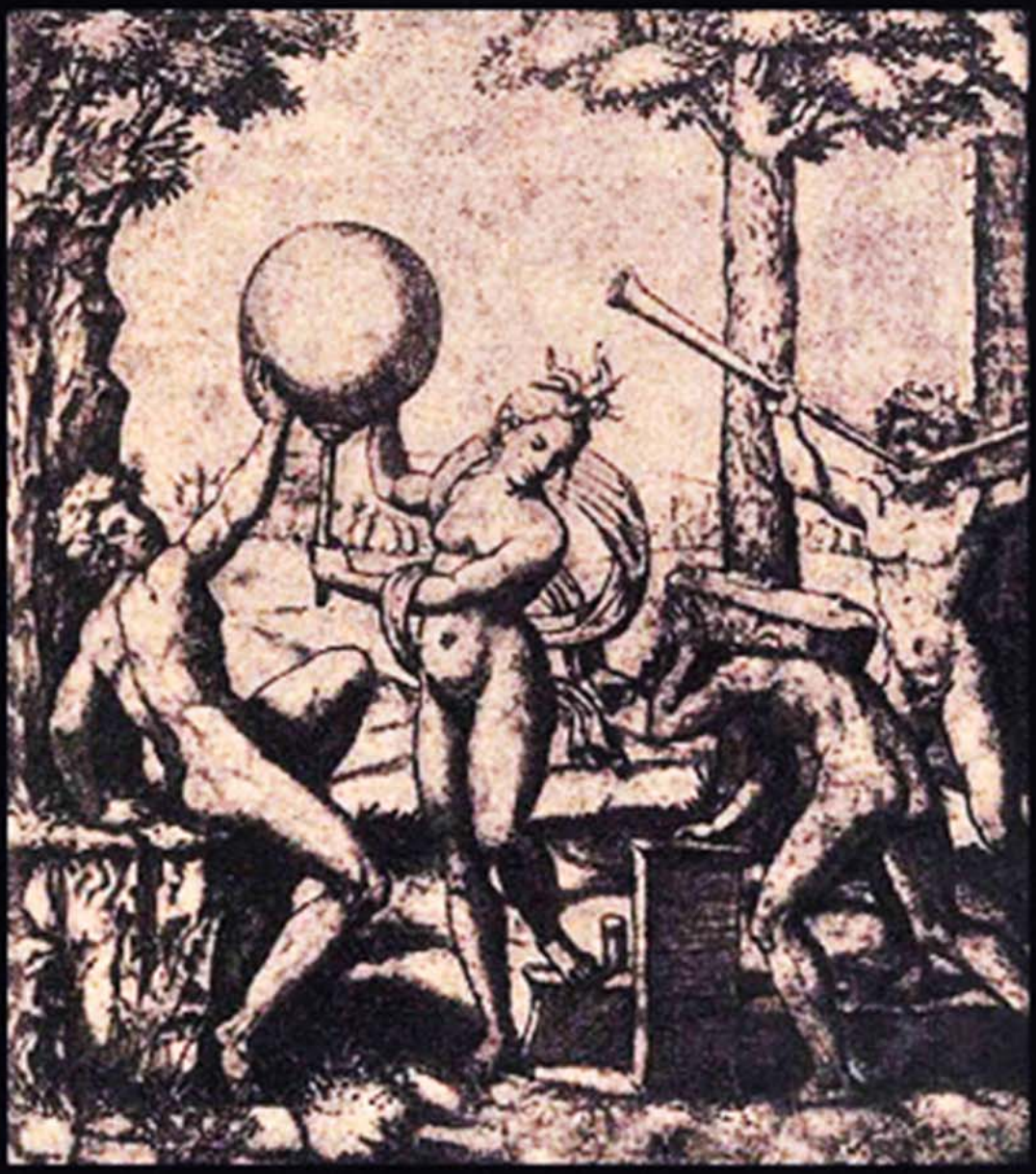
ISSN 1974-4951 n. 11

Dipartimento di Storie e Metodi per la Conservazione dei Beni Culturali
Alma Mater Studiorum Università di Bologna (sede di Ravenna)
Centro Interdipartimentale di Ricerca in Ingegneria dell'Automazione e dei Sistemi
Università degli Studi di Palermo
Centro di Progettazione, Design & Tecnologie dei Materiali, Brindisi

CONSERVATION SCIENCE IN CULTURAL HERITAGE

(già QUADERNI DI SCIENZA DELLA CONSERVAZIONE)



MIMESIS

CONSERVATION SCIENCE IN CULTURAL HERITAGE

HISTORICAL-TECHNICAL JOURNAL

[già Quaderni di Scienza della conservazione]

N. 11-2011

MIMESIS

Marcantonio Raimondi (1488 – 1530) «The man with two tubas» (burin)
(Coll. R. Pinacoteca di Torino)

Small photographs:
1. Palermo, Utveggio Castle; postcard (from:Artificial stone in architecture: new techniques of intervention...)
2. Ottani Monument (formerly Baldi Comi), 1815-16,Sala della Pietà (from: Neoclassicism and local artistic tradition in...)
3. The Shroud of Turin (from:The Shroud of Turin between history and science...)
4. Ercole Gasparini, nineteenth century entrance of the Certosa, 1802 (from:Neoclassicism and local artistic tradition in...)

Scientific editorial staff: Dipartimento di Storie e Metodi per la Conservazione dei Beni Culturali, Alma Mater Studiorum Università di Bologna (sede di Ravenna), Italy
Via degli Ariani 1, 48121 Ravenna, Tel. 0544 936711, Fax 0544 936717

Administrative editorial staff: MIMESIS EDIZIONI (Milano – Udine), Via Risorgimento, 33 – 20099 Sesto San Giovanni (MI), Italy
Tel. 02 24861657 / 24416383, Fax 02 89403935, e-mail: mimesis@mimesisedizioni.it

Annual Journal – Year 11 (2011) – No. 11
Registration at Bologna law court n. 7346 of March 18th, 2003 – ISSN 1974-4951

Business correspondence including orders and remittances for subscriptions, back numbers and offprints, should be addressed to the publisher: MIMESIS EDIZIONI (Milano – Udine), Via Risorgimento, 33 – 20099 Sesto San Giovanni (MI), Italy

SUBSCRIPTIONS

Prices for Italy	Individual and Organization	€ 26,00
Prices for other countries	Individual	€ 32,00
	Organizations	€ 30,00

Subscriptions should be sent to MIMESIS EDIZIONI (Milano – Udine), Via Risorgimento, 33 – 20099 Sesto San Giovanni (MI), Italy
The above-mentioned amount can be sent via:
– bank draft,
– direct payment,
– payment on Italian postal account N. IT59B0200801634000101289368

© Copyright 2010 by MIMESIS EDIZIONI (Milano – Udine), Via Risorgimento, 33 – 20099 Sesto San Giovanni (MI), Italy. Isbn 9788857510781
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored, disseminated or transmitted in any form or by any means without the prior permission in writing of the Publisher or Editor.
Printer: Digital Team, Via dell'Artigianato, 1/A - 61032 Fano (PU), Italy

The electronic version of the Journal is distributed under the terms of a Creative Commons-Attribution-3.0 license.
The Journal has obtained the SPARC European seal.

CONSERVATION SCIENCE IN CULTURAL HERITAGE
HISTORICAL-TECHNICAL JOURNAL

Edited by

Dipartimento di Storie e Metodi per la Conservazione dei Beni Culturali (Di.S.Me.C)
Alma Mater Studiorum Università di Bologna (sede di Ravenna)

Centro Interdisciplinare di Ricerca in Ingegneria dell'Automazione e dei Sistemi (CIRIAS) Università degli Studi di Palermo

Centro di Progettazione, Design & Tecnologie dei Materiali (CETMA), Brindisi

Scientific editor Salvatore Lorusso

Scientific board
Enrico Acquaro
Roberto Balzani
Francesco Benvenuti
Pierfrancesco Callieri
Eleonora Cavallini
Salvatore Cosentino
Alfredo Cottignoli
Gustavo Gozzi
Giorgio Gruppioni
Antonio Panaino
Mauro Perani
Angelo Pompilio
Eugenio Russo
Luigi Tomassini
Angelo Turchini

Advisory committee:
Mario Alì Direttore Generale per l'Internazionalizzazione della Ricerca, Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
Pio Baldi architect, Presidente Fondazione del Museo d'Arte Contemporanea del XXI secolo (Maxxi), Roma
Salvatore Barbaro engineer, Ordinario di Fisica Tecnica Ambientale, Università di Palermo
Vincenzo Barone chemist, Presidente Società Chimica Italiana, Scuola Normale Superiore, Pisa
Ségolène Bergeon Langle Conservateur Général du Patrimonie, Ministére de la Culture, Paris, France
Dario Braga Prorettore alla ricerca, Alma Mater Studiorum Università di Bologna
Maria Brai physicist, Ordinario di Fisica Applicata, Università di Palermo
Luigi Campanella chemist, già Presidente Società Chimica Italiana (SCI), Sapienza Università di Roma
Guido Candela economist, Alma Mater Studiorum Università di Bologna (sede di Rimini)
Vincenzo Cappelletti historian, Presidente Società Europea di Cultura e Società Italiana di Storia della Scienza, Roma
Giovanni Carbonara architect, Ordinario di Restauro Architettonico, Sapienza Università di Roma
Lucio Colizzi engineer, Centro di Progettazione Design & Tecnologie dei Materiali (CETMA), Brindisi
Valentina Comba Responsabile Centro E-Learning, Alma Mater Studiorum Università di Bologna
Maurizio Cumo engineer, Presidente Società Italiana per il Progresso delle Scienze (SIPS), Roma
Paolo De Nardis sociologist, Ordinario di Sociologia, Sapienza Università di Roma
Maurizio Fallace Direttore Generale per le Biblioteche, gli Istituti Culturali e il Diritto d'Autore, Ministero per i Beni e le Attività Culturali
Franco Faranda art historian, Soprintendenza per i Beni Storici, Artistici e Etnoantropologici per le Province di Bologna, Ferrara, Forlì-Cesena, Ravenna e Rimini
Giuseppe Farneti economist, Ordinario di Economia Aziendale, Alma Mater Studiorum Università di Bologna (sede di Forlì)
Luigi Ficacci art historian, Soprintendente per i Beni Storici, Artistici e Etnoantropologici per le Province di Bologna, Ferrara, Forlì-Cesena, Ravenna e Rimini
Cosimo Damiano Fonseca historian, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma
Valerie Higgins archeologist, Chair of Archaeology and Classics, The American University of Rome
Javid A. Jafarov publishing specialist, Deputy Director of the Central Scientific Library of Azerbaijan National Academy of Sciences
Antonio Marcomini chemist, Ordinario di Chimica dell'Ambiente, Università Ca' Foscari di Venezia
Guido Meli architect, Direttore Parco Archeologico Villa Casale, Piazza Armerina, Enna
Franco Palla biologist, Associato di Biologia Molecolare, Università di Palermo
Ruggero Pentrella architect, già Direttore Regionale per I Beni Culturali Paesaggistici del Molise
Luigi Persico state attorney, Tribunale di Bologna
Valery Petrosyan chemist, President of the Center Ecology and Health, Lomonosov Moscow State University, Russia
Arturo Carlo Quintavalle art historian, Presidente dell'Associazione Italiana degli Storici dell'Arte Medievale, Parma
Antonella Ranaldi architect, Soprintendente per i Beni Architettonici e Paesaggistici per le Province di Ravenna, Ferrara, Forlì-Cesena e Rimini
Jan Rosvall Centre for Environment and Sustainability, Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden
Corrado Sarzanini chemist, Presidente Divisione "Chimica dell'Ambiente e dei Beni Culturali" (SCI), Università degli Studi di Torino
Christopher Smith historian, Director British School at Rome
Claudio Spadoni art historian, Direttore del Museo d'Arte della Città di Ravenna (MAR)
Marija S. Todorovic engineer, University of Belgrade (Serbia) and Kyung Hee University (Korea)
Roberto Triolo chemist, Ordinario di Chimica Fisica, Dipartimento di Chimica Fisica "Filippo Accascina", Università di Palermo

Angela Mari Braida linguistic advisor, Roma
Marialaura Vignocchi publishing manager, Alma Mater Studiorum Università di Bologna

Editorial staff:
Franca De Leo, Chiara Matteucci, Andrea Natali, Salvatore Andrea Apicella, Anna Porkhun, Andrea Zanni

Head publisher:
Pierre Dalle Vigne

Quality control

Conservation Science in Cultural Heritage is a historical-technical Journal.

One of the main objectives of the Journal is to achieve an all-encompassing vision of interdisciplinarity and internationalisation which are essential in today's society and relevant cultural sectors. In this, the Journal responds to a natural demand for information and professional growth – in as far as possible correct and complete – on issues related to the cultural heritage sector for which the specific literature is rather limited.

The journal is accessible on line and has been included in websites of interest to all those looking for information regarding the subject areas mentioned in the main topics of publication:

UNIVERSITY OF BOLOGNA

- Official journal website: www.conservation-science.cib.unibo.it/
- Interlibrary service website: www.almadl.cib.unibo.it/collezioni/riviste
- Dipartimento di Storie e Metodi per la Conservazione dei Beni Culturali website: www
- beniculturali.unibo.it

INTERNATIONAL PLATFORMS

- Directory of Open Access Journals (DOAJ): www.doaj.org
- INTUTE: www.intute.ac.uk
- New Journal of Georgetown: www.old.library.georgetown.edu/newjour/
- Hong Kong University (HKU Scholars Hub): www.hub.hku.hk/publisher/
- Manchester Metropolitan University: www.library.mmu.ac.uk
- The Open University United Kingdom: http://library.open.ac.uk/find/journals/index

The journal has officially been requested by EBSCO Publishing (http://www.ebsco.com/) and H.W. Wilson (USA) (http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/login.jhtml) – prestigious and listed aggregators involved with scientific products of Universities and Research Centers in various countries – to be introduced into the respective platforms.

The journal has received the SPARC (Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition) "seal" and CC license (Creative Commons): important certification for open access journals. The second scheme is linked to ISI (Institute for Scientific Information), which assesses journals for their "impact factor".

In order to ensure a high standard in the scientific content of the Journal with high resolution of text and images in both electronic and hard copy versions, papers will be evaluated by the Reviewers and Linguistic Advisor after submission. Following completion of the review process, papers will then be accepted for publication.

Impact Factor

In respect of the main objectives underlined previously, Authors are advised to consult and cite internationally accredited journals with an Impact Factor and/or other bibliometric factors (peer review, open linking, Hirsch factor). A complete list is available on the Institute for Scientific Information (ISI) web portal, www.isiknowledge.com/JCR.

The Impact Factor is an index used by Thomson-Reuters to measure the frequency with which journal articles are cited within a particular year or period. It is calculated by dividing the number of citations in the current year compared to the number of articles published in the journal in the previous two years.

Sample calculation for a journal for the year 2008
Citations in 2008 for the journal CULTURAL STUDIES
2007 = 13
2006 = 21
Total = 34

Number of articles published by the journal and taken into account:
2007 = 39
2006 = 26
Total = 65

IF calculation for 2008:

$$\frac{\text{Citations for articles published in the biennium 2006-2007}}{\text{Total number of articles published in the biennium 2006-2007}} = \frac{34}{65} = 0.523$$

The index takes into account only citations addressed to journals that have already obtained impact factor rankings.

The Scientific board has drawn up a list of journals which deal with issues related to those covered in Conservation Science in Cultural Heritage.

This list can be requested from the Scientific Editor by those Authors wishing to consult it, at the following e-mail address: salvatore.lorusso@unibo.it .

Controllo di qualità

Conservation Science in Cultural Heritage è una rivista storico-tecnica. Poiché gli autori e gli argomenti discussi provengono da background scientifici e discipline differenti, è fondamentale che i testi in inglese siano chiari e comprensibili.

Uno degli obiettivi principali della rivista è raggiungere un quadro onnicomprensivo di interdisciplinarità e internazionalizzazione, necessario nella società di oggi e nel settore dei beni culturali. In relazione a questo, la rivista risponde a una richiesta naturale di informazioni e di crescita professionale – per quanto possibile in modo completo e corretto – su argomenti relativi al settore dei beni culturali, per il quale la letteratura specifica è piuttosto limitata.

La rivista è accessibile on-line, essendo stata inclusa in vari siti web di interesse per tutti coloro che cercano informazioni riguardanti i principali argomenti della pubblicazione:

UNIVERSITA' DI BOLOGNA

- *Official journal website: www.conservation-science.cib.unibo.it/*
- *Interlibrary service website: www.almadl.cib.unibo.it/collezioni/riviste*
- *Dipartimento di Storie e Metodi per la Conservazione dei Beni Culturali website: www.beniculturali.unibo.it*

INTERNATIONAL PLATFORMS

- *Directory of Open Access Journals (DOAJ): www.doaj.org*
- *INTUTE: www.intute.ac.uk*
- *New Journal of Georgetown: www.old.library.georgetown.edu/newjour/*
- *Hong Kong University (HKU Scholars Hub): www.hub.hku.hk/publisher/*
- *Manchester Metropolitan University: www.library.mmu.ac.uk*
- *The Open University United Kingdom: http://library.open.ac.uk/find/journals/index*

La Rivista è stata ufficialmente richiesta dalla EBSCO Publishing (http://www.ebsco.com/) e dalla H.W.Wilson (U.S.A.) (http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/login.jhtml) - aggregatori prestigiosi e quotati ai quali fanno capo prodotti scientifici di Università e Centri di Ricerca di vari Paesi - di far parte delle rispettive piattaforme.

Alla rivista sono stati conferiti il "sigillo" SPARC (Scholarly Publishing Academic Coalizione e Risorse) e la licenza CC (Creative Commons), importanti programmi di certificazione per le riviste a libero accesso. E' in corso di valutazione anche il regime legato alla ISI (Institute for Scientific Information), che valuta le pubblicazioni per il loro "impact factor".

Per assicurare un elevato standard nei contenuti scientifici della rivista, unitamente a un'alta risoluzione delle immagini e del testo, sia nella versione elettronica che cartacea, dopo la presentazione del lavoro, esso è valutato dai Reviewers e dalla Linguistic Adviser. Al termine della valutazione il lavoro può essere accettato per la pubblicazione.

Impact Factor

In riferimento ai principali obiettivi sottolineati in precedenza, si consiglia agli Autori di consultare e citare riviste accreditate a livello internazionale con Impact Factor e/o altri fattori bibliometrici (peer review, open linking, fattore Hirsch). In relazione a Impact Factor, possono consultare un elenco di riviste nel portale web dell'Institute for Scientific Information (ISI), www.isiknowledge.com/JCR.

L'Impact Factor è un indice, usato dalla Thomson-Reuters, che misura la frequenza con la quale gli articoli di una rivista vengono citati in un particolare anno o periodo. Esso è calcolato dividendo il numero delle citazioni nel corrente anno rispetto al numero degli articoli pubblicati in quella rivista nei due precedenti anni.

Esempio di calcolo per una rivista per l'anno 2008
Citazioni nel 2008, per la rivista CULTURAL STUDIES.
2007 = 13
2006 = 21
Totale = 34

Numero di articoli pubblicati dalla rivista considerata:
2007 = 39
2006 = 26
Totale = 65

Calcolo dell'IF per il 2008:

$$\frac{\text{Citazioni 2008 articoli pubblicati nel biennio 2006-2007}}{\text{Totale articoli pubblicati nel biennio 2006-2007}} = \frac{34}{65} = 0{,}523$$

L'indice tiene conto esclusivamente delle citazioni rivolte a riviste che abbiano già ottenuto valutazioni di Impact Factor.
Il Scientific board ha elaborato un elenco di riviste le cui problematiche risultano inerenti a quelle trattate in Conservation Science in Cultural Heritage. Tale elenco potrà essere fornito, via e-mail, a tutti gli Autori che ne faranno richiesta al Direttore Scientifico (salvatore.lorusso@unibo.it).

EDITORIAL

Salvatore Lorusso and Vincenzo Barone

The evaluation of scientific research: the result of merit-based or discretionary criteria?

The evaluation of research has assumed a central role in Italy. This is, on the one hand, due to the need to assign distinct parameters as a benchmark for researchers' careers and on the other, the need to identify an efficient systemic indicator for allocating financial resources. Among the methods used, bibliometric tools occupy a prominent place. These are the product of mathematical and statistical techniques useful in analysing the distribution patterns of scientific publications and exploring their impact within the scientific community.

In principle, this kind of qualitative tool can contribute to create an appropriate and fair system of evaluation which can be used in a large number of specific contexts, from public contributions to competitions, and also in the classification of single research products (journals, articles, books, monographs).

Moreover, the definition and sharing of evaluation mechanisms that depend (in part) on numerical indices can assume a strongly symbolic significance: it demonstrates that an entire research community is willing to make an effort to substantiate its own credibility, adopting in this process criteria that can be presented and explained in detail even to observers that do not belong to the same community.

In order to analyse the situation in more detail, one can focus on two different aspects: the aims of an evaluation process, and the actual procedures used in achieving these aims. Based on this distinction, the relationship between merit-based and discretionary criteria can then be explored.

A system of meritocracy is one in which motivation, talent and commitment are recognised as individual values and qualities which, under conditions of equal opportunity, produce benefits for the whole community. To function well however, a merit system requires "metrics", in other words, clear, evident markers for assessing and rewarding merit.

Meritocratic culture in Italy has fragile roots. In the seventies the education sector was seriously affected by a situation which did not acknowledge any form of meritocracy, leading to a delegitimization of the very concept of "meritocratic selection". The setup and adoption of evaluation mechanisms capable of identifying and rewarding merit represents at present the only antidote against cronyism and favouritism bestowed on family members.

Given such an aim, the question arises as to how one should go about achieving it. In other words, how much discretionary power should be accepted/tolerated in an evaluation process that correctly aims at recognizing merit? And conversely, how much weight should be given to more quantitative numerical indices?

Once the question is formulated in this manner, it becomes clear that the answer must necessarily depend on the specific context. Thus, for example, the degree of

physiological discretion will probably be greater for historical, humanist and economic sciences, but lower for technical and experimental sciences.

Moreover, procedures aiming at identifying merit must be adapted to the specific type of evaluation: selecting a Ph.D. candidate is an entirely different issue to choosing a senior scientist to direct a research laboratory; in the selection of projects for funding, different considerations will enter into play in strongly applicative areas, as opposed to methodological developments. Finally, none of the available bibliometric tools is reliable enough to be used in isolation. As a consequence, an evaluation procedure that combines transparency and verifiability, with adequate flexibility and wide applicability, will have to rely on a blend of complementary elements, taken in different proportions depending on the specific context.

What are, then, the single evaluation tools at our disposal?

The most well-known bibliometric tool is undoubtedly the *Impact Factor* (IF), owned by Thomson Reuters (ISI - Institute for Scientific Information), which collects data from over 14,000 journals present in its web portal: it is an evaluation system which determines the frequency with which an article is cited in a given period.

Other widely adopted tools include:

- *Peer Review*, a quality indicator typically used in selecting articles for publication;
- *Open Linking*, a technique with a secure future in the field of electronics, is a reference service offered by aggregators, which transforms citations into hyperlinks, allowing researchers to navigate online from one article to another regardless of the journal and publishing house;
- *H Factor or H index* which indicates the real scientific contribution of a researcher.

Peer Review

An interesting perspective can be gained by examining the procedure that is typically followed in the evaluation of a specific class of scientific products, namely, articles submitted for publication in journals – what is the methodological path that leads to deciding what to accept or what not to accept?

For prestigious journals – *Nature and Science*, for example – the first decision is taken by the scientific committee. After this initial screening, articles are sent to experts in the field, “referees”: a peer review – those who judge today, will be judged tomorrow. Although rather than equals, it is a review by people competing against each other, protected by strict anonymity, and as such, represents a much criticised system. It should be noted that experts need to instruct “referees” in suggesting amendments to improve the product, so that it will subsequently be published. Certain behaviour, not always considered proper, can at times be dictated by personal motives related to the past when the evaluator himself was the object of assessment: objectively, such situations make it more difficult to comply with the principles of meritocracy and scientific fairness.

The Impact Factor

As already noted, the impact factor is an index that measures the frequency with which articles in a journal are cited in a particular year or period. It is calculated by counting the total number of citations received in the current year of all the articles published in that journal during the previous two years, and dividing the result by the total number of articles published in the journal during these two years. The index takes into account only citations addressed to journals that have already obtained IF rankings.

Despite its prevalence, the IF is a somewhat questionable tool. Its detractors criticise it because many authors cite for convenience and not for any credit assigned to the article. Others develop citation networks to benefit privileged members with connections to scientific schools. Lastly, there is self citation, which represents the most obvious limitation to the IF. This system is nevertheless one of the few tools that allows research to be evaluated on a more solid basis than just individual assessment. As a result its use has invaded other areas outside academia: publishers and information providers use it as a privileged instrument of market research, while universities and ministries calculate the productivity and prestige of researchers, identifying the quality of structures and arranging their academic and institutional policies accordingly. There are those who claim that the IF is a useful tool but not the most reliable. Andrea Lenzi, president of the "*Consiglio Universitario Nazionale*" or CUN (National University Council), bases this assumption on the fact that: "Italian universities are willing to be evaluated, as demonstrated by the launching of the national registry of professors in which their activities during the year are made public. It is also true however that the IF is only one of the many rating systems used today. Naturally, there are many who criticize it because it has more than a few limitations:

- the only citations considered are those found in several journals; citations in books, conference reports, theses, etc. are not included;
- the analysis aims at counting citations, without entering into the merit of their contents: as an extreme case, but not improbable, one could be cited numerous times for scientifically incorrect works".

The founder of the IF himself, Eugene Garfield, advised against using this index, because the evaluation of each individual scientific work, which should always represent the real end purpose, depends on the reputation and circulation of the journal in which it is published. If in fact a first class paper appears in a lesser known or less widespread journal, it is at a disadvantage, compared to a mediocre paper which appears in a journal of greater prestige.

In short, it is advisable to consider registering a journal with ISI, so that its data is made known and can be examined; the interpretation of such data should not, however, be considered unduly binding.

Roberto Cafferata, president of the *Accademia Italiana di Economia Aziendale* – AIDEA (Italian Academy of Business Economics), also raises some doubts about the efficiency of the IF: "This system has been used in the US and other countries for some time to determine the value of scientific journals and to quantify the quality of individual publications. Over the years however, the IF has become a subject of controversy both in medicine and economics. In our sector, the most suitable system is considered to be Peer Review used in conjunction with other bibliometric indices. Peer Review, essentially allows there to be an international standard evaluation; it is a starting point,

but then other systems for assessment may be introduced to analyse the merits of product content".

As hinted before, Peer Review is the standard criteria used to guarantee the quality of what journals publish – and this applies not only to those that have a director, who acts as referee in the choice of papers, but also for those with large numbered steering committees and editorial staff, consisting of scholars and experts, some of whom have a prestigious reputation.

One wonders: "Does the reading of papers, requested in a discretionary and private way of guarantors and third parties, effectively ensure against the influence of schools, interest groups or other forms of pressure, whether cultural, academic or otherwise? And why should a well-written, thorough and precise work published in journals without any particular requirements be regarded as being inferior compared to another paper published in accredited journals according to certain requirements?

The h-index factor

As already suggested, the IF is not the only existing bibliometric index. Generally used as an indicator of scientific productivity, the h-index takes its name from its creator, Jorge E. Hirsch of the University of California at San Diego. The h-index is of great significance, since it provides an estimate of the influence of a scientist on the community regardless of individual papers of great success or works by authors who, despite having published a great deal, have produced articles of little interest, as happens with the IF. A high h-index can represent a factor of prestige within the scientific community.

The observations and the different viewpoints that have been reported lead to several considerations. The first comes from an aspect prevalent today, known as the "colonisation of communication", in other words the exceedingly widespread need to know about details and conditions related to different activities and respective operators: an aspect which includes the scientific community and its followers.

The second stems from the "quantification of quality", in other words metrology. The adoption of metrology with the goal of evaluating scientific dignity gives rise to many controversial issues, and leads to a perception of one-sidedness and bureaucracy that is not conducive to achieving broader objectives.

Nevertheless, and especially in the sense of recovering the cultural credibility mentioned at the beginning, introducing a significant component of evaluation based on quantitative criteria (mainly bibliometric) must now be considered indispensable. To refuse to use it would inevitably mean endorsing arbitrary evaluation practices, which are totally unacceptable, but sadly all too common.

Reservations which have emerged regarding single bibliometric criteria should therefore be interpreted constructively. In other words, they must be regarded as an incentive for research communities to develop evaluation mechanisms suited to their own specific field by reflecting thoroughly on each individual instance. This obviously means avoiding unjustifiable automatic reactions; adjusting the value of various criteria according to the specific purpose of the evaluation and trying to reconcile numerical data with other indications of quality, possibly similar to those underlying the mechanisms of "peer review".

Once a scientific community has proven willing to be judged in terms of its ethical and scientific reliability, by adopting evaluation criteria that are publicly accessible and easily verifiable, then it will become possible and advisable to shift the accent towards the role of open scientific and cultural debate in monitoring scientific validity.

Put in these terms, this perspective is not only limited to technical, experimental and naturalistic disciplines, but can encompass historical, humanistic and economic ones. This is especially relevant, if one accepts a univocal, rather than a dichotomous vision of culture, particularly evident, though in a more limited way nowadays, in "art and science", namely in studies in the field of cultural and environmental heritage.

La valutazione della ricerca scientifica: risultato di criteri meritocratici o discrezionali?

La valutazione della ricerca in Italia ha assunto un carattere di centralità dovuto, da un lato alla all'intenzione di utilizzare parametri di riferimento specifici per inquadrare la carriera dei ricercatori, dall'altro alla necessità di individuare un indicatore sistemico di efficienza per l'allocazione delle risorse economiche. Fra i metodi utilizzati, un posto di primo piano è occupato dagli strumenti bibliometrici che sono il prodotto di tecniche matematiche e statistiche utili per analizzare i modelli di distribuzione delle pubblicazioni scientifiche e per esplorare il loro impatto all'interno delle comunità scientifiche.

Indicatori numerici di questo tipo possono in linea di principio concorrere alla formulazione di criteri di valutazione efficaci e corretti in innumerevoli contesti pratici, che spaziano dai concorsi pubblici per il reclutamento o per le progressioni di carriera, alla selezione di progetti di ricerca in bandi di finanziamento, fino alla classificazione di singoli prodotti della ricerca (riviste, articoli, volumi, monografie).

L'elaborazione e la condivisione di meccanismi valutativi che contemplino (anche) il ricorso a indicatori numerici riveste inoltre un significato fortemente simbolico: testimonia la disponibilità e lo sforzo, da parte di una comunità disciplinare, di dimostrare e sostanziare la propria credibilità, utilizzando criteri non autoreferenziali, ma chiaramente illustrabili e verificabili anche da parte di coloro che di questa comunità non fanno parte.

Per articolare in maniera più chiara il discorso, è utile identificare e distinguere due aspetti: la finalità della valutazione e il meccanismo adottato per raggiungere questa finalità. Sulla base di questa distinzione, ci si potrà poi interrogare sulla dicotomia meritocrazia /discrezionalità.

La meritocrazia è un sistema in cui motivazione, talento e impegno individuale sono riconosciuti come valori, come doti che producono, in condizioni di eguaglianza di opportunità, vantaggi per tutta la collettività. Per funzionare bene, un sistema meritocratico necessita però di una "metrica", di segnali chiari e visibili che accertino e premino il merito.

In Italia la cultura meritocratica ha radici fragili. Negli anni Settanta il settore dell'istruzione fu investito da un'ondata livellatrice che ha delegittimato il concetto stesso di "selezione meritocratica". Un meccanismo di valutazione capace di identificare e quantificare il merito rappresenta oggi l'unico antidoto contro "clientelismo e parentismo".

Accettata questa finalità, resta però un aspetto "implementativo": in altre parole, in una valutazione che si proponga di identificare e premiare il merito, quanta discrezionalità è auspicabile/tollerabile? Quanto peso devono invece assumere degli indicatori numerici più quantitativi?

Una volta posta la questione in questi termini, la risposta non può che dipendere dal contesto specifico. Così, ad esempio, il margine di fisiologica discrezionalità insita nelle valutazioni è probabilmente maggiore nelle scienze storico-umanistiche ed economiche, minore nell'ambito delle scienze tecniche e sperimentali.

D'altro canto, l'identificazione del merito richiede, all'atto pratico, criteri e procedure notevolmente diversi a seconda della specifica valutazione: altro è selezionare il miglior candidato a un dottorato di ricerca, altro scegliere uno scienziato già esperto cui affidare un intero laboratorio. Analogamente, nel decidere un

finanziamento alla ricerca, gli elementi da prendere in considerazione in un contesto fortemente applicativo non sono gli stessi che se invece si punta a uno sviluppo metodologico innovativo. Ancora, fra i vari indicatori bibliometrici disponibili, nessuno è sufficientemente solido da poter essere utilizzato da solo. Insomma, un approccio valutativo trasparente e verificabile, ma al contempo sufficientemente flessibile e di ampia applicabilità, deve necessariamente far riferimento a una combinazione di più elementi, pesati diversamente a seconda dello specifico contesto.

Quali sono, dunque, i singoli strumenti di valutazione a disposizione?

Lo strumento bibliometrico più noto è senza dubbio l'Impact Factor (IF) di proprietà della Thompson Reuters - Institute for Scientific Information (ISI), che raccoglie i dati di oltre 14 mila riviste presenti nel suo portale web: si tratta di un sistema di valutazione che determina la frequenza con cui un articolo viene citato in un determinato periodo.

Altri strumenti sono:

- *il Peer Review, indicatore di qualità tipicamente utilizzato nella selezione degli articoli pubblicabili;*
- *in ambiente elettronico una tecnica di sicuro avvenire, l'Open Linking, servizio di referenza offerto dagli aggregatori, che trasforma le citazioni in hyperlink e consente ai ricercatori di navigare online da articolo a articolo, indipendentemente dalla rivista e dalla casa editrice;*
- *il Fattore H o h index che punta a quantificare il contributo scientifico complessivo di un ricercatore.*

Peer Review

Indicazioni interessanti si possono ricavare esaminando la prassi comunemente accettata per la valutazione di prodotti scientifici – in particolare, gli articoli da pubblicare su riviste: qual è il percorso metodologico che conduce a decidere cosa accettare e cosa no?

Per prestigiose riviste – Nature e Science, per esempio – la prima decisione è presa dal comitato scientifico. Dopo questo primo vaglio, i lavori vengono inviati a esperti del settore, "referee". Si tratta di una revisione fra pari: chi oggi giudica, domani è giudicato. Anche se, più che fra pari, la revisione avviene in realtà fra persone in competizione fra loro, protette da un rigoroso anonimato; un aspetto che ha dato luogo a numerose critiche. Normalmente, i referee vengono invitati a dare suggerimenti per migliorare il prodotto, di modo che esso possa poi essere pubblicato. Comportamenti non del tutto corretti sono talvolta dettati da motivazioni personali, ad esempio riconducibili a episodi pregressi in cui il referee è stato a sua volta oggetto di valutazione: situazioni che oggettivamente rendono più difficile il rispetto dei principi di meritocrazia e di onestà scientifica.

Impact Factor (IF)

Come già sottolineato, l'Impact Factor è un indice che misura la frequenza con la quale gli articoli di una rivista vengono citati in un particolare anno o periodo. Per il calcolo, si contano le citazioni ricevute nell'anno di riferimento da tutti gli articoli pubblicati nella rivista nei due precedenti anni, e si divide il risultato per il numero totale di articoli comparsi sulla rivista in questi due anni. L'indice tiene conto esclusivamente delle citazioni rivolte a riviste che abbiano già ottenuto valutazioni di IF.

Malgrado la sua diffusione, l'IF è uno strumento piuttosto contestato. I suoi detrattori lo criticano poiché molti autori citano per convenienza e non per il credito assegnato ad un lavoro; altri sviluppano vere e proprie reti citazionali, in modo da realizzare un indebito vantaggio per gli aderenti a specifiche scuole scientifiche; infine, l'autocitazione rappresenta il limite più palese dell'IF. Malgrado ciò, questo sistema è uno dei pochi strumenti che permetta di valutare l'impatto della ricerca su una base più solida della valutazione individuale; per questo motivo, il suo uso è dilagato anche fuori del campo accademico: gli editori e i fornitori di informazioni ne fanno uno strumento privilegiato di ricerca di mercato, mentre le università e i ministeri calcolano la produttività e il prestigio dei ricercatori, giudicano la qualità delle strutture, e orientano di conseguenza le politiche accademiche e istituzionali.

Alcuni esperti considerano l'IF uno strumento utile, ma non il più affidabile. Così, Andrea Lenzi, presidente del Consiglio Universitario Nazionale (CUN), parte da una premessa: «Le università italiane sono disponibili a sottoporsi a valutazione, come dimostra l'avvio dell'anagrafe nazionale dei professori che rende pubbliche le attività svolte durante l'anno. Ma è pur vero che l'IF è uno dei tanti sistemi di valutazione che oggi vengono utilizzati. Certo sono in molti a criticarlo perché presenta non pochi limiti:

- *le citazioni considerate sono solo quelle presenti in alcune riviste; non sono calcolate le citazioni presenti nei libri, negli atti di congressi, nelle tesi, ecc. ;*
- *l'analisi si limita a contare le citazioni,ma non entra nel merito del loro contenuto: come caso limite, ma non inverosimile, si potrebbe essere citati molte volte come autore di lavori scientificamente non corretti».*

Lo stesso inventore dell'IF, Eugene Garfield, ha sconsigliato di utilizzare questo indice, perché esso subordina la valutazione del singolo lavoro scientifico, che dovrebbe rappresentare sempre il fine autentico e ultimo, alla rinomanza e diffusione della rivista in cui esso è pubblicato. Invece un articolo di alto valore,ma pubblicato in una rivista poco nota e scarsamente diffusa, risulta penalizzato rispetto a un articolo mediocre apparso su una rivista di maggiore prestigio.

Insomma, è senz'altro opportuno effettuare la registrazione di una rivista presso l'ISI, di modo che i dati relativi siano resi noti e possano essere esaminati; l'interpretazione di questi dati, tuttavia, non deve avvenire in maniera indebitamente vincolante.

Sull'efficienza dell'IF solleva qualche perplessità anche Roberto Cafferata, presidente dell'Accademia Italiana di Economia Aziendale (AIDEA): «Questo sistema è usato da tempo negli USA e in altri Paesi per stabilire il valore delle riviste scientifiche e per quantificare la qualità delle singole pubblicazioni. Da tempo, però, l'IF è diventato oggetto di controversia per chi si occupa di medicina o di scienze economiche. Per il nostro settore, ad esempio, riteniamo più idoneo il sistema Peer Review accompagnato da altri indici bibliometrici. In sostanza il Peer Review permette di avere una valutazione standard internazionale; è il punto di partenza, ma poi si possono utilizzare altri sistemi di valutazione per analizzare nel merito il contenuto di un prodotto».

Il criterio, come si è già accennato, è ampliamente utilizzato per garantire la qualità di quanto le riviste pubblicano, non solo nei casi in cui un unico direttore svolge di fatto il ruolo di referee nella scelta degli articoli, ma anche nel caso di riviste che hanno folti comitati di direzione e di redazione, costituiti da studiosi e specialisti anche prestigiosi.

E tuttavia ci s può domandare: "La lettura, chiesta in via discrezionale e privata di garanti e terzi, assicura effettivamente contro l'influenza di scuole, interessi, gruppi o forme di pressione culturale o accademica o di altro tipo? E perché un lavoro accurato e corretto, pubblicato su riviste prive di certi requisiti, deve essere considerato meno di un altro di minore valore, apparso su riviste più accreditate in base a tali requisiti?"

Indice H o h index

Come già sottolineato, l'IF non è l'unico indice bibliometrico esistente. Quello più utilizzato come indicatore della produttività scientifica è l'Indice H o" h index", che prende il nome dal suo ideatore Jorge E. Hirsch della University of California di San Diego. L'h index assume grande rilevanza poiché fornisce una stima dell'influenza di uno scienziato sulla comunità prescindendo da singoli articoli di grande successo, o anche dai lavori di autori che, pur avendo pubblicato molto, hanno prodotto solo articoli di scarso interesse, come avviene invece con l'IF. Un h index elevato può rappresentare un fattore di prestigio all'interno della comunità scientifica.

Dalle osservazioni presentate, e dai punti di vista riportati, emergono varie considerazioni. Una prima considerazione riguarda un aspetto oggi imperante, definito "colonizzazione della comunicazione", ovvero la spinta esagerata ed eccessiva a conoscere dati e situazioni inerenti alle diverse attività e ai rispettivi operatori: aspetto che coinvolge anche il mondo scientifico e i suoi adepti.

La seconda è da ricondursi alla "quantificazione della qualità" ovvero alla metrologia. Quando viene utilizzata nell'intento di valutare la dignità scientifica, la metrologia presenta innegabilmente dei lati discutibili, e determina una percezione di unilateralità e burocratizzazione che non giova alla realizzazione di obiettivi più ampi.

Ciononostante, e specialmente nel senso del recupero di credibilità culturale cui accennavamo all'inizio, l'introduzione nei meccanismi di valutazione di una significativa componente basata su criteri quantitativi (essenzialmente bibliometrici) va considerata oramai irrinunciabile. Rifiutarne l'uso in maniera pregiudiziale e aprioristica implicherebbe inevitabilmente un avallo verso pratiche valutative inammissibili e arbitrarie, purtroppo non prive di diffusione.

Le riserve che sono emerse relativamente ai singoli criteri bibliometrici vanno insomma interpretate costruttivamente, come stimolo per le comunità disciplinari a elaborare, attraverso una riflessione rigorosamente svincolata dalle singole istanze valutative, i meccanismi di valutazione più adeguati alle proprie specificità; evitando, come è ovvio, automatismi ingiustificabili; adeguando i pesi dei vari criteri alla finalità specifica della valutazione; e contemperando i dati numerici con altre indicazioni di qualità, eventualmente non dissimili da quelle sottese ai meccanismi di "peer review".

Una volta che una comunità disciplinare abbia dimostrato la propria disponibilità a farsi giudicare, esplicitando i propri meccanismi di valutazione in maniera pubblica e trasparente, e sostanziando in maniera inequivocabile la propria credibilità etica e scientifica, diventa finalmente sostenibile rivendicare il ruolo del libero dibattito scientifico e culturale nel formare e attribuire i giudizi di validità scientifica.

Posta in questi termini, la prospettiva non è limitata alle discipline di carattere tecnico-sperimentale-naturalistico, ma si può estendere anche alle aree storico-umanistiche ed economiche. E ciò è tanto più particolarmente riscontrabile, ancorché oggi in maniera più contenuta, in "arte e scienza" ovvero nell'ambito degli studi nel settore dei beni culturali e ambientali.

ARTIFICIAL STONE IN ARCHITECTURE: NEW TECHNIQUES OF INTERVENTION IN THE UTVEGGIO CASTLE IN PALERMO

Salvatore Lo Presti
Department of Architecture, Faculty of Engineering
University of Palermo

Francesco Di Paola •
Department of Civil, Environmental and Aerospace Engineering, Faculty of Engineering
University of Palermo

Serena Mineo
Department of Architecture, Faculty of Engineering
University of Palermo

Keywords: artificial stone, diagnosis of deterioration, new intervention methodologies, interdisciplinary research

1. Introduction

The development of new techniques and instruments for use in the field of the preservation, conservation and valorisation of Cultural Heritage is in continuous growth. This is evident in the many valuable scientific and technological improvements being implemented through projects financed by research institutions, universities and private companies. To make this renewed progress effective however, it is necessary to promote the creation of interdisciplinary research teams with different skills, to carry out new experiments and to define new methodologies and protocols.

Even in today's state of the art, there is no well-defined codification of standards for the prompt execution of interventions for the rehabilitation and restoration of monuments and historical buildings made of concrete, or with decorative as well as functional parts in concrete, dating back to the first years of the last century. The most common practice has been to treat them as though they were built according to the rules of modern structural engineering, without having considered their different characteristics, ranging from the methods of producing materials to the differences in structural calculation. While it seems right to use new generation materials such as self-compacting, self-curing and self-prestressed concretes or fibre reinforced polymer materials, to maintain the original characteristics of these buildings without changing their structural, aesthetic and architectural characteristics [1], it is necessary to formulate an interdisciplinary scientific methodology to follow for intervention.

Collecting and understanding heterogeneous data is therefore essential to developing a project of conservation and restoration of a philological type, by identifying methods

• Corresponding author: francesco.dipaola@unipa.it

of intervention, targeted case by case, by understanding the existing material in an effort to reproduce its properties, and at the same time maintaining the dimensions of the structural parts and focusing on the physical and mechanical compatibility between the historical materials and those of new generation [2-3-4].

"The basic premise of any conservation intervention is the understanding of the considered system as a whole, in its complex structure; that is the awareness that the system is the result of a continued stratification through time, of successive interventions (often realized with different criteria and construction techniques). However, in strongly historicized buildings, each part is almost always linked – in its structural, aesthetic and functional reasons – to the whole. In other words, it is necessary to focus on the reconstruction through a complex action of investigations (survey, historical, archival, bibliographic, technical, technological) of the criteria, the *rationale* that produced the system over time. Only on the basis of such documentation will it be possible to accurately assess the need for intervention and identify possible actions necessary to the understanding of the building's history"[1].

In this paper, the preliminary results of the research are reported, with the aim of developing an understanding of the materials constituting artificial concrete stones and the subsequent recovery of traditional production techniques, in order to propose solutions for restoration through a systematic study and experimentation of innovative concretes [5] (Figure 1).

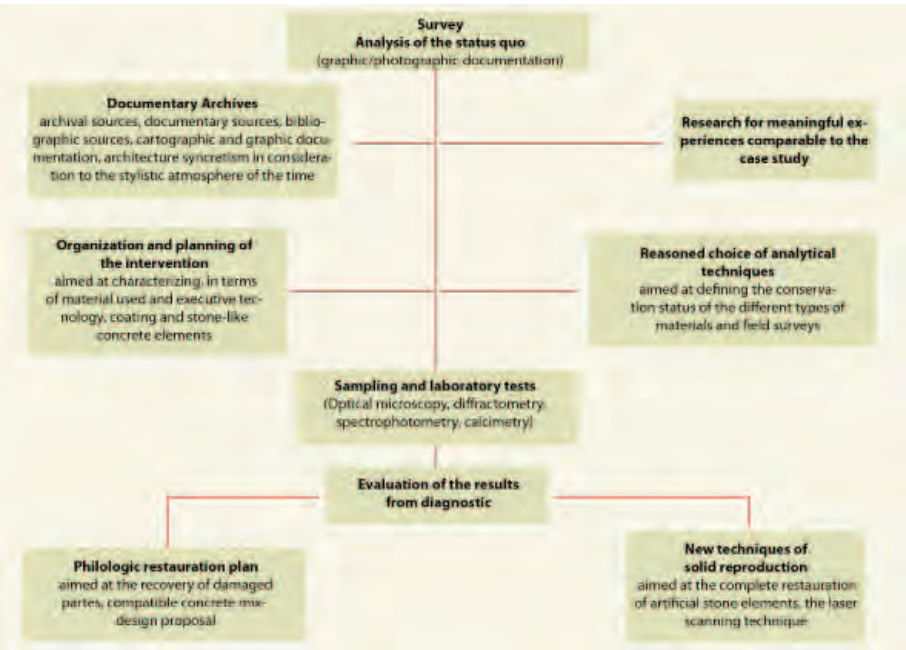


Figure 1. Methodological approach and proposal for an operational protocol in the specific context of the protection, conservation and valorisation of cultural heritage

The research carried out is directed at processing, understanding and acquiring experimental data so as to identify intervention methods for partial or full philological restoration respecting the existing materials, maintaining the dimension of the structural parts (bearing and/or non-bearing), ornamental additions (such as artificial stones) and also the physical and mechanical compatibility between the historical materials used and those of new generation [6-7-8].

The research historically examines in detail the evolution of the manufacture and use of artificial stone, specifically in the territory of Palermo. Given below is the description of the process and experimental methodology applied to architectural elements, made of artificial stone, of the portico of the Utveggio Castle in Palermo. In particular, on the basis of a survey using a *laser scanning* technique, a 1:1 scale prototype of a formwork for a serial reproduction of the physical model of a capital was designed. Afterwards, a mixture of rheoplastic grout was produced in laboratory, with physical and chemical characteristics compatible with the original cement mixture[2].

2. The use of artificial stone in architecture, diagnosis of deterioration and new intervention methodologies

Almost all European architecture, both monumental and common, from the fifteenth to the middle of the twentieth century, is characterized by the presence of plastic and architectural decorations that enhance the buildings. Up to the late nineteenth century, plastic decorations, as well as elements for completion of the buildings, were made of stone. Only later, techniques known as “stucco” and “marmorino stuccoing” were applied. Then, due to the invention of a new binder, known as Portland cement, a new, sophisticated, but versatile construction technology was developed. This allowed artifacts resembling natural stone to be created and was called “artificial stone”[3] [9-10-11-12] (Figure 2).

Documentation related to the development of the different work phases has provided a historical archive giving an insight into the manufacture of artificial stone made of cement mortar, focusing on the technical and eclectic culture of Palermo in the early twentieth century. Investigations were carried out to examine the possible pathologies of decay of the artificial stone elements; in addition, current application technologies for the reconstruction of missing parts were analysed, resulting in the identification of case studies of particular interest.

The historical and archival research so far conducted, shows that in the territory of Palermo under examination, artifacts in artificial stone appear in buildings of the late nineteenth century onward, to almost

Figure 2. Handmade artificial stone. Plaster moulds for shelves, balustrades, cornices and columns. (from GRILLI R. 2004, La bottega della pietra artificiale. Materiali, strumenti e tecniche tradizionali, in Atti del Convegno di Studi "Architettura e materiali del Novecento. Conservazione, Restauro, Manutenzione", Ed. Arcadia Ricerche S.r.l., Bressanone (VE), (Graphic design by Francesco Di Paola).

completely disappear in the period after the first World War [13]. These cement mixtures, with or without reinforcement rods, were cast using preformed moulds to replicate natural stone decorations, often made combining the natural stone itself. The manufacturing industry of concrete objects was introduced in Palermo around 1888; cement from plants in Casale Monferrato or the province of Caltanissetta, was used; the first products were sewer pipes, balustrades, water tanks, decorative objects, shelves, bricks and tiles. In 1893 the companies involved in the production of concrete artifacts in Palermo were those of E. Finocchiaro, G. Sacco & C., G.B. Odarico & C., Ignazio Di Stefano and the engineer, Sigismondo Ghilardi (a company known as Conigliaro & Ghilardi), which set up small cement factories in 1903.

From a survey of buildings built in Palermo between the late nineteenth and early twentieth century, it was found that the first structures to use these items were primarily private buildings, detached houses and apartment buildings, council houses, hotels, shops, cinemas and cafes. Among the most famous are: Ammirata House (built by the architect F. Rivas), Utveggio Castle (by the house-builder Michele Utveggio, 1930), Cirrincione Palace (by the architect Ernesto Armò, 1908-1910), Napolitano Palace (designed by the engineer Caronia Roberti, 1921-23), and the Principi di Paternò Palace (by Antonio Zanca, 1905-1909) [14].

Architects and engineers from heterogeneous backgrounds implemented the city's new look, representative of an eclectic culture, which combined academic tradition with that of the rising *Liberty*, thanks to the drive of the new emerging middle class [15-16-17].

3. The Utveggio Castle in Palermo

Focusing on the "Grand Hotel Utveggio Castle", this historic building is exceptional for its location, and the technical and constructive techniques applied to realize it; the site shows the distinctive characteristics of an identity strongly related to Palermo, the scenery of the Conca d'Oro and the surrounding territory. Located at the top of the Primo Pizzo Mountain in the southern part of Mount Pellegrino at 346 m above sea level, it faces towards the city and the port. It was designed by Giovan Battista Santangelo and built in the early decades of the twentieth century[4] (Figures 3-4).
With the historiographic archival research, aimed at acquiring an in-depth knowledge of the construction techniques, original quality and materials used, the process of Reverse Engineering was introduced and was structured in two distinct phases.

In particular, focus was on the geometric reconstruction of one of the fifteen capitals of the portico of the castle.

The architectural element was chosen as a sample due to the integrity of its form and its moderately good state of conservation. Then, a three-dimensional digital model was defined, which was geometrically congruent with the actual artifact (Figure 5). In the first phase, the numerical model of the architectural

Figure 3. Aerial view of the top of Primo Pizzo Mountain in the southern area of Mount Pellegrino, Palermo (from Virtual Earth).

Figure 4. Palermo, Utveggio Castle; postcard (from M. Collura, Il castello Utveggio. Storia di un'impresa, Palermo 1991, p.67).

elements was obtained, by using non-destructive and non-invasive morpho-metric detection operations (with integrated innovative *laser scanning* and photogrammetric methodologies) of the architectural elements, aimed at the geometric and spatial study of the architectural object under investigation. In the second phase of the investigation, the reconstruction of a physical prototype was carried out, with a scaled formwork, for a serial reproduction of the whole or a part of the model of the capital, by means of a milling machine, interfaced to *CAD / CAM*.

Figure 5. Palermo, Utveggio Castle, detail of the capitals of the castle's portico.

3.1. The *Reverse Engineering* process

The final stage of the experimental research required the mix design and implementation in laboratory of a rheoplastic grout, with chemical and physical characteristics (pigments, particle size and elastic modulus) compatible with the original concrete mix of the item under examination[5], to construct a full scale prototype (to fill the formwork built with the prototyping technique) [18].

To fulfil the aim of reproducing the geometric complexity of the surface, the time-of-flight three-dimensional laser scanner, *Menci GS200*[6], and the photogrammetric *Z-scan* technique[7] were chosen (Figure 6). The two methods, used at different times, enabled the acquired point clouds and *Mesh* surfaces to be experimentally compared and to integrate the final metric information database [19].

Figure 6. The integrated survey campaign for acquisition of the complex geometry of a capital in the Utveggio Castle's portico. A comparison between the time-of-flight laser scanning technique and the Z-Scan photogrammetric technique (Graphic design by Francesco Di Paola).

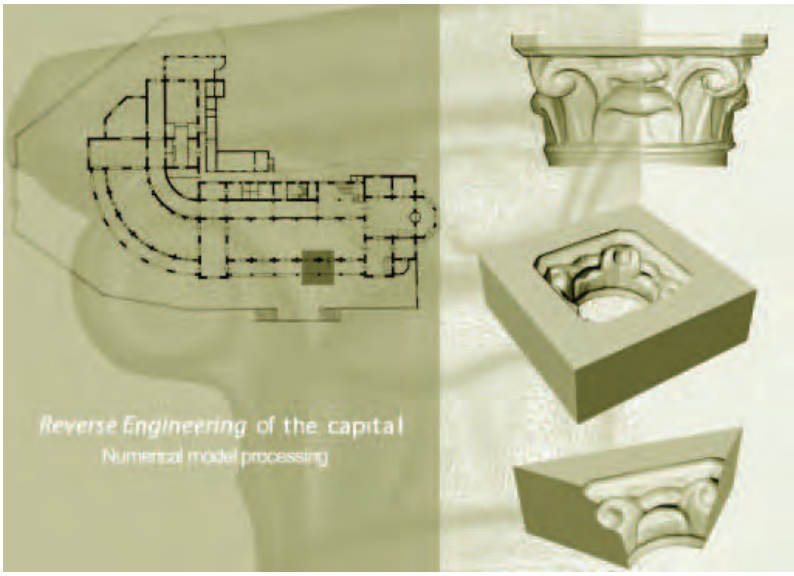


Figure 7. The process of Reverse Engineering of the capital (Graphic design by Francesco Di Paola).

Firstly, the numerical model obtained from the hardware was processed; it consisted of point clouds arranged in an irregular, redundant and discontinuous way[8]. The main investigation phases were: the treatment of point clouds (union and optimisation) through the application of algorithms for decimation, *smoothing* and *merging;* and the triangular polygonalization of the points to create the polyhedral mesh. The generation of surface interpolation required a long processing time because of the high number of points acquired and the presence of areas with a strong disorder, through testing and repairing the mathematical continuity (gaps or defects in the connection between polygons).

Research showed the integration of both techniques used (laser scanning and photogrammetry) created an extensive mesh of triangles reproducing the actual complex geometry. By comparison, the first acquisition technique gave more dense, but irregular metric information, which, in the final stage of processing, resulted in an onerous reduction of the data, due to the frequent defects in the connection between polygons, whereas the second technique, though restoring organized points on a regular grid, showed more errors of mathematical continuity in the surface and the presence of numerous gaps in the undercuts (Figure 7).

For the realisation of the models, a technique of subtractive rapid prototyping was used at the Laboratory of Rapid Prototyping and Reverse Engineering of the "V. Ragusa and O. Kiyohara"[9] State Institute of Art in Palermo. To facilitate mould release the formwork was made in 4 symmetrical parts, each one representing one side of the capital (Figure 8).

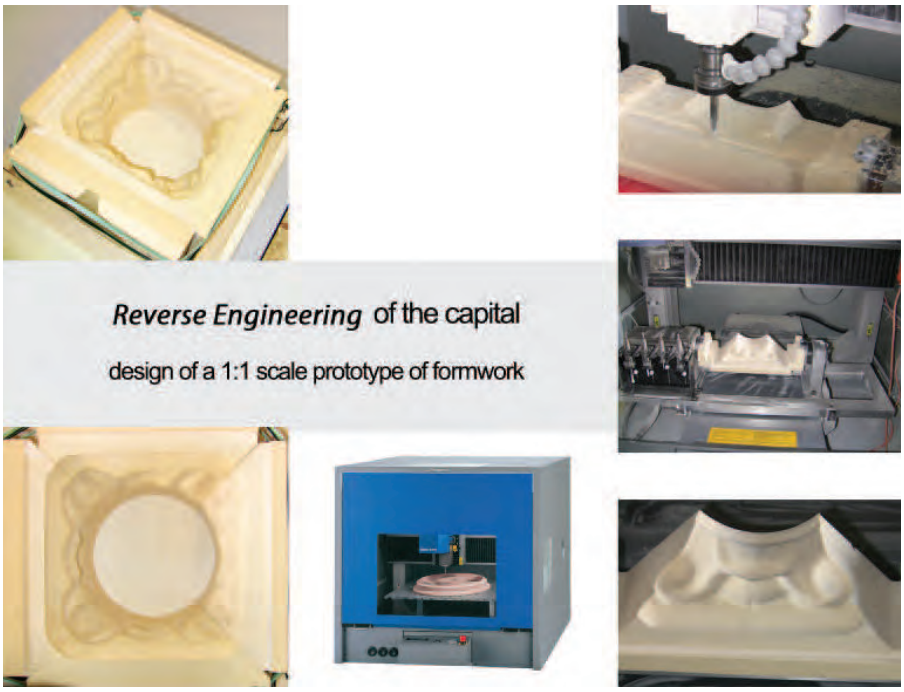


Figure 8. The process of Reverse Engineering of the capital. Reconstruction of a polyurethane resin physical prototype in scale(Graphic design by Francesco Di Paola).

The formwork of the capital on a 1:4 scale, made it possible to assess how the polyurethane resin block reacts with the components of the rheoplastic grout and the release agents used. Once the chemical and physical behaviour was tested, the final full-scale formwork was constructed[10].

3.2. Processing of the mix design for the production of the rheoplastic grout mixture

From the visual analysis of a sample taken from the degraded balustrades of the Utveggio Castle and the study of the thin sections of the sample itself, captured by the Polarizing Optical Microscope (POM) and the Scanning Electron Microscope (*SEM*)[11], it was possible to develop a concrete mix design similar to the material of the artificial stones being studied.

Notably, it was assessed that: the aggregate/binder ratio was about 3:1 parts by volume; there is a good assortment of particle size with a maximum aggregate size equal to 15-16 mm, with a predominant presence of medium-fine gravel, made by crushing limestone characterized by the angular shape of the clasts, light grey in colour(Figure 9).

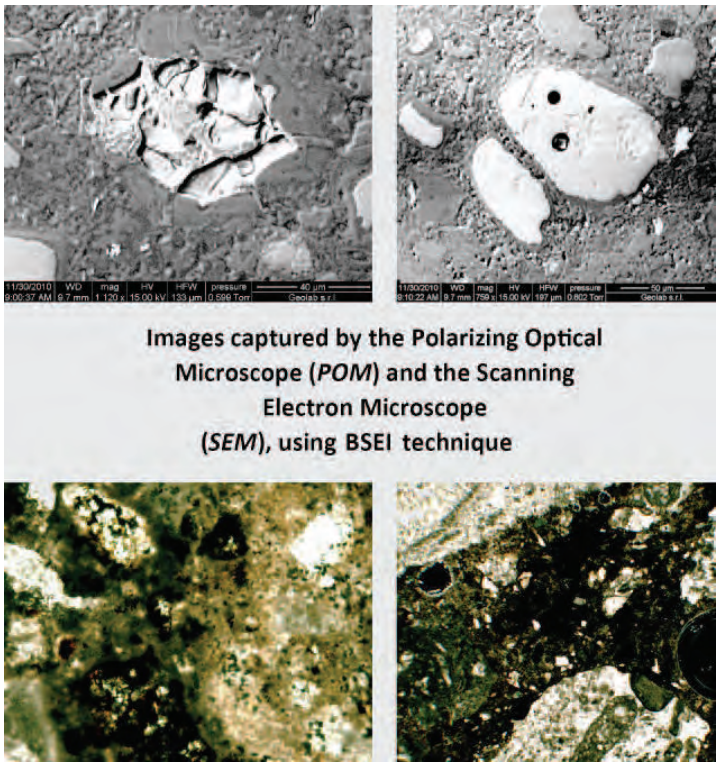


Figure 9 - Images of thin sections of the sample examined, captured by Optical Polarizing Microscope (OPM) and Scanning Electron Microscope (SEM) at the Geolab Laboratory of Microanalysis (Graphic design by Francesco Di Paola).

The predominant colour of the mixture is, evidently, grey, but rare pieces of terracotta were observed in the order of a few millimetres in size, which probably consist of the coarser fraction of a component added to the mixture as a pigment dye in small dosage [19 - 20].

The *SEM* investigation showed the presence in the cement matrix of barium sulphate, hard to find as raw material in cement production, but present in the steam limestone of the upper Miocene, which as is well-known from geological literature, contains sulphate barium and strontium sulphate as accessory minerals. It was assumed therefore that the binder used came from the province of Caltanissetta and is an ordinary Portland cement similar to the one produced nowadays, except for the grinding; in fact there are non-hydrated clinker grains, which means that the cement was coarser than present-day cement, due to the technologies available at that time.

Moreover, limestone aggregate with lithological characteristics compatible with the limestone carbonate platform margins present in the southern side of Mount Pellegrino, has been found (Figure 10). Based on this data from the macroscopic characterization of the sample, the mix design denominated “traditional recipe” was produced, using the following components: pozzolanic cement type CEM IV/A 32,5 R, compressive strength class C25, maximum diameter 16 mm, consistency class S5, environmental exposure XC1 with no additive; the aggregate/binder volume ratio was maintained at 3:1. This mix accurately reproduces the artificial stone characteristics produced in the 30s for the Utveggio Castle [21].

For the casting of the formwork in 1:4 scale of the capitals of the Castle’s colonnade, the mix design “scaled traditional recipe” was used, in which, employing all the same parameters as the “traditional”, only the maximum aggregate diameter was reduced from 16 to 8mm, and one tenth of the amount of fine sand was substituted with crushed terracotta bricks (Figure 11).

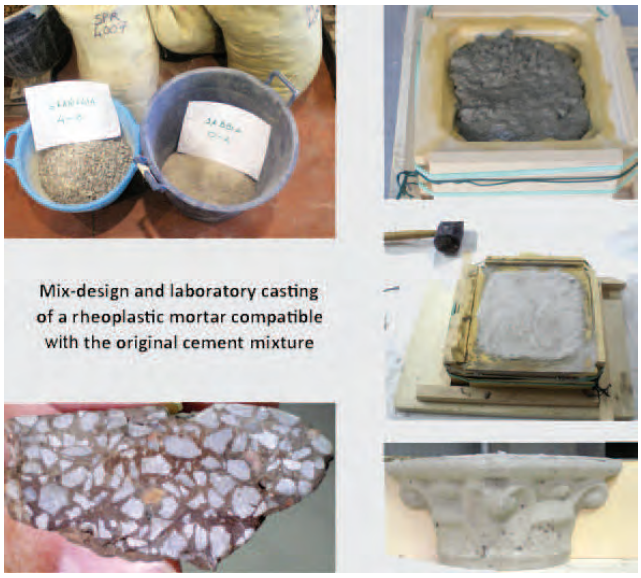


Figure 10. Planning (UNI EN 206-1:2006 mix design algorithm) of the rheoplastic grout with chemical and physical characteristics (pigments, particle size and elastic modulus) compatible with the original concrete mix.

4.Conclusions

In the laboratory, to test the efficacy of the designed formwork and the resistance of the Self Compacting Concrete (*SCC*) produced, a void in the artificial stone was voluntarily made. After the recovery and the removal of the formwork, an evaluation was made of the restoration of the void and validity of the process with material fully compatible with the original, and with innovative techniques for the recovery of traditional technologies. It is considered desirable to evaluate the results obtained in the future, in order to assess the durability of the intervention. The results achieved have shown how the synergy of different disciplinary expertise is an unavoidable requirement in understanding and consequently, planning interventions for the conservation of traditional architecture. The widespread utilization of artificial stone in building procedures and the craft of using prefabrication techniques in architectural forms, using handmade moulds and matrices, including mixes imitating natural stone, underline the interesting process that characterized architectural design in the nineteenth and twentieth centuries. The experience applied to the Utveggio Castle, conducted with modern, non-invasive experimental techniques, aims to be a “piece of knowledge” aimed at preserving technical, technological, historic and cultural heritage.

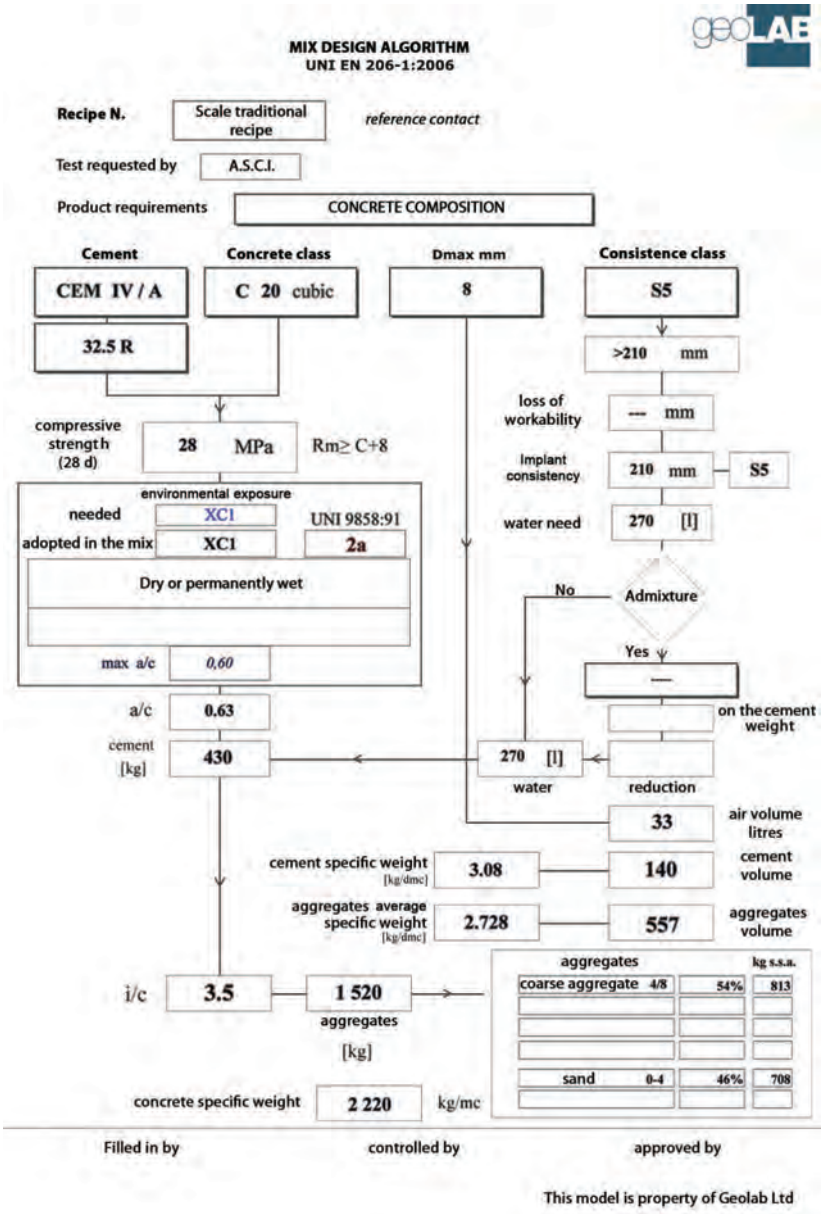


Figure 11. Laboratory production of the rheoplastic grout compatible with the original concrete mixture. On the right-hand side, three key moments in the reproduction of a copy of the concrete capital; rheoplastic mixture being cast into the mould, filling of the polyurethane resin formwork and removing the mould (Graphic design by Francesco Di Paola).

Acknowledgements

The authors would like to thank all the personnel of the *Geolab* microanalysis laboratory where the experiment was carried out. Specifically Dr. Angelo Mulone, lab director, for his full support and for offering the utilization of all the equipment and information; Dr. Renato Giarrusso, for his knowledgeable input; Dr. Salvo De Luca, for his support on the experiment.

Thanks also to Arch. Mino Renato Alessi, director of the laboratory of the Istituto Statale d'Arte the "V. Ragusa and O. Kiyohara", for supporting the prototyping of the scaled cast.

In reference to an agreement of cooperation between the ex Dipartimento di Progetto e Costruzione Edilizia and the Associazione Esperimentatori Calcestruzzi Innovativi (ASCI) in conducting the scientific research, we thank: the "ASCI", the "V. Ragusa and O. Kiyohara" and the "Ri.Ca- Risanamenti" for having sponsored the initiative.

Notes

[1] CUNDARI C. 1999, Il rilievo per la conservazione, in "Il Complesso di Monteoliveto a Napoli. Analisi, Rilievi, Documenti, Informatizzazione degli archivi", C. Cundari (a cura di), Gangemi Editore, Roma, p. 19.

[2] This work comes from a *Degree* thesis "Progettazione e sperimentazione di nuovi materiali e nuove tecnologie per l'Architettura" supervised by Prof. Ing. Salvatore Lo Presti, Professor of Technical Architecture, Faculty of Engineering, University of Palermo. In particular the topic was dealt with in the thesis "Pietre artificiali cementizie sugli edifici storici di Palermo", an extensive study, propaedeutical for the experimental restoration methodologies, (Philosoph Doctorate School: "Ingegneria Edile: Tradizione e Innovazione", XXI ciclo, Ph.D. Candidate: Ing. Serena Mineo, Tutor Prof. Ing. Salvatore Lo Presti, Coordinator Prof. Ing. Giuseppe Pellitteri).

[3] Artificial stone is a material made of a mix of binder, cement or other materials, sand and crushed stone, sometimes pigments, mixed with water, and cast in forms and/or formworks, made of chalk or wood.

[4] Michele Utveggio, constructor of the Utveggio Castle, describes it as an exceptional building; recalling medieval figurative schemes, very different from its contemporary buildings; materials, building techniques, and the reinforced cement structure show, in the beginning of the twentieth century, a high level of innovation in building techniques in Palermo. Today the building is the headquarters of the Centro Ricerche e Studi Professional (*CERISDI*), a cultural centre for international business and public policy study for young graduates in the Mediterranean area.

[5] The conglomerate used for the removed portions will have the following characteristics: fine particle size (grout type); compensated shrinkage, in order to be suitable for the concrete base after curing; mechanically compatible (elastic module close to the reinforced concrete one in order to keep the stress distribution constant) with possible higher resistance.

[6] This instrument is property of the Department of Representation (*DIRAP*, Director Prof. Ing. Benedetto Villa), part of the laboratories of the University of Palermo (*UniNetLab*).

[7] Z-Scan system represents a good alternative to the 3D scanner exams, for the quality of its results, and saving in time and money for the data processing. The system is based on the stereo-photogrammetry principle: using three redundant photo shots, it is possible to obtain from each pixel, not only the bi-dimensional data, but also the tri-dimensional data. For each point of the cloud, Z-scan gives three-dimensional data in x, y, and z and the RGB value of the colour. The system is available from the Laboratory of Rapid Prototyping and Reverse Engineering of the "V. Ragusa and O. Kiyohara" State Institute of Art in Palermo. The research team coordinated by Arch. Mino Renato Alessi, has carried out a great deal of research in collaboration with the University of Palermo and other public agencies in the experimental archeology field and non-invasive restoration techniques. Support for all the prototyping work has been granted by Sebastiano Traina.

[8] The software used for the Reverse Engineering phase of the 3D scan were: *Rapidform,* this allows to manage, through automatic algorithms the re-design phase of data, as point clouds,

and *Mesh STL* in a parametric manner; *Rhinoceros* for the modelling of *NURBS* surfaces, with the typical *CAD* features, but with increased creation capabilities, modification, edit, and surface import.

[9] Rapid Prototyping (RP) started in the 80s with the strong impulse that computer science gave to industrial production. This technique integrates software and hardware to create the first model of a series from a digital project. Therefore this technique is particularly suited for industrial production and was developed by large industries with specific needs for process optimisation and design verification. The technique translates the physical model into a digital one; the digital model, created by *CAD* software, is processed by interactive *CAM* (Computer Aided Manufacturing) software elaborating the digital information to create the physical model, through a digitally controlled machine (*CNC*). The design and industrial mass production are the most used application of *RP* but, in the restoration field, communication and safeguarding of art buildings, many experiments are being carried out.

[10] The laboratory of the "V. Ragusa and O. Kiyohara" State Institute of Art in Palermo has knowledge and equipment for rapid prototyping, both additional and subtractive. Arch. Mino Renato Alessi, the lab coordinator, designed and realized the formwork. In particular, the scale formwork was produced from polyurethane resin pieces of 300 Kg/m^3 density and compression resistance of 10 N/mm^2 ; dimensional stability of this material is certified up to a temperature of 80 C°. The shape was given by the *Roland DG MDX650* cutter which allows precision up to 10 µm.

[11] This experimentation with *SEM*, based on the *BSEI* technique in which the signal shape is function of the average atomic number, obtained contrasting the atomic number, therefore the different shades of grey underline the different distribution phases.

References

[1] COLLEPARDI M. 2003, *Il nuovo Calcestruzzo*, III Ed., Tintoretto Edizione, Treviso.

[2] LORUSSO S., SCHIPPA B. 2001, *Metodologie scientifiche per lo studio dei beni culturali. Diagnosi e valutazione tecnico-economica*, Bologna, Pitagora Editrice.

[3] LORUSSO S., MATTEUCCI C., NATALI A. 2007, *Anamnesi storica, indagini analitico-diagnostiche e monitoraggio ambientale: alcuni casi di studio nel settore dei beni culturali*, Bologna, Pitagora Editrice.

[4] DI PAOLA F., PIZZURRO MR. 2011, *Insediamenti rurali a corte nella Sicilia occidentale. La Tenuta dello Zucco di Henri d'Orléans, duca d'Aumale*, Prefazione di Bonanno L., Roma, Kappa Editore.

[5] LO PRESTI S. 2007, *I calcestruzzi autocompattanti* - Capitolo 6 del volume "La durabilità delle strutture. Calcestruzzi e normativa" a cura di Marino Roberto, Edizioni Calcestruzzi Italcementi Group.

[6] LO PRESTI S. 2003, Brevetto italiano n° 0001347490 "*Fibre in pet (polietilenterftalato) vergine oppure ottenuto dal riciclaggio di bottiglie di plastica, da impiegare come rinforzo nei calcestruzzi fibrorinforzati (cfr)"*.

[7] DI NATALE E., DI PAOLA F., URSO R. 2006, *Il materiale calcestruzzo armato dei primi del '900. Tecnologia e durabilità*, in Atti dell'8° Convegno Nazionale *AIMAT*, Palermo.

[8] DI PASQUA D. 2006, *Metodologie di risanamento strutturale di edifici di interesse storico in conglomerato cementizio armato - Progettazione di nuove tecniche di restauro mediante sperimentazioni in situ e in laboratorio della pietra artificiale. Teatro e Palazzo Finocchiaro*, Tesi di laurea, II parte, Relatore Prof. Ing. Lo Presti S., Correlatori Ing. Di Paola F., Ing. Enea D., Ing. Urso R.

[9] GRILLI R. 2004, *La bottega della pietra artificiale. Materiali, strumenti e tecniche tradizionali*, in Atti del Convegno di Studi "Architettura e materiali del

Novecento. Conservazione, Restauro, Manutenzione", Ed. Arcadia Ricerche S.r.l., Bressanone (VE).

[10] BARILÀ G. 2004, *Innovazioni nel processo ed apparecchi per la fabbricazione di pietre artificiali*, in Atti del Convegno di Studi "Architettura e materiali del Novecento. Conservazione, Restauro, Manutenzione", Ed. Arcadia Ricerche S.r.l., Bressanone (VE).

[11] NELVA R. 1995, *Calcestruzzi armati e pietre artificiali nei primi anni di applicazione del "béton armé" in Italia*, in "Recupero e Conservazione", anno I, n. 3.

[12] CAVALLINI M., CHIMENTI C. 1996, *La pietra artificiale. Manuale per il restauro e il rifacimento delle decorazioni plastico–architettoniche delle facciate*, Alinea Editore, Firenze.

[13] RIZZI G. 1927, *Manuale del capomastro*, *s.n.*, Milano.

[14] MARGAGLIOTTA A. 1998, *Materiali edilizi tra Ottocento e Novecento in Sicilia*, Zedi Italia Editrice, Palermo.

[15] PIRRONE G. 1975, *Architettura del XX secolo in Italia*, Edizioni Vitali e Ghianda, Genova.

[16] LA DUCA R. 1991, *Repertorio bibliografico degli edifici pubblici e privati di Palermo, gli edifici fuori le mura*, Edizioni Dario Flaccovio, Palermo.

[17] PIRRONE G. 1971, *Palermo Liberty*, Edizioni Sciascia, Roma.

[18] DI PAOLA F. 2007, *Il Complesso monumentale dello Spasimo – Lettura e analisi attraverso il rilievo*, Tesi di Dottorato in Rilievo dell'Architettura e dell'Ambiente, Palermo.

[19] COLIZZI L., DE PASCALIS F., FASSI F. 2007, *3D Visualization and virtual reality for cultural heritage diagnostic*, Conservation Science in Cultural Heritage 7/2007, Bologna, Pitagora Editrice, 31-42.

[20] SALEMI PACE G. 1906, *Sulla composizione granulometrica delle sabbie quarzose nelle malte di cemento Portland*, s.n., Palermo.

[21] UNI 11182/2006, *Beni Culturali - Materiali lapidei naturali ed artificiali, Descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni*, Milano.

La pietra artificiale in architettura. Nuove tecniche di intervento nel castello Utveggio a Palermo

Parole chiave: pietra artificiale, diagnosi di deterioramento, nuove metodologie di intervento, ricerca interdisciplinare

1. Introduzione

Nello specifico ambito della tutela, della conservazione e della valorizzazione dei Beni Culturali, è crescente l'evoluzione sul piano delle tecniche e delle strumentazioni impiegate e si registrano validi e numerosi progressi scientifici e tecnologici attuati attraverso progetti finanziati tra enti di ricerca, università, aziende e imprese specializzate nel settore. Per rendere questo rinnovamento efficace, è necessario promuovere la formazione di gruppi interdisciplinari di competenze professionali diverse, sperimentare e definire metodologie e protocolli operativi.

Ancora oggi manca una codificazione di regole da suggerire perché vengano eseguiti con puntualità interventi di ripristino e di risanamento di monumenti e di edifici di interesse storico risalenti ai primi anni del secolo scorso, realizzati in calcestruzzo o contenenti parti ornamentali ma anche funzionali in calcestruzzo.

É prevalsa l'abitudine di trattare questi ultimi come se fossero costruiti secondo le regole dell'odierna tecnica delle costruzioni, senza considerare dunque le differenti caratteristiche che essi presentano a partire dalle metodologie utilizzate per la produzione dei materiali, fino ad arrivare alle differenze di calcolo progettuale. Se da un lato dunque sembra corretto l'utilizzo di calcestruzzi di nuova generazione, come ad esempio calcestruzzi autocompattanti, autostagionanti, autoprecompressi, o ancora materiali polimerici fibrorinforzati, ciò che realmente sembra mancare all'interno di questa pratica d'intervento, è la formulazione di un metodo scientifico interidisciplinare da seguire, che possa mantenere inalterate le caratteristiche di tali architetture, senza modificarne cioè i caratteri strutturali, estetici ed architettonici [1].

La comprensione e l'acquisizione di dati eterogenei è, dunque, la base per l'elaborazione di un progetto di conservazione e di restauro di tipo filologico, che vada ad individuare metodi di intervento mirati caso per caso, nella comprensione della materia esistente e nello sforzo di riproporne le proprietà, nel mantenimento dimensionale delle parti strutturali e nelle compatibilità fisico-meccaniche tra i materiali storici e quelli di nuova generazione [2-3-4].

"Presupposto di qualsiasi intervento di conservazione è la comprensione dell'organismo considerato nella sua globalità, nella sua complessiva articolazione; è la consapevolezza del suo essere il risultato di una stratificazione protrattasi nel tempo, di successivi interventi (realizzati molto spesso con differenti criteri e tecniche costruttive). Peraltro, in edifici fortemente storicizzati, ogni parte quasi sempre è legata – nelle sue ragioni strutturali, estetiche e funzionali – al tutto. Si tratta, in altre parole, di ricostruire, attraverso una complessa azione di indagine (mensoria, storica, archivistica, bibliografica, tecnica, tecnologica), i criteri, la ratio con la quale l'organismo si è venuto costituendo nel tempo.

Solo sulla base di una documentazione siffatta sarà possibile valutare accuratamente le esigenze di intervento e individuare eventuali indagini ancora necessarie a chiarire quanto più possibile la storia dell'edificio in oggetto"[1].

Si presentano i primi esiti della ricerca che ha come obiettivo la conoscenza dei materiali costituenti le pietre artificiali cementizie, ed il conseguente recupero delle tecniche di produzione tradizionali, al fine di proporre tramite uno studio sistematico soluzioni per il restauro, attraverso la sperimentazione di calcestruzzi innovativi [5] (Figura 1).

Lo studio intrapreso mira all'elaborazione, alla comprensione e all'acquisizione di dati sperimentali che vadano ad individuare metodi di intervento di ripristino filologico parziale o integrale, nel rispetto della materia esistente, nel mantenimento dimensionale delle parti strutturali (portanti e portate) e/o ornamentali di completamento (quali le pietre artificiali) e nella compatibilità fisico-meccanica tra i materiali storici impiegati e quelli di nuova generazione [6-7-8].

Il percorso di conoscenza approfondisce storicamente l'evoluzione della fabbricazione e l'impiego della pietra artificiale specificatamente nel territorio palermitano. Segue la descrizione del processo metodologico-sperimentale applicato ad elementi architettonici realizzati in pietra artificiale del portico del Castello Utveggio a Palermo. In particolare, sulla base di un rilevamento con tecnica laser scanning, si è proceduto alla ideazione di un prototipo in scala 1:1 di cassaforma per una riproduzione in serie del modello fisico di un capitello e conseguentemente alla realizzazione in laboratorio della miscela di un betoncino reoplastico con caratteristiche fisico-chimiche compatibili con l'impasto cementizio originario[2].

2. L'impiego della pietra artificiale in architettura, diagnosi di deterioramento e nuove tecniche di intervento

Quasi tutta l'architettura europea, a partire dal XV sec. fino alla metà del XX, è caratterizzata dalla presenza di decorazioni plastico-architettoniche che arricchiscono gli edifici, sia nell'architettura monumentale che in quella minore. Fino alla fine dell'Ottocento, le decorazioni plastiche, così come gli elementi di completamento degli edifici, erano realizzate in materiale lapideo, e, solo successivamente, utilizzando la cosiddetta tecnica dello "stucco" e del "marmorino". Successivamente, grazie all'invenzione di un nuovo legante "il cemento Portland", fu messa a punto una nuova tecnologia costruttiva, raffinata e duttile, che consentiva di realizzare manufatti del tutto simili alle pietre naturali, le cosiddette "pietre artificiali"[3] [9-10-11-12] (Figura 2).

Lo sviluppo delle fasi di lavoro ha documentato un approfondimento storico-archivistico sulla fabbricazione della pietra artificiale realizzata con malta di cemento, focalizzando l'attenzione alla cultura tecnica eclettica di Palermo d'inizio secolo. Si è indagato sulle possibili patologie di degrado di elementi in pietra artificiale cementizia e sulle attuali tecnologie applicative per la ricostruzione di parti mancanti, individuando casi studio di particolare interesse.

La ricerca storico-archivistica finora condotta mostra come nel territorio palermitano indagato i manufatti in pietra artificiale compaiono negli edifici costruiti dalla fine dell'Ottocento in poi, fino a scomparire quasi del tutto nel primo dopoguerra [13]. Si tratta di miscele cementizie, con e senza armatura, poste in opera con elementi preformati in stampi a imitare le decorazioni in pietra naturale, spesso realizzati in abbinamento con la pietra naturale stessa. L'industria per la fabbricazione di oggetti in cemento era stata introdotta a Palermo intorno al 1888; si utilizzava cemento proveniente dagli impianti da Casale Monferrato, o dalla provincia di Caltanissetta, ed i primi prodotti realizzati furono tubazioni per fognature, balaustre, vasche d'acqua, oggetti di decorazione, mensole, mattoni e piastrelle. Nel 1893 le ditte impegnate a Palermo nella produzione di manufatti in cemento erano quelle di E. Finocchiaro, di G. Sacco & C., di G.B. Odarico & C., di Ignazio Di Stefano e dell'Ing. Sigismondo Ghilardi (impresa nota come Conigliaro & Ghialrdi), le quali avviarono dal 1903 a Palermo piccoli cementifici.

Da una ricognizione degli edifici nell'area palermitana, costruiti fra la fine dell'Ottocento e i primi del Novecento, si è rilevato che le prime realizzazioni interessarono soprattutto edifici privati, villette e case plurifamiliari, case popolari, alberghi, negozi, cinema e caffè. Fra questi tra i più noti: Casa Ammirata (realizzata dall'Arch. F. Rivas), Castello Utveggio (ad opera del costruttore Michele Utveggio, 1930), Palazzo Cirrincione (dell'Arch. Ernesto Armò 1908-1910), Palazzo Napoletano (progetto dell'Ing. Caronia Roberti, 1921-23), Palazzo dei Principi di Paternò (Antonio Zanca 1905-1909) [14].

Il nuovo volto della città fu attuato da architetti ed ingegneri di eterogenea formazione rappresentanti di una cultura eclettica che sommavano alla tradizione accademica il nascente linguaggio Liberty, grazie anche alla propulsione di una nuova borghesia emergente [15-16-17].

3. Il Castello Utveggio a Palermo

Si pone l'attenzione sull'edificio storico "Il Grande Albergo Castello Utveggio", che -per scelta di luogo e di destinazione d'uso, eccezionale per avvenimenti tecnici e costruttivi finalizzati a realizzarlo- presenta caratteristiche peculiari di identità di luogo fortemente correlato con la città di Palermo, con il paesaggio della Conca d'Oro e con il territorio. Posto sulla sommità del Primo Pizzo nel settore meridionale del Monte Pellegrino a 346 m s.l.m., è rivolto verso la città e il porto, fu progettato dall'architetto Giovan Battista Santangelo e realizzato nei primi decenni del '900[4] (Figure 3-4).

Le ricerche storio-archivistiche, volte alla conoscenza e all'approfondimento delle tecniche costruttive originarie e della qualità e della provenienza dei materiali impiegati, hanno introdotto il processo di Reverse Engineering strutturato in due distinte fasi.

L'attenzione si è rivolta, in particolare, alla ricostruzione geometrica di uno dei quindici capitelli del portico del castello.

Preso a campione l'elemento architettonico che presentasse un'integrità formale ed una discreta conservazione, si è proceduto alla realizzazione di un modello digitale tridimensionale geometricamente congruente con il manufatto reale (Figura 5). Nella prima fase, si è acquisito il modello numerico, attraverso operazioni non-distruttive e non invasive di rilevamento morfo-metrico (integrato con metodologie innovative laser scanning e fotogrammetriche) delle parti architettoniche finalizzate allo studio geometrico-spaziale dell'oggetto architettonico di indagine. Nella seconda fase di indagine, si è proceduto alla ricostruzione di un prototipo fisico in scala di cassaforma per una riproduzione in serie, integrale o di parti, del modello del capitello tramite fresatrice ad interfaccia CAD/CAM.

3.1.Il processo di Reverse Engineering

L'ultimo stadio di ricerca sperimentale prevedeva la progettazione (mix-design) e la realizzazione in laboratorio di un betoncino reoplastico che avesse caratteristiche chimiche e fisiche (pigmenti, granulometria e modulo elastico) compatibili con l'impasto cementizio originario dell'elemento preso in esame,[5] per la realizzazione

di un prototipo (per riempimento della cassaforma generata con tecnica prototyping) su scala reale [18].

Per ottemperare alle finalità prefisse di riproporre la complessità geometrica della superficie, ci si è orientati sull'utilizzo del sistema laser a scansione tridimensionale a tempo di volo, Menci GS200[6] e sulla tecnica fotogrammetrica Z-scan[7] (Figura 6). Le due metodiche, impiegate in tempi diversi, hanno permesso di confrontare sperimentalmente le nuvole dei punti acquisite e le superfici Mesh e di integrare il database metrico informativo finale [19].

Inizialmente, si è proceduto all'elaborazione del modello numerico restituito dall'hardware, costituito da nuvole di punti disposti in modo disomogeneo, ridondante e discontinuo[8]. I principali stadi di indagine affrontati hanno riguardato: il trattamento delle nuvole dei punti (unione ed ottimizzazione) attraverso l'impiego di algoritmi di decimazione, di smoothing e di merging; la poligonalizzazione triangolare dei punti per la creazione della maglia poliedrica Mesh. La generazione della superficie interpolante ha richiesto tempi di elaborazione più lunghi per il numero dei punti acquisiti e per la presenza di zone caratterizzate da un forte disordine di questi, ricorrendo a strumenti di verifica e di riparazione della continuità matematica (lacune o difetti di connessione fra poligoni).

La sperimentazione ha messo in evidenza che l'integrazione di entrambe le metodiche utilizzate (laser scanning e fotogrammetrica) ha permesso di creare un'esauriente rete di triangoli che rispettasse la complessa forma geometrica reale. Dal confronto, la prima tecnica di acquisizione ha restituito un'informazione metrica più densa ma disomogenea che ha comportato, nella fase finale di elaborazione, uno sfoltimento oneroso del dato per i frequenti difetti di connessione fra poligoni; mentre la seconda tecnica, pur restituendo punti organizzati su griglia a passo-regolare, ha manifestato più errori di continuità matematica della superficie e presenza di numerose lacune nei sottosquadri (Figura 7).

Per la realizzazione dei modelli si è utilizzata la tecnica della prototipazione rapida sottrattiva presso il Laboratorio di Prototipazione rapida e Ingegneria inversa dell'Istituto Statale d'Arte di Palermo "V. Ragusa e O. Kiyohara"[9]. La cassaforma per agevolare la sformatura è stata realizzata in 4 parti simmetriche, ognuna delle quali rappresenta una faccia del capitello (Figura 8). La cassaforma del capitello in scala 1:4 ha consentito di valutare come il blocco in resina poliuretanica reagisce con i componenti della miscela di betoncino reoplastico e con gli additivi disarmanti impiegati. Una volta testati i comportamenti chimico-fisici si procederà alla realizzazione della cassaforma definitiva in scala reale[10].

3.2.Elaborazione del mix design per la produzione della miscela di betoncino reoplastico

Dalla osservazione visiva di un campione di materiale prelevato dalle balaustre degradate del Castello Utveggio e dallo studio delle sezioni sottili del campione, prodotte dalle indagini condotte al Microscopio Ottico Polarizzante (MOP) e al Microscopio Elettronico a Scansione (SEM)[11], è stato possibile elaborare un mix design di calcestruzzo che fosse simile al materiale di cui sono composte le pietre artificiali dell'oggetto di studio.

In particolare, si è valutato che: il rapporto tra aggregato e legante è di circa 3:1 parti in volume; che è presente un buon assortimento granulometrico con una dimensione massima dell'aggregato pari a 15-16 mm, con una presenza predominante di ghiaia medio fine e che esso è costituito da roccia calcarea da frantumazione dedotta dalla forma angolosa dei clasti, di colore grigio chiaro (Figura 9). Il colore predominante dell'impasto è, dunque, il grigio, ma sono stati notati rari frammenti di terracotta di dimensione dell'ordine di qualche mm che verosimilmente rappresentano la frazione più grossolana di un componente aggiunto alla miscela come pigmento colorante in leggero dosaggio [19-20].

L'indagine al SEM ha evidenziato la presenza nella matrice cementizia di solfato di bario, difficilmente riscontrabile come materia prima per la produzione di cemento, ma presente nei calcari vaporitici del miocene superiore, che come è noto dalla letteratura geologica contengono come minerale accessorio solfato di bario e solfato di stronzio. Si ipotizza di conseguenza che il legante utilizzato provenisse dalla provincia di Caltanissetta. Si tratta di un cemento portland ordinario simile a quello che si

produce oggi, eccezion fatta per la macinazione, infatti sono presenti granuli di clinker non idratato, ciò significa che la finezza del cemento era minore di quella attuale, viste le tecnologie disponibili a quel tempo.

Si è riscontrata, inoltre, la presenza di aggregato calcarenitico con caratteristiche litologiche compatibili a calcari di margini di piattaforma carbonatica che affiorano nel versante meridionale del Monte Pellegrino (Figura 10).

Basandoci su questi dati derivanti dalla caratterizzazione macroscopica del campione, si è elaborato il mix design "ricetta tradizionale", utilizzando: cemento pozzolanico tipo CEM IV/A 32,5 R, classe di resistenza C25, diametro massimo 16 mm, classe di consistenza S5, ambiente di esposizione XC1 e nessun additivo; il rapporto in volume tra l'aggregato e il legante è stato mantenuto di 3:1. Questo mix riproduce le caratteristiche delle pietre artificiali realizzate negli anni '30 per il Castello Utveggio [21].

Per il getto realizzato per il cassero in scala 1:4 del capitello del colonnato del Castello, è stato utilizzato il mix design "ricetta tradizionale in scala" nel quale, salvi tutti gli altri input, è stato ridotto il diametro massimo dell'aggregato che da 16 mm è passato a 8 mm, ed un decimo della quantità di sabbia fine è stata sostituita da mattoni di terracotta frantumati (Figura 11).

4. Conclusioni

In laboratorio, per testare l'efficacia della cassaforma progettata e la resistenza del Self Compacting Concrete (SCC) confezionato, si è volontariamente procurata una mancanza nell'elemento in pietra artificiale. Dopo il risanamento e lo scasseramento si è valutato il ripristino della lacuna e la validità del processo condotto con materiali del tutto compatibili agli originali, e con tecniche innovative di recupero delle tecnologie tradizionali. Si ritiene auspicabile valutare in futuro i risultati ottenuti per stimare la durabilità dell'intervento. Gli esiti raggiunti hanno maturato una maggiore consapevolezza che la sinergia di competenze disciplinari diverse è presupposto ineludibile per comprendere e, conseguentemente, per progettare interventi di conservazione di manufatti di architettura tradizionale. Il periodo storico durante il quale si affermò diffusamente l'uso della pietra artificiale in edilizia e le tecniche di pre-fabbricazione artigianali di forme architettoniche, mediante stampi o matrici realizzati in bottega e degli impasti di miscela ad imitazione della pietra naturale, sottolineano l'interessante processo che ha contraddistinto la progettazione edile tra l'Ottocento e il Novecento. L'esperienza applicata al Castello Utveggio, condotta con moderne tecniche di indagine non invasive, mira a costituire un "tassello di conoscenza" finalizzato alla tutela della memoria tecnica, tecnologica, storico-architettonica e culturale.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il personale del Laboratorio di microanalisi Geolab, sede della sperimentazione. In particolare il Dott. Angelo Mulone, direttore del laboratorio, per aver messo a completa disposizione mezzi, attrezzature, sapere ed esperienza; il Dott. Renato Giarrusso, la cui conoscenza ed esperienza hanno dato un input fondamentale alla ricerca; il Dott. Salvo De Luca, per aver collaborato fattivamente alla sperimentazione.

Si ringrazia l'Arch. Mino Renato Alessi, responsabile del Laboratorio dell'Istituto Statale d'Arte di Palermo "V. Ragusa e O. Kiyohara", che ha curato con competenza le operazioni di prototipazione dello stampo in scala.

In riferimento ad una convenzione di cooperazione tra il Dipartimento di Progetto e Costruzione Edilizia e l'Associazione Sperimentatori Calcestruzzi Innovativi (ASCI) per lo svolgimento della ricerca scientifica, si ringraziano: l'ASCI, l'Istituto Statale d'Arte di Palermo "V. Ragusa e O. Kiyohara e l'Impresa Ri.Ca-Risanamenti per aver patrocinato l'iniziativa.

Note

CUNDARI C. 1999, Il rilievo per la conservazione, in "Il Complesso di Monteoliveto a Napoli. Analisi, Rilievi, Documenti, Informatizzazione degli archivi", C. Cundari (a cura di), Gangemi Editore, Roma, p. 19.

[2] L'esperienza è maturata all'interno delle attività di laboratorio di Tesi di Laurea "Progettazione e sperimentazione di nuovi materiali e nuove tecnologie per l'Architettura" ideato dal Prof. Ing. Salvatore Lo Presti, Docente di Architettura Tecnica presso la Facoltà di Ingegneria Edile-Architettura di Palermo. In particolare l'argomento è stato approfondito all'interno di una tesi sperimentale dal titolo "Pietre artificiali cementizie sugli edifici storici di Palermo", uno studio organico, propedeutico alle metodiche del restauro strutturale (Dottorato di ricerca in Ingegneria Edile:

Tradizione e Innovazione", XXI ciclo, dottoranda Ing. Serena Mineo, Tutor Prof. Ing. Salvatore Lo Presti, Coordinatore Prof. Ing. Giuseppe Pellitteri).

[3] La pietra artificiale è un materiale costituito da un impasto a base di legante, cemento o altro, sabbia e graniglia di pietra, a volte pigmenti, che miscelato con acqua, prende forma colandolo negli stampi e/o nelle casseforme realizzati in gesso o in legno.

[4] Michele Utveggio, costruttore del castello omonimo, lo descrive come un manufatto architettonico eccezionale; lo schema compositivo richiama modelli figurativi medievali, discostandosi dalle tipologie costruttive e decorative dei manufatti dell'epoca; i materiali, le tecniche costruttive impiegate e la struttura continua in calcestruzzo armato denotano, all'inizio del secolo '900, un alto grado di innovazione nel costruire a Palermo.

Oggi la struttura ospita il Centro Ricerche e Studi Professionali (CERISDI), un centro di formazione culturale, "laboratorio" di formazione in business internazionale e politiche pubbliche per giovani laureati dei paesi del Mediterraneo.

[5] Il conglomerato, che verrà impiegato per il ripristino delle porzioni asportate, avrà le seguenti caratteristiche: granulometria fine (sarà quindi un betoncino); ritiro compensato, ai fini di una congruenza con il calcestruzzo di base a maturazione avvenuta; meccanicamente compatibile (avrà cioè modulo elastico prossimo a quello del calcestruzzo in opera al fine di non modificare la distribuzione delle tensioni) con resistenze che potranno essere anche più elevate.

[6] Strumento appartenente all'attrezzatura di cui dispone il Dipartimento di Rappresentazione (DIRAP, Direttore Prof. Ing. Benedetto Villa), inserito nel Sistema di Laboratori di Ateneo Università degli Studi di Palermo (UniNetLab).

[7] Il sistema Z-scan rappresenta una valida alternativa ai rilievi condotti tramite laser scanner 3D, per qualità dei risultati, per economicità delle attrezzature e per la riduzione dei tempi necessari all'elaborazione. Il sistema si basa sul principio della stereo-fotogrammetria: attraverso 3 scatti fotografici ridondanti è possibile ricavare per ogni pixel dell'immagine, oltre ai dati bidimensionali, anche un preciso dato di profondità. Per ogni punto della nuvola, Z-scan restituisce una triade di coordinate spaziali in x, y, e z e il valore RGB del colore. Il sistema impiegato è in dotazione al Laboratorio di Prototipazione rapida e Ingegneria inversa dell'Istituto Statale d'Arte di Palermo "V. Ragusa e O. Kiyohara". Il team di ricerca dell'istituto ha svolto diverse esperienze, in collaborazione con l'Università di Palermo e con altri enti di tutela dei beni culturali, nel campo della archeologia sperimentale e delle tecniche di rilievo e di restauro non invasivo. Presso il citato laboratorio dell'Istituto d'Arte, l'assistenza a tutte le operazioni di prototipazione è stata curata dal tecnico Sebastiano Traina.

[8] I programmi utilizzati per la gestione delle fasi di Reverse Engineering a partire dalle scansioni 3D sono: Rapidform, che permette di gestire tramite automatismi la fase di riprogettazione di un prodotto o dati, come nuvole di punti, e Mesh STL in modo completamente parametrico; Rhinoceros, efficace modellatore di superfici NURBS, dotato delle caratteristiche tipiche di un CAD, ma con notevoli potenzialità nell'ambito della creazione, modifica, editazione, importazione di superfici.

[9] Rapid Prototyping (RP) ha avuto inizio negli anni 80 con un forte impulso che la informatica ha dato alla produzione industriale. Questa tecnica integra software e hardware per creare il primo modello di una serie per un progetto digitale. Perciò questa tecnica in particolare è adatta per la produzione industriale ed è stata sviluppata da grande industrie che avevano bisogno di ottimizzare il processo e verificare gli obiettivi. La tecnica trasforma il modello fisico in uno digitale; il modello digitale, creato dal software CAD è elaborato dal software CAM (Computer Aided Manufacturing) interattivo e utilizzando l'informazione digitale per creare il modello fisico, attraverso una strumentazione controllata digitalmente (CNC). Il progetto e la produzione industriale costituiscono la più usata applicazione di RP , ma nel campo del restauro, conservazione e tutela degli edifici storici è in corso ancora la ricerca.

[10] Il laboratorio dell'Istituto Statale d'Arte di Palermo "V. Ragusa e O. Kiyohara" è dotato di competenze ed apparecchiature tecnologiche dedicate alla prototipazione rapida sia additiva che sottrattiva. Le operazioni di realizzazione dello stampo sono state curate dall'Arch. Mino Renato Alessi, responsabile del laboratorio. In particolare la cassaforma in scala è stata ricavata da panetti di resina poliuretanica di densità pari a 300 Kg/m^3 e resistenza a compressione di 10 N/mm^2; la stabilità dimensionale di tale materiale è certificata sino ad una temperatura superiore agli 80 C°. La sagomatura è stata realizzata con la fresa tridimensionale a 4 assi della Roland DG MDX650; tale fresa consente una precisione di lavorazione sino a 10 µm.

[11] *Indagini condotte al SEM, con la tecnica BSEI (immagine per elettroni retrodiffusi) la cui forma del segnale come è noto è funzione del numero atomico medio, si tratta di immagini per contrasto di numero atomico, quindi la diversa tonalità di grigio evidenzia la diversa distribuzione delle fasi.*

Summary

In the particular field of the protection, conservation and valorization of Cultural Heritage, there are many scientific and technological advances implemented through financed projects between research institutions, universities and specializing companies in this area. On an operational level, to make these advances effective, it is necessary to promote the formation of interdisciplinary teams of different professional skills, and to carry out tests and define methodologies and protocols. This study investigates these themes, focusing on the historic building "Grand Hotel Utveggio Castle", which, by virtue of its chosen location and intended use, is exceptional for its technical and construction aspects and presents distinctive characteristics of place identity deeply connected with the city of Palermo. The project of knowledge and conservation aimed at acquiring and gaining experimental data, is directed at finding intervention methods for philological recovery, respecting the existing materials, preserving the dimensions of the structural parts and identifying the physical-mechanical compatibility between the historical materials and those of new generation.

Riassunto

Nello specifico ambito della tutela, della conservazione e della valorizzazione dei Beni Culturali, si registrano validi e numerosi progressi scientifici tra enti di ricerca, università, aziende ed imprese specializzate nel settore. Sul piano operativo, per rendere il rinnovamento efficace, è necessario promuovere la formazione di gruppi interdisciplinari di competenze professionali diverse, sperimentare e definire metodologie e protocolli operativi. Il presente studio approfondisce le tematiche, su esposte, ponendo l'attenzione sull'edificio storico "Il Grande Albergo *Castello* Utveggio", che, per scelta di luogo e di destinazione d'uso, eccezionale per avvenimenti tecnici e costruttivi finalizzati a realizzarlo, presenta caratteristiche peculiari di identità di luogo fortemente correlato con la città di Palermo. Il progetto di conoscenza e di conservazione intrapreso mira all'acquisizione e all'elaborazione di dati sperimentali che vadano ad individuare metodi di intervento di ripristino filologico, nel rispetto della materia esistente, nel mantenimento dimensionale delle parti strutturali e nella compatibilità fisico-meccanica tra i materiali storici impiegati e quelli di nuova generazione.

Résumé

Dans le domaine spécifique de la sauvegarde, de la conservation et de la valorisation des Biens Culturels, on enregistre de valides et nombreux progrès scientifiques parmi les organismes de recherche, les universités et les entreprises spécialisées dans le secteur. Sur le plan opérationnel, pour rendre la rénovation efficace, il est nécessaire de promouvoir la formation de groupes interdisciplinaires de compétences professionnelles différentes, expérimenter et définir des méthodologies et des protocoles opérationnels. L'étude présente approfondit les thèmes, exposés

ci-dessus, en mettant l'attention sur l'édifice historique « Il Grande Albergo *Castello* Utveggio », qui, pour le choix du lieu et de la destination d'emploi, exceptionnelle pour les événements techniques et constructifs finalisés à sa réalisation, présente des caractéristiques particulières d'identité de lieu fortement corrélé avec la ville de Palerme. Le projet de connaissance et de conservation entrepris vise à l'acquisition et à l'élaboration de données expérimentales qui déterminent des méthodes d'intervention de rétablissement philologique, dans le respect de la matière existante, dans le maintien dimensionnel des parties structurelles et dans la compatibilité physico-mécanique entre les matériaux historiques utilisés et ceux de nouvelle génération.

Zusammenfassung

Auf dem Gebiet des Schutzes, der Konservierung und der Pflege der Kulturgüter sind in Forschungsinstituten, Universitäten, Firmen und Fachunternehmen der Branche zahlreiche und bedeutende wissenschaftliche Fortschritte zu verzeichnen. Auf der Durchführungsebene müssen, um die Neuerung wirksam zu machen, die Bildung interdisziplinärer Gruppen von unterschiedlichen professionellen Kompetenzen gefördert und erprobt und Methodologien und Arbeitsprotokolle definiert werden. Die vorliegende Untersuchung vertieft die oben genannten Themenkreise an Hand des historischen Gebäudes "Il Grande Albergo *Castello* Utveggio", das auf Grund seiner Lage und seines Bestimmungszwecks sowie des außergewöhnlichen technischen und konstruktiven Aufwands für seine Realisierung eine ganz eigene Identität eines eng mit der Stadt Palermo verbundenen Orts aufweist. Der Plan für das Erkennen und Erhalten zielt auf die Erfassung und Verarbeitung experimenteller Daten ab, an Hand deren Eingriffsverfahren für die originalgetreue Instandsetzung gefunden werden sollen, bei den das vorhandene Material und die Maße der Strukturteile erhalten und die physikalisch-mechanische Kompatibilität zwischen den verwendeten historischen Materialien und denen der neuen Generation gewährleistet wird.

Resumen

En el ámbito específico de la tutela, conservación y valorización de los Bienes Culturales, se registran numerosos y muy válidos progresos científicos en organismos de investigación, universidades, empresas y entidades especializadas en el sector. En el plano operativo, para que la renovación resulte eficaz, es necesario promover la formación de grupos interdisciplina de distinto ámbitos profesionales, experimentar y definir métodos y protocolos operativos. El presente estudio profundiza en las temáticas expuestas, centrando la atención en el edificio histórico "El Gran Hotel *Castello* Utveggio", que, por la elección del lugar y el uso al que está destinado, excepcional en cuanto a las circunstancias técnicas y de construcción que interviene en su realización, presenta peculiares características de identidad como lugar en fuerte correlación con la ciudad de Palermo. El proyecto de conocimiento y conservación emprendido apunta a la adquisición y elaboración de datos experimentales que lleven a identificar métodos de intervención de regeneración filológica, respetando la materia existente, manteniendo las dimensiones de las partes estructurales y asegurando la compatibilidad físico-mecánica entre los materiales históricos empleados y los materiales de nuevo cuño.

Резюме

В конкретной области защиты, сохранения и повышения ценности культурного достояния наблюдается серьезный научный прогресс среди исследовательчских учреждений, университетов и организаций, специализирующихся в данном секторе. Для повышения эффективности нововведений на оперативном уровне необходимо стимулировать обучение междисциплинарных групп различных профессиональных направлений, экспериментировать и разрабатывать новые методики и рабочие протоколы. Данная работа углубляется в вышеизложенные темы, уделяя особое внимание историческому зданию «Il Grande Albergo Castello Utveggio», которое по выбору его местонахождения и целям его использования исключительно подходит для технических и конструктивных мероприятий, обладая при этом своеобразными характеристиками именно данной местности, тесно связанной с Палермо. Начатый проект познания и сохранения нацелен на приобретение и обработку экспериментальных данных, которые должны будут определить методики вмешательства и филологического восстановления в соответствии с существующим материалом, сохраняя конструктивные части и в соответствии с физико-механической совместимостью между исторически использованными материалами и материалами нового поколения.