



Soprintendenza Speciale Pompei



MINISTERO DEI BENI E DELLE ATTIVITA' CULTURALI E DEL TURISMO



**PROGETTO DI RESTAURO EDIFICIO SITO NELLA REGIO VII, ins. 5, civ. 18  
PIANO DELLE INDAGINI**

**SOPRINTENDENZA SPECIALE POMPEI**

**IL DIRETTORE GENERALE**  
Prof. Massimo OSANNA

**Responsabile Unico  
del Procedimento**  
arch. Marina Cesira D'Innocenzo

**Gruppo di progettazione**

arch. Angela Di Lillo, Segreteria Tecnica GPP

arch. ing. Raffaella Forgione, Segreteria Tecnica GPP

arch. Arianna Spinosa, Segreteria Tecnica GPP

*Angela Di Lillo*  
*Raffaella Forgione*  
*Arianna Spinosa*

ELABORATO

**Elaborato 02**

TITOLO ELABORATO

**Piano Indagini**

LIVELLO DI PROGETTAZIONE

**ESECUTIVO**

DATA di redazione  
agosto 2016

DATA di revisione  
settembre 2016

## PIANO delle INDAGINI

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18  
(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini  
Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa  
RUP: arch. M. D'Innocenzo

## PIANO delle INDAGINI

### 1. PREMESSA

Obiettivo dell'intervento è la verifica e il consolidamento delle parti strutturali, il restauro architettonico e di apparati decorativi e pavimentali, l'allestimento di un percorso espositivo, esteso a tutta l'area occupata attualmente dalla sede del ristorante, con ingresso da Regio VII Insula 5 civico 18, ed dal Portico delle Terme femminili del Foro, con la finalità di restituirla alla fruizione, come sede di un Museo, e di garantire la conservazione, la tutela e la valorizzazione delle testimonianze archeologiche, contribuendo a migliorare la fruizione dell'intero sito archeologico.

Al fine di rendere disponibile un quadro conoscitivo di dettaglio dello stato di fatto del bene oggetto di intervento si prevede che vengano effettuati:

- le indagini, i saggi e i sondaggi necessari per la compiuta valutazione dello stato dei luoghi dal punto di vista strutturale e geologico;
- i prelievi, le indagini e le prove di laboratorio sui materiali, sia ai fini della definizione del quadro relativo alle tecniche costruttive originarie e conseguentemente alla compatibilità dei materiali, sia ai fini della valutazione delle tecniche di restauro architettonico e di apparati decorativi.

Il dettaglio della modalità di realizzazione e restituzione di indagini, saggi e sondaggi è riportato nell'allegato 1 alla presente relazione del Piano delle Indagini.

Di seguito si illustrano le attività che si intende porre in essere alla luce di quanto verificato sul posto a seguito dei sopralluoghi preliminari effettuati dal gruppo di progettazione.

### 2. INDAGINI GEOFISICHE, GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

Le indagini geologiche avverranno in due distinte fasi:

- nella prima fase verrà condotta una campagna di indagini indirette non invasive, costituita da una serie di indagini geofisiche, finalizzate alla caratterizzazione dei terreni con la successione litostratigrafica ed i principali

## PIANO delle INDAGINI

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18

(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini

Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa

RUP: arch. M. D'Innocenzo



SOPRINTENDENZA  
POMPEI

Rev. 11.09.2016 pagina 2 di 17

parametri dinamico-elastici, ed al corretto posizionamento dei punti di sondaggio;

- nella seconda fase, invece, verranno condotti accertamenti diretti, limitati e condizionati alle necessari verifiche archeologiche preventive, con il duplice scopo di verificare mediante acquisizione di campioni le caratteristiche dei terreni su cui poggiano le fondazioni ed indagare profondità e caratteristiche delle fondazioni stesse.

Per definire in modo mirato le attività di indagine, ed eseguire alcune tarature preliminari delle indagini geofisiche, è necessario eseguire preliminarmente le prove di seguito illustrate.

Innanzitutto è necessario condurre almeno n. 4 prove non invasive con sismografo triassiale a stazione singola ed elaborazione con metodo HVSR, per ottenere informazioni sulla frequenza di sito, direttamente legata alla sismostratigrafia dell'area.

Le prove consistono nell'appoggiare a terra il sismografo triassiale ed acquisire i segnali trasmessi dai terreni con pc portatile e software dedicato, e sono finalizzate a raccogliere informazioni sommarie sulla profondità del basamento sismico (costituito in sito da spessori notevoli di colate laviche poco fratturate) e/o la presenza di materiale allentato (riporto) superficiale.

L'elaborazione di tali dati speditivi può mostrare diverse frequenze di sito predominanti, in relazione ad un contrasto sismico presente a debole profondità (ma comunque non inferiore ai 5 m) ed a profondità notevolissime e non interferenti con le opere in progetto.

Si dovrà procedere poi a verificare alcuni parametri elettrici dei terreni e dei materiali interessati dalle indagini, allo scopo di valutare preventivamente la logistica connessa allo svolgimento della campagna di indagini geofisiche. Si testerà l'applicabilità di un sistema di elettrodi ad accoppiamento galvanico, non invasivi (cioè senza picchetti infissi a terra), da utilizzare all'interno dell'edificio, dei quali sia preventivamente misurata la resistenza di contatto, sia sui pavimenti interni che sui terreni.

## PIANO delle INDAGINI

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18  
(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini  
Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa  
RUP: arch. M. D'Innocenzo

I dati delle resistenze di contatto ottenuti ed i valori di resistività dei primi decimetri di suolo indagati potranno consentire di identificare le metodologie operative e meglio definire le caratteristiche del sistema di acquisizione che verrà realizzato per questo progetto.

Si valuterà la logistica connessa all'utilizzo del Georadar ed alla esecuzione delle indagini sismiche, optando per supporti in appoggio su cui piazzare i geofoni.

### 2.1 – Prima Fase – Indagini geofisiche

Alla luce di tali attività preliminari la campagna di indagini geologiche si concentrerà inizialmente soltanto su indagini geofisiche non invasive.

Nello specifico si prevede di effettuare le seguenti attività:

SISM1 Esecuzione di n. 4 profili sismici a rifrazione ad alta risoluzione in tecnica tomografica in onde P;

SISM2 Esecuzione di n. 2 profili sismici REMI in sovrapposizione ad una delle tomografie sismiche in onde P;

ERT 2D esecuzione di n. 2 profili ERT 2D (geoelettriche 2D) in sovrapposizione alla tomografia sismica in onde P eseguiti lungo il vicolo degli Augustali e il vicolo delle Terme;

ERT 2D Esecuzione di n. 4 profili ERT 2D (geoelettriche 2D) disposti a cavallo degli allineamenti dei pilastri interni:

- n. 2 profili trasversali per l'allineamento dei pilastri interni;
- n.2 profili ortogonali ai precedenti;

ERT 3D Esecuzione di n. 4 profili ERT 3D (geoelettriche 3D) di cui:

- n. 2 profili a cavallo dell'allineamento di 2 pilastri;
- n. 2 profili sul setto esterno di via degli Augustali, in corrispondenza degli ambienti in cui sono posizionati i pilastri;

**PIANO delle INDAGINI**

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18

(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini

Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa

RUP: arch. M. D'Innocenzo

GEOR Esecuzione di rilievo mediante Georadar, esteso alle superfici esterne ed interne "accessibili", con lo scopo di verificare la presenza e l'ubicazione di emergenze archeologiche sepolte, indirizzare le successive prove geotecniche, verificare la posizione delle opere di regimazione idraulica poste sotto alle pavimentazioni e/o al calpestio attuale (cisterne, cavità, ambienti ipogei, tubazioni, etc.):

- n.4 x 28 m (lato lungo- direzione parallela a via degli Augustali);
- n.6 x 15 m (lato corto-direzione parallela a vicolo delle Terme);
- n.1 x 21 m (lato vicolo delle Terme).

Laddove specificatamente ritenuto necessario dal Direttore Esecutivo o dei Lavori, i profili saranno accompagnati da relazione comprensiva dei dati indicati e saranno restituiti su supporto informatico.

Come già precisato, tali indagini non dovranno avere alcun impatto sulle strutture archeologiche, in quanto per le indagini geoelettriche non si dovrà fare ricorso a picchetti infissi nel terreno ma ad "elettrodi ad accoppiamento galvanico", costituiti da feltri bagnati con acqua o gel conduttivo, semplicemente appoggiati a terra, mentre per le prove sismiche i geofoni verranno appoggiati su appositi supporti.

Tale prima fase di indagini indirette di tipo geofisico permetterà la ricostruzione dei modelli stratigrafici dei terreni, la mappatura delle anomalie ascrivibili ad emergenze archeologiche sepolte e la ricostruzione della geometria delle opere fondali.

In particolare le indagini eseguite con georadar consentiranno di mappare zone estese e di verificare la presenza di strutture sepolte nelle aree che saranno oggetto di successive investigazioni con prove di tipo geotecnico e consentire quindi il corretto posizionamento dei punti di sondaggio diretto in funzione delle preesistenze archeologiche.

## 2.2 – Seconda Fase – Indagini geotecniche (geognostiche e prove di laboratorio)

In esito alla prima fase sopra illustrata si potrà verificare la possibilità di eseguire carotaggi sulle murature.

**PIANO delle INDAGINI**

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18

(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini

Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa

RUP: arch. M. D'Innocenzo

Tali indagini verranno comunque preventivamente concordate con il Direttore Esecutivo o dei Lavori, e con il funzionario di zona della Soprintendenza, che ne dovranno autorizzare l'esecuzione.

I carotaggi verranno eseguiti con sonda elettrica a sola rotazione, con diametro del carotiere da un minimo di 15 mm fino a max 40 mm, prediligendo i micro-carotaggi fino a 15-20 mm, e saranno inclinati di circa 10°-15° rispetto alla verticale, ma per la modesta potenza della sonda utilizzabile potranno essere spinte fino ad un massimo di 5,00 metri dal piano campagna.

Tale attività avrà il duplice scopo di verificare fondazioni murature e pilastri (spessore e profondità, consistenza e tessitura della muratura) mediante l'estrazione di carote (per quanto possibile) e la successiva introduzione di una sonda video-endoscopica, e di definire la caratterizzazione geotecnica e litostratigrafica dei primi strati di terreno, estraendo dalle carote (se possibile) dei campioni indisturbati da sottoporre a successive prove di laboratorio.

In funzione della tipologia e numero di campioni che, nel caso, sarà possibile ricavare, verrà stabilito quali e quante prove di laboratorio eseguire tra quelle sotto elencate:

a) CARATTERISTICHE FISICHE, VOLUMETRICHE E GRANULOMETRICHE

- determinazione del contenuto in acqua allo stato naturale;
- determinazione del peso dell'unità di volume g allo stato naturale mediante fustella tarata;
- analisi granulometrica per vagliatura per via umida;

b) PROVE MECCANICHE

- prova di consolidazione edometrica in unico ciclo di carico e scarico su provino (diametro 40-100 mm), a gradini definiti;
  - prova di taglio diretto consolidata drenata con tempo di deformazione finale <8 h (procedura standard);
  - prova di compressione monoassiale (su lave e/o murature).
-



## PIANO delle INDAGINI

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18

(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini

Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa

RUP: arch. M. D'Innocenzo

### 3. INDAGINI sulle STRUTTURE e sui MATERIALI

Le indagini sulle strutture e sui materiali saranno volte all'acquisizione dei dati conoscitivi necessari a definire sia lo stato di conservazione che, per quanto possibile, i parametri meccanici dei materiali, ed in particolare delle murature e delle strutture di copertura (sia quelle originarie che quelle oggetto dei rifacimenti).

La campagna di indagine prevede quasi esclusivamente il ricorso a tecniche di indagine non distruttive di tipo indiretto (termografia, georadar, tomografia sonica, prove sonreb, ferroskan, prove pacometriche ecc.).

Sono previste anche alcune indagini/ispezioni dirette con video endoscopio la cui fattibilità è comunque subordinata alla preventiva verifica ed approvazione da parte del Direttore Esecutivo o dei Lavori e del funzionario di zona della Soprintendenza.

La definizione preventiva delle attività da eseguire, ed in particolare la scelta del numero, della tipologia e della localizzazione delle prove da effettuare, verrà condotta mediante sopralluoghi mirati.

Sulla base dello stato di conservazione delle apparecchiature murarie e delle strutture orizzontali (coperture piane ed inclinate), verrà eseguito un primo rilievo fotografico speditivo.

Tale rilievo sarà messo a confronto, laddove possibile, con la documentazione fotografica pregressa.

Il confronto consentirà di definire le attività successive.

Alcune prove indirette (su elementi in legno, in acciaio e in c.a.) saranno posizionate in pianta a scala opportuna, come pure le prove dirette (micro-carotaggi e video-endoscopie), la cui esecuzione è subordinata alla preventiva verifica ed autorizzazione da parte del Direttore Esecutivo o dei Lavori, e del funzionario di zona della Soprintendenza. La Direzione valuterà il Piano delle Indagini proposto dall'OE aggiudicatario e potrà variare l'aliquota di campioni rimaneggiati rispetto a quella dei campioni indisturbati sulla base delle evidenze riscontrate in corso d'opera.

## PIANO delle INDAGINI

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18

(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini

Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa

RUP: arch. M. D'Innocenzo

Rev. 11.09.2016 pagina 7 di 17

### S.1 Prove di tomografia sonica sulle murature (tomografie soniche)

Le indagini tomografiche soniche avranno la finalità di verificare l'omogeneità del materiale, valutare qualsiasi mutamento delle proprietà dei materiali a causa di fenomeni di degrado, esaminare i difetti degli elementi strutturali murari (cavità, fessurazioni, strati superficiali danneggiati, etc.), e stimare l'ordine di grandezza della resistenza dei materiali utilizzati, e verranno eseguite su pilastri e pannelli murari.

### S.2 Prove termografiche

Sulle pareti verranno eseguite una serie di indagini termografiche di tipo attivo e/o passivo allo scopo di verificare eventuali elementi architettonici preesistenti e attualmente nascosti (cavità, tamponature e ammorsamenti tra murature), alterazioni sugli intonaci ovvero la loro adesione alla struttura portante, distacchi di tessere musive dai supporti murari, tessiture murarie e facies costruttive, fenomeni di umidità di risalita e di infiltrazioni da acque meteoriche. Sulle pareti intonacate le indagini saranno del tipo attivo (con riscaldamento).

Si prevede di eseguire le prove su 20 mq di superficie tra pannelli murari verticali e solai in copertura.

### S.3 Prove di compressione assiale su provini ricavati dalle murature

Il prelievo del materiale lapideo verrà eseguito su elementi rimaneggiati ed indisturbati, prelevati con micro-carotaggio e/o posti a terra, laddove possibile.

In base alle tipologie murarie rilevate sul posto si prevede di ricavare n. 5 provini sui quali saranno poi eseguite le successive prove a compressione.

Lo schiacciamento in laboratorio, avverrà previa rettifica del campione prelevato in situ.

Questa prova, associata a quella di caratterizzazione della malta, può fornire una stima della resistenza a compressione della muratura.

### S.4 Prove sulle malte PROVA SCLEROMETRICA SU MALTA

La prova costituisce un metodo d'indagine non distruttivo in grado di fornire informazioni sulla qualità della malta, misurando la capacità del materiale di resistere



**PIANO delle INDAGINI**

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18  
(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini  
Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa  
RUP: arch. M. D'Innocenzo

Rev. 11.09.2016 pagina 8 di 17

alla penetrazione. Il metodo è utilizzato per stimare la durezza/resistenza della malta testata.

In base all'entità del rimbalzo misurato (ovvero attraverso la misurazione della profondità di penetrazione di una punta conica di acciaio, infissa mediante le battute di uno sclerometro), con l'ausilio di tabelle di conversione, è possibile determinare il valore della resistenza alla compressione.

Nello specifico si prevede di eseguire n.3 prove.

#### S.5 Prove sulle malte PROVE CHIMICHE, GRANULOMETRICHE E SUI LEGANTI per la classificazione della malta (D.M. 14/01/2008 SECONDO LA ASTM C85)

Al momento, non esistono prove standardizzate per la definizione della composizione, delle caratteristiche chimico-fisico e meccaniche di malte prelevate da strutture esistenti.

In questo caso è molto difficile prelevare campioni di dimensioni sufficienti per l'esecuzione di prove meccaniche. Le uniche informazioni attendibili, pertanto, riguardano la composizione delle malte di supporto e delle pellicole pittoriche ed il loro stato di degrado.

Le analisi chimiche e petrografiche possono individuare il tipo di legante e di aggregato, il rapporto legante aggregato, il grado e l'estensione della carbonatazione, la presenza di reazioni chimiche e di sostanze di nuova formazione (reazioni pozzolaniche, reazioni tra aggregati e leganti, reazioni alcali aggregati ecc.). Inoltre può essere ricavata la granulometria e misurata la distribuzione degli aggregati, attraverso la separazione degli aggregati stessi dal legante.

Per l'esecuzione delle suddette prove si descrivono le seguenti metodologie di prelievo e analisi:

- Saggi stratigrafici

Esecuzione manuale di saggi stratigrafici o tasselli stratigrafici mediante bisturi rigidi o microscalpelli, per una corretta analisi dell'intonaco e delle relative finiture.

## PIANO delle INDAGINI

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18

(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini

Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa

RUP: arch. M. D'Innocenzo

Rev. 11.09.2016 pagina 9 di 17

### - Campionatura

Per le analisi scientifiche di laboratorio degli intonaci e delle relative coloriture superficiali, si procede al prelievo di campioni indisturbati e rappresentativi, con particolare riguardo alle eventuali morfologie di degrado presenti.

### - Analisi scientifiche di laboratorio

Lo studio analitico mineralogico-petrografico e granulometrico dei campioni prelevati dal paramento murario, viene eseguito con le procedure e le tecniche seguenti.

#### a. Per gli intonaci e le malte

Esame al microscopio stereoscopico dei vari strati di intonaco per una analisi qualitativa dell'aggregato e del legante, identificazione di componenti accessori, grado di cementazione, ecc. Isolamento dell'aggregato per disaggregazione in acqua deionizzata ed agli ultrasuoni, per un'analisi granulometrica e mineralogica al microscopio stereoscopico.

Analisi mineralogica per diffrazione ai raggi X su frammenti macinati dell'intonaco "tal quale" e del solo aggregato sabbioso precedentemente separato.

Analisi granulometrica: setacciatura del campione precedentemente disaggregato, con opportuno numero di vagli posti su vibratore meccanico.

Analisi mineralogico-petrografica su sezioni sottili al microscopio polarizzatore del campione "tal quale", con elaborazione di immagine per l'individuazione del rapporto legante/aggregato e della distribuzione granulometrica.

Analisi porosimetrica totale aperta e della distribuzione del volume dei pori, mediante porosimetro a mercurio.

#### b. Per le coloriture e le finiture superficiali

Analisi stratigrafica in sezione lucida al microscopio ottico in luce riflessa, per l'identificazione dei materiali. Microanalisi chimica per via umida e strumentale, test di solubilità e colorazione specifica.

Analisi al microscopio elettronico a scansione (SEM), unito a spettrofotometro a raggi x in dispersione di energia (EDS), di sezioni lucide perpendicolari alla superficie esterna, per l'analisi coloritura. Analisi spettrofotometrica all'infrarosso (trasformata di Fourier).

**PIANO delle INDAGINI**

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18

(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini

Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa

RUP: arch. M. D'Innocenzo

Per procedere alle attività descritte di campionatura saranno concordati i punti di prelievo con la Direzione Esecutiva o dei Lavori, e si prevede di eseguire n. 18 prove.

**S.6 CAROTAGGIO**

Tale attività, già descritta al precedente punto 2.2, avrà il duplice scopo di verificare fondazioni murature e pilastri (spessore e profondità, consistenza e tessitura della muratura) mediante l'estrazione di carote (per quanto possibile) e la successiva introduzione di una sonda video-endoscopica, e di definire la caratterizzazione geotecnica e litostratigrafica dei primi strati di terreno, estraendo dalle carote (se possibile) dei campioni indisturbati da sottoporre a successive prove di laboratorio.

La posizione di tali indagini verrà preventivamente concordata con la Direzione Esecutiva o dei Lavori ed il funzionario di zona della Soprintendenza, che ne dovranno autorizzare l'esecuzione.

Il carotaggio continuo verrà eseguito con sonda elettrica a sola rotazione, con diametro del carotiere da minimo 15 mm a max 40 mm, e impiego di acqua. La piccola sonda verrà posizionata a filo del paramento murario, impostando un angolo (compreso tra 10° e 15°) che permetta di sondare l'intera profondità della fondazione e, quindi, di quotare il piano d'imposta. I provini estratti dalle murature verranno adagiati su apposita cassetta catalogatrice misurati e fotografati.

Il carotaggio verrà poi proseguito per l'estrazione del materiale a quote inferiori, fino alla profondità massima raggiungibile dalla sonda (5 metri), estraendo, per quanto possibile i provini, che verranno catalogati e destinati alle analisi geotecniche di laboratorio.

Nello specifico si prevede di eseguire:

- per le fondazioni n.1 micro-carotaggio a ridosso di un pilastro interno (quota piano interrato) e n.2 micro-carotaggi a ridosso delle murature esterne (lungo via degli Augustali e lungo vicolo delle Terme);
- per murature e pilastri in elevazione n.12 carotaggi su pilastri interni e muratura interna con tracce archeologiche.

Si prediligono i micro-carotaggi fino a 15-20 mm di diametro, ma saranno effettuati

## PIANO delle INDAGINI

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18

(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini

Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa

RUP: arch. M. D'Innocenzo

anche carotaggi fino a 40 mm, per il prelievo di carote idonee alle successive indagini, in ogni caso saranno sempre eseguiti in corrispondenza di aree prive di pavimentazioni a mosaico o in battuto e/o di altra tipologia di apparato decorativo pavimentale.

### S.7 PROVE VIDEO-ENDOSCOPICHE

Le prove videoendoscopiche sono utilizzate per l'esame in sito di cavità sia naturali che artificiali allo scopo di osservare direttamente, in punti inaccessibili, la morfologia, tipologia e stato di conservazione dei materiali, le strutture portanti e portate dei solai piani, ed in generale tutte quelle strutture e materiali che possono essere convenientemente indagati attraverso fori di piccolo diametro.

Nel nostro caso tale tecnica verrà impiegata per indagare:

S.7.a - fondazioni;

S.7.b - pannelli murari, murature e pilastri;

S.7.c - solai di copertura, volte e pannelli murari,

- fondazioni

nei 3 fori dei carotaggi in fondazione, previsti al punto S.6, rilevando e fotografando la stratigrafia attraversata;

- murature e pilastri

nei fori dei carotaggi continui su murature e pilastri, previsti al punto S.6, rilevando e fotografando la stratigrafia attraversata;

- solai piani di copertura

per verificare la stratigrafia dei solai in travetti in c.a. delle coperture piane, operando 3 o più fori di piccolo diametro (Ø 12 mm) per rilevare e fotografare la stratigrafia attraversata;

**PIANO delle INDAGINI**

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18

(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini

Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa

RUP: arch. M. D'Innocenzo

- volte

per verificare lo spessore delle volte e la consistenza dei rinfianchi, operando 1 o più fori di piccolo diametro ( $\varnothing$  12 mm) per rilevare e fotografare la stratigrafia attraversata; la concreta fattibilità di tale indagine verrà preventivamente valutata e specificatamente autorizzata;

- pannelli murari

per verificare la consistenza e qualità della muratura nel nucleo interno del pannello, operando 1 o più fori di piccolo diametro ( $\varnothing$  12 mm) per rilevare e fotografare la stratigrafia attraversata, e stabilire il tipo e la morfologia della muratura nei diversi strati interni; la concreta fattibilità di tale indagine verrà preventivamente valutata ed autorizzata.

Si prevede di eseguire n. 3 prove su fondazioni e n. 12 prove su murature e pilastri, solai di copertura, volte e pannelli murari.

## S.8 PROVE RESISTOGRAFICHE, MICROPENETROMETRICHE e di UMIDITÀ sui LEGNI

Si tratta di una prova combinata (prova penetrometrica e igrometrica) su elementi in legno, quali architravi e travi di copertura che viene effettuata mediante la metodologia "resistograph", per la determinazione della densità del legno, la verifica della presenza di eventuali difetti e/o anomalie (carie, parassiti, fenditure, ecc.), ed è eseguita con trapano strumentato con punta di diametro 3 mm e lunghezza massima 400 mm, dotato di apposito software che registra la resistenza che il legno oppone all'ingresso della punta dotata di un movimento combinato di rotazione e di avanzamento a velocità costante.

La prova è affiancata dalle misure del contenuto di umidità, a mezzo di igrometro digitale, e dalla verifica della temperatura, a mezzo di termometro digitale.

Nello specifico tale tecnica potrà essere impiegata per indagare alcuni architravi e parti di solai in legno.

Si prevede di eseguire n.2 prove resistografiche o sclerometri che, come descritte nel paragrafo successivo.

## PIANO delle INDAGINI

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18  
(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini

Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa

RUP: arch. M. D'Innocenzo

Rev. 11.09.2016 pagina 13 di 17

### S.9 PROVA SCLEROMETRICA su LEGNO

In alternativa al resistograph potrà essere utilizzato il Wood Pecker, penetrometro che utilizza uno sclerometro corredato da un ago che viene a sua volta infisso nel tessuto ligneo con un prefissato numero di colpi.

E' possibile correlare l'affondamento dell'ago alle caratteristiche meccaniche, in particolare modulo elastico a flessione e resistenza a flessione.

Lo strumento è un completamento di uno sclerometro a cui viene aggiunto sull'asta di percussione un puntale costituito da un ago in acciaio temprato rettificato a sezione circolare del diametro di 2.5 mm, di lunghezza totale 50 mm, con punta terminale tronco-conica ad angolo di inclinazione di 35°.

Le caratteristiche meccaniche del legno vengono ricavate tramite delle curve di correlazione calibrate sulle essenze lignee di abete, castagno e rovere.

Si prevede di eseguire n.2 prove resistografiche o sclerometri che, come descritte nel paragrafo precedente.

### S.10 Prove di TRAZIONE e di DUREZZA superficiale per acciai

La tecnica di prova, applicata ad elementi in acciaio, è stata sviluppata per fornire informazioni riguardanti i parametri di stima della resistenza a trazione del materiale a partire dalla sua durezza superficiale.

Nel nostro caso tale tecnica verrà impiegata per indagare armature di travi e travetti dei solai piani di copertura e di eventuali travi rovesce in fondazione, in modo da ricavare la tipologia di acciaio utilizzata.

Si prevede di effettuare prove non distruttive e distruttive, per verificare trazione snervamento e allungamento, a mezzo di prelievo di barre.

### S.11 Prove SONREB

Il metodo SONREB è così denominato da SONic REBound, acronimo che indica un' indagine non distruttiva (PND) sul calcestruzzo indurito, che unisce il metodo ad ultrasuoni e la prova con sclerometro, consentendo di determinare la resistenza  $R_c$  di



**PIANO delle INDAGINI**

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18  
(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini

Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa

RUP: arch. M. D'Innocenzo

Rev. 11.09.2016 pagina 14 di 17

un calcestruzzo in opera mediante la correlazione tra la velocità ultrasonica  $V$ , ottenuta con prove ultrasoniche, e l'indice di rimbalzo  $S$ , ottenuto con prove sclerometriche.

Le prove devono essere effettuate nelle stesse zone di indagine.

Tale metodo combinato consente di superare gli errori derivanti dall'uso del metodo sclerometrico, che è un'indagine di tipo superficiale, separato dal metodo ultrasonico, che è di tipo volumetrico. Queste prove sono influenzate da diversi fattori che possono essere fuorvianti, quali l'età del calcestruzzo e il suo contenuto di umidità, la composizione e la diversa consistenza tra parte corticale e parte interna. Si è notato che il contenuto di umidità fa, ad esempio, sottostimare l'indice sclerometrico e sovrastimare la velocità ultrasonica, mentre all'aumentare dell'età del calcestruzzo, l'indice sclerometrico aumenta e la velocità ultrasonica diminuisce. Inoltre la composizione del calcestruzzo influenza il metodo ultrasonico, e la diversa consistenza del calcestruzzo influenza il metodo sclerometrico.

L'apparecchiatura impiegata per la prova SonReb è costituita dallo sclerometro e dallo strumento ad ultrasuoni.

La tecnica di prova effettuata mediante la metodologia "SonReb", applicata in generale a calcestruzzi, è stata sviluppata per fornire informazioni attendibili riguardanti i parametri di:

- stima della resistenza meccanica del calcestruzzo;
- valutazione dei processi evolutivi di maturazione nei conglomerati cementizi;
- indicazione del grado di omogeneità;
- valutazione dei fenomeni di decadimento provocati da umidità, cicli di gelo e disgelo, invecchiamento, agenti chimici o altri processi dannosi.

Nello specifico tale tecnica verrà impiegata per indagare travi e travetti dei solai piani di copertura ed eventuali travi rovesce in fondazione, in ogni caso tutte le strutture in cemento armato individuate, per valutarne caratteristiche meccaniche e stato di degrado del calcestruzzo, al fine di verificarne sia la tenuta statica sia la convenienza ad una eventuale conservazione.

**PIANO delle INDAGINI**

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18  
(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini  
Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa  
RUP: arch. M. D'Innocenzo

Rev. 11.09.2016 pagina 15 di 17

Si prevede di effettuare n.3 prove con sclerometro e n. 3 prove con ultrasuoni, cui aggiungere le n.3 prove SonReb, per verificare e confrontare i dati ricavati dalle prime indagini.

**S.12 Prove magnetoscopiche a mezzo FERROSCAN e/o PACOMETRO**

La tecnica di prova effettuata mediante ferroskan fornisce informazioni riguardanti la localizzazione, il numero e il diametro dei ferri di armatura di elementi in c.a.; consente inoltre di valutarne la profondità per verificare lo spessore del copriferro delle barre di armatura.

Nel nostro caso l'indagine verrà estesa a 20 mq, per testare eventuali travi di fondazione ed i travetti in cemento armato delle coperture e per valutare caratteristiche meccaniche e stato di degrado del calcestruzzo, al fine di verificarne sia la tenuta statica sia la convenienza ad una eventuale conservazione.

**S.13 Prove di carbonatazione dei calcestruzzi**

Per la determinazione dello spessore "carbonatato" di sezioni in calcestruzzo, direttamente in situ oppure su campioni estratti, si eseguono le prove di carbonatazione spruzzando la superficie con una soluzione chimica.

La carbonatazione è un fenomeno chimico che consiste essenzialmente nella trasformazione dell'idrossido di calcio in carbonato di calcio, con conseguente perdita della basicità del calcestruzzo, necessaria alla protezione delle armature.

La verifica della presenza di uno spessore carbonatato su campioni estratti dalle strutture deve essere eseguita secondo le prescrizioni della norma UNI 9944/92, usando come indicatore chimico una soluzione acquosa di fenoftaleina all'1% in alcool etilico, mediante nebulizzatore direttamente sul campione.

Il mutamento di colore dal bianco trasparente al rosso violetto è segno di una superficie non carbonatata, in cui il pH è maggiore di circa 9,2; mentre sulla superficie carbonatata la soluzione non vira, mantenendo il colore trasparente (valori di pH minori di 9,2).

Si prevede di eseguire n. 10 prove.

## PIANO delle INDAGINI

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18  
(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini

Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa

RUP: arch. M. D'Innocenzo

Rev. 11.09.2016 pagina 16 di 17

---

## CONCLUSIONI

Le indagini sono necessarie per delineare tecniche materiali finiture e stato di conservazione, e pervenire ad un'adeguata conoscenza dello stato dei luoghi sia sotto il profilo architettonico sia sotto il profilo strutturale, che consenta di redigere un approfondito rilievo strutturale e di effettuare la verifica sismica del complesso, per redigere un progetto di restauro e di rifunionalizzazione, come sede di Museo, senza trascurare la persistenza di tracce archeologiche e la consistenza materiale di un costruito ricco di stratificazioni.

Pompei, 11 settembre 2016

Le Progettiste:

arch. Angela Di Lillo

arch. ing. Raffaella Forgione

arch. Arianna Spinosa

---

## PIANO delle INDAGINI

Progetto di Restauro edificio sito nella Regio VII, Insula 5, civico 18

(sede attuale ristorante) - Piano delle indagini

Progettiste: arch. A. Di Lillo/ arch. ing. R. Forgione/ arch. A. Spinosa

RUP: arch. M. D'Innocenzo

Rev. 11.09.2016 pagina 17 di 17

Allegato 1  
Tabella Indagini

Nella tabella che segue vengono sintetizzate il numero di prove previste per ciascuna tipologia di indagine precedentemente descritta.

RIEPILOGO delle INDAGINI		
INDAGINI GEOLOGICHE, GEOFISICHE e GEOTECNICHE		
Rif.	Tipo di indagine	Quantità
SISM1	INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE (tomografie sismiche)	n.4
SISM2	PROFILI SISMICI REMI in sovrapposizione alle tomografie	n.2
ERT 2D	TOMOGRFIE ELETTRICHE – PROFILI ERT 2D (geoelettriche 2D)	6 m
ERT 3D	TOMOGRFIE ELETTRICHE – PROFILI ERT 3D (geoelettriche 3D)	4 m
GEOR	GEORADAR	223 m
FIS	PROVE FISICHE, VOLUMETRICHE e GRANULOMETRICHE	n.6
MEC	PROVE MECCANICHE	n.6
INDAGINI sulle STRUTTURE e sui MATERIALI		
Rif.	Tipo di indagine	Quantità
S.1	TOMOGRFIE SONICHE	n.1
S.2	PROVE TERMOGRFICHE	Totale 20 m <sup>2</sup>
S.3	PROVE a COMPRESSIONE e a TAGLIO	n.10
S.4	PROVA SCLEROMETRICA su MALTA	n.3
S.5	PROVE CHIMICHE, granulometriche, diffrattometri che, tasselli stratigrafici, sezioni sottili e indagini SEM su campioni di malta	n.18
S.6	CAROTAGGIO	Totale 15 m
S.6.a	in fondazione	3 m
S.6.b	su murature e pilastri	12 m
S.7	INDAGINI VIDEOENDOSCOPICHE	Totale n.3
S.7.a	su fondazioni	n.1
S.7.b	su pannelli murari, murature e pilastri	n.1
S.7.b	su solai di copertura e volte	n.1
S.8	PROVA con RESISTOGRAPH su LEGNO	n.2
S.9	PROVA SCLEROMETRICA su LEGNO	
S.10	Prove di TRAZIONE e di DUREZZA SUPERFICIALE per ACCIAI	Totale n.28
S.11	PROVE SONREB	n.3
S.12	PROVA MAGNETOSCOPICA a mezzo FERROSCAN o PACOMETRO	20 m <sup>2</sup>
S.13	PROVA di CARBONATAZIONE	n.10