

INDICE:

1. Indicazione degli estremi del committente.....	3
2. Indicazioni degli estremi del progettista architettonico e del progettista strutturale che curano la progettazione dell'intero intervento.....	3
3. Individuazione del sito in cui sorge l'opera.....	3
4. Indicazione di eventuali documenti tecnici applicativi adottati ad integrazione delle vigenti norme tecniche per le costruzioni.....	4
5. Indicazione delle destinazioni d'uso previste per la costruzione, dettagliate per ogni livello entro e fuori terra, con specificazione delle azioni permanenti e relativa descrizione tipologica degli elementi che concorrono alla definizione di tali azioni, nonché specificazione delle azioni variabili agenti.....	4
6. Danni a seguito del sisma.....	7
7. Indicazioni della "vita nominale" e della "classe d'uso" della costruzione.....	9
8. Individuazione degli interventi.....	10
9. Definizione del tipo di intervento previsto e relativa motivazione e/o giustificazione della scelta adottata.....	13
10. Riscontri delle prime indagini diagnostiche di massima compiute e loro eventuale pianificazione di dettaglio per l'attività di progettazione esecutiva necessaria per approfondire il livello di conoscenza.....	13
11. Indicazioni delle indagini eventualmente condotte per la conoscenza del terreno e delle fondazioni.....	14
12. Sintesi sui risultati delle indagini geognostiche eventualmente condotte e loro ulteriore approfondimento da pianificare in fase di progettazione esecutiva, se necessario.....	15
13. Prime analisi finalizzate all'eventualità di interventi che riguardino anche le fondazioni.....	15
14. Individuazione dei parametri che concorrono alla definizione dell'azione sismica di riferimento in base alla tipologia strutturale presente e alle condizioni del sito.....	15
15. Analisi delle interazioni tra componenti architettoniche, impiantistiche e le opere di contenimento dei consumi energetici, nonché le modalità adottate per eliminare le eventuali interferenze e proposte esecutive conseguenti.....	16
16. Analisi di massima della struttura esistente e delle sue vulnerabilità nello stato di fatto e delle modalità volte alla loro eliminazione e/o mitigazione.....	16
17. Analisi degli accorgimenti finalizzati all'eliminazione o alla riduzione delle irregolarità in pianta ed in elevazione della costruzione, dal punto di vista del comportamento sotto l'effetto delle azioni sismiche e dei carichi verticali e proposte esecutive conseguenti.....	17
18. Individuazione degli interventi sulla struttura in elevazione e motivazioni della scelta compiuta.....	17
19. Indicazione dei materiali adottati con particolare riferimento alla loro compatibilità con il contesto esistente, alle motivazioni delle scelte compiute, in relazione ai requisiti di resistenza meccanica e di durabilità, con particolare riferimento alla riduzione degli interventi di manutenzione straordinaria da compiere durante la vita nominale dell'opera strutturale al fine di mantenere nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.....	18
20. Individuazione di eventuali interazioni con strutture adiacenti, qualora la costruzione faccia parte di un aggregato edilizio, e prime indicazioni sull'eventuale mitigazione di tali interazioni e proposte esecutive conseguenti.....	18

COMUNE DI BOLOGNA

Dipartimento Cura e Qualità del Territorio - Settore Edilizia Pubblica e Manutenzione

U.I. Interventi Strutturali e Sismica

1. Indicazione degli estremi del committente.

Il Committente dei lavori di riparazione post-sisma, consolidamento statico e messa in sicurezza di alcuni locali del “Complesso del Baraccano”, sito in Bologna, via Santo Stefano, 119 e oggetto del presente progetto, è il Comune di Bologna, Piazza Maggiore, 6 40124 Bologna (BO).

2. Indicazioni degli estremi del progettista architettonico e del progettista strutturale che curano la progettazione dell'intero intervento.

Il progettista architettonico che cura la progettazione dell'intero intervento è l'Arch. Manuela Faustini domiciliata, per la carica, in P.zza Liber Paradisus n.10 – CAP 40129, Torre B, Piano 6, Ufficio 620, Tel. 0512193123.

Il progettista strutturale che cura la progettazione dell'intero intervento è l'Ing. Matteo Di Cesare domiciliato, per la carica, in P.zza Liber Paradisus n.10 – CAP 40129, Torre B, Piano 6, Ufficio 619, Tel. 0512193688.

3. Individuazione del sito in cui sorge l'opera.

Il complesso si colloca all'interno della prima cerchia muraria, praticamente all'intersezione tra Via Santo Stefano e Viale Giovanni Gozzadini ed è classificato come edificio storico e per questo sottoposto a tutela.



Fig.1 – Vista aerea del “Complesso del Baraccano”

4. Indicazione di eventuali documenti tecnici applicativi adottati ad integrazione delle vigenti norme tecniche per le costruzioni.

Il Complesso del Baraccano è tutelato dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici per le Province di Bologna, Modena e Reggio Emilia.

Per la determinazione della vulnerabilità sismica, globale e locale, si è fatto perciò riferimento alle Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, come licenziate dal Consiglio dei Lavori Pubblici e ss. mm. ii.

5. Indicazione delle destinazioni d'uso previste per la costruzione, dettagliate per ogni livello entro e fuori terra, con specificazione delle azioni permanenti e relativa descrizione tipologica degli elementi che concorrono alla definizione di tali azioni, nonché specificazione delle azioni variabili agenti.

Sommariamente, così come illustrato in fig. 2, è possibile suddividere l'intero complesso in due distinti corpi di fabbrica, che anticamente erano fisicamente separati e che successivamente, vennero uniti a formare una "stecca" continua su via Santo Stefano.

L'altezza media alla gronda dei fabbricati che compongono il complesso è di circa 15 metri su due livelli; in alcuni casi, vista la considerevole altezza degli interpiani, sono stati ricavati, nel corso degli anni, degli interpiani. L'ala di sud-est del complesso, prospiciente Via Santo Stefano, invece, presenta anche un piano seminterrato.

A sud-est il complesso confina con altri corpi di fabbrica, mentre a nord-ovest esso termina con il cosiddetto "Voltone" costituito da un camminamento coperto, in parte con volte reali e in parte con volte in arellato, sormontate da capriate in legno, che sostengono l'orditura primaria e secondaria, sempre in legno e una copertura in coppi, il tutto impostato su due setti murari orientati in direzione SudOvest-NordEst. Tale camminamento collega Via Santo Stefano con un piazzale antistante il Santuario della Madonna del Baraccano.

Le strutture portanti verticali che costituiscono il "Complesso del Baraccano" sono realizzate in muratura di mattoni pieni e malta di calce o gesso; talora nella tessitura muraria sono interclusi trovanti in pietra di forma tondeggianti o appena sbozzata e la malta appare spesso deteriorata.

Per quanto riguarda gli orizzontamenti, quelli del primo impalcato, a copertura del piano interrato, sono costituiti da strutture voltate in muratura di mattoni pieni murati a gesso.

Gli orizzontamenti del secondo impalcato, di divisione tra piano terra/rialzato e primo piano sono costituiti, per quanto riguarda il corpo di fabbrica 1 (Fig. 2 a pag. 6), prevalentemente da strutture voltate in muratura di mattoni pieni murati a gesso e, solo in pochi ambienti si trovano orizzontamenti con struttura portante in legno.

Il corpo di fabbrica 2, invece, presenta quasi in egual misura sia strutture voltate che orizzontamenti con struttura portante in legno; in taluni casi si sono individuate delle volte in arellato con sovrastanti orizzontamenti in putrelle di acciaio e laterizio con sovrastante solettina in c.a. (nei locali occupati dal corpo dei vigili urbani).

Gli orizzontamenti del secondo impalcato del corpo di fabbrica 1 sono con struttura portante in legno. Quelli del corpo di fabbrica 2, invece, sono costituiti da strutture voltate in muratura di mattoni pieni murati a gesso in quasi tutti gli ambienti prospicienti via Santo Stefano (tranne gli ultimi due più prossimi al “Voltone”, realizzati con strutture voltate in camorcanna), e da solai in putrelle di acciaio con laterizi interposti e sovrastante solettina in c.a. non collaborante per quanto riguarda i locali occupati dal comando dei vigili urbani.

Gli orizzontamenti intermedi sono realizzati da elementi portanti in legno o acciaio.

La copertura è realizzata con capriate lignee che sostengono l'orditura primaria e secondaria in travi di legno e il coperto in coppi.

Quasi tutte le strutture voltate del complesso edilizio presentano sistemi di incatenamento atti a ridurre e/o eliminare le spinte sui maschi murari e/o pilastri in muratura ai quali sono vincolati.

Uno o due locali del primo piano del corpo di fabbrica 1, probabilmente nel corso degli anni '70, sono stati coperti con elementi incongrui, costituiti cordoli perimetrali, da grosse travi, con funzioni di cantonali, in c.a. e copertura in laterocemento.

Non sono state condotte rilievi delle fondazioni ma si desume che possano essere, se presenti, in muratura di mattoni pieni e malta di calce, realizzati a trave continua o ad archi rovesci.

Per quanto attiene al tipo di intervento, considerato che i lavori in progetto sono finalizzati a riportare la sicurezza al livello antecedente il danno o il degrado statico di alcuni elementi strutturali isolati, esso è inquadrabile, secondo quanto stabilito al **punto 8.4.3 del D.M. 14 gennaio 2008 e al punto C.8.4.3 della Circolare 2 febbraio 2009** – istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche sulle costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008, come intervento di riparazione o intervento locale.

Il Complesso del Baraccano è occupato, tranne i locali a piano interrato, adibiti a deposito-sala macchine, da funzioni pubbliche.

I piani fuori terra del corpo di fabbrica 1 sono occupati, tranne il primo piano dell'ala prospiciente via Santo Stefano, adibita a sala espositiva, dagli uffici di Quartire del Comune di Bologna; i carichi variabili variano dai 200 daN/mq dei locali uffici non aperti al pubblico (Cat.B1), ai 300 daN/mq degli uffici aperti al pubblico (Cat.B2) fino ai 400 daN/mq della sala espositiva (Cat.C2).

Il corpo di fabbrica 2 ospita al piano terra dell'ala di nord-ovest il “Piccolo Teatro del Baraccano” (Cat.C2). Due locali della stessa ala sono invece occupati dal corpo di Polizia Municipale del Comune di Bologna (locali non aperti al pubblico, Cat.B1); da uno di questi locali si accede a un'ala laterale anch'essa occupata sui due livelli dal comando di Polizia Municipale (Cat.B1).

Il primo piano dell'ala prospiciente su via Santo Stefano è al momento non utilizzato.

Di seguito si riportano le figure 3 e 4, con indicazione delle destinazioni d'uso a funzione pubblica dei locali del “Complesso del Baraccano”.

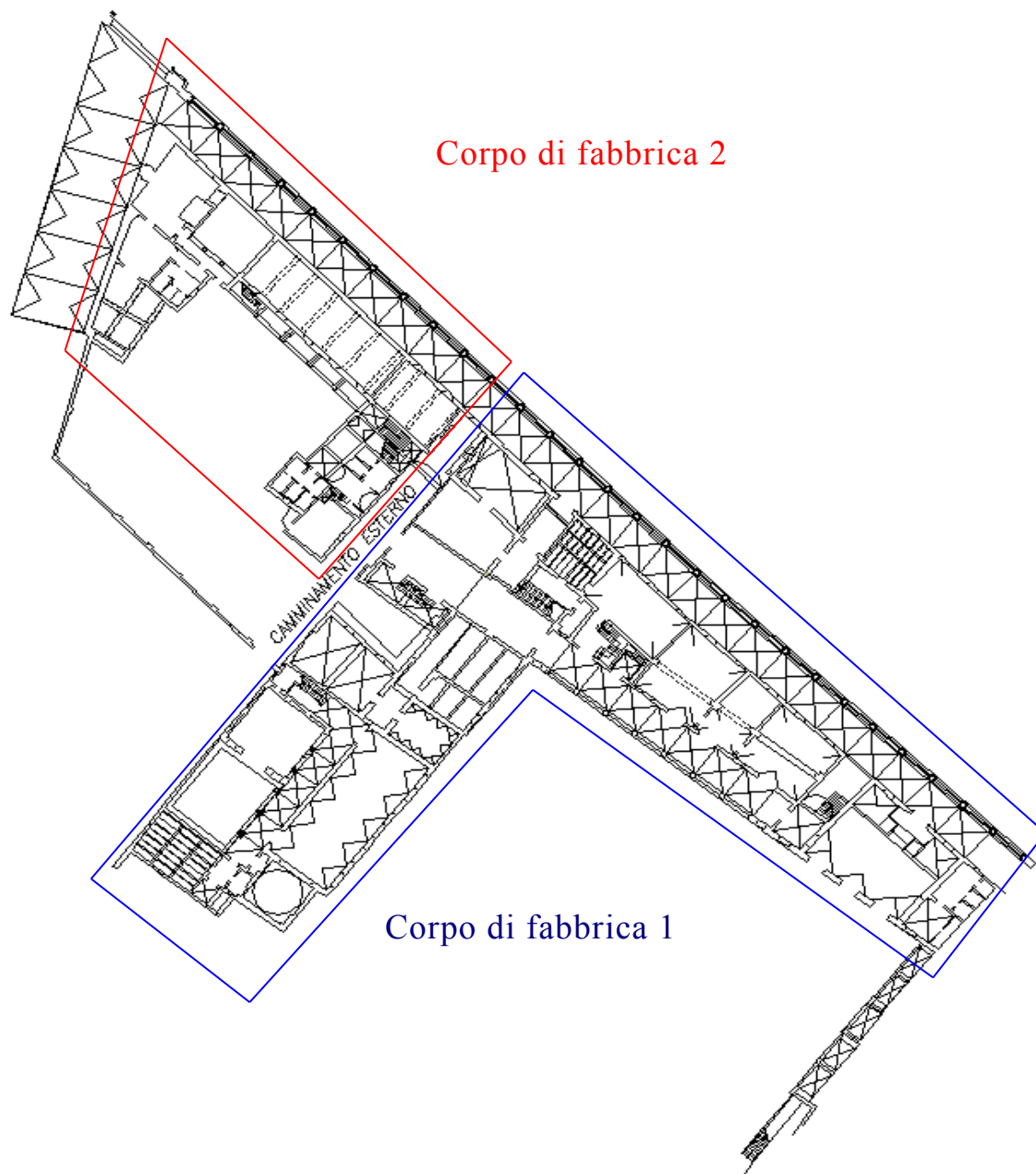


Fig. 2.- Suddivisione in corpi di fabbrica del “Complesso del Baraccano”.

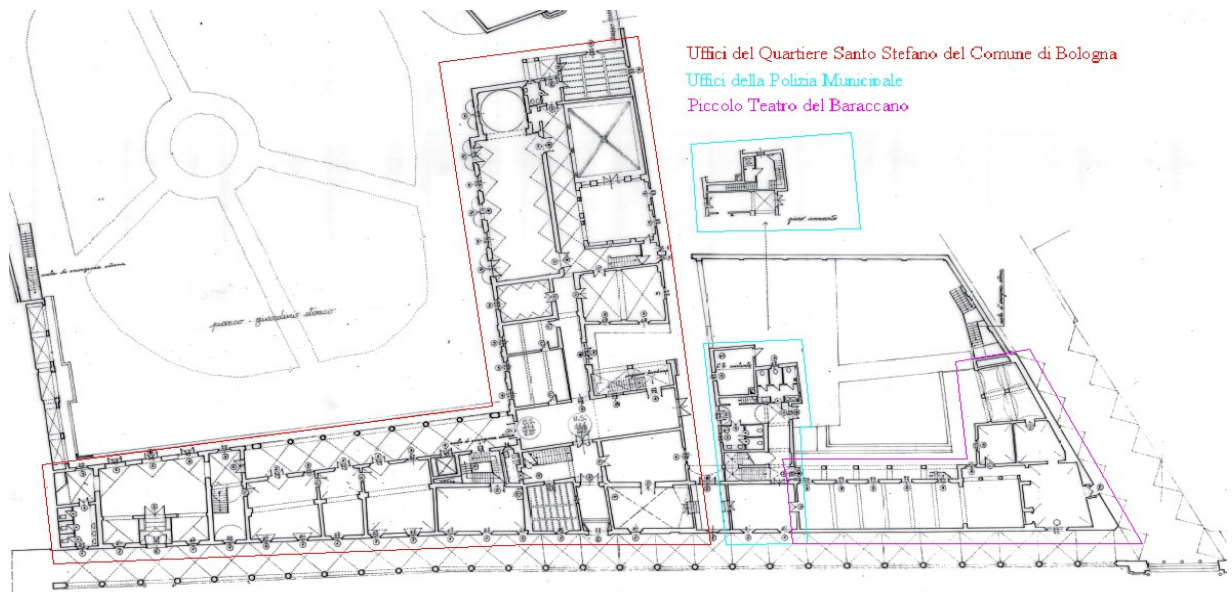


Fig.3 - Pianta piano terra e relative destinazioni d'uso.

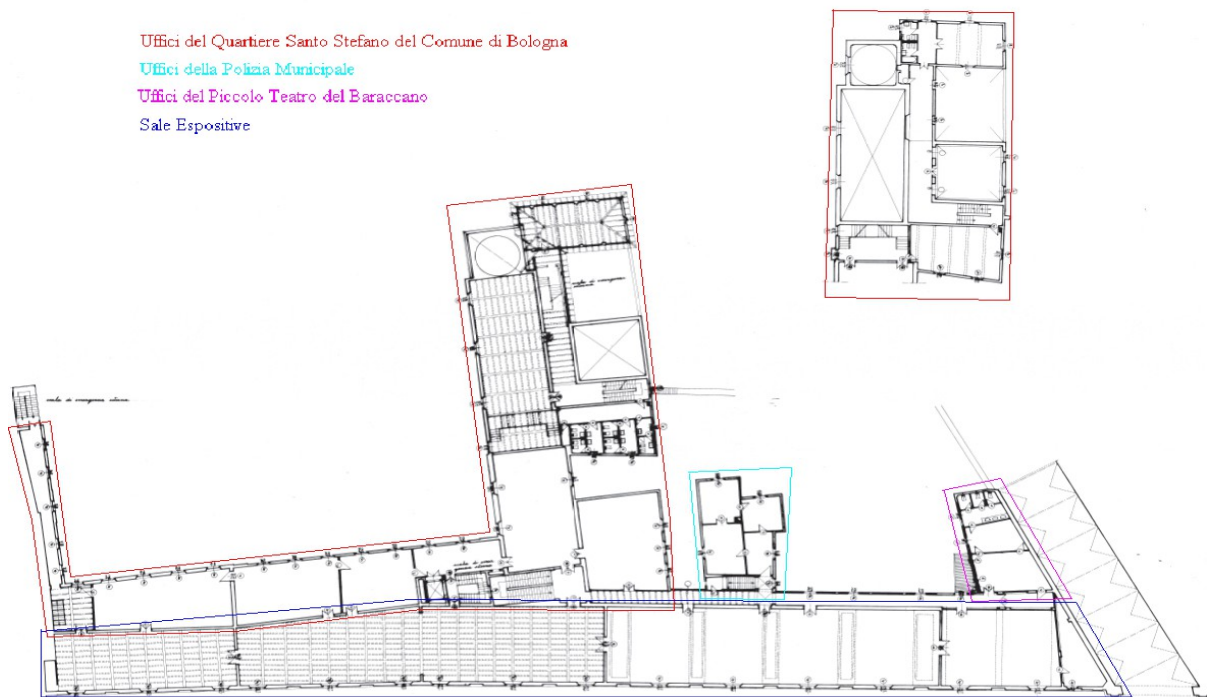


Fig.4 - Pianta piano primo e relative destinazioni d'uso

Per quanto riguarda le azioni permanenti si è fatto riferimento ai pesi specifici dei materiali che costituiscono la struttura.

6. **Danni a seguito del sisma.**

A seguito del sisma del 20 e 29 maggio sono stati eseguiti dei sopralluoghi sia da parte dei tecnici dell'amministrazione (ufficio sismica), che da parte di professionisti esterni.

I danni che hanno maggiormente interessato l'edificio riguardano un peggioramento dello stato fessurativo dei locali adibiti a uffici della polizia Municipale in generale e degli elementi, sia strutturali che decorativi, del vano scala a servizio di questi locali (piano terra -vedi fig.4 della relazione) . Tale scala risulta già esistente dalle piante del 1812 del Venturoli ma non risulta da lui modificata nel suo progetto; ad essa si accede, al piano terra, da due aperture opposte, sormontate da archi in muratura (uno dei quali ha subito, durante l'evento sismico, l'azione di martellamento di una trave in legno che sostiene il solaio superiore). I pianerottoli di partenza, intermedio e di arrivo al piano primo, sono coperti da volte a crociera in mattoni disposti di piatto murati a gesso mentre le rampe sono coperte da voltine in mattoni disposti in foglio e murati con malta povera di gesso. Le rampe su cui sono poggiati i gradini in arenaria sono anch'essi costituite da voltine a botte in mattoni disposti di coltello e murati a gesso. In fase di indagini al di sotto della rampa che collega il pianerottolo di riposo al pianerottolo di sbarco del piano primo è stata rinvenuta una seconda voltina che, partendo dalla quota del pianerottolo intermedio, arrivava alla quota delle volte a crociera a copertura del pianerottolo di partenza; probabilmente nell'arco dei secoli, dovendo modificare la quota di arrivo della scala si è costruita una nuova rampa, sopra a quella esistente. Al piano superiore i sistemi voltati a copertura del vano scala (volte a crociera a copertura dei pianerottoli e volte a botte a copertura delle rampe), sono stati celati, per una parte da un solaietto in putrelle di acciaio e tavelloni sormontato da un getto integrativo di calcestruzzo, al fine di realizzare un corridoio, e per l'altra da un tramezzo di mattoni in foglio. Il vano scala in corrispondenza del pianerottolo di riposo, è chiuso da un tamponamento di spessore variabile da circa 20 cm fino a 6 cm; la muratura di cui è composto, inoltre, è costituita da piastrelle, mezzi mattoni e trovanti legati a gesso e appare scollegata dal pilastro centrale su cui gravano le due volte a crociera a copertura del pianerottolo.

I sistemi voltati a copertura del vano scala, dopo l'evento sismico hanno evidenziato delle lesioni sugli archi e sulle volte a crociera del piano terra e piano primo, il distacco della volta a botte che corre lungo le rampe della scalinata dagli archi di partenza e di arrivo delle rampe e sono comparse alcune lesioni di taglio nei maschi murari in corrispondenza di una finestra e la formazione di un parziale giunto in un pannello murario.

Nei prospetti esterni dell'edificio, dove si trovavano gli uffici della polizia Municipale, anticamente locali adibiti agli alloggi del guardiano, alcune fessure già presenti si sono ampliate

Al piano primo, in sale attualmente non adibite ad alcun uso, ma sovrastanti agli uffici della polizia Municipale e al piccolo teatro del Baraccano, si è rinvenuta una NUOVA fessurazione lungo tutto il muro quasi a confine con il voltone del Baraccano , con forte rischio cedimento sul solaio del piano primo.

Sono state riscontrate altre fessurazioni, sicuramente pre-esistenti, ma allargate, lungo il voltone del Baraccano (tav R.7).

A seguito di constatazione di tali danni, in data 30/05/2012 il Direttore del settore Opere Pubbliche dichiarò inagibili (vedi allegato 1):

“porzione di edificio in fregio via Santo Stefano posta al 1° piano alla sinistra dello scalone principale;

gli uffici occupati dalla Polizia Municipale al piano terra;

i locali posti al piano terra di accesso alla sala destinata a spettatori su pedana, la quale resta agibile se accessibile da altri locali.”

In seguito, in data 11/06/2012, l'ing. Andrea Pasetti, incaricato di valutare alcune situazioni critiche a seguito del sisma, consegnò una relazione di stabilità (vedi allegato 2) in cui veniva confermata l'inagibilità dei locali della Polizia Municipale, mentre si dichiararono agibili i locali del teatro su pedana, a condizione di eseguire alcune precauzioni di sicurezza, quali un ponteggio di protezione da eventuale caduta del muro, che vennero prontamente eseguite.

7. Indicazioni della “vita nominale” e della “classe d’uso” della costruzione.

La vita nominale di un’opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale del fabbricato in esame rientra nel punto 2.

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

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in Classi d’uso (Classe I, Classe II, Classe III).

Il fabbricato in esame rientra nella classe III:

Classe III: *Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U : $V_R = V_N \times C_U$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in tabella:

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

8. Individuazione degli interventi.

Gli interventi che interessano il complesso del Baraccano sono 2:

1) interventi sul voltone del Baraccano e sul coperto limitrofo, completamente a carico dell'Amministrazione;

2) interventi al piano terra, agli uffici della polizia Municipale e sulla scala (corpo di fabbrica 2 – intervento 1) e interventi sul muro del 1° piano nell'ultima sala attualmente non occupata da alcuna funzione (corpo di fabbrica 2 - intervento 2), inserito nel piano annuale 2013-2014 della Regione Emilia Romagna (programma delle opere pubbliche e beni culturali).

GLI INTERVENTI DI CUI AL PUNTO 2 VERRANNO CONSEGNATI DIRETTAMENTE ALLA STRUTTURA TECNICA DEL COMMISSARIO DELEGATO E NON FANNO PARTE DI QUESTA RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE (AI SENSI DELL'ART.21 DEL D.LGS 42/2004).

8.1. voltone del Baraccano (INTERVENTO DI CUI SI CHIEDE AUTORIZZAZIONE)

Il primo intervento, totalmente finanziato dall'amministrazione pubblica, riguarda il consolidamento del voltone del Baraccano, mentre il secondo intervento, che riguarda il consolidamento della scala nell'area Polizia Municipale e il consolidamento del muro al 1° piano è finanziato tramite piano annuale 2013-2014 della regione Emilia Romagna.

Considerato che il finanziamento del primo intervento avviene tramite mutuo stipulato dall'amministrazione ed è urgente provvedere all'avvio dei lavori e visto che le diverse tipologie di finanziamento seguono procedure autorizzative differenti, si è scelto di procedere con la richiesta separata di Nulla osta del progetto.

In questa sede verrà sottoposto esclusivamente il progetto che riguarda il voltone del Baraccano e il coperto ad esso adiacente.

I quadri fessurativi roto-traslazionali che affliggono il Voltone sono da imputarsi a fenomeni di cedimenti differenziali dovuti alla subsidenza del sito su cui sorge la costruzione e che il sisma ha provveduto, solo in minima parte, a “renderle vive”.

Il fenomeno ad oggi appare esaurito o, al limite molto attenuato e non giustificerebbe, sia a causa del suo costo che della sua invasività sulle strutture, interventi urgenti sulle fondazioni. Il muro su cui poggia il voltone è costituito da muri in laterizio, mentre il voltone, un arco a botte con spicchi laterali, è costituito per metà in laterizio e l'altra metà in cannucciato.(vedi tav.VS).

Il voltone è compresso da catene, intervallate a distanza di 4,5 mt circa, le quali sono state verificate (5 su 7) tramite accelerometri in prossimità della mezzeria delle catene (vedi allegato 3). Dall'analisi risulta che le catene lavorano correttamente con tensioni ampiamente al di sotto di quelle di snervamento del materiale e sono in buono stato.

L'estradosso del voltone è inaccessibile e soprattutto non praticabile; sono stati eseguiti dei saggi nell'unico punto di arrivo e all'intradosso, tramite piccoli fori, per verificare la struttura dello stesso. Tali indagini ci hanno consentito di determinare la diversa struttura del voltone medesimo, ma non è stato comunque possibile rilevare la struttura lignea del coperto. Tale rilievo puntuale potrà essere perfezionato in fase di cantiere, quando sarà possibile accedere al sottotetto.

L'intervento proposto tiene conto delle Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale tutelato, con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni, di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relativa Circolare contenente Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 20082.

Le operazioni da svolgersi all'estradosso del voltone, previa puntellatura di tutto il voltone, con la struttura lignea, sia delle capriate di copertura che dei sistemi portanti le volte, in vista e accessibile, sono le seguenti:

- pulitura da guano su tutto l'estradosso;
- controllo dello stato di degrado della struttura lignea, eventuale sostituzione di travi, travetti, centine e tambocchi, controllo degli innesti delle capriate e delle centine alla muratura, ed eventuale formazione di adeguate protesi lignee o nuove connessioni realizzate con ferramente in acciaio e chiodi;
- trattamento antibatterico delle strutture ligne.

Nella parte di volta in cannucciato si prevede di eseguire un consolidamento tramite:

- rimozione delle parti incoerenti;
- consolidamento della superficie da trattare mediante applicazione di una mano di prodotto a base di silicato di etile;
- realizzazione e posa di connettori ad “Ω” in fibra di basalta, avvolgenti la sezione dell’arcareccio, con stesura di uno strato di resina epossidica bicomponente;
- realizzazione e posa di micro-connettori in fibra di basalto a doppio fiocco realizzati da una parte rigida impregnata in resina e una parte a doppio fiocco da collegarsi al supporto con malta di calce idraulica naturale; lo scopo è di legare il sistema di rinforzo in rete di lino e malta nella parte intradossale alla struttura portante della volta, e tale da integrarsi con il sistema di connessione attualmente presente;
- realizzazione di un primo strato di betoncino pronto di spessore medio 5 mm;
- stesura a fresco della rete in fibra di lino umida;

(vedi nota 1 – intervento di rinforzo delle volte in camorcanna- tav VS).

- La parte del voltone costituita in mattoni pieni non manifesta alcun quadro fessurativo e non si prevedono interventi.

Oltre ai principali interventi di cui sopra, si procederà al rimontaggio e/o “ripassatura” di parte del manto di copertura in coppi lungo il coperto adiacente il voltone, con integrazione di elementi nuovi fino al 30%, compreso rimozione, pulizia e verifica dei coppi, spazzolatura del piano di posa sottostante, formazione di compluvi, displuvi e colmi; si provvederà a garantire una sovrapposizione di almeno 10 cm tra un elemento e l'altro ed fissaggio meccanico delle tegole. Si provvederà, ove necessario, anche al consolidamento o ricostruzione di orditura di solai, nodi di capriate, o travi in legno mediante aumento di sezione resistente o aggiunta di protesi lignee, compresi: la fornitura e posa in opera di legname integrativo sostitutivo o di rinforzo delle strutture lignee esistenti di essenza simile a quella esistente; il taglio; le lavorazioni; il fissaggio alle travi esistenti mediante: incollaggio con colle idonee o resine all’urea, chiodature con viti mordenti in acciaio zincato, cravatte, staffe o altra ferramenta in acciaio; il trattamento con impregnante antitarlo e antimuffa in due mani.

Completano le suddette lavorazioni l'esecuzione di linea vita del tipo "a scomparsa", in modo da risultare la meno invasiva possibile, per consentire anche il passaggio, in futuro, per la manutenzione del voltone stesso.

La tipologia di linea vita proposta è quella ormai già collaudata in diversi edifici storici (Procura, Archiginnasio, centro Costa in via Azzo Gardino, palazzo Baciocchi) e di cui si allega documentazione tecnica (allegato 4).

Al termine delle suddette lavorazioni si procederà con la tinteggiatura a base di silicati in quanto l'intonaco è a base cementizia.

9. Definizione del tipo di intervento previsto e relativa motivazione e/o giustificazione della scelta adottata.

Gli interventi previsti nel presente progetto sono classificati dalle NTC 2008 come lavori di riparazione o intervento locale.

Le linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale stabiliscono, al paragrafo 2.2, che riparazioni o interventi locali interessano porzioni limitate della costruzione, e devono essere soggetti a verifiche locali.

Gli interventi vengono quindi classificati come LV2 (riparazione o intervento locale): valutazioni da adottare in presenza di interventi locali su zone limitate del manufatto, che non alterano in modo significativo il comportamento strutturale accertato, per le quali sono suggeriti metodi di analisi locale.

Tutti gli interventi previsti tengono conto delle Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale tutelato, con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni, di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relativa Circolare contenente Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

La scelta del tipo di intervento scaturisce dalla considerazione di operare su un immobile tutelato; si è dunque cercato di riportare il bene nelle condizioni antecedenti all'evento sismico con interventi di riparazione che si integrassero con l'esistente, utilizzando materiali compatibili con la struttura esistente (vedasi uso di rete di lino e malta naturale per consolidare l'intradosso della volta) e, ove ritenuto necessario, cercando di migliorare la situazione preesistente al danno mediante l'adozione di presidi volti a eliminare carenze strutturali (soprattutto controllo delle tensioni delle catene metalliche).

10. Riscontri delle prime indagini diagnostiche di massima compiute e loro eventuale pianificazione di dettaglio per l'attività di progettazione esecutiva necessaria per approfondire il livello di conoscenza.

La conoscenza della geometria strutturale è scaturita dal rilievo di tutti gli elementi murari che costituiscono il Complesso, comprese le cavità, nonché dagli altri elementi tipo solai, volte, coperture, scale, ecc.

Per la conoscenza dei dettagli costruttivi, sono state condotte verifiche limitate in sito, basate su rilievo visivo a campione, per la determinazione:

- della qualità dei collegamenti tra pareti verticali,
- qualità dei collegamenti tra solai e pareti,
- esistenza di architravi con adeguata capacità portante,
- esistenza di elementi spingenti e di eventuali elementi di eliminazione della spinta,
- presenza di elementi di elevata vulnerabilità,
- tipologia delle murature.

Anche per la conoscenza dei materiali sono state condotte verifiche limitate in sito, preferibilmente in corrispondenza di angoli per controllare anche le ammorsature, in maniera da valutare lo sfalsamento dei giunti, la presenza di elementi di collegamento e per valutare, in modo approssimato, il grado di compattezza della malta alla profondità di 5-6 cm dal paramento murario.

Si ritiene, in tal modo, di aver conseguito un livello di conoscenza LC1 e, quindi, di poter adottare un fattore di confidenza $FC = 1,35$.

In fase esecutiva si reputa necessario effettuare un controllo a campione sul tiro delle catene dei sistemi voltati presenti nel Complesso e una prova di carico sulle rampe delle scale a servizio dei locali utilizzati dal corpo di polizia municipale.

11. Indicazioni delle indagini eventualmente condotte per la conoscenza del terreno e delle fondazioni.

Per quanto riguarda la conoscenza del terreno, relativamente alla determinazione della categoria di suolo, sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio S entro 30 m di profondità (V_{S30}), si è fatto riferimento ad una indagine geofisica a firma del Dott. Geol. Stefano Maggi, realizzata dalla I.G.B. Snc di San Lazzaro di Savena su incarico del Comune di Bologna in una zona vicina a quella oggetto di intervento e precisamente sita nel parco urbano dei Giardini Margherita dove sorge la palazzina di viale Drusiani. Secondo la suddetta indagine e ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008, il terreno su cui sorge il complesso dovrebbe essere classificato come terreno di tipo "C".

Per quanto attiene alle fondazioni, invece, vista la finalità del presente intervento, volto alla riparazione localizzata dei danni, non si sono condotte ulteriori indagini geologico-geotecniche e di ispezioni del sistema fondale.

12. Sintesi sui risultati delle indagini geognostiche eventualmente condotte e loro ulteriore approfondimento da pianificare in fase di progettazione esecutiva, se necessario.

Vista la natura di intervento locale-riparazione dei lavori non si ritiene opportuno approfondire le indagini geognostiche.

Il problema della subsidenza della pianura bolognese che ha interessato anche il sito su cui sorge il Complesso, è stato investigato dal Comune di Bologna che ha installato dei capisaldi sul suo territorio e ha rilevato i dati nel periodo compreso dal 1983 al 1992. Dalla lettura di questi dati si evince che l'area in oggetto ha avuto abbassamenti di circa 11 cm nel periodo osservato; inoltre, dalla lettura delle curve di uguale abbassamento si nota che, nello stesso periodo, l'area su cui si sviluppa il Voltone (35 m circa di lunghezza) ha manifestato un cedimento differenziale di circa 0,5 cm. Questi spostamenti possono aver determinato le lesioni nei pavimenti alla veneziana della sala al primo piano che si trova sopra ai locali del Piccolo Teatro e aver provocato le lesioni nelle volte e nei maschi murari del Voltone.

Il fenomeno, comunque, ad oggi appare esaurito o molto rallentato e non sembra costituire un pericolo imminente per le strutture del Complesso tale da giustificare un intervento costoso e invasivo come un eventuale rafforzamento delle fondazioni con sistemi, tipo pali, che vadano ad attestarsi su strati più stabili di terreno.

13. Prime analisi finalizzate all'eventualità di interventi che riguardino anche le fondazioni.

Si ritiene, vista la natura dell'intervento, di non dover intervenire sulle fondazioni.

14. Individuazione dei parametri che concorrono alla definizione dell'azione sismica di riferimento in base alla tipologia strutturale presente e alle condizioni del sito.

Il comune di Bologna si trova in Zona 3. Per una vita nominale V_n pari a 50 anni e un coefficiente d'uso C_u pari a 1.5 per il calcolo dell'azione sismica si deve procedere come segue:

- per le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Salvaguardia della Vita SLV si deve far riferimento ad un sisma con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni quindi con un periodo di ritorno dell'azione sismica $T = 712$ anni;
- per le verifiche nei confronti dello stato limite di danno SLD si deve far riferimento ad un sisma con probabilità di eccedenza del 63% in 50 anni quindi con un periodo di ritorno dell'azione sismica $T = 75$ anni.

Di seguito si riportano i parametri che descrivono l'azione sismica per i rispettivi stati limite.

Coordinate geografiche

Località:

Longitudine: Latitudine:

Parametri per le forme spettrali

	P _{ver}	T _r	ag [g]	F _o	T*c
SLO	<input type="text" value="81"/>	<input type="text" value="45"/>	<input type="text" value="0.065"/>	<input type="text" value="2.480"/>	<input type="text" value="0.270"/>
SLD	<input type="text" value="63"/>	<input type="text" value="75"/>	<input type="text" value="0.080"/>	<input type="text" value="2.480"/>	<input type="text" value="0.280"/>
SLV	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="712"/>	<input type="text" value="0.192"/>	<input type="text" value="2.410"/>	<input type="text" value="0.310"/>
SLC	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="1462"/>	<input type="text" value="0.240"/>	<input type="text" value="2.440"/>	<input type="text" value="0.320"/>

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Vita V _n [anni]	Coefficiente uso C _u	Periodo V _r [anni]	Livello di sicurezza per esistenti %
<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="75"/>	<input type="text" value="100"/>

Parametri e fattori spettrali

S.L.	ag	eta	S	F _o	F _v	T _B	T _C	T _D
SLO	<input type="text" value="0.065"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.500"/>	<input type="text" value="2.480"/>	<input type="text" value="0.851"/>	<input type="text" value="0.146"/>	<input type="text" value="0.437"/>	<input type="text" value="1.858"/>
SLD	<input type="text" value="0.080"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.500"/>	<input type="text" value="2.480"/>	<input type="text" value="0.944"/>	<input type="text" value="0.149"/>	<input type="text" value="0.447"/>	<input type="text" value="1.918"/>
SLV	<input type="text" value="0.192"/>		<input type="text" value="1.423"/>	<input type="text" value="2.410"/>	<input type="text" value="1.424"/>	<input type="text" value="0.160"/>	<input type="text" value="0.479"/>	<input type="text" value="2.366"/>
SLC	<input type="text" value="0.240"/>		<input type="text" value="1.349"/>	<input type="text" value="2.440"/>	<input type="text" value="1.613"/>	<input type="text" value="0.163"/>	<input type="text" value="0.489"/>	<input type="text" value="2.560"/>
Verticale per tutti:			<input type="text" value="1.000"/>			<input type="text" value="0.050"/>	<input type="text" value="0.150"/>	<input type="text" value="1.000"/>

15. Analisi delle interazioni tra componenti architettoniche, impiantistiche e le opere di contenimento dei consumi energetici, nonché le modalità adottate per eliminare le eventuali interferenze e proposte esecutive conseguenti.

Nel corso dei sopralluoghi effettuati non sono state individuate interferenze apprezzabili; in fase esecutiva, comunque, se si presenteranno interazioni con le componenti sopra menzionate si valuteranno le azioni più efficaci per il superamento delle problematiche che si dovessero presentare.

16. Analisi di massima della struttura esistente e delle sue vulnerabilità nello stato di fatto e delle modalità volte alla loro eliminazione e/o mitigazione.

Le vulnerabilità sismiche del complesso sono quelle tipiche degli edifici storici:

- maschi murari con elevate snellezze;
- mancanza di collegamenti trasversali tra maschi murari;
- maschi murari che non presentano continuità da cielo a terra;
- scarsa qualità delle strutture murarie sia per quanto attiene alle caratteristiche meccaniche che deformative;

- mancanza di solai di piano in grado di ripartire l'azione sismica sulle strutture sismoresistenti sottostanti;
- in rari casi mancanza di catene su archi o volte;
- presenza di solai di interpiano sfalsati in altezza;
- presenza di elementi non strutturali ad alto grado di vulnerabilità sismica come pareti non portanti con elevate altezze in rapporto allo spessore, camini, volte non strutturali in mattoni pieni murati a gesso disposti per coltello, torretta campanaria e/o timpano sommitale del "Voltone"

Vista la natura dell'intervento e del bene sul quale si opera, in questa fase ci si limiterà ad adottare quegli accorgimenti volti a migliorare le connessioni tra elementi strutturali (ad es. tensionamento delle catene metalliche, utili sia ad eliminare le spinte derivanti da archi e volte sia a limitare od impedire, in caso di sisma, i meccanismi di primo modo delle pareti a cui sono collegate), interventi di rinforzo dei sistemi voltati in camorcanna del "Voltone".

17. Analisi degli accorgimenti finalizzati all'eliminazione o alla riduzione delle irregolarità in pianta ed in elevazione della costruzione, dal punto di vista del comportamento sotto l'effetto delle azioni sismiche e dei carichi verticali e proposte esecutive conseguenti.

Non vengono considerate in tale contesto.

18. Individuazione degli interventi sulla struttura in elevazione e motivazioni della scelta compiuta.

L'intervento prevede il rinforzo dei sistemi voltati in camorcanna del Voltone.

I lavori da eseguire possono essere individuati in:

- Apposizione di nastri/reti in fibra di lino per il rinforso di arellati, tensionatura catene, controllo ed eventuale protesi dei nodi delle capriate lignee.

La progettazione ha tenuto conto delle esigenze strutturali, architettoniche, e della struttura esistente. Su indicazioni della Committenza si è proceduto ad individuare gli interventi minimi per la messa in sicurezza del fabbricato; I criteri di verifica previsti nelle linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, infatti, si fondano su un percorso di conoscenza della fabbrica che sia capace di comprenderne ed interpretarne la storia costruttiva, riuscendo così a dimensionare gli interventi effettivamente necessari, attuando quei processi di *miglioramento strutturale* che, come previsto dall'art. 29 del Codice, devono essere tendenzialmente mirati alla conservazione della matericità della fabbrica.

A seguito dei lavori di riparazione si dovrà procedere a un costante monitoraggio delle condizioni del fabbricato ed, eventualmente, programmare un intervento più invasivo ma risolutivo.

19. Indicazione dei materiali adottati con particolare riferimento alla loro compatibilità con il contesto esistente, alle motivazioni delle scelte compiute, in relazione ai requisiti di resistenza meccanica e di durabilità, con particolare riferimento alla riduzione degli interventi di manutenzione straordinaria da compiere durante la vita nominale dell'opera strutturale al fine di mantenere nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

I materiali utilizzati sono stati scelti nell'ottica della migliore compatibilità con il contesto esistente scegliendo sia materiali innovativi, sia materiali adottati all'epoca della costruzione (es. malte di calce idraulica); tutti gli interventi mirano a garantire la durabilità nel tempo tenuto conto delle difficoltà connesse alla loro manutenzione futura.

Per tutti i materiali utilizzati si faccia riferimento alle tavole grafiche allegate.

20. Individuazione di eventuali interazioni con strutture adiacenti, qualora la costruzione faccia parte di un aggregato edilizio, e prime indicazioni sull'eventuale mitigazione di tali interazioni e proposte esecutive conseguenti.

In considerazione della natura dell'intervento si ritiene che non ci saranno modifiche relativamente alle interazioni tra corpi di fabbrica che costituiscono il Complesso e con quelli relativi a costruzioni vicine; d'altra parte le possibili interazioni esistenti, in caso di evento sismico interesserebbero porzioni molto limitate delle costruzioni contigue e i danneggiamenti sarebbero di natura locale e tali da non compromettere i corpi di fabbrica nella loro interezza.