

REAL ALBERGO DEI POVERI

VALORIZZAZIONE E RIGENERAZIONE URBANA DEL REAL ALBERGO DEI POVERI
E DELL'AMBITO URBANO PIAZZA CARLO III, VIA FORIA, PIAZZA CAVOUR



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

**PIANO PRELIMINARE DI INDAGINE E
MONITORAGGIO**

CUP: B65F21000900001

Responsabile Unico del Procedimento:
Ing. Nicola Masella

Gruppo di lavoro:
dott.ssa Anna Arena
arch. Erika Fricchione
dott. Nicola Lamanda
arch. Irene Lettieri
dott.ssa Rossella Liguori
arch. Elvira Loffredo
ing. Michele Minieri
geom. Italo Ricci
dott. Fabio Russo
arch. Anna Scotto di Tella
dott.ssa Monica Vito

Con i contributi di:
prof. arch. Richard Michael Burdett - Burdett Associates Ltd, *supporto al responsabile unico del procedimento nel percorso di co-progettazione e di produzione di uno studio di inserimento urbanistico finalizzato alla definizione di scenari di recupero, riuso e sviluppo del Real Albergo dei Poveri*
Arup Italia srl, *supporto alla progettazione di fattibilità tecnica ed economica e studi sugli aspetti strutturali, impiantistici, ambientali e sulla sostenibilità complessiva dell'intervento*
prof. arch. Ferruccio Izzo, *esperto in rigenerazione città storiche*
prof. ing. Domenico Asprone, *esperto in processi e sistemi per l'innovazione tecnologica*
ing. Giuseppe Sabatino, *esperto in processi e sistemi per la logistica e la sicurezza*

Con la consulenza scientifica (accordo di collaborazione ex art. 15 della L.241/1990) per il Restauro architettonico di:
Dipartimento di Architettura – Università degli Studi di Napoli Federico II
Responsabile scientifico: **prof. arch. Renata Picone**
Gruppo di lavoro: **prof. arch. Luigi Veronese**, **prof. arch. Mariarosaria Villani**, **arch. Luigi Cappelli**, **arch. Sara Iaccarino**, **arch. Giulia Proto**, **arch. Davide Galleri**, **arch. Laura De Riso**, **arch. Francesco Aloï**

1. PIANO PRELIMINARE DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE PER IL RESTAURO ARCHITETTONICO	2
1.0. Indagini diagnostiche su murature	3
1.1. Indagini su strutture in calcestruzzo armato	11
1.2. Indagini diagnostiche su intonaci	13
1.3. Indagini diagnostiche su malte	17
1.4. Indagini su solai e volte	19
1.5. Indagini su terreni	21
2. PIANO PRELIMINARE DELLE INDAGINI STRUTTURALI	22
2.1 Inquadramento generale	22
2.2 Indagini sulle murature	24
2.3 Indagini aggiuntive	26
3. PIANO PRELIMINARE DI MONITORAGGIO	27

1. PIANO PRELIMINARE DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE PER IL RESTAURO ARCHITETTONICO

Fase fondamentale e preliminare alla redazione del progetto di restauro, valorizzazione e rifunzionalizzazione del Real Albergo dei Poveri di Napoli è quella dell'approfondimento della conoscenza delle componenti materiche e strutturali dell'articolato complesso architettonico del Real Albergo dei Poveri a Napoli mediante un **piano di indagini diagnostiche**.

Obiettivi e finalità del piano di indagini diagnostiche saranno:

- **L'analisi delle caratteristiche legate alla composizione mineralogica, alla resistenza strutturale e al degrado dei materiali** costituenti la fabbrica si ritiene fondamentale per guidare e indirizzare le scelte di restauro architettonico dell'Albergo dei Poveri, secondo un approccio scientificamente fondato e culturalmente consapevole.
- **La campagna diagnostica deve difatti precedere e guidare le scelte condotte nel progetto definitivo ed è finalizzata all'approfondimento della conoscenza delle componenti strutturali e materiche del complesso architettonico dell'Albergo dei Poveri** ma anche mira a leggerne con maggiore chiarezza le **problematiche conservative** in atto, aiutando a individuare le cause e gli effetti dei fenomeni di dissesto e degrado, per poi andarli ad affrontarli con il progetto di restauro.

A tal fine, il piano delle indagini diagnostiche proposto costituisce una guida metodologica che dovrà essere verificata, dettagliata ed integrata nelle fasi successive di progettazione e nella fase di esecuzione. Il progetto redatto nella fase successiva di approfondimento sarà comunque preliminarmente sottoposto alla verifica della Soprintendenza.

La compatibilità dei materiali da applicare in fase operativa su murature verticali, orizzontamenti e superfici, dovrà essere preventivamente valutata mediante caratterizzazione fisica, meccanica e mineralogica degli elementi presenti nell'edificio storico. Il presente PFTE prescrive un approfondimento conoscitivo mediante indagini diagnostiche relative alle diverse componenti strutturali e alle finiture dell'edificio secondo quanto segue:

- Indagini diagnostiche sulle murature;
- Indagini diagnostiche sulle strutture in calcestruzzo armato;
- Indagini diagnostiche sugli intonaci;
- Indagini diagnostiche sulle malte;
- Indagini diagnostiche su solai e volte;
- Indagini diagnostiche su terreni.

Il bisogno di **articolare il piano delle indagini per tematiche conservative** scaturisce dal fatto che l'edificio in è un organismo complesso, in cui **non è possibile separare la pelle dalla struttura** perché dissesto e degrado sono spesso correlati; pertanto, **si è scelto di non separare le prove diagnostiche relative alle strutture con quelle relative agli elementi di finitura**.

Data l'elevata complessità dell'edificio e la criticità legata all'attuale stato conservativo (crolli, interventi di consolidamento e sostituzione impattanti), **si prevedono indagini principalmente di**

tipo non distruttivo e parzialmente distruttivo. Indagini distruttive dovranno essere limitate solo alle parti in cui la verifica strutturale lo renda strettamente necessario. A tal proposito, diverrà fondamentale una **collocazione delle indagini che risulti il meno invasiva possibile rispetto alla conservazione della fabbrica**: saranno da evitarsi prelievi su porzioni murarie / malte e orizzontamenti in buono stato di conservazione, e saranno altresì da favorirsi prelievi in corrispondenza di malte e inerti diversi tra loro già ad una prima ispezione visiva. Un'attenta localizzazione delle indagini parzialmente distruttive, infatti, ridurrà l'impatto effettivo sulla fabbrica e fornirà risultati più utili e più facilmente interpretabili.

1.0. Indagini diagnostiche su murature

La conoscenza della morfologia della sezione muraria è un dato essenziale sia per lo **studio della risposta della muratura alle forze su di essa agenti**, che per guidare il progettista nella **scelta di materiali e tecniche specifiche** finalizzate alle operazioni di restauro e consolidamento strutturale da condurre su di essa.

Le strutture murarie dell'Albergo dei Poveri vedono essenzialmente **l'impiego di tufo giallo napoletano e di inserti in laterizio pieno in corrispondenza di modanature e fasce marcapiano** (prospetti esterni); nonostante il ricorrere, dunque, di una medesima tipologia di materiale, la **coesistenza di diverse fasi di cantiere** e, di conseguenza, di diversi approvvigionamenti, rende necessaria l'analisi della composizione degli inerti e della relativa resistenza, individuando punti su cui effettuare le indagini che possano interessare diverse fase costruttive.

Particolare rilevanza assume **l'analisi della resistenza strutturale delle murature** soprattutto in corrispondenza dei crolli e dei dissesti 'storicizzati'; allo stesso tempo, va verificato che l'innesto di cordoli in c.a. e di nuove coperture non abbia compromesso lo stato di conservazione delle stesse tramite l'apposizione di un sovraccarico eccessivo.

Una parte delle indagini previste mira, inoltre, ad **indagare lo spessore murario e la sua stratificazione**, verificando che i paramenti non presentino vuoti significativi che potrebbero indurre dissesti strutturali (la localizzazione di queste indagini dovrà escludere le murature già precedentemente consolidate tramite iniezioni a base di calce e dovrà piuttosto concentrarsi sulle zone in cui i paramenti esterni risultino particolarmente erosi e/o irregolari).

Si prevede dunque di eseguire le seguenti indagini atte ad individuarne le caratteristiche materiche e meccaniche e a indicarne lo stato di conservazione:

- Misura ponderale del contenuto d'acqua su murature (Rif. Prezzario Campania: CAM23_A00.010.102.A)

Esecuzione di misure del contenuto d'acqua all'interno di murature mediante metodo conduttimetrico eseguito con infissione di sensori nella porzione superficiale (1.5 cm di profondità) della muratura a diverse altezze e differenti profondità (in genere a 50 - 100 - 150 cm di altezza); esclusi oneri dei trabattelli e/o ponteggi. Deve essere fornita relativa tabella dei dati ottenuti e grafico delle misure ottenute, interpretazione dei risultati, eventuale ubicazione della prova su adeguata base grafica precedentemente fornita.



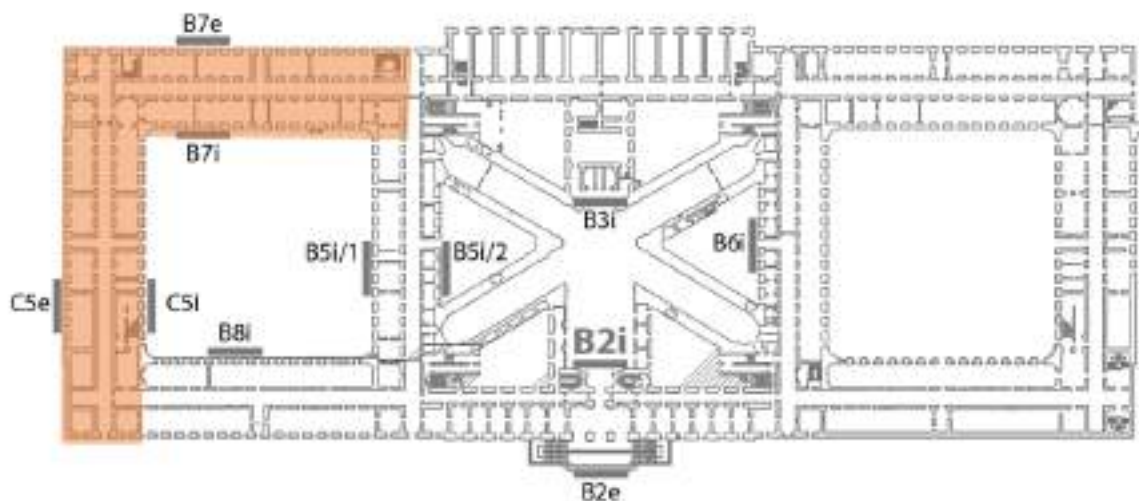
Figura 1- Presenza di umidità nelle strutture murarie al III livello, corpo 07

Numero stimato di prove:

Almeno 12

Localizzazione:

L'analisi andrà condotta sui prospetti del complesso (sia prospetti interni alle corti che prospetti esterni). Andranno localizzati in corrispondenza di zone poco asciutte in cui si sono riscontrate problematiche relative all'umidità ambientale e ai relativi fenomeni di erosione (Prospetto nord e Prospetto Ovest in corrispondenza del blocco 07, strutture in corrispondenza del 'non finito del blocco 07).



- **Esame endoscopico (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.020.201.A)**

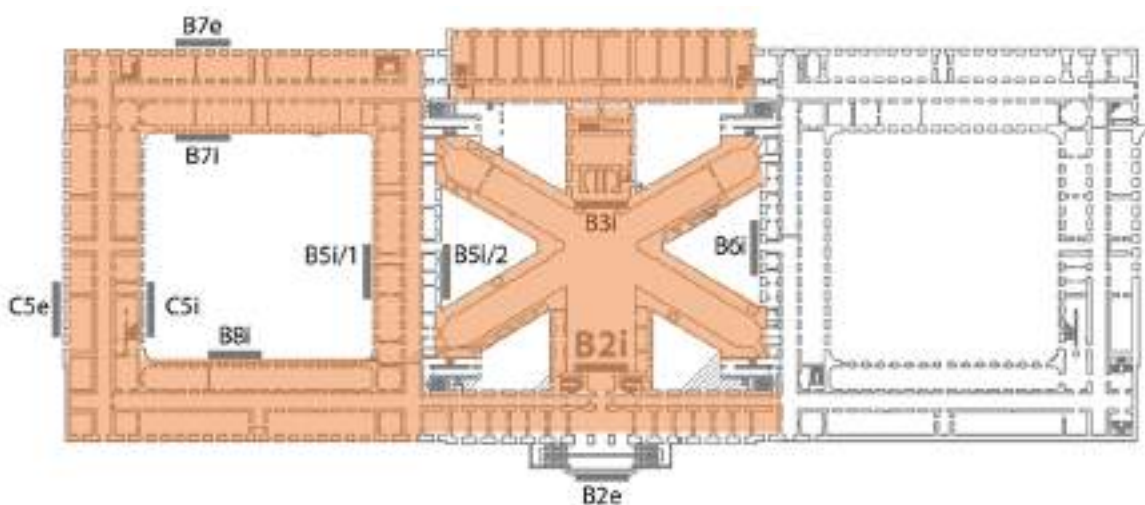
Esame endoscopico mediante boroscopio rigido eseguiti in fori di D max=3,5 cm e L max=100 cm per la valutazione della muratura retrostante, della presenza di fessurazioni rilevanti e per la verifica degli spessori. Si fornisce la lettura, la documentazione fotografica, la rappresentazione schematica della muratura e l'ubicazione della prova su adeguata base grafica precedentemente fornita. Esclusi oneri dei trabattelli e/o ponteggi.

Numero stimato di prove:

Almeno 20

Localizzazione:

Analisi da condurre su punti delle murature che presentano, ad una prima analisi visiva, caratteristiche diverse (da valutarsi su ogni braccio di ogni corpo). Per murature che presentano medesime caratteristiche, i risultati vanno estesi per analogia.



- **Esame videoendoscopico (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.020.202.A)**

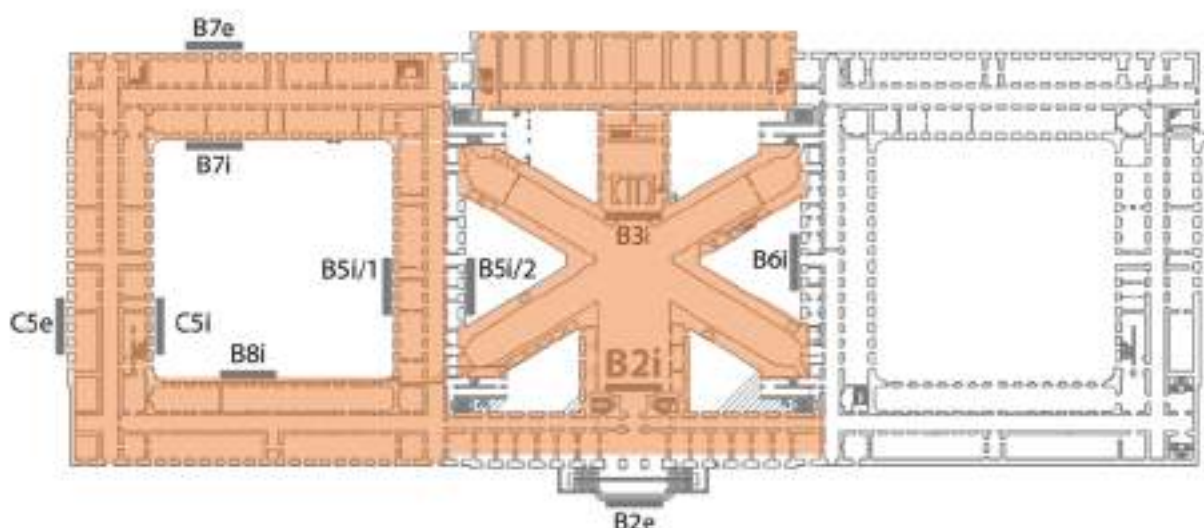
Esame videoendoscopico all'interno del foro per ricostruzione della tipologia muraria. Da eseguirsi nella muratura originaria mediante l'uso di microtelecamera illuminata con fonte di luce remota e fibre ottiche; le riprese vengono registrate su nastro magnetica VHS. Si fornisce la lettura, la documentazione fotografica (scelta con immagini significative delle riprese), la rappresentazione schematica della muratura e l'ubicazione della prova su adeguata base grafica precedentemente fornita. Esclusi oneri dei trabattelli e/o ponteggi fino ad 1 metro.

Numero stimato di prove:

Almeno 25

Localizzazione:

Analisi da condurre su punti delle murature che presentano, ad una prima analisi visiva, caratteristiche diverse (da valutarsi su ogni braccio di ogni corpo). Per murature che presentano medesime caratteristiche, i risultati vanno estesi per analogia.



- **Martinetto piatto singolo (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.020.203.A)**

Verifica dello stato tensionale mediante martinetto piatto singolo: esecuzione di verifiche dello stato tensionale mediante martinetto piatto quadrato da inserirsi in taglio orizzontale praticato nella muratura. Le prove permettono di conoscere l'effettivo stato tensionale presente al centro ed ai lati della muratura. Si deve fornire la tabella ed il grafico dei dati ottenuti, la documentazione fotografica, l'elaborazione e l'interpretazione di risultati e l'ubicazione della prova su adeguata base grafica precedentemente fornita. Esclusi oneri dei trabattelli e/o ponteggi.

- **Martinetti piatti doppi (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.020.204.A)**

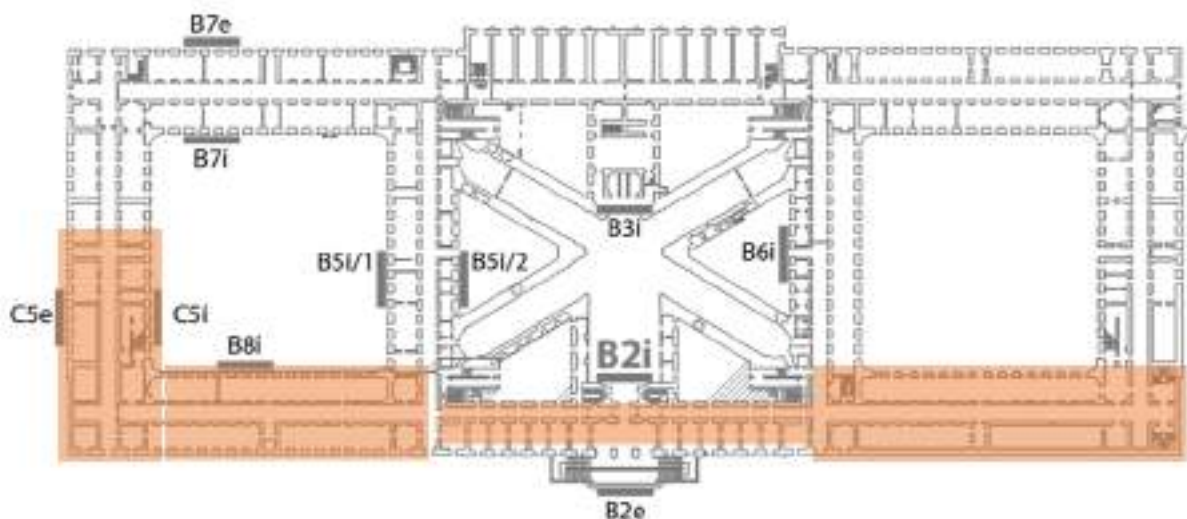
Prove di compressione mediante martinetti piatti doppi: esecuzione di prove di compressione mediante martinetti piatti quadrati doppi per la valutazione del modulo elastico e della resistenza massima a rottura della muratura: tali valori verranno confrontati con quelli ottenuti dalle misurazioni dello stato tensionale nel caso siano eseguiti nello stesso punto. Si deve fornire la tabella ed il grafico dei dati ottenuti, la documentazione fotografica, l'elaborazione e l'interpretazione di risultati e l'ubicazione della prova su adeguata base grafica precedentemente fornita. Esclusi oneri dei trabattelli e/o ponteggi.

Numero stimato di prove:

Il numero e l'estensione verrà definito in fase di progettazione esecutiva in base al Livello di Conoscenza che si intende raggiungere

Localizzazione:

Le prove con martinetti piatti (singoli o doppi) andranno condotte in corrispondenza dei blocchi su piazza Carlo III (02, 08 e 10) che presentano strutture in elevato maggiori e in cui si sono verificati crolli e sostituzioni di orizzontamenti più impattanti. I martinetti piatti doppi per le prove di compressione andranno effettuate soprattutto sulle strutture sulle quali insisteranno nuovi orizzontamenti / nuove strutture.



- **Indagini soniche (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.020.204.A)**

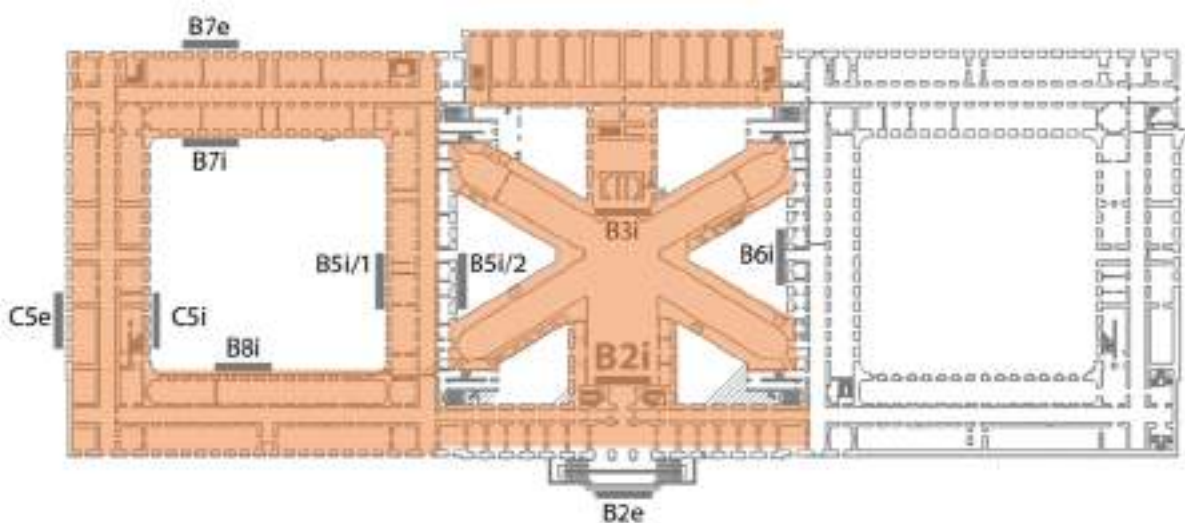
Misurazione della velocità di propagazione delle onde soniche attraverso il materiale costituente la muratura (su una superficie di circa 0,65 mq e sulle due facce) con restituzione grafica delle maglie 20 x 20 cm e valori della velocità ai nodi. Le misurazioni saranno effettuate con l'immissione di onde longitudinali con amplificazione e contenuto in frequenza opportuno, con strumentazione dotata di visione oscilloscopica.

Numero stimato di prove:

Almeno 25

Localizzazione:

Analisi da condurre su un punto delle murature che presentano caratteristiche diverse (da valutarsi su ogni braccio di ogni corpo). Per murature che presentano medesime caratteristiche, i risultati vanno estesi per analogia.



- **Analisi microbiologica a fresco (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.030.314.A)**

Esecuzione di un'analisi microbiologica a fresco per il riconoscimento delle sostanze biologiche presenti da parte di biologo esperto. Deve essere fornita relativa interpretazione dei risultati e documentazione fotografica a colori.



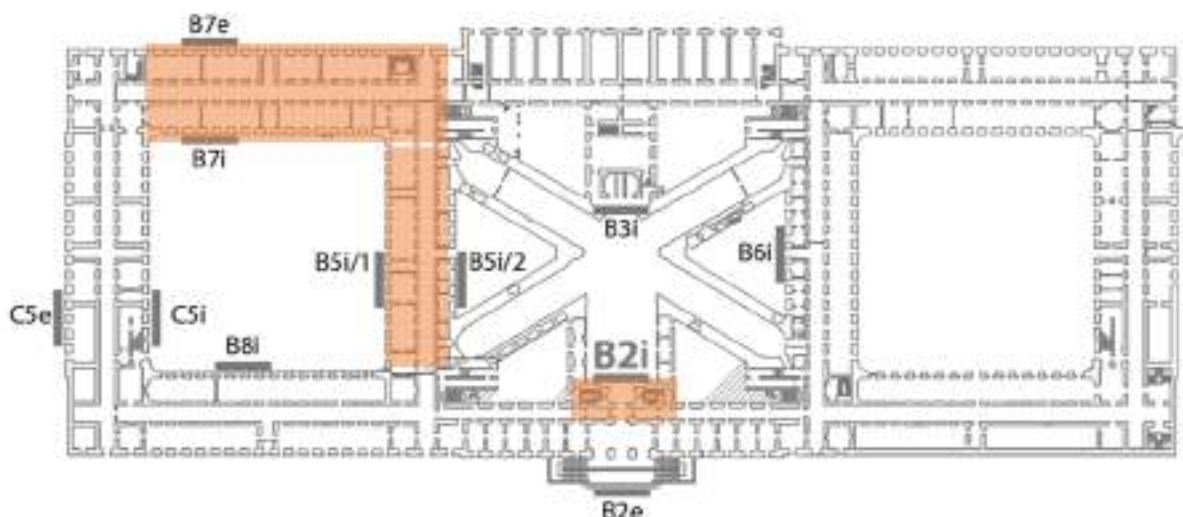
Figura 2- Presenza di patina biologica e vegetazione infestante. 'Non finito' del blocco 07.

Numero stimato di prove:

Almeno 15

Localizzazione:

Le più significative forme di patina biologica e/o vegetazione infestante sono riscontrabili in corrispondenza del 'non finito' del blocco 07, del prospetto settentrionale dello stesso esposto a Nord e in corrispondenza dell'arco della controfacciata del blocco 02.



- **Analisi dei Sali solubili mediante cromatografia ionica (C Rif. Prezzo Campania: AM23_A00.040.702.A)**

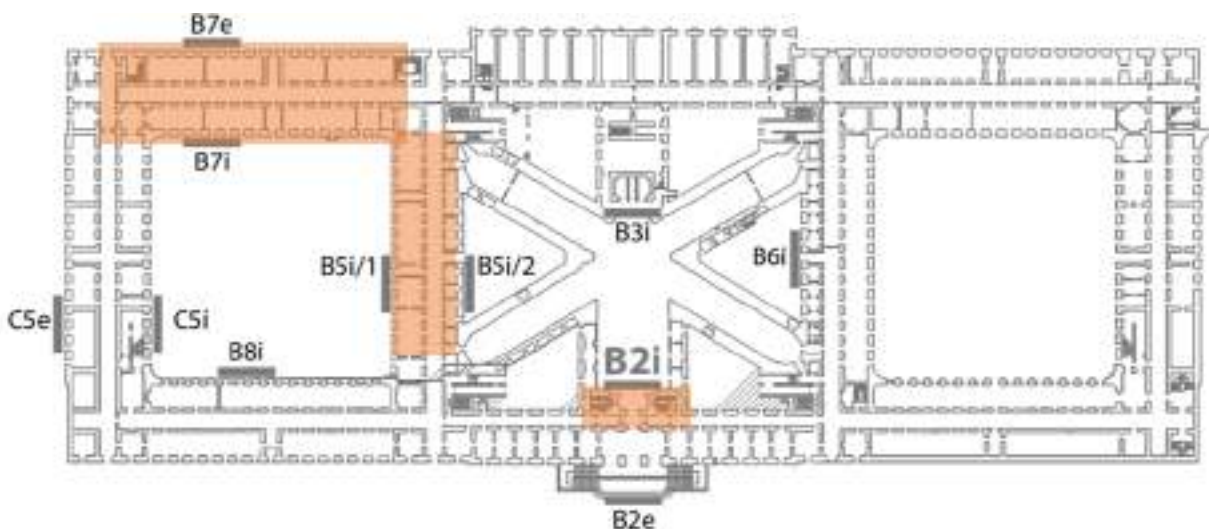
Esecuzione di un dosaggio dei sali solubili mediante cromatografia ionica con analisi qualitativa di anioni (fluoruri, cloruri, nitriti, nitrati, fosfati, solfati, ossalati) e cationi (litio, calcio, sodio, potassio, ione ammonio, magnesio) (Raccomandazioni NorMaL 13/83). Deve essere fornita una tabella dei dati ottenuti (espressi per cento in peso e meq/100mg) con interpretazione dei dati ottenuti ed eventuale grafico riassuntivo prevista preparazione ed analisi degli anioni.

Numero stimato di prove:

Almeno 15

Localizzazione:

Le più significative forme di efflorescenza salina sono riscontrabili in corrispondenza del 'non finito' del blocco 07, del prospetto settentrionale dello stesso esposto a Nord e in corrispondenza dell'arco della controfacciata del blocco 02.



- **Analisi petrografica su sezione sottile (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.040.703.A)**

Lo scopo dell'analisi microscopica su sezione sottile è la caratterizzazione mineralogico/petrografica del materiale lapideo sia esso naturale (classificazione delle rocce) o artificiale (identificare i componenti di un aggregato in una malta e determinare il rapporto

inerte/legante, riconoscere fasi mineralogiche caratteristiche nelle ceramiche, effettuare indagini su intonaci, stucchi...), tale tecnica, largamente utilizzata nel campo della petrografia e della mineralogia, permette inoltre di effettuare determinazioni a carattere morfologico e tessiturale. Il campione (sezione sottile) viene assottigliato mediante abrasione con appositi utensili fino ad ottenere uno spessore standard pari a circa 30 μm e quindi osservabile con un microscopio ottico a luce polarizzata trasmessa. L'analisi microscopica viene corredata da documentazione fotografica che illustra gli aspetti più significativi del campione analizzato.



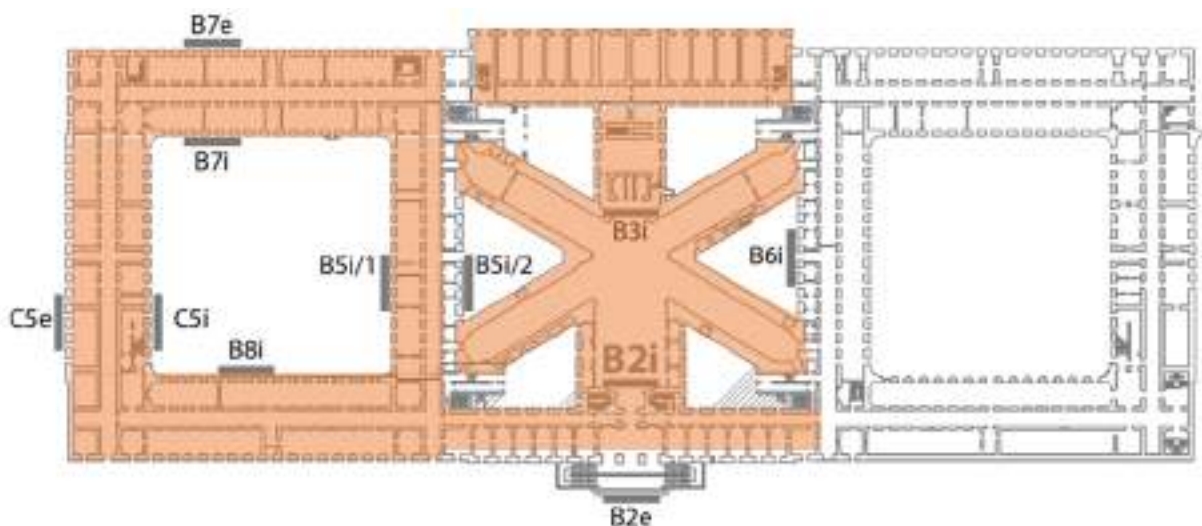
Figura 3 - L'analisi petrografica andrà condotta anche sul basamento dei bracci della croce centrale per una corretta individuazione dell'elemento lapideo che ricorre in tutto il basamento del blocco 01.

Numero stimato di prove:

Almeno 20

Localizzazione:

Analisi da condurre su un punto delle murature che presentano caratteristiche diverse (da valutarsi su ogni braccio di ogni corpo). Per murature che presentano medesime caratteristiche, i risultati vanno estesi per analogia.



- **Carotaggio e lettura della carota (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.020.200 A)**

Carotaggio e lettura della carota: esecuzione di carotaggio nelle murature per il prelievo di campioni di muratura e per la verifica dello stato di conservazione interno eseguito mediante carotiere raffreddato ad acqua e punte diamantate del Diametro = 40-100 mm. Si fornisce la lettura, la documentazione fotografica, la rappresentazione schematica della carota estratta e l'ubicazione della prova su adeguata base grafica precedentemente fornita.

Numero stimato di prove:

Il numero e l'estensione verrà definito in fase di progettazione esecutiva in base al Livello di Conoscenza che si intende raggiungere

Localizzazione:

Analisi da condurre su un punto delle murature che presentano caratteristiche diverse (da valutarsi sui corpi della corte occidentale e centrale). Per murature che presentano medesime caratteristiche, i risultati vanno estesi per analogia evitando l'esecuzione di ulteriori saggi.

1.1. Indagini su strutture in calcestruzzo armato

Numerosi interventi sono stati condotti sul Real Albergo dei Poveri tramite l'impiego di tecniche sperimentali e di materiali non pienamente compatibili con la struttura settecentesca in tufo e laterizio. La fase conoscitiva ha difatti rilevato una significativa presenza di volte in c.a., molto diverse l'una dall'altra per geometria e struttura. Si rende dunque necessaria una verifica dell'effettiva resistenza di tali strutture, accertandosi che le forme di degrado che esse denunciano ad oggi rappresentino solo un deperimento superficiale e non precludano a forme di dissesto o di inefficienza più significative.

Oltre alle prove di carico che verranno descritte nel paragrafo specifico delle analisi da condurre su volte e solai piani, si prevede di effettuare sulle strutture in c.a. le seguenti indagini integrative:

- **Indagine magnetometrica mediante pacometro (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.020.210.A)**

Indagine magnetometrica mediante pacometro in grado di identificare la presenza di elementi metallici al di sotto delle superfici intonacate o lapidee. L'indagine comprende la documentazione fotografica della zona indagata con rappresentazione schematica dei punti di misura e localizzazione degli elementi eventualmente individuati.

Numero stimato di prove:

Almeno 10

Localizzazione:

Corpo 2 e 8, livelli 6 e 7, volte e solai in calcestruzzo armato. Uno per tipologia

- **Misura della durezza superficiale dei calcestruzzi tramite sclerometro (Rif. Prezzo Campania: CAM23_S05.020.010.A)**

Misure della durezza superficiale delle strutture in c.a. mediante sclerometro manuale o elettronico. Valutazione della resistenza caratteristica a compressione R_{ck} del calcestruzzo costituente strutture in c.a. a mezzo di prove di misura della durezza superficiale del getto mediante sclerometro manuale o elettrico, al fine di fornire la resistenza caratteristica come media di almeno 10 letture (o battute). E' compreso quanto altro occorre per dare i risultati della misurazione completi. Il prezzo è riferito a ciascuna battuta.

Numero stimato di prove:

Almeno 32

Localizzazione:

Corpo 2 e 8, livelli 6 e 7, volte e solai in calcestruzzo armato. Quattro per tipologia

- **Misura della velocità delle onde ultrasoniche nei calcestruzzi (Rif. Prezzo Campania: CAM23_S05.020.020.A)**

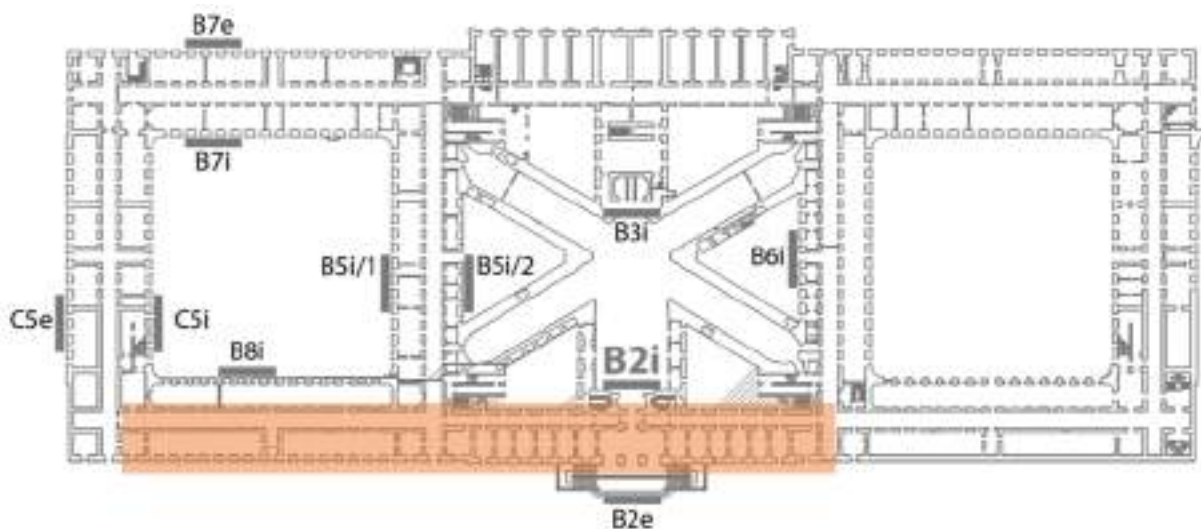
Misurazione della velocità di propagazione delle onde ultrasoniche attraverso il materiale costituente la struttura in c.a., al fine di determinare: presenza di difetti (microfessure, bolle d'aria, discontinuità, etc.), danni provocati dal gelo o incendio, inclusione di corpi estranei, resistenza a compressione del cls, modulo elastico statico e dinamico, omogeneità del materiale.

Numero stimato di prove:

Almeno 32

Localizzazione:

Corpo 2 e 8, livelli 6 e 7, volte e solai in calcestruzzo armato. Quattro per tipologia



1.2. Indagini diagnostiche su intonaci

Importante sarà l'acquisizione di dati **relativi alla composizione e allo stato di conservazione degli intonaci storici**, in particolar modo di quelli ancora visibili nelle due corti laterali e in alcuni ambienti interni in cui sono presenti anche apparati decorativi (incartate, stucchi etc).

La valutazione della tipologia di intonaco, con l'individuazione della precisa composizione mineralogica, sarà fondamentale per individuare il tipo di intonaco / scialbo da impiegare nell'intervento di restauro.

Si precisa che, in fase esecutiva, saranno predisposti campionamenti da approvare a cura della DL.





Figura 4-Intonaci con apparati decorativi al terzo piano, blocco 02; intonaci presenti nell'ex stenditoio al terzo piano

A tal fine si prevede l'esecuzione delle seguenti indagini:

- **Tassello stratigrafico (Rif. Prezario Campania: CAM23_A00.010.104.A)**

Esecuzione di un tassello-stratigrafico, eseguito da un restauratore specializzato, al fine di evidenziare le principali caratteristiche stratigrafiche delle finiture pittoriche fino al supporto (intonaco o pietra); le dimensioni variano da 10x20 cm ad un massimo di 10x 30 cm. Si deve fornire la documentazione fotografica relativa con lettura degli strati riscontrati ed ubicazione della prova su adeguata base grafica precedentemente fornita.

Numero stimato di prove:

Almeno 5

Localizzazione:

Prospetto sud su Piazza Carlo III, prospetti interni corti laterali (blocco 07 e C6), ambienti interni 3 piano del blocco 02, ex stenditoio al terzo livello. Uno per ogni localizzazione individuata

- **Colorimetria a riflettanza (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.010.105.A)**

Colorimetria a riflettanza: esecuzione di una misura colorimetrica a riflettanza per valutare in modo oggettivo, mediante l'acquisizione di coordinate colorimetriche di riferimento, l'aspetto cromatico e le eventuali variazioni (mediante il calcolo del Delta E di scarto) (Raccomandazioni NorMaL 43/93). Deve essere fornita relativa tabella di coordinate colorimetriche e dei parametri statistici.



Figura 5-Tracce di scialbo pigmentato in corrispondenza del corpo C6, lato cortile interno.

Numero stimato di prove:

Almeno 10/15

Localizzazione:

Prospetto sud su Piazza Carlo III, prospetti interni corti laterali (blocco 07 e C6), ambienti interni 3 piano del blocco 02, ex stenditoio al terzo livello. Due/tre per ogni localizzazione individuata

- **Sezione sottile (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.030.302.A)**

Esecuzione di una sezione sottile finalizzata ad individuare e caratterizzare i materiali costitutivi principali ed il relativo degrado (Raccomandazioni NorMaL 10/82, 12/83, 14/83 e 23/86). Deve essere fornita relativa interpretazione e documentazione fotografica a colori a differenti ingrandimenti mediante osservazione mineralogico-petrografica (da ingr. ob. 2.5X a 10X).

Numero stimato di prove:

Almeno 10

Localizzazione:

Prospetto sud su Piazza Carlo III, prospetti interni corti laterali (blocco 07 e C6), ambienti interni 3 piano del blocco 02, ex stenditoio al terzo livello. Due per ogni localizzazione individuata

- **Diffrattometria (C Rif. Prezzo Campania: AM23_A00.030.303.A)**

Esecuzione di una diffrattometria a raggi X per l'individuazione qualitativa e semiquantitativa delle specie mineralogiche dei materiali costitutivi (Raccomandazioni NorMaL 34/91). Deve essere fornita interpretazione dei risultati, relativo diffrattogramma, tabella di abbondanza semiquantitativa ed a richiesta relativa scheda delle righe caratteristiche.

Numero stimato di prove:

Almeno 10

Localizzazione:

Prospetto sud su Piazza Carlo III, prospetti interni corti laterali (blocco 07 e C6), ambienti interni 3 piano del blocco 02, ex stenditoio al terzo livello. Due/tre per ogni localizzazione individuata

- **Analisi petrografica su sezione sottile (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.040.703.A)**

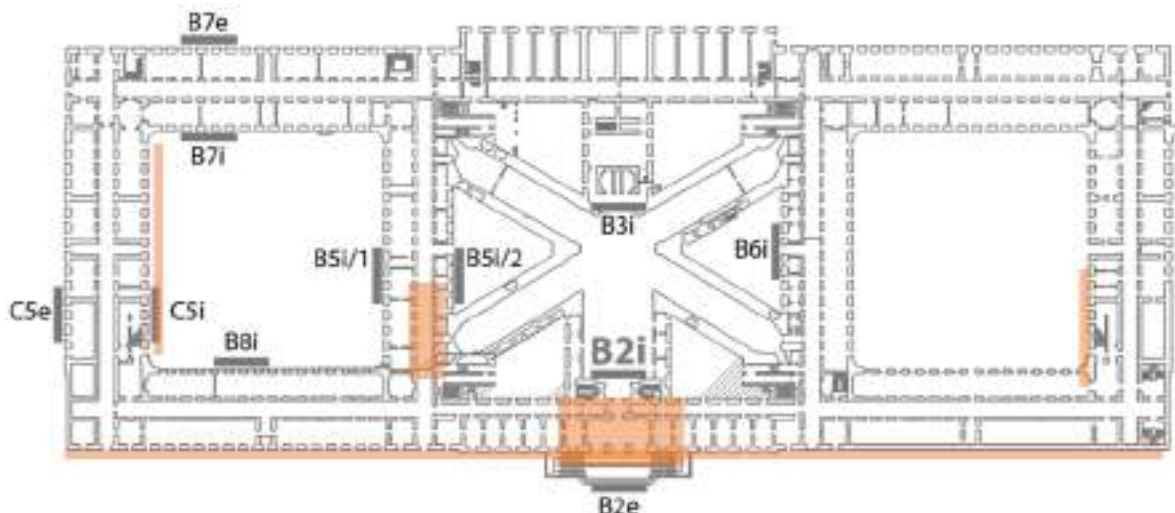
Lo scopo dell'analisi microscopica su sezione sottile è la caratterizzazione mineralogico/petrografica del materiale lapideo sia esso naturale (classificazione delle rocce) o artificiale (identificare i componenti di un aggregato in una malta e determinare il rapporto inerte/legante, riconoscere fasi mineralogiche caratteristiche nelle ceramiche, effettuare indagini su intonaci, stucchi...), tale tecnica, largamente utilizzata nel campo della petrografia e della mineralogia, permette inoltre di effettuare determinazioni a carattere morfologico e tessiturale. Il campione (sezione sottile) viene assottigliato mediante abrasione con appositi utensili fino ad ottenere uno spessore standard pari a circa 30 µm e quindi osservabile con un microscopio ottico a luce polarizzata trasmessa. L'analisi microscopica viene corredata da documentazione fotografica che illustra gli aspetti più significativi del campione analizzato.

Numero stimato di prove:

Almeno 10

Localizzazione:

Prospetto sud su Piazza Carlo III, prospetti interni corti laterali (blocco 07 e C6), ambienti interni 3 piano del blocco 02, ex stenditoio al terzo livello. Due/tre per ogni localizzazione individuata



1.3. Indagini diagnostiche su malte

La conoscenza della composizione delle malte, ottenuta mediante campionature in situ e analisi in laboratorio, consente la riproduzione di malte e miscele leganti con caratteristiche simili, cioè compatibili, con quelle ad oggi impiegate nei paramenti murari dell'Albergo dei Poveri.

Le indagini sulle malte metteranno sicuramente in luce l'eterogeneità di quelle impiegate nel sito, dato l'ampio ricorso a prodotti a base cementizia del tutto incompatibili con la tessitura muraria in tufo e laterizio.



Figura 6 - In alcune porzioni del blocco 07 è possibile riscontrare un fenomeno di erosione differenziata a seconda dei blocchi lapidei usati e della malta impiegata.

Per acquisire dati relativi alla composizione macroscopica delle malte impiegate nel complesso si prevede di eseguire le seguenti indagini:

- Descrizione macroscopica delle malte (Rif. Prezario Campania: CAM23_A00.030.300.A)

Esecuzione di una descrizione macroscopica per evidenziare le caratteristiche macroscopiche composizionali, cromatiche, di coesione e di adesione delle malte (Racc. NorMaL 10/82). Deve essere fornita relativa interpretazione e documentazione fotografica a colori a differenti ingrandimenti (da ingr. ob. 6X a 12X),

Numero stimato di prove:

Almeno 30

Localizzazione:

Analisi da condurre su punti delle murature che presentano caratteristiche diverse (da valutarci su ogni braccio di ogni corpo). Per malte che presentano medesime caratteristiche, i risultati vanno estesi per analogia.

- **Sezione sottile (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.030.302.A)**

Esecuzione di una sezione sottile finalizzata ad individuare e caratterizzare i materiali costitutivi principali ed il relativo degrado (Raccomandazioni NorMaL 10/82, 12/83, 14/83 e 23/86). Deve essere fornita relativa interpretazione e documentazione fotografica a colori a differenti ingrandimenti mediante osservazione mineralogico-petrografica (da ingr. ob. 2.5X a 10X).

Numero stimato di prove:

Almeno 30

Localizzazione:

Analisi da condurre su punti delle murature che presentano caratteristiche diverse (da valutarci su ogni braccio di ogni corpo). Per malte che presentano medesime caratteristiche, i risultati vanno estesi per analogia.

- **Analisi dei Sali solubili mediante cromatografia ionica (Rif. Prezzo Campania 2023: CAM23_A00.040.702.A)**

Esecuzione di un dosaggio dei sali solubili mediante cromatografia ionica con analisi qualitativa di anioni (fluoruri, cloruri, nitriti, nitrati, fosfati, solfati, ossalati) e cationi (litio, calcio, sodio, potassio, ione ammonio, magnesio) (Raccomandazioni NorMaL 13/83). Deve essere fornita una tabella dei dati ottenuti (espressi per cento in peso e meq/100mg) con interpretazione dei dati ottenuti ed eventuale grafico riassuntivo prevista preparazione ed analisi degli anioni.

Numero stimato di prove:

Almeno 20

Localizzazione:

Analisi da condurre su punti delle murature che presentano caratteristiche diverse (da valutarci su ogni braccio di ogni corpo). Per malte che presentano medesime caratteristiche, i risultati vanno estesi per analogia.

- **Analisi petrografica su sezione sottile (Rif. Prezzo Campania 2023: CAM23_A00.040.703.A)**

Lo scopo dell'analisi microscopica su sezione sottile è la caratterizzazione mineralogico/petrografica del materiale lapideo sia esso naturale (classificazione delle rocce) o artificiale (identificare i componenti di un aggregato in una malta e determinare il rapporto inerte/legante, riconoscere fasi mineralogiche caratteristiche nelle ceramiche, effettuare indagini su intonaci, stucchi...), tale tecnica, largamente utilizzata nel campo della petrografia e della mineralogia, permette inoltre di effettuare determinazioni a carattere morfologico e tessiturale. Il campione (sezione sottile) viene assottigliato mediante abrasione con appositi utensili fino ad ottenere uno spessore standard pari a circa 30 µm e quindi osservabile con un microscopio ottico

a luce polarizzata trasmessa. L'analisi microscopica viene corredata da documentazione fotografica che illustra gli aspetti più significativi del campione analizzato.

Numero stimato di prove:

Almeno 30

Localizzazione:

Analisi da condurre su punti delle murature che presentano caratteristiche diverse (da valutarsi su ogni braccio di ogni corpo). Per malte che presentano medesime caratteristiche, i risultati vanno estesi per analogia.

- **Diffrattometria (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.030.303.A)**

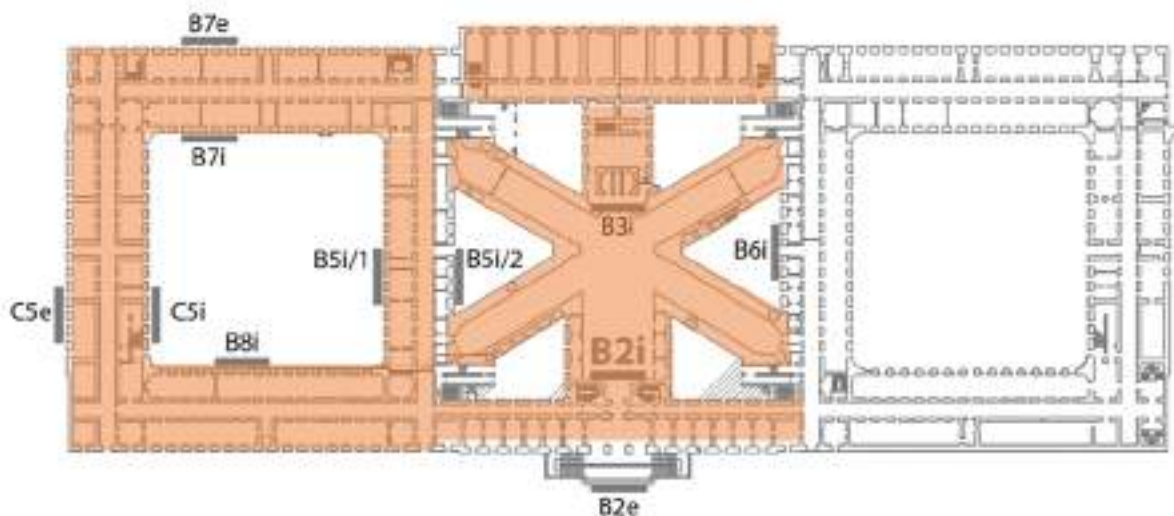
Esecuzione di una diffrattometria a raggi X per l'individuazione qualitativa e semiquantitativa delle specie mineralogiche dei materiali costitutivi (Raccomandazioni NorMaL 34/91). Deve essere fornita interpretazione dei risultati, relativo diffrattogramma, tabella di abbondanza semiquantitativa ed a richiesta relativa scheda delle righe caratteristiche.

Numero stimato di prove:

Almeno 30

Localizzazione:

Analisi da condurre su punti delle murature che presentano caratteristiche diverse. Per malte che presentano medesime caratteristiche, i risultati vanno estesi per analogia.



1.4. Indagini su solai e volte

Alla base del processo di rifunionalizzazione degli spazi del Real Albergo dei Poveri, è necessario avviare una sistematica verifica dell'efficienza degli orizzontamenti in opera.

Tale tipo di indagine diviene ancor più necessaria e significativa nel caso in cui siano previste funzioni che apporterebbero nuovi carichi alle strutture stesse (biblioteche, depositi di oggetti etc).



Figura 7- Alcuni dei solai del VII livello del corpo 02 di cui indagare l'effettiva capacità resistente

A tal fine, si prevedono delle **prove di carico da condurre sui diversi tipi di solaio individuate nella fase di conoscenza con l'obiettivo di valutarne l'effettiva portanza.**

I risultati delle indagini indirizzeranno verso **eventuali scelte di consolidamento, di affiancamento o, nel peggiore dei casi, di sostituzione**, soprattutto nel caso delle strutture voltate n.c.a.

Per le volte in muratura vengono inoltre previste delle prove di resistenza tramite piccoli carotaggi:

- **Prove di carico (Rif. Prezzo Campania: CAM23_S02.040.010.x)**

Prove di carico atte a valutare l'effettiva capacità portante dei solai e delle strutture voltate.

Numero stimato di prove:

Il numero e l'estensione verrà definito in fase di progettazione esecutiva in base al Livello di Conoscenza che si intende raggiungere

Localizzazione:

Solai piani e voltati del Blocco 02, 07 e 08. Uno per tipologia di solaio riscontrato

- **Carotaggio e lettura della carota (Rif. Prezzo Campania: CAM23_A00.020.200 A)**

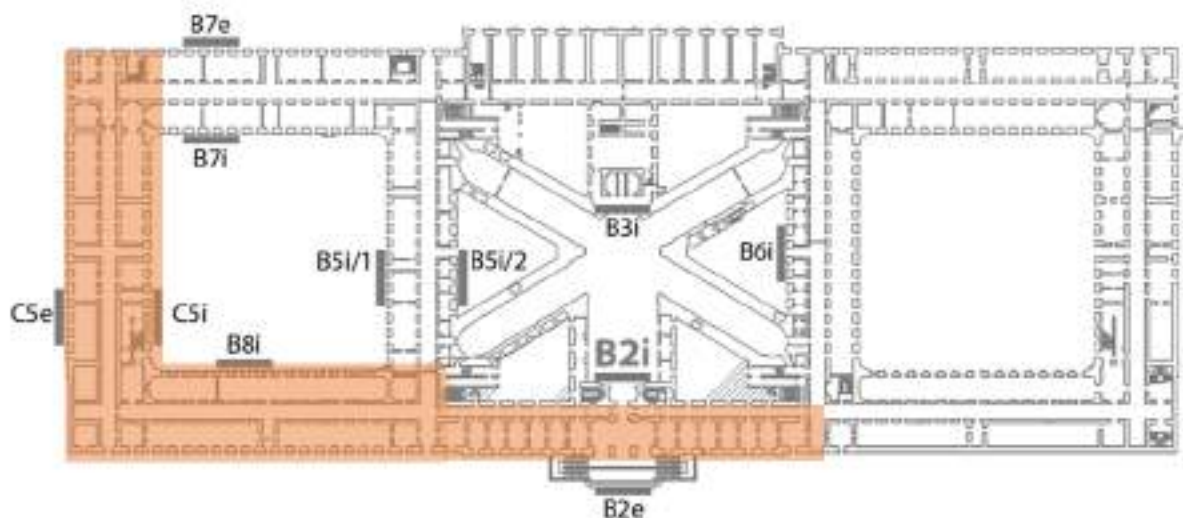
Carotaggio e lettura della carota: esecuzione di carotaggio nelle murature per il prelievo di campioni di muratura e per la verifica dello stato di conservazione interno eseguito mediante carotiere raffreddato ad acqua e punte diamantate del Diametro = 40-100 mm. Si fornisce la lettura, la documentazione fotografica, la rappresentazione schematica della carota estratta e l'ubicazione della prova su adeguata base grafica precedentemente fornita.

Numero stimato di prove:

Il numero e l'estensione verrà definito in fase di progettazione esecutiva in base al Livello di Conoscenza che si intende raggiungere

Localizzazione:

Solai voltati in muratura del Blocco 02, 07 e 08. Uno per tipologia di solaio riscontrato



1.5. Indagini su terreni

Sono previste indagini per **valutare la consistenza dei terreni di fondazione del fabbricato**; tale tipo di indagine è da prevedersi in **corrispondenza dei crolli dell'ala occidentale** dove sono previste ingenti opere di ricostruzione volumetrica.

- **Perforazione carotaggio (CAM23_S01.031.020.A)**
- **Prelievo campione da carotaggio (CAM23_S01.040.020.A)**

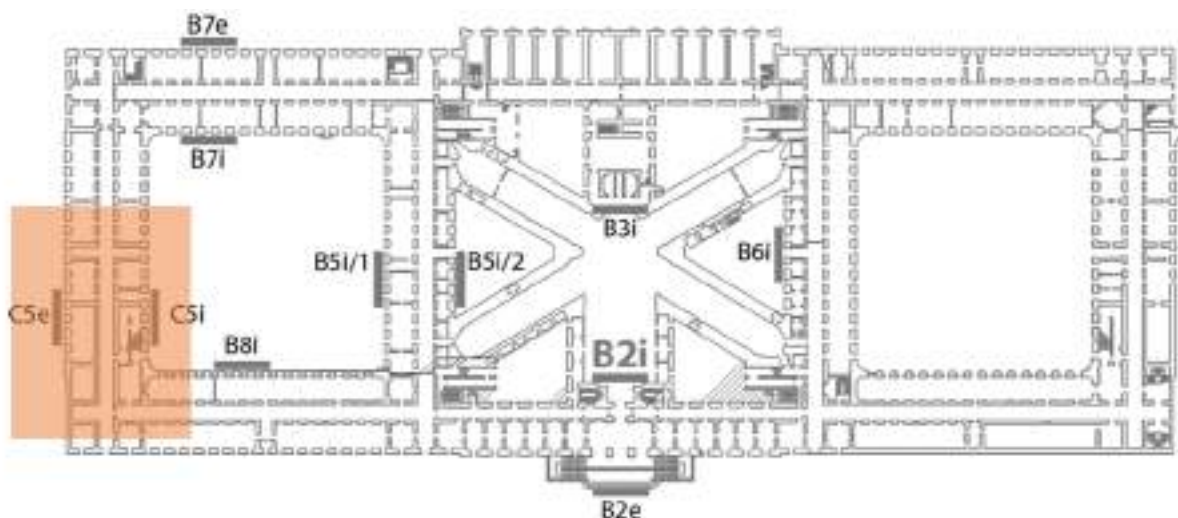
Indagini sui terreni per valutarne l'effettiva portanza. Verrà effettuato un carotaggio da analizzare (al fine di valutare l'effettiva composizione e stratificazione del terreno di fondazione) e dello stesso ne verrà valutata la resistenza.

Numero stimato di prove:

Il numero e l'estensione verrà definito in fase di progettazione esecutiva in base al Livello di Conoscenza che si intende raggiungere

Localizzazione:

Analisi da condurre in corrispondenza dell'angolo sudoccidentale in corrispondenza della porzione di edificio da ricostruire (C5).



2. PIANO PRELIMINARE DELLE INDAGINI STRUTTURALI

2.1 Inquadramento generale

La campagna di indagine strutturale dovrà essere impostata e definita in ottemperanza alle normative vigenti, in particolare a quanto riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM MIT 17/01/2018 e relativa circolare applicativa.

In tale documento, con la finalità di definire propriamente il livello di sicurezza dell'edificio viene introdotto il concetto di livello di conoscenza. In particolare, nella definizione dei modelli strutturali è fatto obbligo di tenere in conto di:

- Geometria dell'edificio;
- Dettagli costruttivi;
- Proprietà dei materiali.

In base al livello di conoscenza dell'edificio per quanto concerne le succitate categorie è possibile definire 3 diversi livelli di conoscenza:

- LC1;
- LC2;
- LC3.

Il livello di conoscenza acquisito determina il metodo di analisi e i fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali, come mostrato in questo estratto delle NTC 2018, C8.5.4.

Il progettista dovrà valutare il livello di conoscenza da adottare in base a quelle che saranno le analisi da condurre e da cui derivare i fattori di confidenza da applicare nel rispetto di quanto previsto dalla normativa vigente.

Si riporta di seguito una indicazione preliminare della tipologia di indagini che potranno essere eseguite sull'edificio, a integrazione e precisazione di quanto descritto nel paragrafo precedente. Quanto riportato di seguito rappresenta un piano preliminare di indagine delle strutture che dovrà essere sviluppato nel dettaglio dal progettista delle strutture nelle successive fasi.

Di seguito, con riferimento alle specifiche contenute al § 8.5 delle NTC, è riportata una guida alla stima dei *Fattori di Confidenza* (FC), definiti con riferimento ai tre *Livelli di Conoscenza* (LC) crescenti, secondo quanto segue:

LC1: si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, con riferimento al § C8.5.1, il rilievo geometrico completo e *indagini limitate* sui dettagli costruttivi, con riferimento al § C8.5.2, *prove limitate* sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, con riferimento al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1,35$ (nel caso di costruzioni di acciaio, se il livello di conoscenza non è LC2 solo a causa di una non estesa conoscenza sulle proprietà dei materiali, il fattore di confidenza può essere ridotto, giustificandolo con opportune considerazioni anche sulla base dell'epoca di costruzione);

LC2: si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, con riferimento al § C8.5.1, il rilievo geometrico completo e *indagini estese* sui dettagli costruttivi, con riferimento al § C8.5.2, *prove estese* sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, con riferimento al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1,2$ (nel caso di costruzioni di acciaio, se il livello di conoscenza non è LC3 solo a causa di una non esaustiva conoscenza sulle proprietà dei materiali, il fattore di confidenza può essere ridotto, giustificandolo con opportune considerazioni anche sulla base dell'epoca di costruzione);

LC3: si intende raggiunto quando siano stati effettuati l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, come descritta al § C8.5.1, il rilievo geometrico, completo ed accurato in ogni sua parte, e *indagini esaustive* sui dettagli costruttivi, come descritto al § C8.5.2, *prove esaustive* sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, come indicato al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1$ (da applicarsi limitatamente ai valori di quei parametri per i quali sono state eseguite le prove e le indagini su citate, mentre per gli altri parametri meccanici il valore di FC è definito coerentemente con le corrispondenti prove limitate o estese eseguite).

Figura 8 - Estratto paragrafo C8.5.4 NTC 2018

Per quanto riguarda gli edifici in muratura, si mostrano gli estratti con la definizione di prove "limitate", "estese", "esaustive" così come la definizione di indagini "limitate", "estese", "esaustive".

Nella caratterizzazione meccanica dei materiali si possono distinguere, in relazione al loro grado di approfondimento, tre livelli di prova.

Prove limitate: Si tratta di indagini non dettagliate e non estese, basate principalmente su esami visivi delle superfici, che prevedono limitati controlli degli elementi costituenti la muratura. Sono previste rimozioni locali dell'intonaco per identificare i materiali di cui è costituito l'edificio; in particolare, avvalendosi anche dell'analisi storico-critica, è possibile suddividere le pareti murarie in aree considerabili come omogenee. Scopo delle indagini è consentire l'identificazione delle tipologie di muratura alla quale fare riferimento ai fini della determinazione delle proprietà meccaniche; questo prevede il rilievo della tessitura muraria dei paramenti ed una stima della sezione muraria.

Prove estese: Si tratta di indagini visive, diffuse e sistematiche, accompagnate da approfondimenti locali. Si prevedono saggi estesi, sia in superficie sia nello spessore murario (anche con endoscopie), mirati alla conoscenza dei materiali e della morfologia interna della muratura, all'individuazione delle zone omogenee per materiali e tessitura muraria, dei dispositivi di collegamento trasversale, oltre che dei fenomeni di degrado. È inoltre prevista l'esecuzione di analisi delle malte e, se significative, degli elementi costituenti, accompagnate da tecniche diagnostiche non distruttive (penetrometriche, sclerometriche, soniche, termografiche, radar, ecc.) ed eventualmente integrate da tecniche moderatamente distruttive (ad esempio martinetti piatti), finalizzate a classificare in modo più accurato la tipologia muraria e la sua qualità.

Prove esaustive: In aggiunta alle richieste della categoria precedente, si prevedono prove dirette sui materiali per determinarne i parametri meccanici. Il progettista ne stabilisce tipologia e quantità in base alle esigenze di conoscenza della struttura. Le prove devono essere eseguite o in situ o in laboratorio su elementi indisturbati prelevati in situ; esse possono comprendere, se significative: prove di compressione (ad esempio: su pannelli o tramite martinetti piatti doppi); prove di taglio (ad esempio: compressione e taglio, compressione diagonale, taglio diretto sul giunto), selezionate in relazione alla tipologia muraria e al criterio di resistenza adottato per l'analisi. Le prove devono essere eseguite su tutte le tipologie murarie o comunque su quelle relative agli elementi che, dall'analisi di sensibilità basata sui dati preliminari (§ C8.5), sono risultati significativi per la valutazione della sicurezza. I valori per le verifiche saranno ottenuti, a partire dai valori medi presenti nella Tabella C8.5.1, utilizzando misure sperimentali dirette sull'edificio, tenendo conto dell'attendibilità del metodo di prova. In sostituzione, possono essere considerati i risultati di prove eseguite su altre costruzioni della stessa zona, in presenza di chiara e comprovata corrispondenza tipologica per materiali e morfologia.

Figura 9 - Estratto paragrafo C8.5.3.1 NTC 2018, definizione prove per muratura

Nel rilievo si possono individuare tre livelli di indagine, in relazione al loro grado di approfondimento.

Indagini limitate: sono generalmente basate su indagini di tipo visivo che, al rilievo geometrico delle superfici esterne degli elementi costruttivi, uniscono saggi che consentano di esaminare, almeno localmente, le caratteristiche della muratura sotto intonaco e nello spessore, caratterizzando così la sezione muraria, il grado di ammassamento tra pareti ortogonali e le zone di appoggio dei solai, i dispositivi di collegamento e di eliminazione delle spinte.

Indagini estese: i rilievi e le indagini in-situ indicati al punto precedente, sono accompagnati da saggi più estesi e diffusi così da ottenere tipizzazioni delle caratteristiche dei materiali e costruttive e una aderenza delle indicazioni fedele alla reale varietà della costruzione.

Indagini esaustive: oltre a quanto indicato al punto precedente, le indagini sono estese in modo sistematico con il ricorso a saggi che consentano al tecnico di formarsi un'opinione chiara sulla morfologia e qualità delle murature, sul rispetto della regola dell'arte nella disposizione dei materiali, sia in superficie che nello spessore murario, sull'efficacia dell'ammorsamento tra le pareti e dei dispositivi di collegamento e di eliminazione delle spinte, oltre che sulle caratteristiche degli appoggi degli elementi orizzontali.

Figura 10 - Estratto paragrafo C8.5.2.1 NTC 2018, definizione indagini per muratura

Il progettista dovrà valutare il livello di conoscenza da adottare in base a quelle che saranno le analisi da condurre e da cui derivare i fattori di confidenza da applicare nel rispetto di quanto previsto dalla normativa vigente.

Si riporta nelle sezioni successive una indicazione preliminare della tipologia di indagini che potranno essere eseguite sull'edificio. Quanto riportato di seguito non rappresenta un piano di indagine delle strutture che dovrà essere sviluppato nel dettaglio dal progettista delle strutture nelle successive fasi.

Il numero e la posizione delle prove oggetto dovranno essere definiti tenendo conto dei seguenti fattori:

- Informazioni disponibili sulla struttura note in fase di stesura del documento di indagine.
- Progetto architettonico. Saranno da evitare indagini sugli elementi che potrebbero essere demoliti e dovranno essere concentrarle nelle zone di maggiore aggravio sulla struttura.
- Cercare di minimizzare gli interventi di rinforzo futuri. Arrivando ad una conoscenza più approfondita (LC2 o LC3), si potrà utilizzare un fattore di confidenza più ridotto rispetto a quello derivante da un LC1.
- Normativa vigente. È stata tenuta in conto la ripetitività e la presenza di omogeneità degli elementi.

2.2 Indagini sulle murature

Geometria dell'edificio

In base a quanto riportato nella documentazione esistente allo stato di fatto non è completamente nota la disposizione esatta e le relative dimensioni degli elementi in muratura. Sono previste pertanto delle indagini visive atte a definire presenza e geometria di tutti tali elementi.

Si mostra in base al livello di conoscenza, la tipologia di informazioni necessarie per il rilievo della muratura.

Indagini su pareti in muratura			
	LC1	LC2	LC3
Rilievo geometrico superfici esterne	sì	sì	sì
Indagini sotto intonaco e nello spessore	localmente	estese	sistematiche
Grado di ammorsamento	localmente	estese	sistematiche

Tabella 1 Tipo di indagini per il rilievo delle strutture in muratura

Proprietà dei materiali

È prevista una campagna di indagine atta a determinare le caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi in muratura dell'edificio. In particolare, le prove avranno lo scopo di identificare estensione e spessore delle murature, consistenza ed eventuale presenza di vuoti e discontinuità, oltre che le caratteristiche di resistenza e deformabilità.

Come per i dettagli costruttivi, numero e posizione delle prove atte a caratterizzare il materiale sono state ipotizzate nelle tavole disponibili in appendice B, tuttavia sarà possibile confermarle solo a seguito dei risultati delle indagini atte a definire la geometria.

Prove meccaniche richieste su pareti in muratura			
	LC1	LC2	LC3
Categorizzare tipologia costituenti tramite rimozione intonaco	sì	sì	sì
Saggi nello spessore (endoscopie)	no	sì	sì

Analisi delle malte	no	sì	sì
Prove non distruttive (penetrometriche, sclerometriche, soniche, termografiche, radar,,)	no	sì	sì
Prove semi-distruttive (martinetti piatti, prove di taglio, prove di compressione)	no	opzionali	sì

Tabella 2 Tipo di prove per la caratterizzazione meccanica delle strutture in muratura

2.3 Indagini aggiuntive

In aggiunta a quanto già definito potranno essere introdotte prove specifiche atte a definire lo stato di conservazione della struttura.

Tali prove, richieste nel numero specificato nei capitoli seguenti, sono principalmente:

- Prove di carico:
Prove di carico sui solai.

Le prove di carico su solaio hanno lo scopo di verificare la corrispondenza sperimentale delle caratteristiche fisico-meccaniche e di resistenza con quella teorica.

- Pozzi di ispezione

Non sono al momento disponibili informazioni relative alla geometria e alle caratteristiche delle fondazioni. Lo scopo dei pozzi d'ispezione è di verificarne le dimensioni e la quota d'imposta, oltre che lo stato del terreno in adiacenza alle fondazioni stesse e la presenza di eventuali strutture secondarie.

A seguito dei risultati provenienti dai pozzi di ispezione potranno essere valutate indagini di tipo geognostico.

3. PIANO PRELIMINARE DI MONITORAGGIO

Il piano di monitoraggio del complesso monumentale da redigersi in fase di predisposizione dei successivi livelli di progettazione dovrà essere predisposto in accordo con le Linee Guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale alle nuove Norme Tecniche sulle costruzioni del Ministero della Cultura, alle Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, nonché ai rapporti tecnici di riferimento quali l'UNI 11634 (2016) Linee guida per il monitoraggio strutturale.

Le linee guida ministeriali, in particolare, ribadiscono la centralità del controllo periodico della costruzione che rappresenta il principale strumento per una consapevole conservazione, in quanto consente di programmare la manutenzione ed attuare in tempo, quando realmente necessari, gli interventi di riparazione, in caso di danno strutturale, e di consolidamento, finalizzato alla prevenzione.

Il programma di monitoraggio deve essere preceduto da una accurata analisi del funzionamento strutturale, e quindi una interpretazione dei dissesti in atto, in modo da definire i parametri più significativi che, misurati in continuo o con scadenze temporali adeguate, consentono di certificarne il buon comportamento ovvero di valutare eventuali evoluzioni pericolose per la stabilità di insieme o di singole parti dell'edificio.

Il monitoraggio visivo, inteso come controllo periodico dell'insorgenza di stati fessurativi, fenomeni di degrado, trasformazioni nella struttura e nell'ambiente circostante, rappresenta il punto di partenza di tale attività mentre le informazioni aggiuntive sullo stato di conservazione possono essere acquisite attraverso il monitoraggio strumentale di alcuni parametri ritenuti significativi (movimento delle lesioni, spostamenti assoluti o relativi di punti della costruzione, rotazione di pareti o altri elementi).

Il movimento delle lesioni può essere controllato pressoché in continuo e a distanza, il controllo geometrico della costruzione può essere invece eseguito mediante procedure di rilievo topografico, fotogrammetrico, o utilizzando tecniche innovative, come la nuvola di punti generata dal laser scanner. Il progetto di monitoraggio richiede dunque una preliminare interpretazione del meccanismo di dissesto che, quando è ben compreso e possono essere definite soglie di sicurezza, può prefigurare un'alternativa all'intervento stesso, a vantaggio della conservazione.

Le proprietà dinamiche della struttura (frequenze e forme proprie di vibrazione) sono anch'esse parametri significativi del comportamento della costruzione e nel caso di strutture in muratura, caratterizzate da un comportamento fortemente non lineare che rende problematico il ricorso a parametri rappresentativi di un comportamento lineare equivalente, il controllo di alcuni parametri della risposta dinamica, o eccitata artificialmente o mediante vibrazioni ambientali, può, rappresentare uno dei possibili elementi per l'identificazione di un cambiamento manifestatosi nella costruzione. La scelta dei parametri e l'interpretazione delle misure dinamiche andranno giustificate in relazione alla tipologia di dissesto ed agli scopi delle indagini.

In sintesi, il monitoraggio del complesso e degli interventi consisterà nella installazione di un'appropriata strumentazione e nella misura delle grandezze fisiche significative - quali ad esempio spostamenti, tensioni, forze e pressioni interstiziali - prima, durante e/o dopo gli interventi, e comprenderà:

- monitoraggi statici, per la misurazione di aperture di lembi di lesioni, rotazioni di pareti, cedimenti verticali e deformazioni in tempo reale;

- monitoraggi dinamici finalizzati alla valutazione delle caratteristiche vibrazionali della struttura e quindi verificare, mediante dei accelerometri, che le vibrazioni stesse non superino i valori di soglia;
- monitoraggi ambientali, quali il controllo di parametri ambientali di temperatura e umidità.