



Terracuda e Nanotecnologie

Già con il Programma di Ricerca Nazionale PRIN 2006, dall'Unità di Ricerca UR/1, che fa capo all'Università degli Studi di Palermo, era stata affrontata la ricerca sui materiali compositi nanostrutturati, mirati al recupero e alla conservazione del patrimonio architettonico. E con Alberto Sposito, co-ordinatore nazionale e responsabile di una Unità di Ricerca, erano l'Unità chimico-fisica di Palermo e l'Unità che faceva capo all'Università di Messina. Con i fondi assegnati da tale PRIN l'Unità di Palermo ha organizzato nel 2009 il I Convegno Internazionale dal titolo *Nanotech for Architecture: innovative Technologies, Techniques and nanostructured Materials*, i cui atti sono stati pubblicati da Luciano Editore (2009). Inoltre, lo stesso anno e con gli stessi tipi sono state pubblicate le risultanze della ricerca con il titolo *Nanotecnologie & Nanomateriali per l'Architettura*. A tale PRIN ha fatto seguito quello del 2008, dal titolo *Terra cruda e Nanotecnologie: Tradizione, Innovazione e Sostenibilità*, di cui qui sono riportate le risultanze della ricerca. Dopo l'introduzione che presenta il progetto di ricerca, nella Prima Parte seguono le relazioni di Maria Luisa Germanà, Cesare Sposito, Giuseppe De Giovanni e Antonino Guglielmino. Nella Seconda Parte sono riportate gli esperimenti e diverse considerazioni fatte dal gruppo dei chimici coordinati da Stefana Milioto, dagli architetti Francesca Scalisi, Carmelo Cipriano e Salvatore Pitruzzella e dall'Ingegnere Teotista Panzeca. In ultimo Alberto Sposito traccia alcune valutazioni finali e indica delle tracce di ricerca.

In copertina: l'antica Città di Shibam, costruita in terracuda dal sec. XVI nello Yemen, Patrimonio dell'Umanità.

Terracuda e Nanotecnologie a cura di F. Scalisi e C. Sposito

TERRACUDA E NANOTECNOLOGIE

TRADIZIONE, INNOVAZIONE, SOSTENIBILITÀ

a cura di

Francesca Scalisi e Cesare Sposito

Alberto Sposito con i contributi di
Giuseppe Cavallaro, Carmelo Cipriano, Giuseppe De Giovanni,
Maria Luisa Germanà, Antonio Guglielmino, Giuseppe Lazzara,
Stefana Milioto, Teotista Panzeca, Daniela Piazzese, Salvatore
Pitruzzella, Francesca Scalisi e Cesare Sposito

Francesca Scalisi, architetto e Dottore di Ricerca in *Recupero e Fruizione dei Contesti Antichi*, è stata titolare di Assegno di Ricerca sul tema *Sperimentazione dei materiali nanostrutturati nei siti archeologici di Agrigento, Morgantina e Villa Romana del Casale*, presso l'Università degli Studi di Palermo. Già docente di *Progettazione dei sistemi costruttivi* e di *Elementi e materiali dell'Architettura* presso la Facoltà di Architettura di Palermo, svolge da anni attività di ricerca sui temi delle nanotecnologie applicate ai Beni Culturali e alle nuove costruzioni, dell'architettura bioclimatica e del rapporto tra nanotecnologie e risparmio energetico. Ha pubblicato varie monografie, tra cui: *Nanotecnologie per gli edifici: Innovazione tecnologica e nuovi materiali per le costruzioni* (2010) e *Tecnologie per il risparmio energetico degli edifici* (2011).

Cesare Sposito, architetto, svolge attività di ricerca nell'ambito della cultura architettonica, sul tema del recupero e della fruizione, con particolare attenzione alla sostenibilità ambientale e ai materiali innovativi. Ricercatore e docente del *Laboratorio di Costruzioni I* presso la Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi di Palermo, già Dottore di Ricerca in *Recupero del Patrimonio Edilizio ed Ambientale*, docente di *Progettazione dei Sistemi Costruttivi* e di *Tecnologia dell'Architettura*, è componente della Società Italiana di Tecnologia dell'Architettura (SITdA). Ha pubblicato varie monografie su questioni tecnologiche, tra cui i volumi: *L'Anfiteatro romano di Catania: conoscenza, recupero e valorizzazione* (2003), *Le Tommare: storia e architettura* (2007), *Suite d'Autore: architettura, design e tecnologia per una moderna cultura dell'ospitalità* (2008), *Architettura Sistemica: materiali ed elementi costruttivi* (2011), *I siti archeologici: dalla definizione del valore alla protezione della materia* (2012), *Sul recupero delle aree industriali dismesse* (2012).



euro 24,00

ISBN 978-88-548-6044-5



9 788854 860445

ESEMPI DI ARCHITETTURA

Direttore

Olimpia Niglio

Kyoto University, Japan

Comitato scientifico

Taisuke Kuroda

Kanto Gakuin University, Yokohama, Japan

Rubén Hernández Molina

Universidad Nacional, Bogotá, Colombia

Alberto Parducci

Università degli Studi di Perugia

Alberto Parducci

Università degli Studi di Perugia

Pastor Alfonso Sánchez Cruz

Revista Horizontes de Arquitectura, Mexico

Alberto Sposito

Università degli Studi di Palermo

Karin Templin

University of Cambridge, Cambridge, UK

Comitato di redazione

Giuseppe De Giovanni

Università degli Studi di Palermo

Marzia Marandola

Sapienza Università di Roma

Mabel Matamoros Tuma

Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, La Habana, Cuba

Alessio Pipinato

Università degli Studi di Padova

Bruno Pelucca

Università degli Studi di Firenze

Chiara Visentin

Università degli Studi di Pisa, Campus di Lucca

ESEMPI DI ARCHITETTURA

La collana editoriale Esempi di Architettura nasce per divulgare pubblicazioni scientifiche edite dal mondo universitario e dai centri di ricerca, che focalizzino l'attenzione sulla lettura critica dei progetti. Si vuole così creare un luogo per un dibattito culturale su argomenti interdisciplinari con la finalità di approfondire tematiche attinenti a differenti ambiti di studio che vadano dalla storia, al restauro, alla progettazione architettonica e strutturale, all'analisi tecnologica, al paesaggio e alla città.

Le finalità scientifiche e culturali del progetto EDA trovano le ragioni nel pensiero di Werner Heisenberg Premio Nobel per la Fisica nel 1932.

... È probabilmente vero, in linea di massima, che nella storia del pensiero umano gli sviluppi più fruttuosi si verificano spesso nei punti d'interferenza tra diverse linee di pensiero. Queste linee possono avere le loro radici in parti assolutamente diverse della cultura umana, in diversi tempi ed in ambienti culturali diversi o di diverse tradizioni religiose; perciò, se esse veramente si incontrano, cioè, se vengono a trovarsi in rapporti sufficientemente stretti da dare origine ad un'effettiva interazione, si può allora sperare che possano seguire nuovi ed interessanti sviluppi.

Pubblicazione realizzata con Fondi del Programma di Ricerca Scientifica di Rilevante Interesse Nazionale PRIN anno 2008.

Titolo del Programma:

NANOTECNOLOGIE PER L'ARCHITETTURA SOSTENIBILE: I MATTONI IN TERRACRUDA.
NANOTECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE ARCHITECTURE: THE BRICKS IN UNFIRED CLAY.

Titolo del Volume:

TERRACRUDA E NANOTECNOLOGIE: TRADIZIONE, INNOVAZIONE, SOSTENIBILITÀ.
UNFIRED CLAY AND NANOTECHNOLOGIES: TRADITION, INNOVATION, SUSTAINABILITY.

Coordinatore Scientifico:

Prof. Arch. Alberto Sposito

TERRACRUDA E NANOTECNOLOGIE

Tradizione, Innovazione, Sostenibilità

a cura di

Francesca Scalisi e Cesare Sposito

Alberto Sposito *con i contributi di*
Giuseppe Cavallaro, Carmelo Cipriano,
Giuseppe De Giovanni, Maria Luisa Germanà,
Antonino Guglielmino, Giuseppe Lazzara, Stefana Milioto,
Teotista Panzeca, Daniela Piazzese, Salvatore Pitruzzella,
Francesca Scalisi e Cesare Sposito



© by Alberto Sposito
Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Palermo

Copyright © MMXIII
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133/A-B
00173 Roma
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-6044-5

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: maggio 2013

Sommario

<i>Presentazione</i>	9
<i>Presentation</i>	10
FRANCESCA SCALISI e CESARE SPOSITO	

<i>Introduzione</i>	
Il progetto di ricerca PRIN 2008	II
<i>The Research Project PRIN 2008</i>	27
ALBERTO SPOSITO	

PARTE PRIMA – *Terracruda e nanotecnologie*

Terracruda in Sicilia: dal Patrimonio Architettonico alle potenzialità contemporanee.	49
MARIA LUISA GERMANÀ	

Architettura in terra.	61
CESARE SPOSITO	

Le nanotecnologie per l'architettura	75
GIUSEPPE DE GIOVANNI	

Costruire con la terra.	89
ANTONINO GUGLIELMINO	

PARTE SECONDA – *Gli esiti della ricerca*

Correlazioni struttura-proprietà di materiali compositi nanoargilla/biopolimero	101
GIUSEPPE CAVALLARO, GIUSEPPE LAZZARA, STEFANA MILIOTO, DANIELA PIAZZESE	

Le modalità di esecuzione dei mattoni in terracruda	111
FRANCESCA SCALISI	

Prove di resistenza a compressione e a flessione dei campioni in terracuda	137
FRANCESCA SCALISI	
Valutazioni sulla resistenza dei campioni nanostrutturati.	153
TEOTISTA PANZECA	
Prove di durabilità e di resistenza meccanica sui mattoni in terra cruda nanostrutturati.	157
CARMELO CIPRIANO	
Simulazione delle caratteristiche termofisiche di mattoni in terracuda con nanodischi di argilla con il metodo degli elementi finiti e loro applicazioni	169
SALVATORE PITRUZZELLA	
Caratterizzazione acustica di mattoni in terracuda addizionati con nanodischi di argilla	197
SALVATORE PITRUZZELLA	
<i>Conclusioni</i>	213
<i>Conclusions</i>	221
ALBERTO SPOSITO	
<i>Bibliografia</i>	235

Presentazione

Già con il Programma di Ricerca Nazionale PRIN 2006, dall'Unità di Ricerca, che fa capo al Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Palermo, era stata affrontata la ricerca sui materiali compositi nanostrutturati, mirati al recupero e alla conservazione del patrimonio architettonico, in particolare quello riferito ai siti archeologici di Morgantina, nei pressi di Enna, e di Solunto, nei pressi di Palermo. E con Alberto Sposito, coordinatore nazionale e responsabile di una Unità di Ricerca, erano l'Unità chimico-fisica di Palermo, coordinata da Stefana Milioto, e l'Unità che faceva capo all'Università di Messina, coordinata da Pasquale Piraino.

Con i fondi assegnati da tale PRIN 2006 l'Unità di Palermo ha promosso e organizzato dal 26 al 28 marzo 2009 il Primo Convegno Internazionale dal titolo *Nanotech for Architecture; innovative Technologies, Techniques and nanostructured Materials*, i cui atti a cura di Alberto Sposito sono stati pubblicati con i tipi della Luciano Editore di Napoli nel 2009. Inoltre, lo stesso anno e con gli stessi tipi della Luciano sono state pubblicate le risultanze della ricerca con il titolo *Nanotecnologie & Nanomateriali per l'Architettura*.

A tale PRIN 2006 ha fatto seguito quello proposto per il PRIN 2008, dal titolo originario *Nanotecnologie per l'Architettura sostenibile: i Mattoni in Terracruda*, qui più propriamente modificato in *Terracruda e Nanotecnologie: Tradizione, Innovazione, Sostenibilità*, di cui di seguito sono riportate le risultanze elaborate da quanti hanno collaborato alla ricerca. I diversi contributi sono stati così ordinati: dopo l'introduzione di Alberto Sposito, che presenta il progetto di ricerca, nella *Prima Parte* seguono le relazioni generali di Maria Luisa Germanà, Cesare Sposito, Giuseppe De Giovanni e Antonino Guglielmino, titolare dell'Impresa che ha collaborato alla sperimentazione.

Nella *Seconda Parte* sono riportate le sperimentazioni e diverse considerazioni fatte dal gruppo dei chimici coordinati da Stefana Milioto, dagli architetti Francesca Scalisi e Carmelo Cipriano, dall'Ingegnere Teotista Panzeca e dall'Architetto Salvatore Pitruzzella. In ultimo Alberto Sposito traccia alcune valutazioni finali e indica delle tracce di ricerca.

Francesca Scalisi e Cesare Sposito

Presentation

With the PRIN 2006 national research programme, under the supervision of the University of Palermo Department of Architecture, the research unit carried out studies of nano-structured composite materials, with the aim of salvaging and conserving the architectural heritage, with specific regard to the archaeological sites of Morgantina (near Enna), and Soluntum (not far from Palermo). Alberto Sposito, national co-ordinator and the person responsible for the Research Unit, was joined by the Palermo chemistry-physics Unit (co-ordinated by Stefana Milioto) and the University of Messina unit (co-ordinated by Pasquale Piraino).

With PRIN 2006 funding the Palermo unit promoted and organized, from March 26-28, 2009, the First International Congress under the title of *Nanotech for Architecture; innovative Technologies, Techniques and nanostructured Materials*, the proceedings of which, edited by Alberto Sposito, were printed by Luciano Editore of Naples, in 2009, and then published. Furthermore, in the same year and with the same Luciano printers, the results of research under the title *Nanotecnologie & Nanomateriali per l'Architettura* were also published.

PRIN 2006 was followed by the proposal for PRIN 2006, under the original title *Nanotecnologie per l'Architettura sostenibile: i Mattoni in Terra cruda* (lit. Nanotechnology for sustainable architecture: baked earth bricks), here more appropriately modified into *Terra cruda e Nanotecnologie: tradizione, Innovazione e Sostenibilità*, (lit. Earth and nanotechnology: tradition, innovation and sustainability), the results of which were provided by all those collaborating in the research and are reported here. The various papers were ordered as follows: after the introduction and presentation of the research project, in the First Part we find the general reports by Maria Luisa Germanà, Cesare Sposito, Giuseppe De Giovanni and Antonino Guglielmino (head of the enterprise that collaborated in the experiments).

In the Second Part we find the experiments and points for reflection provided by the group of chemists co-ordinated by Stefana Milioto, by the architects Francesca Scalisi and Carmelo Cipriano, the engineer Teotista Panzeca and the architect Salvatore Pitruzzella. Lastly Alberto Sposito outlines a brief assessment and suggests further areas of research.

Francesca Scalisi e Cesare Sposito