



**HAL**  
open science

## Un database per studiare le riparazioni post-sismiche

Hélène Dessales, Agnès Tricoche

► **To cite this version:**

Hélène Dessales, Agnès Tricoche. Un database per studiare le riparazioni post-sismiche. *Archeologia dell'architettura*, 2018, 23, pp.19-24. hal-02291284

**HAL Id: hal-02291284**

**<https://hal.science/hal-02291284v1>**

Submitted on 23 Mar 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, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Archeologia XXIII 2018 dell'Architettura

contiene ARCHEOLOGIA DELL'ARCHITETTURA E TERREMOTI  
18 maggio 2018, Università di Siena  
a cura di Andrea Arrighetti

# ARCHEOLOGIA DELL'ARCHITETTURA

XXIII

2018



*All'Insegna del Giglio*

*In prima di copertina:* chiesa di S. Nicolò a Treviso. Sezione trasversale nord-sud attraverso il transetto e verso il campanile. Elaborazione grafica F. Doglioni, R. Daminato.

*In quarta di copertina e sullo sfondo:* Immagine degli ambienti monumentali della Fortezza Medicea di San Martino a San Piero a Sieve (FI). Foto di Andrea Arrighetti.

ISSN 1126-6236

e-ISSN 2038-6567

ISBN 978-88-7814-791-1

e-ISBN 978-88-7814-792-8

© 2018 All'Insegna del Giglio s.a.s.

via del Termine, 36; 50019 Sesto Fiorentino (FI)

tel. +39 055 8450 216; fax +39 055 8453 188

e-mail [redazione@insegnadelgiglio.it](mailto:redazione@insegnadelgiglio.it)

sito web [www.insegnadelgiglio.it](http://www.insegnadelgiglio.it)

Firenze, dicembre 2018

stampa Tecnografica Rossi

## INDICE

### ARCHEOLOGIA DELL'ARCHITETTURA E TERREMOTI

a cura di Andrea Arrighetti

- 9 GIOVANNA BIANCHI, STEFANO CAMPOREALE, ANDREA ARRIGHETTI, ROSSELLA PANSINI  
*Introduzione*
- 11 ANDREA ARRIGHETTI  
*L'archeosismologia in architettura. Nuove prospettive di un dialogo multidisciplinare*
- 19 HÉLÈNE DESSALES, AGNÈS TRICOCHÉ  
*Un database per studiare le riparazioni post-sismiche*
- 25 FRANCESCO DOGLIONI  
*Il danneggiamento sismico come processo. La lettura archeosismologica come strumento di prevenzione*
- 39 MARGHERITA GANZ  
*Alcune riflessioni sul contributo architettonico in archeosismologia. Due casi studio nel contesto veneto*
- 49 GIOVANNI MINUTOLI  
*Naso (ME): valutazioni sulla vulnerabilità sismica del centro storico*
- 63 GIOVANNI CANGI  
*Approccio metodologico all'analisi sismica delle strutture murarie in ambito archeologico e monumentale: dall'osservazione alla modellazione*
- 75 NICOLA VALENTE  
*Architettura storica e vulnerabilità sismica. Il caso studio di Palazzo Funaioli-Mazzi dell'ex convento di Santa Maria dei Servi a Siena*
- 81 CARLA MARIA AMICI  
*L'archeosismologia in architettura. Metodi, casi studio, prospettive. Osservazioni conclusive*

### CASI DI STUDIO

- 85 GIOVANNI AZZENA, ROBERTO BUSONERA, ALESSANDRA URGU  
*MAtematica – Degrado – ARcheologia*
- 99 MARCO CADINU  
*Verso Roma dopo la Restaurazione. Efsio Luigi Tocco, l'archeologia e l'architettura*
- 109 GABRIELE CASTIGLIA, FEDERICO ZONI  
*La chiesa di San Giusto alla Caipira a Marlia (LU): nuove acquisizioni e riflessioni su un monumento dell'alto Medioevo toscano*
- 131 ALESSIA FRISSETTI  
*Il C.A.R.E. Campania-Molise: verso un corpus delle tecniche murarie*
- 145 CATERINA LAGANARA, PATRIZIA ALBRIZIO, GIACOMO ERAMO  
*Archeologia del potere e archeologia del cantiere nella Siponto medievale*
- 157 STEFANO ROASCIO  
*Il Battistero di S. Giovanni ad Albenga (SV). Le travagliate vicende di un cantiere tardoantico di lunga durata*
- 183 MASSIMO VITTI, PAOLO VITTI  
*Experimental Innovations in Vaulting Construction under Trajan and Hadrian*

Hélène Dessales\*, Agnès Tricoche\*\*

## UN DATABASE PER STUDIARE LE RIPARAZIONI POST-SISMICHE

### 1. Introduzione

Da decenni, la ricostruzione degli edifici danneggiati da un terremoto è oggetto di precauzioni e di norme para-sismiche, descritte in direttive nazionali e diffuse in vari manuali<sup>1</sup>. Per i secoli passati, invece, che si tratti dell'Antichità o del Medioevo, non sembra esistere alcun trattato, almeno conservato, che raccomandi delle soluzioni tecniche da adottare a seguito di un terremoto. In assenza di fonti normative, solo l'osservazione archeologica degli edifici può informarci sulle conoscenze acquisite dai costruttori. Di ordine empirico, queste esperienze sono condizionate dal grado di ricorrenza degli episodi sismici, che può sviluppare una maggiore consapevolezza della vulnerabilità di fronte al rischio<sup>2</sup>, ma anche influenzate dal contesto socio-economico: la qualificazione delle maestranze, la disponibilità dei materiali e delle manodopera, come anche le possibilità di finanziamento dei cantieri, definiscono tutte una cultura della riparazione.

Avviato nel 2015 e in via di completamento, il programma RECAP (*Reconstruire après un tremblement de terre. Expériences antiques et innovations à Pompéi*/Ricostruzione dopo un terremoto: antiche esperienze e innovazioni a Pompei)<sup>3</sup>, finanziato dall'*Agence nationale de la recherche*, mira ad approfondire questa tematica, concentrandosi sul caso di Pompei, vittima di un primo terremoto nel 63 d.C.<sup>4</sup> e da sismi successivi nell'ultimo decennio che precede l'eruzione del Vesuvio nel 79<sup>5</sup>. Nella storia dell'edilizia romana, tale tematica è stata poco affrontata, anche se è un problema cruciale per comprendere lo sviluppo di un'architettura del rischio e dell'emergenza. Per rispondere a questi quesiti, è stato sviluppato un doppio approccio: quantitativo, valutando l'intensità degli episodi sismici, e qualitativo, caratterizzando le diverse modalità ricostruttive. Questa ricerca si basa su interazioni multidisciplinari, che coinvol-

gono l'archeologia della costruzione, le scienze della terra, l'informatica e l'ingegneria strutturale. Una progressione scalare è stata adottata nelle indagini sul campo: su piccola scala, due casi di studio locali e complementari, da un lato con i quindici serbatoi pubblici di Pompei, testimoni della gestione delle infrastrutture collettive e, dall'altro con la Villa di Diomede, una residenza aristocratica molto grande situata nel suburbio<sup>6</sup>. Su larga scala è stato avviato uno studio urbano che si basa sull'inventario delle riparazioni di un'intera parte di Pompei, la *Regio VII*; infine, a livello regionale, è stata portata avanti l'analisi dell'acquedotto del Serino che riforniva Pompei, approvvigionando anche l'intera pianura campana fino ai Campi Flegrei, un'altra regione fortemente esposta al rischio sismico<sup>7</sup>. Pertanto, è stato possibile evidenziare diverse dinamiche di ricostruzione, prendendo in considerazione vari contesti e differenti tipi di edifici danneggiati.

### 2. Un focus sulle riparazioni post-sismiche

In questo contributo, ci limiteremo a presentare gli strumenti metodologici che sono stati applicati al fine di caratterizzare le riparazioni a Pompei e ci concentreremo sul caso dell'inventario intrapreso nella *Regio VII*, nei dieci isolati ad est del Foro (*insulae* 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13 e 14), un'area di cinque ettari, ovvero un dodicesimo dell'area urbana *intra muros*<sup>8</sup>. La scelta di questa porzione della città si giustifica dalla sua alta rappresentatività, in quanto associa monumenti pubblici di varia natura (complessi civili e religiosi del *forum*, serbatoi, terme) e privati (abitazioni, installazioni artigianali), consentendo di confrontare le modalità di riparazione in diverse categorie di edifici. Attraverso questo catalogo sistematico, sono stati perseguiti tre principali obiettivi:

1. Stabilire una tipologia di riparazioni.
2. Specificare l'organizzazione dei cantieri edili e le modalità economiche della ricostruzione post-sismica in ambiente urbano.
3. Determinare l'influenza degli impatti sismici mediante l'osservazione congiunta dei danni e della vulnerabilità delle strutture, al fine di determinare l'intensità macrosismica dei terremoti che hanno colpito Pompei<sup>9</sup>.

\* Ecole normale supérieure, AOROC, Université PSL (helene.dessales@ens.fr).

\*\* CNRS, AOROC, Université PSL (agnes.tricoche@ens.fr).

<sup>1</sup> Vedere per esempio DAVIDOVICI 2016; per il caso italiano, cf. MORO 2006 e il *Decreto ministeriale* numero 65 del 07/03/2017, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Allegato A (*Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni*).

<sup>2</sup> FERRIGNI et al. 2005.

<sup>3</sup> Progetto ANR-14-CE31-0005, 2015-2019, coordinato dal dipartimento AOROC (UMR 8546, ENS-CNRS-EPHE, Université PSL), associando l'IPGP (*Institut de Physique du Globe de Paris*, UMR 7154), l'INRIA (*Institut national de recherche en informatique et en automatique*, Paris – Rocquencourt, UMR 8548) e il *Centre Jean Bérard* (USR 3133, CNRS – EFR), in collaborazione con il *labex TransferS, l'ISTerre* (UMR 5275), l'Università degli Studi di Padova, l'Università degli Studi di Napoli Federico II e il Parco archeologico di Pompei: cf. <http://recap.huma-num.fr>.

<sup>4</sup> SAVINO 2009.

<sup>5</sup> FRÖHLICH, JACOBELLI 1993; VARONE 2005.

<sup>6</sup> DESSALES et al. 2015, 2016, c.s.

<sup>7</sup> FILOCAMO et al. 2018.

<sup>8</sup> I dati scientifici del progetto saranno pubblicati alla fine del 2018 in un volume collettivo.

<sup>9</sup> Diversi sopralluoghi indicano un'intensità MCS di 9: ADAM 1986, 1988; GUIDOBONI, EBEL 2009, pp. 366-378. La magnitudo del terremoto di 63 è stata valutata a 5: MARTURANO et al. 1998; CUBELLIS et al. 2007.

Abbiamo proceduto all'inventario di tutte le riparazioni antiche che sono state osservate su l'insieme degli elevati. Sono stati esclusi i disordini che furono oggetto di rifacimenti (come fessurazioni o crolli parziali) e le strutture che sono state ripristinate in epoca moderna. In effetti, alcune evidenze possono essere legate a terremoti successivi a quello del 63 d.C., come l'eruzione del Vesuvio del 79 o a episodi più recenti, come il terremoto dell'Irpinia, nel 1980, che ha avuto un impatto significativo su Pompei<sup>10</sup>. Sono state quindi prese in considerazione solo le riparazioni effettuate nel periodo antico.

Negli ultimi anni, la ricerca sul concetto di "riparazione"<sup>11</sup> si è intensificata ed è significativo che ben due convegni siano previsti al momento della scrittura di questo contributo, uno dei quali proprio specifico sull'architettura antica<sup>12</sup>. La riparazione è un momento speciale nella "biografia di un oggetto"<sup>13</sup>, qualunque sia la sua natura, beni mobili o edifici. Permette di ripristinare la funzionalità di un elemento danneggiato, a seguito dell'usura, di un difetto o di un incidente. Tale mobilità genera dei saperi professionali, sviluppa una socievolezza e rivela l'organizzazione di un sistema di produzione. Concentrarsi sulle riparazioni a seguito di un forte terremoto permette di svelare questo meccanismo, attuato in un momento di crisi e in una situazione di emergenza, come quella della ricostruzione in un ambiente urbano, soprattutto quando sono interessate delle infrastrutture prioritarie.

### 3. Organizzazione del database

Il database OPUR (*Outil Pour Unités de Réparation* / Strumento per unità di riparazione) riprende in parte l'organizzazione del database OPUS (*Outil pour Unités Stratigraphiques construites* / Strumento per unità stratigrafiche murarie), quest'ultimo sviluppato durante le campagne condotte nella Villa di Diomede tra il 2012 e il 2016<sup>14</sup>. Tuttavia, non è stata mantenuta una logica stratigrafica, poiché era impossibile identificare tutte le unità stratigrafiche murarie negli edifici della *Regio VII*, ma è stato sviluppato un approccio più specifico, che consente di registrare solo le diverse unità di riparazione identificate in un elemento di costruzione (*fig. 1*). Con questo scopo, il database OPUR è stato creato in Filemaker 13 da Agnès Tricoche, sotto la supervisione di Hélène Dessales, con i contributi di Guilhem Chapelin (CNRS, CJB) e Julien Caverio (ENS, labex TransferS) per la sua progettazione. Il database è stato testato per la prima volta durante una missione sul campo a luglio 2016, concentrandosi sull'Edificio di Eumachia (VII 9, 1), poi è stato applicato per elencare tutte le riparazioni visibili nella Regione VII, dopo una missione di tre settimane nel mese di luglio 2017<sup>15</sup>. La

Categoria	Tipo di dati	Commenti su i dati
Identificazione e posizione	ID. OPUR	incremento automatico
	Posizione	sito (regione, insula, numero civico); x, y, z (WGS 84)
	Tipo di elemento	lista valori: muro/porta/finestra/volta, etc.
	Posizione	solamente per i muri: muro di facciata/muro interno
	Funzione statica	solamente per i muri: portante/non portante
	Tipo di intervento	lista valori: parziale/completa
	N° tipo di tecnica edilizia (ACoR o altro database)	collegamento con il database ACoR (Atlante delle tecniche della costruzione romana) (o con altro riferimento)
	N° codice ACoR (o altro)	
	Tracce d'intonaco	casella di controllo se sì
	Parte riparata: orientamento	solamente per le riparazioni parziali
Danno	Parte riparata: altezza	
	Natura del disordine	lista valori: inclinazione/deformazione/frattura/lesione/ribaltamento supposto/schiacciamento
	Tipo di danni	lista valori: secondo il tipo di elemento
	Angolo	in °
	Origine antica	lista valori: terremoto/movimento del terreno
	Probabilità di accadimento	lista valori: indeterminato/molto alta/alta/bassa/molto bassa
	Natura della riparazione	solamente per le riparazioni parziali; lista valori: secondo il tipo di elemento; per esempio per i muri: cantonale/tamponatura delle lesioni/creazione di contrafforte/ricostruzione.
Riparazione	Dimensioni	lunghezza, larghezza, altezza, spessore, diametro
	Tecnica	lista valori: blocchi/muratura/sarcitura
	Materiali	lista valori per la pietra, le terracotta, la malta e gli attacchi metallici
	Dimensioni degli elementi	in cm
	Numero di elementi riparati/Numero di elementi iniziali	solamente per le colonne di un portico
	Intervento preparatorio	casella di controllo se sì + descrizione
	Relazioni [0 :N]	Tipo/i di tecnica/tecniche
Riparazioni OPUR		Relazione cronologica (posteriore/ anteriore/contemporaneo) con una o altre riparazioni OPUR
Immagini [0 :N]	Autore	
	Anno	per ogni fotografia selezionata della riparazione
	Selezione per pubblicazione	
Altro	Descrizione	testo libero
	Commenti	testo libero
	Distanza angoli di riferimento	solamente per le riparazioni parziali dei muri
	Autore/i della scheda	testo
	Data di creazione	data automatica

tab. 1 – Sistema di indicizzazione e di analisi del database OPUR.

<sup>10</sup> ADAM 1983.

<sup>11</sup> Per uno studio sulla terminologia della riparazione, cf. ROULON-DOKO 2007.

<sup>12</sup> *Ancient Architectural Repairs and Restorations in the Greek World from the Classical to the Imperial Period*, Oxford, 28/02-01/03/2019; *Les réparations, de la préhistoire à nos jours: cultures techniques et savoir-faire*, Paris, 17-18/6/2019.

<sup>13</sup> APPADURAI 1996; KOPYTOFF 1996.

<sup>14</sup> DESSALES *et al.* 2015; 2016.

<sup>15</sup> I partecipanti della missione 2017, che si svolse sotto la direzione di Hélène Dessales sono stati: Francesca Autiero, Julien Caverio, Guilhem Chapelin,

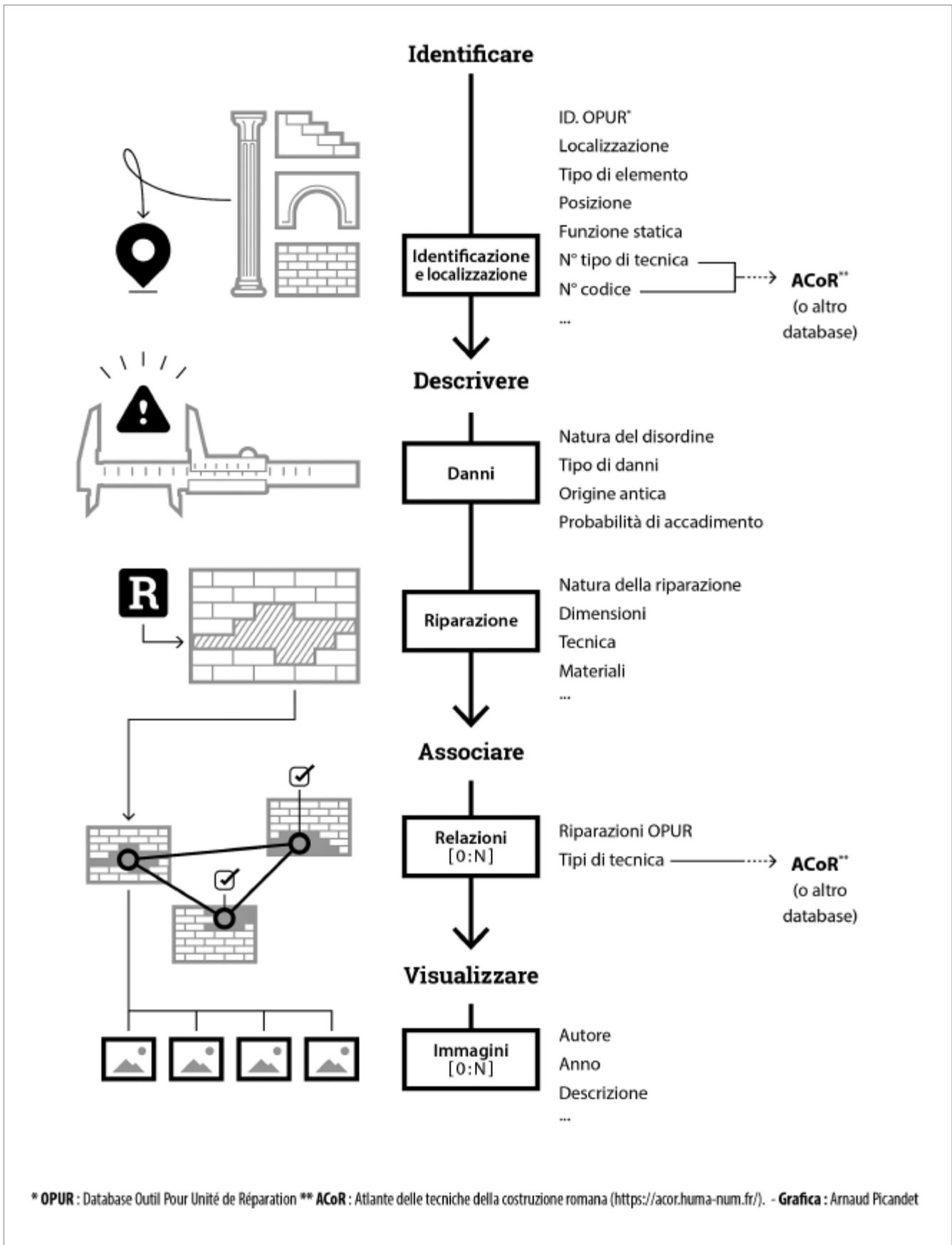


fig. 1 – Diagramma di organizzazione del database.



fig. 2 – Esempio di identificazione OPUR: rifacimento di seguito al ribaltamento del cantonale.

bancadati è stata associata a un GIS sviluppato da Julien Cavero, basato sulle piante gentilmente fornite dal Parco archeologico di Pompei<sup>16</sup>. D'ora in poi, nella sua versione definitiva, il database OPUR presenta per ciascuna riparazione un sistema di indicizzazione e di analisi organizzato secondo la *tab. 1*.

Descriveremo in dettaglio le principali scelte che sono state adottate.

#### 1) Identità della riparazione e posizione

Nel caso di Pompei, la distinzione è stata fatta tra *Regio*, *Insula*, numero civico, ma nella versione che proponiamo di questo database per altri siti, abbiamo aggiunto un campo per le coordinate geografiche. Il link proposto con una scheda ACoR (*Atlas des techniques de la construction romaine* / Atlante delle tecniche della costruzione romana) fa riferimento a un altro database, sviluppato nell'ambito di un altro progetto al fine di caratterizzare le tecniche di

costruzione romane<sup>17</sup>. Ovviamente, ognuno può utilizzare la nomenclatura che desidera, a condizione di stabilire un possibile collegamento tra un numero di riparazione e un codice che indica un tipo di tecnica edilizia.

#### 2) Danni

La pluridisciplinarietà del progetto RECAP ha permesso di associare un *team* di archeologi e di ingegneri strutturalisti, con l'obiettivo di determinare la natura dei danni e il loro eventuale collegamento con un terremoto. I danni sono caratterizzati secondo i vari disordini architettonici osservati: inclinazione, deformazione, frattura, lesione, ribaltamento supposto, schiacciamento. Nel caso di un arco, viene specificato se la fessurazione si trova in corrispondenza dell'intradosso, della chiave o delle reni. I

Marina Covolan, Arnaud Coutelas, Thomas Crognier, Giuseppina De Martino, Christophe Loiseau, Florence Monier, Arnaud Montabert.

<sup>16</sup> Ringraziamo il direttore generale Massimo Osanna, la direttrice degli scavi Grete Stefani, i funzionari responsabili delle Regione VII, Laura D'Esposito, archeologa e Bruno De Nigris, architetto e Raffaele Martinelli per la messa a disposizione delle piante digitali nell'ambito del Grande Progetto Pompei.

<sup>17</sup> Questo progetto, sostenuto dal *labex TransferS*, coinvolge otto istituzioni in Francia, Italia e Spagna: AOROC (UMR 8546, ENS-CNRS-EPHE), IRAA (USR 3155, MU-CNRS, UPPA, Lyon 2), Università degli studi di Padova, Università degli studi di Trento, Università di Roma Tre, Soprintendenza per il Colosseo, il Museo Nazionale Romano e l'area archaeologica di Roma, Istituto de Arqueología de Merida e Universidad de Sevilla. Il team è costituito da Jacopo Bonetto, Évelyne Bukowiecki, Stefano Camporeale, Hélène Dessales, Oliva Gutiérrez Rodríguez, Maura Medri, Caterina Previato, Antonio Pizzo, Mirella Serlorenzi. Cf. <https://acor.huma-num.fr/>

diversi tipi di danno sono stati elencati in riferimento alla codificazione proposta nelle *Linee guide per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale*<sup>18</sup> e un'illustrazione schematica per ogni tipo è stata proposta da Giuseppina De Martino e Francesca Autiero, sotto la direzione di Andrea Prota (Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura). Al termine di tale osservazione, si definisce l'origine antica dell'evento (terremoto o movimento del terreno) e si valuta la sua probabilità (da molto alta a molto bassa o indeterminata). Nella casella prevista per i commenti è possibile specificare il grado dei danni osservati in un edificio, sulla base delle varie griglie disponibili (ad esempio l'EMS 98)<sup>19</sup>, e di valutare l'intensità dell'episodio sismico.

### 3) Riparazione

A seconda del tipo di elemento ripristinato, viene descritta la natura della riparazione. Ad esempio, nel caso di un muro, è possibile distinguere il rifacimento del cantonale, la tamponatura delle lesioni, la creazione di contrafforti o la ricostruzione (parziale o completa) dell'elevato. La tecnica edilizia è caratterizzata in modo preciso, sia che si tratti di una apparecchiatura di blocchi, di una muratura, di una sarcitura puntuale o di attacchi metallici. Per ogni categoria, un elenco di materiali identificati è auto-incrementato.

### 4) Relazioni

Sono stati stabiliti due tipi di relazioni cronologiche.

– In primo luogo, come già anticipato precedentemente, viene creato un collegamento esterno con il database ACOR (o qualsiasi altro riferimento che indica, mediante un codice, i tipi di tecniche di costruzione definiti) (cf. fig. 1). Pertanto, una riparazione può essere posteriore, anteriore, contemporanea di uno o più tipi di tecniche costruttive. La definizione di tali relazioni consente di sviluppare un approccio statistico sul tipo delle tecniche più danneggiate ma anche sul tipo di tecniche più diffuse per effettuare le riparazioni. Ad esempio, nel caso di Pompei, le murature con elementi in terracotta (frammenti di tegole principalmente)<sup>20</sup> sembrano essere preferite per le riparazioni dei muri, di pilastri e di colonne (40%) (fig. 2).

– In secondo luogo, viene stabilita una connessione interna al database OPUR stesso, visto che una riparazione che può essere posteriore, anteriore, contemporanea a una o più riparazioni. Nel caso specifico di Pompei, l'identificazione di dieci riparazioni successive a precedenti interventi, tutte relative a degli episodi sismici, tende a dimostrare la successione di diversi terremoti negli ultimi anni di vita della città<sup>21</sup>.

## 3. Conclusioni

In totale, nell'ambito del progetto RECAP, sono state individuate 253 riparazioni nella Regione VII di Pompei, che sono state localizzate, analizzate e messe in relazione. Il lavoro è stato svolto su tre settimane da tre *team* di due per-

sone ciascuno che lavoravano simultaneamente su tablet digitali. Vanno aggiunte le quasi 1500 fotografie, di contesto o di dettaglio, realizzate tra il 2016 e il 2017. Queste immagini si integrano al database, permettendone la loro visualizzazione per ogni unità di riparazione consultata. Il catalogo finale è così accessibile e implementabile da tutti i componenti dell'*équipe*, grazie al sostegno della TGIR (*Très Grande Infrastructure de Recherche*) Huma-Num, che ospita tutte le nostre banche dati in rete, nonché i nostri sviluppi web per la diffusione scientifica dei risultati della ricerca.

Mettiamo attualmente a disposizione il database OPUR in tre lingue (inglese, francese e italiano), sul sito web di RECAP, nella sua sezione metodologica<sup>22</sup>. OPUR consente di trattare rapidamente le informazioni raccolte sulle diverse riparazioni architettoniche e di ottenere velocemente un catalogo da stampare, in formato PDF. Ci auguriamo che questo strumento possa essere utile alla comunità degli archeologi, architetti e ingegneri in relazione con l'analisi di riparazioni in contesti di rischio sismico e che promuova una lettura multidisciplinare del patrimonio costruito.

## Bibliografia

- ADAM J.-P., 1986, *Observations techniques sur les suites du séisme de 62 à Pompéi*, in C. ALBORE-LIVADIE (a cura di), *Tremblements de terre, éruptions volcaniques et vie des hommes dans la Campanie antique*, Collection du Centre Jean-Bérard, 7, Napoli, pp. 67-87.
- ADAM J.-P., 1988, *Osservazioni tecniche sugli effetti del terremoto in Pompei del 62 d.C.*, in E. GUIDOBONI (a cura di), *I terremoti prima del Mille in Italia e nell'area mediterranea*, Bologna, pp. 460-474.
- ADAM J.-P., 1983, *Dégradation et restauration de l'architecture pompéienne*, Paris.
- AMBERS *et al.* 2009 = AMBERS J., HIGGIT C., HARRISON L., SAUNDER D. (a cura di), *Holding it all together: ancient and modern approaches to joining, repair and consolidation*, London.
- APPADURAI A., 1996, *The Social Life of Things. Commodities in Cultural Perspective*, Cambridge.
- CUBELLIS E., LUONGO G., MARTURANO A. 2007, *Seismic hazard assessment at Mt. Vesuvius: maximum expected magnitude*, «Journal of Volcanology and Geothermal Research», 118, pp. 339-351.
- DAVIDOVICI V., 2016, *Conception-construction parasismique. Traité d'application de l'Eurocode 8*, Paris.
- DESSALES H., 2016, *La produzione laterizia a Pompei: adeguamento di un materiale e organizzazione dei cantieri urbani*, in E. BUKOWIECKI, R. VOLPE, U. WULF-RHEIDT (a cura di), *Il laterizio nei cantieri imperiali. Roma e il Mediterraneo (Atti del I workshop Laterizio, Roma, 27-28 nov. 2014)*, «Archeologia dell'architettura», XX, pp. 81-89.
- DESSALES H. (a cura di), c.s., *The Villa of Diomedes in Pompeii: the fabric of a Roman villa*, Paris, con i contributi di M. Borgogino, C. Boust, M. Carrive, J. Caverio, G. Chapelin, A. Coutelas, R. Deiana, G. Depeyrot, H. Dessales, F. Lorenzoni, G. De Martino, M. Di Ludovico, J. Dubouloz, A. d'Harcourt, É. Letellier-Taillefer, G. Manfredi, F. Marchand-Beaulieu, A. Maigret, A. Milanese, C. Modena, F. Monier, A.-B. Pimpaud, J. Ponce, A. Prota, E. Rizzo, A. Rossi, A. Santoriello, A. Tricoche et M.R. Valluzzi.
- DESSALES H. *et al.*, 2015, *Pompéi. Villa de Diomède*, «Chronique des activités archéologiques de l'École française de Rome» [On line], Les cités vésuviennes, URL: <http://journals.openedition.org/cefr/1293>; DOI: 10.4000/cefr.1293.
- DESSALES H. *et al.*, 2016, *Pompéi. Villa de Diomède*, «Chronique des activités archéologiques de l'École française de Rome» [On line], Les cités vésuviennes, URL: <http://journals.openedition.org/cefr/1543>; DOI: 10.4000/cefr.1543

<sup>18</sup> MORO 2006, pp. 76-79.

<sup>19</sup> GRÜNTAL, LEVRET 1998.

<sup>20</sup> DESSALES 2016.

<sup>21</sup> FRÖHLICH, JACOBELLI 1993; VARONE 2005.

<sup>22</sup> <http://recap.huma-num.fr/webpublic/#recherche/>

- FERRIGNI F. *et al.*, 2005, *Ancient buildings and earthquakes. The local seismic culture approach: principles, methods, potentialities*, Bari.
- FILOCAMO *et al.* 2018 = FILOCAMO F., CARLUT J., DESSALES H., BORENSZTAJN S., *Roman builders facing the risk of disaster: coupling archaeological and geochemical analyses of a section of the «Aqua Augusta» (the Roman Serino aqueduct, Southern Italy)*, «Archaeometry», 60.3, pp. 915-932.
- FRÖHLICH T., JACOBELLI L. (a cura di), 1993, *Archäologie und Seismologie. La zona vesuviana dal 62 al 79 D.C.: problemi archeologici e sismologici*, München.
- GRÜNTAL G., LEVRET A., 1998, *L'échelle Macroseismique Européenne (European Macroseismic Scale, 1998)*, Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Sismologie, 19, Luxembourg 2001.
- GUIDOBONI E., EBEL J., 2009, *Earthquakes and Tsunamis in the Past: A Guide to Techniques in Historical Seismology*, Cambridge.
- KOPYTOFF I., 1996, *The Cultural Biography of Things: Commoditization as Process*, in APPADURAI 1996, pp. 64-91.
- MARTURANO A., RINALDIS V., 1998, *Seismicity before the 79 A.D. Vesuvius eruption*, in C. ALBORE LIVADIE, F. ORTOLANI (a cura di), *Il sistema uomo-ambiente tra passato e presente*, Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali Ravello, Territorio storico e ambiente, 1, Bari, pp. 237-246.
- MORO L. (a cura di), 2006, *Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale*, Roma.
- ROULON-DOKO P., 2007, *Les mots de la réparation*, in G. SPERANZA (a cura di), *Objets blessés. La réparation en Afrique*, Paris, pp. 19-23.
- SAVINO E., 2009, *Nerone, Pompei e il terremoto del 63 d.C.*, in A. STORCHI MARINO, D. MÉROLA (a cura di), *Interventi imperiali in campo economico e sociale*, Bari, pp. 225-244.
- VARONE A., 2005, *Convivere con i terremoti. La travagliata ricostruzione di Pompei dopo il terremoto del 62 d.C. alla luce delle nuove scoperte*, in S.T.A.M. MOLS, E.M. MOORMANN (a cura di), *Omni pede stare. Saggi architettonici e circumvesuviani in memoriam Jos de Waele*, Studi della Soprintendenza archeologica di Pompei, 9, Napoli, pp. 315-324.

## Summary

### A database to study post-seismic repairs.

The restoration of a building generates professional skills, develops social relationships, and reveals the organization of an entire system of production. Focusing on the repairs that followed a major earthquake allows an exploration of this mechanism, which is implemented at a time of crisis, and in an emergency situation. This contribution presents the OPUR database (*Outil Pour Unités de Réparation*), which was applied in order to characterize ancient post-seismic repairs in Pompeii, in the framework of the RECAP research program (Post-earthquake Reconstruction. Ancient Experiments and Innovations at Pompeii), funded by the *Agence nationale de la recherche* (2015-2019). The decisions made in the design of the database are specified, according to four main steps: 1. Identification and location of the repair; 2. Damage identification; 3. Nature of the repair. 4. Chronological relationships between the different repairs and between the various types of construction techniques. We hope that this database, made available to everyone on the RECAP website in three languages (English, Italian

and French), may be of help to archaeologists, architects and engineers analysing repairs in areas prone to seismic risk, and could promote a multidisciplinary approach to the built heritage.

**Keywords:** Database, repairs, construction techniques, earthquake, Pompeii.

## Résumé

### Une base de données pour étudier les réparations post-sismiques.

La restauration d'un bâtiment génère des connaissances professionnelles, développe une sociabilité et révèle l'organisation d'un système de production. Se focaliser sur les réparations consécutives à un fort tremblement de terre permet de révéler ce mécanisme, mis en œuvre dans une situation de crise et d'urgence. Cette contribution présente la base de données OPUR (*Outil Pour Unités de Réparation*) qui a été appliquée afin de caractériser les réparations post-sismiques antiques sur le site de Pompéi, dans le cadre du programme de recherche RECAP (*Reconstruire après un tremblement de terre: expériences antiques et innovations à Pompéi*), financé par l'Agence nationale de la recherche (2015-2019). Les choix qui ont été adoptés dans la conception de la base de données sont précisés, selon quatre étapes principales: 1. Identité de la réparation et position; 2. Identification du dommage; 3. Nature de la réparation; 4. Relations chronologiques entre les différentes réparations et entre les différents types de techniques de construction. Nous espérons que cette base de données, mise à la disposition de tous sur le site Web de RECAP en trois langues (anglais, italien et français), puisse être utile à la communauté des archéologues, architectes et ingénieurs confrontés à l'analyse des réparations en contexte de risque sismique et contribuer à une lecture multidisciplinaire du patrimoine bâti.

**Mots clés:** Base de données, réparation, techniques de construction, tremblement de terre, Pompéi.

## Riassunto

Il ripristino di un edificio genera dei saperi professionali, sviluppa una socievolezza e rivela l'organizzazione di un sistema di produzione. Concentrarsi sulle riparazioni a seguito di un forte terremoto permette di svelare questo meccanismo, attuato in un momento di crisi e in una situazione di emergenza. Questo contributo presenta il database OPUR (*Outil Pour Unités de Réparation*/Strumento per unità di riparazione) che è stato applicato al fine di caratterizzare le riparazioni post-sismiche antiche sul sito di Pompei, nell'ambito del programma di ricerca RECAP (*Ricostruzione dopo un terremoto: antiche esperienze e innovazioni a Pompei*), finanziato dall'*Agence nationale de la recherche* (2015-2019). Sono specificate le scelte che sono state adottate nella progettazione del database, secondo quattro tappe principali: 1. Identità della riparazione e posizione; 2. Identificazione dei danni; 3. Natura della riparazione; 4. Relazioni cronologiche tra le diverse riparazioni e tra i vari tipi di tecniche costruttive. Ci auguriamo che questo database, messo a disposizione di tutti sul sito web di RECAP in tre lingue (inglese, italiano e francese), possa essere utile alla comunità degli archeologi, architetti e ingegneri in relazione con l'analisi di riparazioni in contesti di rischio sismico e che promuova una lettura multidisciplinare del patrimonio costruito.

**Parole chiave:** Database, riparazione, tecniche di costruzione, terremoto, Pompei.



€ 44,00

ISSN 1126-6236

e-ISSN 2038-6567

ISBN 978-88-7814-791-1

e-ISSN 978-88-7814-792-8



AA23

Il volume contiene gli atti del seminario "Archeologia dell'architettura e terremoti" organizzato il 18 maggio 2018 dai docenti e ricercatori dell'Università di Siena afferenti alle cattedre di Archeologia dell'Architettura e Archeologia del Mediterraneo Antico. Il seminario costituisce il primo di un ciclo di incontri dal titolo *Economia e tecniche della costruzione. Antichità, Medioevo, Età Moderna*. I contributi raccolti nel volume seguono il filo conduttore dell'archeosismologia per l'architettura, una specializzazione caratterizzata da una metodologia di analisi multidisciplinare che, grazie alla sua trasversalità, è in grado di offrire un confronto fra contesti geograficamente distanti e cronologicamente diversi tra loro. Archeologi, sismologi, ingegneri ed architetti in questa giornata senese hanno cercato di mettere in luce, attraverso le loro riflessioni a volte scaturite da puntuali progetti di ricerca, le possibili sinergie e le tematiche comuni con l'archeologia dell'architettura e con l'archeosismologia, sperando che questo possa costituire un ulteriore passo verso un confronto tra discipline e metodi utili ad indirizzare al meglio le ricerche in questo campo.