presenza di terreni di riporto eterogenei sciolti fino a circa 17,00m dal p.c.; successivamente si riscontrano delle piroclastiti poco cementate a granulometria argillosa debolmente limosa ed a 23,50 m l'inizio della formazione delle argille azzurre vaticane, che si

AREA GESTIONE EDILIZIA
Il Direttore
Dott.ssa Sabrina Lucernini

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Claudio F. Angelis

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

18 LUG. 2017

presentano plastiche mediamente consistenti, in costante aumento procedendo in profondità.

Rilievo Geometrico della struttura

Al fine di completare le indagini conoscitive sulla struttura è stato effettuato dal progettista incaricato ing. Stefano Tatarelli dell'Area Gestione Edilizia un rilevo geometrico con stazione totale. Sulla base di tale rilevo è stato poi ricostruito un rilievo geometrico tridimensionale dello scalone allo stato attuale.

È stato effettuato anche un rilievo degli elementi lapidei della scalinata attualmente esistenti, al fine di catalogare e preservare, in fase di smontaggio degli stessi, i singoli elementi marmorei per la successiva ricollocazione dopo la fase di ristrutturazione delle strutture.

Analisi di vulnerabilità

È stata effettuata un'analisi strutturale numerica sulla base delle conoscenze acquisite dalle indagini condotte dalla società incaricata TECNICA MP s.r.l.
La prima analisi considera le resistenze medie dei materiali "non ridotte" così come determinate dalle indagini in sito svolte sugli elementi integri.
La seconda analisi, per tenere conto del pessimo stato di conservazione delle strutture, considera "una riduzione diffusa delle stesse resistenze di un 30%", dato non oggettivo ma abbastanza attendibile e forse anche ottimistico viste le condizioni reali della struttura.
Le analisi numeriche svolte hanno evidenziato una inadeguatezza delle strutture sia dal punto di vista statico che dal punto di vista sismico, nonostante un'intrinseca capacità di resistenza alle sollecitazioni dinamiche dovuta alla particolare forma della stessa (struttura bassa con un'asse di simmetria e forma a tronco piramidale).
A seguire, sono state effettuate le verifiche di vulnerabilità della struttura sia ai carichi verticali che alle sollecitazioni sismiche.
Sia nel caso dei carichi verticali (peso proprio + accidentali), che nelle condizioni di carico in cui è presente l'azione sismica al 50% (verifica sismica) la struttura non risulta verificata in diversi elementi.

AREA GESTIONE EDILIZIA
Il Direttore
Dott.ssa Sabrina Lucaroni

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Claudio D'Angelis

Conclusioni

Sulla base di quanto esposto circa lo stato di conservazione degli elementi strutturali, dalle risultanze delle indagini esperite e dalle analisi numeriche condotte, emerge chiaramente che le capacità prestazionali delle strutture sono di gran lunga al di sotto di quanto richiede l'attuale normativa.

Anche in ragione del fatto che trattasi di una struttura ad uso pubblico soggetta ad affollamento, si ritiene che i margini di sicurezza, sia in condizione di

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

18 LUG. 2017

normale esercizio che in condizioni sismiche, non siano sufficienti a garantire la normale fruizione dell'opera.
Le opere provvisionali realizzate per conferire alle strutture un maggior grado di sicurezza, per quanto appaiano almeno in parte inefficaci (trattasi dei profilati in acciaio risalenti agli anni '80) e appena sufficienti a scongiurare la rovina delle parti più degradate delle strutture in C.A (puntellature in legno e tubolari messe in opera nel 2009), stante le attuali condizioni ambientali in cui si trovano, saranno destinate anch'esse a deteriorarsi in breve tempo. Pertanto si ritiene inutile ed anti-economico, continuare con soluzioni di questo tipo, mentre si ritiene indispensabile realizzare strutture definitive che abbiano caratteristiche prestazionali conformi a quanto richiesto dalla vigente normativa, garantendo soprattutto una protezione efficace e duratura dalle infiltrazioni d'acqua e dalle risalite capillari.

Il Presidente ricorda che nel contratto stipulato con la Banca Europea degli Investimenti è stato previsto anche l'intervento per la messa in sicurezza e il consolidamento dello scalone monumentale per un importo totale da quadro economico pari a € 2.438.748,00.

A valle delle analisi e degli studi condotti sulla struttura è stato elaborato dall'Ing. Stefano Tatarelli un progetto di fattibilità tecnico economico per un importo stimato le cui spese trovano copertura nel quadro economico di cui al succitato sotto progetto BEI. Tale progetto prevede due ipotesi di intervento di recupero per il ripristino delle condizioni statiche e sismiche aderenti all'attuale normativa e precisamente:

A. Adeguamento sismico ottenibile dalla demolizione completa e ricostruzione delle strutture portanti in c.a., previo smontaggio degli elementi lapidei esistenti e loro successiva ricollocazione;
B. Miglioramento sismico ottenibile mediante parziale demolizione e ricostruzione di alcune parti delle strutture portanti in c.a. particolarmente degradate e bonifica e consolidamento delle parti non demolite previo smontaggio degli elementi lapidei esistenti e loro successiva ricollocazione.

Qualsiasi intervento di recupero del manufatto non può prescindere dallo smontaggio degli elementi lapidei esistenti con successiva loro ricollocazione ad intervento di rinforzo strutturale concluso. Entrambi gli interventi prevedono l'impermeabilizzazione del manto superficiale al fine di evitare future infiltrazioni negli ambienti sottostanti.

Ovviamente, trattandosi di una struttura destinata ad uso pubblico e soggetta a vincolo architettonico, nonché a possibile elevato affollamento, in entrambi i casi il progetto dovrà essere sottoposto alla Soprintendenza Architettonica ed Archeologica oltre che al Genio Civile (OPENGENIO) per ottenerne la preventiva autorizzazione sismica (controllo obbligatorio).

AREA GESTIONE EDILIZIA
Il Direttore
Dott.ssa Sabrina Lucarini

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Claudio Angelis

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

18 LUG. 2017

Occorre sottolineare che la soluzione A) risulta aderente alla descrizione a suo tempo indicata nell'allegato tecnico al contratto stipulato con la BEI per il finanziamento dell'opera

> *"il sottoprogetto Scalone Monumentale è finalizzato a rendere pienamente utilizzabile la scalinata monumentale ripristinando esternamente lo status originale ed utilizzando lo spazio sottostante ad archivio a servizio degli uffici dell'amministrazione centrale, ad alleggerire le strutture del Rettorato ed il suo carico di incendio".*

Infatti, nello specifico le due soluzioni progettuali consistono:

A) Demolizione e Ricostruzione

Si dovrà procedere al progetto di demolizione e ricostruzione delle strutture in calcestruzzo prevedendo:

1. Razionalizzazione del numero, della posizione e delle dimensioni geometriche dei pilastri rispetto allo stato ante operam onde consentire il migliore utilizzo del volume sottostante allo scalone per realizzarvi un archivio.
2. Per quel che riguarda gli interventi da eseguirsi sulle strutture, dopo la rimozione dei gradini in travertino (previo loro accurato rilievo, numerazione ed accantonamento per il successivo reimpiego), allo stato è ipotizzabile che si debba procedere alla completa demolizione delle solette, delle travi e dei pilastri che sopportano le gradinate esistenti. Tali demolizioni dovranno essere effettuate in modo da non recare fastidi agli adiacenti locali del Rettorato che sono stati ristrutturati di recente (locali protocollo).
3. Messa in luce e demolizione di tutti i plinti rimuovendo l'attuale pavimentazione e scavando fino al loro piano di imposta; rimozione anche tutti i profilati in ferro attualmente esistenti (travi inclinate, ritti e traverse inferiori).
4. Le nuove fondazioni saranno molto probabilmente costituite da un graticcio di travi rovesce tessute nelle due direzioni ed opportunamente impermeabilizzate rispetto al terreno sottostante: da esse spiccheranno i nuovi pilastri su cui saranno gettate le nuove solette ad andamento inclinato per ricostituire le scalinate.
5. Successivamente, saranno ripristinate le gradinate in travertino con i blocchi originari nella stessa configurazione originaria individuata con rilievo geometrico già eseguito, provvedendo al reintegro di quelli rotti od eccessivamente danneggiati, previa la completa impermeabilizzazione del loro piano di posa.

AREA GESTIONE EDILIZIA
Il Direttore
Dott.ssa Sabrina Lucarini

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Claudio De Angelis

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

18 LUG. 2017

6. Il calpestio del locale sottostante allo scalone potrà essere ricostruito mediante l'impiego di casseri in plastica tipo IGLU' con sovrastante getto di cappa in c.a. di spessore idoneo a sopportare il peso degli armadi compattabili destinati a realizzare l'archivio. Il volume sottostante il calpestio e quello ad esso sovrastante dovranno essere adeguatamente ventilati per evitare il formarsi di umidità e muffe.

Soluzione B) Consolidamento

Tale soluzione prevede il consolidamento statico delle strutture esistenti.
Scegliendo tale soluzione dopo la preventiva rimozione delle sovrastrutture in travertino, si dovrà procedere alla demolizione delle solette delle gradinate in c.a. nella loro parte più vicina all'attacco a terra (che è risultata di gran lunga la più degradata), ma senza demolire le relative travi e senza tagliare le loro armature di collegamento con queste. Anche in tal caso dovranno essere rimossi tutti i profilati in ferro attualmente esistenti aggiunti negli ultimi decenni per puntellare la struttura.
Dovranno essere messi in luce tutti i plinti demolendo l'attuale pavimentazione e scavando fino al loro piano di imposta, in quanto le parti di fondazione già messe in luce presentano un avanzato stato di degrado delle armature, con la conseguente disgregazione del calcestruzzo.
Le parti di struttura che potranno essere mantenute (plinti, pilastri, travi e solette delle gradinate superiori) dovranno essere sottoposte al seguente ciclo di lavorazioni:

1. rimozione di tutte le parti di calcestruzzo distaccate, lesionate o comunque degradate (copriferri);
2. pulizia di tutte le barre messe in luce ricorrendo se del caso anche alla loro sabbiatura;
3. reintegro delle barre, con l'aggiunta di quelle occorrenti per l'adeguamento antisismico, e ricostruzione delle sezioni di calcestruzzo con impiego di malte cementizie premiscelate ad elevata resistenza;
4. ricostruzione delle parti di strutture precedentemente demolite (gradinate, plinti, ecc.);
5. realizzazione di un solaio aerato (tipo iglù) per il ripristino del piano di calpestio interno;
6. ricerca ed eliminazione delle cause di risalita dell'umidità dal terreno;
7. impermeabilizzazione dell'intera struttura;
8. ripristino delle gradinate in travertino con i blocchi originari nella stessa configurazione originaria individuata con rilievo geometrico già eseguito, provvedendo al reintegro di quelli rotti od eccessivamente danneggiati, previa la completa impermeabilizzazione del loro piano di posa.

VALUTAZIONE COSTI/BENEFICI

Nelle more di quantificazione parametrica dei lavori (circa euro 1,5 milioni) e delle forniture (circa euro 230.000), è ragionevole fin da subito ritenere che il

AREA GESTIONE EDILIZIA
Il Direttore
Dott.ssa Sabrina Luccarini

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Claudio D'Angelis

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

18 LUG. 2017

costo di realizzazione di ambedue le soluzioni proposte, sia pressoché equivalente; infatti il maggior onere che l'Amministrazione dovrà sostenere per la realizzazione dell'intervento di consolidamento (soluzione B), verrebbe compensato dal maggior onere necessario per l'implementazione impiantistica nel caso della soluzione A con gli spazi da allestire ad archivio.
Pertanto, la scelta tra le due ipotesi riveste un differente peso costi/beneficio, oltre ad un carattere qualitativo a favore della soluzione A, che prevede la realizzazione, nel sottoscala, di un ampio ambiente a destinazione archivio con altezza minima pari a circa 2.40 m, e massima superiore ai 4 m, con una superficie utile di circa 750 mq, dotato di ricambi d'aria e sistemi antincendio e quindi utilizzabile in piena sicurezza dal personale preposto.

Viceversa, nell'ipotesi B, venendo a diminuire le altezze interne del sottoscala ed essendo maggiormente invasive le lavorazioni di rinforzo strutturale, l'utilizzo dello stesso viene ad essere limitato a semplice deposito nel rispetto delle normative sulla sicurezza.

I due interventi, pertanto, si differenzierebbero, dal punto di vista dei costi, solamente per la successiva fornitura degli armadi compattabili previsti nella soluzione A; costo giustificato dalla possibilità di archiviazione di circa 30.500 faldoni su 2.450 ml di scaffali per archiviazione.
Inoltre, nel primo caso (ipotesi A), trattandosi di una struttura realizzata completamente ex novo, dal punto di vista della normativa antisismica questa verrebbe ad essere considerata "adeguata" completamente, con un grado di sicurezza del 100%; mentre, nel secondo caso (ipotesi B), trattandosi di un intervento di consolidamento delle strutture esistenti, il grado di sicurezza raggiungibile sarebbe un semplice "miglioramento sismico" con un grado di sicurezza inferiore, per cui l'ipotesi A tra le due, offre un maggior grado di sicurezza per gli utenti che utilizzano la struttura.

Infine, posta la necessità oggettiva che ha Sapienza di disporre di ulteriori spazi ad archivio, nel rispetto delle normative statiche ed antincendio, tra i benefici andrebbe anche ricompreso e valutato il costo necessario per surrogare con altra e diversa scelta dell'Amministrazione, la funzione archivio all'interno della Sapienza, ottenibile, in alternativa, o ricorrendo al mercato delle locazioni nell'intorno della Città Universitaria, o mediante ricorso ad una ristrutturazione, in un sito alternativo interno alla Città Universitaria stessa, con costi maggiori e benefici minori.
Si riporta nella seguente tabella la sintesi dei vantaggi e delle criticità delle due soluzioni proposte:

AREA GESTIONE EDILIZIA
Il Direttore
Ing. Silvia Lucarini

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Claudio C. Angelis

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

18 LUG. 2017

	VANTAGGI	CRITICITA'
Soluzione A	Realizzazione dei locali archivio, per una superficie di circa 750 m^2, nel rispetto della deroga rilasciata dai VV.F in data 23/04/2007, per l'ottenimento della deroga al rilascio del CPI. Rivalorizzazione patrimoniale del manufatto. Adeguamento sismico dello scalone ottenibile al 100%. Alleggerimento generalizzato delle strutture del Rettorato. Recupero e riutilizzo ad altre funzioni degli altri spazi archivio ubicati all'interno del Rettorato. Minore tempo di esecuzione dei lavori. Minor tempo per l'ottenimento della autorizzazione sismica da parte del Genio Civile, trattandosi di nuova costruzione e non necessitando, quindi, del progetto e collaudo originari. Piena aderenza alla descrizione del sottoprogetto come da contratto con la BEI Differenziale positivo costi/benefici	Maggiore impatto delle operazioni di cantiere per la movimentazione dei materiali di risulta e di eventuali manufatti prefabbricati.

AREA GESTIONE EDILIZIA
Il Direttore
Dott.ssa Sabrina Luccarini

SAPIENZA UNIVERSITA' DI ROMA
Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Claudio F. Angelis

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

18 LUG. 2017

Il Presidente invita il C.d.A. a deliberare in merito

Allegato parte integrante:

- Perizia statica e valutazione della vulnerabilità sismica della struttura in cemento armato dello scalone monumentale della s.r.l. Tecnica MP (relativi allegati da FC1 a FC7 in consultazione);
- Relazione tecnico illustrativa del progettista.

Allegati in consultazione:

- N. 8 tavole grafiche del progetto di fattibilità tecnica ed economica:
- Relazioni sulla campagna di indagini conoscitive su strutture portanti dello Scalone del Rettorato;
- Relazione Geologica, Indagini geognostiche, Geofisiche e Prove di Laboratorio;
- Relazione Archeologica, Indagini archeologiche e diario degli scavi;

AREA GESTIONE EDILIZIA
Il Direttore
Dott.ssa Sabrina Locarini

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Claudio D'Angelis

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Consiglio di Amministrazione

Seduta del

18 LUG. 2017

..... O M I S S I S .....

DELIBERAZIONE N. 282/17

IL CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

- **Letta la relazione istruttoria;**
- **Tenuto conto dello stato di conservazione degli elementi strutturali, delle risultanze delle indagini esperite e dalle analisi numeriche condotte sulla struttura;**
- **Considerato che allo stato attuale non risultano assicurate le condizioni minime di sicurezza atte a garantire la normale fruizione della struttura;**
- **Visto il progetto di fattibilità tecnico-economico redatto dall'Ing. Stefano Tatarelli;**
- **Valutate le due ipotesi contenute nel progetto di fattibilità tecnico-economico succitato;**
- **Considerato che l'opera risulta essere tra quelle finanziate con i fondi provenienti dalla BEI;**
- **Ritenuto opportuno, dato il valore storico-artistico dello scalone monumentale del Palazzo del Rettorato, acquisire sulle opere da realizzare il parere dell'arch. Giovanni Carbonara, professore Emerito di Sapienza ed esperto di restauro di fama internazionale;**
- **<u>Presenti n. 12, votanti n. 10:</u> con voto unanime espresso nelle forme di legge dal rettore e dai consiglieri: Polimeni, Nocifora, Azzaro, Colotta, Gras, Altezza, Chiaranza, Marzano e Lodise**

DELIBERA

che l'Ufficio competente dell'Area Gestione Edilizia insieme ai tecnici dell'Impresa Tecnica MP s.r.l, si confronti con l'arch. Giovanni Carbonara, professore Emerito di Sapienza ed esperto di restauro di fama internazionale, al fine di acquisire un parere funzionale ad elaborare una sintesi degli interventi da realizzare per lo Scalone monumentale. Le risultanze saranno sottoposte all'approvazione definitiva del Consiglio di Amministrazione nella prima seduta utile.

Letto e approvato seduta stante per la sola parte dispositiva.

IL SEGRETARIO
Carlo Musto D'Amore

IL PRESIDENTE
Eugenio Gaudio

..... O M I S S I S .....

8.2

MONITORAGGI E PROVE SU STRUTTURE E TERRENI
TECNICAMP
800 170 999
www.tecnicamp.com

ATTICO SOA

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIQUALITY SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ CERTIFICATO

CERTIQUALITY È MEMBRO DELLA FEDERAZIONE CISQ IQNet

RELAZIONE TECNICA

Perizia Statica e Valutazione della Vulnerabilità Sismica della struttura in c.a. dello Scalone Monumentale Sede del Rettorato dell'Università "La Sapienza" di Roma

Committente: Università " La Sapienza" di Roma

Dott. Ing. STEFANO TATAFIORE ORDINE INGEGNERI ROMA N. 21485

Dott. Ing. MASSIMO TOSTI ORDINE INGEGNERI ROMA 15117

ROMA - Tel. 06.4060300 - Fax 06.40815228 - info@tecnicamp.com
Olbia Cell. 392. 1966958 - Milano Cell. 320.9024960 - Catania 328. 6623626 - Firenze Tel. 055.685041 Fax 055.683603

INDICE

1. Premessa e generalità 3
2. Stato di fatto 5
3. Norme 6
4. Prescrizioni dei materiali 7
5. Parametri sismici 9
5.1 Periodo di riferimento per l'azione sismica 9
5.2 Metodo degli stati limite 9
6. Analisi dei carichi e combinazioni 11
6.1 Azioni caratteristiche considerate nel calcolo delle sollecitazioni ultime 11
7. Modellazione e calcolo delle sollecitazioni 14
8. Verifiche agli SLU 17
9. Conclusioni 37
ALLEGATI 40
ALLEGATO 1_FC1 40
ALLEGATO 2_FC2 40
ALLEGATO 3_FC3 40
ALLEGATO 4_FC4 40
ALLEGATO 5_FC5 40
ALLEGATO 6_FC6 40
ALLEGATO 7_FC7 40

1. Premessa e generalità

Il sottoscritto tecnico Dott.Ing. Massimo Poggi, iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Roma, n°.15117, redige la presente relazione tecnica per la valutazione della Vulnerabilità Sismica dello Scalone Monumentale presso il Rettorato dell'Università La Sapienza di Roma.

Per conoscere lo stato di sicurezza di un edificio, per sapere se un manufatto risulta adeguato alla normativa vigente, per sapere se un edificio sarebbe in grado di resistere ai terremoti che hanno colpito o che, con una data probabilità, colpiranno la zona su cui sorge è necessaria una valutazione di vulnerabilità sismica.

La valutazione della vulnerabilità sismica costituisce il passo essenziale per conoscere lo stato di conservazione di un manufatto, nonché necessario per procedere con la pianificazione degli interventi di adeguamento/miglioramento ed alla quantizzazione delle risorse economiche necessarie.

La VULNERABILITÀ SISMICA rappresenta il rapporto tra la capacità della struttura di far fronte al sisma e la richiesta (in termini di resistenza e/o spostamento) da parte del sisma di riferimento previsto dalla normativa, permette la definizione dell'indicatore di rischio sismico, ossia un parametro unico con andamento esponenziale che riassume le principali caratteristiche strutturali di un manufatto. Per valori superiori all'unità l'edificio sarà considerato sismicamente adeguato secondo quanto previsto dalla Normativa Tecnica vigente.

La valutazione di vulnerabilità comprenderà inoltre tutti gli aspetti non desumibili dalla sola analisi numerica e che devono essere formulati dalla competenza del professionista: tali aspetti comprendono la stabilità di elementi non strutturali (controsoffitti, comignoli, ecc.) o particolari che devono essere rilevati in fase di acquisizione delle informazioni (presenza di travi non adeguatamente ammorsate, giunzioni tra travi lignee insufficienti, ecc.).

Mediante tale studio si va a definire un indicatore di rischio sismico, il quale fornisce una serie di informazioni sull'adeguatezza della struttura, calcolata con un processo ben definito dalla normativa tecnica.

Per poter individuare l'indicatore di rischio sismico specifico è stato necessario costruire il modello agli elementi finiti utilizzando tutte le informazioni ottenute dal rilievo geometrico-strutturale: geometria complessiva, dimensione delle sezioni degli elementi portanti ed infine le armature di ogni tipologia di sezione. In prima istanza è stata condotta l'analisi numerica in condizioni "statiche" che coincidono con lo stato attuale delle costruzione così come fu pensata e progettata in origine: ovvero facendo agire esclusivamente i carichi gravitazionali. Una volta introdotte le sezioni reali corrette, per dimensioni e disposizione dell'armatura, si è proceduto all'analisi numerica in condizioni "sismiche", ovvero analizzando il comportamento della struttura per effetto combinato di carichi statici e carichi dinamici indotti dal terremoto di progetto. L'analisi sismica è stata condotta utilizzando gli spettri di risposta elastici utilizzati per le costruzioni nuove, così come indicato dalla normativa cogente NTC2008, riferiti allo specifico sito in cui sorge la costruzione con un fattore di struttura q pari a 1.5.

Il procedimento è di tipo iterativo, nel senso che una volta appurato che la struttura non è in grado di sopportare gli effetti del sisma ultimo di normativa, si procede all'individuazione della percentuale massima di sisma che produce l'insorgere della "crisi" nella prima sezione resistente.

Come ulteriore approfondimento si è deciso di condurre delle analisi numeriche sulla struttura tenendo conto del pessimo stato di conservazione riscontrato; infatti i primi 4 modelli sono stati costruiti utilizzando materiali con resistenze medie desunte dalle indagini distruttive condotte, purtroppo in numerosi casi le armature sono risultate molto ossidate e corrose tanto da presentare una notevole riduzione di sezione (in alcuni casi prossima allo zero). Essendo molto complesso riportare con esattezza i punti e le sezioni maggiormente deteriorate, si è deciso di considerare una riduzione diffusa delle resistenze dei materiali di un 30%, ovviamente questo è un dato non oggettivo ma abbastanza attendibile e forse anche ottimistico.

In questo modo si è attivato un secondo procedimento iterativo che ha condotto all'individuazione di un secondo indicatore di rischio sismico il più vicino possibile alla realtà.

- ***Modello 1 configurazione statica***
- ***Modello 2 configurazione sismica con S=100%Su***
- ***Modello 3 configurazione sismica con S=10%Su***
- ***Modello 4 configurazione sismica con S=50%Su***
- ***Modello 5 configurazione sismica con S=50%Su con resistenze materiali ridotte del 30%***
- ***Modello 6 configurazione sismica con S=40%Su con resistenze materiali ridotte del 30%***
- ***Modello 7 configurazione sismica con S=30%Su con resistenze materiali ridotte del 30%***

I risultati delle diverse analisi ed il confronto tra i vari indicatori di rischio sismico saranno descritti ed analizzati dettagliatamente nel paragrafo conclusivo di questa relazione, nonché esaustivamente riportati negli specifici Fascicoli di Calcolo.

2. Stato di fatto

Dai sopralluoghi effettuati e da un attento esame della situazione, nonché dalla lettura della documentazione fornita, è stato possibile determinare quanto segue:

- Il manufatto in questione è una scala esterna di collegamento tra il piazzale antistante l'edificio del Rettorato e l'androne posto al primo piano, ha la forma di una metà di tronco di piramide .
- La struttura portante è costituita da una serie di telai piani, disposti lungo le due direzioni, in c.a. costituiti da travi intradossate con diversa geometria e da pilastri con altezza variabile.
- Su questi telai poggia una gradonata, con sezione costante pari a 14cm, con andamento scalettato sia all'intradosso sia all'estradosso su cui poggiano le lastre di rivestimento in pietra calcarea.
- Dai saggi eseguiti, si può affermare che la struttura a sostegno della scala risulta indipendente dal resto del fabbricato; più precisamente i telai spaziali presentano, nei due lati corti del rettangolo, delle travi con l'estremità inserita e poggiata sulla muratura in mattoni pieni del piano interrato dell'edificio principale, ma non sono state rilevate delle travi che li colleghino rigidamente con esso.
- Le fondazioni sono di tipo diretto costituite da una soletta continua in c.a. con una quota d'imposta situata a circa -100cm dal livello del piazzale d'ingresso.

Per una più precisa ed esaustiva descrizione del manufatto si rimanda alla tavola di disegno posta a corredo del rilievo geometrico-strutturale.

3. Norme

I calcoli di stabilità sono stati effettuati secondo i normali criteri della Scienza delle Costruzioni nel rispetto delle normative vigenti. Si citano in particolare le seguenti:

- **Regolamento Regione Lazio n. 14 del 13 luglio 2016:** "Regolamento regionale per lo snellimento e la semplificazione delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica".
- **D.M. 14/01/2008:** Norme Tecniche per le Costruzioni;
- **Circ.Min. 02/02/2009 n.617** Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008;
- **Ordinanza n°3274 del 20-03-2003:** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- **Legge 05/11/1971 - n.1086**: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e a struttura metallica";
- **Legge 02/02/1974 - n.64**: "Prescrizioni per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- **D.M. 11/03/1988**: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

4. Prescrizioni dei materiali

MATARIALI ESISTENTI

Le caratteristiche fisico-meccaniche del calcestruzzo e delle armature sono stati dedotte dalla Relazione redatta dalla Società Tecnica MP che ha eseguito la campagna diagnostica; ad essi è stato applicato il coefficiente di confidenza FC=1 in conformità con un livello di conoscenza limitata di classe LC3 (conoscenza accurata) .

Si riporta di seguito, a titolo esemplificativo, la tabella con i risultati delle prove condotte sulle carote in cls e sulle barre in acciaio, ma si rimanda alla sopra citata relazione (allegata alla presente) per una descrizione dettagliata delle prove e dei risultati ottenuti.

Risultati delle prove su campioni in cls

Natura Campione : Scala rettorato : Pilastro (C1) - Pilastro (C2) - Pilastro (C3) - Pilastro (C4) - Trave (C5) Pilastro (C6) - Trave (C7) - Plinto (C8).

R'ck Dichiarato : ******* **Dos. Dichiarato :** ******* **Cemento Dichiarato :** *******

(*) 1MPa = 1N/mm² ***RISULTATI DELLE PROVE***

Sigla	Camp. Rettificato (***)	Dimensioni (mm)		Peso (Kg)	Area (mmq)	Resistenza Unitaria MPa(*)	Tipo di Rottura (**)	Data Prelievo Dichiarata	Data Prova
C1	SI	D 94	H 132	2.056	6936.26	13.65	1	07/03/2017	03/04/2017
C2	SI	D 94	H 196	3.010	6936.26	16.58	1	07/03/2017	03/04/2017
C3	SI	D 94	H 188	2.948	6936.26	16.10	1	07/03/2017	03/04/2017
C4	SI	D 94	H 160	2.488	6936.26	20.56	1	08/03/2017	03/04/2017
C5	SI	D 94	H 160	2.488	6936.26	14.07	1	08/03/2017	03/04/2017
C6	SI	D 94	H 162	2.507	6936.26	13.30	1	09/03/2017	03/04/2017
C7	SI	D 94	H 117	1.878	6936.26	28.60	1	09/03/2017	03/04/2017
C8	SI	D 94	H 120	1.761	6936.26	16.26	1	09/03/2017	03/04/2017

Risultati delle prove su campioni in acciaio

Natura Campione Tondini di Ferro da c.a. **Qualita' Acciaio Dichiarata** ******

ID Provetta ************************************

RISULTATI DELLE PROVE

Tipo di Campione	Diam. (mm)	Diam. Effettivo (mm) (*)	Sez.Eff. (mmq)	Snerv. F_y o $F_{(0.2)}$ N/mmq	Rottura F_t N/mmq	Allung. Rottura A_5 %	ft/fy	fy/fyk	Prova di Pieg.e Radd. (**)	Diametro Mandrino	Data Prova
Tondino - B1	16	15,99	200.81	323,4	422,4	20.7	1.31	0.75	*****	0	03/04/2017
Tondino - B2	16	16,09	203.33	339,4	449,4	21.1	1.32	0.79	*****	0	03/04/2017
Tondino - B3	16	16,03	201.82	328,9	460,1	23.0	1.40	0.76	*****	0	03/04/2017

Nello specifico nel modello di calcolo della configurazione "Ante opera" sono stati utilizzati i seguenti valori:

Calcestruzzo travi, pilastri e solette — classe Rck180;

Acciaio in barre: — tipo "Acciaio dolce comune" come da class. del R.D. 1939

Le resistenze caratteristiche di progetto considerate negli SLU sono espresse dalla formula $R = \frac{fk}{Fc}$, per i vari materiali avremo:

- calcestruzzo

$fcm = 15.5\ N/mm^2 \cong 155\ kg/cm^2$ (da provino cilindrico);

$fck = \frac{15.5}{0.83} = 18.7\ N/mm^2 \cong 187\ kg/cm^2$ (a provino cubico);

$fcd = \frac{fck}{Fc} = \frac{187}{1} = 187\ kg/cm^2$

- acciaio in barre

$fyk = 330$ N/mmq

$fyt = 440$ N/mmq

$fyd = \frac{330}{1} = 330\ N/mm^2 \cong 3300\ kg/cm^2$.

Nel calcolo sono sati adottati i seguenti moduli di elasticità:

$E_{cls} = 250000\ kg/cm^2$

$E_{acc} = 2060000\ kg/cm^2$

Nel calcolo sono sati adottati i seguenti valori di massa volumica:

$\gamma_{cls} = 2500\ kg/m^3$

5. Parametri sismici

Si fa riferimento alla nomenclatura del NTC - DM 14 gennaio 2008.

La categoria del suolo pertinente alla struttura in esame è stata desunta dalla Relazione Geologica a firma del Dott. Geol. Tommaso Fontana per conto della Società TecnicaMP è la **categoria C.**

I rimanenti parametri caratteristici del sito sono derivati automaticamente da un programma fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che possiede una routine interna capace di utilizzare i dati del database associato in calce al DM 14 gennaio 2008.

5.1 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento V_R della costruzione è uguale a

$$V_R = Cu * Vn = 2*100 = 200 \text{ anni}$$

Le probabilità di superamento delle condizioni sismiche associate ai due stati limite sono riportate nella tabella seguente, insieme ai valori del "tempo di ritorno" Tr.

Dal teorema delle probabilità totali il tempo di ritorno Tr è il periodo di tempo per il quale esiste solo la probabilità del 10% che il terremoto normativo relativo allo SLV sia superato:

STATO	P(Vr)	Tr (anni)
SLD	0.63	200
SLV	0.10	1900

5.2 Metodo degli stati limite

Dati di input:

Zona sismica Zona **3A** (come da classificazione DGR Lazio n.387 del 22.05.2009)

Tipo di analisi Lineare dinamica

Categoria del suolo: C (terreni a grana grossa mediamente addensati)

Categoria topografica: T1

Classe di uso dell'edificio : IV

C_u =2

$V_R = V_N \times C_u = V_N = 200$ anni

Dal paragrafo 3.2. del NTC 2008 , per le verifiche strutturali agli stati limite si sono scelti i seguenti stati limite:

Ultimo :

SLV (stato limite di salvaguardia della vita per il quale risulta $T_R = 9.50 \times V_R = 1900$ anni)

Di Esercizio :

SLD (stato limite di danno per il quale risulta $T_R = V_R = 200$ anni)

Con i due valori del tempo di ritorno calcolati, attraverso le tabelle dei siti fornite dalla normativa, in allegato al D.M. citato, per il punto di coordinate geografiche

Edificio situato in Piazzale Aldo Moro, Roma, Municipio II

Coordinate geografiche	Longitudine	E = 12.514900
	Latitudine	N = 41.902930

si possono ricavare i valori corrispondenti delle grandezze algebriche Ag, Fo, T* c, che numericamente assumono i valori indicati di seguito.

Con questi valori è stato costruito lo spettro di risposta elastico da cui, attraverso il fattore di struttura, si è ottenuto lo spettro di progetto.

Gli spettri di risposta relativi ad ogni stato limite considerato sono riportati nel Fascicolo di Calcolo FC2.

6. Analisi dei carichi e combinazioni

Al fine di valutare la sicurezza della struttura esistente sia nella condizione "statica" sia nella condizione "sismica" si procede ad un'analisi il più dettagliata possibile dei carichi agenti.

Sulla gradonata in questione agiranno i seguenti carichi:

Peso proprio della soletta inclinata spessa 14cm = valutata in automatico

Peso del maggior dovuto alla configurazione dei gradini = 150kg/mq

I carichi permanenti non strutturali (gradoni di pietra + allettamento) = 500 kg/mq

Carico accidentale Q1 per edificio pubblico (cat. C) = 400 kg/mq

6.1 Azioni caratteristiche considerate nel calcolo delle sollecitazioni ultime

Sono state considerate le seguenti azioni:

Permanenti

Peso proprio elementi strutturali (G1; denominato nel modello di calcolo DEAD)

Peso proprio elementi non strutturali (G2; denominato nel modello di calcolo PERM)

Variabili

Carico accidentale prevalente sulla solette (Q1= denominato nel modello di calcolo come ACC)

Sismiche

Azioni derivanti dal terremoto in direzione X (Ex = denominato nel modello di calcolo come SISMA_X)

Azioni derivanti dal terremoto in direzione Y (Ey = denominato nel modello di calcolo come SISMA_Y)

Configurazione "STATICA"

Per tener conto delle condizioni originali di calcolo si è utilizzata la combinazioni di carico usuale per l'epoca di costruzione, ovvero la somma dei vari carichi agenti sulla struttura senza alcun coefficiente incrementale:

Comb1 = 1 DEAD + 1 PERM + 1ACC

Configurazione "SISMICA"

Per procedure alla valutazione della vulnerabilità sismica della struttura si è proceduto all'analisi numerica per l'effetto combinato dei carichi statici e dinamici secondo le disposizioni e con i coefficienti amplificativi prescritti dal DM 14.01.2008.

SLU fondamentale

Questo stato limite considera la presenza di carichi permanenti (Gi) e dei carichi accidentali Qj, moltiplicati per i rispettivi coefficienti maggiorativi; in formule si hanno:

SLU_STR1 = 1 DEAD + 1 PERM + 1ACC

SLU_STR2 = 1.3 DEAD + 1.5 PERM + 1.5 ACC - 1.05 NEVE

Stato limite delle strutture sotto sisma

Questo stato limite considera la presenza di carichi permanenti (Gi) e dei carichi accidentali Qj, moltiplicati per i rispettivi coefficienti maggiorativi; in formule si hanno:

SLV_SISMA_X = 1 DEAD + 1 PERM + 0.3 ACC + 1 S_X^{SLV} + 0.3 S_Y^{SLV}

SLV_SISMA_Y = 1 DEAD + 1 PERM + 0.3 ACC + 0.3 S_X^{SLV} + 1 S_Y^{SLV}

Si ricorda che le sollecitazioni prodotte dal generico sisma nel periòdo di riferimento Vr proprio della costruzione, sono state valutate considerando una probabilità di superamento $P_{VR} = 10\%$.

Le combinazioni di carico agli SLE considerate nei calcoli sono:

Vengono considerati agenti, negli SLE, gli stessi carichi considerati negli SLU, senza fattorizzazioni amplificative, ma con i coefficienti ψ caratteristici per le combinazioni: rara, frequente, quasi permanente.

SLE rara

SLE_rara1 = 1 DEAD + 1 PERM + 1 ACC + 0.7 NEVE

SLE_rara2 = 1 DEAD + 1 PERM + 1 ACC + 0.7 NEVE

SLE frequente

SLE_frequente1 = 1 DEAD + 1 PERM + 0.5 ACC + 0.5 NEVE

SLE_frequente2 = 1 DEAD + 1 PERM + 0.5 ACC + 0.5 NEVE

SLE quasi permanente

SLE_quasiperm1 = 1 DEAD + 1 PERM + 0.3 ACC + 0.3 NEVE

SLE_quasiperm2 = 1 DEAD + 1 PERM + 0.3 ACC + 0.3 NEVE

Stato limite delle strutture sotto sisma

SLE_SISMA_X = 1 DEAD + 1 PERM + 0.3 ACC + 1 S_X^{SLE} + 0.3 S_Y^{SLE}

SLE_SISMA_Y = 1 DEAD + 1 PERM + 0.3 ACC + 0.3 S_X^{SLE} + 1 S_Y^{SLE}

Si ricorda che le sollecitazioni prodotte dal generico sisma nel periodo di riferimento Vr proprio della costruzione, sono state valutate considerando una probabilità di superamento $P_{VR} = 63\%$.

OSSERVAZIONE

Le combinazioni di carico sopra esposte rappresentano solo una piccola parte di quelle utilizzate nei calcoli ma per un elenco completo ed esaustivo si rimanda ai Fascicoli di Calcolo specifici :

- ***FC1 configurazione statica***
- ***FC2 configurazione sismica con S=100%Su***
- ***FC3 configurazione sismica con S=10%Su***
- ***FC4 configurazione sismica con S=50%Su***
- ***FC5 configurazione sismica con S=50%Su con resistenze materiali ridotte del 30%***
- ***FC6 configurazione sismica con S=40%Su con resistenze materiali ridotte del 30%***
- ***FC7 configurazione sismica con S=30%Su con resistenze materiali ridotte del 30%***

7. Modellazione e calcolo delle sollecitazioni

La struttura è stata implementata realizzando un modello agli elementi finiti tridimensionale caratterizzato da un legame costitutivo elastico lineare. Il software di calcolo strutturale utilizzato è SISMICAD 12, programma automatico funzionante in ambiente Windows, che utilizza come processore il collaudatissimo SAP in associazione con pre e post processori personalizzati.

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

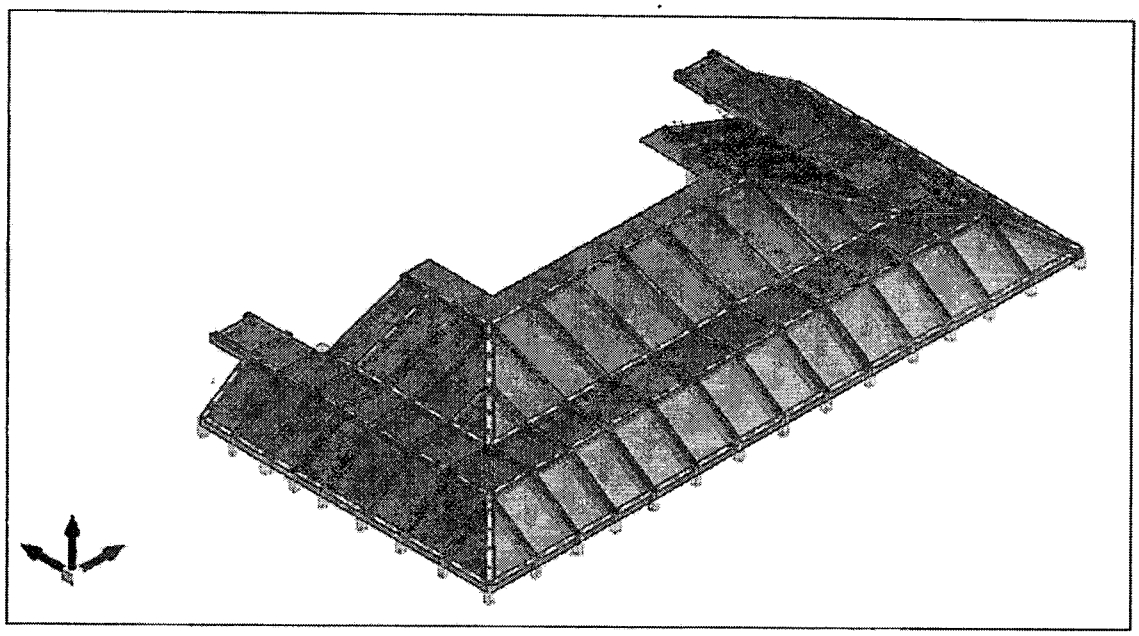
Gli effetti sismici complessivi riscontrabili sulla struttura sono stati valutati convenzionalmente attraverso un'analisi dinamica della stessa. Naturalmente l'analisi modale realizzata ha preso in considerazione un numero di modi di vibrare sufficiente ad assicurare l'eccitazione di più dell'85% della massa totale della struttura.

Il metodo di verifica impiegato è quello degli stati limite, con riferimento ai valori normativi di queste grandezze. Il calcolo delle sollecitazioni è stato fatto considerando le combinazioni dei carichi come evidenziate nel paragrafo degli output del programma.

Il programma fornisce, per ciascuna condizione di carico, ogni informazione riguardante il calcolo delle sollecitazioni e, per il complesso delle condizioni di carico, il diagramma inviluppo delle sollecitazioni. Ne deriva la possibilità di conoscere, sezione per sezione di qualunque elemento resistente, sia esso trave, sia pilastro, sia setto, tanto le condizioni di sollecitazione corrispondenti ad una predeterminata condizione di carico, quanto i valori massimi di una qualsiasi sollecitazione. Questi valori massimi, sezione per sezione, sono quelli impiegati nel progetto delle armature, il cui disegno è pertanto automaticamente la condizione necessaria e sufficiente per l'avvenuta verifica della sezione che il programma ha proceduto ad armare. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

L'analisi sismica è stata condotta secondo D.M. 14-01-08 con analisi dinamica modale.

IMMAGINI DEL MODELLO



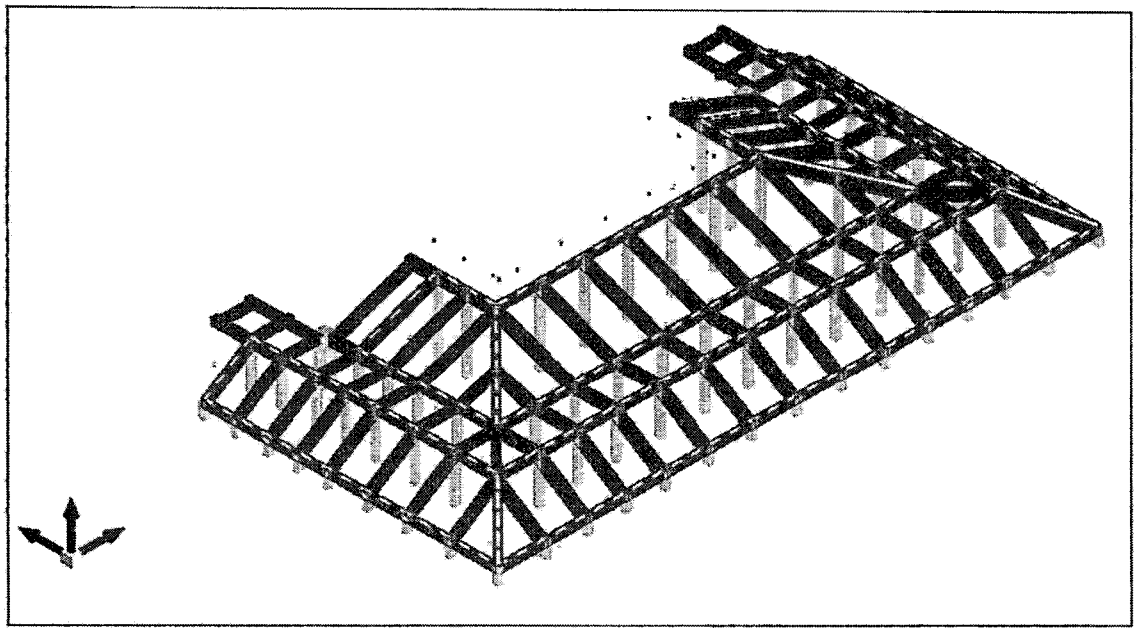
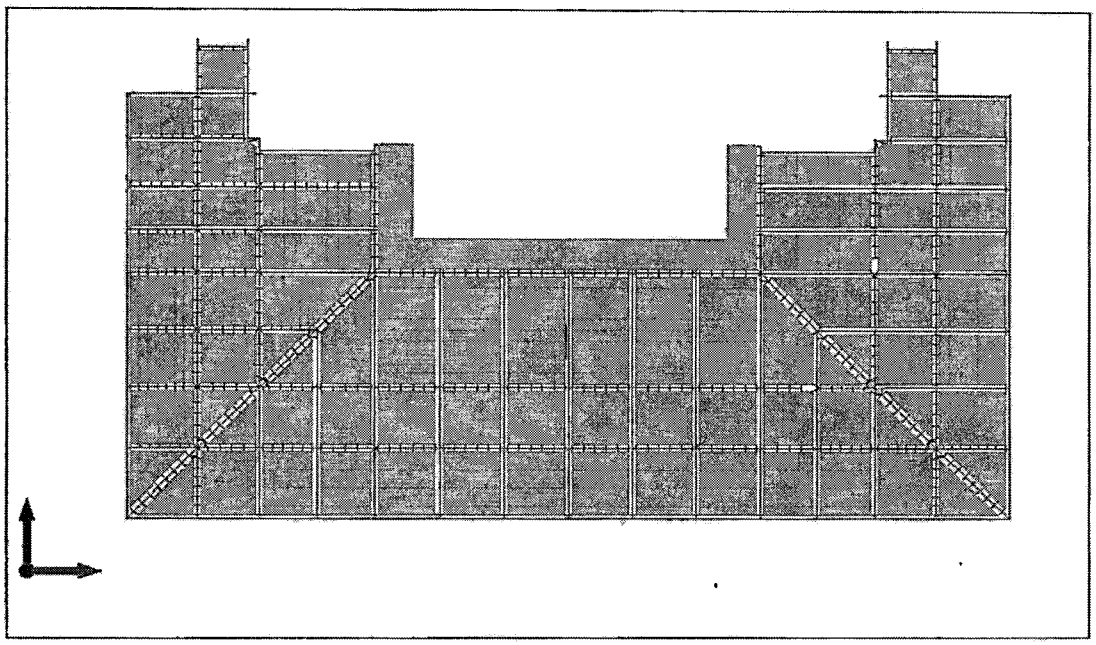
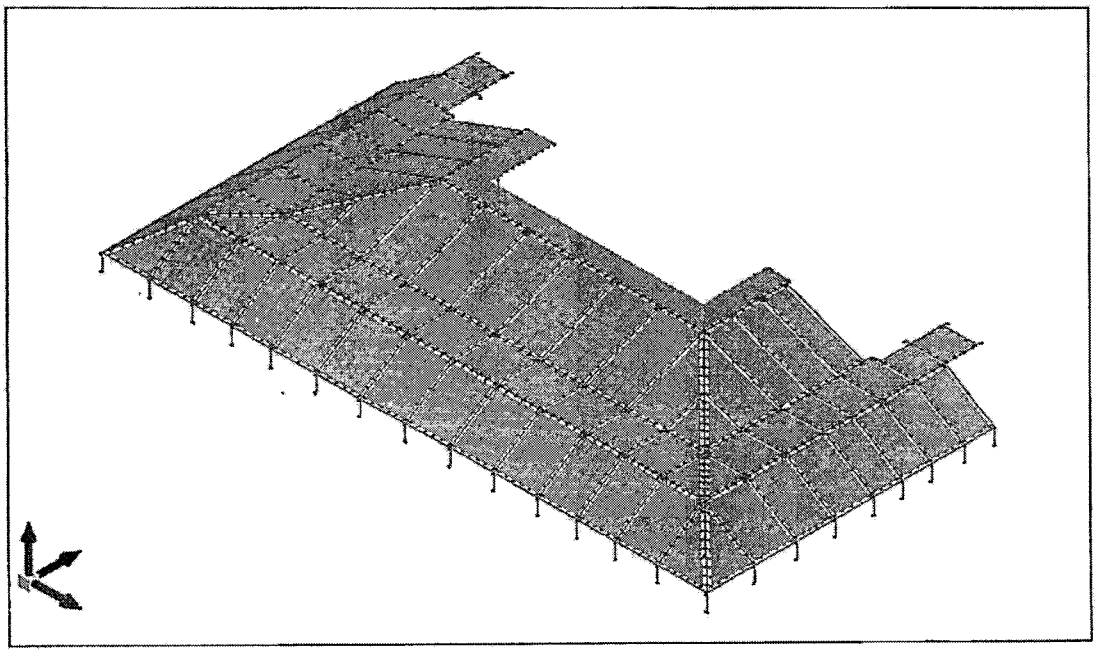


IMMAGINE AGLI ELEMENTI FINITI





8. Verifiche agli SLU

La valutazione della sicurezza, in questo caso, è finalizzata a stabilire se la struttura è in grado di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto contenute nelle NTC2008 con il grado di sicurezza richiesto dalle stesse in caso di nuova costruzione.

Non è richiesto il soddisfacimento delle prescrizioni sui dettagli costruttivi validi per le costruzioni nuove ma bisogna comunque dimostrare che siano garantite le prestazioni in termini di resistenza, duttilità e deformabilità previste dai vari stati limite.

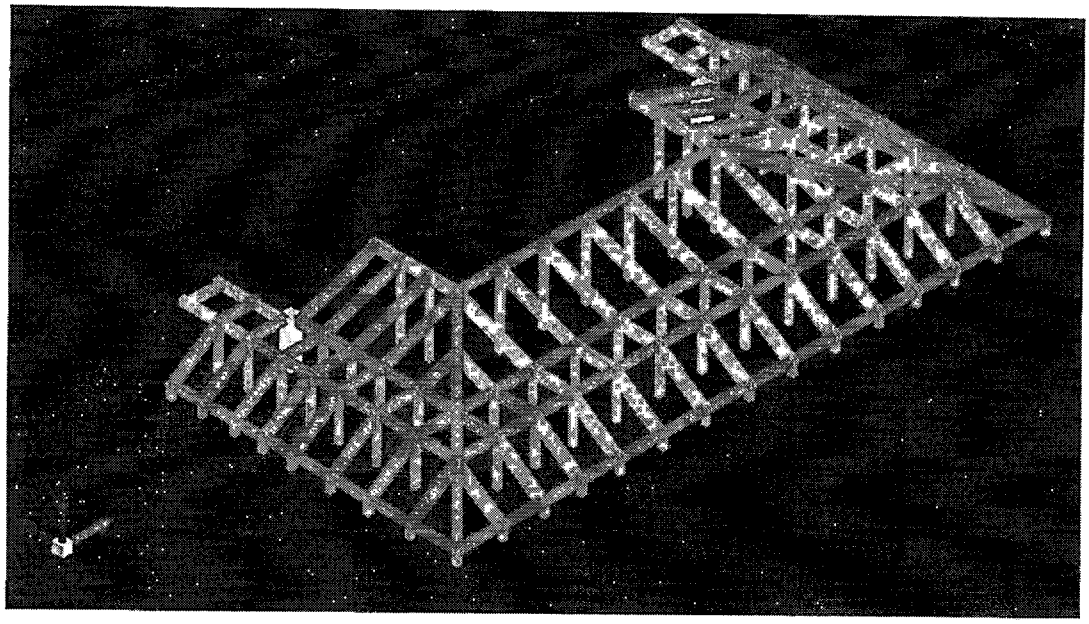
Per analizzare tale circostanza si è proceduto alla modellazione dell'intero edificio nelle due configurazioni **"statica"** e **"sismica"** attraverso l'ausilio di un programma semiautomatico di calcolo il Sismicad 12.

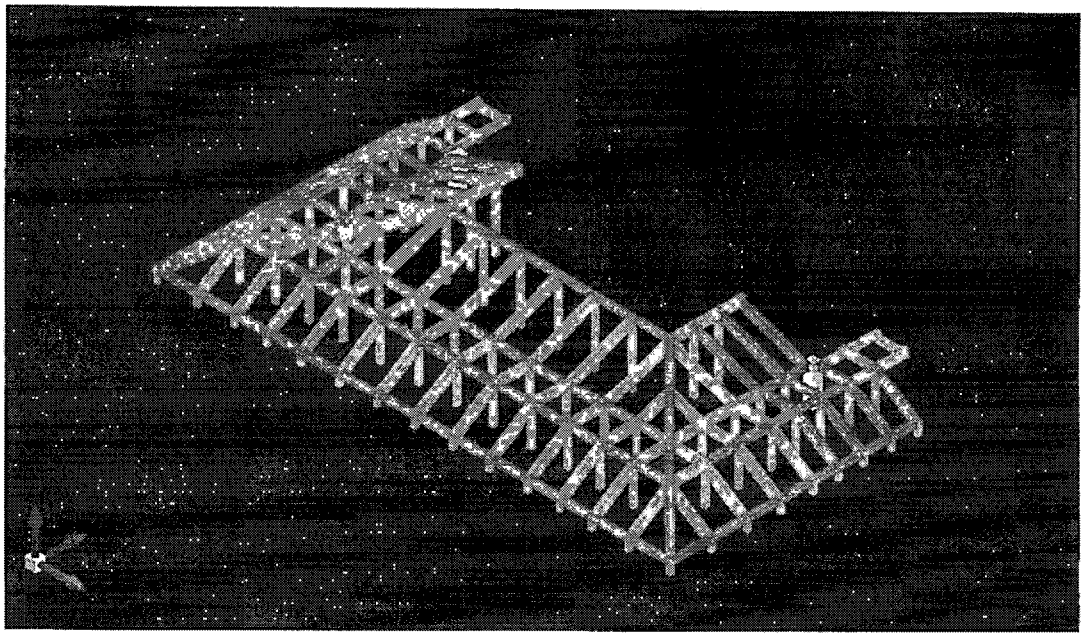
Si riportano di seguito alcune immagini relative alle verifiche degli elementi in c.a.

Si fa notare come nella configurazione statica il numero di elementi non verificati (colorati in rosso) sia numericamente superiore a quello dei modelli in configurazione sismica. Ciò è dovuto al fatto che le armature riscontrate in sede di rilievo risultano inferiori alle quantità minime previste dalla normativa utilizzata per il modello simulato dell'edificio esistente (DM96 con analisi statica) non essendo più possibile trovare un software in grado di utilizzare la normativa coeva all'età di progettazione dell'opera (successiva al 1930). Mentre passando all'analisi sismica condotta secondo la normativa attuale prevale il discorso di progettazione con sezioni duttili quindi contenenti meno acciaio di quanto si utilizzasse in passato.

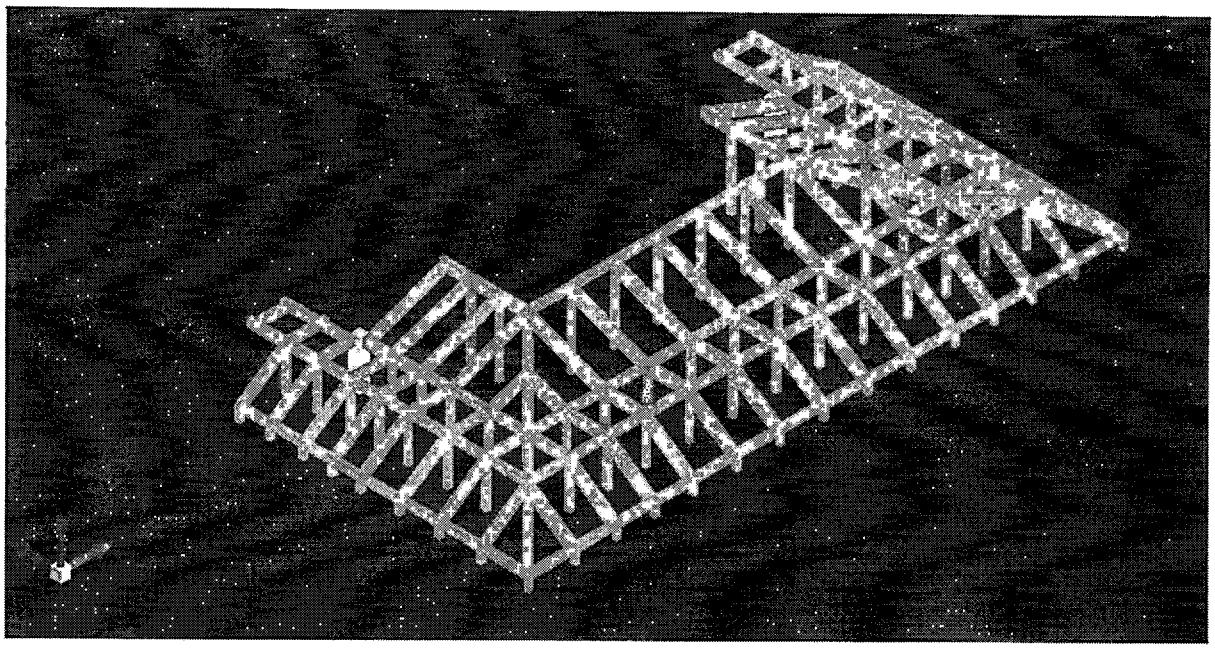
Si riportano di seguito i risultati delle verifiche delle travi e dei pilastri sia in termini di resistenza sia in termini di risposta sismica nelle due configurazioni, si riportano anche degli estratti delle verifiche condotte, esposti anche in forma tabellare, rimandando ai relativi fascicoli di calcolo per una loro esposizione completa.

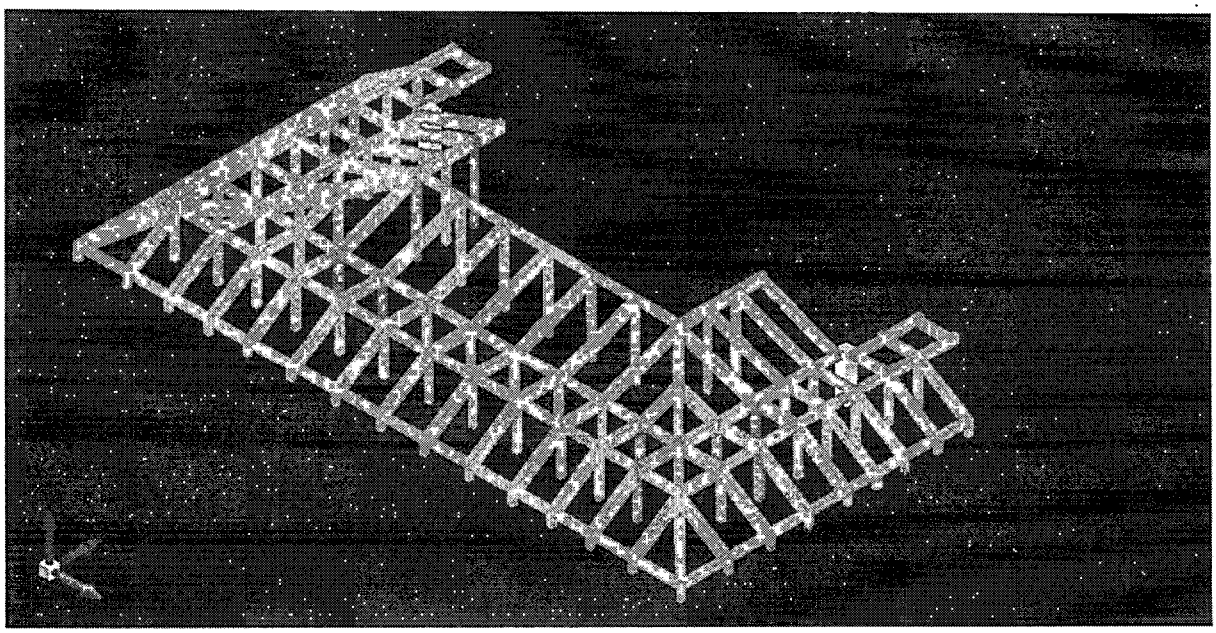
IMMAGINI DELLE VERIFICHE IN CONDIZIONI STATICHE



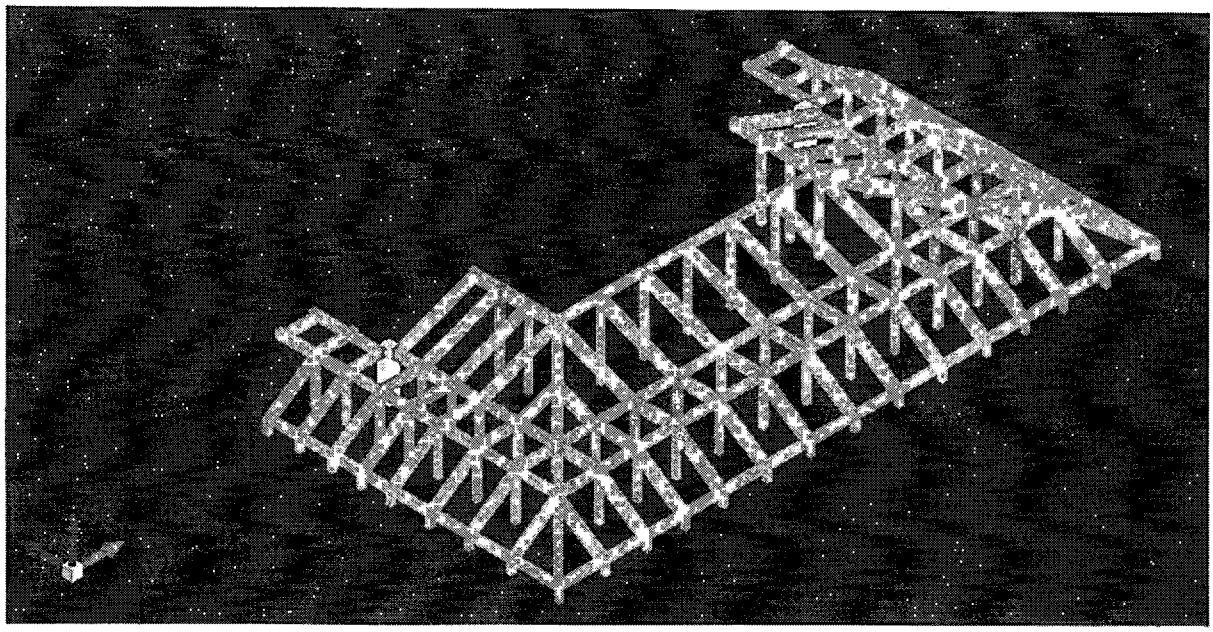


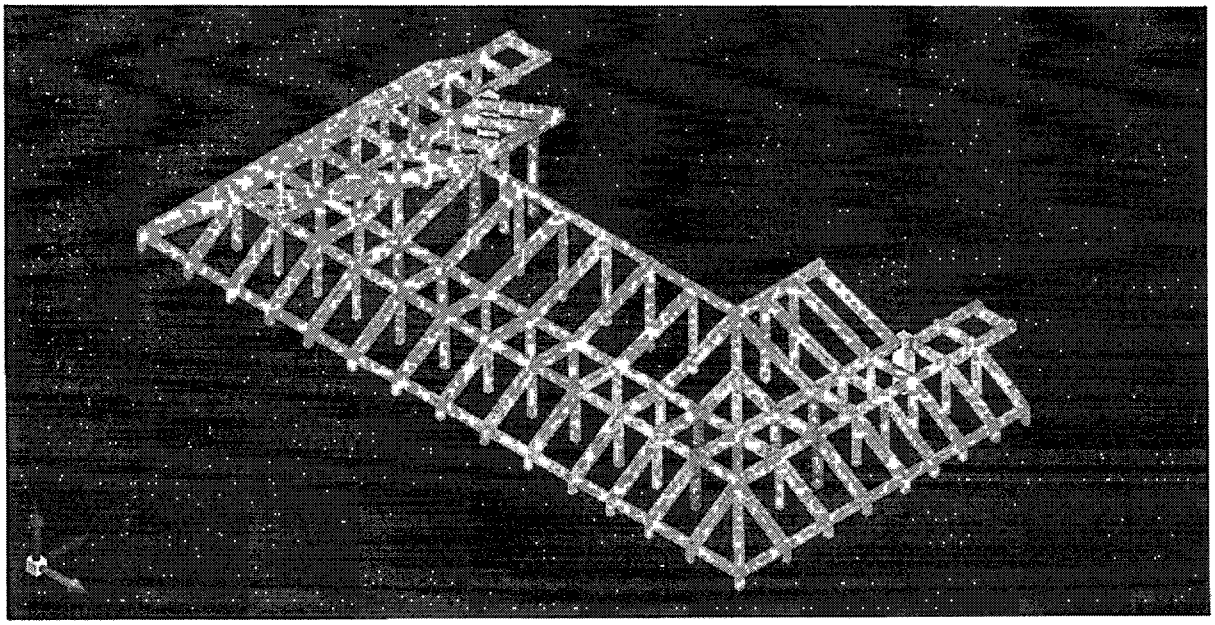
IMMAGINI DELLE VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE CON SISMA=10% Sisma ultimo



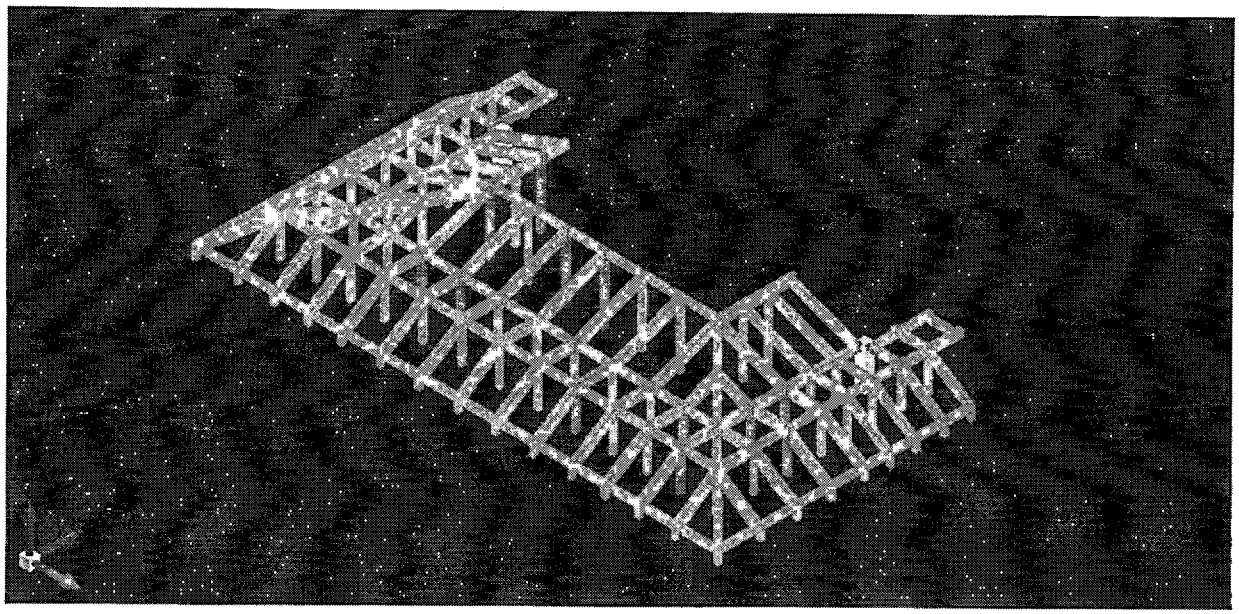


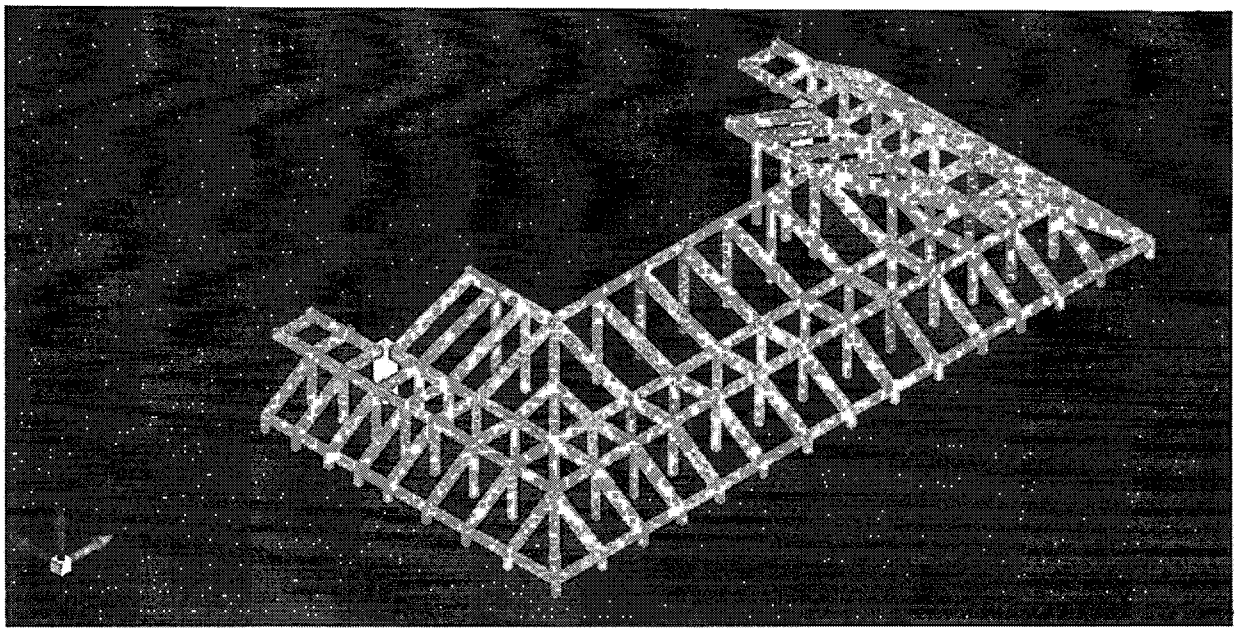
IMMAGINI DELLE VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE CON SISMA=20% Sisma ultimo



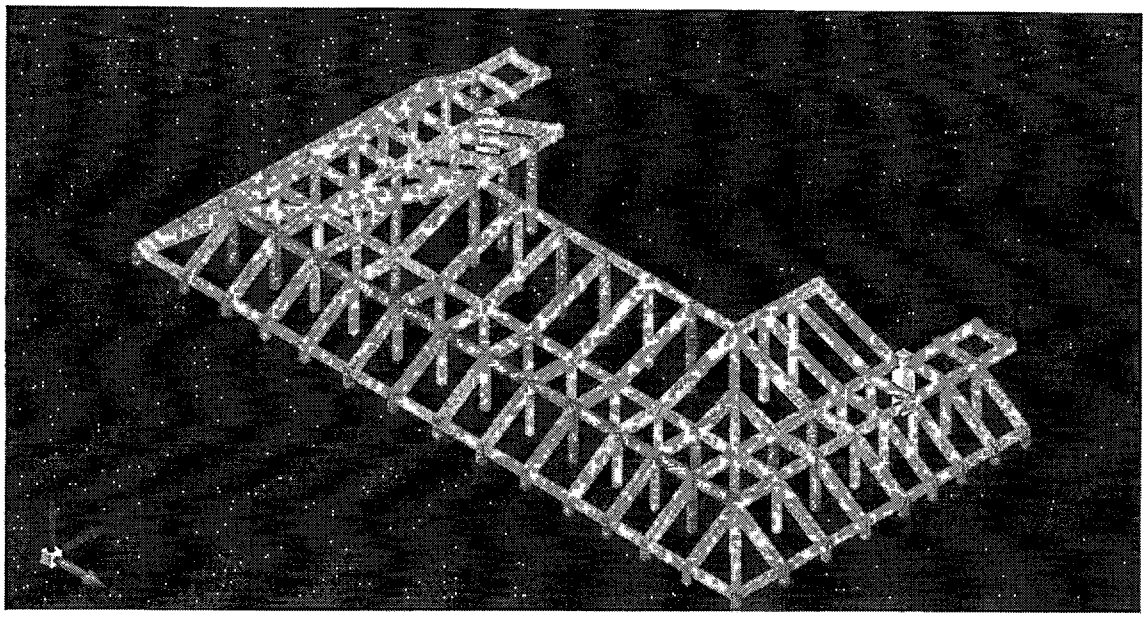


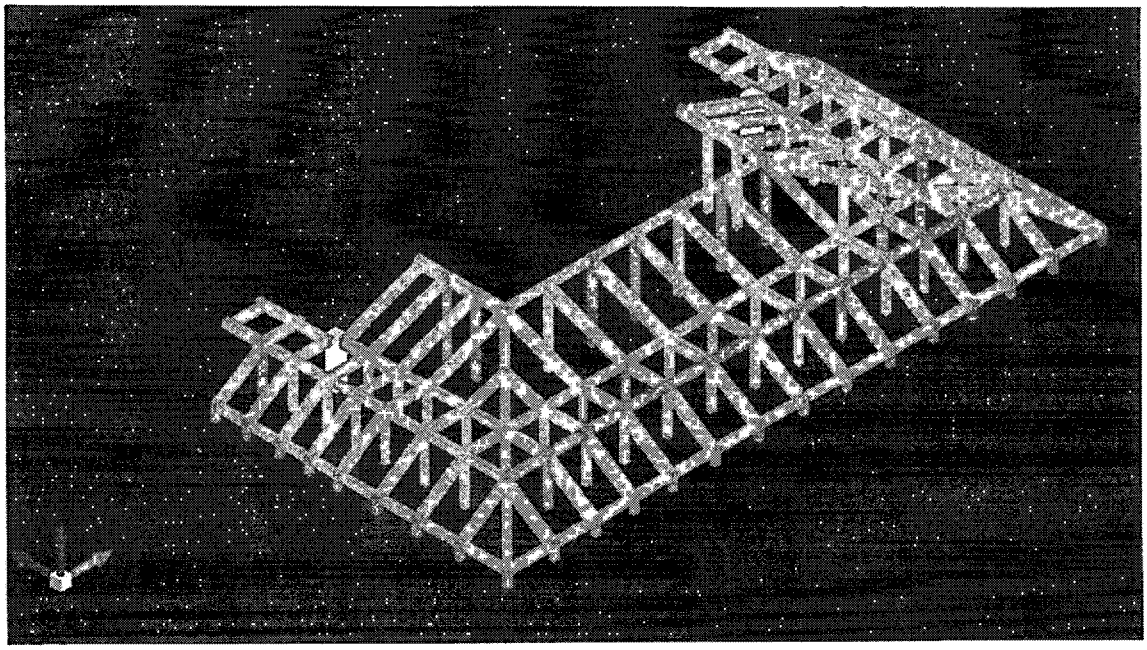
IMMAGINI DELLE VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE CON SISMA=50% Sisma ultimo





IMMAGINI DELLE VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE CON SISMA=100% Sisma ultimo





I risultati di tale analisi sono riportati per esteso negli specifici Fascicoli di Calcolo ma da un breve estratto, riguardante la verifica degli edifici esistenti, si evince che i valori delle accelerazioni di picco alla base sopportabili dalle strutture in c.a. (PGA_C) aumentano al diminuire della percentuale di accelerazione di riferimento (PGA_D).

Per ognuno dei modelli in configurazione sismica si riporta la sintesi con evidenziato il valore significativo dell'indicatore di rischio sismico con la relativa accelerazione di picco ed il tempo di ritorno.

Si fa notare come l'indicatore di rischio sismico IS_V passa da un valore inferiore all'unità in corrispondenza dell'accelerazione prodotta da un sisma pari al 100% del sisma ultimo di normativa, ad un valore maggiore all'unità in corrispondenza di un sisma pari al 50% del sisma ultimo.

Pertanto è proprio in corrispondenza di un sisma caratterizzato da un'accelerazione di picco pari al 50% di quella di domanda che si verificano le prime "difficoltà strutturali" ossia compaiono sezioni non verificate ovvero in esse i materiali superano il limite plastico e si manifestano le prime rotture.

Estratto dai fascicoli di calcolo per Verifica edifici esistenti

Descrizione: Descrizione

Stato limite: V=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Presso flessione fuori piano; R=Ribaltamento

molt.: moltiplicatore minimo della azione sismica che produce lo stato limte

comb.: combinazione

PGA: PGA

PGA/PGArif: PGA/PGArif

TR: Tempo di ritorno

(TR/TRrif)^.41: (TR/TRrif)^.41

trave: titolo della trave

verifica: stato di verifica

Pressoflessione: Dati della verifica a pressoflessione

***coeff.sic.**: coefficiente di sicurezza a flessione*

***moltiplicatore**: moltiplicatore della azione sismica che produce lo stato limite*

***iPGA**: indicatore di rischio sismico in termini di accelerazione*

***iTR**: indicatore di rischio sismico in termini di tempo di ritorno*

Taglio: Dati della verifica a taglio

***coeff.sic.**: coefficiente di sicurezza a taglio*

***moltiplicatore**: moltiplicatore della azione sismica che produce lo stato limite*

***iPGA**: indicatore di rischio sismico in termini di accelerazione*

***iTR**: indicatore di rischio sismico in termini di tempo di ritorno*

Pilastro: titolo del pilastro

verif.: stato di verifica

Nodi: Dati della verifica dei nodi

***coeff.sic.**: coefficiente di sicurezza del nodo*

***moltiplicatore**: moltiplicatore della azione sismica che produce lo stato limite*

***iPGA**: indicatore di rischio sismico in termini di accelerazione*

***iTR**: indicatore di rischio sismico in termini di tempo di ritorno*

***Conf.**: Nodo interamente confinato*

***Min.st.**: Verificato grazie ai minimi di staffatura*

Quota : quota del nodo [cm]

Area: Area del pilastro [cm2]

Minimo staffe: Verificato grazie ai minimi di staffatura secondo 7.4.29

Confinato: Nodo interamente confinato

***Pilastro**: pilastro cui appartiene il nodo*

***quota** : quota del nodo [cm]*

***Ag**: Area della sezione trasversale del pilastro [cm2]*

***Angolo Trave**: Angolo della giacitura della trave considerata rispetto al sistema di riferimento globale [deg]*

***Min.st.**: Verificato grazie ai minimi di staffatura*

***Conf.**: Nodo interamente confinato*

Compressione: Dati della verifica della tensione di compressione del nodo

***Vnc**: Azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]*

***Nc**: Azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]*

***Snc**: Tensione di compressione agente [daN/cm2]*

***Snc,lim**: Tensione di compressione limite [daN/cm2]*

***Comb. c**: Combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di compressione*

Trazione: Dati della verifica della tensione di trazione del nodo

***Vnt**: Azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]*

***Nt**: Azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]*

***Snt**: Tensione di trazione agente [daN/cm2]*

***Snt,lim**: Tensione di trazione limite [daN/cm2]*

***Comb. t**: Combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di trazione*

Le unità di misura delle verifiche elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Modello 2 configurazione sismica con S=100%Su

Verifica di edificio esistente con fattore q secondo C8.7.2.4

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.262

Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.117

Tr,SLVrif = 1898 anni

Tr,SLOrif = 120 anni

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a taglio 0.537

Pilastrata (1612; -285)

Valori azioni gravitazionali N= -5141.7 Tx= -38.9 Ty= -746

Valori azioni sismiche N= -5889.1 Tx= 1651.8 Ty= -12242.6

Tagli ultimi Tx= 1612.9 Ty= -12988.6

combinazione SLV 9

sezione a quota -1

tempo di ritorno 244 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.431

PGA 0.14

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.534

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a flessione 0.906

Pilastrata (1612; -285)

Valori azioni gravitazionali N= -5013 Mx= -52896.8 My= 1536.3

Valori azioni sismiche N= 5889.1 Mx= 323498.1 My= 45050.2

Momenti ultimi Mx= 270601.3 My= 46586.4

combinazione SLV 7

sezione a quota 59

tempo di ritorno 1317 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.861

PGA 0.236

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.902

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura di un nodo 0

Pilastrata (2934; 287)

combinazione SLV 16

sezione a quota 278

tempo di ritorno 0 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0

PGA 0

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento dello spostamento limite di interpiano 9.708 combinazione SLO 7

tra Nodo 9 e Nodo 132

tempo di ritorno 2341 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLOrif)^.41 = 3.381

PGA 0.278

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLOrif = 2.384

Indicatori minimi riferiti al solo materiale C.A.

Descrizione	Stato limite	molt.	comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Trave a "Piano 2" 11-87	Taglio	1.019	SLV 3	0.268	1.021	2040	1.03
Trave a "Falda 3" (3202; 1146)-(3515; 1146)	Flessione	4.075	SLV 1	0.278	1.061	2341	1.09
Pilastrata (1612; -285)	Taglio	0.537	SLV 9	0.14	0.534	244	0.431
	Flessione	0.906	SLV 7	0.236	0.902	1317	0.861
Pilastrata (2934; 287)	Nodi	0	SLV 16	0	0	0	0

Modello 3 configurazione sismica con S=10%Su

Verifica di edificio esistente con fattore q secondo C8.7.2.4

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.262

Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.117

Tr,SLVrif = 1898 anni

Tr,SLOrif = 120 anni

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a taglio 5.17

Pilastrata (3515; 780)

Valori azioni gravitazionali N= -6208.1 Tx= 1960.8 Ty= 883.5

Valori azioni sismiche N= -420.9 Tx= 929.4 Ty= -98.2

Tagli ultimi Tx= 2890.2 Ty= 785.3

combinazione SLV SLV3

sezione a quota -1

tempo di ritorno 2341 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.09

PGA 0.278

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.061

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a flessione 9.906

Pilastrata (1612; -285)

Valori azioni gravitazionali N= -6177.4 Mx= -66528.3 My= 1866.2

Valori azioni sismiche N= 585.2 Mx= 32134.1 My= -817.6

Momenti ultimi Mx= -34394.2 My= 1048.6

combinazione SLV SLV2

sezione a quota 59

tempo di ritorno 2341 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.09

PGA 0.278

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.061

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura di un nodo 0

Pilastrata (778; 780)

combinazione SLV SLV4

sezione a quota 650

tempo di ritorno 0 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0

PGA 0

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento dello spostamento limite di interpiano 96.912 combinazione SLO 7

tra Nodo 9 e Nodo 132

tempo di ritorno 2341 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLOrif)^.41 = 3.381

PGA 0.278

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLOrif = 2.384

Indicatori minimi riferiti al solo materiale C.A.

Descrizione	Stato limite	molt.	comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Trave a "Piano 2" 11-87	Taglio	9.68	SLV SLV2	0.278	1.061	2341	1.09
Trave a "Falda 3" (3202; 1146)-(3515; 1146)	Flessione	41.003	SLV SLV3	0.278	1.061	2341	1.09
Pilastrata (3515; 780)	Taglio	5.17	SLV SLV3	0.278	1.061	2341	1.09
Pilastrata (1612; -285)	Flessione	9.906	SLV SLV2	0.278	1.061	2341	1.09
Pilastrata (778; 780)	Nodi	0	SLV SLV4	0	0	0	0

Modello 4 configurazione sismica con S=50%Su

Verifica di edificio esistente con fattore q secondo C8.7.2.4

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.262

Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.117

Tr,SLVrif = 1898 anni

Tr,SLOrif = 120 anni

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a taglio 1.08

Pilastrata (3515; 780)

Valori azioni gravitazionali N= -6208.1 Tx= 1960.8 Ty= 883.5

Valori azioni sismiche N= -2104.4 Tx= 4646.8 Ty= -491.1

Tagli ultimi Tx= 6607.6 Ty= 392.4

combinazione SLV SLV3

sezione a quota -1

tempo di ritorno 2341 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.09

PGA 0.278

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.061

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a flessione 1.969

Pilastrata (1612; -285)

Valori azioni gravitazionali N= -6177.4 Mx= -66528.3 My= 1866.2

Valori azioni sismiche N= 2926.2 Mx= 160670.6 My= -4088.2

Momenti ultimi Mx= 94142.3 My= -2222

combinazione SLV SLV2

sezione a quota 59

tempo di ritorno 2341 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.09

Modello 5 configurazione sismica con S=50%Su con resistenze materiali ridotte del 30%

Verifica di edificio esistente con fattore q secondo C8.7.2.4

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.262

Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.117

Tr,SLVrif = 1898 anni

Tr,SLOrif = 120 anni

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a taglio 0.802

Pilastrata (3515; 780)

Valori azioni gravitazionali N= -6208.1 Tx= 1960.8 Ty= 883.5

Valori azioni sismiche N= -2110.3 Tx= 4659.7 Ty= -492.4

Tagli ultimi Tx= 6620.5 Ty= 391.1

combinazione SLV SLV3

sezione a quota -1

tempo di ritorno 829 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.712

PGA 0.206

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.787

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a flessione 1.563

Pilastrata (3515; 780)

Valori azioni gravitazionali N= -6079.3 Mx= 38999.8 My= -109707.8

Valori azioni sismiche N= -2110.3 Mx= -13745.1 My= -121102.9

Momenti ultimi Mx= 25254.7 My= -230810.6

combinazione SLV SLV3

sezione a quota 59

tempo di ritorno 2341 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.09

PGA 0.278

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.061

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura di un nodo 0

Pilastrata (778; 780)

combinazione SLV SLV4

sezione a quota 650

tempo di ritorno 0 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0

PGA 0

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento dello spostamento limite di interpiano 17.481 combinazione SLO 7

tra Nodo 9 e Nodo 132

tempo di ritorno 2341 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLOrif)^.41 = 3.381

PGA 0.278

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLOrif = 2.384

Indicatori minimi riferiti al solo materiale C.A.

Descrizione	Stato limite	molt.	comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Trave a "Piano 2" 11-87	Taglio	1.26	SLV SLV2	0.278	1.061	2341	1.09
Trave a "Falda 3" (3202; 1146)-(3515; 1146)	Flessione	6.111	SLV SLV3	0.278	1.061	2341	1.09
Pilastrata (3515; 780)	Taglio	0.802	SLV SLV3	0.206	0.787	829	0.712
	Flessione	1.563	SLV SLV3	0.278	1.061	2341	1.09
Pilastrata (778; 780)	Nodi	0	SLV SLV4	0	0	0	0

Modello 6 configurazione sismica con S=40%Su con resistenze materiali ridotte del 30%

Verifica di edificio esistente con fattore q secondo C8.7.2.4

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.262

Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.117

Tr,SLVrif = 1898 anni

Tr,SLOrif = 120 anni

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a taglio 0.988

Pilastrata (3515; 780)

Valori azioni gravitazionali N= -6208.1 Tx= 1960.8 Ty= 883.5

Valori azioni sismiche N= -1688.2 Tx= 3727.7 Ty= -393.9

Tagli ultimi Tx= 5688.5 Ty= 489.6

combinazione SLV SLV3

sezione a quota -1

tempo di ritorno 1811 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.981

PGA 0.259

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.987

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a flessione 1.938

Pilastrata (3515; 780)

Valori azioni gravitazionali N= -6079.3 Mx= 38999.8 My= -109707.8

Valori azioni sismiche N= -1688.2 Mx= -10996.1 My= -96882.3

Momenti ultimi Mx= 28003.7 My= -206590.1

combinazione SLV SLV3

sezione a quota 59

tempo di ritorno 2341 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.09

PGA 0.278

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.061

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura di un nodo 0

Pilastrata (778; 780)

combinazione SLV SLV4

sezione a quota 650

tempo di ritorno 0 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0

PGA 0

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento dello spostamento limite di interpiano 21.639 combinazione SLO 11

tra Nodo 8 e Nodo 131

tempo di ritorno 2341 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLOrif)^.41 = 3.381

PGA 0.278

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLOrif = 2.384

Indicatori minimi riferiti al solo materiale C.A.

Descrizione	Stato limite	molt.	comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Trave a "Piano 2" 11-87	Taglio	1.575	SLV SLV2	0.278	1.061	2341	1.09
Trave a "Falda 3" (3202; 1146)-(3515; 1146)	Flessione	7.639	SLV SLV3	0.278	1.061	2341	1.09
Pilastrata (3515; 780)	Taglio	0.988	SLV SLV3	0.259	0.987	1811	0.981
	Flessione	1.938	SLV SLV3	0.278	1.061	2341	1.09
Pilastrata (778; 780)	Nodi	0	SLV SLV4	0	0	0	0

Modello 7 configurazione sismica con S=30%Su con resistenze materiali ridotte del 30%

Verifica di edificio esistente con fattore q secondo C8.7.2.4

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.262

Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.117

Tr,SLVrif = 1898 anni

Tr,SLOrif = 120 anni

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a taglio 1.299

Pilastrata (3515; 780)

Valori azioni gravitazionali N= -6208.1 Tx= 1960.8 Ty= 883.5

Valori azioni sismiche N= -1266.2 Tx= 2795.8 Ty= -295.4

Tagli ultimi Tx= 4756.6 Ty= 588

combinazione SLV SLV3

sezione a quota -1

tempo di ritorno 2341 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.09

PGA 0.278

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.061

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a flessione 2.594

Pilastrata (3515; 780)

Valori azioni gravitazionali N= -6079.3 Mx= 38999.8 My= -109707.8

Valori azioni sismiche N= -1266.2 Mx= -8247 My= -72661.7

Momenti ultimi Mx= 30752.7 My= -182369.5

combinazione SLV SLV3

sezione a quota 59

tempo di ritorno 2341 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.09

PGA 0.278

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.061

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura di un nodo 0

Pilastrata (778; 780)

combinazione SLV SLV4

sezione a quota 650

tempo di ritorno 0 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0

PGA 0

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0

- Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento dello spostamento limite di interpiano 29.134 combinazione SLO 7

tra Nodo 9 e Nodo 132

tempo di ritorno 2341 anni

indicatore iTr=(Tr/Tr,SLOrif)^.41 = 3.381

PGA 0.278

indicatore iPGA=PGA/PGA,SLOrif = 2.384

Indicatori minimi riferiti al solo materiale C.A.

Descrizione	Stato limite	molt.	comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Trave a "Piano 2" 11-87	Taglio	2.1	SLV SLV2	0.278	1.061	2341	1.09
Trave a "Falda 3" (3202; 1146)-(3515; 1146)	Flessione	10.185	SLV SLV3	0.278	1.061	2341	1.09
Pilastrata (3515; 780)	Taglio	1.299	SLV SLV3	0.278	1.061	2341	1.09
	Flessione	2.594	SLV SLV3	0.278	1.061	2341	1.09
Pilastrata (778; 780)	Nodi	0	SLV SLV4	0	0	0	0

9. Conclusioni

Per la determinazione dela Classe di Rischio di un manufatto si fa riferimento all'INDICE DI SICUREZZA (IS_V) definito come il rapporto tra l'accelerazione di picco al suolo che determina il raggiungimento dello stato limite di salvaguardia della vita SLV (PGA_C in termini di capacità) e l'accelerazione che la norma indica nello specifico sito in cui sorge la costruzione e per lo stesso stato limite (PGA_D in termini di domanda). L'indice di sicurezza IS_V della struttura è nota anche con il termine di "indice di rischio sismico".

Dai risultati esposti nel paragrafo precedente si evince che i valori delle accelerazioni di picco alla base sopportabili dalle strutture in c.a. (PGA_C) aumentano al diminuire della percentuale di accelerazione di riferimento (PGA_D).

Infatti l'indicatore di rischio sismico IS_V passa da un valore inferiore all'unità in corrispondenza dell'accelerazione prodotta da un sisma pari al 100% del sisma ultimo di normativa, ad un valore maggiore all'unità in corrispondenza di un sisma pari al 50% del sisma ultimo.

Pertanto è proprio in corrispondenza di un sisma caratterizzato da un'accelerazione di picco pari al 50% di quella di domanda che si verificano le prime "difficoltà strutturali" ossia compaiono sezioni non verificate ovvero in esse i materiali superano il limite plastico e si manifestano le prime rotture.

Descrizione	Stato limite	molt.	comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Sisma =100%Su	Taglio	**0.537**	SLV 9	0.14	**0.534**	244	**0.431**
Sisma =100%Su	Flessione	0.906	SLV 7	0.236	0.902	1317	0.861
Sisma =10%Su	Taglio	**5.17**	SLV SLV3	0.278	**1.061**	2341	**1.09**
Sisma =10%Su	Flessione	9.906	SLV SLV2	0.278	1.061	2341	1.09
Sisma =50%Su	Taglio	**1.08**	SLV SLV3	0.278	**1.061**	2341	**1.09**
Sisma =50%Su	Flessione	1.969	SLV SLV2	0.278	1.061	2341	1.09

Prendendo in considerazione solo i risultati relativi ai modelli in cui è stato deciso di ridurre la capacità di resistenza dei materiali si nota come il limite la struttura lo raggiunga in corrispondenza di un sisma caratterizzato da un'accelerazione pari al 40% di quella del terremoto ultimo.

Descrizione	Stato limite	molt.	comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Sisma =50%Su_(-30%)	Taglio	**0.802**	SLV SLV3	0.206	**0.787**	829	**0.712**
Sisma =40%Su_(-30%)	Taglio	**0.988**	SLV SLV3	0.259	**0.987**	1811	**0.981**
Sisma =30%Su_(-30%)	Taglio	**1.299**	SLV SLV3	0.278	**1.061**	2341	**1.09**

Si precisa che necessariamente i campioni di calcestruzzo e di armatura sono stati ricavati in zone degli elementi strutturali integri, infatti è impossibile ricavare una carota di cls in corrispondenza di una sezione danneggiata come anche l'estrazione di monconi di barre da sottoporre a prove di trazione se queste non risultano integre. Purtroppo lo stato di conservazione in cui si trovano sia le strutture in elevazione (travi, pilastri e soletta della gradonata) sia, in grado maggiore, le strutture di fondazione non consentono di ignorare tale aspetto anche se è oggettivamente complicato riuscire a fare una stima sull'effettiva riduzione delle caratteristiche fisico-meccaniche.

Quindi i risultati ottenuti dalle analisi numeriche condotte considerando le resistenze dei materiali pari ai risultati delle indagini possono essere definiti "ottimistici", nel senso che l'effettivo grado di sicurezza della struttura è sicuramente inferiore. Infatti facendo riferimento sia ai dati oggettivi (frutto di analisi numeriche) sia a dati soggettivi (considerazioni sul grado di conservazione dei materiali stessi) si può affermare che la struttura ha un indice di sicurezza basso.

Concludendo si può affermare che la struttura dello scalone monumentale del Rettorato anche sé è stata costruita in un periodo storico in cui non si teneva conto degli effetti del sisma, avrebbe un'intrinseca capacità di resistere alle sollecitazioni dinamiche grazie alla sua particolare forma (struttura bassa, con un asse di simmetria e forma tronco piramidale) ma il pessimo stato di conservazione dovuto ad infiltrazioni d'acque meteoriche e di risalita capillare portano a dire che la struttura ha un basso indice di sicurezza sia per carichi verticali che orizzontali.

10. Osservazioni e prescrizioni

Lo scopo di questa relazione tecnica era quello di valutare la vulnerabilità simica delle strutture portanti dello scalone monumentale del Rettorato, si può affermare che tale scopo è stato esaustivamente descritto nei paragrafi precedenti. Ma a valle delle analisi numeriche e delle indagini strumentali condotte è obbligo del sottoscritto segnalare che le caratteristiche di resistenza dei materiali ricavate sono tali da indurre un livello di attenzione massimo. Infatti i valori riscontrati non solo sono notevolmente inferiori ai valori minimi prescritti dalla normativa cogente per la realizzazione di edifici nuovi ma sono anche da considerare "falsati" nel senso che il pessimo stato di conservazione in cui gravano molti elementi resistenti (tanto da aver costretto nel passato ad un intervento di rinforzo mediante inserimento di elementi

in acciaio e recentemente alla posa in opera di una fitta rete di puntelli metallici) fanno pensare ad una capacità resistente anche inferiore.

Infatti nell'ultima parte del lavoro si è deciso di analizzare la struttura riducendo, in modo forse anche poco severo, la resistenza degli elementi portanti di un 30%.

Inoltre come documentato nel paragrafo 8, precisamente nelle immagini di verifica di pag.18, si fa notare che la struttura presenta delle intrinseche criticità anche per effetto solo dei carichi gravitazionali applicati in condizioni statiche. Infatti un numero considerevole di travi ed alcuni pilastri risultano non verificati per il solo effetto di carichi statici, in quanto non rispettano le prescrizioni in merito ai minimi di armatura necessaria specialmente in prossimità dei nodi trave-pilastro.

In considerazione della vetustà della struttura, del pessimo stato di conservazione dei materiali riscontrato, di non risolutivi interventi di consolidamento statico messi in atto e della problematica legata alle infiltrazioni d'acque meteoriche si consiglia di limitare o inibire l'utilizzo della struttura. Data la funzione pubblica a cui è destinata la struttura in oggetto, soggetta a possibili affollamenti, si consiglia di provvedere in tempi rapidi al consolidamento statico della stessa mediante un progetto di "adeguamento sismico" e/o ad un intervento di demolizione/ricostruzione per conferire il giusto grado di sicurezza al manufatto sia in condizioni di normale esercizio sia nel caso di probabili e futuri eventi sismici.

Il tecnico strutturista

(Dott. Ing. Massimo Poggi)

ALLEGATI VEDI CD.

ALLEGATO 1_FC1

FC1: FASCICOLO DEI CALCOLI CONFIGURAZIONE STATICA

ALLEGATO 2_FC2

FC2 : FASCICOLO DEI CALCOLI CONFIGURAZIONE SISMICA con S=100%Su

ALLEGATO 3_FC3

FC3 : FASCICOLO DEI CALCOLI CONFIGURAZIONE SISMICA con S=10%Su

ALLEGATO 4_FC4

FC4 : FASCICOLO DEI CALCOLI CONFIGURAZIONE SISMICA con S=50%Su

ALLEGATO 5_FC5

FC5 : FASCICOLO DEI CALCOLI CONFIGURAZIONE SISMICA con S=50%Su con resistenze materiali ridotte del 30%

ALLEGATO 6_FC6

FC6 : FASCICOLO DEI CALCOLI CONFIGURAZIONE SISMICA con S=40%Su con resistenze materiali ridotte del 30%

ALLEGATO 7_FC7

FC7 : FASCICOLO DEI CALCOLI CONFIGURAZIONE SISMICA con S=30%Su con resistenze materiali ridotte del 30%

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

SCALONE MONUMENTALE DEL RETTORATO
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ROMA "LA SAPIENZA"
Piazzale Aldo Moro, 1

ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

PROGETTISTA:	SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE:	R.U.P.:
Ing. Stefano Tatarelli	Ing. Giovanni Rizzuto	Arch. Claudio De Angelis

RIFERIMENTO ELABORATO:	DATA:	REVISIONE	
		n.	data
REL-01	MAGGIO 2017		
	SCALA:		

1.- PREMESSA

Descrizione della struttura

La scala esterna collega il piazzale antistante l'edificio del Rettorato e l'androne posto al primo piano, ha un ingombro in pianta di circa 750 mq ed un'altezza media rispetto alla quota del piazzale di 3.85 ml.

Il manufatto ha la forma di una metà di tronco di piramide e la struttura portante è costituita da una serie di telai piani in c.a., disposti lungo le due direzioni, costituiti da travi intradossate con diversa geometria e da pilastri con altezza variabile. I telai sostengono una gradonata in cemento armato, con sezione costante di circa 10 cm ed andamento scalettato sia all'intradosso sia all'estradosso in corrispondenza delle rampe mentre nelle parti in piano lo spessore della soletta è di circa 14 cm. La struttura è completamente rivestita esternamente da lastre di travertino.

Dai saggi eseguiti risulta che la struttura a sostegno della scala risulta indipendente dal resto del fabbricato; più precisamente i telai spaziali presentano, nei due lati corti del rettangolo, delle travi con l'estremità inserita e poggiata sulla muratura in mattoni pieni del piano interrato dell'edificio principale, ma non sono state rilevate delle travi che li colleghino rigidamente con esso.

Le fondazioni sono di tipo diretto costituite da una soletta continua in c.a. con una quota d'imposta situata a circa -100 cm dal livello del piazzale d'ingresso.

Come è noto lo stato di conservazione dello scalone esterno del Rettorato della Città Universitaria è fortemente condizionato da quello delle sottostanti strutture in C.A. che hanno risentito in modo essenziale del deterioramento dell'impermeabilizzazione, e della sua perdita di efficienza dovuta al tempo trascorso dalla costruzione originaria.

Com'è immediato rilevare dalle foto che si riportano di seguito, le infiltrazioni dell'acqua meteorica protrattesi per lungo tempo hanno provocato un elevatissimo ed esteso grado di corrosione delle armature di acciaio con la conseguente cospicua riduzione delle loro sezioni resistenti.

Alla suddetta azione si è aggiunta anche quella della risalita capillare che ha interessato i plinti di fondazione, le porzioni inferiori di numerosi pilastri ed il perimetro esterno dell'intera scalinata nella parte più bassa.

FOTO 1 – INTRADOSSO DELLA SOLETTA A GRADONI DELLA SCALINATA

FOTO 2- ZONE ALL'INTRADOSSO DELLA SOLETTA PORTA GRADINI

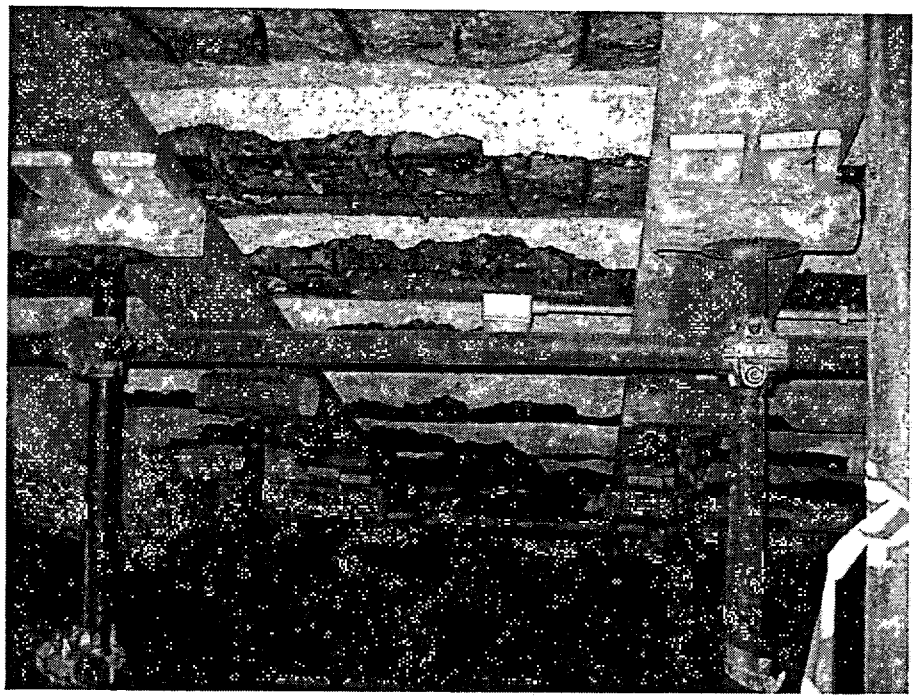


FOTO 3 – ALTRE ZONE DELL'INTRADOSSO DELLA SOLETTA DELLA SCALINATA

FOTO 4 – PORZIONE INFERIORE DI UNO DEI VARI PILASTRI DEGRADATI

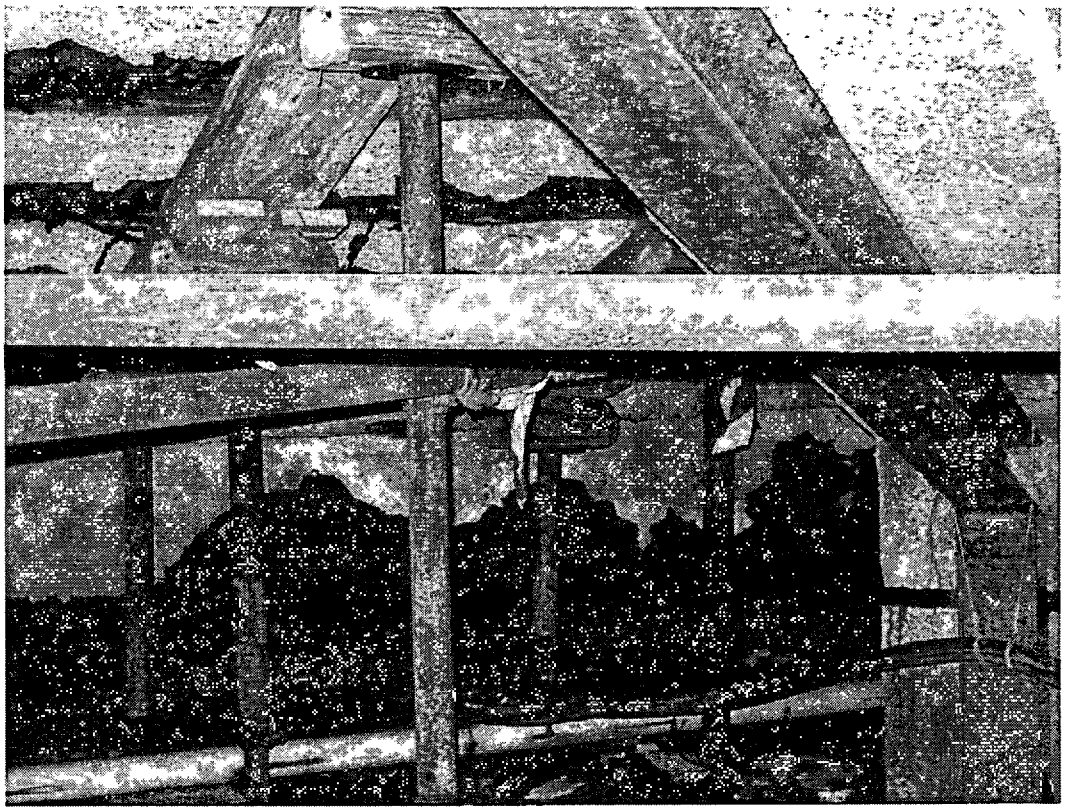


FOTO 5 – PERIMETRO ESTERNO DELLA SCALINATA

FOTO 6- PORZIONE DI SOLETTA DEGRADATA

FOTO 7- STATO DI DEGRADO DI UNA PORZIONE DI FONDAZIONE

Nella foto 5 si intravede uno dei profilati in acciaio mesi in opera alcuni anni fa, la cui efficacia è del tutto inesistente, sia per l'inefficacia degli schemi statici adottati all'epoca, sia per il fatto che essi non interessano l'intera scalinata, sia soprattutto per la mancanza di contrasto tra i profilati stessi e le strutture in C.A. originarie.

Per quel che riguarda le puntellature fatte in legno e tubolari messe in opera di recente, che pure si vedono nelle foto, va sottolineato che sono appena sufficienti a scongiurare la rovina delle parti più degradate delle strutture in C.A.: oltretutto anch'esse non sono riuscite a coprire l'intera estensione dell'intradosso della scalinata per la oggettiva difficoltà di raggiungere le sue parti più basse (lungo il perimetro esterno l'altezza libera del locale sottostante è di pochi decimetri).

Nelle attuali condizioni di conservazione si ritiene del tutto privo della necessaria sicurezza statica, potendosi registrare anche all'improvviso la rottura di qualche barra di acciaio per il raggiungimento della sua resistenza limite a causa del progredire della corrosione.

2 – ESITO DELLE INDAGINI ESEGUITE E DEGLI ACCERTAMENTI SPERIMENTALI

Al fine di valutare le attuali condizioni di esercizio nonché la vulnerabilità sismica dell'opera, sono state eseguite indagini sulle strutture al fine di caratterizzarne meccanicamente i materiali esistenti e indagini geologiche per inquadrare sismicamente il sito.

Indagini sulle strutture

Sulle strutture sono state condotte indagini distruttive ed indagini non distruttive tali da conseguire un adeguato livello di conoscenza, in questa sede si ritiene opportuno sintetizzare gli esiti delle indagini distruttive in quanto più rappresentative.

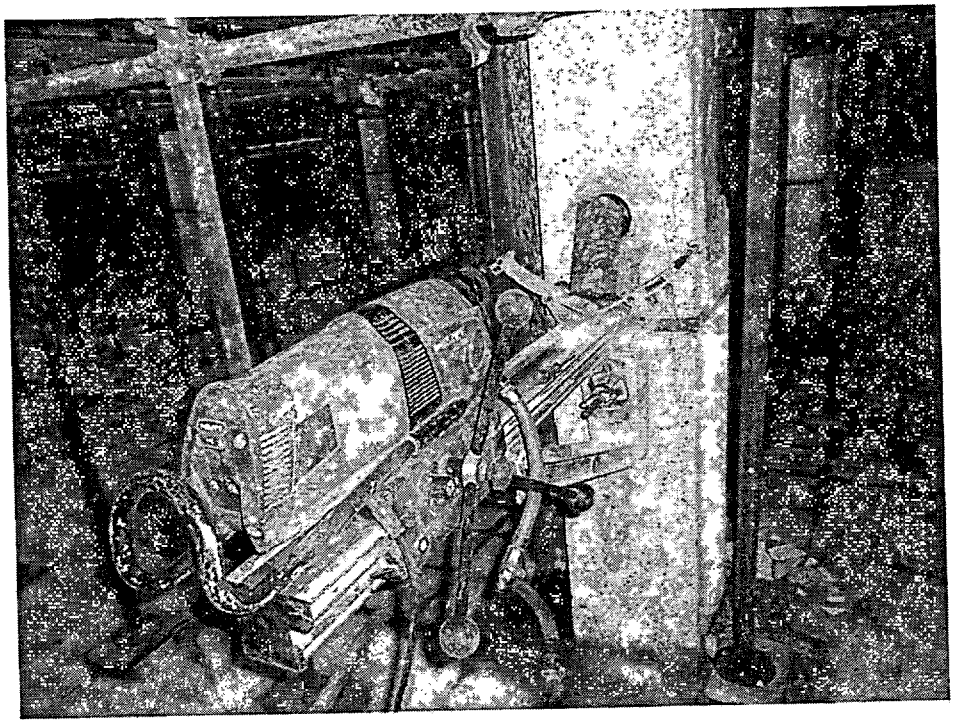
Sono state estratte 8 carote di calcestruzzo da altrettanti elementi strutturali e sottoposti a prova di rottura presso un laboratorio autorizzato.

Per stimare le resistenze caratteristiche si è fatto riferimento alle prescrizioni del D.M. 14/01/2008 e della Circolare n° 617 del 02/02/2009 che hanno fornito per il calcestruzzo i seguenti valori:

Resistenza caratteristica cilindrica	**fck = 10,6 MPa=108,1 KG/CMQ**
Resistenza caratteristica cubica	**Rck = 12,8 MPa=130,5 KG/CMQ**

Se si confrontano tali valori con quelli prescritti del R.D. n° 2229 del 16/11/1939 si può constatare che il calcestruzzo appartiene alla classe di resistenza più bassa fra quelle all'epoca consentite (120 kg/cmq).

FOTO 8-9 PRELIEVO DI CAROTE IN CALCESTRUZZO



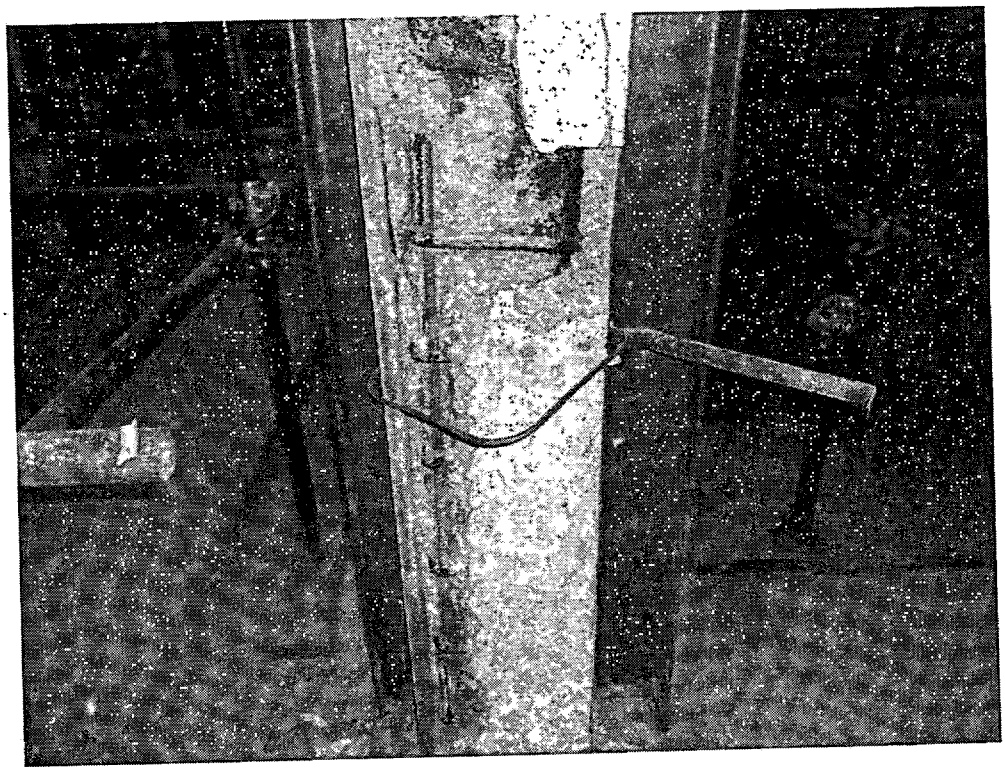


FOTO 10- PRELIEVO DI BARRE DI ARMATURA

FOTO 11- RILEVO DELLE ARMATURE

Indagini geognostiche

Sempre nei riguardi di quanto previsto dal citato D.M. 14/01/2008 e dalla vigente normativa regionale (D.G.R. n° 387/2009), la struttura in esame va ascritta alla Classe d'uso III (**Strutture per l'Istruzione – Università**) per le azioni sismiche derivanti dal fatto che il sito è classificato zona sismica 3A.

Nel sito in esame sono state condotte le seguenti indagini:

due sondaggi geognostici a 20 m ed a 25 m con NSPT in foro per la caratterizzazione del terreno;

due sondaggi geo-archeologici a 15 m

due prove geofisiche tipo MASW per la determinazione delle Vs 30

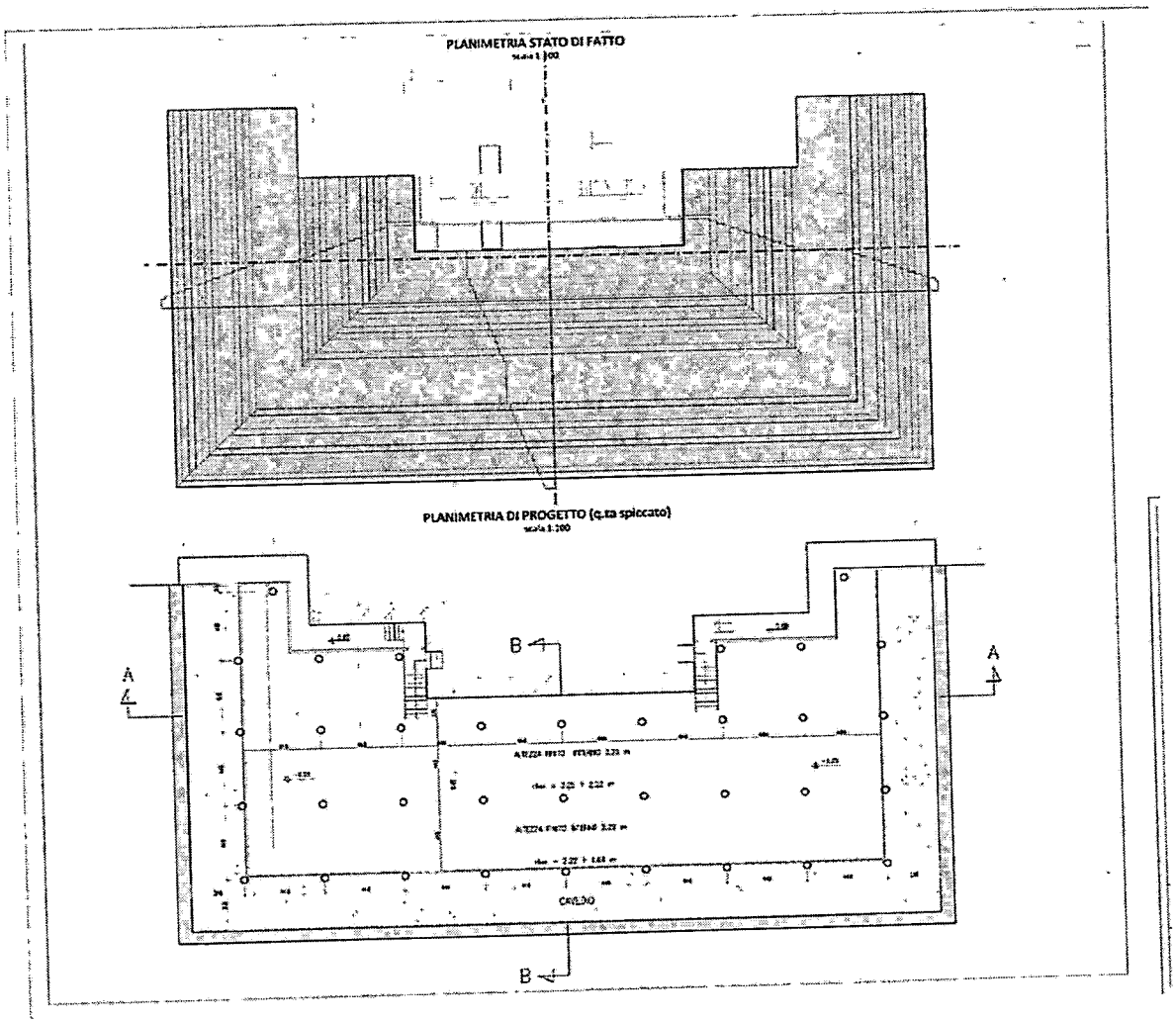
Sulla base degli esiti forniti dalle prove è stato attribuito il terreno di sedime alla categoria "C" ai sensi del D.M. 14/01/2008, con una condizione topografica di categoria "T1".

La stratigrafia del suolo è caratterizzata dalla presenza di terreni di riporto eterogenei sciolti fino a circa 17,00m dal p.c., successivamente si riscontrano delle piroclastiti poco cementate a granulometria argillosa debolmente limosa ed a 23,50 m l'inizio della formazione delle argille azzurre vaticane, che si presentano plastiche mediamente consistenti, in costante aumento procedendo in profondità. La continuità delle caratteristiche geotecniche degli strati con la profondità, sono testimoniate dai risultati delle prove sismiche indirette.

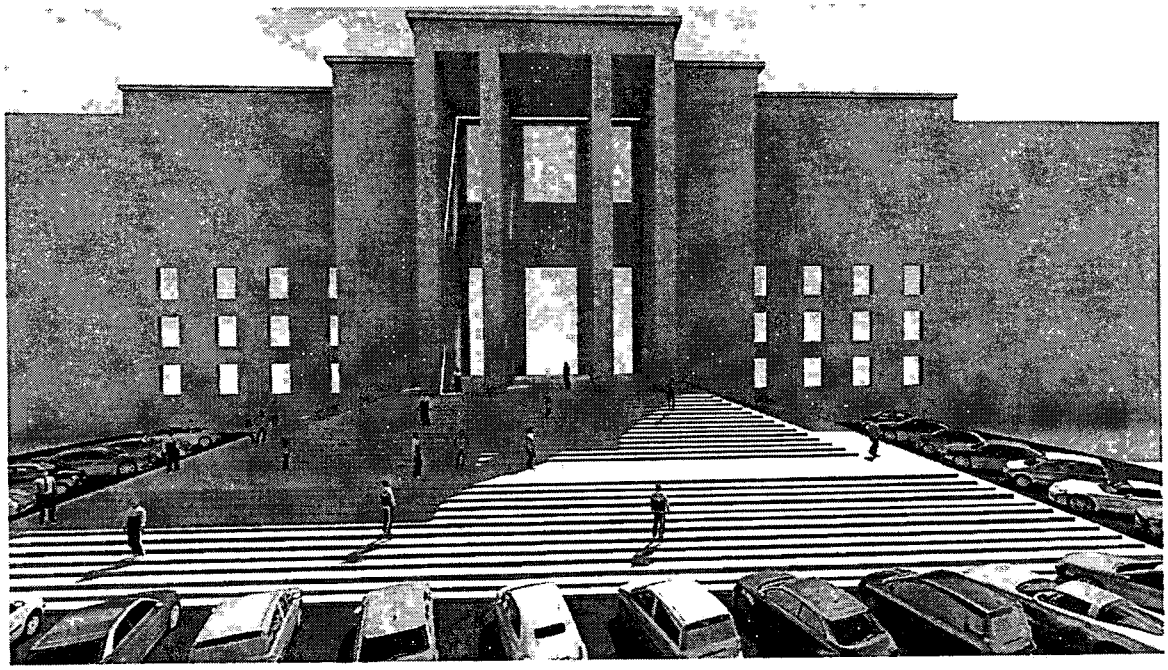
Dalle prove di laboratorio sui campioni prelevati, i parametri geotecnici risultano sostanzialmente confermati rispetto alla stima ottenuta dall'elaborazione delle prove penetrometriche.

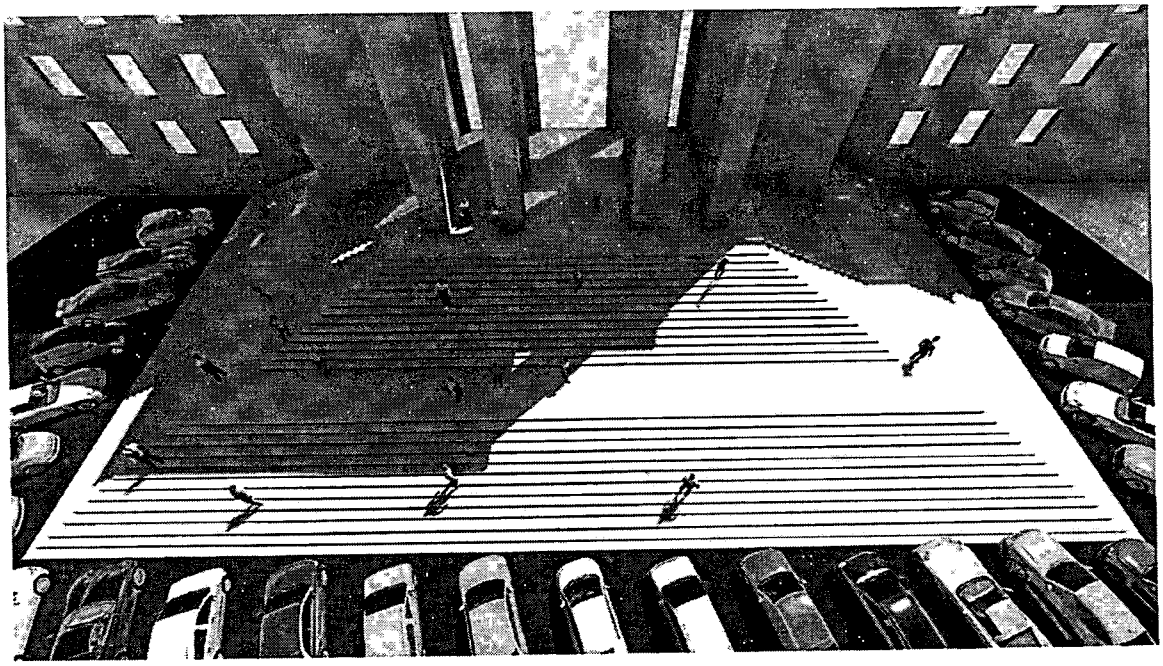
Rilievo Geometrico della struttura

Al fine di completare le indagini conoscitive sulla struttura è stato effettuato un rilevo geometrico con stazione totale. Sulla base di tale rilevo è stato poi ricostruito un rilevo geometrico tridimensionale dello scalone allo stato attuale.


PLANIMETRIA STATO DI FATTO
PLANIMETRIA DI PROGETTO (q.ta spiccato)
A
A
B
B
CIELO

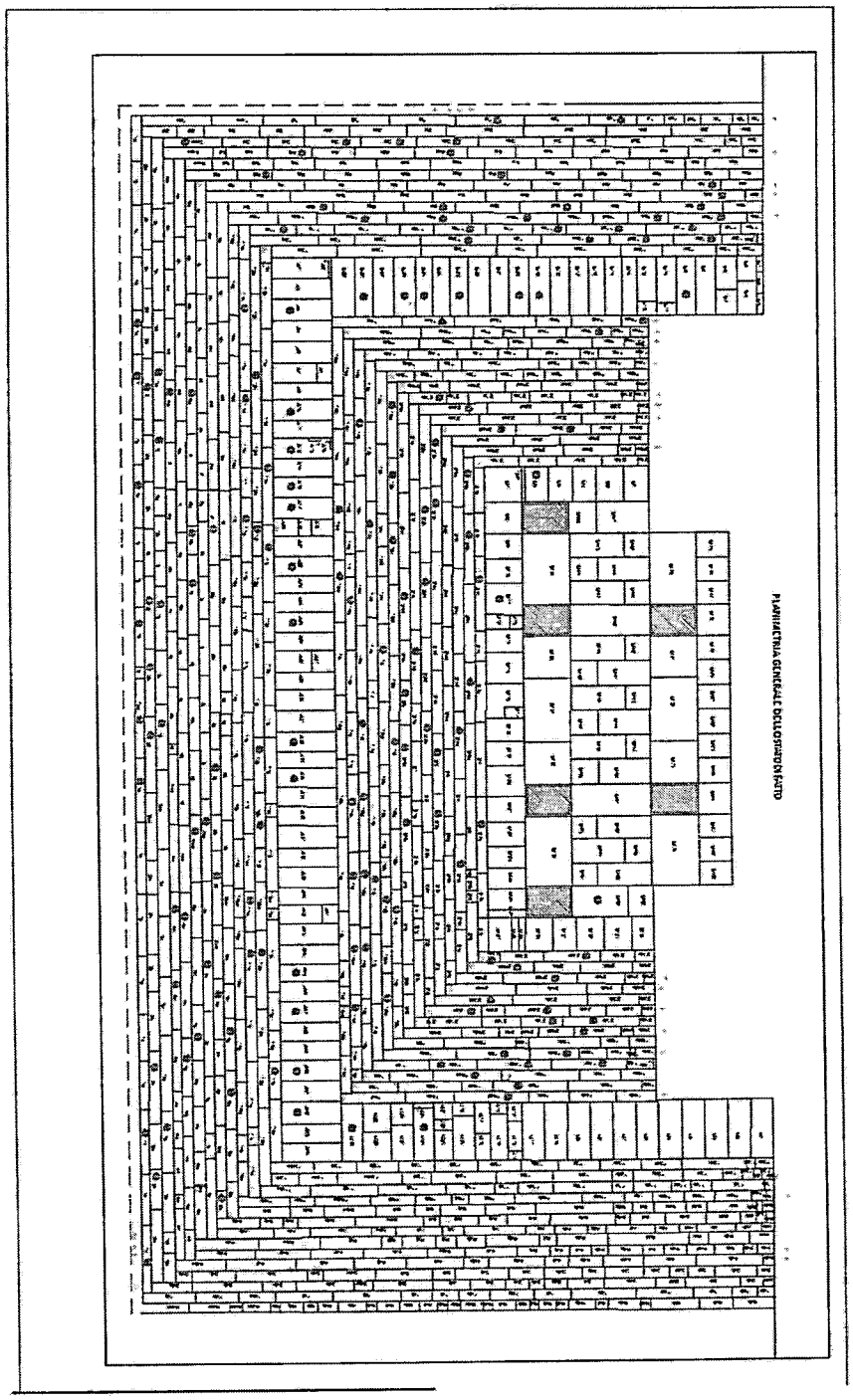
RILIEVO TRIDIMENSIONALE- VISIONE PROSPETTICA CENTRALE





RILIEVO DEGLI ELEMENTI LAPIDEI

E' stato effettuato anche un rilievo degli elementi lapidei della scalinata attualmente esistenti, al fine di catalogare, e preservare in fase di smontaggio degli stessi, i singoli elementi marmorei per la successiva ricollocazione dopo la fase di ristrutturazione delle strutture.



Analisi di vulnerabilità

Si riportano in sintesi i risultati ottenuti dall'analisi strutturale condotta dalla società TECNICA MP.

La prima analisi considera le resistenze medie dei materiali "non ridotte" così come determinate dalle indagini in sito svolte sugli elementi integri.

La seconda analisi, per tenere conto del pessimo stato di conservazione delle strutture, considera "una riduzione diffusa delle stesse resistenze di un 30%", dato non oggettivo ma abbastanza attendibile e forse anche ottimistico viste le condizioni reali della struttura.

Come si evince dalle tabelle riepilogative dei risultati ottenuti dalle due diverse analisi si evince che:

nella prima, dove sono state considerate le resistenze medie dei materiali "non ridotte", l'insorgere della crisi nelle strutture avviene per un'azione sismica pari al 50% di quella prevista dalla norma.

Nella seconda, dove sono state considerate le resistenze medie "ridotte" del 30%, l'aliquota dell'azione sismica prevista dalla norma che segna l'inizio della crisi strutturale, avviene per un'azione sismica pari al 40% di quella prevista dalla norma.

TABELLA 1- PRIMA ANALISI

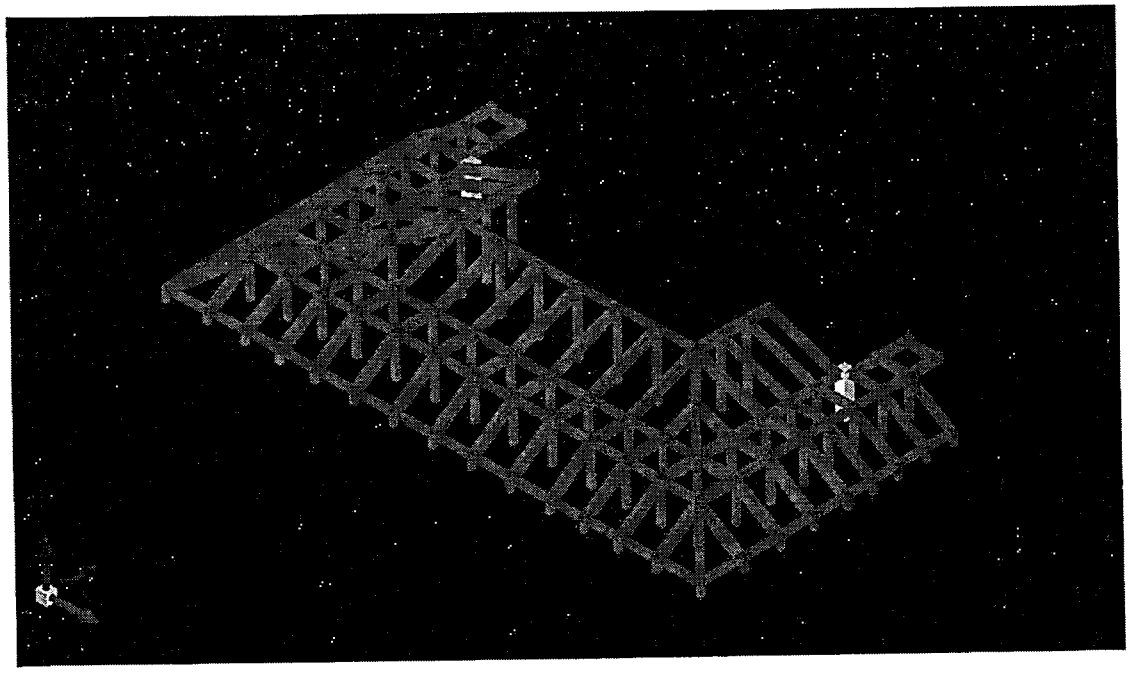
Descrizione	Stato limite	molt.	comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Sisma =100%Su	Taglio	0.537	SLV 9	0.14	0.534	244	0.431
Sisma =100%Su	Flessione	0.906	SLV 7	0.236	0.902	1317	0.861
Sisma =10%Su	Taglio	5.17	SLV SLV3	0.278	1.061	2341	1.09
Sisma =10%Su	Flessione	9.906	SLV SLV2	0.278	1.061	2341	1.09
Sisma =50%Su	Taglio	1.08	SLV SLV3	0.278	1.061	2341	1.09
Sisma =50%Su	Flessione	1.969	SLV SLV2	0.278	1.061	2341	1.09

TABELLA 2- SECONDA ANALISI

Descrizione	Stato limite	molt.	comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Sisma =50%Su_(-30%)	Taglio	0.802	SLV SLV3	0.206	0.787	829	0.712
Sisma =40%Su_(-30%)	Taglio	0.988	SLV SLV3	0.259	0.987	1811	0.981
Sisma =30%Su_(-30%)	Taglio	1.299	SLV SLV3	0.278	1.061	2341	1.09

Infatti, nonostante le assunzioni sulle resistenze dei materiali per l'effettivo stato di degrado in cui si trovano possono essere definite "ottimistiche", le analisi numeriche svolte hanno evidenziato che le strutture sono inadeguate sia staticamente che sismicamente, nonostante un'intrinseca capacità di resistenza alle sollecitazioni dinamiche dovuta alla particolare forma della stessa (struttura bassa con un'asse di simmetria e forma tronco piramidale).

IMMAGINI DELLE VERIFICHE IN CONDIZIONI STATICHE (in rosso gli elementi non verificati)



A seguire, sono state effettuate le verifiche di vulnerabilità della struttura sia ai carichi verticali che alle sollecitazioni sismiche.

Sia nel caso dei carichi verticali (peso proprio + accidentali), che nelle condizioni di carico in cui è presente l'azione sismica al 50% (verifica sismica) la struttura non risulta verificata in diversi elementi.

Ciò conferma che si rende necessario inibire l'uso della struttura in quanto potrebbe verificarsi la condizione sfavorevole che nel corso di un evento, con elevato grado di affollamento e in concomitanza di un evento sismico, la struttura collassi.

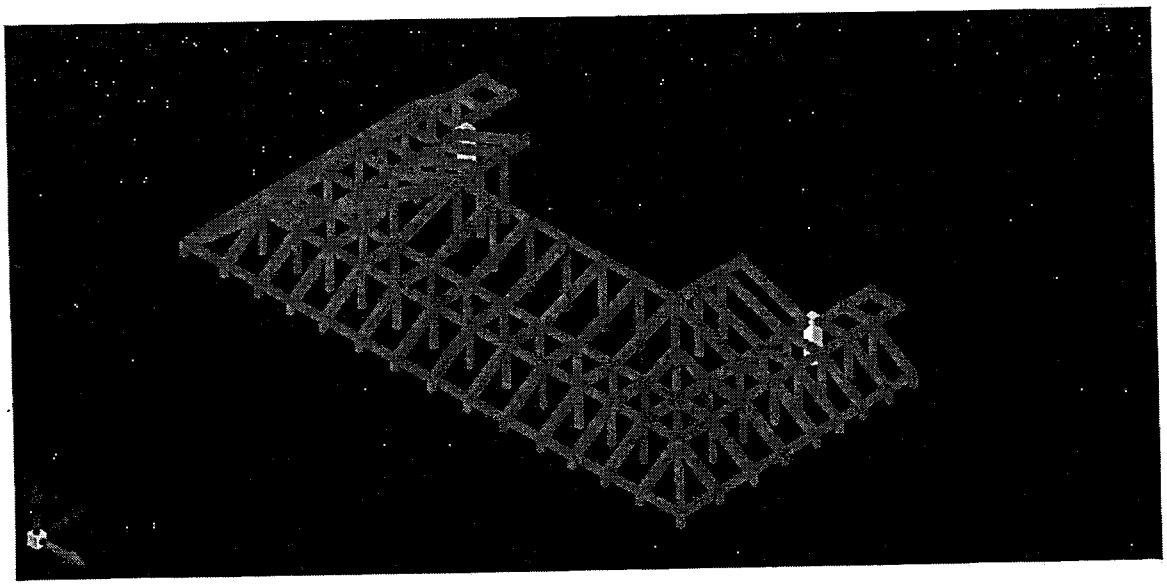
In particolare per effettuare tali analisi e tener conto della reale condizione delle strutture, si è diminuita progressivamente la capacità di resistenza delle stesse del 30%, 40% fino al 50%.

Tale verifica ha evidenziato che già con una riduzione della resistenza del 40% l'azione sismica non è verificata.

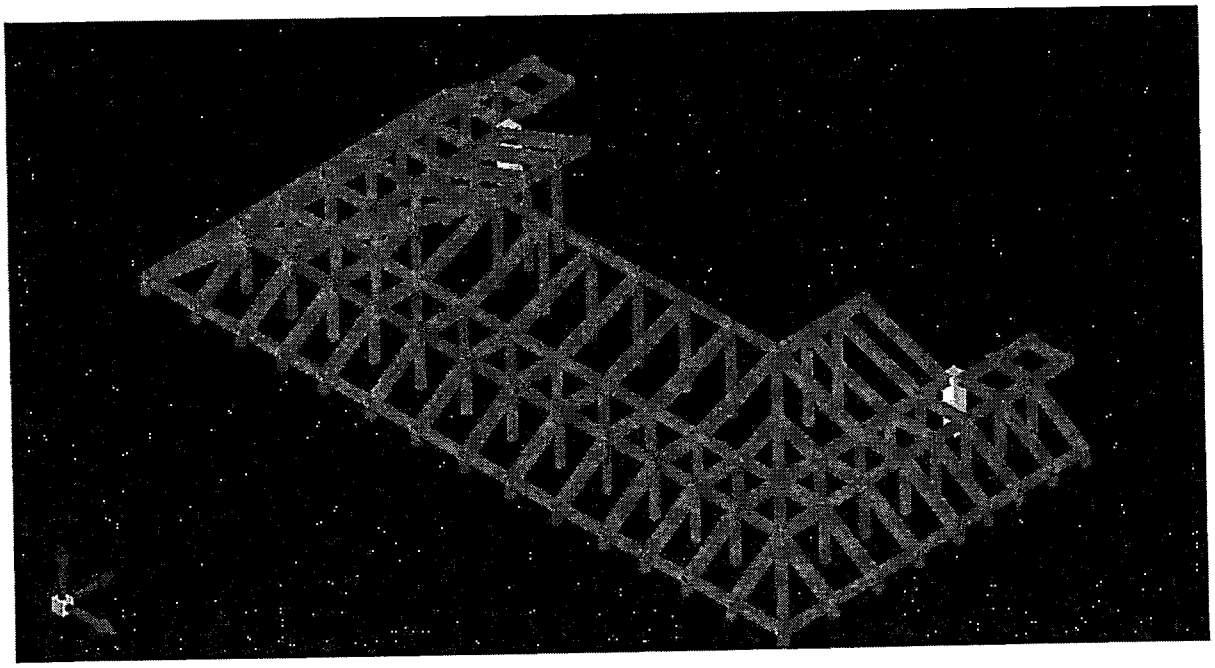
Sebbene la struttura, pur essendo stata costruita in un periodo storico in cui non si teneva conto degli effetti del sisma, allo stato attuale presenta un basso indice di sicurezza sia per carichi verticali che orizzontali.

Pertanto in conclusione la struttura necessita di adeguamento sismico o almeno di un miglioramento sismico.

IMMAGINI DELLE VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE CON SISMA=50% del Sisma ultimo (in rosso gli elementi non verificati)



IMMAGINI DELLE VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE CON SISMA=100% del Sisma ultimo



Conclusioni

Sulla base di quanto esposto circa lo stato di conservazione degli elementi strutturali, dalle risultanze delle indagini esperite e dalle analisi numeriche condotte, emerge chiaramente che le capacità prestazionali delle strutture sono di gran lunga al di sotto di quanto richiede l'attuale normativa.

La stima delle caratteristiche meccaniche dedotta dagli esiti delle prove di laboratorio e quantificate in:

Resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo **R ck = 12,8 MPa=122, 4 kg/cmq**

Tensione media di snervamento dell'acciaio in barre **f ym = 330 MPa=3365,1 kg/cmq**

si riferiscono a campioni di calcestruzzo e di acciaio che sono stati estratti da elementi strutturali integri, in quanto risulterebbe impossibile ricavare una carota da un calcestruzzo fortemente degradato e danneggiato come anche sottoporre a prova di trazione monconi di barre d'armatura interessati da un'accentuata corrosione.

Ciò nonostante, per poter fornire dei valori di riferimento, si ritiene opportuno informare che la vigente normativa, per le nuove costruzioni, ammette come valori minimi :

Resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo **R ck = 25 MPa= 254,9 kg/cmq**

Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio in barre **f yk = 450 MPa=4588,7 kg/cmq**

In definitiva, anche in ragione del fatto che trattasi di una struttura ad uso pubblico suscettibile di affollamento, si ritiene che i margini di sicurezza, sia in condizione di normale esercizio che in condizioni sismiche, non siano sufficienti a garantire la normale fruizione dell'opera.

Le opere provvisionali realizzate per conferire alle strutture un maggior grado di sicurezza, per quanto appaiano almeno in parte inefficaci (trattasi dei profilati in acciaio mesi in opera alcuni anni fa) e appena sufficienti a scongiurare la rovina delle parti più degradate delle strutture in C.A (puntellature fatte in legno e tubolari), stante le attuali condizioni ambientali in cui si trovano, saranno destinate anch'esse a deteriorarsi in breve tempo. Pertanto si ritiene inutile, nonché anti-economico, continuare a perseverare con soluzioni di questo tipo, mentre si rivela indispensabile realizzare strutture definitive che abbiano caratteristiche prestazionali conformi a quanto richiesto dalla vigente normativa, garantendo soprattutto una protezione efficace e duratura dalle infiltrazioni d'acqua e dalle risalite capillari.

3.- INTERVENTI DI RECUPERO

Qualsiasi intervento di recupero del manufatto non può prescindere dallo smontaggio degli elementi lapidei esistenti con successiva loro ricollocazione ad intervento di rinforzo strutturale concluso.

Gli interventi possibili per il ripristino delle condizioni statiche e sismiche aderenti all'attuale normativa , potranno orientarsi verso una delle due seguenti soluzioni:

Adeguamento sismico ottenibile dalla demolizione completa , previo smontaggio degli elementi lapidei esistenti delle strutture esistenti e loro ricostruzione ex novo ;

Miglioramento sismico ottenibile mediante parziale demolizione e ricostruzione di alcune parti delle strutture particolarmente degradate e bonifica e consolidamento delle parti non demolite.

Ovviamente, trattandosi di una struttura destinata all'uso pubblico e soggetta oltretutto a vincolo architettonico e ad un possibile elevato affollamento, in entrambi i casi il progetto dovrà essere presentato alla Soprintendenza Architettonica ed Archeologica oltre che al Genio Civile (OPENGENIO) per ottenerne la preventiva autorizzazione sismica (controllo obbligatorio).

Occorre sottolineare che la soluzione a) risulta aderente alla descrizione a suo tempo indicata nell'allegato tecnico al contratto stipulato con la BEI per il finanziamento dell'opera *"il sottoprogetto Scalone Monumentale è finalizzato a rendere pienamente utilizzabile la scalinata monumentale ripristinando esternamente lo status originale ed utilizzando lo spazio sottostante ad archivio a*

servizio degli uffici dell'amministrazione centrale, ad alleggerire le strutture del Rettorato ed il suo carico di incendio".

Soluzione a)

Si dovrà procedere al progetto di ricostruzione delle strutture in calcestruzzo avendo cura in tal caso di adottare i seguenti accorgimenti:

sarà possibile ridurre il numero, la posizione e le dimensioni geometriche dei pilastri rispetto allo stato ante operam onde consentire il migliore utilizzo del volume sottostante allo scalone per realizzarvi un archivio;

adozione di travi possibilmente "a spessore" con lo scopo di ridurne l'ingombro sotto alle nuove solette in CA, aumentando l'altezza utile interna.

Per quel che riguarda gli interventi da prevedere sulle strutture, dopo la rimozione dei gradini in travertino (previo loro accurato rilievo, numerazione ed accantonamento per il successivo reimpiego), allo stato è ipotizzabile che si debba procedere alla completa demolizione delle solette, delle travi e dei pilastri che sopportano le gradinate esistenti: tali demolizioni dovranno essere effettuate in modo da non portare fastidi agli adiacenti locali del Rettorato che sono stati ristrutturati di recente (locali protocollo).

Dovranno anche essere messi in luce e demoliti tutti i plinti rimuovendo l'attuale pavimentazione e scavando fino al loro piano di imposta; dovranno essere rimossi anche tutti i profilati in ferro attualmente esistenti (travi inclinate, ritti e traverse inferiori), e come già detto, totalmente inutili.

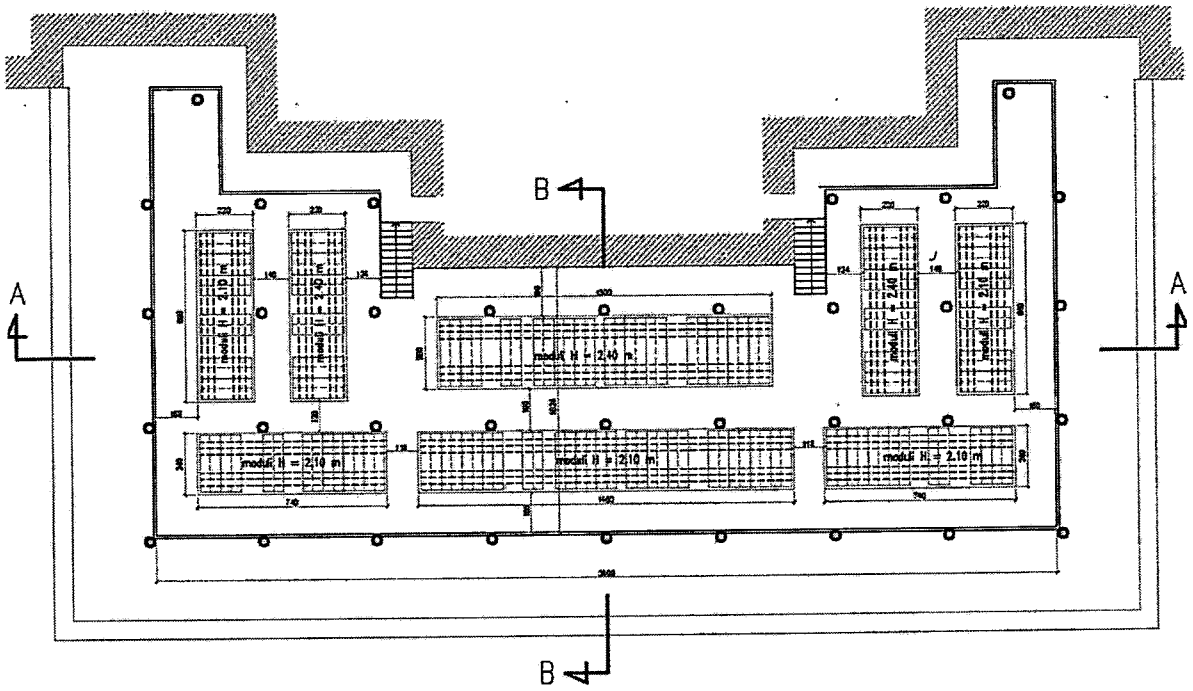
Le nuove fondazioni saranno molto probabilmente costituite da un graticcio di travi rovesce tessute nelle due direzioni ed opportunamente impermeabilizzate rispetto al terreno sottostante: da esse spiccheranno i nuovi pilastri su cui saranno gettate le nuove solette ad andamento inclinato per ricostituire le scalinate.

Successivamente saranno ripristinate le gradinate in travertino con i blocchi originari, provvedendo al reintegro di quelli rotti od eccessivamente danneggiati, previa la completa impermeabilizzazione del loro piano di posa.

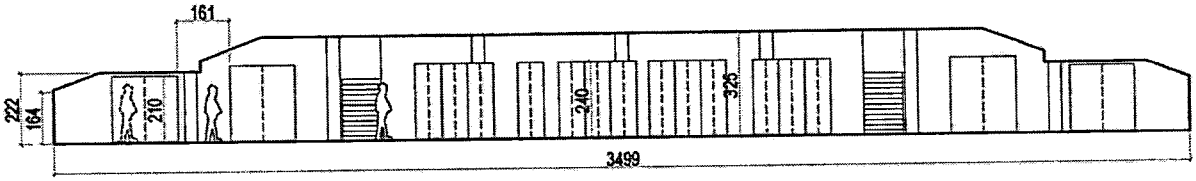
Il calpestio del locale sottostante allo scalone potrà essere ricostruito mediante l'impiego di casseri in plastica tipo IGLU' con sovrastante getto di cappa in CA di spessore idoneo a sopportare il peso degli armadi compattabili destinati a realizzare l'archivio: il volume sottostante il calpestio e

quello ad esso sovrastante dovranno essere adeguatamente ventilati per evitare il formarsi di umidità e muffe.

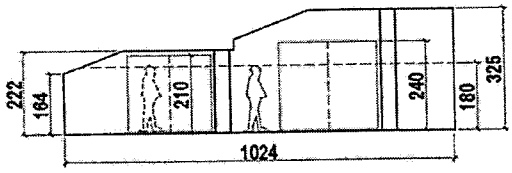
SCHEMA PALNIMETRICO



SEZIONE A-A



SEZIONE B-B



Complessivamente la superficie utile calpestabile da adibire ad archivio si aggira intorno ai 400 m^2

Soluzione b)

Seguendo tale soluzione, invece, dopo la preventiva rimozione delle sovrastrutture in travertino, si dovrà procedere alla demolizione delle solette delle gradinate in C.A. nella loro parte più vicina all'attacco a terra (che è risultata di gran lunga la più degradata), ma senza demolire le relative travi e senza tagliare le loro armature di collegamento con queste: tali demolizioni consentirebbero oltretutto di realizzare degli accessi provvisori agli ambienti sotto allo scalone senza dover portare fastidi agli adiacenti locali del Rettorato che sono stati ristrutturati di recente. Anche in tal caso dovranno essere rimossi tutti i profilati in ferro attualmente esistenti.

Dovranno anche essere messi in luce tutti i plinti demolendo l'attuale pavimentazione e scavando fino al loro piano di imposta in quanto le parti di fondazione già messe in luce presentano un avanzato stato di degrado delle armature con la conseguente disgregazione del calcestruzzo.

Le parti di struttura che potranno essere mantenute (plinti, pilastri, travi e solette delle gradinate superiori) dovranno essere sottoposte al seguente ciclo di lavorazioni:

- rimozione di tutte le parti di calcestruzzo distaccate, lesionate o comunque degradate (copriferri);

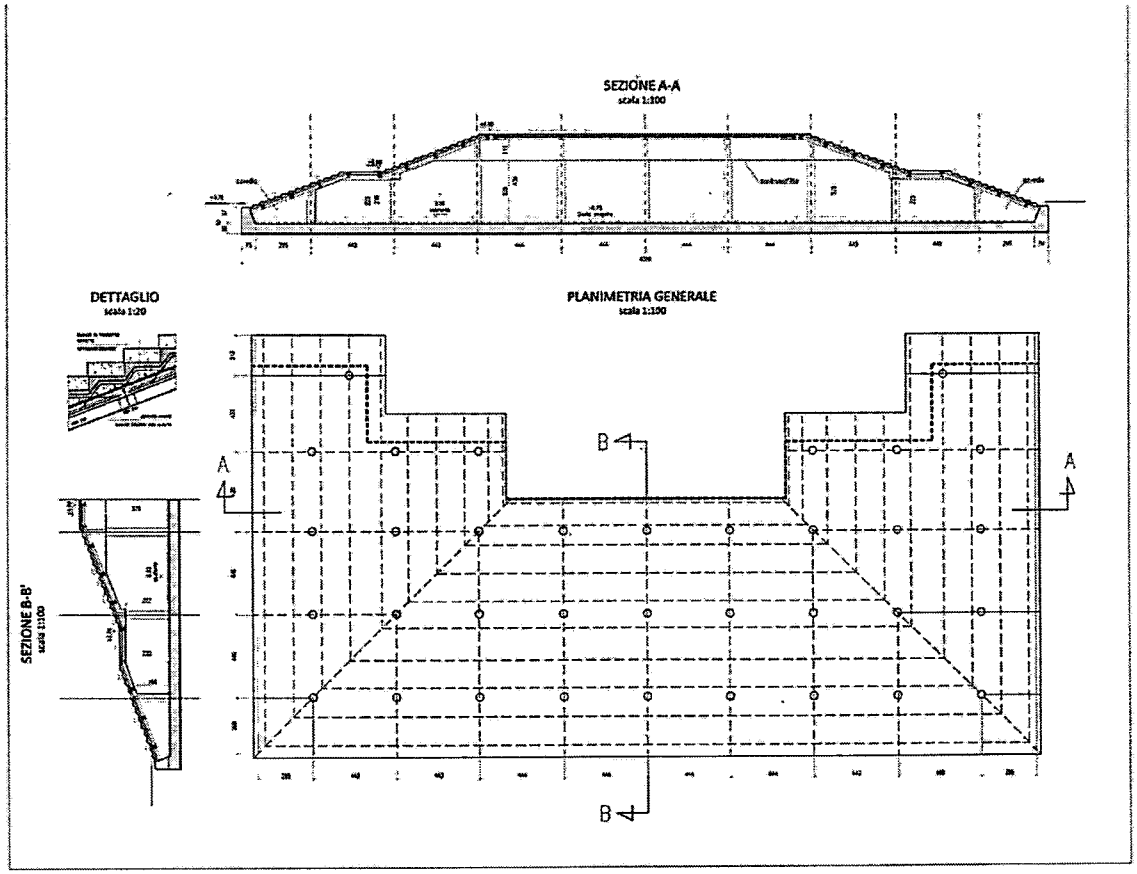
- pulizia di tutte le barre messe in luce ricorrendo se del caso anche alla loro sabbiatura;

- reintegro delle barre, con l'aggiunta di quelle occorrenti per l'adeguamento antisismico, e ricostruzione delle sezioni di calcestruzzo con impiego di malte cementizie premiscelate ad elevata resistenza;

- ricostruzione delle parti di strutture precedentemente demolite (gradinate, plinti, ecc.);

- realizzazione di un solaio aerato (tipo iglù) per il ripristino del piano di calpestio interno;

- ricerca ed eliminazione delle cause di risalita dell'umidità dal terreno (fogne che perdono, ecc.);



IPOTESI DI INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DI TIPO b)

VALUTAZIONE COSTI/BENEFICI

Lo stato di degrado in cui versano le strutture in elevazione (travi, pilastri e soletta della gradonata) ed in maggior misura le strutture di fondazione, rende oggettivamente difficile riuscire a redigere a livello di progetto di fattibilità tecnico-ecoonomica, qual'è il presente, una precisa stima analitica. Gli effettivi costi da sostenere per la realizzazione delle due diverse ipotesi progettuali ipotizzate sono rinviati al successivo livello progettuale. In questa fase ci si è limitati, così come stabilito dal Nuovo Codice degli Appalti, a fornire una stima parametrica, rinviando la stesura del Computo Metrico Estimativo al livello successivo (definitivo/esecutivo), ovvero dopo che l'Amministrazione è chiamata a fare scegliendo, tra le due diverse proposte, quella che riterrà, dal punto di vista costi/benefici, la più utile per la collettività.

Nelle more di quantificazione parametrica dei lavori (circa euro 1,5 milioni) e delle forniture (circa euro 230.000), è ragionevole fin da subito ritenere che il costo di realizzazione di ambedue le

soluzioni proposte, sia pressoché equivalente; infatti il maggior onere che l'Amministrazione dovrà sostenere per la realizzazione dell'intervento di consolidamento (soluzione b), verrebbe compensato dal maggior onere necessario per l'implementazione impiantistica nel caso della soluzione a) con gli spazi da allestire ad archivio.

Pertanto la scelta tra le due ipotesi riveste un differente peso costi/beneficio, oltre ad un carattere qualitativo a favore della soluzione a), che prevede la realizzazione, nel sottoscala, di un ampio ambiente a destinazione archivio con altezza minima pari a circa 2.40 m e massima superiore ai 4 m, con una superficie utile di circa 750 mq, dotato di ricambi d'aria e sistemi antincendio e quindi utilizzabile in piena sicurezza dal personale preposto.

Viceversa, nell'ipotesi b), venendo a diminuire le altezze interne del sottoscala ed essendo maggiormente invasive le lavorazioni di rinforzo strutturale, l'utilizzo dello stesso viene ad essere limitato a semplice deposito nel rispetto delle normative sulla sicurezza.

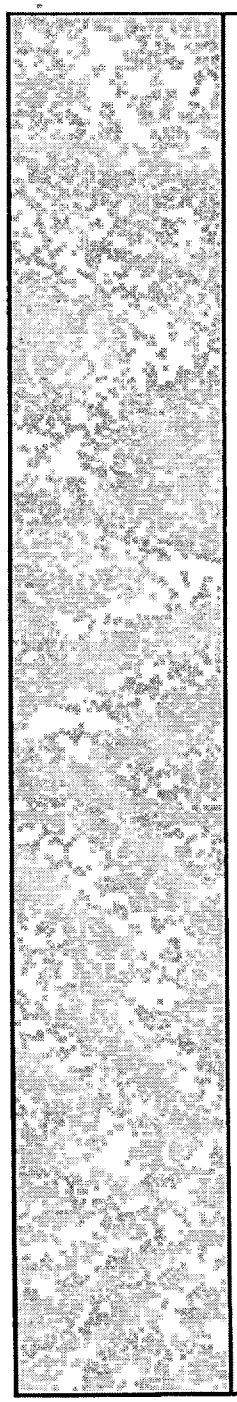
I due interventi pertanto si differenzierebbero, dal punto di vista dei costi, solamente per la successiva fornitura degli armadi compattabili previsti nella soluzione a); costo giustificato dalla possibilità di archiviazione di circa 30.500 faldoni su 2.450 ml di scaffali per archiviazione.

Inoltre, nel primo caso (ipotesi a), trattandosi di una struttura realizzata completamente ex novo, dal punto di vista delle normative antismiche questa verrebbe ad essere considerata "adeguata" completamente, con un grado di sicurezza del 100%; mentre, nel secondo caso (ipotesi b), trattandosi di un intervento di consolidamento delle strutture esistenti, il grado di sicurezza raggiungibile sarebbe un semplice "miglioramento sismico" con un grado di sicurezza inferiore, per cui l'ipotesi a) tra le due, offre un maggior grado di sicurezza per gli utenti che utilizzano la struttura.

Infine, posta la necessità oggettiva che ha Sapienza di disporre di ulteriori spazi ad archivio, nel rispetto delle normative statiche ed antincendio, tra i benefici andrebbe anche ricompreso e valutato il costo necessario per surrogare con altra e diversa scelta dell'Amministrazione, la funzione archivio all'interno della Sapienza, ottenibile, in alternativa, o ricorrendo al mercato della locazione nell'intorno della Città Universitaria o mediante ricorso ad una ristrutturazione, in un sito alternativo interno alla Città Universitaria stessa con costi maggiori e benefici minori.

Si riporta nella seguente tabella la sintesi dei vantaggi e delle criticità delle due soluzioni proposte.

	VANTAGGI	CRITICITA'
Soluzione a)	Recupero e rifunzionalizzazione dei locali archivio, per una superficie di circa 750 m^2, nel rispetto della deroga rilasciata dai VV.F in data 23/04/2007, per l'ottenimento della deroga al rilascio del CPI. Rivalorizzazione patrimoniale del manufatto. Adeguamento sismico dello scalone ottenibile al 100%. Alleggerimento generalizzato delle strutture del Rettorato. Recupero e riutilizzo ad altre funzioni degli altri spazi archivio ubicati all'interno del Rettorato. Minore tempo di esecuzione dei lavori. Minor tempo per l'ottenimento della autorizzazione sismica da parte del Genio Civile, trattandosi di nuova costruzione e non necessitando, quindi, del progetto e collaudo originari. Piena aderenza alla descrizione del sottoprogetto concordato con la BEI Differenziale positivo costi/benefici	Maggiore impatto delle operazioni di cantiere per la movimentazione dei materiali di risulta e di eventuali manufatti prefabbricati.
Soluzione b)	Limitato impatto delle operazioni di cantiere per la minore movimentazione di materiali di risulta.	Ridotta altezza utile con improbabile possibilità di utilizzo a norma degli spazi ad archivio.

		Limitata flessibilità di utilizzo dell'ambiente sottoscala. Difficoltà oggettive per il conseguimento di un grado di sicurezza conforme alla normativa tecnica sulle costruzioni. Particolare difficoltà nelle operazioni di scarnifica delle parti strutturali ammalorate soprattutto in presenza di spessori esigui. Necessità di creare varchi sulla scalinata per consentire l'esecuzione di lavori pesanti all'interno del manufatto in considerazione dell'attuale accessibilità ai locali. Maggior tempo per l'ottenimento della autorizzazione sismica da parte del Genio Civile stante anche la mancanza del progetto e del collaudo statico originari del manufatto da consolidare. Non rispondenza al sottoprogetto concordato con la BEI. Maggiori tempi di realizzazione dell'opera. Maggiori costi degli interventi strutturali, compensati solamente dal beneficio conseguente al miglioramento sismico dello scalone.

Si resta a disposizione per fornire maggiori approfondimenti e dettagli qualora ritenuti necessari dalla S.V.

Roma, 27 giugno 2017

Ing. Stefano Tatarelli

Stefano Tatarelli

"Sapienza" Università di Roma

PARERE

sugli interventi da realizzarsi per lo Scalone monumentale del Rettorato
in base alla Deliberazione n. 282/17
del Consiglio di Amministrazione del 18 luglio 2017

Indice

1. Premessa
2. Quadro introduttivo
3. Condizioni attuali dello Scalone e tipi d'intervento
4. Discussione delle proposte d'intervento
5. Considerazioni conclusive

1. Premessa

Informato in data 21 luglio 2017 dalla dott.ssa Sabrina Luccarini, Dirigente Area Gestione Edilizia, della deliberazione del CdA di acquisire il parere del sottoscritto circa gli interventi da realizzarsi per la messa in sicurezza e il consolidamento dello Scalone monumentale del Rettorato, mi sono recato nella mattina del 25 luglio 2017 presso l'Ufficio del RUP, arch. Claudio De Angelis, e del progettista incaricato, ing. Stefano Tatarelli.
In tale occasione si è discusso dei problemi dello scalone, dell'origine dei danni e di tutta la documentazione ad oggi prodotta (indagini, rilievi, prove geotecniche, prelievi e analisi dei materiali ecc.) poi fornitami su supporto informatico.
Nel pomeriggio del medesimo giorno ho effettuato, anche in presenza della dott.ssa Luccarini, un sopralluogo presso lo scalone.
In data 20 settembre 2017 è stato condotto un secondo sopralluogo, anche in presenza del prof. ing. Antonino Gallo Curcio, ordinario f.r. della "Sapienza" ed esperto di consolidamento e sicurezza, statica e sismica, di strutture storiche.

2. Quadro introduttivo

La questione di come intervenire sullo Scalone monumentale deve partire dalla considerazione che si tratta di un 'bene culturale' ope legis *ai sensi del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 e successive modifiche), per la sua età superiore ai 70 anni e la sua appartenenza ad un'istituzione pubblica. Ciò comporta che ogni progetto d'intervento sul bene debba essere sottoposto al giudizio preventivo della competente Soprintendenza, quale che sia la soluzione prescelta.*
Il Codice BCP all'art. 29 stabilisce, inoltre, che la modalità d'intervento antisismico debba essere il 'miglioramento' in luogo dell''adeguamento' alle norme sismiche, riguardando quest'ultimo gli edifici correnti privi di valore culturale e quelli da ampliare oppure soggetti a consistenti incrementi dei carichi o a variazioni di destinazione d'uso.

In entrambi i casi è d'obbligo procedere alla valutazione della sicurezza del manufatto ed alla verifica della struttura e delle sue carenze, qualunque sia la tipologia costruttiva. Operazione, questa, già opportunamente compiuta dall'Area Gestione Edilizia.
Il menzionato 'miglioramento' prevede un intervento meno invasivo e più rispettoso del bene, fondato sulla fiducia nelle capacità residue di resistenza delle sue vecchie strutture, riconosciute anch'esse di valore storico, e su interventi che le rafforzino e rendano più rispondenti alle sollecitazioni statiche e soprattutto sismiche cui il manufatto è o potrà essere sottoposto.
Un'altra modalità che sta guadagnando considerazione (come risulterà nella versione, ormai prossima alla pubblicazione, delle nuove *Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC*, dove, per gli edifici esistenti, è considerata preferibile rispetto all''adeguamento' ed allo stesso 'miglioramento') è la 'Riparazione e intervento locale', ai sensi delle attuali NTC, D.M. 14 gennaio 2008, art. 8.4.3, per sua natura ancora meno invasiva. Essa comporta che "non siano prodotte sostanziali modifiche al comportamento […] della struttura nel suo insieme e che gli interventi comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti".
Per essa non sono richiesti il deposito del progetto strutturale al Genio Civile e neppure il collaudo dei lavori ma è sufficiente la semplice *Relazione*.
Per lo Scalone e le sue strutture si apre, quindi, una vasta gamma di possibilità che vanno dalla semplice riparazione locale, condotta per parti e singoli elementi, fino alla demolizione e ricostruzione (che non è, di per sé, vietata dall'avvenuto riconoscimento dello Scalone come bene culturale, purché il relativo progetto sia approvato, come detto, dalla Soprintendenza).
In ogni caso, trattandosi di un 'monumento vincolato', ai sensi del Codice BCP bisognerebbe preferibilmente operare in termini di miglioramento o di riparazione e intervento locale.
Si deve considerare che il 'miglioramento', contrariamente a quanto comunemente si pensa e viene grossolanamente divulgato (ad esempio, in merito al restauro ed alla ricostruzione dei centri abitati dell'Italia Centrale danneggiati dai sismi del 2016 e 2017) dai mezzi di comunicazione di massa, non è una forma riduttiva e in sé meno efficace dell''adeguamento' ma un modo d'intervenire specifico e peculiare sulle preesistenze, specialmente murarie.
Modo che unisce una sensibilità storica (studio della natura del bene, del suo comportamento nel tempo, dei danni palesati, delle modifiche e degli interventi subiti) e di comprensione profonda del manufatto (in termini di anamnesi, eziologia e diagnosi, si potrebbe dire), ad una specificatamente scientifico-tecnica, riferibile a metodi di calcolo e verifica numerica propri della scienza delle costruzioni, traendo dalla sinergia delle due modalità di approccio la linea operativa (terapia) più adatta al caso specifico, per definizione sempre unico e irripetibile.
Esso, inoltre, non si affida con ingenua fiducia alla elaborazione di calcoli, legati a software più o meno raffinati; calcoli in sé ineccepibili ma fondati necessariamente su ipotesi semplificative e su approssimazioni di una realtà, proprio perché 'storica' e profondamente vissuta, necessariamente complessa e tutt'altro che omogenea. Ipotesi che ne limitano l'affidabilità.
Conta piuttosto sulla capacità di 'leggere' e 'capire' il manufatto, nella sua natura e nei suoi problemi, propri di un vecchio e spesso malandato organismo che tuttavia si vuole conservare in vita, richiedendo, per questo, l'innesto di una cultura umanistica su una scientifica.
Tale capacità, per essere davvero 'esperta' e produttiva, postula la conoscenza dei principi della scienza e della tecnica delle costruzioni, oltre che dell'ingegneria sismica, ma anche una lunga esperienza e frequentazione dal vivo dei vecchi monumenti e dei loro problemi, in sostanza il possesso di una 'casistica' molto ampia e personalmente elaborata. Ciò per arrivare a garantire un solido, elevato 'indice di confidenza' coi monumenti stessi oltre che buone capacità intuitive, necessarie per risalire con la dovuta sicurezza dalle manifestazioni di danno alle loro cause e quindi ai possibili rimedi, da valutare e selezionare in funzione del rispetto dei fondamentali 'principi guida' del restauro in seguito specificati.

Le proposte che ne discenderanno non saranno, quindi, meno 'scientifiche' e meno affidabili, in termini di reale (e non astratta o più o meno convenzionale) sicurezza, ma costituiranno una risposta specifica e appropriata (probabilmente anche più economica) al problema in questione. Espressione d'una diversa e più sofisticata cultura, non d'una facile semplificazione o d'un comodo ma distaccato affidamento a strumenti di calcolo e software commerciali, perlopiù pensati per altre realtà.
Naturalmente, questo modo di ragionare e di avvicinarsi ai vecchi monumenti ed alle loro criticità strutturali, pur provenendo dalle ricerche di eminenti studiosi, tutti di ambito universitario (attivi presso gli atenei di Genova, Edoardo Benvenuto; Firenze, Salvatore Di Pasquale; Roma, Antonino Giuffrè) ed avendo fatto scuola (Milano Politecnico, Università di Ferrara, Università di Parma, Roma "Sapienza" e Roma Tre, Chieti-Pescara "G. D'Annunzio", Napoli "Federico II") e pur essendo stato tradotto in norma dal MiBACT (Codice BCP, *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale* , circ. n. 26 del 2 dicembre 2010 a firma del Segretario Generale MiBACT) non è sempre ben visto dagli Uffici del Genio Civile e dai Provveditorati per le Opere Pubbliche né dal relativo Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti che li coordina.
Questi uffici si sono riappropriati alcuni anni fa, in materia di monumenti, delle competenze di 'ingegnere capo' che erano riservate al Soprintendente, grazie alla debolezza e alle titubanze del MiBACT e stanno creando, specialmente nel Lazio, seri problemi ad un approccio realmente rispettoso e più modernamente scientifico ai monumenti, anche archeologici (sollevando anche molte difficoltà circa l'impiego di materiali innovativi ed in certi casi risolutivi, come il titanio o le fibre di carbonio). Un eccesso di vincoli normativi e burocratici frena, di fatto, l'applicazione degli esiti di ricerche che potrebbero essere quanto mai utili alla migliore conservazione del patrimonio architettonico.
Da parte degli stessi organi territoriali di tutela, inoltre, fatica ad affermarsi un concetto di attenzione e rispetto conservativo dei beni culturali intesi nella loro organica unità di forma (*venustas*) e struttura (*firmitas*), realtà inseparabili fra loro come anche il requisito della funzionalità (*utilitas*); concetto noto fin dall'antichità, precisato, nel I sec. a.C., da Marco Vitruvio Pollione nel suo trattato *De Architectura* e modernamente ricondotto all'ambito della *Teoria del restauro* (Roma 1963, Torino 1977) da Cesare Brandi, fondatore con Giulio Carlo Argan e poi direttore dell'Istituto Centrale del Restauro - ICR, quindi professore presso la "Sapienza".
Una malintesa concezione purovisibilista tende, anche nella corrente pratica di tutela, a consentire la perdita del dato strutturale (in questo caso i telai e le solette originali in calcestruzzo armato dello Scalone) purché si conservi inalterata l'immagine del manufatto. Soluzione in certi casi obbligata, come lo stesso Brandi ha ben spiegato, ma che, nei limiti del possibile, va evitata nell'intento di conservare e trasmettere al futuro l'integrità e l'autenticità materiale e figurale complessiva del bene, di riconosciuto valore storico e testimoniale, anche nei termini della più semplice documentazione di 'cultura materiale'.
In linea di principio, quindi, non basta conservare l'idea architettonica, così come concepita dal committente e dal suo architetto, ma si deve tutelare la realtà, sempre storicamente interrogabile, del costruito, fino alle tracce di lavorazione, finitura e via dicendo, eventuali 'errori' compresi.
Questi ultimi, infatti, possono rappresentare interessanti pagine di storia ed illustrare, nella spontanea flagranza del testo materiale, la faticosa ricerca di perfezionamenti e avanzamenti tecnici, il modo di ragionare del tempo, la mentalità 'scientifica' del momento. Ciò vale anche per un monumento relativamente moderno come lo Scalone: vicino nel tempo ma ormai lontano se si considerano i progressi della tecnologia edilizia e gli sviluppi nella stessa concezione architettonica, massiva allora e pensata per durare nel tempo, tendenzialmente molto più leggera ed effimera oggi.

I principi-guida del moderno restauro non amatoriale, né commerciale o antiquariale ma realmente 'scientifico' (minimo intervento, reversibilità, compatibilità fisico-chimica, durabilità, rispetto dell'autenticità/non falsificazione) quali si sono andati progressivamente definendo nel corso di una ricerca plurisecolare, almeno dal Settecento ad oggi, invitano ad una riflessione orientata al miglioramento o, ancor più, ad opere di riparazione ed intervento locale. Ciò sempre in considerazione del fatto che ci si trova di fronte ad un monumento a tutti gli effetti vincolato, oltre che dotato d'innegabili qualità architettoniche, espressive e simboliche proprie.

3. Condizioni attuali dello Scalone e tipi d'intervento

I danni subiti dalla struttura dello Scalone monumentale non derivano da un'intrinseca difettosità o da debolezza costruttiva ma da un danno indotto nel corso di lunghi anni dalla percolazione dell'acqua piovana che ancora oggi s'infiltra fra i gradini e supera la barriera, ormai invecchiata e deteriorata, dell'originale impermeabilizzazione. L'acqua penetra nel calcestruzzo delle travi, delle solette e, in misura minore, dei pilastri provocando il degrado del cemento, a partire dai suoi strati superficiali per poi approfondirsi, e l'ossidazione dei ferri. Quest'ultima, comportando un aumento di volume del metallo, induce ulteriori danni nel calcestruzzo, come fessurazioni, cadute, distacchi. Anche se il calcestruzzo armato dello Scalone non risponde alle norme ed ai requisiti attuali, tale circostanza risulta poco significativa dato che, altrimenti, la stessa cupola della basilica di S. Pietro in Vaticano o il Colosseo sarebbero 'fuori norma' sotto molteplici punti di vista.
Comunque la causa di danno qui appare evidente.
Altri problemi di umidità derivano dal terreno (umidità di risalita) a motivo della dispersione di acque superficiali (acque piovane non ben incanalate, tubazioni guaste ecc.). La causa di danno in questo caso va precisata tramite ulteriori ricerche. Comunque, in base alle indagini già svolte, si può affermare che la falda acquifera naturale sia molto profonda e non abbia effetti sullo Scalone.
Le operazioni indispensabili sono quindi quelle di piena comprensione e poi di rimozione delle cause di degrado.
In ogni modo sarà assolutamente necessario, come già si è stabilito sulla base di un attento rilievo di dettaglio eseguito a cura dell'Area Gestione Edilizia, smontare ordinatamente i gradini, dopo averli numerati, per procedere alla nuova impermeabilizzazione della soletta che li sostiene, da attuarsi con i migliori prodotti della moderna tecnologia edilizia.
Una volta messa in luce la sottostante struttura (che andrà protetta da un'apposita copertura di cantiere, in modo che non venga ulteriormente bagnata dalle piogge) si potrà operare in termini di:

1) riparazione e intervento locale *oppure*
2) miglioramento *oppure*
3) adeguamento *oppure*
4) parziale rimozione della vecchia struttura conservandone un significativo 'testimone', non privo di una residua funzione portante, ma realizzando una struttura nuova che assuma su di sé la maggior parte dei carichi *oppure*
5) totale demolizione e ricostruzione (ristrutturazione) anche con un disegno diverso che consenta, ad esempio, un miglior uso dei grandi spazi sottostanti lo scalone, eventualmente anche abbassando la quota del pavimento, per ottenere più ambienti praticabili. In questo caso sarà necessario prevedere anche una nuova struttura di contenimento dello scavo.

Trattandosi di un monumento vincolato, le opzioni 1) e 2) appaiono subito come preferibili perché naturalmente rispondenti ai principi-guida del restauro di cui s'è detto, in specie al

criterio del 'minimo intervento'. Inoltre un altro principio, sempre espresso nella *Teoria del restauro* di C. Brandi, fatta propria dall'ICR (ora IsCR) del MiBACT, è di favorire, quando necessario, un'azione in termini di 'aggiunta' (in questo caso strutturale, come s'è fatto, ad esempio, per le vecchie capriate lignee cinquecentesche di palazzo Altemps in Roma), di per sé reversibile, piuttosto che di 'rimozione', per sua natura quasi sempre irreversibile o, peggio, di 'demolizione'.
L'opzione 3) appare come la meno appetibile, perché indurrebbe nella struttura esistente modifiche o alterazioni che ne snaturerebbero il valore testimoniale senza, per altro, apportare quelle migliorie funzionali che invece le opzioni 4) e 5) sarebbe in grado di assicurare, ma quest'ultima al prezzo della totale perdita della vecchia e storica struttura cementizia.
Le opzioni 1) e 2), soprattutto la prima, consentirebbero di operare per sotto-cantieri, smontando e riparando per parti successive lo Scalone, lavorando in sequenza sui gradini e sulla struttura sottostante (solette e telai cementizi).
In ogni caso si sarà provveduto a proteggere preventivamente l'intero Scalone dalle piogge.
Mentre si notano lievi avvallamenti del pavimento interno (forse dovuti a scorrimento sotterraneo di acque) non si osservano reali problemi di fondazione alla base dei pilastri. Si potrebbe, quindi, rimuovere il pavimento, il sottile strato di terreno sottostante ed intervenire migliorando la platea di fondazione, poco armata, che collega il sistema dei pilastri.
Travi, pilastri e solette andranno tutti riparati, risarcendo il calcestruzzo e i ferri corrosi; aggiungendo quegli elementi di rinforzo locale ritenuti indispensabili, anche per migliorare la risposta sismica della struttura e la sua 'duttilità' (fazzoletti metallici all'incrocio di travi e pilastri, angolari, fasciature, armature esterne di rinforzo o di riduzione delle luci libere ecc.) fino a raggiungere un accettabile grado di sicurezza.
Auspicabilmente si potranno rimuovere e sostituire con eventuali 'protesi' esterne, ben fondate, montate a secco, reversibili e più idonee, i profilati metallici applicati negli scorsi anni '80 e '90.
Questi lavori, che dovrebbero costare meno e impiegare un tempo più ridotto di quelli di totale rinnovamento, dovranno essere affidati ad un'impresa qualificata (OG2), sulla base di un progetto esecutivo redatto con le competenze e le accortezze proprie che un lavoro di 'restauro' - quale in effetti è - richiede, quindi con l'apporto dei (non numerosi) ingegneri strutturisti capaci in materia.
L'opzione 5) ha altri pregi, d'ordine pratico e organizzativo, oltre che funzionale, ma lontani dall'interesse culturale che il manufatto suscita. Progetto ed esecuzione sarebbero, in tal caso, più correnti ma i costi e i tempi probabilmente pari o superiori (come la recente esperienza di un altro restauro di architettura del Novecento dimostra, quella del grattacielo Pirelli a Milano, dove la riparazione al posto della sostituzione, prevista in un primo momento dagli esperti del Politecnico, ha comportato notevoli risparmi economici e di tempo).
L'opzione 4), della sostituzione parziale (quella applicata sostanzialmente, pur se in misura diversa, anche al grattacielo Pirelli), si dimostra interessante per la sua capacità di contemperare diverse istanze: conservative e documentarie, di sicurezza strutturale, di più facile rapporto con gli uffici del Genio Civile, di relativa economia di costi e di tempi ecc.

4. Discussione delle proposte d'intervento

La disciplina del consolidamento strutturale lascia ampi margini interpretativi ed è tutt'altro che univoca. Le analisi condotte sullo Scalone, con metodi più adatti alla 'verifica' delle nuove costruzioni che alla reale comprensione di una struttura antica, e troppo orientate nel senso di una possibile demolizione seguita da un rifacimento più o meno *à l'dentique* - nella convinzione di non aver così perso nulla, poiché ci si sarà preoccupati di salvare l''immagine' dello Scalone - richiederebbero di essere riconsiderate almeno in contraddittorio, aprendosi

anche ad un'ottica conservativa ed avvalendosi dell'ausilio di competenze specifiche in materia di 'restauro strutturale'.
In sostanza, si dovrebbe verificare, con la dovuta convinzione e con le indispensabili competenze specialistiche di conservazione e restauro, come fino ad ora non si è potuto fare, l'attuabilità della opzione 1) e, in subordine, della 2), poi della 4), mettendola a confronto con la 2). Solo in caso d'esito negativo di tale triplice verifica si potrebbe prendere in considerazione l'opzione 5), scartando comunque la 3) che perderebbe il dato storico senza apportare, per altro, i vantaggi di una struttura nuova.
La verifica dovrebbe riguardare anche gli annessi dello Scalone, verso i propilei del palazzo del Rettorato, sotto il cui pavimento si è manifestata una lunga lesione, ben visibile dall'ambiente sottostante lo Scalone stesso.
Nel frattempo, per evitare l'aumento del danno, lo Scalone dovrebbe essere coperto e protetto dall'acqua, già con una tettoia anticipatrice del cantiere di smontaggio dei gradini o, provvisoriamente, da una serie di teli, impermeabili e possibilmente trasparenti, opportunamente fissati.

In conclusione si propone la seguente successione:

a) copertura con teli o tettoia dello Scalone, per fermare le infiltrazioni d'acqua piovana;
b) ricerca delle origini dell'umidità di risalita (acque piovane superficiali disperse, tubazioni guaste ecc.);
c) rimozione delle acque superficiali e quindi dell'umidità di risalita;
d) controverifica strutturale (anche in contraddittorio) necessaria ad attestare la bontà in termini conservativi e di sicurezza (sia statica che sismica) delle opzioni 1) o, in subordine, 2);
e) apertura di due alternative:
   e1) se la verifica ha esito positivo, procedere con la progettazione esecutiva e con l'appalto dei lavori (ricorrendo, in entrambi i casi, a competenze specialistiche);
   e2) se la verifica ha esito negativo, considerare l'opzione 4), che può far tesoro di tutto il lavoro d'indagine finora svolto dall'Area Gestione Edilizia, e procedere con la fase progettuale esecutiva e poi di appalto. L'opzione 4) ha inoltre il pregio di conservare intatto, nella sua materia e nella sua forma, oltre che nella (residua) funzione, un testimone della struttura originale mentre questa, anche nel caso del semplice 'miglioramento', secondo l'opzione 2), andrebbe in gran parte modificata nel materiale costitutivo (per la necessaria rimozione delle parti cementizie e metalliche ammalorate) e nella sua geometria, ovvero nelle proporzioni di travi, puntoni, pilastri, solette (per la necessità di risarcire le parti rimosse aggiungendo una nuova maglia metallica col relativo copriferro cementizio che andrebbe ad aumentare ed ispessire le misure originali).

Comunque, ognuna di queste tre opzioni è, in teoria, accettabile dalla Soprintendenza purché il vaglio delle diverse possibilità sia chiaramente documentato e la scelta effettuata parimenti motivata.

5. Considerazioni conclusive

Andando alla radice del problema e ponendo da parte, per il momento, considerazioni di tipo funzionale ed economico (essendo comunque la previsione di spesa formulata e quindi finanziata dalla BEI ampiamente sufficiente in ogni caso), il tema si rivela essere, in primo luogo, di natura storico-critica e solo subordinatamente tecnica.
Si tratta di domandarsi, anche al di là del vincolo di tutela *ope legis*, se lo Scalone monumentale nel suo complesso rappresenti un 'valore' culturale meritevole di attenzione, con tutto ciò che ne consegue sul piano operativo. Se tale valore risieda nella sua sola

immagine esterna, in relazione al piazzale e alla fontana della Minerva, oppure nella concreta realtà materiale e figurale (inscindibile, come un dipinto dalla sua tela o dalla sua tavola), nella sua autenticità, originalità e irripetibilità.
Solo dopo aver risposto, e la questione riguarda in specie gli storici dell'architettura e della contemporaneità, si potrà decidere la via da seguire, se la prima o la quarta fra quelle prospettate.
Va aggiunto che la "Sapienza" ha, nel campo del restauro e della storia dell'arte e dell'architettura, grazie a grandi studiosi che ne hanno fatto parte, dai menzionati G.C. Argan e C. Brandi a Guglielmo De Angelis d'Ossat, Renato Bonelli, Arnaldo Bruschi, Giorgio Torraca e Giuseppe Zander, sviluppato una linea rigorosamente scientifica e 'critico-conservativa', attenta all'unità organica di materia e forma, delle ragioni 'storico-documentarie' e di quelle 'estetiche', a differenza, per esempio, di "Roma Tre", dove il tema della sostituzione e del rifacimento à l'identique *è visto in maniera molto più favorevole per una sorta di 'riduzione culturale' dell'antico manufatto alla sua sola immagine.*
Quello che si fa alla "Sapienza", in ogni modo, assume – per l'intera città e non solo per essa – un valore esemplare e di 'manifesto' d'una rigorosa operatività, fondata sulla collaborazione (proprio come nel caso del restauro del dipinto murale di Sironi, nell'Aula Magna del Rettorato, naturalmente fatte le debite differenze) di cultura umanistica, storico-critica, e cultura scientifica.
La cosa riguarda oggi lo Scalone ma potrà interessare in futuro tutto il tema della gestione edilizia del grande patrimonio di eccellenti architetture costituito, nel suo insieme, dalla Città Universitaria: non solo una quantità di superfici o di metri cubi a disposizione, ma un complesso architettonico di riconosciuto valore simbolico, culturale, quindi un vero e proprio monumento, di cui essere fieri, da trattare con la dovuta cura e da rispettare, conoscere meglio ed ammirare, come l'ormai prossimo Convegno per gli ottant'anni dalla inaugurazione della Città Universitaria già si propone di fare.

In conclusione, anche in accordo col parere espresso dal collega prof. ing. Antonino Gallo Curcio (che qui di seguito si riporta), considerata la difficoltà d'una semplice opera di 'riparazione e intervento locale', a motivo delle condizioni generali d'accentuato degrado del manufatto, e la circostanza per cui l'opzione stessa del 'miglioramento' comporterebbe la necessità di un'ampia sottrazione di materiale originale e, comunque, un'alterazione della geometria della vecchia struttura, si propone di valutare, quale soluzione di ragionevole compromesso, pur sempre scientificamente accettabile, l'opzione 4).
Essa salvaguarderebbe un significativo campione 'indisturbato' della struttura storica, nei suoi elementi primari e secondari, mantenendogli una modesta funzione portante ed accompagnandolo con una nuova struttura a norma. Tale campione potrebbe essere scelto fra le porzioni originali meno compromesse, come quelle che guardano nella direzione dell'edificio di Matematica.
Si tratterebbe, appunto, di un ragionevole compromesso fra esigenze di rispetto storico, di risparmio di tempi e costi, di migliore funzionalità e utilizzabilità dei nuovi, più alti e più spaziosi ambienti che si potrebbero ricavare sotto lo Scalone mantenendo, pur sempre, memoria della vecchia struttura.

Giovanni Carbonara

Roma, 2 ottobre 2017

Interventi per le strutture portanti dello scalone monumentale antistante il Rettorato della "Sapienza" in Roma

Le strutture di cemento armato si trovano, allo stato attuale e per vari motivi, in condizioni tali da non garantire più, complessivamente ma non localmente, il necessario livello di stabilità del monumento.
In effetti il conglomerato risulta di modesta qualità meccanica, anche se sufficiente per i modesti impegni strutturali imposti, e le armature sono compromesse, in modo molto diffuso, dalla corrosione per ossidazione, tanto da provocare diffusi distacchi dei copriferro.
Gli interventi, finalizzati al ripristino della stabilità statica e dinamica della struttura portante, dovranno non solo garantire la sicurezza della costruzione ma rispettare la sua valenza storica di documento tecnologico e materico caratterizzante il monumento.
A tal fine si propone quanto segue.
Smontaggio della gradonata, eseguito in modo da garantire il completo recupero dei gradini ed il loro preciso ricollocamento.
Messa a nudo dell'intera struttura e individuazione delle parti da conservare, previo consolidamento leggero, anche nella loro funzione portante; interessante sarebbe poter conservare una diagonale e quanto su questa insistente o, almeno, una coppia di telai e le relative strutture di collegamento.
Demolire e ricostruire il resto del complesso strutturale, nel rispetto delle normative e dei criteri di sicurezza vigenti, riprendendo esattamente la configurazione e il pregevole schema strutturale originale.
Se risultasse difficile affidare alle porzioni strutturali conservate le funzioni portanti di competenza, si potrebbe ricorrere per queste al mantenimento dei rinforzi metallici esistenti, resi efficaci da un corretto sistema di contrasto in fondazione.

Roma, 26 settembre 2017

Prof. Ing. Antonino Gallo Curcio
Ordinario f.r. di Consolidamento degli edifici storici
"Sapienza" Università di Roma

PARERE DEL RUP

sugli interventi per lo Scalone monumentale del Rettorato proposti dai chiar.mi proff. Giovanni Carbonara e Antonino Gallo Curcio, come da deliberazione n. 282/17 del Consiglio di Amministrazione del 18 luglio 2017, riguardanti gli interventi per le strutture portanti dello scalone monumentale antistante il Rettorato della "Sapienza" in Roma

Letto l'autorevole parere espresso dai Proff. Giovanni Carbonara e Antonino Gallo Curcio (che per opportunità si allegano in copia) ritengo utile in qualità di RUP integrare le *considerazioni conclusive*, per altro culturalmente condivise dallo scrivente, per consentire al CdA di assumere le proprie determinazioni anche sulla base delle procedure vincolanti del Regolamento Regionale in materia di prevenzione del rischio sismico, che fissa i criteri e le modalità per la presentazione dei progetti strutturali e per l'autorizzazione della struttura tecnica regionale (Genio Civile) e dei vigenti Codici, quello degli appalti (D. Lgs n.50/2016) e quello dei Beni Culturali e del Paesaggio (D. Lgs 42/2004).

Premessa

Dalla lettura dei succitati pareri forniti all'Amministrazione, tra le 5 opzioni che vengono proposte, si evince che la numero 4 è quella condivisa dagli illustri Proff. Carbonara e Gallo Curcio; i criteri d'intervento da loro prescritti, allo stato attuale di conservazione del manufatto e delle strutture esistenti di cemento armato in condizioni tali da non garantire più il necessario livello di stabilità del monumento, ritenuti imprescindibili in tutte e quattro le soluzioni prospettate prevedono le seguenti azioni:

- smontaggio ordinato della gradonata previa numerazione di ogni elemento lapideo, in modo da garantire il completo recupero dei gradini ed il loro preciso ricollocamento al termine dei lavori;
- messa a nudo dell'intera struttura e individuazione delle parti che sarà possibile conservare, previo consolidamento leggero, anche nella loro funzione portante. Qualora risultasse difficile affidare alle porzioni strutturali conservate le funzioni portanti di competenza, si potrebbe ricorrere per queste al mantenimento dei rinforzi metallici esistenti, resi efficaci da un corretto sistema di contrasto in fondazione.
- rimozione delle acque superficiali e quindi dell'umidità di risalita;
- interventi finalizzati al ripristino della stabilità statica e dinamica della struttura portante necessari anche a garantire la sicurezza della costruzione e successivamente procedere alla nuova impermeabilizzazione della soletta che sostiene la gradonata, con prodotti della moderna tecnologia edilizia;

Considerazioni

Stante le oggettive e consistenti difficoltà di una semplice opera di "riparazione e intervento locale" (difficoltà opportunamente elencate e sottolineate dal Prof. Carbonara nella propria Relazione) ed i ristretti margini interpretativi che gli Uffici del Genio Civile rendono possibili ai progettisti riguardo alle strutture funzionali soggette a forti affollamenti con Classe d'uso III obbligando gli stessi alla rigida applicazione delle Norme Tecniche di Costruzione di cui al D.M. 14/01/2008, il RUP ritiene l'opzione n. 4, qualora progettualmente percorribile, una ragionevole soluzione, rappresentando la stessa il giusto compromesso tra l'obiettivo di mantenere la testimonianza storica dello Scalone nei

suoi elementi primari e secondari e quello di migliore funzionalità ed utilizzabilità dei nuovi. Infatti gli alti e spaziosi ambienti ricavabili sotto lo Scalone dove comunque verrebbe conservata una "memoria dell'originale" consentirebbero all'Amministrazione di realizzare spazi idonei da destinare al nuovo Archivio storico, essendo l'attuale in forte sofferenza di spazi. Negli spazi sottostanti lo scalone monumentale, cuore del campus piacentiniano, verrebbero così conservati non solo i documenti tecnici della costruzione della Città universitaria ma anche i fascicoli dei docenti e degli studenti illustri della più grande università d'Europa, facilitandone la conservazione e la fruizione di un ampio patrimonio artistico di natura cartacea e fotografica, offrendo, nel contempo, la possibilità concreta di visionare e studiare *in situ* le porzioni originali e meno compromesse delle strutture realizzate tra il 1932 ed il 1935, su progetto dell'arch. Marcello Piacentini.

Roma, 13 ottobre 2017

Arch. Claudio De Angelis
Responsabile Unico del Procedimento
"Sapienza" Università di Roma