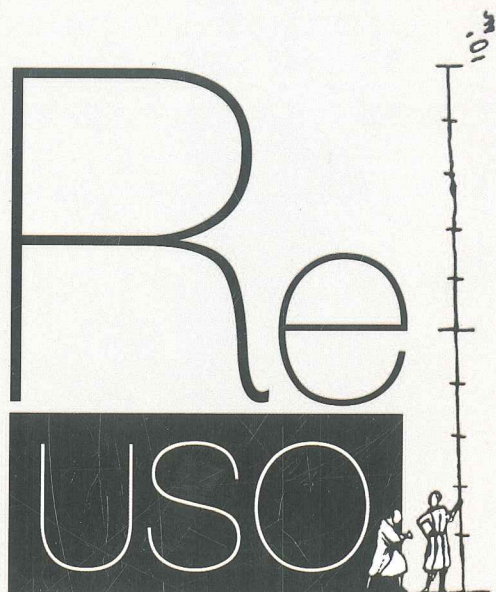


LA EXPERIENCIA DEL REUSO



*Propuestas Internacionales para la Documentación, Conservación
y Reutilización del Patrimonio Arquitectónico*

CRITERIO Y MÉTODO EN ÉPOCA DE CRISIS

●
INGENIERÍA Y TÉCNICA AL SERVICIO
DE LA RESTAURACIÓN



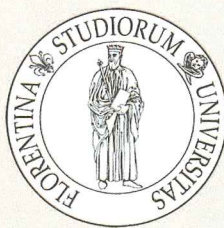
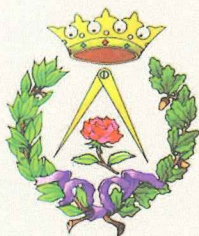
LA EXPERIENCIA DEL REUSO

CRITERIO Y MÉTODO EN ÉPOCA DE CRISIS

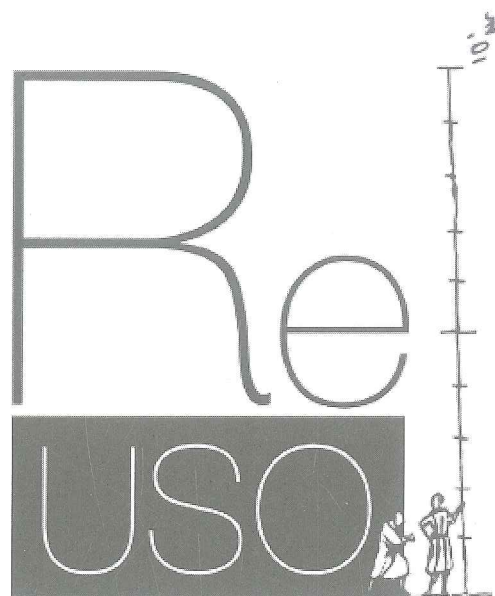
INGENIERÍA Y TÉCNICA AL SERVICIO
DE LA RESTAURACIÓN

De forma conjunta, la Universidad
Politécnica de Madrid
(Escuela Técnica Superior de Arquitectura)
y la Universidad de Florencia
(Departamento de Arquitectura)
buscan intercambiar experiencias y
criterios desde un punto de vista actual.
El Congreso prestará especial atención
a la documentación, conservación y
reutilización de edificios y centros
históricos.

El objetivo de esta iniciativa es la
puesta en común de experiencias
vinculadas a aspectos profesionales y
académicos en el campo de la restauración
arquitectónica. El discurso puede
trasladarse al panorama internacional,
particularmente sensible con estos
temas hoy en día.



9 788415 321736



CRITERIO Y MÉTODO EN ÉPOCA DE CRISIS
INGENIERÍA Y TÉCNICA AL SERVICIO
DE LA RESTAURACIÓN

Editores:

Susana Mora Alonso-Muñoyerro
Adela Rueda Márquez de la Plata
Pablo Alejandro Cruz Franco

Los editores no se hacen responsables del material aportado por los distintos autores.

I.S.B.N.: 978-84-15321-73-6

Depósito Legal: CC-000165-2013

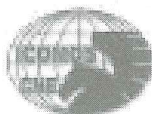
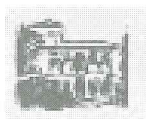
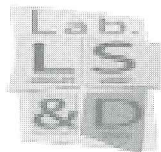
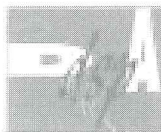
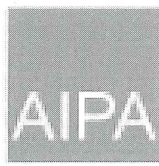
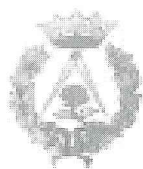
Imprime: c2o Servicios Editoriales.

©Copyright 2013

Congreso Internacional sobre Documentación, Conservación y Reutilización del Patrimonio Arquitectónico

La coordinación quiere dar las gracias a todos aquellos que han contribuido con su trabajo en este Congreso Internacional y han dado su autorización para su publicación. Los organizadores y los coordinadores no son responsables de los contenidos y de las opiniones expresadas en los trabajos. Además, los autores han declarado que los contenidos de sus publicaciones son originales y cuando corresponda, que tienen la autorización para incluir, adaptar o usar los textos, las tablas o las imágenes que se incluyen en sus trabajos.

Todos los trabajos han sido revisados y aceptados por el sistema de "pares". Evaluados por expertos en el campo de la documentación, conservación y reutilización del patrimonio arquitectónico. El comité de revisión fue seleccionado por el comité científico del Congreso entre los expertos en esta materia. Los pares revisaron los artículos recibidos.



COMITÉ ORGANIZADOR

Directores científicos

Mora Alonso-Muñoyerro, Susana
Universidad Politécnica de Madrid

Van Riel, Silvio
Università degli Studi di Firenze

Bertocci, Stefano
Università degli Studi di Firenze

De Vita, Maurizio
Università degli Studi di Firenze

Farneti, Fauzia
Università degli Studi di Firenze

Minutoli, Giovanni
Università degli Studi di Firenze

Secretaría científica

Cruz Franco, Pablo Alejandro
Rueda Márquez de la Plata, Adela
Sánchez Arenas, Jesús

SECRETARÍA ORGANIZATIVA

Fernández Cueto, Pablo; Fernández de la Fuente, Mónica; González Amigo, Patricia; Hernanz Casas, Marcos; Rubio Camarillo, Natalia
Bertachi, Silvia; Bertani, Benedetta; Bua, Sara; del Ducca, Graziella; Lusoli, Monica; Pagano, Andrea; Pasquini, Mateo; Pisani, Francesco; Porzicilli, Sara; Puccini, Linda; Raffaelli, Carlo

COMITÉ DE HONOR

Conde Lázaro, Carlos
Rector Magnífico de la Universidad Politécnica de Madrid

Muñoz Cosme, Ildefonso
Subdirector General del Instituto de Patrimonio Cultural de España

Suárez-Inclán Ducassi, M^o Rosa
Presidenta de ICOMOS España

Maldonado Ramos, Luis
Catedrático y Director. ETSAM. UPM

Mecca, Saverio
Direttore Dipartimento di Architettura. Università degli Studi di Firenze

Acidini, Cristina
Soprintendenza Speciale per il Patrimonio Storico, Art. ed Etn. e per il Polo Museale di Firenze

Marino, Alessandra
Soprintendenza per i Beni Arch., Paesaggistici, Storici, Artistici ed Etn. per le province di Firenze, Pistoia e Prato

Ledesma Bartret, Fernando
Presidente de la Real Fundación Toledo

Zangheri, Luigi
Presidente, Accademia delle Arti del Disegno

Lolli Ghetti, Mario
Prof. di Restauro Facoltà di Architettura di Ascoli Piceno

Gurrieri, Francesco
Prof. di Restauro dei Monumenti dell'Università di Firenze

Carbonara, Giovanni
Professore di Restauro Architettonico. La Sapienza. Roma

Dezzi Bardeschi, Marco
Politecnico di Milano

G^o-Gutiérrez Mosteiro, Javier
Catedrático y Director del Master en Programa de Conservación. ETSAM. UPM

Fagiolo, Marcello
Università degli Studi di Roma, La Sapienza

Kadluczka, Andrzej
Prof. de la Universidad Politécnica de Cracovia

García Santos, Alfonso
Catedrático y Director DCTA. ETSAM. UPM

COMITÉ CIENTÍFICO

- Anaya Díaz, Jesús (Universidad Politécnica de Madrid)
Bevilacqua, Mario (Università degli Studi di Firenze)
Cano-Lasso Pintos, Diego (Universidad San Pablo CEU)
Conte, Antonio (Università degli Studi di Basilicata)
Dalla Negra, Riccardo (Università degli Studi di Ferrara)
De Stefano, Mario (Università degli Studi di Firenze)
Doglioni, Francesco (Università IUAV di Venezia)
Esteban Chaparría, Julian (Arquitecto. Comunidad Valenciana)
Garcés Desmason, Marco Antonio (Arquitecto. Castilla y León)
González Moreno-Navarro, Antoni (Arquitecto. Cataluña)
Lione, Raffaella (Università degli Studi di Messina)
Manganaro, Mario (Università degli Studi di Messina)
Monjo Carrió, Juan (Universidad Politécnica de Madrid)
Musso, Stefano A. (Università degli Studi di Genova)
Palmero Iglesias, Luis (Universidad Politécnica de Valencia)
Parrinello, Sandro (Università degli Studi Di Pavia)
Pérez Arroyo, Salvador (Universidad Politécnica de Madrid)
Pérez de Prada, Luis (Arquitecto. Madrid)
Pescatori, Lia (Soprintendenza per i Beni Arch., Paesaggistici, Storici, Artistici
ed Etn. per le province di Firenze, Pistoia e Prato)
Pizarro Polo, Ángel (Universidad de Extremadura)
Rueda Muñoz de San Pedro, José Miguel (Arquitecto. Madrid)
Sáenz Guerra, Javier (Universidad San Pablo CEU)
Sroczyńska, Jolanta (Universidad Politécnica de Cracovia)

ASESORES CIENTÍFICOS

- Azorín López, Virtudes
Casinello Plaza, Pepa
Castillo Mena, Alicia
Latorre González-Moro, Pablo
López Miguel, Miguel Ángel

Prólogos	17
Prólogo Susana Mora Alonso-Muñoyerro	19
Prólogo Alfonso García Santos.	21
La recuperación de la función	23
J. Monjo	
Lo spreco edilizio attuale ed il problema del "riuso" dell'edilizia esistente in rapporto all'insegnamento del "Restauro" nelle facoltà di Architettura europee.	25
S. Van Riel	
A survey database for the control of the seismic vulnerability: Acciano in the earthquake area of Abruzzo (Italy).	33
S. Bertocci	
Riuso, conservazione, sostenibilità	43
M. De Vita	
Santa Verdiana a Firenze: da complesso monastico a plesso didattico	51
F. Farneti	
Le città e le architetture della Sicilia autarchica: Materiali, tecniche realizzative e proposte di conversazione.	59
G. Minutoli	
Nuevos instrumentos de criterios y métodos de intervención: los planes nacionales de patrimonio cultural y el proyecto coremans	67
A. Muñoz Cosme	
De los criterios al método. La evolución reciente de la intervención sobre el patrimonio arquitectónico en España.	77
A. Muñoz Cosme	
Uso y cambio de uso de edificios históricos: notas sobre su pasado y su presente	93
J. García-Gutiérrez Mosteiro	
Sukiennice: from the commercial profane to the national sacred - recovering the Cracow Cloth Hall	101
A. Kadłuczka	
Un jardín de mercurio. Minas de Almadén	105
D. Cano-Lasso Pintos	
Un Laboratorio Museo come Stanza delle Meraviglie	111
A. Conte	
Patrimonio y crisis	119
J. Esteban Chapapría	
El proyecto ipex y su potencial.	127
M. Cruz Sagredo	
M. López García	
Restauro e riuso nei centri storici: per una rinnovata integrazione progettuale	133
F. Doglioni	

Nuevas necesidades, viejos edificios, nuevos usos	145
M. A. Garcés Desmaison	
La restauración del palacio Güell, con el dilema del uso como telón de fondo	
A. González Moreno-Navarro	155
Crisis y reutilización monumental	
A. González Moreno-Navarro	161
La memoria	
S. Pérez Arroyo	167
“Tempora mutantur et nos mutamur in illis”	
J.Sroczyńska	173
Entidades difusoras de información sobre patrimonio arquitectónico	181
V. Azorín López.	
A. Sorli Rojo.	
G. Mochón Bezares	
Reflexiones sobre la “recuperación arqueológica” en espacios históricos y su aportación a la vida ciudadana: ¿un reto o una utopía?	191
A. Castillo	
Los dragones serpentiformes pintados en las bóvedas nervadas del gótico final español	199
J.M. Rueda Muñoz de San Pedro	
Lenguaje personal o lenguaje de época. intervención en patrimonio.	209
F.J. Guerra Sáenz	
Comunicaciones	219
Validación de propuestas constructivas de intervención sobre muros medianeros en la ciudad histórica	221
E.A. Rodríguez Sánchez	
J.M. Cerrato	229
Gaudí - Escuelas Sagrada Familia: el traslado de una sola pieza	
J. M ^o Adell-Argilés	
La Villa de Urueña: seguimiento analítico para actuar en la conservación y restauración de su Castillo y la Muralla	237
O. Abril Revuelta	
R. Abril Revuelta	245
La cooperazione internazionale nel restauro	
G. Andrisani	
Segunda mitad del siglo XX. Grandes luces ligeras y la recuperación de sistemas tradicionales.	253
V. Antigüedad García	
Tighremt: a Ludic Journey in Draa Valley	261
M. Arena	
Building Archaeology and seismic risk in the Mugello: from the collection of data to the documentation of historical buildings	269
A. Arrighetti	

Análisis de los problemas ocasionados por la sustitución de estructuras de cubierta de madera en edificios de construcción tradicional por sus equivalentes de acero.	277
<ul style="list-style-type: none"> M. Arroba Fernández J. M. Meneses Navarro D. Mencías Carrizosa P. Benítez Hernández 	
Contribución de AENOR al conocimiento de las técnicas para la conservación del patrimonio arquitectónico en España	287
<ul style="list-style-type: none"> V. Azorín López M. Corroto M.A. Iglesias F. Machicado Martín M.I. Sánchez de Rojas 	
Studio delle malte antiche a base di calce: caratterizzazione delle materie prime e analisi dei processi di produzione	293
<ul style="list-style-type: none"> G. Bernardo 	
Il modello virtuale per il progetto: lo studio del «ProgettoOphelia»	303
<ul style="list-style-type: none"> A.Bixio E.Tolla G.Damone 	
La documentazione per il restauro: il rilievo della Bisericii Adormirea Maicii Domnului in Cau eni, Repubblica della Moldova.	311
<ul style="list-style-type: none"> S. Bua 	
Conservazione, permanenza, tradizione e mutamento nei centri storici cinesi	319
<ul style="list-style-type: none"> M. Calia 	
L'integrazione come tradizione del costruire la città	327
<ul style="list-style-type: none"> D. B. Campanale 	
Approccio metodologico per una progettazione integrata nel recupero energetico e funzionale del patrimonio edilizio storico	333
<ul style="list-style-type: none"> N. Cardinale A. Guida M. Serio 	
Tratamiento de un espacio patrimonial industrial: El caso de la Fábrica de Tabacos De Gijón	341
<ul style="list-style-type: none"> C. Castañeda López 	
Documentación y estudio de un "agregado" en la Ciudad de Cáceres: análisis fotogramétrico y gráfico.	349
<ul style="list-style-type: none"> P.A. Cruz Franco A.M. Rueda Márquez de la Plata 	
Restauración, Completamiento, Modificación, Ampliación. La idoneidad o el efecto del uso de materiales "modernos" en restauración.	355
<ul style="list-style-type: none"> M. De Juan Pelillo A. Establés Muñoz 	

La evolución de la rehabilitación arquitectónica en España vista a través de los premios de arquitectura.	363
M. de Miguel Sánchez	
M.P. Llorente Zurdo	
Semiautomatic techniques for the representation of painted vaults in true size of palazzo Pitti in Florence	371
Y.Volpe	
G. Del Duca	
Acoustic and functional analysis of León's Cathedral according to the choir position.	377
A. Díaz-Chyla	
A. Pedrero-González	
C. Díaz-Sanchidrián	
El análisis del coste del ciclo de vida y la evaluación de la intervención sostenible en el patrimonio arquitectónico	385
F. García Erviti	
G.M ^a . Ramírez Pacheco	
J. Armengot Paradinas	
Aproximación a los daños en edificios existentes producidos por errores en nuevas intervenciones	393
G. García López de la Osa	
Sistemas constructivos de vidrio y metal en la intervención sobre la arquitectura del hierro en España y su posibilidad de integración en el futuro	399
I. Gil Cruz	
Eficiencia energética y valores patrimoniales: Conflictos y Soluciones	407
J.L. González Moreno-Navarro	
J.Olona i Casas	
A.Dotor	
B.Onecha	
Recuperación de la técnica del estuco de cal acabado "a fuego"	415
F. González Yunta	
F. Lasheras Merino	
Metodología arqueológica aplicada al estudio de los materiales constructivos históricos. El ejemplo de los morteros romanos en España	423
P. Guerra García	
D. Sanz-Arauz	
Processi di recupero tecnologico del patrimonio edilizio identificabile con il geocluster regionale vernacolare	431
A. G. M. I. R. Guida	
N.Cardinale	
N. Masini	
M. De Luca Picione	
D. De Tommasi	
I. Mecca	
A. Pagliuca	
G. Rospi	

T. Cardinale	
La fotografía una herramienta para la restauración	439
B. Gutiérrez Miguélez	
Estudio de Casa Palaciega en Segovia. El patio porticado: ¿aglutinador de construcciones diversas?	447
M. Hernanz Casas	
Energy efficiency improvements in historic buildings. Developing an assessment methodology for the Scottish built heritage.	455
D. Herrera Gutiérrez-Avellanosa	
A. Bennadji	
Restauración y puesta en valor del Forn de la Vila de Lliria (Valencia)	463
J. Hidalgo Mora	
Documentación para la restauración de la ermita de la Virgen de las Lagunas, Villalvaro (Soria)	471
E. Rabasa Díaz	
M.A. Alonso Rodríguez	
D. Landínez González-Valcárcel	
Evolución, estratificación y complejidad de la arquitectura histórica: memoria e identidad	477
P. Latorre González-Moro	
Criterios e iniciativas alternativas para salvaguardar nuestro patrimonio en época de crisis	487
X. Laumain	
A. López Sabater	
La recuperación de la memoria del patrimonio rural a través de la restauración digital	495
F. Linares García	
Después de intervenir ¿qué? Propuestas para tres ermitas sorianas: Virgen del Val (Pedro), Ntra. Sra. de la Dehesa (Velamazán) y Virgen de Lagunas (Villalvaro)	503
J. F. Yusta	
J. Lorenzo	
I. Santa Olalla	
Knowledge of Romanic testimonials in Piedmont. The church of St. Peter to Albugnano	511
M. P. Marabotto	
Ligadura y puntillo. Ataduras en la arquitectura y consideraciones sobre su reutilización en el Patrimonio Arquitectónico.	519
F. Martínez González	
Arquitectura Liberty en la ciudad de Florencia. Giovanni Michelazzi.	527
I. Matoses Ortells	
La enseñanza de la Restauración Arquitectónica como herramienta de progreso en época de crisis	533
A. Casals Balagué	
J. Morros Cardona	
M. Genís-Vinyals	

E. García Mateu	
Representación de bóvedas de la arquitectura valenciana. Una línea sostenible de intervención	541
J. C. Navarro Fajardo	
L. Palmero Iglesias	
R. Raga Lluesma	
E. Capilla Tamborero	
V. Calvo Roselló	
Reutilizar En La Conservación Del Patrimonio: Sentido, Decoro Y Dignidad	549
M. Nieto Bedoya	
Nuevas tecnologías de medición al servicio del patrimonio: Sigüenza y Santa María de Huerta	555
J. C. Palacios Gonzalo	
R. Maira Vidal	
Urban places and valorization between history and project	563
A. A. Azzurra Pelle	
Chiesa del Carmelo di Ficarra: l'uso di più metodologie di rilievo per conoscere	571
F. Pisani	
Le decorazioni di palazzo Ricasoli, un esempio di conservazione	579
L. Puccini	
Il Palazzo del Podestà a Mantova: sperimentazione per il monitoraggio post-sisma	587
C. Raffaelli	
El fondo de la superficie. Recuperación de valores mediante la actualización de la técnica tradicional de protección de la piedra en las fachadas de la Casa Consistorial de Sevilla	595
M.D. Robador González	
P. Sanfiz Hernando	
Reconocimiento de los cambios geométricos producidos por la influencia de la técnica en los sistemas constructivos en 1850	603
A.M. Rueda Márquez de la Plata	
P.A. Cruz Franco	
Construcción de bóveda a escala reducida con cemento natural	611
M. Fortea Luna	
J.C. Salcedo Hernández	
I. Peco Royo	
J. Saumell Lladó	
Structural integrity and consolidation of the cathedral of Santiago de Cuba	619
M. Paradiso	
E. Perria	
S. Galassi	
D. Sinicropi	

Processi di recupero tecnologico del patrimonio edilizio identificabile con il geocluster regionale vernacolare

A. G. M. I. R. Guida

Prof. Arch. Università degli Studi della Basilicata

Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DiCEM) Matera (MT) Italia

N. Cardinale

Prof. Ing. Università degli Studi della Basilicata

Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DiCEM) Matera (MT) Italia

N. Masini

IBAM - CNR, Tito Scalo (PZ) Italia

M. De Luca Picione

Ing. Università degli Studi della Basilicata

Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DiCEM) Matera (MT) Italia

D. De Tommasi

Arch. Università degli Studi della Basilicata

Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DiCEM) Matera (MT) Italia

I. Mecca

Ing. Università degli Studi della Basilicata

Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DiCEM) Matera (MT) Italia

A. Pagliuca

Ing. Università degli Studi della Basilicata

Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DiCEM) Matera (MT) Italia

G. Rospi

Ing. Università degli Studi della Basilicata

Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DiCEM) Matera (MT) Italia

T. Cardinale

Ing. Università degli Studi della Basilicata

Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DiCEM) Matera (MT) Italia

Il lavoro di ricerca (PRIN 2009) mette a sistema le conoscenze tecnologiche e funzionali dell'architettura del passato con le elaborazioni concettuali, le metodologie progettuali, gli strumenti di elaborazione dati, gli standard qualitativi, nonché i materiali e le tecnologie attuali. L'obiettivo è quello di individuare le costanti che caratterizzano il Geocluster regionale e vernacolare, dell'entroterra lucano, nell'ipotesi di recupero funzionale-spaziale e di riqualificazione energetica, conservando le specificità proprie del costruito storico. Si sono individuate le linee guida di intervento che permettano di reinterpretare l'architettura tradizionale salvaguardando le esigenze di efficientamento energetico e la compatibilità storico-materica-architettonica dell'intervento proposto.

INTRODUZIONE

Il concetto di efficienza energetica degli edifici ha assunto un grande rilievo negli ultimi anni, determinando il nuovo quadro normativo, tuttora in costante evoluzione. La Direttiva Europea 2002/91/CE evidenzia il ruolo strategico dell'efficientamento energetico degli edifici nel raggiungimento degli obiettivi stabiliti dal Protocollo di Kyoto per la riduzione delle emissioni di CO₂. Com'è noto, infatti, il patrimonio costruito esistente in Europa è responsabile di oltre il 40% dei consumi finali di energia, di cui il 63% edile dovuto all'edilizia residenziale. In Italia, circa il 65% del patrimonio edilizio residenziale esistente è costituito da abitazioni edificate prima della metà degli anni Settanta, in assenza di qualunque "attenzione" agli aspetti energetici (E' del 1976 la legge 30/4/1976 n.373).

SCOPO DI RICERCA E LA METODOLOGIA

La ricerca ha proceduto alla caratterizzazione delle aree di riferimento con forti similarità ed all'individuazione delle più ricorrenti tipologie di "comportamento energetico" con relative analisi dei consumi monitorati sul campo, in funzione di parametri geografici, distributivi, funzionali e di contesto micro-urbanistico. Sono state poi selezionate le metodologie/soluzioni tecnologiche tipo per il miglioramento delle prestazioni energetiche e sono stati studiati i casi individuati con simulazioni di metodologie di calcolo in regime dinamico. Infine sono state associate ad un deficit energetico e ad una tipologia architettonico-tecnologica una o più soluzioni tecnologico-impiantistiche.

LA CARATTERIZZAZIONE DEI GEOCLUSTER

L'individuazione del Geocluster coincide con la porzione di costruito storico, della regione Basilicata, che appartiene all'edilizia residenziale minore diffusa. Sono aggregati insediativi in strutture portanti continue costruite in pietrame, tufo, terra cruda o scavate nelle formazioni geologiche naturali. Sono edifici ottenuti per semplice addizione di singole cellule abitative i cui involucri sono costituiti direttamente dal banco naturale o sono realizzati con materiali immediatamente disponibili sul territorio, secondo tecniche e tecnologie tradizionali. Sono stati quindi attuati approfondimenti volti a definire le possibili modalità d'intervento per il loro miglioramento energetico, ricavando sperimentalmente proprietà termofisiche dei materiali (calcareniti arenarie locali) e delle pareti (conducibilità e capacità termica, la conduttanza termica ecc) e procedendo ad una stima dei comportamenti sia nei mesi invernali che in quelli estivi tramite l'impiego del software Energy Plus per le simulazioni in regime dinamico (Crawley et.al.,2000), (Cardinale & Rospi, 2012) e Termolog e MC4 in regime stazionario.

Geoclusters oggetto di studio

Le aree campione oggetto della ricerca ricadono in Matera, Montescaglioso, Calvello e Missanello, sono state individuate per differente ubicazione orografica/altimetrica e climatica, e su queste sono state virtualmente sperimentate soluzioni energetiche:

di tipo "passivo", modificando le caratteristiche dell'involucro, quindi il comportamento energetico, con posa in opera di materiali o tecnologie (pannelli di aerogel - conducibilità 0.013 W/mK -, infissi in legno a bassa trasmittanza); di tipo "attivo", mediante inserimento di impianti (sistemi di climatizzazione ad alta efficienza: caldaie a condensazione - solo riscaldamento - e pompe di calore senza unità esterna, ad aria o geotermiche, reversibili - riscaldamento e raffrescamento; pannelli fotovoltaici - del tipo a tegola od a film sottile - e/o mini turbine eoliche di ultima generazione).

Nella simulazione con Energy Plus (ipotesi di flusso unidimensionale) è importante valutare i ponti termici caratterizzati da un flusso bi o tridimensionale. Solo per solai regolari (pareti piane), il metodo impiegato per la stima dei ponti è basato sul creare una superficie fittizia nelle pareti con isolante interno di area e materiale uguali a quelli della sezione del solaio in studio.

La simbologia utilizzata è stata la seguente: MT=Matera, MO=Montescaglioso, MIS=Missanello, C=Calvello, S/V=rappporto tra superficie disperdente e volume lordo riscaldato, Umedio=trasmittanza media. I dati dei casi MT1, MT2, MT3 sono ricavati, essendo edifici con ambienti in gran parte scavati nel terreno senza pareti controterra, nell'ipotesi di parete ideale di spessore massimo 1 m composta da calcarenite arenaria.

Il valore di massa superficiale risulta rilevante sia per le pareti verticali, valore compreso tra 555 e 1596 kg/m^2 , che per le pareti orizzontali, ad esclusione degli edifici di Missanello, a causa dei tetti in legno. In molti casi il rapporto tra superficie vetrata e calpestabile non supera il 5% (nullo per i casi scavati dei Sassi di Matera), ciò corrisponde ad un ridotto apporto di energia solare, che assicura una buona risposta dell'edificio in estate e rende non significativa la sostituzione degli infissi (Ballarini & Corrado, 2012). L'applicazione dell'isolamento di 2 cm di aerogel (o di isolante equivalente) riduce la trasmittanza media delle pareti ad un valore compreso tra il 50% e il 30%. È emerso che la temperatura interna non supera quasi mai il valore di set-point di 26 C in estate, rendendo il raffrescamento non necessario o minimale nella maggior parte degli edifici. Per evidenziare ciò in figura è mostrato l'andamento in regime spontaneo senza impianti della temperatura interna nel caso peggiore. Questo dato può emergere solo da un'analisi in regime dinamico evidenziando l'inadeguatezza del metodo stazionario per le valutazioni estive di strutture con elevata inerzia. Infatti un confronto tra i due metodi porta in alcuni casi a valori superiore di 10 volte.

Per quanto riguarda il riscaldamento è da notare che lo scostamento tra i due metodi nella valutazione del fabbisogno energetico è limitato in alcune situazioni, soprattutto quando l'edificio ha forma regolare e proprietà delle pareti ben identificabili. Per esempio in MISF11 lo scostamento è dell' 1%, in C294 è del 4 %, in MO3 è del 5% , in C6 e C291 è del 6 % in MO1 è del 10 %. Nel prosieguo analizziamo criticamente solo i risultati con il metodo dinamico.

Per Calvello nel caso invernale il fabbisogno di energia utile dell'involucro per unità di superficie utile Q_h/S_u con l'applicazione dell'isolante si riduce mediamente del 40 %. Nel caso estivo invece il Q_c/S_u sembra ridursi molto di più, per cui l'inserimento dell'isolante non è significativo. L'adozione di una pompa di calore (COP nominale di 2,64 senza unità esterna) riduce il fabbisogno di energia primaria E_{pi} di circa il 60

% rispetto al caso senza isolante e con caldaia tradizionale. Per l'estate il fabbisogno di energia Epe è ovviamente molto basso.

Per Missanello il fabbisogno invernale Q_h/Su invernale si riduce del 35 %, valore un po' più basso di Calvello, in quanto le pareti verticali presentano tra i componenti la terra cruda che ha una conducibilità termica di 0,36 W/mK, circa la metà di quella della pietra calcarea delle pareti di Calvello. In corrispondenza anche l'Epi si riduce meno rispetto a Calvello: 52 % contro il 60 %. Si confermano in estate valori di Q_c/Su ed Epe sempre molto bassi. Nel caso di Montescaglioso il miglioramento di Q_h/Su è del 20 %, minore di quello di Calvello e Missanello dato che il valore di trasmittanza di partenza è più basso. D'estate l'influenza dell'isolante su Q_c/Su è quasi nulla: si riduce infatti di 1,5 kWh/m², valore minimo che è paragonabile alle incertezze del metodo di calcolo. L'adozione della PdC porta ad un migliore Epi del 40 %, più basso degli altri casi, ma doppio rispetto al 20 % di Q_h/Su : l'impianto più efficiente influisce maggiormente poiché le sue prestazioni assolute sono indipendenti dal fabbisogno energetico dell'involucro.

Nel caso MT1, con grande percentuale di scavato 45 % e dove non è stato possibile applicare l'isolante, il piccolissimo miglioramento è dovuto al migliore infisso. Nel caso MT30, praticamente scavato al 100 % e senza isolante, la mancanza di irraggiamento e l'enorme inerzia termica del sottosuolo portano ad un valore di temperatura mai superiore a 23 °C con un Q_c/Su pari a 0. Il valore di Q_h/Su risulta basso, pari a 64 kWh/m²; questi valori per gli ambienti scavati sono però piuttosto incerti perché non esiste una trasmittanza ben determinata poiché non ci sono pareti contro terra ben definibili e con spessore noto. Nei casi MT2 e MTPS abbiamo edifici complessi a più livelli, con più ambienti con soffitti curvi, con spessori sempre elevati delle pareti, con buon soleggiamento che permette alla temperatura di superare talvolta i 26 °C quindi con necessità di raffrescamento, anche se minima. Per i due casi con isolante il miglioramento è del 30 %. Nel caso estivo l'isolamento in valore assoluto non incide significativamente su Q_c/Su , come negli altri casi. Da notare però che il caso MTPS è l'unico con peggioramento percentuale. Questa discrepanza è dovuta all'incertezza del calcolo causata dalle forme irregolari. Infine, l'uso della pompa di calore consente una riduzione nei due casi scavati dell'Epi del 28 %, mentre per gli altri due casi si raggiunge il 52%.

Negli ambienti con alta percentuale di scavato esiste poi il problema della elevata umidità relativa (Cardinale & Rospi & Stazi, 2010). Il suo abbassamento può essere ottenuto aumentando i ricambi orari. Nell'ipotesi di aumentare i ricambi da 0,3 ac/h a 2 ac/h, il fabbisogno energetico può addirittura triplicare. Questo dimostra che per gli ambienti ipogei dei "Sassi" la riduzione del fabbisogno energetico non è sempre possibile poiché è necessario assicurare il benessere termo igrometrico negli ambienti. In compenso l'elevata inerzia termica permette di abbattere il consumo di energia per raffrescamento negli ipogei, infatti in molti giorni addirittura necessitano di essere riscaldati.

A questo punto, si è ipotizzato l'impiego dell'isolante sul lato esterno delle pareti, per evidenziare l'eventuale differenza legata al suo posizionamento. Negli edifici di

Calvello abbiamo ottenuto nel caso del fabbisogno energetico invernale uno scostamento molto basso intorno all'1%. In base a questi risultati le prestazioni ottenibili con diversi posizionamenti dell'isolante sono equivalenti nel caso invernale. Nel caso estivo, l'isolante esterno riduce il fabbisogno energetico, in valori assoluti molto bassi (inferiori a 2 kWh/m²), anche nel caso senza isolante; per cui la posizione dell'isolante non interviene significativamente nel calcolo energetico.

Matera

Il geocluster di Matera, patrimonio Unesco dal 1993, si estende su una superficie di circa 390 km² posta a 45 km dal mare ed a 401 m s.l.m. con una popolazione di circa 61.000 abitanti. Il territorio è caratterizzato da una roccia molto duttile quale la calcarenite arenaria del Pleistocene che poggia su un substrato più compatto di calcare del Pliocene. Il geocluster corrispondente agli antichi rioni Sassi è stato a sua volta suddiviso in quattro tipologie: architetture scavate nella calcarenite arenaria, architetture costruite con conci di calcarenite arenaria, architetture miste (scavate e costruite) e palazzi nobiliari con parti scavate e costruite.

Lo studio energetico ha determinato che la calcarenite arenaria di Matera presenta le seguenti caratteristiche: massa volumica 825 kg/m³, conduttività 0,72 W/mK e calore specifico 1,1 kJ/kgK. I grandi spessori delle architetture scavate sembrano collocare gli ambienti studiati ad una classe energetica D se analizzati in regime stazionario e C se studiati in regime dinamico. Le architetture costruite, caratterizzate da spessori tra 30 cm a 100 cm, rientrano in classe G, non presentando apprezzabili differenze nelle due modalità di calcolo. Pertanto è emerso che questi ambienti presentano un buon livello di comfort energetico e che il maggior problema è rappresentato dagli elevati tassi di umidità che compromettono soprattutto l'abitabilità delle architetture scavate.

In questo contesto ovviamente molto diversi sono i risultati a seconda che si tratti di unità scavate o costruite:

- il caso MT1, scavato per il 45% e dove non è possibile applicare l'isolante, ha un piccolissimo miglioramento dei suoi parametri energetici per l'inserimento di un migliore infisso;
- il caso MT30, praticamente scavato per il 100% e quindi ancora senza isolante, non raggiunge mai un valore di temperatura superiore a 23°C con un fabbisogno energetico per il raffrescamento dell'involucro Q_c/S_u nullo. Il valore di fabbisogno energetico per il riscaldamento dell'involucro Q_h/S_u risulta basso, pari a 64 kWh/m². L'impiego della pompa di calore determina una riduzione del fabbisogno di energia primaria invernale E_{pi} del 28%;
- nei casi costruiti in cui è possibile applicare l'isolante il miglioramento si attesta al 30% in regime invernale, mentre l'uso della PdC consente una riduzione dell' E_{pi} del 52%.

Montescaglioso

Montescaglioso è un comune in provincia di Matera, si trova a circa 30 km dal mare, ad un'altitudine di circa 350 m s.l.m. e fa parte della zona climatica D. Presenta

un terreno prettamente argilloso-sabbioso con una morfologia irregolare. Il centro storico oggetto di analisi è interamente costruito in tufo, si trova nella zona più alta della città, ha una morfologia irregolare e vede al suo interno la declinazione della maggior parte delle tipologie abitative ricorrenti nel territorio lucano. Sono stati individuati complessivamente 8 casi studio, dei quali sono stati analizzati quelli più rappresentativi dal punto di vista energetico. Lo studio tipologico ha restituito coperture voltate completate esternamente da embrici, queste non sono né isolate né ventilate, fondazioni in muratura, collegamenti verticali costituiti da scale in muratura, strutture in elevazione in muratura portante in tufo con spessore variabile raggiungendo anche i 70-80 cm, finiture superficiali intonacate o scialbate di colore chiaro ed i serramenti in legno. Dal punto di vista energetico, tenuto conto di quanto sopra, della massa superficiale (825 kg/m^2), della conduttività ($0,77 \text{ W/mK}$) e del calore specifico ($0,89 \text{ kJ/kgK}$), risulta che tutti i casi studio rientrano nella classe energetica G. In questo contesto il miglioramento di Q_h/S_u dovuto alla posa in opera di un buon isolante sulle chiusure verticali esterne è del 20%, mentre l'adozione della PdC nei mesi estivi comporta un migliore Epi del 40%.

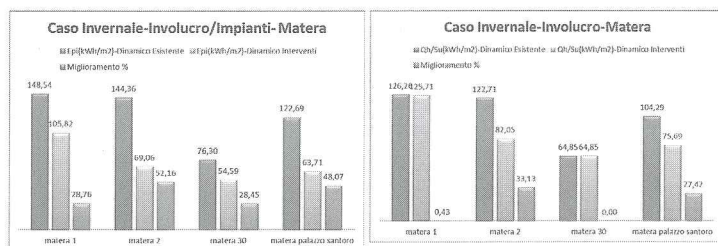


Figura 1. Estratto risultati Matera

Missanello

Il Comune di Missanello, sorge nella valle del fiume Agri, a 650 m slm su un territorio prevalentemente collinare. Ospita modeste costruzioni in terra cruda localizzate in zone estremamente periferiche, o in completo stato di abbandono, o usate come rifugi e depositi per attrezzi. La tecnica costruttiva della zona consisteva nella realizzazione di murature in mattoni di terra compressa formati a mano in appositi stampi di forma parallelepipedica e dimensioni variabili, comunemente chiamati "ciucioli". Essi, sfalsati e giuntati, formavano murature dello spessore massimo di 40cm circa. In alcuni casi, era presente fodera di protezione esterna, in blocchi di laterizio posti in opera con calce e disposti in modo da formare sottile parete di spessore variabile da 6 a 15 cm.

La principale tipologia edilizia riscontrata è l'unità singola isolata, in adobe e pirtame che, come cellula minima abitativa, veniva successivamente posta in adiacenza alle precedenti (stanza quadrata di circa 4-5 m di lato). Dalla simulazione termoenergetica si evince che il fabbisogno invernale Q_h/S_u con applicazione di isolanti lungo le pareti verticali si riduce del 35% e che l'Epi si riduce del 52%.

Calvello

Il Comune di Calvello, è l'esempio rappresentativo dei Centri Storici realizzati in muratura di pietrame di natura sedimentaria (calcarea, arenaria). I 7 casi studio rilevati, appartenenti a diverse fasi storiche, sono stati implementati tramite software di simulazione dinamica e suddivisi in 4 casi: casa in linea a più livelli con seminterrato, casa isolata su tre livelli, casa isolata su due livelli con seminterrato e casa in linea a due piani con due livelli seminterrati.

In regime invernale, l'applicazione di isolanti termici e la sostituzione di infissi consente la riduzione del fabbisogno di energia del 40%. In regime estivo bisogna invece ricorrere a soluzioni impiantistiche fortemente integrate con la conformazione dell'edificio.

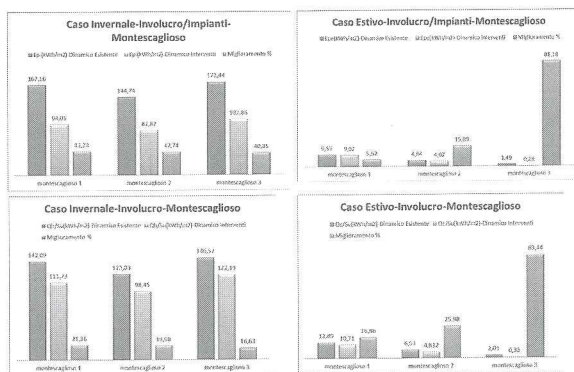


Figura 2. Estratto risultati Montescaglioso

CONCLUSIONI

In sintesi, si riporta che in regime estivo, la temperatura interna, nei casi i studio, non supera quasi mai il valore di set-point di 26 C in estate, rendendo il raffrescamento non necessario o minimale nella gestione energetica del comfort di questi edifici. Nel caso dei mesi invernali è da notare che lo scostamento tra i risultati ottenuti con metodi stazionari e dinamici nella valutazione del fabbisogno energetico è spesso ridotto.

In conclusione si è definito un manuale di buone pratiche replicabili in situazioni simili; supportando questo anche con un'analisi del ciclo di vita (LCA) e individuando una sperimentazione pratica applicata agli edifici in terra cruda sull'impiego di un pannello termoisolante di materiale "antico" in una chiave "moderna" grazie alla costruzione e prototipizzazione di una "Hot box" per la misura delle caratteristiche termofisiche delle pareti opache e trasparenti.

Il percorso della ricerca finalizzata alla verifica del rendimento energetico del patrimonio costruito si sviluppato attraverso: lo studio energetico del geocluster individuato con i suoi componenti architettonici; la validazione, in termini di efficienza energetica, dei materiali degli involucri edilizi storici; l'estensione dei risultati alle tipologie edilizie più "comuni" presenti in Basilicata; la reinterpretazione dell'architettura tradizionale mediterranea in termini energetici mediante la creazione di linee guida per il

recupero energetico; lo sviluppo di regole e procedure condivise coniugando le istanze conservative e le necessità di integrazione funzione/energia per le destinazioni previste; la divulgazione delle conoscenze acquisite nel corso del progetto di ricerca.

REFERENZE

Ballarini, I. & Corrado, V. 2012. Analysis of the building energy balance to investigate the effect of thermal insulation in summer conditions. *Energy and Buildings* 52: pp. 168-180.

Cardinale, N. & Rospi G. & Stazi, A. 2010. Energy and microclimatic performance of restored hypogeus building in south Italy: the "Sassi" district of Matera. *Building and Environment* 37(4): pp.94-106.

Crawley, D.B. & Lawrie, L. & Pedersen, C.O et al. 2001. Energy Plus: creating a new generation building energy simulation program. *Energy and Buildings* 33 (4): pp. 319-331.

Cardinale, N. & Rospi G. 2012. Introduzione alla simulazione Termoenergetica dinamica degli edifici. Capitolo su libro. Editoriale Delfino: pp.127-141