



**HAL**  
open science

**...alterno pulsu renitente (Plinio, Nat. His., II, 197).  
Interventi di consolidamento statico e riparazioni tra  
Baiae e Puteoli**

Giuseppina de Martino, Marina Covolan, Francesca Autiero, Francesca  
Filocamo, Andrea Prota, Hélène Dessales, Priscilla Munzi

► **To cite this version:**

Giuseppina de Martino, Marina Covolan, Francesca Autiero, Francesca Filocamo, Andrea Prota, et al..  
...alterno pulsu renitente (Plinio, Nat. His., II, 197). Interventi di consolidamento statico e riparazioni  
tra Baiae e Puteoli. Construire face au risque naturel dans les sociétés anciennes, Sep 2019, Naples,  
Italy. . hal-02876966

**HAL Id: hal-02876966**

**<https://hal.science/hal-02876966>**

Submitted on 21 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publi es ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou priv es.

# ...alterno pulsu renitente (Plinio, Nat. His., II, 197). Interventi di consolidamento statico e riparazioni tra *Baiae* e *Puteoli*

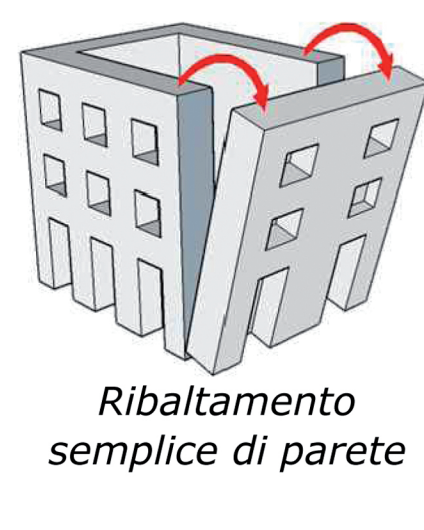
De Martino G.<sup>1</sup>, Covolan M.<sup>2</sup>, Autiero F.<sup>1</sup>, Filocamo F.<sup>3</sup>, Prota A.<sup>1</sup>, Dessales H.<sup>4</sup>, Munzi P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II - <sup>2</sup>Dipartimento di Scienze del Patrimonio Culturale, Università degli Studi di Salerno - Centre Jean Bérard (USR 3133 CNRS - EFR) - <sup>3</sup>Centre Jean Bérard (USR 3133 CNRS-EFR) - <sup>4</sup>AORC (UMR 8546, ENS-CNRS-EPHE, PSL), Parigi.

## Obiettivi e metodologia

Il patrimonio culturale edificato rappresenta oggi un testimone oggettivo di eccezionale valore delle trasformazioni subite da un territorio nel corso del tempo. I molteplici eventi naturali accaduti in un passato più o meno recente, soprattutto se di grandi dimensioni, sono stati registrati dagli edifici, lasciando tracce ben visibili sulla loro struttura materiale. Nell'ambito del programma ANR RECAP (*Reconstruire après un séisme. Expériences antiques et innovations à Pompéi*), che si prefigge lo studio del rischio sismico nelle città romane dell'area vesuviana e nei Campi Flegrei, è stato condotto un progetto interdisciplinare, tra archeologia della costruzione, ingegneria e geologia, nei siti archeologici di *Baiae* e *Puteoli*. La ricerca ha consentito di individuare alcuni interventi di riparazione e di consolidamento statico realizzati in età antica, rappresentati in blu e in rosso. Non se ne conosce la causa, ma, come sottolineato recentemente da C.F. Giuliani (Giuliani 2011), i provvedimenti antisismici nascono dall'esperienza di un evento naturale in una determinata area. Durante i sopralluoghi effettuati nei siti archeologici di *Baiae* (*Complesso delle Terme e Villa dell'Ambulatio*) e *Puteoli* (*Rione Terra, Anfiteatro Flavio e Castellum aquae*) sono state individuate delle discontinuità nel costruito che potrebbero essere legate a interventi di riparazione di lesioni o di consolidamento statico, realizzati in epoca antica. In dettaglio sono stati individuati 7 interventi di riparazione intesi come ripristino della continuità muraria a seguito di un dissesto e 7 interventi di consolidamento statico finalizzati a incrementare la resistenza e la sicurezza strutturale dell'edificio (i.e. ringrosso murario).

Ciascuna tipologia di intervento è stata archiviata mediante un'apposita scheda implementata nel database OPUR (Dessales e Tricoche, 2018) adottata anche per la ricerca condotta nel parco archeologico di Pompei. Tale scheda coniuga le informazioni archeologiche con quelle ingegneristiche al fine di legare le riparazioni alle catastrofi naturali e alle tecniche costruttive impiegate o maggiormente danneggiate. Per quanto riguarda l'area flegrea, il materiale da costruzione maggiormente impiegato è il tufo giallo napoletano, noto fin dall'antichità per la sua vulnerabilità (Vitruvius, *De Arch.*, 2.7.1; Plin. *Nat. His.*, 36, 166-167; Frontinus, *De Aq.*, 122, 2). Si ritrova, all'interno dei contesti analizzati, impiegato in molteplici tecniche costruttive, che spaziano dai grandi blocchi, all'opera reticolata, all'opera vittata. Le parti danneggiate, vista la larga diffusione del tufo giallo, sono spesso costituite in questo materiale, ma sono stati evidenziati anche problemi statici in porzioni di muratura in materiale fittile (cfr. *Puteoli* 4). I laterizi, compaiono impiegati da soli, come materiale preposto per le riparazioni o per le soluzioni di consolidamento statico, ma nel caso di *Puteoli* il suo uso non è esclusivo e si hanno esempi di interventi in tufo giallo (cfr. *Puteoli* 2, 3, 4, B, C, D, E).



Ribaltamento semplice di parete

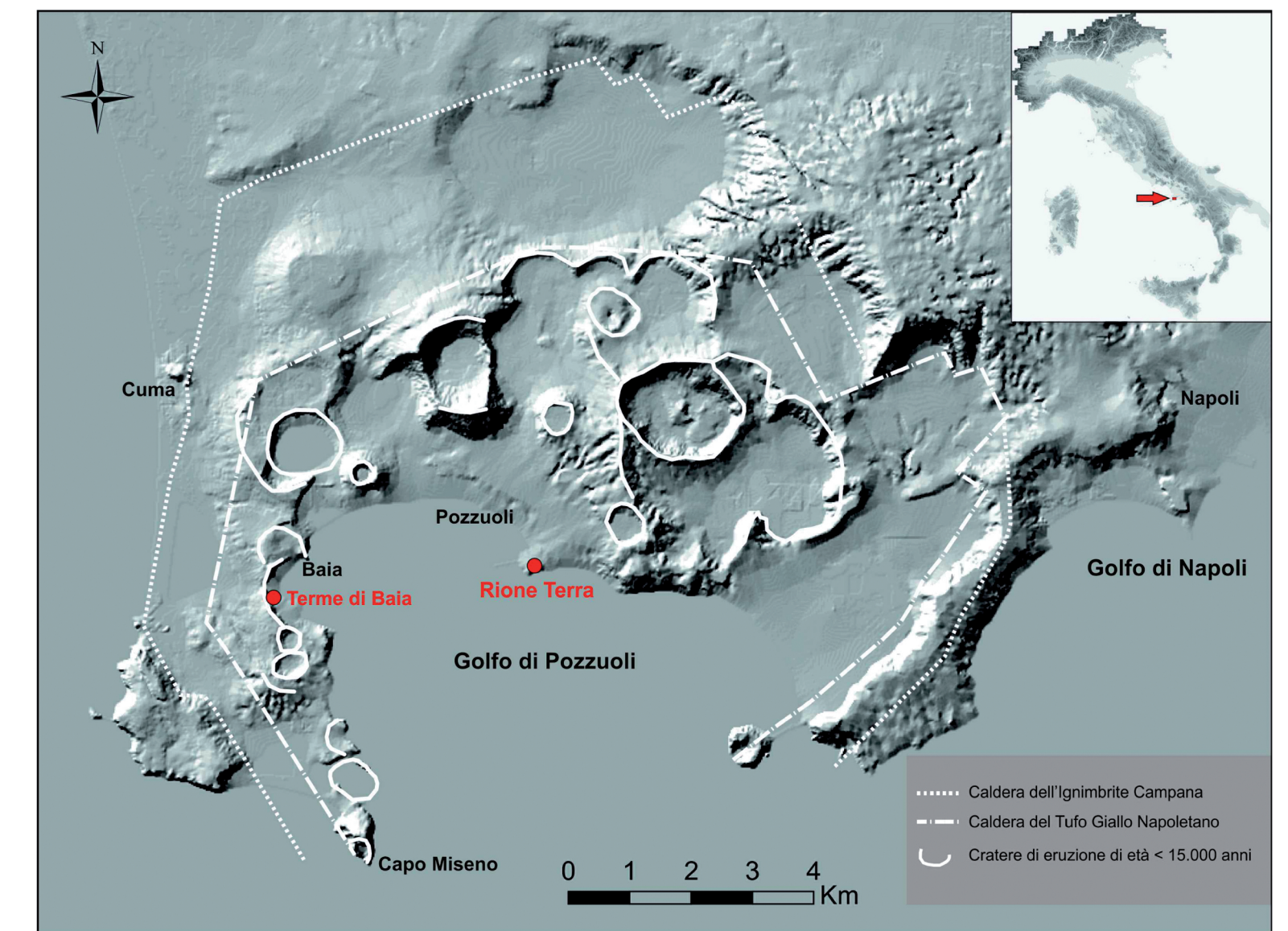


Ribaltamento del cantonale

Pompei IX 10, 1

Pompei VI 14, 5

## Inquadramento geologico



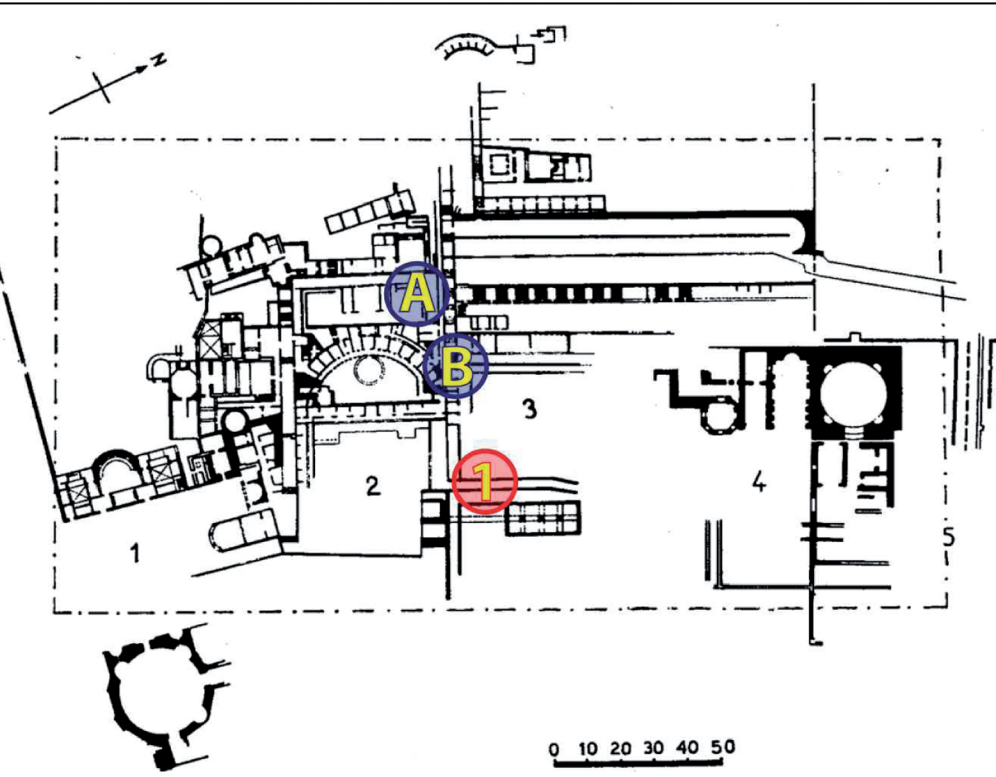
Modificata da Vitale e Isaia, 2014

I siti analizzati si collocano nel settore centro-occidentale dell'ampia caldera vulcanica dei Campi Flegrei, un'area interessata già in epoca romana da fenomeni vulcano-tettonici che ne hanno fortemente condizionato l'occupazione antropica. Il fenomeno del bradisismo è ben conosciuto già in età antica e diverse fasi sono state documentate tra il II secolo a.C. e il XVI secolo (Morhange et al. 2006; Aucelli et al. 2018). I movimenti verticali del suolo sono stati responsabili della sommersione dei resti romani di *Baiae* e del *Portus Julius*, situati attualmente al di sotto del livello del mare, e le recenti crisi bradisismiche del 1969-1972 e del 1982-1984 hanno fortemente interessato il Rione Terra di Pozzuoli. In età romana l'area ha inoltre risentito anche degli eventi sismici legati all'attività del Vesuvio, quale il terremoto del 79 d.C., avvertito con frequenti e forti scosse a Miseno (Guidoboni et al. 2018, 2019).

## Identificazione degli interventi

### Contesto archeologico: Baiae

Per il sito di *Baiae* gli interventi statici sono stati individuati all'interno del complesso delle Terme, nella porzione detta della Sosandra. Si tratta della porzione centrale del grande complesso "termale", sviluppata principalmente in spazi porticati distribuiti su tre livelli, di cui quello con le strutture principali è il mediano. Qui infatti si sviluppano una serie di stanze, lungo un corridoio, distribuite a formare un edificio dalla facciata emiciclica. In questo settore mancano del tutto i tipici spazi di un impianto termale, è dunque un complesso in aggiunta alla zona della cosiddetta villa dell'*Ambulatio* e funzionale anche all'impianto successivo, di età adrianea delle Terme di Venere. Grazie anche alla presenza di alcuni stucchi, nelle stanze del livello inferiore, è possibile datare la struttura originaria del complesso nella prima metà del I secolo d.C. (Miniero et alii 2017; Di Luca 2009; Boriello, D'Ambrosio 1979).



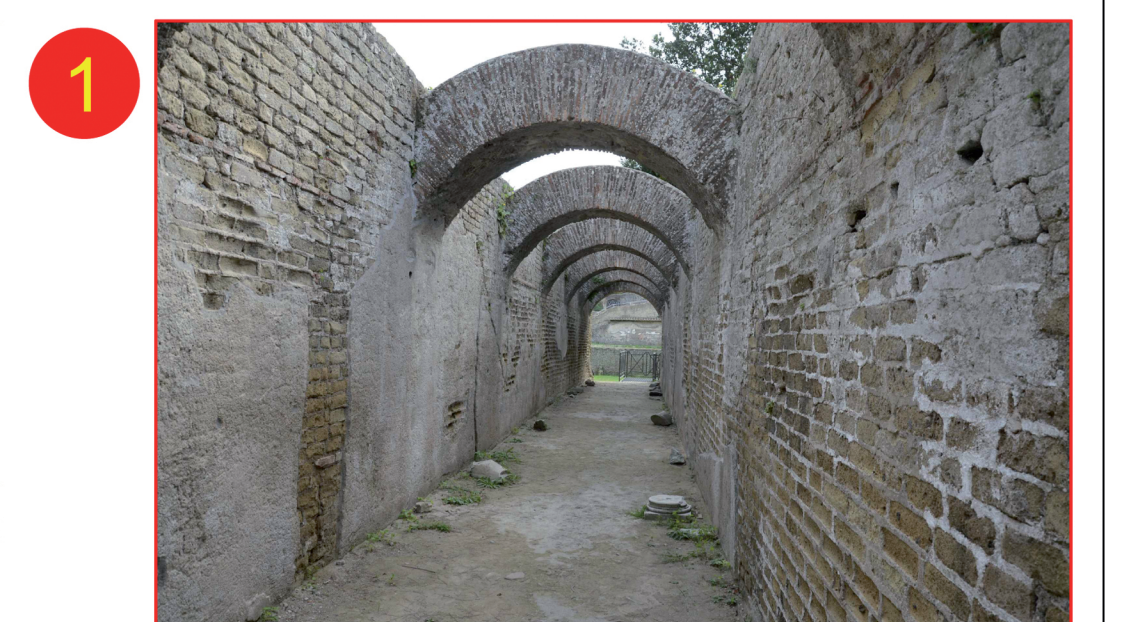
Esempi di interventi di riparazione/ricostruzione e di interventi di consolidamento statico



Riparazione di una lesione con muratura in laterizi



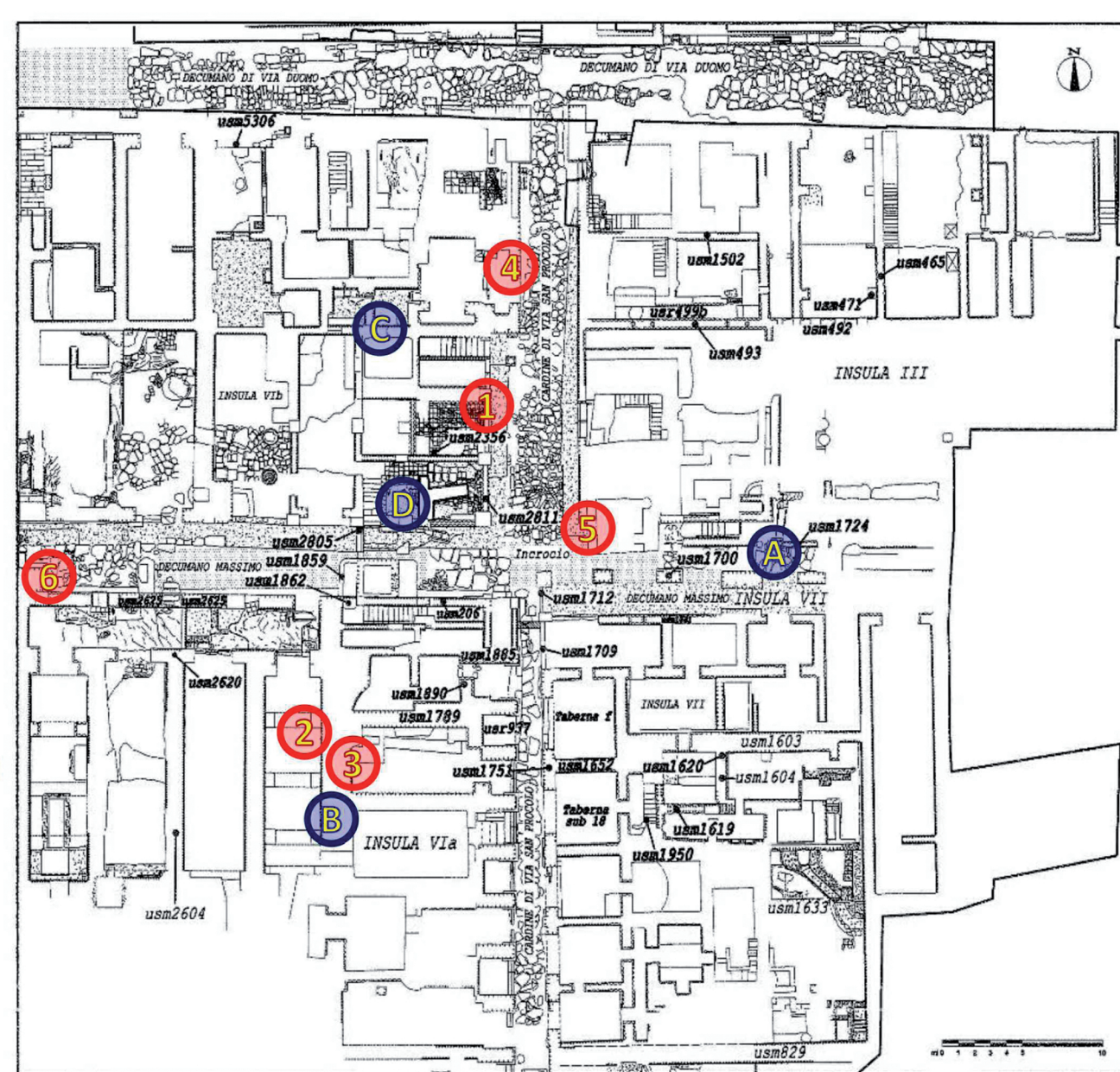
Riparazione di una lesione con muratura in laterizi



Inserimento di archi di sbatacchio in muratura di laterizi sulla muratura in conci lapidei

### Contesto archeologico: Puteoli

Per quanto riguarda il sito di *Puteoli*, le indagini che sono state portate avanti si sono concentrate nella zona del Rione Terra. Questo particolare sito, frequentato fin dal 194 a.C., è composto dagli edifici che si situano nella zona della città impostata attorno all'incrocio tra il decumano massimo e uno dei cardini. La zona interessata dalla presenza di consolidamenti statici (6 identificati) e da riparazioni (5 individuate) è databile nella sua fase originaria a età tardo-repubblicana (II-I secolo a.C.); interventi in tutta l'area sono però attestati nel corso dell'età augustea e soprattutto nel periodo neroniano-flavio. Scarsi per il momento sono invece gli interventi medio-imperiali, che si identificano soprattutto con alcune riparazioni o interventi di redistribuzione degli spazi (Paternoster et alii 2007).



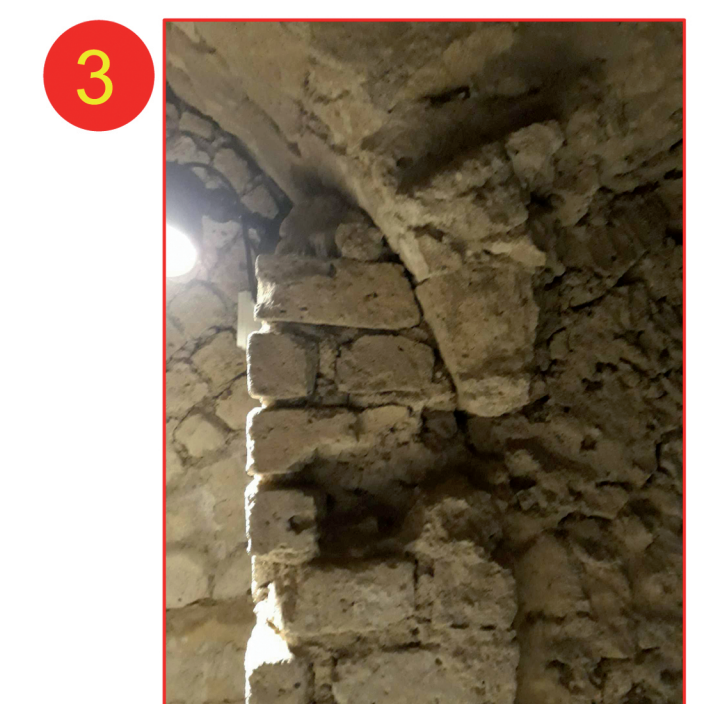
Esempi di interventi di riparazione/ricostruzione e di interventi di consolidamento statico



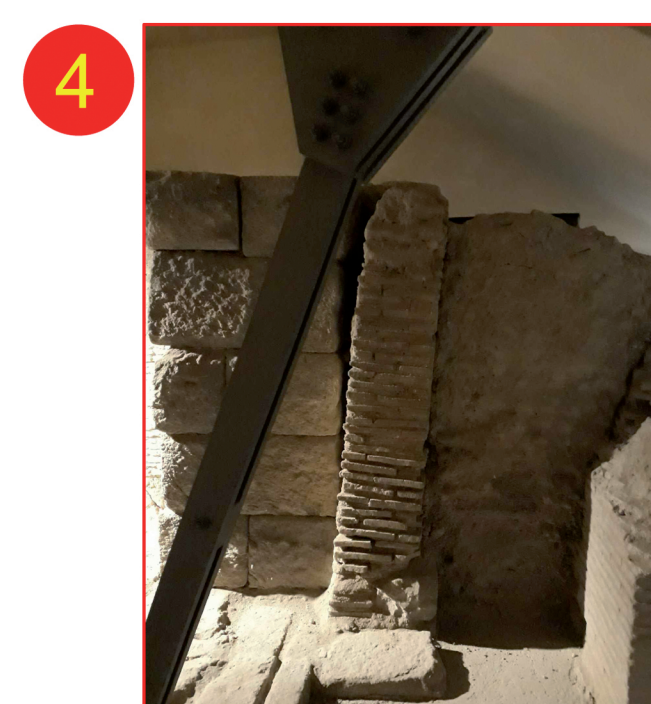
Ringrosso in laterizi probabilmente finalizzato a contrastare il meccanismo fuori dal piano della muratura



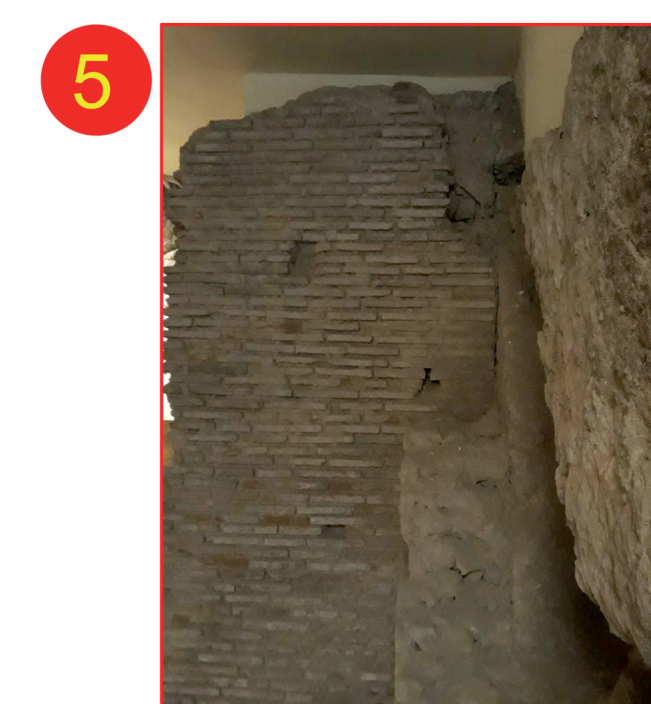
Archi di rinforzo della volta probabilmente finalizzati al consolidamento della struttura del criptoportico



Ringrosso del piedritto dell'arco, probabilmente finalizzato al consolidamento della struttura del criptoportico



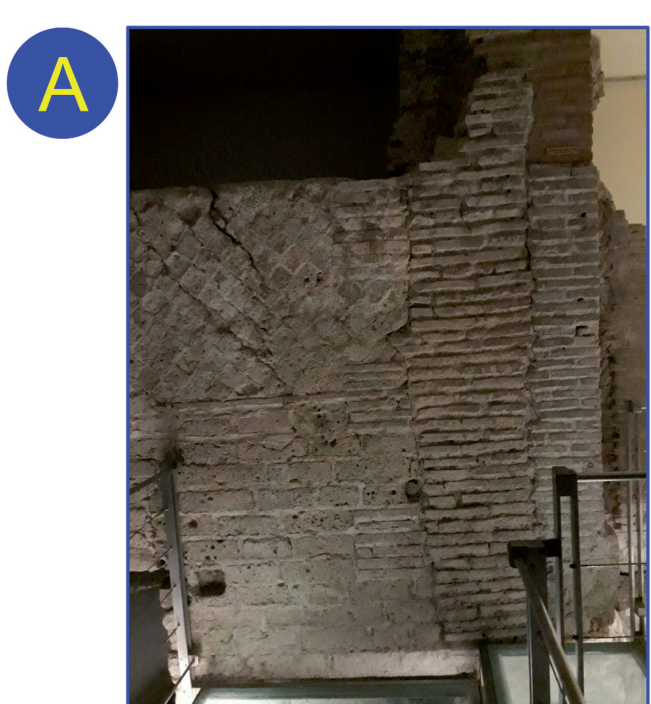
Realizzazione del muro lato est (a destra nella foto) probabilmente finalizzata a contrastare il meccanismo fuori dal piano della muratura in laterizio in direzione trasversale



Ringrosso del muro mediante muratura in laterizio



Realizzazione di un nuovo pilastro in laterizi



Intervento di riparazione in muratura di laterizi evidenziato dal disallineamento dei filari in corrispondenza della lesione verticale nell'incrocio murario



Sarcitura di una lesione in blocchetti di tufo all'interno della muratura in opera reticolata



Ricostruzione parziale dell'incrocio murario nella parte alta in blocchetti di tufo all'interno della muratura in opera reticolata



Rifacimento della parte alta della muratura con opera mista al di sopra di un intervento moderno in laterizi



Sarcitura di lesione in blocchetti di tufo all'interno della muratura in opera reticolata

### Bibliografia e sitografia

Aucelli P.P.C., Cinque A., Mattei G., Pappone G., Stefania M. (2018). First results on the coastal changes related to local sea level variations along the Puteoli Sector (Campi Flegrei, Italy) during the historical times, in *Alpine Meditterr.* 34, 13-18.  
 Boriello M.R., D'Ambrosio A. 1979. Baiae Misenum in Forma Italiae, Regio I, vol. XIV, Firenze.  
 Dessales H., Tricoche A. Un database per studiare le riparazioni post-sismiche, in *Archeologia dell'Architettura*, 23, 2018, 19-24.  
 Di Luca G. 2009. Nullus in orbe sinus Baiae praeficitur amoniam. Riflessioni sull'architettura dei complessi c.d. "dell'Ambulatio", della Sosandra e delle "Piccole Terme" a Baia, in *BABESCH*, vol. 84, pp. 149 - 168.  
 Giuliani C.F. Provvedimenti antisismici nell'antichità, in *JdI* XVI, 2011, pp. 25-52.  
 Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Sgattoli G., Valensise G. (2018) - CFTISMed, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C.-1997) e nell'area Mediterranea (760 a.C.-1500). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).  
 Guidoboni E., Ferrari G., Tarabusi G., Sgattoli G., Comastri A., Mariotti D., Ciuccarelli C., Bianchi M.G., Valensise G. (2019). CFTISMed, the new release of the catalogue of strong earthquakes in Italy and in the Mediterranean area, in *Scientific Data* 4, Article number: 80 (2019).  
 Miniero P., Di Marco M., Guardascione F. 2017. Ville romane in Baiano situ: recenti rinvenimenti e riflessioni, in *"Kithon Lydos"*, in *Studi di storia e archeologia con Giovanni Greco* (a cura di Cicala L., Ferrara B.), Napoli, pp. 795 - 810.  
 Morhange C., Martiner N., Laborel J., Todesco M., Oberlin C. (2006). Rapid sea-level movements and non eruptive crustal deformations in the Phlegrean Fields caldera, Italy, in *Geology*, 34, 93-96.  
 Paternoster G., Proietti L.M., Vitale A. 2007. Mappa e tecniche edilizie del Rione Terra di Pozzuoli, in *L'età romana, Napoli*.  
 Vitale S. and Isaia R., (2014). Fractures and faults in volcanic rocks (Campi Flegrei, southern Italy): insight into volcano-tectonic processes, in *International Journal of Earth Sciences*, in press, doi:10.1007/s00531-013-0879-0  
<http://recap.huma-num.fr/web/public/?lang=fr#recherche/side3>

