

**Valorizzazione e recupero del patrimonio abitativo  
dei centri storici minori: il cohousing come modello  
sostenibile di conservazione attiva**

---

*Valorization and refurbishment of the housing  
heritage of small historical villages: cohousing as a  
sustainable model of active conservation*

**Renato Morganti, Alessandra Tosone,  
Alessandra Bellicoso, Gianni di Giovanni**

**Parole Chiave:** Cohousing, Recupero, Centri storici minori.

---

**Keywords:** *Cohousing, Refurbishment, Small historical villages.*

## Sommario

Nell'ottica di una conservazione attiva, che consideri i centri storici minori italiani, non solo patrimonio culturale ma anche risorsa edilizia da riattualizzare, in chiave sia socio-economica che tecnologica, è centrale la scelta di un modello abitativo compatibile ed appetibile. Considerando che molti di questi piccoli centri nascono da processi di autocostruzione legati alle risorse locali e strettamente connessi alle attività economiche, prevalentemente del tipo agro-pastorale, il modello del cohousing appare efficace per la sua capacità di adattarsi alle specifiche situazioni locali. Gli assetti morfologici dei centri minori e i tipi edilizi presenti, oggetto di processi di trasformazione legati a dinamiche non riconducibili alla singola unità abitativa, quanto piuttosto al complesso del tessuto edilizio, mostrano una forte interrelazione che li lega non solo in termini fisico-dimensionali, funzionali e costruttivi, ma anche in termini prestazionali. La risoluzione del problema dell'intervento sui tessuti edilizi consolidati è riconducibile quindi, alla ricerca di un rapporto equilibrato tra la conservazione dei valori storici, architettonici, ambientali, materici e costruttivi, e il miglioramento delle prestazioni funzionali e tecnologiche in relazione ai mutati modelli d'uso.

La specificità dell'ambito di indagine, impone l'elaborazione di strumenti metodologici ed operativi in grado di considerare non solo parametri quantitativi riferibili alla definizione delle carenze prestazionali e alla individuazione delle diverse opzioni tecniche di intervento, ma anche parametri di tipo qualitativo legati alla valutazione della trasformabilità e della compatibilità delle soluzioni ipotizzabili. In relazione al modificarsi del modello insediativo residenziale e alla luce dei nuovi modelli di vita e di organizzazione familiare, nell'obiettivo di ridefinire nuovi specifici tipologici, è stato elaborato un iter metodologico-operativo che permette la definizione di nuovi specifici morfologici e la valutazione della loro compatibilità, nonché di quadri esigenziali e la loro relativa traduzione in requisiti tecnici. Lo stretto rapporto tra tipo, tecnologia e progetto, è assunto nella metodologia come chiave di lettura non solo dell'offerta prestazionale del patrimonio edilizio esistente, ma anche degli indirizzi di intervento e delle azioni progettuali corrispondenti, volte al ripristino della qualità perduta ed anche alla definizione della qualità da integrare al fine di incrementare i livelli prestazionali per soddisfare le esigenze di una utenza più consapevole. Il contributo intende presentare gli esiti di una ricerca applicata ad un particolare caso studio esemplificativo del modello tipologico indagato.

## Abstract

With the view to an active preservation, that considers Italian small historical villages not only as a cultural heritage, but also as a building resource suitable to be refurbished from the social-economic and technological point of view, the selection of a compatible and attractive housing model is crucial.

In the consideration that many of these small settlements grow from self-building processes linked to local resources and strictly connected to economic activities, mainly represented by agriculture and livestock farming, cohousing model seems to be efficient for its adaptability to specific local situations. The morphological structure of the small historical villages and the building types, object of transformation processes linked to dynamics not attributable to the single dwelling unit, but rather to the complex of the building fabric, show a strong interrelation that binds them not only in physical-dimensional, functional and constructive terms, but also in terms of performance.

The resolution of the problem of intervention on consolidated building fabrics can therefore be traced back to a balanced relationship between the conservation of historical, architectural, environmental, material and construction values, and the improvement of functional and technological performances in relation to the changed models of use. The specificity of the investigation field requires the development of methodological and operational tools able to consider not only quantitative parameters referring to the definition of performance deficiencies and the identification of the different technical intervention options, but also qualitative parameters linked to the evaluation of the transformability and compatibility of the hypothetical solutions.

In response to the change of the residential settlement model and to the light of new life models and family organization, with the aim of redefining new types of housing, a methodological and operation approach has been defined, which allows the definition of morphological housing models and the evaluation of their compatibility, as well as need frame translated into technical requirements. The close relationship between type, technology and project is employed in the methodology as the key to not only offer performance of the existing building, but also the address of speech and the corresponding project actions, aimed at restoring the lost quality and also the definition of quality to be integrated in order to increase the performance levels to meet the needs of more aware users. The paper intends to present the results of a research applied to a particular case study, exemplifying the typological model investigated.

## 1. Il modello del cohousing

L'idea del cohousing, così come lo intendiamo oggi, nasce in Danimarca verso la fine degli anni '60, per poi diffondersi rapidamente in altri paesi del Nord Europa quali Svezia ed Olanda. Negli anni '80, grazie agli studi di Mc Cannant e Durrett, il cohousing prende piede negli Stati Uniti ed arriva nell'Europa centromeridionale e nei paesi anglofoni a partire dagli anni '90 [Narne, Sfriso, 2013]. In Italia, dopo alcune esperienze più o meno consapevoli degli anni '80 e '90, nasce nel 2010, la Rete Italiana Cohousing [Guidotti, 2013]. Nel suo manifesto il cohousing è definito come “una modalità residenziale costituita da unità abitative private e spazi e servizi comuni ed è caratterizzata da una progettazione e gestione partecipata, condivisa, consapevole, solidale e sostenibile, lungo tutto il percorso. Gli spazi e i servizi comuni ove possibile sono aperti al territorio”. Comunità intenzionali al pari degli ecovillaggi da cui, in alcune esperienze, solo una linea sottile li divide, i cohousing si rivelano tali attraverso la socialità e la collaborazione intergenerazionale, la diffusione di idee e la solidarietà vicinale [Guidotti, 2013]. Le motivazioni che spingono gli utenti verso questo modello abitativo risiedono nell'aspirazione a ritrovare dimensioni di relazionalità, di aiuto reciproco e di buon vicinato e, contemporaneamente, il desiderio di ridurre la complessità della vita, dello stress e dei costi di gestione delle attività quotidiane [Bramanti, 2009]. Tipicamente gli insediamenti di cohousing consistono in 20-40 unità abitative private corredate da spazi coperti e scoperti destinati all'uso collettivo. La coabitazione combina dunque in modo nuovo l'autonomia dell'abitazione privata con i vantaggi di spazi, risorse e servizi condivisi. Non esistono caratteristiche predefinite per la realizzazione degli spazi comuni, in quanto essi dipendono dai desideri dei cohousers, dalla collocazione del complesso e dalla tipologia di intervento edilizio; tuttavia essi sono luoghi di socialità e risorsa per le attività dei singoli nuclei di utenti o del gruppo nel suo complesso, consentendo inoltre di disporre di servizi comuni quali i gruppi di acquisto solidale, il babysitteraggio e il car sharing, ma anche di razionalizzare gli spazi degli alloggi, con una riduzione delle metrature e del costo di costruzione. Nonostante l'estrema varietà dei progetti rispetto a principi insediativi e regole tipologiche, le diverse realizzazioni presentano quali caratteristiche ricorrenti la partecipazione, la progettazione intenzionale, ampi servizi in comune e la gestione diretta da parte dei residenti [Lietaert, 2010]. Inoltre, nella maggior parte dei casi, i progetti di cohousing sono improntati alla sostenibilità ambientale, al risparmio energetico e alla bioedilizia, consentendo benefici non solo economici ma anche

di natura ecologica [Narne, Sfriso, 2013].

### **1.1 Retrofit cohousing**

Generalmente il cohousing è frutto di una progettazione urbana specificamente rivolta alla nascita di edifici e quartieri di nuova costruzione, tuttavia, per l'onerosità di tali iniziative, si sono sviluppate esperienze di retrofit cohousing, un sottogruppo specifico di tale modello abitativo che utilizza unità immobiliari già disponibili, adattandole creativamente alle esigenze della vita comune [Bramanti, 2009]. Riqualficazione, recupero e riuso del costruito sono questioni centrali per lo sviluppo sostenibile con l'evidente vantaggio in termini di contenimento del consumo di suolo, ma anche con l'attivazione di nuove forme di partnership tra soggetti pubblici e privati, fruitori e professionisti. Rigenerazione, riuso e abitare collettivo coniugano infatti tre vie d'azione della sostenibilità: quella a livello ambientale, migliorando l'uso degli spazi, quella a livello sociale, rispondendo a bisogni primari e relazionali, e quella a livello economico, incrementando azioni di riqualficazione e di riattivazione di micro e piccole attività [Manzoni et al, 2014].

Affrontare il tema del cohousing come sperimentazione negli interventi sull'esistente è una sfida che il progetto di architettura non può delegare, ma che deve affrontare proponendo una molteplicità di soluzioni architettoniche, tipologiche, tecnologiche, costruttive e gestionali, sviluppando strategie innovative, nuovi modelli di intervento e impostazioni di progetto in grado di porsi come processi virtuosi e pratiche ripetibili [Baratta et al, 2014].

### **1.2 Retrofit Cohousing e centri minori**

Sebbene il retrofit cohousing sia, nelle esperienze italiane, prevalentemente rivolto ad interventi alla scala urbana ("Residenza Porta Palazzo" a Torino, "Abitiamo insieme Ascoli" ad Ascoli Piceno, la "Residenza" a Bologna, ecc.) esso appare un modello abitativo compatibile ed appetibile anche nell'ottica di un recupero sostenibile che consideri i centri storici minori italiani non solo patrimonio culturale, ma anche risorsa edilizia da riattualizzare, sia in chiave socio-economica che tecnologica. Considerando che molti di questi piccoli centri nascono da processi di autoconstruzione legati alle risorse locali e strettamente connessi alle attività economiche, prevalentemente di tipo agro-pastorale, il modello del cohousing appare efficace per la sua capacità di adattarsi alle specifiche situazioni locali e perché contiene molti aspetti già distintivi dei modelli sociali ed insediativi che, fino ad un recente passato, hanno caratterizzato i centri storici minori. La stessa dimensione della struttura insediativa, con strade strette e tessuti compatti, spesso dettati da esigenze climatiche, facilitava la vita comunitaria, la collaborazione e il vicinato [Stamenovic, 2014] come anche la condivisione di

spazi comuni quali la corte, il forno o il lavatoio. Del resto il cohousing incorpora molte delle qualità delle comunità tradizionali e come afferma Lietaert “è una risposta nuova a un bisogno antico, abitare in comunità è una pratica vecchia come il mondo (...). L’idea è quella di tornare allo stile di vita dei nostri nonni, con la differenza che oggi la privacy dell’individuo è rispettata” [Rottini 2008]. I centri storici minori italiani sono caratterizzati da significativi valori storici, architettonici, paesaggistici ed ambientali, ma anche da un rilevante stato di precarietà che ne rende critica la sopravvivenza, in relazione alle limitate possibilità di sviluppo economico, al progressivo spopolamento e al conseguente degrado. Tuttavia il loro patrimonio edilizio rappresenta oggi, nell’ottica di uno sviluppo sostenibile, un’offerta rilevante in termini abitativi che, attraverso un recupero mirato ad una diversificata offerta funzionale, potrebbe essere in grado di rispondere alle necessità di un mutato modello sociale. Molte regioni italiane hanno avviato programmi di valorizzazione dei borghi interni abbandonati o semi-abbandonati, al fine di reinserire il patrimonio edilizio esistente, dotato di un’intrinseca bellezza, nel mercato edilizio. L’avanzamento delle ricerche nel campo delle “ecocity” ha portato a ritenere che il recupero dei borghi non sia solo utile per la valorizzazione e la salvaguardia del territorio e dei beni culturali presenti, ma che rappresenti un vero settore economico ed un’opportunità di investimento. Proprio in questo ambito le sperimentazioni perseguono nuovi modelli di vita ecosostenibile e nuovi modi di abitare comunitario come nel caso del cohousing [Francese, Arditi, 2014]. In quest’ottica il recupero dei centri storici implica la ricerca di azioni capaci di coniugare tutela del patrimonio edilizio e necessità di costruzione di spazi dove convivere in maniera armoniosa e civile, avendo la possibilità di soddisfare desideri e bisogni, anche attraverso forme di partecipazione con cui favorire relazioni durature e formare una comunità, un vicinato, un gruppo motivato in grado di realizzare la crescita armoniosa dell’ambiente circostante, aumentando i fattori di qualità della vita propria ed altrui. Gli abitanti ricevono infatti, innegabili benefici derivanti dal mix funzionale che si realizza nel cohousing, condividendo gli spazi abitativi e quindi riducendo le spese, realizzando attività produttive ed economiche in funzione dell’organizzazione della comunità, trovando possibilità di scambio culturale ed intergenerazionale [Mortola, Mecarelli, 2009]. In considerazione che nell’Italia centro meridionale l’insieme dei piccoli centri rappresenta il sistema insediativo più diffuso e caratterizzante, in particolare il contesto ambientale delle aree interne, la ricerca ha inteso trovare ambiti di applicabilità diversi della strategia del retrofit cohousing e ambiti di validazione di una metodologia utile alla verifica e

controllo dell'intero processo progettuale dalla definizione delle sue premesse fino alla loro traduzione coerente in strategie operative e azioni d'intervento. In particolare, nel caso di studio di San Pio di Fontecchio, in relazione alla sua condizione post-sisma, si assume il duplice obiettivo della ricostruzione e del miglioramento delle condizioni di "urbanità" per un'inversione delle negative dinamiche in atto.

## 2. Metodologia

La specificità di una sperimentazione del retrofit cohousing applicata ai centri minori, implica l'elaborazione di strumenti metodologici ed operativi in grado di considerare non solo parametri quantitativi riferibili alla definizione delle carenze prestazionali e alla individuazione delle diverse opzioni tecniche di intervento, ma anche parametri di tipo qualitativo legati alla valutazione della trasformabilità del contesto e della compatibilità delle soluzioni ipotizzabili. Nell'ottica della "trasformazione controllata", il nodo fondamentale per la risoluzione del problema dell'intervento sui tessuti edilizi consolidati è riconducibile quindi, alla ricerca di un rapporto equilibrato tra la conservazione dei valori storici, architettonici, ambientali, materici e costruttivi, e il miglioramento delle prestazioni funzionali e tecnologiche in relazione ai mutati modelli d'uso.



Figura 1

San Pio di Fontecchio. Metodo grafico: il Sistema Borgo. Analisi dei caratteri morfologici.

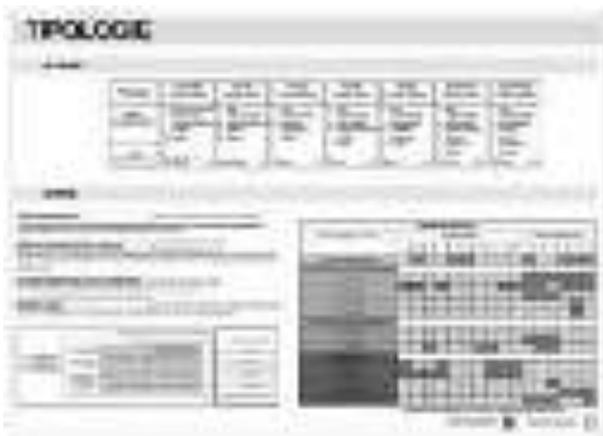
Nella definizione di nuovi modelli tipologico-abitativi, si assume come azione prioritaria la conoscenza storico-critica di diversi casi studio, nel loro processo generativo e trasformativo, e si delinea un vero e proprio “progetto della conoscenza” in grado di mettere a sistema gli strumenti analitici e i dati conoscitivi utili ad un’azione di trasformazione controllata finalizzata ad una ri-attualizzazione funzionale e tecnologica del patrimonio edilizio storico assunto come “risorsa disponibile”; una strutturazione della conoscenza capace di trasformare il dato analitico in indicazione strategica, e il modello di lettura in matrice organizzativa del progetto. Gli assetti morfologici dei contesti indagati e dei tipi edilizi presenti, sono infatti, oggetto di processi di trasformazione legati principalmente a dinamiche non riconducibili alla singola unità abitativa, quanto piuttosto al complesso del tessuto edilizio, e mostrano una forte interrelazione che li lega non solo in termini fisico-dimensionali, funzionali e costruttivi, ma anche in termini prestazionali. Gli indirizzi operativi quindi, in una logica interscalare, dal sistema insediativo del borgo al sistema costruttivo dell’aggregato o del singolo edificio, devono coerentemente delineare una operabilità multifattoriale rapportabile sia ai parametri qualitativi che quantitativi emersi dalle analisi condotte, prefigurando sempre una diversa articolazione di progetto, secondo specifici codici di praticabilità progettuale: adattabilità, flessibilità, duttilità.



**Figura 2**

Metodo grafico: il Sistema Aggregato. Analisi dei caratteri relazionali, funzionali, costruttivi e prestazionali.

La adattabilità riguarda il sistema edificato con la definizione di un diverso rapporto del sistema spazi chiusi/spazi aperti, spazi privati/spazi pubblici e del sistema alloggio con la trasformazione di alcuni che assumono un ruolo protesico rispetto alla dimensione più privata dell'abitare. La flessibilità, riferita al sistema spaziale, agisce sui parametri funzionali dell'alloggio, assicurando diversi assetti distributivi nel tempo lungo e breve, al fine di dare risposte adeguate ai processi di espansione, contrazione e frazionamento dei potenziali nuclei di utenza. La flessibilità è quindi, riguardata sia come flessibilità d'uso e quindi connessa alla variazione del contenuto funzionale di uno spazio, sia come flessibilità dello spazio a cui è legata l'opzione di variazione del suo assetto funzionale. La duttilità del sistema tecnologico si traduce nelle azioni dell'integrare, assemblare, stratificare, ibridare, schermare secondo una strategia di progetto che mira alla conservazione dei componenti strutturali integri, e propone una sostituzione controllata, in funzione del quadro esigenziale con l'integrazione di dispositivi funzionali ed impiantistici per un complessivo innalzamento delle prestazioni d'uso. Nell'obiettivo di ridefinire nuovi specifici tipologici, in relazione al modificarsi del modello insediativo residenziale, la rivisitazione del quadro esigenziale alla luce dei nuovi modelli di vita e di organizzazione familiare [Sapio, 2010] impone infatti, l'adeguamento dei livelli prestazionali attraverso la reinterpretazione del sistema spaziale e tecnologico al fine di una reale appetività residenziale permanente dei centri minori.



**Figura 3**

Metodo analitico: griglia meta-progettuale per la definizione delle classi di utenza, tipologia degli alloggi e categorie di servizio.

La definizione dei nuovi specifici morfologici a carattere abitativo è sviluppata quindi, attraverso l'analisi e selezione di categorie di utenze generiche e specializzate, per esempio famiglie tradizionali e allargate, singles, coppie senza figli, stranieri, anziani, studenti, lavoratori pendolari, ecc.; la definizione dei quadri essenziali per le diverse utenze e loro traduzione in requisiti tecnici, in particolare, requisiti del sistema spaziale, ambientale e tecnologico; la definizione meta-progettuale di modelli abitativi specifici e la valutazione della loro compatibilità con le diverse tipologie edilizie nei diversi casi di studio; la individuazione degli interventi necessari e congruenti all'adeguamento funzionale e tecnologico mediante l'applicazione di tecnologie a secco. In particolare rispetto ai modelli abitativi è possibile lavorare su una diversa prefigurazione di modello d'uso che indirizza il sistema abitativo verso una multifunzionalità che attualizzi tutte le categorie e tipologie di spazio, lavorando ad una diversa organizzazione delle condizioni al contorno sia in termini di relazione che di distinzione. L'uso di sistemi costruttivi a secco garantisce queste modalità di intervento volte ai criteri di adattamento e di retrofitting funzionale e tecnologico ipotizzabili, assecondando un processo di personalizzazione programmata dell'intervento necessaria alla realizzazione di nuovi modelli abitativi, in un'ottica di scenario.

### **3. Ambito di sperimentazione: San Pio di Fontecchio**

San Pio, piccolo borgo situato nel Comune di Fontecchio, a circa 720 mt s.l.m., all'interno della Valle Subequana, tra il fiume Aterno ed i comuni di Fontecchio e Fagnano, nel cuore del Parco Regionale del Sirente-Velino, è uno dei 57 paesi che costituiscono il cosiddetto "cratere simico" a seguito del terremoto che ha colpito L'Aquila ed il suo territorio nell'aprile del 2009. Il centro trae le sue origini da un piccolo insediamento, probabilmente vestino, sul Monte San Pio, poi abbandonato per fondare l'attuale borgo; questo ricadeva nella giurisdizione della Badia di Farfa con la Chiesa di Santa Maria a Graiano ed il relativo convento i cui resti sono ancora visibili [Paolini, 2003]. Il nucleo edificato è contenuto nel perimetro delle mura, che racchiudevano le antiche proprietà costituite dall'insieme del palazzo signorile, delle stalle, dei granai e degli ampi orti murati, ed è caratterizzato dalla presenza di un ampio spazio aperto detto "piazza d'armi", area protetta e luogo di difesa vicino al quale sorgeva la torre principale di avvistamento. Il tessuto edilizio si presenta molto denso, generato da una cellula base che, nel rispetto di regole aggregative diverse, da origine a unità residenziali del tipo a schiera, caratterizzate a volte dalla presenza di profferli, scale esterne, o

al contrario, attraverso processi di refusione, a “case muro” con collegamenti verticali posti all’interno. Una diversa cellula edilizia, di dimensioni maggiori, genera le unità destinate ad uso agricolo che restano o inserite all’interno degli aggregati residenziali o, al contrario, costituiscono aggregati a sé stanti.

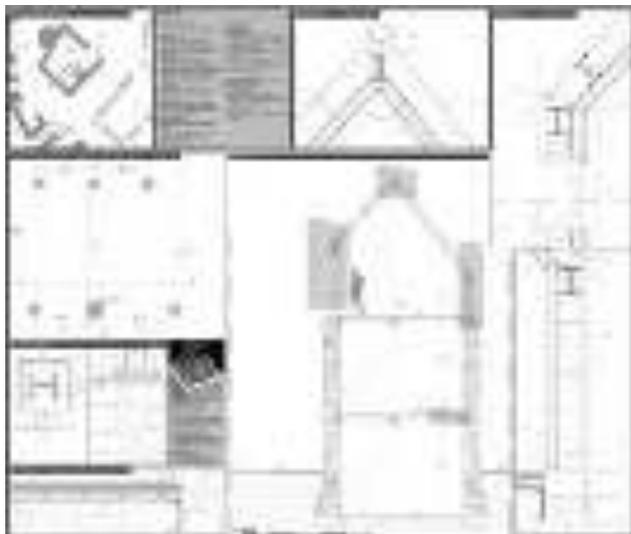
La ricerca ha affrontato la sperimentazione progettuale sugli aggregati edilizi che costituiscono il nucleo più antico del borgo già prima caratterizzati da un significativo stato di abbandono e attualmente danneggiati e inagibili a seguito del sisma. Nella specificità del contesto di San Pio il progetto di retrofit cohousing assume un duplice obiettivo, quello di integrare al processo di ricostruzione post-sismica, attraverso cui garantire la sua conservazione ed un complessivo miglioramento dei livelli di sicurezza, un progetto di recupero in grado di essere occasione e volano di riqualificazione dell’abitato, per un miglioramento delle condizioni di “urbanità” e di valorizzazione delle potenzialità riscontrate per un’inversione delle negative dinamiche socio-economiche in atto. In quest’ottica e all’interno dell’impostazione metodologica, per la particolarità del contesto, sono stati elaborati strumenti operativi in grado di definire, in termini qualitativi e quantitativi, i caratteri spaziali, funzionali e tecnologici della porzione di tessuto edilizio selezionato e di restituirli in termini di suscettività, ossia del complesso delle risorse disponibili e riutilizzabili.



**Figura 4**

Codici di praticabilità progettuale: la flessibilità del Sistema Spaziale.

Per la individuazione dei nuovi modelli tipologico-abitativi è stata definita una griglia meta-progettuale utile alla definizione, in termini di appetività, delle diverse categorie di utenza, tra quelle individuate come permanenti, cui riferire una residenzialità stabile per diverse tipologie di nucleo familiare, e quelle non permanenti cui riferire una residenzialità stagionale o occasionale articolata su diverse tipologie di fruitori in forma singola o associata; delle differenti tipologie di alloggio, secondo articolate aggregazioni delle unità ambientali, in relazione ai gruppi di fruizione e alle categorie di residenzialità; delle caratteristiche dell'alloggio in termini di privacy, condivisibilità, accessibilità, adattabilità, ecc. Con lo stesso metodo analitico sono state definite le categorie di servizio alla residenza: servizi propri, integrativi, compatibili, locali, stabilendo per ciascuno di essi una diversa condizione di relazione, privilegiata o opzionale, per ciascuna classe di utenza. Per tutte le diverse tipologie di alloggio e servizi sono stati definiti layouts dimensionati caratterizzati da specifici requisiti, spaziali e ambientali. Il raffronto tra suscettività ed appetività, ossia tra offerta e domanda, ha definito una prefigurazione dinamica del modello di retrofit cohousing con la definizione di 17 alloggi privati, di diverso taglio, in grado di ospitare nuclei di residenzialità permanente e/o temporanea per un totale di 41 utenti, con una superficie residenziale di circa 1000 mq.



**Figura 5**

Codici di praticabilità progettuale: la duttilità del Sistema Tecnologico.

I servizi destinati, secondo le categorie definite ed i diversi livelli di integrazione, occupano una superficie di circa 370 mq, con una dotazione per utente media di 9 mq comprendendo spazi di ricreazione, socialità, sale proiezione, ludoteca, laboratori, ecc. Il progetto di recupero ha adottato, come prevalenti, i codici di praticabilità progettuale della flessibilità e della duttilità, applicandoli in relazione ad un criterio di riconfigurazione tipologica del costruito, sia in pianta che in alzato, generando una combinazione di alloggi duplex e simplex trasformabili secondo parametri di ampliabilità ed integrabilità in orizzontale e verticale.

Tale impostazione operativa ha implicato la considerazione di questi particolari organismi edilizi come costituiti da una struttura di supporto fissa e di lunga durata, in particolare il sistema delle matrici geometrico-strutturali delle maglie murarie, su cui integrare elementi di completamento smontabili, intercambiabili e di durata più breve, in grado di assicurare flessibilità, adattabilità al sistema edificio-alloggio. Per le componenti del sistema costruttivo, per lo più orizzontamenti e collegamenti verticali, integrate o sostituite, si ricorre all'uso dell'acciaio e del legno, anche secondo soluzioni costruttive ibride, congruenti ai livelli prestazionali definiti, mentre per la ridefinizione, parziale o totale dell'involucro si ricorre alla scelta mono-materica dell'acciaio corten. Per le componenti del sistema spaziale si progettano blocchi funzionali, anch'essi in legno e acciaio, in grado di soddisfare i requisiti richiesti, integrando secondo aggregazioni diverse anche le dotazioni impiantistiche, riducendo al minimo le interazioni con le maglie murarie d'ambito.

## 4. Conclusioni

Gli esiti dell'applicazione e della validazione dello strumento metodologico elaborato, mostrano le potenzialità di un progetto di retrofit cohousing applicato ai centri minori italiani, sia rispetto alle risorse residenziali attivabili, sia rispetto all'efficacia e alla qualità dei nuovi modelli abitativi prefigurabili. Appare inoltre necessaria e significativa l'elaborazione strumenti metodologico-operativi specializzati, regolabili su criteri di preferenzialità e ottimalità capaci di commisurare il miglior rapporto possibile tra gli aspetti connessi alla fisionomia del costruito storico e quelli legati alla fisiologia di un organismo edilizio destinato ad un aggiornato modello residenziale, garantendo la salvaguardia del dato storico ed identitario del patrimonio costruito senza rinunciare ad una sua attualizzazione prestazionale complessiva. Nel quadro delle dinamiche dei finanziamenti regionali e anche comunitari è auspicabile che i programmi finalizzati al recupero del

peculiare patrimonio edilizio italiano dei centri minori possano essere primariamente rivolti ad interventi sul territorio con progetti pilota anche mediante accordi con enti e associazioni pubbliche e/o private.

## 5. Bibliografia e riferimenti

Baratta, A. F. L., et al [2014]. “Cohousing e recupero del patrimonio edilizio esistente: le ragioni di orientamenti congiunti”, in Baratta, A. F. L., Finucci, F., Gabriele, S., Metta, A., Montuori, L., Palmieri, V. (a cura di). *Cohousing. Programmi e progetti per la riqualificazione del patrimonio esistente*, Pisa: Edizioni ETS.

Bramanti, D. [2009]. *Le comunità di famiglie. Cohousing e nuove forme di vita familiare*, Milano: Franco Angeli.

Francese, D., Ardiri, G. [2014]. “Rigenerazione urbana per rinnovato assetto territoriale in Calabria”, in Baratta, A. F. L., Finucci, F., Gabriele, S., Metta, A., Montuori, L., Palmieri, V. (a cura di). *Cohousing. Programmi e progetti per la riqualificazione del patrimonio esistente*, Pisa: Edizioni ETS.

Guidotti, F. [2013]. *Ecovillaggi e cohousing*, Firenze: Terra Nuova.

Liettaert, M. [2010]. “Il cohousing: origini, storia ed evoluzione in Europa e nel mondo” in Sapio, A. (a cura di). *Famiglie, reti familiari e cohousing*, Milano: Franco Angeli.

Manzoni, G. D., Giorgi, E., Cattaneo, T. [2014]. “Riuso e abitare condiviso: sostenibilità ambientale e sociale. Modalità di intervento in centri commerciali, aree artigianali e residenziali dismesse”, in Baratta, A. F. L., Finucci, F., Gabriele, S., Metta, A., Montuori, L., Palmieri, V. (a cura di). *Cohousing. Programmi e progetti per la riqualificazione del patrimonio esistente*, Pisa: Edizioni ETS.

Mortola, E., Mecarelli, F. [2009]. *Cohousing e progettazione partecipata nei centri storici. Il caso di un ex monastero a Magliano Sabina*, Roma: Gangemi Editore.

Narne, E., Sfriso S. [2013]. *L'abitare condiviso. Le residenze collettive dalle origini al cohousing*, Venezia: Marsilio Editori.

Paolini, G. [2003]. *La vita transecolare del contado aquilano. Villa san Pio, Fontecchio e famiglia Paolini di L'Aquila*, Teramo: Andromeda Editrice.

Rottini, A. [2008]. *Cambio casa cambio vita*, Milano: Terre di mezzo.

Sapio, A., (a cura di) [2010]. *Famiglie, reti familiari e cohousing*, Milano: Franco Angeli.

Stamenovic, R. B. [2014]. “Cohousing- Il ciclo”, in Baratta, A. F. L., Finucci, F., Gabriele, S., Metta, A., Montuori, L., Palmieri, V. (a cura di). *Cohousing. Programmi e progetti per la riqualificazione del patrimonio esistente*, Pisa: Edizioni ETS.

**Evaluación de la eficacia del silicato de etilo  
en la consolidación de ladrillos elaborados  
con y sin aditivos**

---

*Assessment of the efficacy of ethyl silicate  
in the consolidation of bricks with and  
without additives*

**Giuseppe Cultrone, Vanesa Sánchez Ibáñez,  
Eduardo Sebastián Pardo**

**Palabras Claves:** Ladrillos macizos, Consolidación, Sistema poroso, Envejecimiento acelerado, Calidad técnica

---

**Keywords:** *Solid bricks, Additives, Consolidation, Porous system, Accelerated decay, Technical quality*

## Resumen

Se ha estudiado la eficacia de la consolidación en ladrillos. Entre la gran variedad de productos existentes en el mercado, los consolidantes organosilícicos son los más apropiados a la hora de tratar los ladrillos por su afinidad composicional una vez que ha polimerizado el producto. Sin embargo, un aspecto como el de la cantidad de producto a aplicar a un ladrillo necesita ser investigado más en detalle. En efecto, se ha observado que un producto como el silicato de etilo no consigue penetrar en profundidad debido a la evaporación del solvente durante la fase de aplicación lo que da lugar, durante un proceso de deterioro, al desplazado del material. Por tanto, se quiere valorar la eficacia del silicato de etilo en la consolidación de ladrillos variando la concentración del producto a aplicar. El producto elegido ha sido el ESTEL 1000 y ha sido diluido al 25% y 50% en white spirit. Se han controlado los posibles cambios en la compacidad, sistema poroso y color de los materiales así como su resistencia al envejecimiento acelerado producido por el ensayo de cristalización de sales. El consolidante se ha aplicado con brocha sobre ladrillos macizos cocidos a 800, 950 y 1100 °C. Se utilizaron tres tipos de ladrillos, sin aditivos, con sal común (30% en peso) y con lodo de diatomita calcinada (10% en peso). El silicato de etilo ha causado la disminución de la porosidad de los ladrillos siendo más acentuada cuanto mayor era la concentración de producto. La consolidación ha dado lugar a piezas más compactas y duraderas frente a la acción disgregadora producida por el ensayo de cristalización de sales. Sin embargo, los ladrillos más duraderos han resultado ser los tratados con la dilución del 25% de producto. La mayor dilución de silicato de etilo ha permitido una penetración a mayor profundidad del producto y ha mejorado la cohesión entre los granos minerales de los ladrillos.

## Abstract

We studied the effectiveness of bricks consolidation. Among the great variety of products on the market, the organosilicon compounds are the most appropriate for bricks treatment because of their compositional affinity once the product has polymerized. However, the amount of product to be applied to bricks needs a more detailed investigation. In fact, a product like ethyl silicate does not penetrate in depth due to the evaporation of the solvent during the application phase. This causes, during decay process, the spalling of the material. Therefore, we want to

assess the effectiveness of ethyl silicate in the consolidation of bricks by varying the amount of product to be applied. We chose ESTEL 1000 and diluted it to 25% and 50% in white spirit. We controlled the possible changes in the compactness, porous system and color of the materials as well as their resistance to accelerated decay by salts crystallization test. The consolidant product was applied by brush on solid bricks fired at 800, 950 and 1100 °C. Three types of bricks were used: one of them had no additives; a second group was prepared by adding common salt (30% by weight); and a third group was prepared by adding calcined diatomite sludge (10% by weight). Ethyl silicate favored the decrease in bricks porosity being more pronounced the higher the concentration of the product. The treatment led to more compact and durable bricks when they were subject to salts crystallization test. However, the most durable bricks were those treated with 25% dilution of the product. The higher dilution of ethyl silicate favored a deeper penetration of the product and improved the cohesion between the mineral grains of the bricks.

## 1. Introducción

Desde la antigüedad el ser humano ha procurado proteger edificios y obras de arte del deterioro sustituyendo las piezas más dañadas o aplicando aceites y resinas que impidieran la acción dañina del agua y otros factores en el seno de los materiales [Snethlage, 2014]. No fue hasta principios del siglo XX cuando se empezaron a fabricar productos consolidantes e hidrofugantes derivados de la industria química para contener el deterioro de los materiales que constituyen el patrimonio arquitectónico.

Un producto consolidante tiene la función de mejorar la cohesión y adherencia entre las partículas que constituyen el material de construcción. Como consecuencia se mejora la resistencia mecánica del material y se suele modificar el sistema poroso haciendo más difícil la penetración del agua y soluciones salinas. Desde el punto de vista teórico es deseable que la penetración del consolidante sea homogénea y que alcance la zona sana del material para favorecer una buena unión entre los granos minerales [Esbert y Díaz Pache, 1993]. En la práctica es más que probable que la penetración del consolidante no sea la misma en todas las zonas y que queden zonas mal consolidadas y con mayor porosidad donde será más fácil el acceso de los fluidos.

En este trabajo se ha estudiado la eficacia de los consolidantes en ladrillos, uno de los materiales de construcción más utilizados a lo largo de la historia y cuyo uso se extiende hasta nuestros días. La abundancia del ladrillo en la construcción está esencialmente ligada a la facilidad en localizar y usar tierras arcillosas para su elaboración, así como al bajo coste del producto cocido y a sus buenas propiedades físicas y mecánicas una vez puesto en obra [Warren, 1999]. En cuanto a la composición, los ladrillos son materiales silicatados dado que cuarzo y filosilicatos suelen ser los minerales más abundantes en las materias primas arcillosas. Teniendo en cuenta esta mineralogía, los consolidantes organosilícicos son los más apropiados por su afinidad composicional una vez que ha polimerizado el producto [Liu et al., 2013].

El objetivo del presente trabajo ha sido valorar la eficacia del silicato de etilo en la consolidación de los ladrillos. El silicato de etilo es el producto más comúnmente utilizado en la consolidación de las rocas, sobre todo las de naturaleza silíceas [Franzoni et al., 2015a]. Sin embargo, un aspecto como el de la cantidad de consolidante a aplicar necesita ser investigado más exhaustivamente. De hecho, se ha observado que el silicato de etilo no consigue penetrar en profundidad debido a la evaporación del solvente durante la fase de aplicación [Franzoni et al., 2015b]

lo que da lugar, durante un proceso de deterioro, al desplazado del material [Elert et al., 2015]. Por tanto, se ha decidido diluir el silicato de etilo con solvente y aplicarlo en dos concentraciones diferentes para verificar si una mayor dilución del producto favorece una mejor penetración o si, por el contrario, una mayor concentración logra una mayor consolidación del material.

## 2. Materiales y métodos

Para este estudio se han utilizados ladrillos macizos elaborados con y sin aditivos. Para su fabricación se ha utilizado una tierra arcillosa procedente de Jun (Granada, España) que es rica en cuarzo y filosilicatos y contiene menores concentraciones de calcita, feldespatos *s.l.* y yeso. Se han añadido sal común (halita) y lodo de diatomita calcinada como aditivos durante el proceso de amasado. Se ha elegido la sal común porque actúa como fundente y, por tanto, puede abaratar los costes de producción debido a la menor cantidad de energía necesaria para la cocción de los ladrillos. Por otra parte, el lodo de diatomita calcinada puede representar un beneficio desde el punto de vista medioambiental por la reutilización de un material de desecho en la elaboración de ladrillos. La sal común procede de la evaporación del agua del mar y se utiliza principalmente en el sector de la alimentación mientras que el lodo de diatomita procede de una fábrica de cerveza que lo utiliza durante el proceso de filtrado de la cerveza. Se han añadido 30% en peso de sal común y 10% en peso de lodo de diatomita a la materia prima arcillosa. Los ladrillos, de forma cúbica y 4 cm de lado, fueron cocidos en un horno eléctrico y atmosfera oxidante a 800, 950 and 1100 °C. En total se han preparado nueve tipos de ladrillos que se han nombrado con las siglas J, JS y JD para distinguir los ladrillos sin aditivos de los que tenían añadido la sal o la diatomita, respectivamente. Cada sigla está seguida por un número que hace referencia a la temperatura de cocción de las piezas.

El producto consolidante elegido ha sido el silicato de etilo, producido por la empresa CTS, s.r.l. que lo comercializa bajo el nombre ESTEL 1000. Se ha aplicado mediante brocha con una dilución más alta respecto a la original. Se han elegido diluciones al 25% y 50% de ESTEL 1000 en white spirit.

El estudio del sistema poroso de los ladrillos antes y después de la aplicación del producto consolidante se ha efectuado mediante porosimetría de inyección de mercurio utilizando un equipo Micromeritics Autopore III 9410.

La compacidad de los ladrillos sin y con tratamiento consolidante se ha determinado mediante ultrasonidos midiendo la velocidad de propagación de las ondas P utilizando un equipo Controls 58-E4800 y transductores de 54 kHz.

Los parámetros cromáticos  $L^*a^*b^*$  y la variación del color de los ladrillos tras la aplicación del consolidante ( $\Delta E$ ) ha sido calculada mediante espectrofotometría utilizando un equipo Konica-Minolta CM 700d. Para el estudio colorimétrico se ha elegido el iluminante D65.

Finalmente, se llevaron a cabo 10 ciclos de ensayo de cristalización de sales en los ladrillos utilizando una solución al 14% de mirabilita para valorar su durabilidad frente al ataque por las sales. La resistencia al deterioro fue evaluada también por ultrasonidos.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1 Sistema poroso

Los ladrillos sin tratamiento presentan una porosidad comprendida entre el 38 y 46% y la mayoría de los poros poseen un radio de alrededor de 1  $\mu\text{m}$ . Más en detalle, en los ladrillos sin aditivos la porosidad accesible al mercurio aumenta ligeramente de 800 °C (38.3%) a 1100 °C (40.9%) así como el tamaño máximo de los poros va desplazándose levemente de 0.4 a 0.5  $\mu\text{m}$  (P y h respectivamente, Tabla 1). El tamaño de los poros condiciona los valores de área específica superficial ( $A_s$ , Tabla 1) que son más altos en las piezas cocidas a 800 °C acercándose a 6  $\text{m}^2/\text{g}$  para reducirse en torno a 2  $\text{m}^2/\text{g}$  cuando se alcanzan 950 °C y 1100 °C. Al añadir aditivos (sal común y lodo de diatomita calcinada) se observan ciertos cambios en el sistema poroso. Aumenta la porosidad, sobre todo cuando se añade lodo de diatomita calcinada, superando el 46% a 800 °C. Los valores de  $A_s$  disminuyen conforme aumenta la temperatura de cocción, lo que indica que los poros más pequeños van desapareciendo debido a la gradual vitrificación de los ladrillos. Destacar como en los ladrillos elaborados con sal común, el valor de  $A_s$  a 800 °C no llega a 3  $\text{m}^2/\text{g}$ , cuando en los otros dos grupos se superan 5  $\text{m}^2/\text{g}$ . Esta importante diferencia se explica con la propiedad fundente de esta sal que actúa a los 800 °C [Kingery, 1960]. Los ladrillos elaborados con halita siguen manteniendo los valores de  $A_s$  más bajos también a 950 °C y 1100 °C aunque las diferencias con los otros dos grupos se reducen ya que todas las piezas van incrementando su vitrificación (Tabla 1). Los ladrillos con aditivos presentan una migración de la familia de poros más abundante hacia tamaños más grandes si la comparamos con los ladrillos sin aditivos. En presencia

de sal común el pico máximo se desplaza de 0.45  $\mu\text{m}$  a 800  $^{\circ}\text{C}$  a 1  $\mu\text{m}$  a 1100  $^{\circ}\text{C}$ , y cuando se ha utilizado el lodo de diatomita calcinada este pico pasa de 0.5  $\mu\text{m}$  a 800  $^{\circ}\text{C}$  a 1.5  $\mu\text{m}$  a 1100  $^{\circ}\text{C}$  (h, Tabla 1).

Los ladrillos tratados con silicato de etilo han mostrado algunas importantes diferencias en el sistema poroso. En primer lugar, la porosidad disminuye lo que indica que en una parte del espacio antes ocupado por los poros ha polimerizado el consolidante. Al aumentar la concentración de producto al 50% disminuye aún más la porosidad (P, Tabla 1).

		J800	J950	J1100	JS800	JS950	JS1100	JD800	JD950	JD110
n.t.	As	5,85	2,27	2,09	2,98	1,77	1,12	5,48	2,10	1,32
	P	38,3	39,7	40,9	41,4	41,7	43,4	46,4	45,2	44,8
	h	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	1,5
25%	As	3,84	1,51	1,02	1,98	1,28	0,92	2,69	1,52	0,77
	P	37,9	38,8	34,5	38,1	39,6	41,3	44,6	45,5	45,4
	h	0,35	0,5	1,0	0,45	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
50%	As	3,75	1,03	1,24	2,80	1,02	0,81	2,63	1,54	1,02
	P	36,4	34,1	36,6	33,9	38,6	39,2	42,9	42,7	43,5
	h	0,35	0,5	0,5	0,45	0,5	1,0	0,5	0,5	1,0

**Tabla 1**

Resultados de porosimetría de inyección de mercurio en los ladrillos cocidos a 800, 950 y 1100  $^{\circ}\text{C}$  no tratados (n.t.) y tratados con el 25% y 50% de ESTEL 1000. As = área específica superficial (en  $\text{m}^2/\text{g}$ ); P = porosidad accesible al mercurio (en %); h = radio de poro más abundante (en  $\mu\text{m}$ ).

La reducción de la porosidad no tiene una relación directa con el tipo de ladrillo ensayado ni con la temperatura de cocción de las piezas. Esto no debe extrañar si se tiene en cuenta que el método de aplicación del consolidante fue por brocha y no por inmersión o absorción por capilaridad lo que habría originado una absorción más homogénea del producto [Ferreira Pinto y Delgado Rodrigues, 2008]. El valor de área específica superficial disminuye al reducirse la cantidad de poros pequeños después de la polimerización del silicato de etilo en los ladrillos. El valor más alto de As sigue perteneciendo a los ladrillos sin aditivos o con lodo

de diatomita calcinada cocidos a 800 °C, pero ahora no se llega a 4 m<sup>2</sup>/g, valores que se reducen pasando del 25% al 50% de silicato de etilo. El radio máximo de los poros sigue manteniéndose alrededor de 1 µm. Este máximo se desplaza hacia tamaños mayores conforme aumenta la temperatura de cocción, aunque el rango de desplazamiento es menor si lo comparamos con las muestras sin tratar.

### 3.2 Compacidad

Las velocidades de ultrasonidos más altas se han medido en los ladrillos sin aditivos y, en general, al aumentar la temperatura de cocción, sobre todo a 1100 °C, se alcanza la mayor velocidad (Fig. 1). El aumento de la velocidad es indicativo del mayor grado de vitrificación de los ladrillos [De Rosa y Cultrone, 2014]. Destaca la alta velocidad medida en los ladrillos con sal común cocidos a 800 °C. Esto se debe, como se ha indicado anteriormente, al carácter fundente de esta sal. Al tratar las muestras con el consolidante se registra siempre un incremento de la velocidad que suele aumentar con la temperatura de cocción y se incrementa cuando se pasa del 25% al 50% de concentración de producto aplicado (Fig. 1).

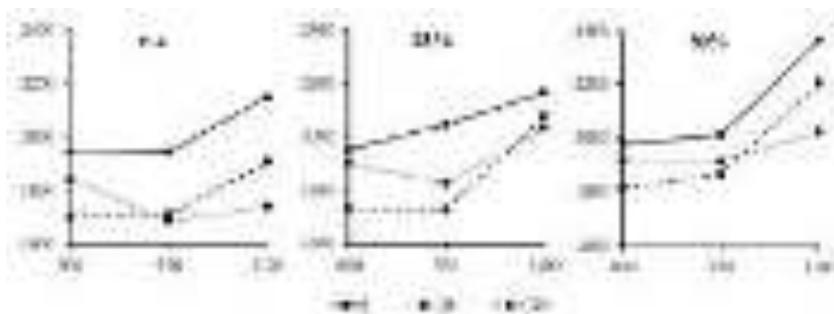


Figura 1

Velocidad de propagación de las ondas ultrasónicas medida en ladrillos no tratados (n.t.) y tratados con el 25% y 50% de ESTEL 1000. En ordenadas se representa la velocidad media de las ondas P (en m/s) y en abscisas la temperatura de cocción (en °C).

### 3.2 Color

Las probetas no tratadas son de color anaranjado excepto cuando se ha utilizado sal común como aditivo que les confiere un tono amarillento. Todos los ladrillos cocidos a 1100 °C oscurecen lo que conlleva una disminución de la luminosidad

L\* y/o del parámetro a\* (Tabla 2). La aplicación del silicato de etilo al 25% como al 50% causa una reducción de la luminosidad L\* mientras que aumentan los valores de cromaticidad a\* y b\*. Para apreciar cómo influye el silicato de etilo en estos materiales se ha medido la diferencia de color ( $\Delta E$ ), tomando como referencia las probetas sin tratamiento.  $\Delta E$  se encuentra casi siempre por debajo de 5, límite por encima del cual el cambio de color es apreciado por el ojo humano [Grossi et al., 2007]. Solo en pocos casos se supera el umbral de 5 (Tabla 2). La aplicación de producto al 50% no da lugar a mayores cambios respecto a la del 25%. Incluso, en la mayoría de los casos el  $\Delta E$  de las probetas tratadas con el 50% de silicato de etilo resulta ser más bajo al de las probetas tratadas con el 25%.

		J800	J950	J1100	JS800	JS950	JS1100	JD800	JD950	JD110
n.t.	L*	56.6	62.3	57.4	67.0	72.6	64.0	60.1	64.9	56.3
	a*	16.0	15.9	10.5	11.3	8.0	7.6	13.7	14.7	10.9
	b*	18.4	20.3	20.2	18.4	18.2	24.5	17.0	20.3	20.1
25%	L*	54.6	55.2	56.6	68.1	69.4	50.6	61.0	59.0	58.7
	a*	15.5	18.8	11.0	10.6	8.6	9.8	15.4	16.9	9.6
	b*	18.2	23.0	20.5	18.6	18.3	18.0	19.6	21.9	20.6
	$\Delta E$	2.0	5.9	0.3	0.8	3.1	11.6	3.1	5.3	2.0
50%	L*	54.4	53.9	57.1	66.5	73.5	54.5	61.5	63.3	54.9
	a*	18.3	20.6	11.8	11.2	7.0	10.6	14.5	15.2	9.6
	b*	21.3	24.6	20.9	18.7	20.2	20.7	18.0	20.4	19.2
	$\Delta E$	2.9	5.4	1.5	0.4	2.0	8.2	0.9	1.5	0.8

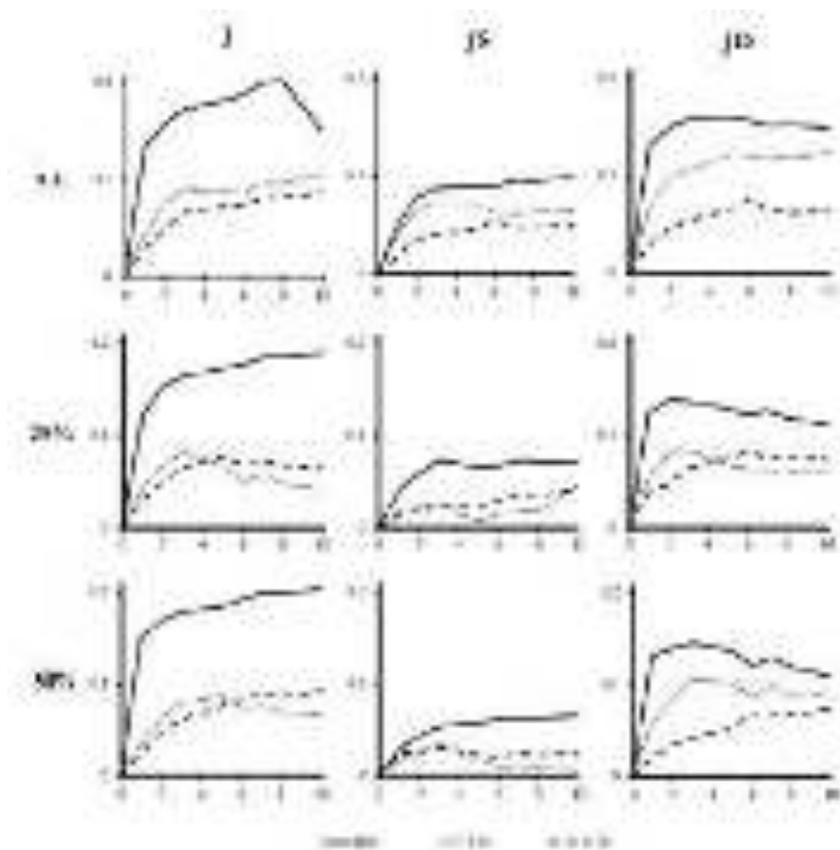
**Tabla 2**

Luminosidad (L\*), coordenadas de cromaticidad (a\* y b\*) y variación de color ( $\Delta E$ ) de los ladrillos cocidos a 800, 950 y 1100 °C no tratados (n.t.) y tratados con el 25% y 50% de ESTEL 1000.

### 3.3 Durabilidad

En todos los ladrillos sin tratamiento se observa un incremento de peso después del primer ciclo de ensayo debido a la absorción y cristalización de las sales en los

poros de las muestras. Este incremento es mayor en J800 y JD800 (Fig. 2) que eran los ladrillos con área específica superficial más alta ( $A_s$ , Tabla 1). Las demás muestras absorben menos sulfato de sodio, especialmente las tres cocidas a más alta temperatura, al ser presumiblemente las más vitrificadas.



**Figura 2**

Comportamiento de ladrillos no tratados (n.t.) y tratados con el 25% y 50% de ESTEL 1000 frente al ensayo de envejecimiento acelerado por cristalización de sales. En ordenadas se representa la variación de peso y en abscisas los ciclos de ensayo.

Conforme avanzan los ciclos del ensayo de envejecimiento, los ladrillos siguen aumentando de peso aunque ya de manera no tan marcada como al comienzo y se

registran ligeras oscilaciones que son el fruto de la pérdida de material por la acción disgregadora de la sal (Fig. 2). JS1100 y JD1100 muestran una pequeña disminución de peso entre el sexto y séptimo ciclo por la pérdida de fragmentos para luego no sufrir más cambios. Más acusada es la disminución de peso de J800 en los ciclos 9 y 10, lo que indica una pérdida importante de material. Por el contrario, JD800 ya desde el tercer ciclo muestra una muy ligera pero constante pérdida de peso, revelando lo que sería una gradual arenización del material. El otro ladrillo cocido a 800 °C, JS800, tiene un comportamiento en cuanto a durabilidad parecido al de los ladrillos cocidos a 950 °C debido a la mayor vitrificación de estas piezas por el carácter fundente de la sal común. Y la curva descrita por JS950, aunque absorbe más sal en los primeros dos ciclos de ensayo, se asemeja a la de los ladrillos cocidos a 1100 °C.

La aplicación del silicato de etilo da lugar a ciertas mejoras en la durabilidad de los ladrillos frente al ataque por sales (Fig. 2). J800 y JD800 siguen siendo los ladrillos que incrementan más su peso después del primer ciclo de ensayo. Sin embargo, J800 aguanta los diez ciclos sin romperse, mientras que la pérdida de peso de JD800 no es gradual como en las muestras sin tratar sino que acontece por saltos y que son más acentuados cuanto más alta es la concentración de consolidante. Las muestras con menor incremento de peso son las que tienen como aditivo la sal común y están cocidas a 950 y 1100 °C (Fig. 2), sobre todo JS1100 porque las curvas muestran oscilaciones mínimas, por lo que la pérdida de material es escasa. Para evaluar de manera indirecta el grado de deterioro que alcanzan los ladrillos e interpretar más fiablemente los resultados del ensayo de cristalización de sales, se ha medido la velocidad de propagación de ultrasonidos en el quinto y décimo ciclo del ensayo de envejecimiento poniendo de manifiesto como muchas muestras sufren el ataque agresivo de las sales aunque a simple vista no se habían apreciado daños ni la variación de peso de la figura 2 había sido capaz de ponerlo de manifiesto de forma clara en todos ellos. En efecto, después de 5 ciclos de ensayo de envejecimiento acelerado al menos 3 tipos de ladrillos tratados con el 25% de silicato de etilo (J950, JS800 y JS950) y 6 tratados con el 50% (J1100, JS950, JS1100, JD800, JD950 y JD1100) experimentan una importante disminución de la velocidad lo que indica que se han generado fisuras en su seno por el proceso de disolución-cristalización del sulfato de sodio. La velocidad de las ondas P también sufre variaciones al finalizar el ensayo de envejecimiento acelerado (10° ciclo), siendo más importantes los cambios con el 50% de producto aplicado. Notar como entre las muestras deterioradas se encuentren también las elaboradas con sal común (JS) que habían sufrido pocas variaciones

de peso y a priori parecían las menos dañadas. En general, las variaciones de velocidad de ultrasonidos son claramente menores cuando se ha aplicado el consolidante con una dilución mayor, es decir utilizando el tratamiento con el 25% de silicato de etilo. Este resultado indica que el tratamiento más diluido ha conseguido penetrar a mayor profundidad y la cantidad de consolidante polimerizado ha sido suficiente para mejorar el grado de cohesión de los granos minerales de las piezas. Por el contrario, el tratamiento con consolidante al 50% ha desarrollado una estructura más compacta en la superficie pero sin llegar a penetrar en profundidad. Cuando las sales han conseguido atacar y superar esa capa superficial más compacta los ladrillos han quedado desprotegidos frente a nuevos ataques por parte de las sales.

		J800	J950	J1100	JS800	JS950	JS1100	JD800	JD950	JD110
25%	5	4,16	9,19	-3,62	-11,35	-10,25	-1,49	1,79	-1,56	-0,56
	10	4,76	7,35	-1,01	-9,92	-11,46	-5,04	1,47	-3,67	-1,27
50%	5	4,69	3,12	-7,01	0,41	-16,11	-10,11	-6,22	-7,07	-7,48
	10	5,65	3,32	-9,81	-4,48	-11,81	-11,59	-8,84	-7,07	-10,49

**Tabla 3**

Variación de la velocidad de propagación de las ondas ultrasónicas (en %) medida en los ladrillos tratados con el 25% y 50% de ESTEL 1000 a los 5 y 10 ciclos de ensayo de cristalización de sales con respecto a las mismas muestras tratadas antes de empezar el ensayo de envejecimiento.

## 4. Conclusiones

El estudio del sistema poroso de los ladrillos macizos elaborados sin aditivos y con la adición de sal común o con lodo de diatomita calcinada ha revelado que una vez aplicado y polimerizado, el consolidante reduce la porosidad abierta aunque esta disminución no llega a ser un cambio muy significativo cuando se ha utilizado una dilución del 25% de silicato de etilo. Disminuye considerablemente la proporción de los poros más pequeños, un hecho positivo dado que esos poros pueden ser perjudiciales de cara a la durabilidad del ladrillo. El ensayo de ultrasonidos ha puesto de manifiesto que ambos tratamientos, al 25% y 50%, aumentan el grado de compacidad de los ladrillos, registrándose un incremento de

velocidad, más alto casi siempre en los ladrillos tratados con mayor concentración de producto. En cuanto al color, el silicato de etilo no modifica de forma importante la luminosidad y cromaticidad de las piezas con la excepción de los ladrillos elaborados con sal común y cocidos a 1100 °C. Incluso, una mayor concentración de producto no da lugar necesariamente a una mayor variación del color de las piezas. La mejora en el comportamiento físico de los ladrillos se refleja también tras el ensayo de envejecimiento acelerado donde su durabilidad aumenta respecto a las piezas cerámicas no tratadas. Sin embargo, la resistencia al deterioro no mejora aumentando la concentración de silicato de etilo. En general, los mejores resultados de durabilidad se han medido cuando el tratamiento de consolidación ha sido del 25%. Con esta concentración el producto consigue penetrar a mayor profundidad con respecto a la aplicación al 50% y mejorar la cohesión entre los granos minerales de los ladrillos. Este trabajo ha demostrado como el uso de técnicas complementarias permita contrastar los resultados obtenidos, valorar su fiabilidad y no llevar a interpretaciones erróneas.

### **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido financiado por el grupo de investigación RNM179 de la Junta de Andalucía y el proyecto de investigación MAT2016-75889-R.

### **Bibliografía**

- De Rosa, B., Cultrone, G., 2014, Assessment of two clayey materials from northwest Sardinia (Alghero district, Italy) with a view to their extraction and use in traditional brick production. *Applied Clay Science*, 88-89, 100-110.
- Elert, K., Sebastián Pardo, E., Rodríguez Navarro, C., 2015, Alkaline activation as an alternative method for the consolidation of earthen architecture. *Journal of Cultural Heritage*, 16, 461-469.
- Esbert, R. M., Díaz Pache, F., 1993, Influencia de las características petrofísicas en la penetración de consolidantes en rocas monumentales porosas. *Materiales de Construcción* 43, 25-36.
- Ferreira Pinto, A. P., Delgado Rodrigues, J., 2008, Stone consolidation: the role of treatment procedures. *Journal of Cultural Heritage*, 9, 38-53.
- Franzoni, E., Graziani, G., Sassoni, E., 2015a, TEOS-based treatments for stone consolidation: acceleration of hydrolysis-condensation reactions by poulticing. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 74, 398-405.

Franzoni, E., Graziani, G., Sassoni, E., Bacilieri, G., Griffa, M., Lura, P., 2015b, Solvent-based ethyl silicate for stone consolidation: influence of the application technique on penetration deep, efficacy and pore occlusion. *Materials and Structures*, 48, 3503-3515.

Grossi, C.M., Brimblecombe, P., Esbert, R.M., Alonso, F.J., 2007, Color changes in architectural limestones from pollution and cleaning, *Color Research & Application*, 32, 320-331.

Kingery, W. D., 1960, *Introduction to ceramics*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Liu, R., Han, X., Huang, X., Li, W., Luo, H., 2013, Preparation of three component TEOS-based composites for stone conservation by sol-gel process. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 68, 19-30.

Snethlage, R., 2014, Stone Conservation. In: *Stone in architecture. Properties, durability* (Siegesmund, S. and Snethlage, R. eds.). Springer, Berlin, pp. 415-550.

Warren, J., 1999, *Conservation of brick*. Butterworth Heinemann, Oxford, UK.

**Approccio per la conservazione e la  
trasformazione integrata tra tradizione ed  
innovazione. I Sassi di Matera**

---

***Approach for conservation and integrated  
transformation between tradition and  
innovation. The Sassi of Matera***

**Antonella Guida, Luis Palmero Iglesias,  
Vito Domenico Porcari, Ida Giulia Presta**

Parole Chiave: Patrimonio Architettonico, Conservazione,  
Durabilità, Recupero Integrato, Sassi di Matera

---

*Keywords: Cultural Heritage, Conservation, Durability, Integrated  
Recovery, Sassi of Matera*

## Sommario

I Sassi sono testimonianza di una civiltà antichissima, che immerge le sue radici nella conoscenza dei luoghi e nelle tradizioni. Sono il terzo agglomerato urbano più antico del mondo, si articola in terrazzamenti, vicoli ed abitazioni che emergono dalla roccia, tra i pendii rocciosi della gravina. Un luogo dove le regole vengono capovolte, un sistema complesso, di sovrapposizioni di piani, in una continua moltiplicazione di punti di vista, irrazionale e affollata. Il progetto di recupero urbano, immaginato per un luogo così caratteristico deve fare i conti con ogni tipologia presente, il contesto va studiato, analizzato e compreso.

L'obiettivo principale dell'attività di ricerca mira alla definizione di una metodologia di approccio nota come "conservazione integrata", ponendo l'attenzione a quello che oggi definiamo "modificazione controllata", per salvaguardare e valorizzare questo patrimonio, per renderlo fruibile adeguandolo alle esigenze contemporanee, verso una metodologia progettuale che coniughi sensibilità e rispetto per la storia con la possibile valorizzazione di tali patrimoni dai fragili equilibri.

L'intervento di recupero così definito, come un processo integrato di comprensione deve essere elaborato sulla base di una approfondita conoscenza tecnico-scientifica degli elementi caratterizzanti un tale contesto, sull'analisi del valore che questi possiedono per rapportarli con le potenzialità che essi stessi sviluppano per il soddisfacimento delle esigenze funzionali, prestazionali e fruibili espresse dall'utenza.

Per normare e porre rimedio all'attuale violenta ed incongrua speculazione messa in atto sugli interventi di trasformazione a carattere turistico/ricettivo nella città dei Sassi, il progetto di recupero deve necessariamente mediare tra le scelte, le funzioni e i materiali di ogni singolo comparto.

La validazione di tale approccio è in fase di sperimentazione su un comparto sensibile della città dei Sassi (Matera), posto ai piedi della Cattedrale, all'interno del Sasso Barisano.

È necessaria quindi una metodologia di approccio al progetto basata sull'analisi delle esigenze e delle prestazioni che consenta di analizzare i livelli di degrado, obsolescenza o inadeguatezza propri del contesto esistente facendo da guida all'intervento tecnico: una diagnosi completa che consenta l'individuazione delle prestazioni, dei vincoli esistenti e del quadro delle nuove esigenze affinché siano chiari i requisiti, le priorità e gli obiettivi del progetto.

Dal punto di vista culturale la sfida risulta essere la combinazione delle scelte tecniche affidabili e altamente prestazionali, tipiche delle recenti tecnologie, con l'esigenza di tutelare e valorizzare le specificità anche storico-architettoniche del comparto esistente; la priorità è quindi quella di tramandare il patrimonio edilizio messo in sicurezza conservandone l'identità e il suo valore storico intrinseco.

## Abstract

The Sassi are an ancient civilization, which immerse its roots into the knowledge of places and traditions. They are the third oldest urban build up area in the world, made up of terraces, alleys and houses that emerge from the rock, between the rocky slopes of the canyon. A place where the rules are overturned; a complex system of overlapping floors, in a continuous multiplication of points of view, irrational and crowded. The urban recovery project, designed for such a characteristic place, has to deal with every type present, the context must be studied, analysed and understood. The main objective of the research activity is to define an approach methodology known as "integrated conservation", focusing attention on what we now call "controlled modification", to safeguard and enhance this heritage, to make it usable by adapting it to the contemporary needs, towards a design methodology that combines sensitivity and respect for history with the possible enhancement of such assets with fragile balances. Recovery intervention is defined as an integrated process of knowledge and must be elaborated on the basis of a specific technical-scientific knowledge of the elements characterizing this context. The intervention is elaborated on the analysis of the value that these have to relate to the potentialities that they develop for the satisfaction of functional, performance and fruitive needs expressed by the user.

In order to regulate and fix right to the current violent and incongruous speculation of the touristic/receptive transformation interventions in the city of the Sassi, it is necessary that the recovery project must mediate between the design choices, the functions and the materials of each single part of the city.

The validation of this approach is being tested on a sensitive part of the city of the Sassi (Matera), located at the feet of the Cathedral, inside the Sasso Barisano.

It is therefore necessary a methodology of approach to the project based on the analysis of needs and performances that allows to analyse the levels of degradation, obsolescence or inadequacy of the existing context by guiding the technical intervention: a complete diagnosis that allows to identify the performance, the existing constraints and the framework of new requirements, to define the requirements, priorities and objectives of the project.

From a cultural point of view, the challenge is to combine the correct technical and high performance choices typical of recent technologies, with the need to safeguard and enhance the specific historical and architectural features of the existing part; the priority of the project is to pass on the building heritage secured, preserving its identity and its intrinsic historical value.

## 1. Introduzione

Matera è una città costruita nel tempo dalle generazioni di materani che l'hanno abitata, è una città che possiede questa particolare e straordinaria struttura, che attira migliaia di persone e che è il risultato di un processo quasi naturale e non di una progettazione fatta di regole e principi poi tradotti in norme. Lo spazio urbano di Matera è qualcosa di profondamente legato all'esperienza dello spazio e della vita di chi lo abita, ed è qualcosa che è stato realizzato nei secoli in un continuo incessante mutamento dello spazio intrecciato alla vita delle persone.

Matera racconta la storia dell'umanità e di come l'ambiente costruito risponde a tale storia. Il ruolo dell'architetto, quindi in relazione a questo concetto, è soltanto in parte quello di concepire e costruire nuove forme, ma soprattutto di osservare e tentare di comprendere il proprio ruolo in questo continuo progredire, preservando e valorizzando l'eredità del costruito.

Il recupero dei valori di questo determinato contesto, è un'operazione complessa, in seguito allo sfollamento dei Sassi, c'è stato un lento e non controllato processo di recupero, che in molti casi è stato disorganizzato ed incoerente. L'obiettivo di questo studio è quello di riappropriarsi di metodi e tecniche, di re-imparare e stabilire delle regole con cui approcciarsi ad un contesto appunto così complesso e delicato come quello dei Sassi.

## 2. Il contesto: il Patrimonio della città di Matera

La storia della città di Matera e del suo territorio non è descrivibile in maniera superficiale, poiché possiede una profondità storico-culturale particolarmente complessa, che, partendo dalla preistoria, si evolve direttamente fino alla contemporaneità, mutando di epoca in epoca, ma non perdendo mai l'identità di questa straordinaria civiltà che tramanda tecniche e tradizioni, di profonda simbiosi tra uomo e natura.

Proprio per questa continuità, per Matera, non si può parlare di una vera nascita della città - a un certo punto della storia - come per le altre città italiane, poiché lo sviluppo delle diverse fasi e dunque delle sue zone abitate, è avvenuto in maniera continuo, lento e graduale, partendo dal territorio circostante. La città di Matera si è formata quasi come un organismo naturale, realizzandosi lentamente, intrecciando fatti naturali, umani e accadimenti storici, in un continuum davvero unico.

La ricerca è mirata alla valutazione di una più appropriata idea di "conservazione integrata", per attualizzare il valore del bene, non rinunciando però al valore

storico, monumentale. Partendo dalla prima definizione di restauro secondo Cesare Brandi *“Il restauro costituisce il momento metodologico del riconoscimento dell’opera d’arte, nella sua consistenza fisica e nella sua duplice polarità estetica e storica, in vista della sua trasmissione al futuro”*, la rifunzionalizzazione degli edifici di valore storico-artistico, si configura come l’azione più efficace per assicurare la manutenzione continuativa delle strutture e la conoscenza dell’opera e quindi il permanere di essa nella memoria storica delle comunità. Immaginiamo allora una conservazione integrata, o un’integrazione funzionale, su luoghi abbandonati densi di storia da tramandare, ricordare e da cui imparare.

### **3. La struttura dei Sassi di Matera**

I Sassi danno prova di essere un agglomerato bioclimatico per caratteristiche naturali, tipologiche e dei materiali, grazie alla calcarenite (tufo), pietra di cui sono composti, che possiede le garantisce prestazioni di isolamento, traspirabilità, e porosità. La rete capillare di cisterne a goccia e canalizzazioni sotterranee in grado di assicurare approvvigionamento idrico a tutti gli abitanti, è l’elemento architettonico fondamentale alla base dell’antico fenomeno di antropizzazione del luogo. La città sotterranea corrisponde per estensione a quella che emerge dai terrazzamenti, ed è stata scavata durante il corso dei secoli. I Sassi sono un esempio di “città di pietra”, dove le case sono *“di pietra nella pietra”*. Anche se non bisogna comunque tralasciare gli altri materiali che hanno contribuito a creare questa armonia, come ad esempio il cotto, la calce ed il legno.

Materiali “poveri” utilizzati nei secoli per far fronte alla crisi economica e che si adattano a quelli trovati in natura, originariamente estratti direttamente dalle grotte/cavità.

Come abbiamo detto, la materia principale utilizzata prevalentemente è la calcarenite, o meglio nota impropriamente come “tufo”. Una roccia tenera che, a seconda delle zone di estrazione, presenta delle caratteristiche fisiche e meccaniche di maggiore o minor durezza e resistenza. In termini geologici, la stratigrafia dei terreni affiorati dei Rioni Sassi presenta, in successione dal basso verso l’alto, calcarei cretacei (calcare di Altamura) ed argille grigio-azzurre quaternarie (formazione delle argille di Gravina).

La lavorabilità della calcarenite ha consentito l’uso di blocchi squadrati, estratti dalla cava e lavorati direttamente sul posto. L’altezza dei conci varia da 25 a 27 cm; la larghezza dei blocchi tra i 20 e 25 cm; la lunghezza compresa tra i 45 e 60 cm. I conci venivano disposti di fascia o di testa, e legati tra loro con giunti di

malta spessi 0,5 cm. La malta è costituita da polvere di tufo e calce. Lo spessore del muro varia, può essere 50 cm come arrivare a 120 cm, lo spessore totale veniva raggiunto trascurando il contatto interno tra i blocchi. Il vuoto all'interno delle murature veniva colmato con scaglie di pietra e malta, un conglomerato più o meno compatto, eccetto nei casi in cui era composto da scaglie di pietra e terra legati con poca calce, invece che malta e risultava molto incoerente. Tali vuoti, anche se colmati parzialmente dai diversi tipi di conglomerato, indebolivano la muratura dal punto di vista statico. È una delle caratteristiche più studiata nei rilievi, in quanto questi vuoti sono presenti nelle murature di facciata (50 cm) come in quelli più spessi che sorreggevano le volte. La tessitura muraria è facilmente comprensibile osservando le facciate, che danno idea della disposizione dei conci e della qualità della manifattura.

Infatti, a prima vista il complesso dei Sassi risulta coeso e addensato, come se fosse cresciuto in modo naturale, le case si dispongono una sopra l'altra, *“la tecnica muraria appare nei Sassi con straordinaria compattezza linguistica: dai muri alle volte tutto si realizza con la stessa pietra squadrata.”*

#### **4. Conoscenza del Patrimonio: approcci e metodologie**

Dopo aver descritto e illustrato le uniche e specifiche caratteristiche di un simile contesto, che ricordiamo essere Patrimonio Mondiale UNESCO dal 1993 e Capitale Europea della Cultura 2019, l'attenzione di tale ricerca è rivolta agli approcci ed alle metodologie di conoscenze ed intervento di ambiti così delicati.

Le azioni di intervento per il recupero devono essere finalizzate alla migliore conservazione del manufatto nel suo insieme, operando attraverso il ripristino degli aspetti formali esterni e alla messa in sicurezza e di completo recupero degli ambienti significativi all'interno. L'intervento, quindi, è finalizzato principalmente alla conservazione, al recupero ed alla valorizzazione dei caratteri di interesse storico-artistico, architettonico o ambientale dell'edificio, anche con l'impiego di materiali e tecniche diverse da quelle originarie, purché congruenti con l'identità del contesto architettonico.

Ricerca archivistica storico-architettonica e fotografica di ambiti complessi come questo, possono essere considerati come la fase preliminare e imprescindibile per poter comprendere e conoscere l'identità ed eventuali interventi pregressi di ogni architettura.

Da tale studio archivistico, si passa al rilievo materico dei luoghi che obbliga a leggere le architetture con una più approfondita analisi critica, conoscendone

particolarità e caratteristiche, forme e dimensioni, studiando spessori murari e continuità, soffermandosi sul materiale e le sue potenzialità e criticità. L'attenzione ai materiali, porta ad un approfondimento del degrado che li riguarda, e quindi ad una serie di interventi da prevedere.

In tale contesti, il supporto della “diagnostica”, acquista un indispensabile valore conoscitivo dello stato di conservazione in cui si trovano i manufatti di valore storico e artistico, che precede un intervento conservativo o di restauro.

La diagnostica come disciplina è caratterizzata dallo stretto rapporto tra scienze e arte. Lo scopo di questo filone di ricerca è inizialmente la conquista di un metodo di osservazione che superi i limiti dell'occhio umano e consenta di guardare l'opera d'arte nei più piccoli dettagli, anche nel profondo della sua struttura.

Da rilievo diretto, conoscenza archivistica e analisi diagnostica vengono rilasciate tutte quelle informazioni necessarie ed insostituibili per procedere ad una corretta e filologica ricostruzione del contesto esistente preservato e non, nella direzione di una metodologia di intervento “a regola d'arte” salvaguardando il passato.

## **5. Intervenire “a regola d'arte” sul Patrimonio**

Considerato il delicato equilibrio che governa il Patrimonio Culturale tra storia, memoria, conservazione, trasformazione, integrazione funzionale ed innovazione, è necessario declinare, anche qui, gli approcci e le metodologie di intervento più idonee per poter rispondere alle necessità richieste oggi.

La ricerca, basata sull'analisi del preesistente, sulla salvaguardia ed il recupero del patrimonio, focalizza l'attenzione su quegli interventi “tecnici” che non alterino i valori propri del contesto, sia formali che storico-artistici, ma al contrario garantiscano, nella costante necessità di rispondere alle nuove esigenze di adeguamenti funzionali, il rispetto dell'immagine del paesaggio costruito nel tempo. Non bisogna pensare che gli interventi tecnologici “allontanino” la memoria storica, fatta di architetture povere e vernacolari, ma l'uso di un linguaggio tecnologico maturo consente di riallacciarsi al modo di costruire tradizionale, e di realizzare interventi il cui inserimento risulti essere conforme ai caratteri identificativi dell'organismo edilizio.

Trovandoci in un contesto straordinario come quello dei Sassi, dove non è la singola architettura ad avere un significativo valore storico-artistico ma è il complesso paesaggistico, che è testimonianza del enorme sapienza antica, si tende ad intervenire con un'ottica di “compatibilità” della trasformazione con la preesistenza.

Attualmente con il crescente progresso tecnologico in questo complesso campo, è possibile anche mimetizzare gli interventi innovativi che potrebbero sembrare in contrasto con la tradizione dei Sassi, ma che risultano essere più conformi rispetto alle funzioni e al progetto di riuso, considerando soprattutto l'attuale stile di vita e le richieste di un mercato spinto verso una rilettura del vivere in grotta.

La necessità di recupero e valorizzazione passa attraverso la necessità di adeguare la progettazione ad un approccio funzionale, per re-inserire questo patrimonio secondo richieste di comfort e necessità contemporanee.

L'intervento di recupero non deve consentire stravolgimenti né l'introduzione di elementi "estranei" alla concezione e alla logica "modale" dello stesso. Le scelte tecniche e materiche da adottare in un intervento di recupero devono essere in stretta connessione e rispetto del valore storico monumentale come, ad esempio, quello dell'intero Patrimonio dei Sassi di Matera.

Il procedimento che può definirsi integrativo – nel senso che tende ad instaurare con le preesistenze un rapporto di integrazione, di completamento o, più in generale, di re-interpretazione – instaura più decisamente una relazione con i dati "strutturali" della forma urbis. Si analizzano le geometrie del luogo e le regole di conformazione a cui viene affidata la continuità, o il restauro/risanamento conservativo. Infatti, per risanamento conservativo, viene definito l'intervento finalizzato principalmente al recupero igienico, statico e funzionale dell'edificio per il quale si rendono necessari il consolidamento e l'integrazione degli elementi strutturali e la modificazione dell'assetto planimetrico, anche con l'impiego di materiali e tecniche diverse da quelle originarie, purché congruenti con i caratteri dell'edificio. Tale congruenza passa quindi nel risultato della tecnica del costruire secondo regole semplici, implicitamente contenuto nella molteplicità di elementi tipologici caratterizzanti l'intero patrimonio.

La casualità apparente con cui questi elementi sono inseriti nel contesto dei Sassi, sono piena espressione di un rapporto casuale tra funzione ed estetica, tra arte e tecnica, tra forma e materia.

La rapida trasformazione di questi rioni Sassi, verso una sempre meno attenta volontà di riutilizzo turistico ricettivo, porta l'attenzione sempre più necessaria verso un "saggio" approccio metodologico di riconversione, mediata da necessità fruitivo-funzionali che debbano tener conto delle diverse destinazioni d'uso da rendere il più possibili vicine a quelle originarie.

La destinazione pubblica museale, chiaramente risulta essere, insieme a quella residenziale, la più rispettosa della storia di questi luoghi.

## 6. Il caso studio: Un “museo dinamico”

L'idea di trasformazione di questa parte dei Sassi, parte dall'idea di un «altro» museo, un «altro» albergo: non per monumentalizzare uno stile, ma per evocare emozioni, per suggerire empatie. Un luogo in cui il visitatore non dovrà sottostare ad uno spazio solenne, distante, ma dove troverà uno squarcio di modernità, un'officina contemporanea di segni, un laboratorio di tradizioni che si formeranno e si dissolveranno dinanzi ai suoi occhi. Un ribaltamento audace, un ambiente in cui il rigore convive con la varietà, l'equilibrio dell'architettura con la pluralità delle suggestioni. Nessun oggetto può essere ammirato singolarmente. Ogni evento è concepito come il tassello di un unico discorso poetico.

Il Museo Dinamico è collocato all'interno del Rione Casale, a ridosso delle mura medioevali, nel Sasso Barisano. Al rione si accede da due vie principali: Via dei Fiorentini (strada carrabile nata dalla copertura del Grabiglione Barisano), che prende il nome dalla colonia di fiorentini presenti nella città dal secolo XIII, mercanti di tessuti che possedevano le loro botteghe in quest'area, e Gradoni Duomo, una via appunto gradonata che conduce alla piazza del duomo da cui prende il nome. All'interno, l'area è attraversata da Via San Nicola del Sole, Gradelle San Nicola del Sole, che celebra San Nicola di Mira, e Via Casale, dall'omonimo rione e palazzo. Nello specifico, l'area di progetto appartiene all'Ambito Rione Vetera e Casale ed è definito come “*Architettura contadina*” (Fig. 1). Le unità architettoniche ricomprese nell'intervento in oggetto sono realizzate, secondo la tipologia costruttiva ricorrente nei Sassi, del tipo scavato o realizzato con muratura di conci di tufo squadrato, volte in muratura o scavate di diversa tipologia e copertura a tetto direttamente poggiata sulle volte stesse.



Fig.1:  
Individuazione  
area progetto,  
all'interno del  
Rione Casale.

L'innovativa destinazione d'uso, una struttura ricettiva/museale, che ha a che fare con l'architettura quanto con le scienze sociali, dà la possibilità di rispettare il vecchio impianto di locali separati, isolati, fatta eccezione per alcuni collegamenti necessari per una migliore fruizione del luogo. Elemento fondamentale e da non sottovalutare è l'intenzione di non modificare gli spazi esistenti, essendo luoghi empatici, che trasmettono ancora oggi suggestioni diverse (Fig. 2).

Tutti gli ambienti conserveranno la loro forma e le loro caratteristiche originali, con il segno della storia attraverso millenni di presenza umana, ma allo stesso tempo adattate alle esigenze contemporanee di comfort e benessere abitativo. L'intervento è dislocato su quote diverse, sostanzialmente raggruppato in due corpi principali, dove nel primo è presente un percorso benessere, ispirato ad antiche tradizioni della Magna Grecia, nel secondo invece si dà più spazio al museo, nelle sale comuni, con anche uno spazio aperto dedicato a performance estemporanee.

L'organizzazione formale e tipologica del nuovo insediamento museale riporterà fedelmente la caratterizzazione storica e di immagine dei luoghi preesistenti, rendendo la visita agli spazi, fruibile con modalità contemporanee ma conservando caratteristiche storico-tradizionali.

Materiali ed arredi saranno totalmente ecocompatibili e rispettosi delle caratteristiche formali del passato.

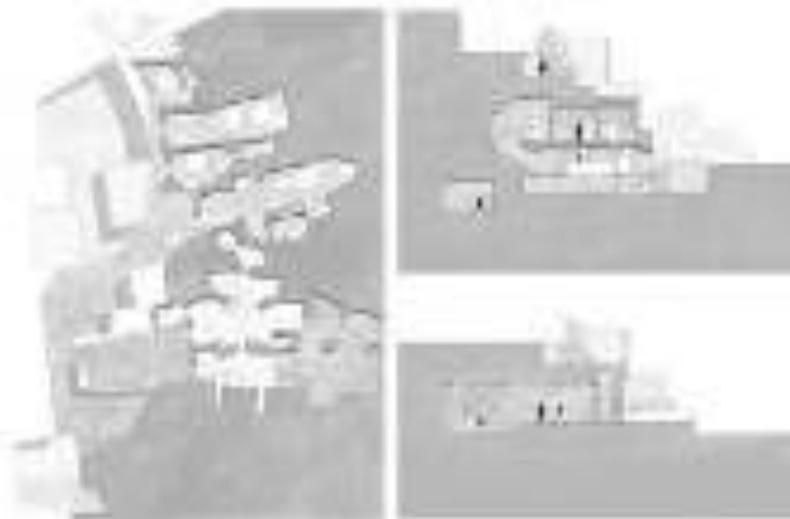


Fig.2: Pianta e sezioni illustrative del progetto del “Museo dinamico”

## 6. Lettura ed aspetti tecnologici del “museo dinamico”

La definizione assunta di “museo dinamico” è voluta in considerazione di quei concetti di reversibilità e compatibilità precedentemente descritti, che permettono ad un contesto come questo dei Sassi, di “preservare” e “modificare” contemporaneamente il proprio aspetto, dal passato, nel presente e verso un futuro ancora da programmare del tutto. “Modificazione controllata” quindi perché in questa vive la consapevolezza di poter offrire una lettura di questo Patrimonio architettonico, senza alterarne le caratteristiche originarie pur potendone così fruire appunto “dinamicamente”.

La lettura delle irregolarità morfologiche e strutturali, l'interpretazione analitica d'insieme e di dettaglio, una prima interpretazione storica dei periodi di costruzione di un fabbricato sono stati possibili solo attraverso un rilievo attento di tutto organismo architettonico. Lo studio del manufatto ha preso corpo dalla cura con cui sono realizzati i primi elaborati di rilievo (eidotipi), ovvero appunti grafici eseguiti sul posto corredati da note e informazioni utili per la comprensione generale della struttura. In questa fondamentale fase si sono raccolti tutti i dati metrici e le caratteristiche principali del manufatto.

La successiva fase, il rilievo tecnologico, ha assunto nel complesso progetto di riqualificazione, un'importanza fondamentale. Ai fini di una raccolta strutturata e completa di tutti i dati relativi al rilievo tecnologico, si è reso necessario acquisire diverse informazioni (di tipo geometrico, costruttivo, prestazionale...) in assenza delle quali non sarebbe stato possibile effettuare ipotesi di intervento per la riqualificazione del comparto. Il rilievo, quindi, è stato eseguito in base ad indagini visive, a elaborati di progetto, a indagini strumentali e sondaggi per analizzare la stratigrafia di elementi tecnici, ad analogie riscontrabili con soluzioni tecnologiche utilizzate all'epoca della costruzione. A questo punto, terminata la fase di conoscenza e indagine, si è passati alla progettazione ed esecuzione degli interventi di recupero, sia di tipo strutturale (consolidamenti) sia di ripristino/demolizione di precedenti interventi non corretti, considerando sempre criteri di scelta come: Massima reversibilità (intervento “per aggiunte” e non “per rimozioni”); Minima invasività; Criterio del minimo intervento; Riconoscibilità: conservare l'autenticità dell'opera, evitare le imitazioni in stile; Compatibilità meccanica, chimica e fisica; Studio di alcuni interventi di consolidamento passivo ed attivo; Durabilità degli interventi.

A titolo esemplificativo, di seguito si riportano alcune immagini degli interventi realizzati dove, ad esempio, per il recupero ed il consolidamento di una chiusura

orizzontale scavata nella roccia, si è reso necessario realizzare un appoggio puntuale in conci di tufo, nel rispetto dei criteri sopra elencati.

O ancora, la sostituzione di architravi per aperture finestrate in calcestruzzo e integrazione di murature in tufo e consolidamento delle stesse con la tecnica dello scuci-cuci. (Fig. 3-4)



Fig.3: Realizzazione di un appoggio puntuale di consolidamento (prima e dopo)



Fig.4: Sostituzione architravi. Integrazione di conci: tecnica cuci e scuci (prima e dopo)

## 7. Conclusioni

La conservazione di un bene – che presuppone la trasmissione al futuro delle informazioni ivi codificate – implica anche la conservazione, nella maggior misura possibile, del sistema costruttivo e del concetto strutturale originale, degli schemi statici e tecnologici originali.

L'obiettivo di questo studio, fin dall'inizio è stato quello di delineare e comprendere al meglio le *linee guida del recupero integrato* cercando di stabilire cosa fosse “corretto” per un contesto del genere.

È necessaria quindi una metodologia di approccio al progetto basata sull'analisi delle esigenze e delle prestazioni che consenta di analizzare i livelli di degrado, obsolescenza o inadeguatezza propri del contesto esistente facendo da guida all'intervento tecnico: una diagnosi completa che consenta l'individuazione delle prestazioni residue, dei vincoli esistenti e del quadro delle nuove esigenze per poter realizzare il migliore progetto di recupero.

Dal punto di vista culturale la priorità è tramandare il patrimonio edilizio messo in sicurezza conservandone l'identità e il suo valore storico intrinseco.

Una delle indicazioni che scaturisce da questo studio è che nell'intento di preservare i siti storici occorre porre particolare attenzione all'impatto della contemporaneità con questi particolari contesti, ridare vita ai luoghi nel rispetto delle esigenze moderne, senza rinunciare al carattere consolidato nel tempo, con interventi legati alle originarie tecniche costruttive, tipologiche, funzionali e tecnologiche.

Il presente progetto si è posto l'obiettivo di realizzare una metodologia di intervento più rispettosa del costruito, in modo da non assistere ad una semplice e mera ristrutturazione del luogo, ma alla valorizzazione di ogni singolo e minuscolo dettaglio. Ogni intervento all'interno di questo contesto deve iniziare dalla conoscenza dei materiali tradizionali, ed ogni caratteristica che ne deriva, dalle tecniche costruttive, alle incoerenze o incompatibilità, deve confrontarsi con un'approfondita conoscenza di Manuali e Trattati che analizzano “*l'eredità del costruito*”.

A tal fine la ricerca offre elementi tecnologici che riportano gli standard abitativi e residenziali ai livelli richiesti, riducendo al minimo i rischi di compromissione dei manufatti storici nel pieno rispetto dell'equilibrio dei materiali esistenti e delle tecniche costruttive tradizionali. L'approccio progettuale presentato, con la progettazione sperimentale del “Museo Dinamico”, non può che confermare ciò

che il concetto di recupero, restauro, ci insegna e cioè guardando al passato con rispetto e ammirazione, preservando e valorizzando ciò che ci è stato tramandato. Il risultato atteso, validato con il progetto di questo museo/residenze, è stato quello di guardare a questo immenso patrimonio storicamente residenziale, come ad una nuova “centralità urbana” capace di far rivivere oggi esperienze del passato, con una precisa rievocazione di un abitare “domestico” sano e solido, ma in un contesto oggi modificato e sapientemente “modernizzato”. La conoscenza dei materiali, la capacità di riprodurre spazi, luoghi e tecnologie tradizionali, fanno di questo intervento un progetto campione per vivere Matera e la Basilicata verso il 2019.

La necessità primaria è l'elaborazione di un approccio consapevole da divulgare fra operatori, tecnici e fruitori, per una cosciente salvaguardia di un patrimonio ricco di passato ma che deve confrontarsi quotidianamente con funzioni e prestazioni differenti e non sempre mediate da tale consapevolezza. La metodologia coerente è quindi appunto un approccio per la conservazione e la trasformazione integrata tra tradizione ed innovazione.

## Bibliografia e riferimenti

- Guida, A., Porcari, V.D. [2017]. “Prevention, monitoring and conservation for a smart management of the cultural heritage”, *INTERNATIONAL JOURNAL OF HERITAGE ARCHITECTURE*, Vol. 1, No. 8 (2017) 1–10. pag. 71-80. Wessex WIT Print. ISSN: 2058-8321 (print), ISSN: 2058-833X (online).
- Loforese, A. G. [2017], *Verso un nuovo manuale per il recupero dei Sassi di Matera*.
- Gizzi, F.T., Masini, N. [2015]. *Salvaguardia, Conservazione e Sicurezza del Patrimonio Culturale*, Lagonegro (PZ): Zaccara Editore.
- Rota, L. [2011]. *Matera storia di una città*, Matera: Edizioni Giannatelli.
- Gasparoli, P., Talamo, C. [2006]. *Manutenzione e Recupero*, Enna: Aliena Editrice.
- Giuffrè, A., Carocci C. [1997]. *Codice di pratica per la sicurezza e la conservazione dei Sassi di Matera*, Matera: La Bauta.
- Carbonara, G. [1996]. *Trattato del restauro architettonico*, UTET edizioni.
- Laureano, P. [1993]. *Giardini di pietra. I Sassi di Matera e la civiltà Mediterranea*.

**Il ripristino del Béton Brut.  
Tecnologie e materiali a confronto**

---

***The restoration of the Béton Brut.  
Comparison between technologies and  
materials***

**Claudio Piferi**

**Parole Chiave:** Calcestruzzo faccia a vista, ripristino, Béton Brut, decadimento dell'architettura moderna, patologia edilizia

---

**Keywords:** *Architectural Concrete, restoration, Béton Brut, decadence of modern architecture, building pathology*

## Sommario

Il cemento armato viene identificato da subito come il materiale ideale per raggiungere un modello costruttivo e abitativo più sicuro, funzionale e durevole, ma anche per definire un nuovo stile architettonico. Gli architetti del Movimento Moderno e i Brutalisti lo utilizzeranno per sottolineare gli aspetti formali ed espressivi del proprio linguaggio e per dare forma a visioni complesse, difficilmente realizzabili con altri materiali. Le Corbusier, Niemeyer, Kahn, Wright, Scarpa, Nervi, Savioli, sono solo alcuni degli architetti che, consci delle proprietà meccaniche, ne hanno sperimentato ed esaltato le potenzialità formali [Piferi, 2014]. Nella rapida ascesa del materiale vanno però in parte rintracciate le ragioni della sua parziale sconfitta: una frenesia speculativa legata a un'eccessiva fiducia nella standardizzazione del processo costruttivo, l'inadeguatezza della manodopera e la carenza di uno specifico quadro normativo hanno portato a disattendere la qualità e l'accuratezza dell'opera, riducendo drasticamente le prestazioni e la durevolezza di molti manufatti in cemento armato. Gravi situazioni di decadimento edilizio contraddistinguono, a pochi decenni dalla loro costruzione, molti capolavori dell'architettura moderna ponendone in crisi sia i valori formali dell'immagine architettonica che la stessa stabilità meccanica [Picchione, 2004]. Oggi le conoscenze, le tecnologie e i materiali presenti sul mercato permettono la realizzazione di manufatti in calcestruzzo a vista con prestazioni formali, di resistenza meccanica e di durabilità di indiscutibile qualità: la ricerca si è orientata verso prodotti che, grazie a mix design innovativi, permettono di ridurre le problematiche dovute a elevati stress di esercizio, messe in opera inadeguate e contesti ambientali particolarmente aggressivi (SCC, fibrorinforzati, mangia smog, ecc.). Stesso discorso vale per la manutenzione e il ripristino dei manufatti esistenti: materiali passivanti per le armature e malte cementizie colabili a ritiro compensato permettono di intervenire sui calcestruzzi garantendone le prestazioni originarie [Coppola et al., 2015]. Quando però l'intervento di recupero si prefigge anche il ripristino della qualità architettonica originaria, magari ridisegnando le venature del legno impresse sulle facciate o ricalibrando le tonalità di colorazione originarie sulle superfici lisce e levigate, le conoscenze, le tecnologie e i materiali a nostra disposizione non sempre appaiono adeguati [Kupiers, 2003]. Il contributo si propone quindi di fornire, attraverso il racconto di casi studio, uno stato dell'arte su materiali innovativi e le tecnologie specifiche per il ripristino delle architetture in cemento armato faccia a vista.

## Abstract

The reinforced concrete was immediately identified as the ideal material to achieve a more secure, functional and durable construction and housing model, but also to define a new architectural style. The architects of the Modern Movement and the Brutalists will use it to emphasize the formal and expressive aspects of their language and to give shape to complex visions that are difficult to achieve with other materials. Le Corbusier, Niemeyer, Kahn, Wright, Scarpa, Nervi, Savioli, are just some of the architects who, aware of the mechanical properties, have experienced and enhanced their formal potential [Piferi, 2014]. In the rapid rise of the material, however, are partly traced the reasons of its partial defeat: a speculative frenzy linked to excessive confidence in the standardization of the construction process, the inadequacy of labour and the lack of a specific regulatory framework have led to disregard quality and accuracy of the building, dramatically reducing the performance and durability of the reinforced concrete. Serious situations of building decay distinguish a few decades after their construction, many masterpieces of modern architecture, putting in crisis both the formal values of the architectural image and the same mechanical stability [Picchione, 2004].

Today the knowledge, the technologies and the materials on the market allow the realization of visible concrete products with formal performances, mechanical resistance and durability of unquestionable quality: the research is oriented towards products that, thanks to innovative mix design, allow to reduce the problems due to high operating stresses, inadequate installation and particularly aggressive environmental contexts (SCC, fibres-reinforced, TIO<sub>2</sub>, etc.). The same applies to the maintenance and restoration of existing structures: passivating materials for reinforcement and cement mortars with compensated shrinkage allow intervening on concretes, guaranteeing their original performance [Coppola et al., 2015]. However, when the recovery intervention also aims to restore the original architectural quality, perhaps by redesigning the veins of the wood imprinted on the facades or by recalibrating the original colouring tones on smooth and polished surfaces, the knowledge, technologies and materials at our disposal do not always appear adequate [Kupiers, 2003].

The contribution aims to provide, through the story of case studies, a state of the art on innovative materials and specific technologies for the restoration of architectural reinforced concrete.

## 1. Premessa

Il contributo si propone di indagare la qualità di un materiale protagonista della cultura architettonica moderna e contemporanea, nella sua componente del faccia a vista, il *Béton Brut*, e si inserisce all'interno di un contesto culturale caratterizzato dalle problematiche del decadimento dell'architettura moderna e contemporanea, del restauro e della nascita di nuove competenze e discipline. La possibilità di ottenere superfici geometricamente perfette e prive di difetti che mantengano inalterate nel tempo le proprie caratteristiche cromatiche, oppure irregolari e imprecise che invecchino naturalmente, rappresenta uno dei punti di forza architettonici del materiale.

Ciò che distingue le differenti tipologie di superfici è la pelle, ovvero lo strato superficiale di cemento e sabbia che si diversifica al variare del tipo di cassaforma utilizzata, del colore della sabbia e dei cementi impiegati e dell'uso di additivi pigmentatosi e di inerti da applicare alla facciata. Il tipo di materiale utilizzato per le casseforme (legno naturale, rivestito e laccato, metallo, gomma, ecc.), così come la morfologia e le dimensioni degli elementi impiegati, possono dare risultati molto differenti tra loro (superfici ruvide, lisce, disegnate, con inerti a vista, ecc.) (figura 1).

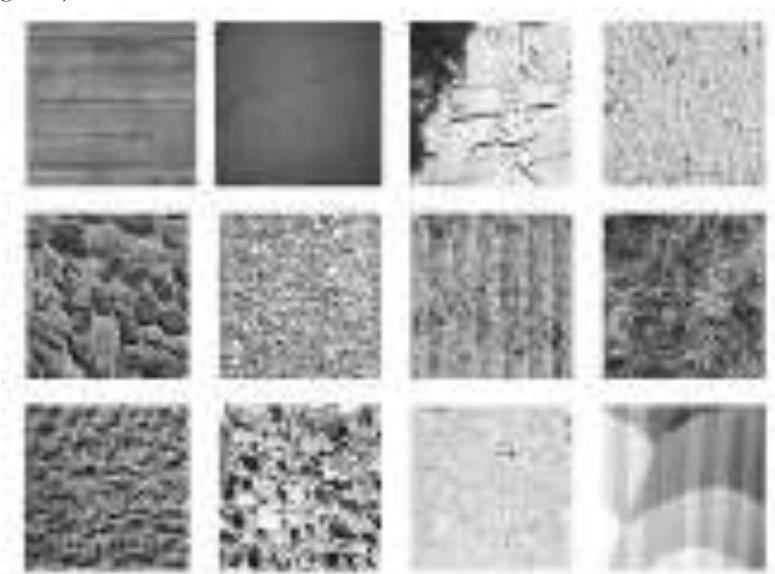


Figura 1

Sebbene, però, si possa definire il calcestruzzo a vista come una superficie strutturata, con un risultato che può essere previsto in anticipo, nella sua realizzazione intervengono una serie di fattori che possono influenzare il risultato finale e che non possono essere previsti o controllati.

L'aspetto finale del paramento può inoltre essere condizionato dalla morfologia e dalla dimensione degli elementi progettati, dal mix design della miscela, dai tempi e dalle modalità di messa in opera e dagli agenti esterni.

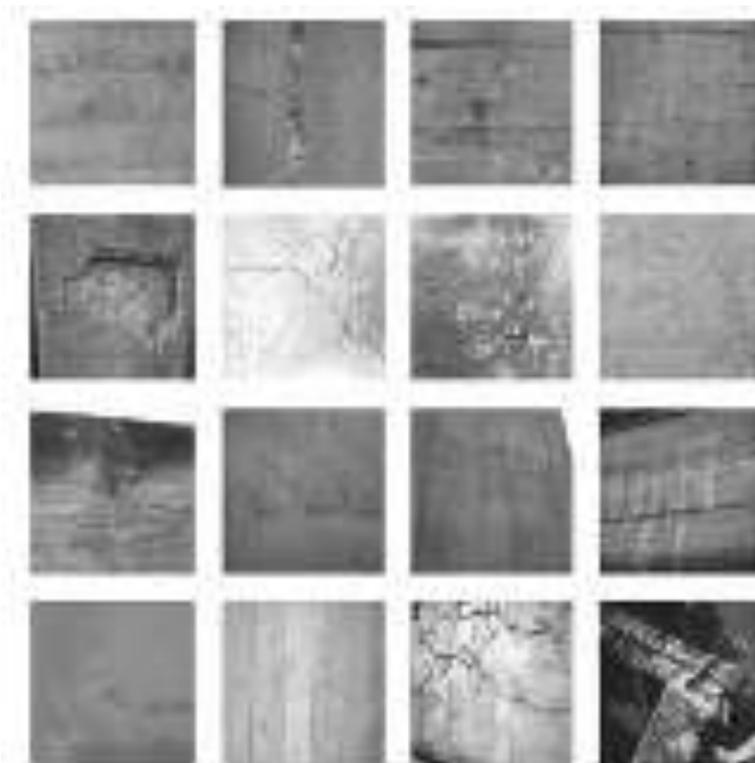
Inoltre, di particolare importanza, per l'identificazione degli interventi di ripristino, è l'individuazione delle patologie che possono interessare le differenti tipologie di paramenti faccia a vista, in quanto gli interventi di recupero possono differire molto non solo in relazione al tipo di finitura superficiale, ma anche in funzione del tipo di patologia riscontrata [Piferi, 2006]. Proprio per la molteplicità di difetti, endogeni e esogeni, che caratterizzano questo tipo di paramenti oggi, per i paramenti faccia a vista, si può parlare di una vera e propria patologia secondo la definizione di Croce: “La condizione di attivazione di uno stato patologico è sempre costituita dalla presenza di difetti depositati all'interno di una fase delle fasi in cui si sviluppa il processo edilizio” si può parlare di patologia “quando il deterioramento, lo scadimento prestazionali [...] si manifesta con temporizzazioni anticipate e non in linea con le attese medie di durata” [Croce, 2003] (figura 2).

## **2. Il ripristino dei paramenti in calcestruzzo faccia a vista**

Il restauro delle facciate in calcestruzzo a vista ha spesso come conseguenza quella di restituire alle città edifici più sicuri e duraturi, ma diversi da quelli originali, nei quali le scelte estetiche originarie dei progettisti spariscono sotto strati coprenti di vernici o intonaci.

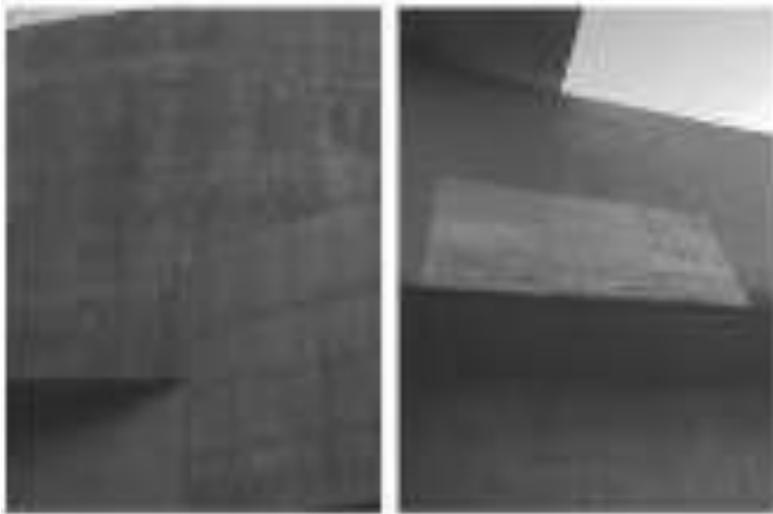
L'operazione si presenta complessa soprattutto per la difficoltà di riprodurre le texture originarie sia per disegno che per colorazione: una facciata generata da assi di legno trattate con ammoniaca per evidenziarne le venature o un paramento con inerti a vista, ad esempio, non possono essere restaurati facendo riferimento soltanto a prodotti che si occupano dell'adeguamento strutturale degli elementi degradati e della futura durabilità.

Variazioni di colore, macchie, efflorescenze, insudiciamenti, fessure e distacchi sono solo alcune delle problematiche che rendono qualitativamente inaccettabile un paramento di questo genere (figura 03).



**Figura 2**

Patologie riscontrabili nei paramenti in calcestruzzi faccia a vista



**Figura 3**

Difetti di colorazione su paramenti lisci e interventi di ripristino evidenti (MAXXI di Roma, Zaha Hadid)

### **2.1. Le Residenze per studenti universitari di Urbino (G. De Carlo, 1973-1983)**

Le superfici esterne di tutto il complesso sono caratterizzate dall'uso del calcestruzzo e del laterizio lasciati a vista, senza impiego di intonaci o altri rivestimenti protettivi.

Questa scelta, che determina l'immagine del complesso, ha causato, anche a pochi anni dalla costruzione, fenomeni di degrado di una certa rilevanza, soprattutto per le parti in calcestruzzo faccia a vista.

L'intervento di recupero dei paramenti ha avuto inizio già dopo pochi anni dalla costruzione ed è attualmente in fase di attuazione.

Già negli anni Novanta lo stesso De Carlo aveva progettato e seguito alcuni interventi di ripristino che sono ancora visibili in quanto hanno forma regolare, sono leggermente in rilievo rispetto al filo della facciata originario e presentano una leggera bocciardatura in contrasto con la texture originaria. Intento del progettista era, infatti, quello di rendere immediatamente identificabili gli interventi di recupero rispetto al progetto originario. Gli interventi che si sono succeduti sono sempre stati eseguiti nel rispetto di tali indicazioni al punto che, ad oggi, il complesso è caratterizzato da visibili "toppe" di differente cromia che ne

hanno alterato profondamente l'aspetto originario. L'introduzione delle norme antisismiche ha generato un'ulteriore problematica che ha portato all'ingrossamento di alcune parti strutturali, nel nodo trave-pilastro, con conseguente ulteriore alterazione dell'immagine complessiva.

In altre parti del complesso gli interventi adottati sono meno riconoscibili: il complesso denominato Aquilone è stato completamente rivestito con un nuovo composto, impresso con una tavola lignea prima della completa asciugatura, per riprodurre il disegno dei casseri.

Prima di intervenire direttamente sui paramenti ammalorati, è stato redatto un *masterplan* di intervento e sono state attuate delle fasi di sperimentazione al fine di individuare le tecnologie e i materiali più idonei.

Come primo passo è stato redatto un abaco dei materiali per descrivere gli impasti, la texture e i trattamenti superficiali presenti. All'interno del complesso, infatti, i calcestruzzi utilizzati hanno differenti finiture superficiali che variano da quelle che riproducono le venature dei casseri in legno, a quelle bocciardate con inerti a vista ad alcune completamente lisce.

Il *masterplan* si proponeva, tra l'altro, di non ricoprire le superfici con intonaci, finiture o trattamenti invasivi, di non generare variazioni cromatiche che dessero un effetto bagnato (più scuro), di limitare l'ispessimento dei "rattoppi" rispetto al filo di facciata solo nei casi di miglioramento sismico, e di garantire la massima omogeneità di risultati tra interventi realizzati in fasi e tempi differenti. Anche le recenti ipotesi sperimentali di intervento prevedono di rispettare le indicazioni di De Carlo: nelle integrazioni non viene quindi ricercato alcun risultato mimetico, ma le riparazioni si differenziano dal materiale esistente alterandone di meno la leggibilità complessiva.

Per le parti meno ammalorate è stato previsto l'uso di protettivi idrorepellenti per rallentare i fenomeni di degrado, mentre per le parti più degradate si procede alla rimozione, integrazione e sostituzione del calcestruzzo ammalorato (in alcune parti anche con aggiunta dei ferri di armatura).

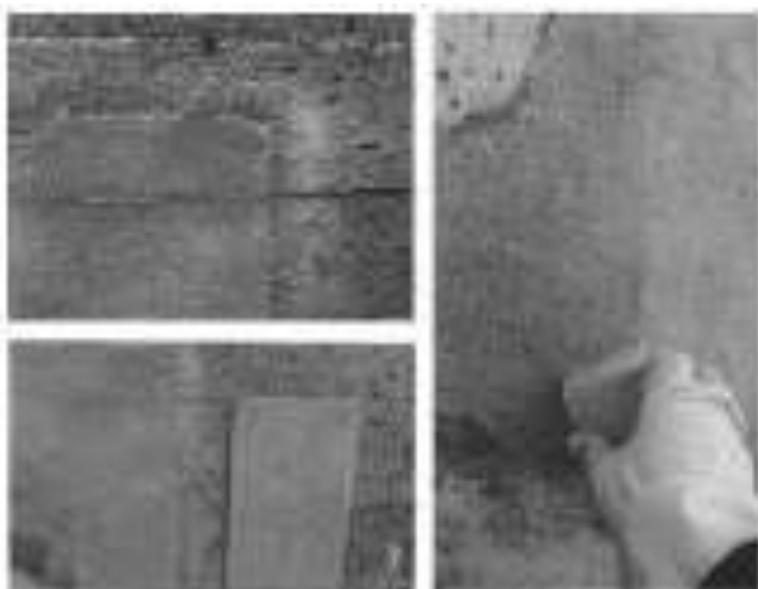
Per quanto riguarda i trattamenti idrorepellenti sono stati testati prodotti a base silossanica, acrilica, fluorurata, sia a base di acqua sia a solvente, valutati in base alla variazione cromatica indotta dalla loro applicazione (Raccomandazione NorMal 43/93) e alla loro capacità di inibire l'assorbimento di acqua misurato attraverso il metodo della spugna di contatto (UNI EN 16085:2012) [AA.VV., 2017]. La sperimentazione effettuata su una serie di prodotti di uso comune attualmente in commercio ha evidenziato ottimi risultati in merito alla riduzione dell'assorbimento di acqua ma, tranne rari casi, risultati deludenti in merito alle

variazioni cromatiche: quasi tutti i prodotti, infatti, generano alterazioni di colore ben visibili.

Le operazioni più invasive sui paramenti fessurati hanno previsto la rimozione del materiale ammalorato (circa 1,5 cm intorno alle armature), la pulitura delle superfici con acqua a bassa pressione, la spazzolatura dei ferri e l'applicazione di un prodotto passivante.

La malta utilizzata per gli interventi di ripristino volumetrico e finitura di facciata è stata progettata sulle caratteristiche delle superfici esistenti partendo da un mix di sabbie e graniglie e cemento bianco nella proporzione di 2 a 1.

Le nuove finiture non riproducono le texture originarie delle tavole lignee e la riconoscibilità dell'intervento è garantita dalla granulometria di sezione inferiore degli inerti del materiale utilizzato e dal tracciamento di linee orizzontali in corrispondenza delle tracce esistenti. La colorazione dei ripristini è invece simile a quella esistente grazie al mix design della miscela e all'utilizzo di una spugnatura, prima della completa asciugatura della malta (figura 4).



**Figura 4**

Applicazione del nuovo strato di malta in rilievo e a filo con incisione in prossimità del giunto originario e spugnatura della nuova finitura [Piano di Conservazione, MTA Associati, Politecnico di Milano, CNR]

## 2.2 L'Unité d'Habitation di Marsiglia (Le Corbusier, 1945-1953)

Il cantiere della *Cité Radieuse* è stato da subito un cantiere sperimentale e problematico: i numerosi difetti di costruzione e posa in opera dei pannelli prefabbricati di rivestimento emersero palesemente già in fase di costruzione. Per la pulizia delle facciate annerite dal pulviscolo depositatosi in decine di anni sulla superficie rugosa del calcestruzzo in parte alterata dallo spesso rivestimento plastico impermeabilizzante, è stato previsto un intervento di decapaggio chimico applicato con spazzola per tre passaggi con un prodotto alcalino a base di soda caustica con pH pari a 14, alternando lavaggi con acqua calda in pressione fino a far riapparire la superficie originaria. Negli interventi di restauro successivi, le armature affioranti in alcuni punti per difetto di posizionamento delle stesse entro i casseri, hanno subito un trattamento di passivazione ed un rivestimento con un prodotto verniciante protettivo di un colore simile a quello del calcestruzzo. All'aspetto degradato delle strutture della terrazza concorrevano anche i vistosi rattoppi, (a loro volta già fessurati e distaccati), che deturpavano in particolare le superfici dei camini, dei loro basamenti e delle rampe. Le pareti della torre in calcestruzzo armato gettato in opera dello spessore di 15 cm, a causa di una pessima esecuzione, presentavano le armature affioranti in modo diffuso ed una porosità eccessiva che, accompagnata all'esiguo spessore, le rendeva estremamente permeabili all'acqua piovana e soggette a infiltrazioni in caso di piogge oblique [De Caroli, 1992].

Le Corbusier scelse allora di rivestire la torre con uno spesso strato di intonaco, che però si fessurò, non riuscendo ad impedire alle armature sottostanti di corrodarsi. L'azione espansiva dei prodotti della corrosione unitamente alle condizioni già precarie di adesione dell'intonaco al supporto ne favorì il distacco di ampie porzioni. Nell'intervento di restauro postumo è stata invece preferito il ripristino del *béton brut* originario. Demolito lo spesso intonaco di rivestimento, le armature affioranti sono state messe completamente a nudo mediante demolizione del calcestruzzo con martello e scalpello e, in seguito, spazzolate e raschiate prima di subire un trattamento passivante [Bardelli, 1992]. Lo studio del materiale di ripristino è stato condotto in riferimento alle esigenze di aderenza al supporto, di impermeabilizzazione e di riproduzione, soprattutto attraverso lo studio della granulometria e della tipologia dell'inerte, dell'aspetto e del colore del calcestruzzo originario. Allo scopo sono stati eseguiti tre campioni sulla torre per permettere la scelta del prodotto che presentasse la texture più simile all'originale. La malta di riporto, di tipo tixotropico, confezionata con l'utilizzo di un additivo plastificante riduttore d'acqua a base di lignosulfonati è stata applicata a cazzuola

a strati successivi per uno spessore di circa 5 cm con l'interposizione di una rete elettrosaldata fissata meccanicamente al supporto. Sullo strato superficiale ancora fresco sono stati impressi pannelli di tavole in legno d'abeto preparate con un trattamento di sabbiatura, per evidenziarne le venature e facilitarne la formazione dell'impronta, e con l'applicazione di un prodotto disarmante.

Sono anche stati realizzati piccoli difetti, colature, irregolarità nei giunti, affinché questa particolare finitura superficiale riproducesse l'aspetto poco curato dei getti a vista. A seguito dell'intervento i setti di calcestruzzo armato della torre, originariamente dello spessore di circa 20 cm, sono variati alterando le proporzioni basate sul *Modulor* [De Caroli, 1992].

La progettazione e la realizzazione dell'impermeabilizzazione dei giunti in facciata venne affidata ad un'impresa specializzata che fresò i giunti fra i pannelli che erano stati colmati con malta di cemento, collocò sul fondo degli stessi uno spessore di materiale inerte per evitare l'adesione del sigillante ed infine applicò in tre passaggi di rullo un rivestimento impermeabile a base di resine acriliche.

### **2.3 Lo Unity Temple di Oak Park, Illinois (F. L. Wright, 1908)**

Ai primi del Novecento Wright sperimenta le potenzialità costruttive ed estetiche del nuovo materiale nella progettazione dello Unity Temple di Oak Park nell'Illinois. L'uso del calcestruzzo armato, come elemento strutturale innovativo e come materiale di finitura, rappresenta un carattere distintivo del tempio, uno tra i primi edifici monumentali al mondo ad essere realizzato interamente in calcestruzzo gettato in opera con inerti a vista. La scelta di impiegare questo materiale costituì un'occasione per esaltarne le straordinarie potenzialità espressivo-formali e tecnologico-strutturali, consentendo di creare prospetti di grande effetto, con un interessante gioco chiaroscurale garantito dalla lavorazione superficiale del paramento di facciata.

A pochi anni dalla sua inaugurazione, però, l'edificio cominciò a mostrare tutta una serie di problematiche sia di carattere strutturale che prettamente estetico.

Le infiltrazioni di acqua all'interno dell'edificio sono state continue e distruttive danneggiando l'integrità del calcestruzzo, del sistema di copertura e delle finiture interne. Alla fine degli anni settanta venne redatto un *masterplan* per coordinare tutti gli interventi che andavano dal ripristino del calcestruzzo e delle vetrate artistiche, fino al rifacimento dei corpi illuminanti.

Il *CTL Group (Construction, Technology Laboratories)* raccolse i dati storici ed effettuò gli esami visivi: successivamente eseguì le prove in situ (ultrasoniche non distruttive) e le prove in laboratorio su prelievi mirati, fece un esame critico

comparativo dei dati raccolti ed infine emise la diagnosi. L'analisi storica rilevò l'uso di tre specifiche tipologie di calcestruzzo: un Portland cement facing mortar, uno stone concrete e uno structural cinder concrete.

L'ispezione visiva permise di monitorare, nello specifico, i fenomeni di fessurazione, di laminazione e scheggiatura dei paramenti in calcestruzzo e la corrosione evidente di alcune colonne ornamentali mentre le prove più invasive confermarono che la causa del distacco di porzioni di calcestruzzo era dovuta anche alle specifiche chimiche degli aggregati utilizzati, particolarmente ricchi di particelle di ferro.

Gli interventi sugli elementi in calcestruzzo si attuarono essenzialmente su due fronti: da un lato il consolidamento strutturale mediante l'inserimento di nuove armature o la sostituzione totale degli elementi, e dall'altro il trattamento della carbonatazione del calcestruzzo e il recupero.

Per il ripristino della tessitura superficiale si è operato dapprima con la preparazione del sottofondo, poi con la protezione dei ferri e infine con il ripristino volumetrico e la finitura. Per quanto riguarda la preparazione del sottofondo è stato rimosso il materiale ammalorato fino ad arrivare ad un calcestruzzo meccanicamente resistente e irruvidito con asperità di circa 5 mm: lo spessore di calcestruzzo rimosso è stato pari a quello che, in base alle indagini diagnostiche, è risultato essere ormai penetrato dagli agenti aggressivi, anche se ancora non completamente danneggiato. In questo modo è stato rimosso il copriferro danneggiato consentendo la liberazione delle armature arrugginite dal materiale più deteriorato. L'operazione di asportazione è stata eseguita manualmente in modo da evitare la trasmissione di dannose vibrazioni alla struttura.

Infine il sottofondo è stato saturato di umidità bagnandolo con acqua a pressione al fine di evitare sottrazione di acqua alla malta da applicare successivamente con conseguente perdita delle caratteristiche espansive. La fase di pulitura si è conclusa con un test che prevede l'applicazione sulle parti trattate di un reagente a base di fenoltaleina. Successivamente i ferri sono stati trattati con uno strato sottile di malta passivante che, oltre a svolgere un'azione anticorrosiva, funge da strato di aggrappaggio per i successivi trattamenti per il ripristino volumetrico.

La scelta dei materiali da impiegare nel ripristino volumetrico è dipesa dalle considerazioni emerse dall'analisi dei dati storici, e quindi dalla composizione originaria della miscela, e dalla diagnosi del degrado, ovvero dalle cause che lo hanno provocato.

Per il corretto mix design della miscela sono state effettuate diverse prove per individuare gli aggregati più simili agli originali sia per forma che per colore: una volta individuate morfologia, dimensioni e tinta, è stato acquistato (dalla stessa cava utilizzata per il confezionamento del paramento originario) il quantitativo necessario per l'intero intervento, così da scongiurare l'eventuale futura necessità di dover acquistare materiale non idoneo per il restauro. La nuova miscela è stata messa in opera con la tecnica dello Shotcrete, ovvero del calcestruzzo spruzzato, mediante una lancia ad aria compressa.

Questa tecnologia è apparsa la più idonea per l'ottenimento di una superficie omogenea e compatta, con una finitura simile all'originale con gli inerti a vista, senza l'utilizzo di casseforme e perché in grado di garantire resistenze meccaniche elevate in tempi ridotti.

Per prevenire la futura corrosione delle armature sono state inoltre applicate iniezioni di idrossido di litio a bassa pressione, in grado di aumentare il pH del composto [Piferi, 2014].



**Figura 5**

Lo Unity Temple prima e dopo il restauro [wikimedia.org]

## Bibliografia e riferimenti

- AA.VV. [2017], *I collegi di Giancarlo De Carlo a Urbino*. Piano di Conservazione
- AA.VV. [2016], *Architectures de béton*, Malakoff: Dunod
- Andriani C. [2016], *Cemento futuro. Una materia in divenire*, Milano: Skira
- Bardelli P. G. [1992], “Conoscenze strategiche per il restauro dell’architettura moderna. Il caso de l’Unité d’Habitation di Marsiglia”, in Gimma M.G. (a cura di), *Il restauro dell’architettura moderna*, Viterbo: BetaGamma
- Blanchard R., Bouichou M., Congar T., Marie-Victoire E. [2015], “Concrete cultural heritage in France. Inventory and state of conservation”, in AA.VV. (a cura di), *Concrete repair, rehabilitation and retrofitting IV*, Leipzig
- Buttner T., Raupach M. [2014], *Concrete repair to EN 1504: diagnosis, design, principles and practice*, London: CRC Press
- Chirag P., Poonami M. [2016], *Repair and rehabilitation of concrete structures*, Delhi: PHI
- Coppola L., Buoso A. [2015], *Il restauro dell’architettura moderna in cemento armato*, Milano: Hoepli
- Croce, S. [2003], “Patologia edilizia”, in *La qualità edilizia nel tempo*, Torino: Hoepli
- De Caroli F. [1992], “Conoscenze tecniche per le scelte di intervento su edifici significativi dell’Architettura moderna”, in Gimma M.G. (a cura di), *Il restauro dell’architettura moderna*, Viterbo: BetaGamma
- Dessy P., Galimberti V. [2001], “Sistemi e prodotti per il ripristino del calcestruzzo”, *l’Edilizia*, No. 1, Milano, p. 44
- Dimitrijevic B., Guida A., Pagliuca A. [2011], *Reinforced concrete condition assessment in architectural heritage. The Lion Chambers (Glasgow, UK) and the Theatre E. Duni (Matera, Italy)*, Fisciano (SA): CUES
- Faresin A., [2012], *Architettura in calcestruzzo. Soluzioni innovative e sostenibilità*, Torino: Utet
- Kupiers, M. [2003], “Restaurare l’edificio e non la sua immagine”, *Il Giornale dell’Architettura*, No. 10, pp.13-18.
- Marino R., Piferi C. [2005], “Il calcestruzzo faccia a vista”, *In Concreto*, No 66, pp. 40-44
- Mezzina M., Uva G. [2003] “Degrado e riabilitazione strutturale dell’architettura in cemento armato: la crisi della modernità.”, *d’Architettura*, No 20, Milano, pp. 176-181
- Picchione, M.G., [2004], “La tutela delle opere di architettura contemporanee”, *L’Architetto Italiano*, No. 4, pp. 44-46.

Piferi, C. [2006], "Quality and deterioration of the architectural concrete facades", Construction in XXI century: local and global challenges, Edizioni Scientifiche Italiane, pp. 408-409.

Piferi, C. [2014], "Il ripristino architettonico dei paramenti in calcestruzzo a vista: lo Unity Temple di Wright-Oak Park (Illinois)", in Catalano A., Sansone C. (a cura di), *Progetto e tecnologia per il costruito*, Galazzano (RSM): IMREADY

Pretelli M., Ugolini A. [2012], "I calcestruzzi di Urbino", in Catalano A., Sansone C. (a cura di), *Il Calcestruzzo per l'edilizia del nuovo millennio. Progetto e tecnologia per il costruito*, Ripalimosani (CB): Arti Grafiche La Regione

**Valutazione del rischio sísmico nella chiesa  
di San Pietro Caveoso - Matera**

---

*Evaluation of the sysmic risk in the church of  
San Pietro Caveoso - Matera*

**Helena Maccarini, Michele D'Amato,  
Michelangelo Laterza**

**Parole Chiave:** Vulnerabilità sismica, Método semplificato,  
Patrimonio, Chiesa, Matera

---

**Keywords:** *Seismic vulnerability, simplified method, patrimony,  
church, Matera*

## Sommario

La necessità di salvaguardare il patrimonio storico e la consapevolezza dello stato attuale di tali strutture per quanto riguarda la vulnerabilità sismica è la motivazione dell'indagine che viene qui presentata. L'interrogazione si propone ad analizzare la vulnerabilità della Chiesa di San Pietro Caveoso, situata nella provincia di Basilicata nel sud Italia. Questo patrimonio appartiene a un gruppo di importanti chiese storiche in muratura nel complesso del Paesaggio Culturale di Sassi insieme al Parco delle chiese rupestri di Matera, riconosciuto patrimonio dell'umanità dall'UNESCO dal 1993. Come è noto, l'Italia ha una grande quantità di patrimoni storici e artistici, tuttavia allo stesso tempo un'area di rischio sismico altrettanto grande, anche se in questo caso la regione Basilicata ha un rischio sismico moderato. A tale obiettivo, l'analisi di vulnerabilità sismica di questo patrimonio è stata effettuata secondo il metodo semplificato LV1 (secondo le norme della letteratura, con indicazione delle norme vigenti e in particolare dello standard tecnico per la costruzione italiana). Per raggiungere tale analisi è stata effettuata una prima ricognizione storica della chiesa, dall'inizio della sua costruzione, cioè, dal XIII secolo ai nostri giorni. In dettaglio, sono riportate le fasi di costruzione, il rilievo geometrico, la storia degli interventi e le caratteristiche costruttive. Successivamente, l'analisi dei danni meccanici presenti è stata condotta nella struttura, dove, con un'indagine preliminare, è stato possibile osservare l'esistenza di crepe nelle pareti esterne del campanile e principalmente in una delle cappelle. Ancora nella fase di individuazione della struttura sono state effettuate due prove non distruttive, al fine di ottenere una comprensione qualitativa della muratura (test ad ultrasuoni) e convalidare le conoscenze storiche circa l'esistenza di un livello inferiore rispetto alla navata della chiesa (test georadar). Prima di eseguire l'analisi di vulnerabilità, è stato ancora ottenuto il fattore di confidenza ( $F_C$ ) della struttura pari a 1,29. Con il metodo semplificato LV1 sono stati determinati 19 meccanismi sismici, così la chiesa di San Pietro Caveoso è stata valutata con un indice di vulnerabilità ( $i_v$ ) pari a 0,5, con le macro meccanismi più vulnerabili legate alla facciata e alle volte delle cappelle. Dunque, in funzione del periodo di ritorno di riferimento ( $T_R$ ) sono stati considerati 20 anni, ottenendo un indice di sicurezza per lo stato SLD di condizioni non sicure. Occorre quindi che si tratta di un patrimonio mondiale che deve essere preservato, in cui l'analisi delle vulnerabilità per il periodo di riferimento di 20 anni dovrebbe essere presa in considerazione al fine di produrre

interventi con l'intento di aumentare la durabilità della struttura fornito di un modo meno invasivo.

## Abstract

The need to preserve historical patrimony and knowledge of the current state of some structures regarding seismic vulnerability is the motivation of this research. The research aims to analyse the vulnerability of the Church of *San Pietro Caveoso*, located in the region of Basilicata in southern Italy. This heritage belongs to a group of important historic masonry churches in the Sassi complex and the Matera Rupestrian Churches Park, which has been recognized as a World Heritage Site by UNESCO since 1993. As it is well known, Italy has a large amount of historical constructions, but at the same time has areas of seismic risk, in this case the region of Basilicata has a moderate seismic risk. With this objective, the seismic vulnerability analysis of this patrimony was done according to the simplified method LV1 (according to the norms of literature, with indication to the current norms and in particular to the Technical Standard for the Italian construction). In order to reach this analysis, a historical survey of the church has been made, from the beginning of its construction, the thirteenth century to present day. The construction phases, the geometric survey, the history of interventions and the constructive characteristics are reported. In detail subsequently, the analysis of mechanical damage was performed on the structure, where, with a preliminary investigation, it was possible to notice the existence of cracks in the outer walls of the belfry and mainly in one of the chapels. Also, in the knowledge phase of the structure, two non-destructive tests were carried out in order to obtain a qualitative knowledge of the masonry (sonic test) and to validate historical knowledge about the existence of a lower level than the church nave (georadar test). Before carrying out the vulnerability analysis, the Confidence Factor ( $F_C=1.29$ ) of the structure was still obtained. The simplified method LV1 determined 19 seismic mechanisms in the analysed church *San Pietro Caveoso*, that was evaluated with a vulnerability index ( $i_v = 0.5$ ) and with macro elements more vulnerable in the mechanisms related to the façade and to the vaults of the chapels. Therefore, for the reference return period ( $T_R$ ) 20 years were considered, obtaining a safety index for the condition state SLD of unsafe condition. The conclusion of the study is that in the case of preserving a world heritage, vulnerability analysis for a 20-year reference period should be taken into account

in order to carry out interventions to increase the durability of the structure and in a less invasive way.

## Resumo

A necessidade de preservar o patrimônio histórico e o conhecimento do estado atual dessas estruturas quanto à vulnerabilidade sísmica é a motivação desta pesquisa. A pesquisa tem como objetivo a análise da vulnerabilidade da Igreja de *San Pietro Caveoso*, localizada na região de Basilicata ao sul da Itália. Este patrimônio pertence à um conjunto de importantes igrejas históricas de alvenaria, no conjunto Sassi e o Parque das Igrejas Rupestres de Matera, reconhecido como Patrimônio Cultural da Humanidade pela UNESCO desde 1993. Como se sabe, a Itália apresenta uma grande quantidade do patrimônio histórico, mas ao mesmo tempo áreas de risco sísmico, no caso a região de Basilicata possui um risco sísmico moderado. Com este objetivo foi feita a análise de vulnerabilidade sísmica deste patrimônio conforme o método simplificado LV1 (de acordo com as normas da literatura, com indicação à normas atuais e em particular à Norma Técnica para a construção italiana). Para alcançar esta análise foi primeiramente feito um levantamento histórico da igreja, desde o início de sua construção, século XIII até os dias atuais. Em detalhe se relata as fases construtivas, o levantamento geométrico, o histórico de intervenções e as características construtivas. Posteriormente se realizou a análise de danos mecânicos presentes na estrutura, onde, com uma investigação preliminar se pôde notar a existência de fendas nas paredes exteriores do campanário e principalmente em uma das capelas. Ainda na fase de conhecimento da estrutura foram realizados dois ensaios não-destrutivos a fim de obter um conhecimento qualitativo da alvenaria (ensaio sônico) e validar conhecimento histórico sobre a existência de um nível inferior ao da nave da igreja (ensaio de georradar). Antes de realizar a análise de vulnerabilidade ainda foi obtido o Fator de Confiança ( $FC$ ) da estrutura igual à 1.29. Com o método simplificado LV1 foram determinados 19 mecanismos sísmicos na igreja em estudo, a igreja de *San Pietro Caveoso* foi avaliada com um índice de vulnerabilidade ( $iv$ ) igual à 0.5, tendo como macro elementos mais vulneráveis os mecanismos relacionados à fachada e às abóbadas das capelas. Portanto, para o período de retorno de referência ( $TR$ ) foram considerados 20 anos, obtendo um índice de segurança para o estado limite SLD de condição insegura. Portanto, se tratando de um patrimônio mundial que deve ser

preservado, a análise de vulnerabilidade para um período de referimento de 20 anos deve ser levada em conta a fim de realizar intervenções para aumentar a durabilidade da estrutura e de forma menos invasivas.

## 1 Introdução

Entre os eventos de origem natural mais catastrófico o terremoto constitui, uma ameaça para o conjunto do território nacional italiano, um país com alto risco sísmico, pelo histórico de eventos e pela intensidade que afetaram no território italiano, causando um impacto social e econômico significativo.

Entre todos os tipos de construção, as igrejas são mais sísmicamente vulneráveis. Embora caracterizados por diferentes épocas e estilos, sua forma arquitetônica as torna particularmente sensíveis à ação sísmica. (Podestà & Scandolo, 2017)

Com esta motivação que se iniciou esta pesquisa, no intuito de analisar a vulnerabilidade sísmica da igreja de *San Pietro Caveoso* localizada em *Sassi de Matera*, na região de Basilicata ao sul da Itália. A igreja pertence a um conjunto de importantes igrejas históricas de alvenaria, pertencentes a *Sassi e o Parque das Igrejas Rupestres de Matera*, reconhecido como Patrimônio Cultural da Humanidade pela UNESCO desde 1993.

Para alcançar o objetivo da pesquisa que é, fazer uma análise de vulnerabilidade sísmica da igreja de *San Pietro Caveoso*, foi feita uma avaliação pelo método simplificado LV1, de acordo com a norma técnica italiana. Diante disso, a metodologia aplicada para desenvolver a pesquisa foi obter o conhecimento da história da estrutura, suas fases construtivas, e as intervenções realizadas ao longo dos séculos. Nos seguintes capítulos serão expostos esses temas e por fim será avaliada a vulnerabilidade sísmica do monumento.

## 2 Conhecimento da Estrutura

### 2.1 Levantamento Histórico e Fases construtivas

A igreja de *San Pietro e Paolo* é considerada como um dos principais marcos religiosos de Matera - Itália, inicialmente construída no ano de 1218. A igreja está localizada no *Sasso Caveoso*, por isso atualmente é conhecida popularmente como a igreja de *San Pietro Caveoso*, e é precisamente localizada na parte inferior de *Sassi di Matera* atrás do córrego de *Gravina*, ver Figura 1. Foi construída sobre 350 metros

do nível do mar onde a fachada norte e sudeste estão no limite de um monte rochoso.

As numerosas renovações alteraram a estrutura da igreja, tornando-a muito diferente do original. Do prédio do século XIV, há muito pouco, mas algumas transformações mais significativas são mencionadas na história da igreja:

Em resumo das modificações se pode dividir as fases construtivas da igreja em quatro fases. A primeira fase (a) que corresponde ao início da construção da nave central e laterais datada no século XIII até aproximadamente o ano de 1218. A segunda fase (b) se situa entre os séculos XIV – XVII, neste período é feita a ampliação do ambiente interno com a construção das capelas laterais do lado esquerdo e das capelas escavadas na rocha localizadas ao lado direito. No ano de 1752 são feitas as transformações que delimitam a terceira fase (c), neste ano se realiza a modificação da fachada principal contemplada com a torre do campanário, a construção da abside e da sacristia e a ampliação do telhado da nave principal (1794). A quarta fase (d) é conhecida pela demolição (1947 – 1948) das capelas escavadas na rocha para a construção do oratório e do arco fora da estrutura que atualmente dá acesso à vista da Gravina de Matera (Padula & Motta, 1994) e a reestruturação da praça e da cobertura que volta a ser construída como era inicialmente.

## **2.2 Levantamento geométrico**

Como resultado dessas intervenções a igreja é planificada atualmente conforma a Figura 2. É composta por 3 naves, apresenta uma cobertura em madeira apoiada por pilares que formam os arcos que dividem a nave central das naves laterais. Os pilares da nave central formam cinco arcos além do arco de entrada e o arco triunfal. As naves laterais são divididas em 6 abóbadas de vela, a mesma tipologia de abóbada presente no átrio. Conectado à nave lateral direita está o oratório da



**Figura 1**

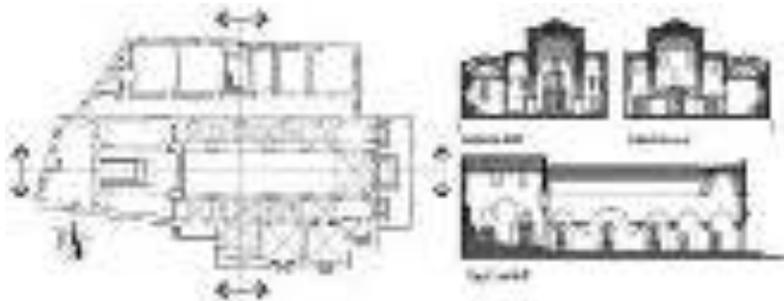
Imagem atual da igreja de *San Pietro Caveoso*, [Autor, 2018].

igreja, agregado ao edifício em 1947 e composto de dois pavimentos. Já ao lado da nave esquerda estão presentes três capelas. A primeira capela possui uma cobertura de base quadrangular, com abóbada cruzada nervurada. A segunda capela também tem a cobertura de base quadrangular com abóbadas nervuradas apoiada em pilares. A terceira capela tem uma cobertura também de base quadrangular, porém esta contém uma cúpula octogonal e como as outras capelas apresentam uma área de 20.25m<sup>2</sup>. O campanário tem uma base quadrada e sua cúspide é semelhante àquela da catedral local, com 21 metros de altura. A fachada tem 13.20 metros de largura e seu ponto mais alto está a 12.50 metros do solo. A fachada traseira e a lateral esquerda estão delimitadas pelas bordas do maciço rochoso da *Gravina* de Matera.

### **2.3 Análise histórica de intervenções**

No final dos anos oitenta, é que começaram a ser realizadas as ações de consolidação que levaram à estrutura atual. Os trabalhos de consolidação foram projetados de acordo com um padrão de crack generalizado, principalmente devido à deterioração e desgaste do tempo, mas que nas situações mais graves, tanto nas paredes quanto nas abóbadas, destacou os efeitos diferencial da base (Laterza, 2011). As causas dessas falhas foram objeto de um estudo aprofundado que mostraram que mesmo que o substrato seja de origem calcária foi encontrado diversas cimentações desta rocha sedimentar com uma menor consistência. Com o

estudo citado anteriormente, algumas intervenções foram sugeridas e logo efetuadas. As informações foram encontradas em uma entrevista feita na Superintendência da cidade de Matera neste mesmo ano. Entre elas: (a) Reforço na base dos pilares do colonato, (b) Intervenção sobre a massa rochosa do solo; que possui um estado de degradação superficial da rocha sujeita a agentes atmosféricos com uma erosão contínua, (c) Consolidação dos arcos por meio de perfuração de



**Figura 2**

Planta baixa e cortes da igreja, [Università degli Studi della Basilicata, 2018].

barras de ferro e calda de cimento, (d) Reforço na alvenaria e na fundação do campanário, (e) Consolidação nas paredes da sacristia por meio de perfuração de barras de ferro. No ano de 2011 alguns pilares foram reforçados com fibras FRP por estarem sendo afetados por uma fissuração vertical difusa, uma vez que as barras foram oxidadas (Laterza 2011).

#### **2.4 Caracterização construtiva**

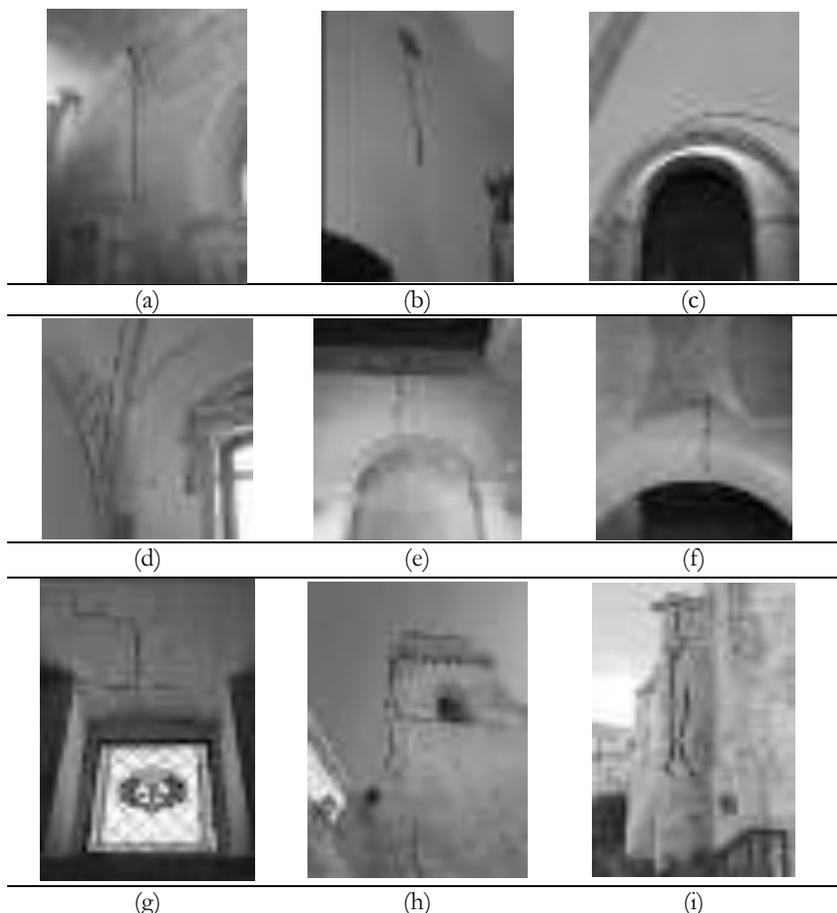
O sistema de construção utilizado para a construção da igreja de *San Pietro Caveoso*, típico de quase todas as tipologias de construção que se enquadram no distrito de *Sassi*, envolve o uso da pedra calcária local como material de construção, também conhecida como “tufo de Matera”. Os blocos de pedra apresentam uma dimensão média de 27x15x50cm, de forma retangular e de faces lisas. Esta pedra tem característica trabalhável, de fácil cantaria e eram utilizadas em paredes e coberturas. O paramento das paredes da igreja são regular e apresentam unidades de conexões transversais. As paredes de pedra não são revestidas, são constituídas de duas faces, onde os espaços internos entre os blocos são preenchidos com

material irregular, um pouco de argamassa e blocos transversais que conectam as duas faces da parede (Giuffrè & Carocci, 1997). As argamassas nas juntas apresentam uma consistência similar a da pedra e é composta por pó de tufo, cal e água.

A partir da análise feita se pode concluir um bom julgamento sobre a qualidade do paramento das paredes da igreja estendendo esta avaliação a toda a estrutura do edifício com as características de boa "regra da arte". A presença de pedras travadoras confere à parede um comportamento mais monolítico em caso de terremoto. Porém essa conclusão é referente à qualidade da alvenaria em relação à sua "regra de arte", já a sua vulnerabilidade estrutural leva em conta também outros fatores como cargas, fundação e danos estruturais.

## **2.5 Levantamento Patológico**

Devido ao fato que a pesquisa é baseada em uma avaliação estrutural se buscou verificar os danos que podem comprometer a estabilidade da estrutura. Na Tabela 1 se encontram as fotos de cada dano encontrado. O dano (a) é o desenvolvimento de uma fenda entre a parede da capela 1 e o muro do campanário no interior da igreja. Os danos (b), (c) e (d) se localizam nas paredes internas da capela 1, no arco, na parede lateral ao campanário e na abóbada. As fotos (e) e (f) corresponde a uma fenda aparente nos dois lados do primeiro arco do colonato direito. No dintel da janela direita da fachada há o desenvolvimento de uma fissura que se propaga nas duas faces da parede - (g) e no teto da abóbada interna. No campanário da igreja se encontra uma fenda vertical localizado na face exterior (h), o acesso à parte interna do campanário é restrito e não se pôde avaliar a profundidade da fenda. Assim como no campanário, uma fenda vertical também se encontra na parede exterior frontal da capela 1, ver (i). Com uma investigação preliminar se pôde notar que o comportamento das fendas exteriores do campanário e principalmente da capela 1 (internamente e externamente) são ativadas por um deslocamento diferencial na fundação já que se encontra no limite de um maciço rochoso; que possui um estado de degradação superficial da rocha sujeita a agentes atmosféricos com uma erosão contínua, perda de massa e formações de cavidade rochosa, perigosa para a estática do edifício.



**Tabela 1**  
Tabela de danos.

## 2.6 Ensaios não-destrutivos

Foram realizados dois ensaios não-destrutivos: o ensaio de *georadar* e o ensaio *sônico*, essas duas técnicas foram utilizadas para ter uma ideia qualitativa de algumas partes da estrutura e validar os conhecimentos obtidos na investigação histórica.

O ensaio de *georadar* permitiu delimitar a região onde se encontrava a região das antigas sepulturas assim como é delimitado no plano das sepulturas. Além disso,

foram identificados os reforços introduzidos na base dos pilares do colonato no ano de 1978.

Para realizar os ensaios sônicos se utilizaram acelerômetro do tipo RSG-55 de frequência 55kHz e o martelo instrumentado de modelo 086D05 com frequência de 5000Hz. Estes foram realizados em duas paredes, na parede lateral direita e na fachada da igreja. Uma vez obtida as velocidades  $V_P$  e  $V_R$  por meio dos ensaios sônicos se utilizou a correlação através das

*Eq. 1* e *Eq.2*, para obter o Módulo de Elasticidade ( $E$ ) e o Coeficiente de Poisson ( $\nu$ ). Os valores das propriedades obtidas pela correlação do ensaio sônico são apresentados na Tabela 2. Os valores encontrados são para fins de investigação e comparação com os valores da literatura, pelo baixo número de amostras não são levados em conta nos cálculos de dimensionamento de algum reforço na estrutura.

$$\frac{V_P}{V_R} = \sqrt{\frac{2(1 - \nu) \cdot (1 + \nu)^2}{(1 - 2\nu) \cdot (0.87 + 1.12\nu)^2}} \quad \text{Eq. 1}$$

$$\frac{V_P}{V_R} = \sqrt{\frac{E_{Din} (1 - \nu)}{\rho \cdot (1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}} \quad \text{Eq.2}$$

Amostra	$V_P$	$V_R$	Poisson			$E_{Din}$		
			$(\nu)$			(MPa)		
			Média	Desvio Padrão	Cov. (%)	Média	Desvio Padrão	Cov. (%)
	(m/s)							
<b>Parede Lateral</b>	<b>1583</b>	<b>805</b>	<b>0.28</b>	0.02	0.08	<b>3178.34</b>	990.87	0.31
<b>Parede Fachada</b>	<b>1370</b>	<b>764</b>	<b>0.2</b>	0.03	0.14	<b>2752.45</b>	929.41	0.34

Tabela 2

Propriedades obtidas pela velocidade sônica ( $E, \nu$ )

### 3 Nível De Conhecimento Da Estrutura

Com referência ao nível de conhecimento adquirido, os valores médios dos parâmetros mecânicos e os fatores de confiança puderam ser definidos. Neste estudo foi adotado um nível de conhecimento limitado LC1 que compreende a realização dos levantamentos geométricos, uma verificação do modelo construtivo limitada e uma investigação *in situ* limitadas sobre propriedades materiais. Pelo fato de a estrutura em estudo ser uma construção histórica o valor do Fator de Conhecimento ( $F_c$ ) foi calculado de maneira mais detalhada, calculado segundo a *Linee Guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale alle nuove Norme tecniche sulle costruzioni D.M. 14/01/2008*, italiana Eq. 3.

$$F_c = 1 + \sum_{k=1}^4 F_{ck} \quad \text{Eq. 3}$$

Para o fator  $F_{C1}$  (levantamento geométrico) foi assumido valor de 0.05, para  $F_{C2}$  (identificação das especificidades históricas e construtivas da fábrica), valor de 0.06,  $F_{C3}$  (propriedades mecânicas dos materiais), o valor de 0.12 foi considerado. Em relação ao solo e às fundações, a indisponibilidade de dados geotécnicos precisos para o local investigado e as estruturas fundamentais determinou o uso de um coeficiente parcial  $F_{C4}$  igual a 0,06, resultando em um  $F_c$  de 1.29.

Assim, é possível utilizar os valores mecânicos referente aos estudos atuais disponíveis na literatura a serem adotados em caso de um nível de conhecimento dos materiais não aprofundado.

Para a igreja de *San Pietro Caveoso* foram consideradas os parâmetros correspondentes a alvenaria de bloco de pedra maleável – tufo, calcário, etc. Os valores considerados para os parâmetros mecânicos deste estudo são os apresentados na Tabela 3.

$f_m$ ( $N/cm^2$ )	$\tau_o$ ( $N/cm^2$ )	$E$ ( $N/mm^2$ )	$G$ ( $N/mm^2$ )	$f_m$ ( $kN/m^3$ )
140	2.8	900	300	16

**Tabela 3**

Parâmetros mecânicos adotados conforme o valor de referência da *Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale alle nuove Norme tecniche sulle costruzioni D.M. 14/01/2008*.

#### 4. Análise De Vulnerabilidade Sísmica – LV1

A análise da avaliação de segurança de projetos novos ou aquela de projetos de intervenções são efetuadas de acordo com as normas da literatura, com indicação à normas atuais e em particular à Norma Técnica para a construção italiana - *D.M.14-01-2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” (pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 Febbraio 2008).*

No caso, com método simplificado (LV1), o índice de segurança permite definir uma classificação de risco, para destacar a necessidade de novas investigações aprofundadas e para o planeamento de intervenções para mitigação de risco. O índice de segurança sísmica ou, a vida nominal são parâmetros úteis para estabelecer prioridades de intervenção (Guida, 2007).

O comportamento sísmico do edifício é representado sobre uma base estatística de um índice de vulnerabilidade, variável entre 0 e 1, que é definido como uma média do comportamento de diversas partes da igreja. Cada mecanismo foi avaliado conforme a norma com as pontuações pré-estabelecidas e posteriormente calculado o índice de vulnerabilidade da estrutura conforme a *Eq. 4*. Onde, cada mecanismo (k-ésimo) é avaliado pelos indicadores de vulnerabilidade ( $v_{ki}$ ) e os indicadores anti-sísmicos ( $v_{kp}$ ),  $\rho_k$  é o peso atribuído a cada mecanismo.

$$i_v = \frac{1}{6} \frac{\sum_{k=1}^{28} \rho_k (v_{ki} - v_{kp})}{\sum_{k=1}^{28} \rho_k} + \frac{1}{2} \quad \text{Eq. 4}$$

A igreja de *San Pietro Caveoso* foi avaliada com um índice de vulnerabilidade ( $i_v$ ) igual à 0.5, tendo como macro elementos mais vulneráveis os mecanismos relacionados à fachada e às abóbadas das capelas.

Através de uma correlação adequada entre a intensidade e a aceleração do pico no solo, foi possível definir uma correlação direta entre um movimento sísmico associada aos diferentes estados limite e a vulnerabilidade detectada. Isso permite calcular, os valores de aceleração do solo, correspondentes ao estado limite de danos (SLD) e ao estado limite de vida útil (SLV) da igreja em estudo conforme as *Eq. 5* e *Eq. 6*, resultando em  $a_{SLD}S = 0.045g$  e  $a_{SLV}S = 0.181g$ .

$$a_{SLD}S = 0.025 * 1.8^{2.75-3.44i_v} \quad \text{Eq. 5}$$

$$a_{SLV}S = 0.025 * 1.8^{5.1-3.44i_v} \quad \text{Eq. 6}$$

A ação sísmica é definida segundo a *Linee Guida* italiana (Linee Guida - § 2.4; D.M. 14 gennaio 2008 - 2.4.1 e 2.4.2; Circolare 2 febbraio 2009, n°617 - C2.4.1 e C2.4.2), a ação sísmica de referimento é avaliada em relação a um período de referimento  $V_R$  a partir da equação Eq. 7, onde  $V_N$  é a vida nominal a qual vem referida a avaliação da segurança e  $C_U$  é a classe de uso da edificação.

$$V_R = V_N * C_U \quad \text{Eq. 7}$$

**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** Considerando  $V_N = 20$  e  $C_U = 1.5$ , resultando em uma vida de referimento  $V_R = 30$  anos, porém tratando-se de uma estrutura existente foi considerada uma vida de referimento de 35 anos (o mínimo possível de acordo com a norma). O período de referência  $V_R$  e o estado limite considerado estão relacionados com uma probabilidade de superação  $P_{VR}$ , o período de retorno de referência da ação sísmica  $T_R$  é calculado por esses parâmetros conforme a Eq.8 e os resultados são apresentados na Tabela 4. São calculados os valores do período de referimento da ação sísmica  $T_R$  para o estado limite de dano (SLD) e para o estado limite de salvaguarda da vida (SLV) em referimento à igreja em estudo.

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad \text{Eq.8}$$

Estado Limite	SLD	SLV
$P_{VR}$ (%)	0.63	0.10
$T_R$ (anos)	35	332

Tabela 4

Valores de  $T_R$  correspondente ao  $P_{VR}$ , de cada estado limite.

O subsolo considerado foi de categoria (A) – solo rochoso; e o coeficiente para a amplificação devido a condição topográfica (1,4) que considera uma topografia em crista. Para cada período de referência relacionado aos estado limite de dano ( $T_{R,SLD}$ ) e de salvaguarda da vida ( $T_{R,SLV}$ ) se obteve os índice de segurança da estrutura (Eq. 9), dado pela relação entre o período de retorno  $T_{SL}$  da ação sísmica que leva ao estado limite genérico (SL = SLV, SLD) e o período de referência correspondente  $T_{R,SL}$  (esperado). Da mesma forma que o índice de segurança, foi possível definir um fator de aceleração  $f_{a,SLV}$  (Eq. 10), definido

pela relação entre a aceleração do solo que leva à realização do SLV ( $a_{SLV}$ ) e o correspondente ao período de retorno de referência ( $a_{g,SLV}$ ). Os parâmetros de risco sísmico calculados são apresentados na Tabela 5.

$$I_{S,SLV} = \frac{T_{SLV}}{T_{R,SLV}} \quad Eq. 9$$

$$f_{a,SLV} = \frac{a_{SLV}}{a_{g,SLV}} \quad Eq. 10$$

SLD					SLV				
$\alpha_{SLD}S$	$T_{R,SLD}$	$T_{SLD}$	$I_{S,SLD}$	$f_{a,SLD}$	$\alpha_{SLV}S$	$T_{R,SLV}$	$T_{SLV}$	$I_{S,SLV}$	$f_{a,SLV}$
0.046	35	26	0.88	1.20	0.182	475	493	1.03	1.30

**Tabela 5**

Parâmetros de risco sísmico calculados para a igreja de *San Pietro Caveoso* segundo o método LV1.

Portanto, para o período de retorno de referência ( $T_{R,SLD}$ ) foram considerados 35 anos, obtendo um índice de segurança  $I_{S,SLD}$  de 0.88 relatando para este estado limite uma condição insegura, enquanto que para o estado limite de salvaguarda da vida ( $T_{R,SLV}$ ) considerando 475 anos, a igreja se encontra em condições seguras.

O índice de vulnerabilidade encontrado é um valor tomado em média a vulnerabilidade de todos os mecanismos que podem ser ativados na igreja, então se deve levar em conta aqueles mecanismos mais vulneráveis, que podem ser ativados mesmo antes de ultrapassar a aceleração máxima do solo calculada pelo índice de vulnerabilidade.

## 5. Conclusões

Com a finalidade de identificar o sistema resistente atual foi necessário ter conhecimento das mudanças estruturais ao longo da vida do edifício, isto é, do processo de construção e subsequentes reforços/restauros. A partir da análise feita sobre a alvenaria se pode concluir um bom julgamento sobre a qualidade do paramento estendendo esta avaliação a toda a estrutura do edifício com as características de boa "regra da arte". Com a análise dos danos se conclui que a maioria estão localizados próximo à fachada principal e a fachada lateral esquerda

que se encontra no limite do maciço rochoso. Segundo estudos anteriores esses danos estão sendo ativados por um deslocamento diferencial na fundação já que se encontra no limite de um maciço rochoso. Com as técnicas de investigação não destrutiva (ensaio de georadar e ensaio sônico), foi possível ter uma ideia qualitativa de algumas partes da estrutura e validar os conhecimentos obtidos na investigação histórica. Com a metodologia LV1 foi determinado um índice de vulnerabilidade ( $i_v$ ) igual à 0.5. Com este índice de vulnerabilidade obteve-se um índice de segurança  $I_{S,SLD}$  de 0.88 para um período de referimento de 20 anos, relatando para este estado limite uma condição insegura tendo necessidade de um estudo mais aprofundado para um projeto de intervenção. Em relação aos parâmetros de vulnerabilidade em termos de mecanismos de colapso os mecanismos mais vulneráveis na igreja de *San Pietro Caveoso* são: derrubamento da fachada, mecanismos na parte superior da fachada, mecanismo no plano da fachada e nas abóbadas das capelas.

Por se tratar de um bem cultural, entendendo-se que, a sua conservação deve ser preservada ao longo dos séculos, seria necessário referir-se a uma vida nominal muito longa (isto é, garantir a capacidade de suportar o máximo sismo possível na área sem atingir o colapso), porém se considerou um valor nominal de referimento baixo com a finalidade de reduzir o impacto das intervenções necessárias para garantir a segurança.

- Binda, L., & Penazzi, D. (2000). *Classification of masonry cross sections and of typologies of historic buildings*. Book of Commissione RILEM.
- Giuffrè, A., & Carocci, C. (1997). *Codice di pratica per la sicurezza e la conservazione dei Sassi di Matera*.
- Guida, L. (2007). *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale*.
- Italian NTC. (2008).
- Laterza, P. E. (2011). *Lavori di consolidamento e restauro della chiesa de S. Pietro Caveoso - MATERA*.
- Ministri, P. d. (2011). *Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008 (09/02/2011)*.
- Padula, M., & Motta, C. (1994). *San Pietro Caveoso, Note storiche*.

- Podestà, S., & Scandolo, L. (2017). L'assenza di opere di pronto intervento: l'evoluzione del danno nelle chiese a seguito degli eventi sismici del Centro Italia. *ANIDIS*.
- Ramos, L., & Lourenço, P. (2017). Inspection and Diagnosis: In situ NDT and MDT for masonry structures. Guimaraes, Portugal.
- Roque, J. C. (2002). Reabilitação estrutural de paredes antigas de alvenaria. *Escola de Engenharia da Universidade do Minho*. Dissertação para a obtenção de grau de mestre Engenheiro Civil.
- Sassiweb. (2017). *sassweb.it*. Fonte: Sassiweb.
- WikiMatera. (2018). *Chiesa di San Pietro Caveoso*. Fonte: WikiMatera.it.

Una propuesta de catalogación de  
patrimonio industrial. Los molinos  
hidráulicos del Parque Natural Sierra de  
Grazalema

---

*A proposal for the cataloging of industrial  
heritage. The hydraulic mills of the Parque  
Natural Sierra de Grazalema*

Gloria Rivero Lamela, Amadeo Ramos Carranza

**Palabras Claves:** catalogación, patrimonio industrial,  
molino hidráulico, parque natural sierra de grazalema,  
paisaje rural

---

**Keywords:** *cataloguing, industrial heritage, hydraulic mill, parque  
natural sierra de grazalema, rural landscape*

## Resumen

Los molinos hidráulicos de la Sierra de Grazalema (situada en la comarca de la Sierra de Cádiz, fue declarada Reserva de la Biosfera en 1977 y Parque Natural por la Junta de Andalucía en 1984) conforman la red de arquitectura rural-industrial más significativa y numerosa de la comarca. La protección que le otorga su ubicación dentro del Parque Natural así como las condiciones orográficas, hidrográficas y culturales de la zona han propiciado su permanencia, aunque en la actualidad se encuentren inactivos y la mayoría en ruinas. Se constituyen como arquitecturas aletargadas, testimonio de un sistema productivo artesanal; un legado patrimonial con fuerte potencial, que podría tener un papel clave en proyectos de desarrollo local y comarcal. A pesar de sus valores inherentes (arquitectónicos, técnicos, estratégicos, históricos, etnográficos, de identidad, de sostenibilidad...), los molinos hidráulicos no han sido objeto de catalogación y protección por parte de las entidades correspondientes, lo que se traduce en un patrimonio no estudiado, no valorado, y por tanto sin expectativas, con peligro de desaparición. Se plantea en este estudio una propuesta de catalogación de estos molinos hidráulicos. La catalogación se convierte en el inicio del proceso de protección, el instrumento primario que aporta la información rigurosa, necesaria e imprescindible para conocer estos molinos y asumirlos como patrimonio; la herramienta operativa básica para gestionar su salvaguarda, conservación, intervención y tutela. Una catalogación que parte de un análisis de fuentes documentales y cartográficas históricas, de su cotejo y ampliación con el trabajo de campo y de la elaboración de nuevas planimetrías y levantamientos para proporcionar una información útil, actualizada e indispensable para actuaciones futuras; intervenciones que pueden abarcar diferentes estrategias y escalas, desde el nivel objeto –molino, y su rehabilitación o consolidación-, a nivel de entorno –riberas, y su consideración como hitos vinculados al paisaje y su recorrido-; se requiere, por tanto, una catalogación que desvele la localización de los molinos, su estado de conservación, las técnicas constructivas empleadas, sus alteraciones y/o nuevos usos, su accesibilidad e infraestructuras de conexión, la normativa de aplicación según zonificación del Parque Natural, etc. Un estudio pormenorizado que permita, en cada molino, definir el grado de intervención o protección adecuada. Solo partiendo de un conocimiento preciso se podrán desarrollar acciones sólidas e integradas, en las que debe primar un enfoque interdisciplinar capaz de atender la realidad poliédrica que converge en este patrimonio arquitectónico.

## 1. Introducción

El patrimonio industrial engloba, en su amplia concepción, un catálogo diverso de edificios relacionados con la cultura del trabajo y los procesos productivos; sus valores se sustentan en nuevos paradigmas surgidos a partir de la segunda mitad del siglo XX, entre ellos “el valor del *objeto como testimonio* de una época” [Casanelles, 2007, p.61]. Los profundos cambios que se sucedieron entonces produjeron la obsolescencia de muchos sistemas productivos artesanales y de sus arquitecturas aparejadas, que se han convertido en huellas inequívocas de nuestro pasado reciente. Así, la molienda de cereales que se llevaba a cabo en la Sierra de Grazalema (en la provincia de Cádiz, España) ha generado un significativo patrimonio industrial, materializado en los molinos hidráulicos harineros que allí se localizan. Conforman la red de arquitectura rural productiva más numerosa de la comarca, tratándose de un conjunto constructivo homogéneo con características comunes. Aunque en la actualidad se encuentren inactivos y la mayoría en ruinas, son parte consustancial del paisaje rural de este ámbito.

A los reconocidos valores naturales de la Sierra de Grazalema (declarada Reserva de la Biosfera en 1977 y Parque Natural Sierra de Grazalema en 1984, **PNSG**) se añaden los valores culturales que poseen los molinos hidráulicos, que incrementan su interés y amplían su riqueza y cualidades. Podrían, incluso, motivar su solicitud de inscripción en la categoría de *paisaje cultural* definida por la Unesco. Los molinos harineros y sus paisajes son el resultado de la conjunción de aspectos socioeconómicos y ambientales, sincretismo de patrimonio natural y cultural. “Obra conjunta del hombre y la naturaleza”, la molienda es el reflejo de una técnica concreta de utilización de los recursos del territorio, actualmente detenida, y representa la actividad productiva histórica principal de la Sierra de Grazalema (región geocultural claramente definida), por lo que este ámbito podría ser interpretado como un *paisaje cultural relicto o fósil* [UNESCO, 2005, p.132].

No obstante, previo a cualquier acción patrimonial (valorización, protección, intervención, declaración...), es preciso disponer de un conocimiento riguroso del bien/es en cuestión. En este sentido, y a pesar de sus valores inherentes (arquitectónicos, históricos, etnográficos, de identidad...), los molinos hidráulicos no han sido objeto de inventariado, catalogación y protección por parte de las entidades correspondientes (locales o autonómicas, Junta de Andalucía e Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico [IAPH]), lo que se traduce en un patrimonio no estudiado, no valorado, y por tanto sin expectativas, con peligro de desaparición. Se plantea en este estudio una propuesta de catalogación de estos molinos

hidráulicos. La catalogación se convierte en el instrumento primario que aporta la información necesaria e imprescindible para conocer estos molinos, asumirlos como patrimonio y proyectar y desarrollar acciones futuras.

## 2. El patrimonio industrial y la catalogación

Asumir edificios industriales como patrimonio implica atribuirles, entre otros, el valor de documento informativo y nueva antigüedad, “el *Alteswert* [...] novedad propia de la sensibilidad contemporánea que relativiza todo tipo de normativismo histórico” [Solà, 2006, p.37], por ser testimonios de técnicas productivas desfasadas pero relativamente recientes que han caracterizado culturalmente la vida de una sociedad en su territorio. Son vestigios, “objetos de la memoria colectiva” [Álvarez, 2010, p.22]. Esta concepción lleva aparejada la conciencia de que, en la mayoría de los casos, su actividad original ha cesado, sus edificios han sido abandonados y están expuestos a desaparecer. Como afirma Nevell [2011, p.80]: “Industrial Heritage has always been at risk from the constant reworking of rural and urban landscapes, and the peaks and troughs of the economic cycle that is the natural consequence of how societies develop and evolve”.

Pese al progresivo interés de este patrimonio, su cualidad de *reciente* comporta que aún no esté adecuadamente estudiado, aprehendido y valorado por muchos sectores de la sociedad. Estas preocupaciones se han reflejado, desde hace pocas décadas, en la elaboración de cartas nacionales e internacionales, planes y estrategias que pretenden reconocer y proteger este *nuevo* patrimonio. El año 2011 marcó en Inglaterra el lanzamiento del proyecto “Industrial Heritage at Risk Year” por parte del Historic England<sup>1</sup>, que reveló que el grado de riesgo de los edificios industriales catalogados era tres veces mayor que el promedio del resto de los edificios de la lista. En España, ese mismo año se actualizó el Plan Nacional de Patrimonio Industrial, aprobado en 2001; su revisión asumió los cambios legislativos, una nueva definición de patrimonio industrial, nuevos criterios de valoración y selección, y la necesidad de un inventario integral de patrimonio industrial nacional que, a día de hoy, sigue sin materializarse. En 2015 se revisó la edición con mínimos cambios y en 2016 se actualizó, manteniéndose la misma definición de patrimonio industrial (desde 2011)<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Historic England. *Industrial Heritage at Risk Project 2011*. Recuperado de: <https://historicengland.org.uk/advice/heritage-at-risk/industrial-heritage/>

<sup>2</sup> Definición en *Plan Nacional de Patrimonio Industrial* [2016]. Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/planes-nacionales/textos.html>. La delimitación cronológica que establece el Plan, entre la mitad del s. XVIII y 1960 aproximadamente, parece excluir a instalaciones más

La inexistencia de un inventario general impide, a diferencia del caso inglés, conocer la situación actual del patrimonio industrial; el Plan supone el marco de referencia, pero urge articular sus iniciativas de manera coordinada y “contar con un sistema de inventario estatal al que se añadan los registros autonómicos ya realizados, impulsando los que faltan por realizar” [Sobrino, 2011, p.4]. La finalidad principal de inventariar y catalogar el patrimonio reside en la gestión de su salvaguarda, intervención y tutela, “pero también es un sistema de conocimiento crucial en la definición y establecimiento de toda acción” [Pérez, 1996, p.7]. Para algunos especialistas, catalogar es sinónimo de inventariar; otros encuentran matices que aluden a distintos niveles de conocimiento: el inventario como herramienta de gestión y el catálogo como instrumento para el conocimiento. En todo caso, se trata de un método operativo que inicia la actuación patrimonial; el mero hecho de registrar los bienes y documentarlos supone una forma de “intervención indirecta” [Rodríguez, 1996, p.198] que implica la conservación -a nivel documental- y puesta en valor de los mismos.

### **2.1 La catalogación en Andalucía**

La vigente –y segunda- ley andaluza de patrimonio es la Ley 14/2007 del Patrimonio Histórico; a diferencia del resto de leyes autonómicas, dedica todo un título, el VII, al Patrimonio Industrial, y crea una figura específica de protección, el Lugar de Interés Industrial. El instrumento fundamental de la Ley para la tutela y el conocimiento de los bienes es el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz (CGPHA) y, como complemento, el Inventario de bienes reconocidos del Patrimonio Histórico Andaluz (IBRPHA), que “recogerá aquellos bienes que, fruto de un estudio o investigación científica, se identifican como integrantes de nuestro Patrimonio Histórico, contribuyendo, por tanto, a su mayor conocimiento y al incremento de la seguridad jurídica” [Ley 14/2007]. Un agente fundamental en la catalogación del patrimonio en esta comunidad es el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH), que ha creado una serie de Bases de Datos que aglutinan la totalidad de bienes catalogados, accesibles online. La Base de Datos del Patrimonio Inmueble de Andalucía (BDI, que englobaría los molinos hidráulicos) incluye, además de los bienes que forman parte del CGPHA, otros inmuebles “con diversos valores pero sin protección jurídica”<sup>3</sup>, que suelen proceder de los inventarios sectoriales de diversas temáticas.

---

artesanales como los molinos. Pero el Patrimonio Industrial para la UNESCO, para TICCIH o para la Ley de Patrimonio Histórico de Andalucía es más extenso y no establece límites cronológicos.

<sup>3</sup> Recuperado de: <http://www.iaph.es/patrimonio-inmueble-andalucia/>

### 3. Los molinos hidráulicos del Parque Natural Sierra de Grazalema (PNSG)

El territorio de la Sierra de Grazalema ocupa los terrenos calizos más abruptos, con mayores pendientes y las cotas más elevadas de la comarca de la Sierra de Cádiz<sup>4</sup>, y se sitúa al noreste de dicha provincia. Esta región cuenta con características particulares que le otorgan una personalidad propia: sus elevadas precipitaciones, que se explican por la disposición del relieve, han producido una ingente cantidad de ríos y arroyos que convierten al sistema hidrográfico de la Sierra en el más importante de la provincia. Sus valores naturales motivaron su declaración como Reserva de la Biosfera y Parque Natural<sup>5</sup>, estableciendo límites precisos y normativas específicas de protección<sup>6</sup> (Imagen 1).

La estructuración de este espacio, sus infraestructuras, poblamientos, funcionalidad y arquitecturas rurales son el resultado material de las complejas relaciones que el paso del tiempo ha tejido entre sociedad y territorio. Así, su circunstancia de frontera hispano-musulmana durante más de dos siglos, su compleja orografía y su red hidrográfica condicionaron el emplazamiento en altura de sus pequeños pueblos y la dispersión de sus arquitecturas, generaron procesos históricos de aislamiento y determinaron un desarrollo socioeconómico soportado por la ganadería, la agricultura y, con mayor peso y presencia, una industria artesana basada en el aprovechamiento de los ríos: la molienda. La repercusión arquitectónica de esta actividad se evidencia en la cantidad de ejemplares que existieron y que aún perduran en la región<sup>7</sup>. Los molinos hidráulicos conforman el *clúster* de arquitecturas rurales y dispersas que, trabajando para la misma industria de pequeña escala, han colaborado lógicamente y estratégicamente en la antropización y vertebración del territorio serrano, aunque el estado de ruina y abandono de la mayoría alerta del peligro de su situación.

---

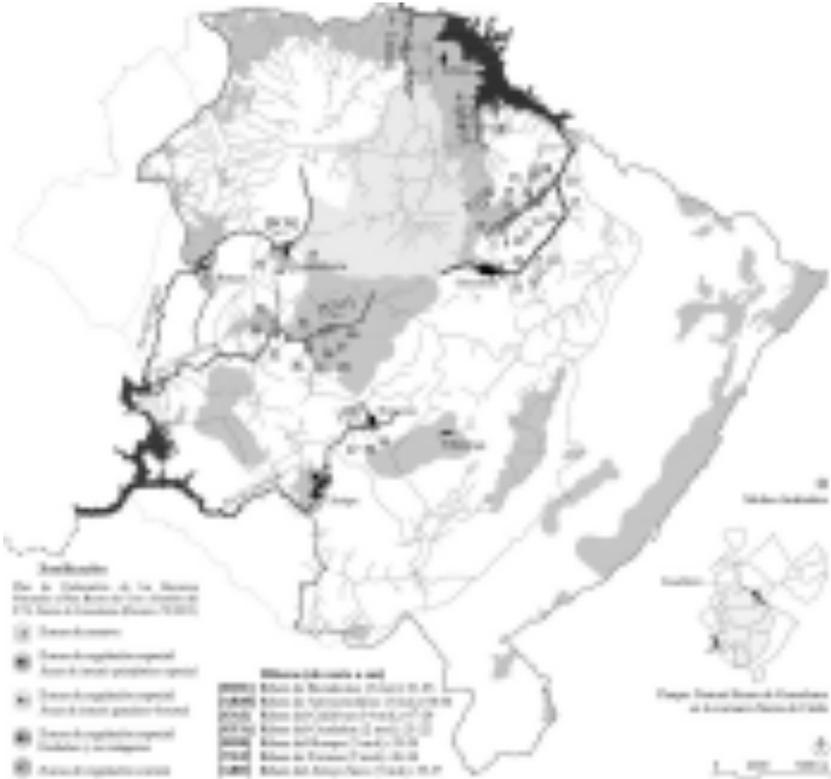
<sup>4</sup> La Sierra de Cádiz es una de las cinco comarcas agrarias que establece el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; está compuesta por 14 municipios. Dentro de ella se distinguen dos ámbitos con diferencias hidrográficas, orográficas y litológicas: la Sierra Subbética (al norte) y la Sierra de Grazalema (al sur), cuya división se sitúa en torno al cauce del río Guadalete.

<sup>5</sup> Las 53.411 ha del Parque Natural se reparte entre Cádiz (72% de su superficie) y Málaga; ocupa 14 municipios, 9 gaditanos (Benaocaz, Grazalema y Villaluenga en su totalidad, gran parte de Zahara, porciones de Ubrique, El Bosque y Prado del Rey, y una mínima parte de Algodonales y El Gaster).

<sup>6</sup> Los documentos reguladores de este espacio son el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) y el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural Sierra de Grazalema (PRUG), aprobados por Decreto 90/2006, y posterior modificación por Decreto 72/2015.

<sup>7</sup> En la comarca Sierra de Cádiz hemos contabilizado 85 molinos hidráulicos, de los cuales, 52 se encuentran al sur del Guadalete, en el ámbito de la Sierra de Grazalema. De ellos, 37 están dentro de los límites del PNSG, que pertenecen a los municipios de Benaocaz, Grazalema y Zahara de la Sierra.

La excepcionalidad y atributos de este patrimonio industrial no los dan solo la técnica o los propios molinos, sino la relación de estos con su entorno y las sinergias y vínculos que se establecían, por eso resulta esencial el conocimiento de la historia del lugar. Además, no deben considerarse los molinos como edificios autónomos o aislados, sino indisolublemente conectados a los cauces que activaban su mecanismo. En el PNSG existen siete riberas molineras: Bocaleones (3 molinos), Arroyomolinos (3 molinos), Gaidóvar (14 molinos), Guadalete (2 molinetas), El Bosque (3 molinos), Tavizna (9 molinos) y Arroyo Seco (3 molinos; Imagen 2).



**Imagen 1**  
Parque Natural Sierra de Grazalema: hidrografía, términos municipales (de Cádiz) y zonificación. Localización de los 37 molinos hidráulicos, [elaboración propia, 2018].

El aislamiento de la Sierra provocó que, a diferencia de lo que ocurrió en España –clausura generalizada de los molinos durante la primera mitad del siglo XX- [Nadal, 1992, p.161], muchos molinos se mantuvieran activos hasta después de la Guerra Civil [Escalera, 1980, p.344]; gracias al trabajo de campo sabemos que 4 de ellos funcionaron hasta los 80. Además de esta singularidad, los molinos hidráulicos de la Sierra de Grazalema atesoran una serie de cualidades que evidencian su valor patrimonial; se resumen y enumeran las más relevantes: *valores arquitectónicos y tectónicos*: por ser una fuente de conocimiento sobre técnicas constructivas tradicionales y utilización de materiales del entorno que se adaptan a su clima y litología; *valores de conjunto*, porque todos los molinos hidráulicos del PNSG responden a la misma tipología: son de rueda horizontal o rodezno, tienen uno o dos cubos y poseen estanque dependiendo del caudal y estacionalidad de su cauce activador. Pese a esta uniformidad, los matices diferenciadores según la ribera (posicionamiento, sistema formal, toponimia...) enriquecen la red molinar de la sierra; *valores funcionales*, que se traducen en arquitecturas ajustadas a las necesidades y resueltas de manera sencilla y eficaz; *valores de sostenibilidad*, por utilizar energía renovable como fuerza motriz –el agua, que es devuelta al cauce una vez activado el mecanismo del molino- y emplear materiales del entorno. Además, se establecían relaciones sinérgicas entre molinos y huertas circundantes que aprovechaban el agua canalizada por las infraestructuras hidráulicas molinares (acequias, caos, canales y estanques) para regar los cultivos; *valores estratégicos*, por desvelar con su posicionamiento los enclaves óptimos para conseguir la máxima rentabilidad y productividad con el mínimo de recursos, al aprovechar cambios topográficos y desniveles, recodos de los cauces, etc.; *valor didáctico*, por explicar la actividad que allí se desarrollaba; *valores de integración en el medio*, por su adaptabilidad y no imposición; *valor infraestructural*, por haber generado los caminos necesarios –o haber aprovechado los históricos existentes-, que permitían el intercambio de productos y la conexión de molinos entre sí, con otras arquitecturas dispersas y con los núcleos de población; *valores paisajísticos*, por construir paisaje y generar nodos de atracción dispersos que ayudan a su recorrido y reconocimiento; *valores etnográficos y de identidad*, por abarcar el principal saber artesanal de la región y formar parte inherente de su cultura rural.

La preservación de estos valores que cristalizan en los molinos hidráulicos y que están amenazados por la desatención de la mayoría, se iniciaría con su inclusión en los catálogos patrimoniales locales y autonómicos. De los 37 molinos hidráulicos existentes dentro del PNSG, ninguno de ellos está en el CGPHA; solo 9 están recogidos en la BDI (esta inscripción no comporta protección, solo

reconocimiento de su valor), mediante unas fichas sucintas en la que se han detectado ciertos errores e información desigual; por ejemplo, solo 3 de los 9 molinos inscritos poseen localización geográfica y una de ellas es errónea; se incluyen una o dos fotos por molino (la mayoría de elementos específicos) y todos se identifican bajo la categoría *Etnológica*, sin aludir a la *Arquitectónica*. Aunque no están catalogados ni estudiados, el efecto colateral más importante que recae sobre estos molinos por estar ubicados dentro del PNSG es la protección a la que están sometidos, recogida en la Zonificación y las Normativas que fijan PORN y PRUG. Ambos establecen incompatibilidades que restringen las actividades no vinculadas a aprovechamientos forestales, agrícolas tradiciones o ganaderos, liberándolos de la presión urbanística. A pesar de que el grueso de estos planes se centra en los recursos naturales, son significativas las menciones referidas al patrimonio cultural, y concretamente a las arquitecturas rurales que en él se insertan, aludiendo al “fomento de la rehabilitación y puesta en valor de edificaciones singulares por su interés etnológico, artístico e histórico (como molinos hidráulicos, almazaras, tejares, [...]) para uso público, turístico o de otra índole” [PORN, 2006, p.39] y considerando los molinos hidráulicos “elementos característicos del patrimonio etnológico del Parque Natural que han de ser objeto de medidas concretas de conservación y protección” [PRUG, 2006, p.35].



Imagen 2

Ribera del Arroyo Seco, en Benaocaz. 3 molinos, [fotografía con dron, los autores, 2017].

Acorde a estas líneas de actuación, conscientes de la necesidad de dar a conocer y proteger estos molinos por los riesgos y el futuro incierto que hoy los caracteriza, y de la potencialidad que encierran como recurso arquitectónico, territorial y cultural para la mejora social, se plantea, como inicio del proceso, su catalogación.

#### 4. Una propuesta de catalogación

Como hiciera J. Winthuysen con los jardines españoles, “ante este escenario de olvido y abandono y, enfrentándose a la situación de hundimiento y deterioro, para evitar la destrucción del legado [...] los inventarió y catalogó” [Tuset, 2011, p.79], la catalogación se plantea con la finalidad de profundizar en el conocimiento de la situación de esta red molinar patrimonial, valorar su importancia a nivel arquitectónico, histórico y territorial y proporcionar una información útil, actualizada e indispensable para proyectar actuaciones futuras.

La propuesta de catalogación se fundamenta en tres cuestiones básicas: el análisis de fuentes documentales y cartográficas históricas, su cotejo y ampliación con el trabajo de campo y la elaboración de nuevas planimetrías y levantamientos. Primero es necesario identificar y localizar los molinos hidráulicos existentes en el PNSG. Para ello, las fuentes de información que se han manejado son, ordenadas cronológicamente, el Catastro del Marqués de la Ensenada (1750-1754), el Diccionario de Madoz (1846-1850), cartografía histórica y las aportaciones de J. Escalera (1980-84). La más útil ha sido la cartografía histórica, concretamente las Minutas Planimétricas (Imagen 3) que se realizaron para los municipios de la Sierra de Grazalema en 1873 como trabajos previos a la elaboración del primer Mapa Topográfico Nacional; constituyen la base gráfica más antigua para estos territorios, coincidente con la plena actividad de las pequeñas industrias rurales.



Imagen 3

Fragmento de Minuta Planimétrica de Benaocaz, [1873], [Instituto Geográfico Nacional].

Además, la precisión con la que se ubican los molinos hidráulicos y la información toponímica que recogen, tanto de las arquitecturas rurales como de los ríos y vías de comunicación, las convierte en documentos indispensables para esta investigación. Una vez localizados los molinos se inicia el trabajo de campo, necesario para verificar la ubicación, comprobar el estado de conservación, *croquisar*, medir y fotografiar los molinos. Esta tarea requiere una preparación previa, que consiste en trasladar la aproximada ubicación de los molinos en la Minutas a un mapa KML mediante GoogleMaps®, y preparar los recorridos y accesos más eficaces; en el terreno resulta imprescindible un dispositivo con GPS para poder visualizar el KML. Posteriormente, se elaboran nuevas planimetrías que reflejan el estado actual y responden a distintas escalas: planos del PNSG con la ubicación de todos los molinos (Imagen 1), planos de entorno –riberas- y planos de arquitectura –levantamiento de molinos-. Para los de entorno se utiliza como soporte la Base Cartográfica de Andalucía básica (planos vectoriales digitalizados dwg) procedente del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). También se ha rehecho el mapa KML de GoogleMaps®, corrigiendo, precisando o incorporando la ubicación exacta de todos los molinos del PNSG, y que se puede integrar, junto a las nuevas planimetrías, en un sistema de información geográfica (SIG). Por último, toda la información recopilada y elaborada –tanto actual como referente a su desarrollo histórico- se sistematiza, se resume y se plasma en una ficha propia elaborada a partir del estudio de otros modelos, que pretende ser sintética y de fácil consulta (se incluye ejemplo de ficha en el anexo, tras Bibliografía). Se compone de siete bloques: Localización, Identificación, Caracterización, Protección, Fuentes, Vistas y Planimetrías. Cada ficha consta de varios formatos A4. El primero se ocupa con la *Localización* del molino concreto en un plano del medio físico del PNSG que recoge la red molinar, la hidrografía, los términos municipales (de Cádiz) y la zonificación del Parque Natural; a partir de la segunda página se desarrollan el resto de bloques, subdivididos en los siguientes apartados:

#### **IDENTIFICACIÓN**

**REFERENCIA:** XXX-Y, donde XXX corresponde a las tres primeras letras de la ribera en la que se localiza el molino (por ejemplo, BOC, para los molinos de la ribera de Bocaleones), e Y es el número del molino estudiado (estos se numeran siguiendo el sentido de la corriente del cauce, siendo el primero el molino situado a mayor altura).

**NOMBRE ACTUAL:** suele variar a lo largo de la historia; aquí se recoge el nombre principal usado en la actualidad (el que recogen las últimas fuentes documentales o el proporcionado por los propios informantes).

**NOMBRE S. XIX:** es el nombre que se recoge en las Minutas Planimétricas de 1873.

**RIBERA:** en la que se localiza el molino estudiado.

**MUNICIPIO:** en el que se localiza el molino estudiado.

**COORDENADAS GEOGRÁFICAS:** se utiliza el sistema WGS84, que equivale a EPSG: 4326.

**ALTITUD:** cota en metros.

**INFORMACIÓN CATASTRAL:** se incluye la Referencia Catastral, Polígono y Parcela (datos tomados de la Sede Electrónica del Catastro y útiles para localizar al propietario).

**ACCESIBILIDAD:** comentario sobre la accesibilidad al molino, proponiendo la más asequible y sintetizando las dificultades más relevantes para llegar al edificio (acceso rodado, a pie, distancias, etc.).

## **CARACTERIZACIÓN**

**DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO:** breve descripción del entorno, de la ribera, de la vegetación, de su ubicación (entorno rural o en los límites del núcleo población), de las distancias a otros elementos y de las sierras circundantes. Se aportan los siguientes datos:

**Cultivos actuales:** con base en el trabajo de campo y en la última actualización del Mapa Topográfico Nacional (basado en el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo En España).

**Cultivos S. XIX:** con base en los cultivos recogidos en la Minutas Planimétricas de 1873.

**Distancia molino-núcleo:** en metros (núcleo al que pertenece).

**Distancia al anterior y al siguiente molino de la ribera:** en metros.

**DESCRIPCIÓN DEL MOLINO:** se describe el edificio comenzando por el exterior y siguiendo con los espacios interiores: posicionamiento respecto al cauce, sistema formal, número de plantas, estructura, dimensiones, técnicas constructivas. Seguidamente se describe la infraestructura hidráulica (estanque, cao, cubos...) especificando:

**Estanque:** Sí/No      **Cubos:** nº (1 o 2). Ø y profundidad (m)      **Longitud cao:** (m).

**CONSERVACIÓN:** Buena/Regular/Mala/Desaparecido, comentando aspectos relevantes.

**NUEVOS USOS:** si los tiene.

**OBSERVACIONES:** que se consideren oportunas, por ej., si se conserva la maquinaria del molino.

## **PROTECCIÓN**

**ZONIFICACIÓN PNSG:** La Zonificación del Parque Natural delimita áreas sobre las que se establecen unas Normas particulares de usos y aprovechamientos. Así, se define 5 zonas: Zona de Reserva (Zona A), Zonas de Regulación Especial (Zonas B), que diferencia entre Áreas de Interés Paisajístico Especial (Zonas B1), Áreas de Interés Ganadero-Forestal (Zonas B2) y Embalses y sus márgenes (Zonas B3) y, por último, Zonas de Regulación Común (Zonas C).

**PGOU/NNSS MUNICIPIO:** si existe algún tipo de mención en la normativa urbanística local.

## **FUENTES DE INFORMACIÓN**

**FUENTES:** documentales, cartográficas o bibliográficas.

**INFORMANTE:** si lo ha habido (propietario, vecino de la zona...).

## **VISTAS**

Fotografías digitales. Las primeras referidas al entorno y a las vistas generales exteriores e interiores del molino. Se añaden otras de detalle del molino y de su infraestructura hidráulica (cárcavos y rodeznos, caos, cubos, etc.). Además de cámaras digitales convencionales se ha utilizado un dron para fotografiar los molinos, que proporciona una visión novedosa de estos elementos patrimoniales.

## PLANIMETRÍAS

Se establecen en este apartado dos escalas. La primera se refiere al territorio y entorno de los molinos; estos planos muestran los fenómenos geográficos de origen físico (topografía y ríos) y los derivados de la actividad del hombre (construcciones, vías de comunicación, canalizaciones y acequias, estructura parcelaria, vegetación y cultivos), capas que grafían huellas actuales y antiguas que han perdurado y desvelan el paisaje de los molinos. La segunda escala alude a la construcción y levantamiento arquitectónico actual del edificio, y cuenta con plantas, alzados y secciones; se reconstruye con líneas discontinuas la forma original del molino (inclinación de las cubiertas, huecos o altura de los alzados, etc.), desdibujada hoy en muchos de los casos.

## 5. Conclusiones

La preservación del patrimonio industrial constituye un acicate para el cuidado, defensa y evolución de la identidad de las comunidades. El PNSG no puede eludir la molienda, actividad que fue de vital importancia en el funcionamiento de su sociedad rural y estructuró el territorio, originando arquitecturas e infraestructuras, en una relación de simbiosis entre territorio, recursos y sociedad. Relación que hasta hace poco ha caracterizado culturalmente esta Sierra y que está amenazada por las transformaciones que han afectado al medio rural, la obsolescencia de muchos sistemas artesanales y la ruina en que se encuentran la mayoría de sus molinos hidráulicos. Sin embargo, esta situación, bien gestionada, puede dar lugar a actuaciones de desarrollo local y regional, convirtiendo a los antiguos molinos en factores de progreso e innovación, soportes de nuevas funciones para el paisaje y la comarca, pero sin olvidar la congruencia y relación lógica y respetuosa con el entorno y su pasado artesano-industrial.

El estudio de los 37 molinos hidráulicos permite deducir conclusiones específicas que se relacionan con la dimensión histórica y espacial de la región, y vinculan características cualitativas y cuantitativas de los molinos con la ribera a la que pertenecen. De este análisis surge la propuesta de catalogación de los molinos hidráulicos del PNSG, planteada como el instrumento cognitivo, de investigación, de difusión, de valoración y de protección necesario, en el convencimiento de que solo desde un estudio pormenorizado de cada molino, un conocimiento riguroso de la red que conforman, de su trayectoria histórica, de su estado actual y de su relación con el entorno, se podrán definir el grado y escala de intervención o protección adecuada. Esta catalogación facilitaría, además, su inclusión actualizada en las Bases de Datos del IAPH, en el CGPHA o en el IBRPHA y su consecuente protección por parte de la Administración.

Solo así se podrán alcanzar acciones sólidas y globales, que preserven o reactiven esta arquitectura molinar y sus valores patrimoniales, y se integren y participen de los valores implícitos del Parque Natural. En todas ellas debe primar un enfoque interdisciplinar capaz de atender la realidad poliédrica que converge en este patrimonio arquitectónico.

## Bibliografía y referencias

Álvarez Areces, Miguel Ángel [2010]. “Patrimonio industrial, Paisaje y Desarrollo Territorial”, *AREAS: Revista internacional de ciencias sociales*, (29), 21-30.

Casanelles, Eusebi [2007]. “Nuevo concepto de Patrimonio Industrial, evolución de su valoración, significado y rentabilidad en el contexto internacional”, *Bienes culturales: revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español*, (7), 59-70.

Escalera Reyes, Javier [1980]. “Los molinos de agua en la Sierra de Cádiz (Primera campaña)”, *Etnografía española*, (1), 267-374.

Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía.

Nevell, Michael [2011]. “Industrial Heritage at Risk”, *Industrial Archaeology Review*, 33:2, 79-80, DOI: 10.1179/174581911X13188747258667

Pérez Escolano, Víctor [1996]. “Presentación” en Rodríguez Barberán, Javier y Martín, Marcelo, coord. *Catalogación del Patrimonio Histórico*, Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico.

*Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) y Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) del Parque Natural Sierra de Grazalema* [2006]. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía.

*Plan Nacional de Patrimonio Industrial* [2016]. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Rodríguez Becerra, Salvador [1996]. “Problemática en torno a la catalogación de la arquitectura tradicional” en Rodríguez Barberán, Javier y Martín, Marcelo, coord. *Catalogación del Patrimonio Histórico*, Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico.

Sobrino Simal, Julián [2011]. “Se actualiza el Plan Nacional de Patrimonio Industrial”, *PH. Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, (79), 4.

Solà Morales, Iganasi de [2006]. *Intervenciones*, Barcelona: Gustavo Gili.

Tuset Davó, Juan J. [2011]. “Posibles pautas para una acción vital sobre el deterioro”, *Proyecto, progreso, arquitectura*. Permanencia y alteración, (4), 76-87, DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa>

UNESCO [2005]. *Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención de Patrimonio Mundial*.

LOCALIZACIÓN



**IDENTIFICACIÓN****REFERENCIA:** ARS-02.**NOMBRE ACTUAL:** Molino Segundo.**NOMBRE S. XIX:** Molino harinero.**RIBERA:** Ribera del Arroyo Seco.**MUNICIPIO:** Benaocaz.**COORDENADAS GEOGRÁFICAS:** 36.69742, -5.42564.**ALTITUD:** 710 m.**INFORMACIÓN CATASTRAL:** Referencia: 11009A007000110000SH, Polígono 7, Parcela 11.

**ACCESIBILIDAD:** Camino solo accesible a pie: llegar a Benaocaz, tomar el camino que conduce a la antigua “Calzada Romana” hasta el Molino Primero -ARS-01- (350 m.); este es un camino empedrado dificultoso por su estrechez y su pendiente. A partir de ahí, 100 m de campo a través por un terreno con abundante maleza hasta llegar al Molino Segundo. La “Calzada Romana” unía las poblaciones de Iptucci (Prado del Rey), Ocurri (Ubrique), Lacilbula (Grazalema) y Acinipo (Ronda).

**CARACTERIZACIÓN**

**DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO:** Este molino se sitúa a los pies de Benaocaz; la distancia lineal respecto al pueblo es corta, pero el desnivel es pronunciado, existiendo unos 100 m. de diferencia. El nombre de su cauce activador, Arroyo Seco (afluente del Río Ubrique), explica que los 3 molinos existentes tuviesen estanques, que acumulaban el agua en previsión de falta de caudal. Los meandros de este arroyo, así como la forma del relieve provocan que los 3 molinos se sitúen en la margen derecha. Desde su cao se pueden contemplar las sierras jurásicas que circundan este molino: Sierra Alta y Sierra del Endrinal al norte, Sierra del Caíllo y el Navazo Alto al sur, y Sierra de la Silla al oeste.

**Cultivos actuales:** Vegetación natural: pastizal y vegetación de ribera.

**Cultivos S. XIX:** Secano. Sin estercolar, trigo, cebada o centeno.

**Distancia molino-núcleo:** 650 m.

**Distancia al anterior y al siguiente molino de la ribera:** 130 m – 650 m.

**DESCRIPCIÓN DEL MOLINO:** El molino se posiciona de manera paralela al cauce. Su sistema formal responde a un prisma compacto y regular, con forma rectangular (10x6 m.) de 2 plantas; en planta baja se sitúa la sala del molino (6x4 m.), y otras estancias añadidas con posterioridad. Presenta un estado de ruina avanzado: cubierta, forjado de planta primera y escaleras derruidas, particiones interiores y parte de la fachada frontal y lateral desaparecidas. Constructivamente presenta muros de carga de mampostería a base de la piedra caliza de la zona y argamasa de 60 cm de espesor. La cubierta poseía estructura de madera, cañizo y teja árabe. Se conserva el pavimento de piedra de planta baja. El acceso a su interior se realiza desde su fachada trasera (la opuesta a la salida del cárcavo, de orientación noreste). Se conservan restos de una pequeña calzada y escalera anexa al cao que salvaba el desnivel de llegada. La infraestructura hidráulica se mantiene, es la protagonista de este molino y también se construye con mampostería de piedra caliza. El estanque posee una curiosa forma poligonal, tiene muros de piedra por todos sus lados excepto por donde entraba el agua y se sitúan donde la pendiente del terreno no es excesiva. En la zona de máximo desnivel se posiciona el cao (para conseguir un mayor salto de agua), reforzado con un aumento de sección en las zonas bajas (con una sección total de 3 m. en la parte inferior y 2.4 m. en la parte superior, y una anchura de canal de 0.7 m). El conjunto del molino, cao y estanque se percibe como una construcción impactante, cuya monumentalidad, proporciones y apariencia masiva, enfatizada por la piedra sin revestir, les da un aspecto ciclópeo

**Estanque:** Sí, 350 m<sup>2</sup>.

**Cubos:** 1, Ø=0.9 m.; prof.= 10 m.

**Longitud cao:** 20 m.

**CONSERVACIÓN:** Mala. Molino en ruinas; cubierta derruida.

**NUEVOS USOS:** Abandonado.

**PROTECCIÓN**

**ZONIFICACIÓN PNSG:** Zona B2: de Regulación Especial, Áreas de Interés Ganadero-Forestal.  
**PGOU/NNSS MUNICIPIO:** Las NNSS de Benaocaz no hacen alusión a sus molinos hidráulicos.

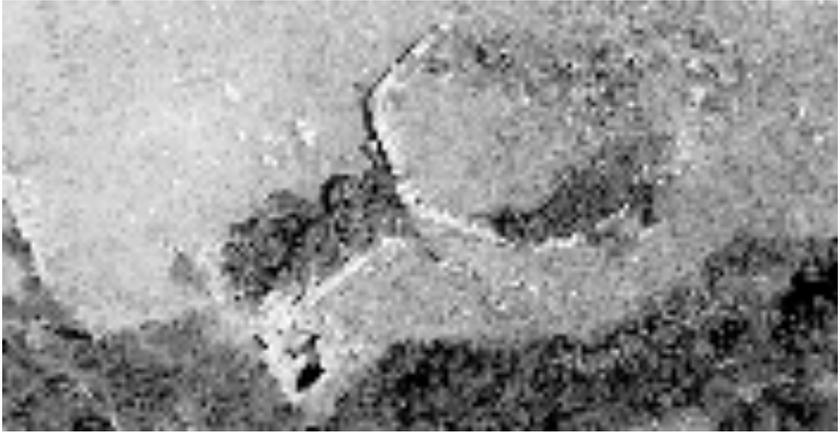
**FUENTES DE INFORMACIÓN**

**FUENTES:** Catastro del Marqués de la Ensenada / Minuta Planimétrica 1873 / Escalera Reyes, Javier [1983]. *Molinos y panaderías tradicionales*, Madrid: Editora Nacional.

**INFORMANTE:** -

**VISTAS**

Ortofoto y vistas exteriores:





Detalles e infraestructura hidráulica: cubo-caño (izq.) e interior del estanque (dcha.):



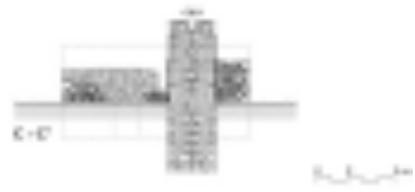
### PLANIMETRÍAS

Plano de entorno: Ribera del Arroyo Seco.



PLANIMETRÍAS

Levantamiento arquitectónico: Molino Segundo.



**Directrices Proyectuales para la  
Conservación Arquitectónica del Patrimonio  
Ferroviario: el Caso de las Bibliotecas de los  
Museos del Estado de São Paulo (Brasil)**

---

***Project Guidelines for the Architectural  
Conservation of Railway Heritage: The Case  
of the Museums Libraries of the State of São  
Paulo (Brazil)***

Gomes Samir

**Palabras Claves:** Directrices proyectuales, Conservación Arquitectónica, Patrimonio Ferroviario, Bibliotecas en Museos, Evaluación Post-Ocupación.

---

**Keywords:** *Project guidelines, Architectural Conservation, Railway Heritage, Museums Libraries, Post-Occupation Evaluation*

## Resumen

La evolución de los modos de uso del ambiente construido lleva constantemente a la necesidad de adaptación y conservación de muchos de los espacios existentes en nuestras ciudades. Por este lado, el elemento fundamental para la supervivencia de los espacios pasa invariablemente por su capacidad de conservación. Es decir, la reconversión de usos se muestra, por lo tanto, como la manera de intervenir y reutilizar el ambiente construido, para que pueda sumar la utilidad y su verdadero papel en la sociedad. Este proceso, la conservación de los edificios del patrimonio ferroviario busca proteger y preservar, adaptándolos a las nuevas necesidades, además de asumir su significado histórico original al integrarlo en un nuevo estrato de la ciudad. La investigación está vinculada al tema del patrimonio ferroviario paulista, siendo objeto de estudio tres bibliotecas: en el Museo Ferroviario de Bauru, en el Museo de la Compañía Paulista de Jundiaí y en el Museo Ferroviario Sorocabano. La investigación trabaja con los procedimientos y métodos de la Evaluación Post-Ocupación (EPO) con el objetivo de contribuir a la comprensión de las bibliotecas en museos, desde el punto de vista funcional, ofreciendo subsidios de evaluación para la conservación arquitectónica de esos espacios.

## Abstract

The evolution of the modes of use of the built environment constantly leads to the need for adaptation and conservation of many of the existing spaces in our cities. On this side, the fundamental element for the survival of spaces invariably passes through their capacity for conservation. That is, the reconversion of uses is shown, therefore, as the way to intervene and reuse the built environment, so that it can add utility and its true role in society. This process, the conservation of railway heritage buildings seeks to protect and preserve, adapting them to new needs, in addition to assuming its original historical meaning when integrated into a new stratum of the city. The research is linked to the subject of São Paulo's railway heritage, with three libraries under study: the Railway Museum of Bauru, the Museum of the Paulista Company of Jundiaí and the Sorocabano Railway Museum. The research is inserted in the procedures and methods of the Post-Occupation Assessment with the aim of contributing to the understanding of libraries in museums, from the functional point of view, offering evaluation subsidies for the architectural conservation of those spaces.

## 1. Introducción

En el inicio del mes de junio de 2011 fuimos invitados por el Prof. Eduardo Romero (UNESP), a participar junto al proyecto de investigación financiado por la FAPESP - Fundación del Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo en el levantamiento cuantitativo de la documentación textual y cartográfica de ferrocarriles del Estado de São Paulo, depositados en acervos públicos. Este proyecto, denominado "Memoria Ferroviaria (1869 - 1971)" trató de un inventario cuantitativo que subsidió la creación de una base de datos documental con mecanismo de búsqueda. La investigación trajo resultados muy positivos, pues posibilitó gran visibilidad en la consulta en acervos de empresas férreas paulistas que no están organizados. Además, el trabajo proporcionó de forma rápida, información sobre la documentación producida por los ferrocarriles, accediendo bases digitales, además de la búsqueda cruzada del acervo.

Nuestros contactos con las investigaciones relacionadas anteriormente plantearon algunas cuestiones importantes: (a) - las precarias condiciones de conservación de los bienes paulistas ferroviarios de muebles e inmuebles; (b) - las condiciones desfavorables de los acervos de los museos de Bauru, Sorocaba y Jundiá; (c) - la falta de un espacio físico que abrigue correctamente la clientela y el acervo de esos locales; (d) - la falta de directrices que atiendan las necesidades de las nuevas tecnologías informacionales en la gestión de los acervos digitales; (e) - la ausencia de directrices específicas sobre los espacios de los acervos en museos del patrimonio industrial, en particular el ferrocarril paulista. En cierta manera, creemos que esta situación también está asociada a las condiciones actuales de gestión del patrimonio cultural y las políticas de preservación, donde los acervos paulistas fueron transferidos de la Unión o del Estado de São Paulo a la responsabilidad de las alcaldías. Identificamos estos problemas en los casos de Bauru, Sorocaba y Jundiá, objetivo de nuestra investigación, lugares marcados por la falta de espacios de investigación y mantenimiento de las obras del acervo documental.

En este sentido, queremos presentar en este artículo los primeros análisis de tres edificios de bibliotecas ferroviarias, con o objetivo de contribuir a la comprensión de las bibliotecas en museos, desde el punto de vista funcional, ofreciendo subsidios de evaluación para la conservación arquitectónica de esos espacios.

## 2. Referencial Teórico: las bibliotecas en museos

Cabe aquí un breve panorama de la bibliografía y enfoques de investigación que identificamos en nuestras últimas investigaciones sobre la cuestión de la importancia de las bibliotecas en museos como instrumento de preservación y gestión del patrimonio en general y del patrimonio industrial en particular.

Además, destacamos la discusión del uso de las redes en el contexto museológico amparado por las nuevas tecnologías de información, las bibliotecas híbridas y también la importancia de la aplicación correcta de parámetros de diseño en la dimensión del ambiente construido de esos edificios.

**2.1 La Importancia de las Bibliotecas en Museos** En el estudio de la importancia de las bibliotecas en museos, destacamos la visión de varios autores en la necesidad de la existencia de esos lugares de memoria, entendidos como canales de comunicación y polos de transferencia de conocimiento. Smit (2000, p.130) los denominan instituciones disponibles de cultura e información; , según dos autores del área, Ricci (2004, p.85) y Bearman (1994, p.156), los lugares de memoria son repositorios culturales, responsables de la preservación del patrimonio histórico y cultural, valorizando cualquier tipo de vestigio del pasado; en el sentido de que las instituciones que tratan y diseminan la memoria deben estar preparadas para gestionar de forma responsable los contenidos informacionales, permitiendo que sea preservada y se convierta en instrumento de reflexión crítica, pues el acceso a la memoria debe ser el derecho de todo ciudadano. En ese sentido, podemos decir que las bibliotecas de museos participan activamente en la construcción colectiva de la memoria y representan pieza clave en el desarrollo cultural de la sociedad humana. Sin embargo, sin la participación directa de las fuentes y de los contenidos informacionales, estas instituciones de memoria no podrían desempeñar coherentemente sus competencias específicas, imposibilitando el importante trabajo de construcción del conocimiento, tanto en la aproximación de la población de los más diferentes tipos de informaciones y en la colaboración con otras instituciones que trabajan el patrimonio cultural y artístico (SMIT & BARRETO, 2002). Reforzando el papel de construcción y diseminación del patrimonio cultural apoyado por las bibliotecas de museos, nuestra investigación también tiene como base las experiencias europeas, más específicamente el caso español, que trata de la importancia de la institución museológica y de los acervos informativos como instrumentos de preservación y gestión del patrimonio patrimonio en general. Podemos citar, por ejemplo, el caso del Museo Histórico de Cataluña de Barcelona, tratado por Hoto (2002), donde muestra la cuestión de la política cultural y los museos en España en el período de la redemocratización, junto con la importancia del discurso museológico de los museos españoles y el papel decisivo de las bibliotecas de estas instituciones y sus contenidos informacionales. En esta misma dirección, otros trabajos refuerzan la importante relación entre patrimonio, acervos documentales y museos (ROCHA-TRINDADE, 1993; JAUL, 1993; BOLAÑOS, 1997; PINHEIRO, 2002; CARRALÓ, 1999; CHUMILLAS, INSÚA & PREGO, 2009; LÓPEZ DE PRADO, 2003). En el marco de estos museos, se incluyen referencias para el estudio del arte, la historia y gestión del patrimonio cultural (HERNÁNDEZ, 1999; TORRA CANAL, 2001;

MUÑOZ COSME, 2003; INSÚA LACAVE; 2008). En el presente trabajo se analizan los resultados obtenidos en el análisis de los resultados obtenidos en el estudio de los resultados obtenidos en el estudio.

## **2.2 La evaluación post-ocupación y las bibliotecas**

En los últimos años, la producción científica sobre la evaluación post-ocupación en el contexto de las bibliotecas se ha ampliado y con ella se ha ampliado algunos temas de investigación o abriendo otros. En la esfera internacional, más precisamente en los Estados Unidos, constatamos varios ejemplos en la evaluación sistemática de ambientes construidos de bibliotecas y archivos, principalmente, en la búsqueda de fundamentación científica para la toma de decisiones en cuanto a alternativas de proyectos en esos espacios, siempre siguiendo enfoques y fases metodológicas semejantes en investigaciones aplicadas en APO. En el estudio "Daylighting Design in Libraries" Dean (2005) aborda el uso de la luz natural en bibliotecas, discutiendo los principios generales del proyecto de iluminación natural y recomendando los niveles de blanqueamiento. La investigación "Furniture for Libraries", presentada por Graham (2005), discute el proyecto de mobiliario en la biblioteca en la selección, obtención e instalación de ese ítem en el ambiente construido. Mccomb (2005) produjo el "Library Security" y trata objetivamente de los sistemas de seguridad en bibliotecas, evaluando los elementos de riesgo, seguridad patrimonial y seguridad de las colecciones bibliográficas. Otro estudio interesante "Acoustics for Libraries", Salter (2005) elucida las principales cuestiones vinculadas a la acústica en bibliotecas, discutiendo patrones y limitaciones de ruido, acústica en los espacios de trabajo. La ALA - American Library Association (2006) es otro órgano que viene cooperando en las actividades de evaluaciones y análisis de bibliotecas en los Estados Unidos. El estudio de Silver, S. & Nickel, L.T. (2002) describe una encuesta realizada en la Biblioteca de la Universidad del Sur de Florida (USF), con la finalidad de evaluar el ambiente construido de ese edificio en función de las actividades y necesidades desarrolladas por los usuarios. También son importantes los trabajos desarrollados en España, como los estudios clásicos de Lancaster (1996) al comienzo en los años 1990, cuando estableció como premisa básica los elementos de evaluación en bibliotecas como la comodidad y facilidad espacial, eficiencia energética e impacto ambiental. También Fuentes (1999) -que fue uno de los introductores de la Evaluación Post-Ocupación en bibliotecas en España- llama la atención que el edificio de biblioteca debe pasar por evaluación constante, con el objetivo de asegurar calidad espacial a los usuarios. También identificamos los textos de Coello & Pérez (1999), detallando áreas prioritarias en la evaluación de espacios de bibliotecas como, satisfacción de los usuarios con las instalaciones y servicios y comodidad del espacio de estudio. Se debe destacar también el trabajo desarrollado por Kahn (2009), en los asuntos de evaluación

relativos a la accesibilidad, entorno, topografía, disponibilidad, visibilidad, seguridad de los accesos, capacidad de crecimiento y costo.

### 3. Los Objetivos y Lugares de la Investigación

Nuestro proyecto tiene como objetivo principal realizar análisis de desempeño físico (mediciones, reconocimientos técnicos) y evaluación de la organización física de bibliotecas ubicadas en museos ferroviarios, a fin de detectar cuáles son los principales elementos relacionados a los procedimientos para la gestión de la calidad del proceso de proyecto y elaboración de directrices para futuros proyectos, proponiendo recomendaciones sobre cuestiones técnico-funcionales. Como forma de articular los proyectos mencionados anteriormente, nuestra evaluación está directamente ligada al tema del patrimonio ferroviario paulista, siendo tres acervos: en el Museo Ferroviario de Bauru, en el Museo de la Compañía Paulista de Jundiá y en el Museo Ferroviario Sorocabano. Nuestra investigación se inserta en los procedimientos y métodos de la Evaluación Post-Ocupación (EPO) con el objetivo de contribuir a la comprensión de las bibliotecas en museos, desde el punto de vista funcional, ofreciendo subsidios de evaluación de esos espacios.

### 4. Metodología

Nuestra investigación se encuadra en los procedimientos y métodos de la Evaluación Post-Ocupación (EPO). Es necesario destacar que la sistematización de métodos utilizados en el entendimiento del proceso de producción de edificaciones, más precisamente los métodos de evaluación aplicados al ambiente construido, viene siendo utilizado desde hace varios años por importantes investigadores (ORNSTEIN, 1997, PREISER, 1998, SANOFF, 2001), FEDERAL FACILITIES COUNCIL, 2001). La aplicación continuada de metodologías de diseño, como forma de diseñar instrumentos confiables en la generación y gestión de equipos multidisciplinarios de proyecto, se ha mostrado el camino más adecuado para minimizar y reducir fallas en las etapas de creación, ejecución y operación del ambiente construido (PREISER Y VISCHER, 2005). En los países desarrollados, a menudo, el empleo de evaluaciones, como forma de comprender mejor los problemas de proyecto, ha sido una importante contribución a la calidad del producto acabado, destacando qué soluciones atienden mejor a las necesidades de los usuarios.

Iniciamos con los Procedimientos Metodológicos de la EPO aplicados al tema de la investigación. En esta fase, concentramos en analizar las condiciones del ambiente construido en los acervos bibliográficos de los tres museos ferroviarios. Comenzamos con la **Reunión de Datos** de los ambientes relacionados con los edificios elegidos para la investigación. Consta en esta fase: Información y

Memoria del objeto de estudio, Memoria del proyecto y de la construcción y Registro actualizado del ambiente construido. Esta etapa tuvo como objetivo principal realizar el levantamiento de la memoria de diseño del ambiente construido de las bibliotecas elegidas a través del rescate del proyecto original, así como el levantamiento de datos e informaciones visuales fotos de la época de la época.

En la secuencia, utilizamos la **Aplicación de los Instrumentos de Evaluación** para la investigación. La sistemática de los métodos utilizados en el entendimiento del proceso de producción de edificaciones, más precisamente, los métodos de evaluación aplicados al ambiente, vienen siendo utilizados desde hace varios años por importantes investigadores (ORNSTEIN, 1997; PREISER, 1998, SANOFF, 2001; FACILITIES COUNCIL, 2001). Las **Inspecciones Técnicas** (*walkthrough*) tuvieron la función de realizar visitas exploratorias en los edificios analizados, teniendo en cuenta los aspectos constructivos, dimensionales, funcionales y ergonómicos, con el objetivo de proceder futuras comparaciones y análisis de los elementos encontrados.

Las **Entrevistas** objetivaron determinar posibles elementos positivos y negativos presentes en el ambiente construido. En nuestro caso, se definieron usuarios clave que podrían colaborar en la evaluación de los ambientes escogidos, detallando aspectos funcionales y evidenciando, particularmente, los elementos conductuales del espacio. El **Cuestionario** tuvo la función de medir la satisfacción de los usuarios en el ambiente construido en relación a los aspectos funcionales de las bibliotecas analizadas.

En este segundo grupo de actividades, dirigimos los trabajos para los análisis y las **Análisis de los Elementos Funcionales** desde el punto de vista técnico, principalmente, en los elementos que apoyan las actividades de los usuarios y el desempeño funcional de los espacios analizados.

## 5. Resultados de los análisis de elementos funcionales

El **Análisis de los Elementos Funcionales** consistió en la tabulación de datos y los resultados fueron consolidados en general, basados en la información proporcionada por el contacto con los usuarios, en la aplicación de los cuestionarios para cada edificio elegido, registros fotográficos y en las observaciones técnicas y reconocimientos efectuados. Este conjunto de acciones se refiere a los acervos de los museos de Bauru, Sorocaba y Jundiá.

Con respecto a las **Dimensiones Mínimas**, el análisis y comparando las condiciones de los dimensionamientos mínimos de las bibliotecas, resultante de las observaciones técnicas y de las informaciones proporcionadas por los usuarios, es posible concluir que los índices de satisfacción están abajo, o sea, esas

medidas están fuera del estándar estipulado por ALA y NBR - 9050/2015. Los acervos necesitarían una serie de espacios como: sala de procesamiento técnico, sala de catalogación material bibliográfico, salas de investigación y lectura sala para restauración. Una revisión y una reconfiguración del diseño de la sala podrían traer beneficios para minimizar los problemas derivados del exceso de interrupción o distracciones indeseables de estos ambientes. Acerca del **Almacenamiento**, los niveles de satisfacción se consideraron insatisfactorios. En el análisis funcional de las estanterías de los acervos y de los armarios presentes en los ambientes de las bibliotecas analizadas, estos bajos índices de satisfacción están relacionados, básicamente, con la dimensión crítica de la estantería en sentido vertical - 205 cm de altura - o sea, esas medidas están fuera estándar estipulado por la NBR - 12743/1997, que prevé el valor máximo de la altura de 200 cm del suelo. Además, los datos dimensionales citados anteriormente no son suficientes para encuadrar las dimensiones mínimas adecuadas a la NBR - 9050/2015, norma que trata específicamente de la accesibilidad de personas con dificultades de locomoción. Con respecto a la **Flexibilidad**, la principal función de este tópico está orientada al análisis de la facilidad del espacio en sufrir modificaciones y alteraciones en el arreglo espacial en el transcurso del uso, o sea, midió el nivel de flexibilidad agregado a los espacios internos de las edificaciones. Los espacios no presentan segmentación espacial. De esta forma, es posible proyectar cambios en el diseño y realizar alteración del ambiente, pudiendo reubicar el mobiliario de modo que esté estéticamente agradable y organizado. En las **Circulaciones**, percibimos en la planificación de las circulaciones de los acervos la desarticulación de los diversos elementos internos como local del acervo, posicionamiento de las estanterías y la localización de las estaciones de trabajo, ocasionando pérdidas y desajustes en los porcentajes de ocupación de las circulaciones. En la cuestión de la circulación, los análisis y las mediciones confirmaron que las dimensiones y los anchos de los corredores que dan acceso a los corredores, presentan, en la mayoría de los ambientes analizados, medidas mínimas inadecuadas al usuario ya la legislación. Desde el punto de vista de la **Accesibilidad**, la evaluación de los niveles de satisfacción de los usuarios, en los casos estudiados fueron considerados bajos, reafirmando que esos ambientes no son completamente adecuados y cómodos para el uso de personas con discapacidad locomotora, además de reforzar la existencia de distorsiones que deben corregirse. Observamos que no todas las propuestas de intervenciones de accesibilidad han sido centralizadas en los usuarios, o sea, existe aún la dificultad en entender cuáles son las reales necesidades del portador de deficiencia física frente a un ambiente de los acervos estudiados y cómo el espacio puede convertirse en un elemento facilitador e impulsor de motivación. En los tres estudios de caso, la diversificación en los modelos de sillas presentes en los ambientes, variando sus dimensiones, disposiciones y aplicaciones en el edificio, permitieron que las actividades desarrolladas en el espacio, por parte del usuario,

transcurrían de manera muy incómodo y no funcional, principalmente, en los ambientes de lectura e investigación del acervo, que privilegian la concentración del individuo y el mayor control de **Ergonómico**

## 6. Resultados

El entendimiento de la problemática de la arquitectura de la biblioteca insertada en museos ferroviarios y la formulación de directrices para los futuros proyectos de estos ambientes engloban más allá del enfoque nacional e internacional descrito anteriormente, la aplicación de los métodos de la EPO del ambiente construido, para medir las necesidades de los usuarios relacionados a los factores conductuales y funcionales (SILVER & NICKEL, 2002; ENRIGHT, 2002; ROMÉRO & ORNSTEIN, 2003; LACKNEYL & ZAJFEN, 2005; SANNWALD, 2006; PROBE, 2006). El proceso analítico de nuestra investigación, lanzando mano, primero, de un enfoque macro de análisis de bibliotecas internacionales; a continuación, una mirada centrada en los ejemplos nacionales de estos edificios y, finalmente, una visión micro con recorte de tres estudios de caso, demuestra la necesidad de una visión más clara sobre el problema. La colocación de ese encaminamiento evidencia un análisis que busca comprender, dentro de las respuestas (o en ausencia de ellas), un mayor entendimiento sobre la real importancia de varios aspectos tratados en esta investigación.

Los procedimientos metodológicos, utilizados efectivamente durante la EPO en los tres estudios de caso - en la biblioteca del Museo Ferroviario Sorocabano y en la biblioteca del Museo Ferroviario de Bauru y de modo parcial, en la biblioteca de Jundiá se mostraron adecuados a los objetivos de la investigación. Fue posible consolidar los resultados del diagnóstico por medio del análisis y de la evaluación de todo el conjunto de datos e informaciones recolectados fruto del levantamiento de los elementos funcionales y por los usuarios, o sea, la fase del diagnóstico procedía en el cruce, de los resultados de las informaciones técnicas del estudio de caso (descritos anteriormente) y de la opinión de los usuarios.

## 7. Conclusiones

En primer lugar, entendemos que el conocimiento espacial de estos acervos documentales en museos, a través del análisis de factores funcionales en el contexto del edificio es pieza clave para el encaminamiento de diagnósticos y recomendaciones para los estudios de casos propuestos a partir de la confirmación o no de las confirmaciones expectativas en relación al desempeño espacial.

En segundo lugar, nuestro estudio propone un guía básico de análisis espacial proveniente de índices de desempeño satisfactorio y requisitos de desempeño, considerando los siguientes factores funcionales: Dimensionamientos mínimos: evaluación de las áreas internas y externas de los edificios; Almacenamiento: análisis de las condiciones de las áreas de almacenamiento y almacenamiento; Flexibilidad: análisis de la facilidad de los espacios en sufrir modificaciones y alteraciones; Circulaciones: análisis aplicado a los aspectos espaciales relacionando los flujos; Accesibilidad: comprensión de las gradaciones de accesibilidad de los usuarios; Ergonomía: investigación y evaluación de las demandas de diseño ergonómico; Confort ambiental: análisis de los aspectos relativos al confort; Tecnología de la información evaluación de la tecnología de la información. Estos elementos pueden ser instrumentos de análisis de desempeño físico y medición espacial, en la formulación de directrices proyectivas aplicadas a la planificación y construcción de edificios de bibliotecas en museos ferroviarios en el contexto paulista.

En tercer lugar, es posible utilizar el resultado para realimentar el ciclo del proceso de proyecto, producción, y uso de ambientes similares, buscando optimizar el desarrollo de futuros proyectos de conservación patrimonial

Con la aplicación de los métodos de la Evaluación Post-Ocupación en el contexto de los acervos museológicos paulistas ferroviarios, pretendemos contribuir con directrices arquitectónicas e instrumentos en el desarrollo de futuros proyectos de bibliotecas en museos, tanto a nivel estadual, en las áreas de intereses del patrimonio cultural del Estado de São Paulo, como contexto federal del Departamento de Museos y Centros Culturales - IPHAN/MinC.

## Bibliografía y referencias

ALA – American Library Association [2006]. *Standards for Libraries in Higher Education*. Chicago,

<http://www.ala.org/ala/acrl/acrlstandards/standardslibraries.htm>. 01 junho 2011.

BEARMAN, D. [1994]. Experience delivery services: Archives & Museum Informatics. In: CONGRESSO NACIONAL DE BIBLIOTECÁRIOS ARQUIVISTAS E DOCUMENTALISTAS, 5. Lisboa. *Anais*. Lisboa: Associação de Bibliotecários Arquivistas e Documentalistas, 1994. v. 2: Arquivos, p.153-159.

BECKER, F. [1989]. Post-occupancy evaluation: research paradigm or diagnostic tool. In: *Building Evaluation*, New York, Plenum Press, p. 127-134.

BERTHOLINO, M. L. F. [2010]. *Planejamento e Administração de Sistemas de Informação*. [www.uepg.br/editora/autores/luzia.htm](http://www.uepg.br/editora/autores/luzia.htm). Acceso en: 10/07/2010.

BOLAÑOS, M. [1997]. *Historia de los museos en España*. Gijón: Ediciones Trea.

- CARRALÓ, G. H. [1999]. *El Museo de la Biblioteca Nacional de España: una apuesta por la difusión de las colecciones al gran público*. En: Revista General de Información y Documentación. Vol 2 (2). Madrid: Edit. Complutense, P. 173.
- CHUMILLAS, R.; INSÚA, E.; PREGO, M. [2009]. *The Spanish national museum libraries: an undiscovered heritage*. Em 75th IFLA General Conference and Assembly, Satellite Meeting, Art Libraries Section. Florence, 19-20 August. [www.ifla.org/files/art-libraries/spanish-nationalmuseum-libraries.pdf](http://www.ifla.org/files/art-libraries/spanish-nationalmuseum-libraries.pdf). Publicación en preimpresión en Art Libraries Journal. Acceso en: 21 jun. 2012.
- DEAN, E. [2005]. *Daylighting Design in Libraries*. Los Angeles: Libris
- ENRIGHT, S. [2002]. *Post-Occupancy Evaluation of UK Libray Building Projects: Some Examples of Current Activity*. London: Liber Quarterly, <http://www.kb.dk/liber/cumindex/vol12.htm>. Acceso en: 25 mar. 2011.
- FUENTES, J. J. R. [1999]. *Evaluación de bibliotecas y centros de documentación e información*. Gijón: Trea.
- GRAHAM, C. [2005]. *Furniture for Libraries*. Los Angeles: Libris DESIGN. [www.librisdesign.org/docs/FurnitureLibraries.pdf](http://www.librisdesign.org/docs/FurnitureLibraries.pdf). Acceso en: 20 mar. 2011.
- HERNÁNDEZ, M. A. [1999]. *Bibliotecas de Arte de España y Portugal (BAEP)*. Bibuned: Boletín informativo de la UNED, nº 4, pp. 14-15.
- HOMULOS, P. [1990]. *Museums to libraries: a family of collecting institutions*. Art Libraries Journal, v. 15, n. 1, p. 13-11.
- HOTO, S R. [2002]. *Más Allá del Prado*. Museos e identidad en la España democrática. Madrid: Akal.
- INSÚA LACAVE, E. [2009]. *Las bibliotecas de los museos estatales*. Liber 2008: Mesa redonda sobre bibliotecas especializadas y la gestión de sus colecciones. Barcelona.
- LANCASTER, F. W. [1996]. *Evaluación de la biblioteca*. Madrid: ANABAD, ISBN: 8488716214
- LÓPEZ DE PRADO, R. [2003]. *Bibliotecas de museos en España: características específicas y análisis DAFO*. Revista General de Información y Documentación, nº 1, p. 5-35.
- MUÑOZ COSME. [2003]. *Los espacios del saber*. Gijón; Ediciones Trea.
- ORNSTEIN, S.W.; ROMÉRO, M. [1992]. *Avaliação pós-ocupação do ambiente construído*. São Paulo, Studio Nobel, Edusp.
- PREISER, W. F. E. [1989]. *Towards a performance-based conceptual framework for systematic POES*. In: *Building Evaluation*, New York: Plenum Press, p. 1-8.

- PREISER, W. F.E. [2001]. Evaluating Universal Design Performance. In: PREISER, Wolfgang F.E.; VISCHER, Jacqueline C. (eds). *Assessing Building Performance*. Oxford, Inglaterra. Elsevier Butterworth-Heinemann, p.178.
- RICCI, I. [2004]. Ultragaz – projeto espaço do conhecimento. In: NASSAR, P. (Org.) *Memória de empresa: história e comunicação de mãos dadas, a construir o futuro das organizações*. São Paulo: Aberje, p. 81-87.
- ROCHA-TRINDADE, M. B. [1993]. *Iniciação à museologia*. Lisboa: Universidade Aberta.
- ROMÉRO, M. de A; ORNSTEIN, S.W.(Coords.) [2003]. *Avaliação pós-ocupação. Métodos e técnicas aplicados à habitação social* (Coleção Habitare). Porto Alegre, RS: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC). [habitare.infohab.org.br/projetos/publicacoes.asp](http://habitare.infohab.org.br/projetos/publicacoes.asp). Acesso em: 28 fev. 2011.
- RUIZ, R. L; RUBIO, M. M. [2005]. *Los fondos archivísticos del ferrocarril español: El caso del Archivo Histórico Ferroviario (AHF)*. In: Anais do VIII Congreso de la Asociación Española de Historia Económica, Santiago de Compostela, 14 a 16 de septiembre. [www.usc.es/estaticos/congresos/histec05/b21\\_leton\\_munoz.pdf](http://www.usc.es/estaticos/congresos/histec05/b21_leton_munoz.pdf). Acesso em: 12 jun 2013.
- SALTER, C.M. [2005]. *Acoustics for Libraries*. Los Angeles: Libris DESIGN, <http://www.librisdesign.org/docs/AcousticsLibraries.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2011.
- SANNWALD, W.W. [2006]. *Checklist of Library Building Design Considerations*. Fourth Edition. Chicago, <http://www.alastore.ala.org/>. Acesso em: 10 mar. 2009.
- SANOFF, H. [1991]. *Integrating Programming, Evaluation and Participation in Design – A Theory Z. Approach*. Raleigh: Henry Sanoff, 1991.
- SILVER, S. & NICKEL, L.T. [2002]. *Surveying User Activity as a Tool for Space Planning in an Academic Library*. University of South Florida, <http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/>. Acesso em: 17 mar. 2011.
- SMIT, J. W. [2000]. O profissional da informação e sua relação com as áreas de biblioteconomia/documentação, arquivologia e museologia. In: VALENTIM, M. L. (Org.) *Profissionais da informação: formação, perfil e atuação profissional*. São Paulo: Ed. Polis. p. 119-134.
- TORRA CANAL, M. [2001]. *Fondos y servicios de las bibliotecas de museos de arte*. Em *Métodos de información*. Vol. VIII, nº 45-46, p. 30-41.
- ZAMORA, R. C. [2011]. *BIMUS: Red de Bibliotecas de Museos*. Sevilla. Boletim da Asociación Andaluza de Bibliotecarios. Nº 101, pp. 27-41, Janeiro/Fevereiro. pp. 27-4.
- ZIMRING, C. M. [1989]. *Post-occupancy evaluation and implicit theory: an overview*. In: *Building Evaluation*, New York: Plenum Press, p. 113-126.

## Il consolidamento e restauro del Castello di Beselga (Valencia, Spagna)

---

### *Consolidation and restoration of the castle of Beselga (Valencia, Spain)*

Luis Manuel Palmero Iglesias, Graziella Bernardo

**Parole Chiave:** Patrimonio architettonico, Torre di guardia,  
Palazzo signorile, Tapial calicastrado, Restauro filologico

---

**Keywords:** *Architectural Heritage, Watchtower, Mansion, Tapial  
calicastrado, Philological Restoration*

## Sommario

L'intervento di consolidamento e restauro del castello di Beselga è un caso di studio particolarmente interessante in quanto racchiude una serie di aspetti di grande rilevanza nella ricostruzione di monumenti che hanno subito la perdita di parti costitutive dell'originaria costruzione. L'argomento è di grande attualità in Paesi come l'Italia che hanno un notevole patrimonio architettonico e un territorio estremamente vulnerabile al rischio sismico e idrogeologico. Il lavoro presenta un'analisi critica dell'intervento di consolidamento e restauro del monumento che ha suscitato numerose critiche per la ricostruzione dell'originaria volumetria della costruzione con una struttura metallica a vista che è in netto contrasto con le originarie tecniche costruttive. La fortificazione, nota come Castello di Beselga, è costituita da una torre di guardia di epoca almohade (XII) e da un palazzo signorile risalente alla seconda metà del XV secolo. Secoli di incuria e di abbandono hanno ridotto il monumento alla condizione di un rudere spettrale e quasi privo di significato. Del palazzo signorile si sono preservate solo le mura del prospetto principale e una limitata parte del prospetto nord. La torre almohade ha subito il crollo del tetto e di una parte dell'ultimo piano della costruzione e la perdita di ampie porzioni delle mura perimetrali concentrate nelle zone d'angolo. Nell'anno 2004, un cedimento del terreno di riporto su cui era stato in parte costruito il palazzo ha causato il crollo dei resti delle mura perimetrali del lato nord del palazzo ed ha aggravato ulteriormente il precario stato di conservazione del monumento. Dopo questo drammatico evento, si sono resi necessari dei lavori di somma urgenza finalizzati al consolidamento e restauro del monumento. Si è prioritariamente intervenuti sulle mura perimetrali di altezza pari a 10 m del prospetto sud del palazzo che erano a rischio crollo per effetto vela attraverso la costruzione di una struttura metallica costituita da profili metallici in acciaio. La struttura è ancorata alla muratura nei vuoti della muratura lasciati dai tronchi di legno usati per il sostegno della casseratura del tapial e dell'impalcatura all'epoca della costruzione. La struttura è rivestita da una vernice protettiva di colore grigio azzurrognolo che richiama la colorazione della pietra di Sagunto utilizzata nella costruzione del monumento. Il consolidamento e restauro della torre ha richiesto l'esecuzione di diversi interventi. Le parti mancanti della muratura sono state ripristinate con il reimpiego dei materiali lapidei originali e l'uso di mattoni pieni nel caso della ricostruzione delle mura perimetrali dell'ultimo piano. Le parti ripristinate sono state rinforzate da un intonaco armato di colore neutro che rende le ricostruzioni distinguibili dalle parti esistenti della costruzione.

## Abstract

The intervention of consolidation and restoration of the castle of Beselga is a particularly interesting case study because it contains a series of aspects of great importance in the reconstruction of monuments that have suffered the loss of constituent parts of the original construction. The topic is of great relevance in countries such as Italy, which have a remarkable architectural heritage and a territory extremely vulnerable to seismic and hydrogeological risk. The work presents a critical analysis of the intervention of consolidation and restoration of the monument that has given rise to numerous criticisms for the reconstruction of the original volume of the building with a visible metal structure that is in sharp contrast with the original construction techniques. The fortification, known as the Castle of Beselga, consists of a watchtower from the Almohad era (XII) and a mansion dating back to the second half of the fifteenth century. Centuries of neglect and abandonment have reduced the monument to the condition of a ghostly and almost meaningless ruin. Only the walls of the main façade and a limited part of the northern façade have been preserved in the stately palace. The Almohad tower has undergone the collapse of the roof and part of the top floor and the loss of large portions of the perimeter walls concentrated in the corner areas. In the year 2004, a collapse of the ground on which the building had been partly built caused the collapse of the remains of the perimeter walls of the north side of the mansion, worsening the precarious state of conservation of the monument. After this dramatic event, extremely urgent work has been performed to consolidate and restore the monument. The perimeter walls of the south elevation of the building were first consolidated, 10 m high and 22 m long, which were at risk of collapse due to soil effect through the construction of a metal structure made of steel metal profiles. The structure is anchored to the masonry in the voids of the masonry left by the wooden trunks used to support the formwork of the tapial and the scaffolding at the time of construction. It is covered with a bluish gray protective paint that recalls the color of the Sagunto stone used in the construction of the monument. The consolidation and restoration of the tower required the execution of various interventions. The missing parts of the masonry have been restored with the reuse of the original stone materials and the use of solid bricks in the restoration of the perimeter walls of the last floor. The reconstructed parts have been strengthened by a reinforced plaster of neutral color that makes the reconstructions distinguishable from the existing parts of the building.

## 1. Introduzione

Il restauro dei monumenti è una delle sfide più complesse nell'ambito della progettazione architettonica. I requisiti da soddisfare sono molteplici e spesso antitetici tra di loro. L'impermeabilità all'acqua e la traspirabilità al vapore d'acqua della muratura è solo uno degli esempi della conflittualità dei requisiti. Negli interventi di consolidamento delle strutture portanti il soddisfacimento del requisito della compatibilità dei materiali con quelli esistenti pone una serie di questioni e di scelte di non facile attuazione tra antiche e nuove tecnologie costruttive. Nella maggior parte dei casi, ed in particolar modo in Italia, vi è la tendenza all'uso delle originarie tecniche costruttive, correndo spesso il rischio di incorrere nel manierismo ottocentesco del restauro stilistico di Viollet-le-Duc che ignora lo scorrere del tempo e ripropone acriticamente e anacronisticamente il recupero dei valori formali e costruttivi dell'epoca e del luogo del monumento. Anche l'opinione pubblica sembra prediligere gli interventi che ricostruiscono pedissequamente parti di monumenti secondo lo stile originario. Probabilmente, ad alimentare questo tipo di atteggiamento è il bisogno di immortalità del genere umano di cui i monumenti sono il segno tangibile. Tuttavia, gli esperti del settore non possono ignorare due secoli di dibattito sulla teoria del restauro che con un grande contributo delle correnti di pensiero italiane – da Arrigo Boito a Gustavo Giovannoni e Cesare Brandi – hanno portato all'approccio metodologico del nascita del restauro scientifico che impone prioritariamente la conoscenza di tutte le vicende storiche e costruttive del monumento prima dell'esecuzione di qualsiasi intervento conservativo. Nel caso della ricostruzione di parti mancanti il restauro scientifico teorizza il restauro "filologico" che in base allo studio del singolo monumento consente di riprodurne le forme originarie attraverso l'utilizzo di uno stile neutro che coniughi le esigenze di salvaguardia con quelle della modernità e dell'efficacia dell'intervento.

Il lavoro presenta un'analisi critica dell'intervento di consolidamento e restauro del Castello di Beselga (Valencia, Spagna) eseguito in condizioni di emergenza per l'imminente rischio di crollo del monumento dopo il cedimento del terreno di f. L'intervento ha ricevuto una serie di critiche non solo da parte dell'opinione pubblica ma anche da parte di alcuni esperti per l'utilizzo di una struttura metallica a vista in netto contrasto con le antiche tecniche di costruzione del tapial e della muratura in pietra del monumento. Secondo l'approccio metodologico del restauro scientifico, il lavoro riporta lo studio delle vicende storiche e costruttive del monumento quale necessaria premessa per la valutazione critica dell'intervento.

## 1. Il castello di Beselga. Evoluzione storica e costruttiva

Il complesso architettonico fortificato di Beselga, noto come castello di Beselga, è costituito da una torre di guardia almohade (XII sec.) e da un palazzo signorile di epoca basso medioevale (XV sec.). Il castello appartiene ai monumenti dichiarati Beni di Interesse Culturale dalla Comunidad Valenciana e dal Ministero della Cultura del Governo Spagnolo.

La fortificazione sorge a 220 m s.l.m. in prossimità della città di Estivella, sulla cima del monte Garbì della Sierra Calderona da cui si gode la vista della fertile valle della Comarca Camp de Monverde e del fiume Palancia (Fig. 1). Il luogo della costruzione è impervio, di difficile accesso ed ha una posizione strategica per la difesa e il controllo del territorio. Per questa specificità, fu abitato sin dall'antichità dagli Iberici, successivamente dai Romani<sup>1</sup>, dagli Arabi e da popolazioni cristiane [Cervera Arias, 2006].

La torre di guardia fu costruita nel XII secolo dagli Almohadi, un popolo di origine nord-africana di fede musulmana che dominò la penisola iberica dal 1147 al 1269. La torre di guardia apparteneva al percorso fortificato che da Sagunto arrivava fino a Teruel ed era in comunicazione visiva con la torre di Torres Torres a nord e con la torre di Sagunto a sud-est [Lopez, 2014; Morro Rueda, 2017].

Nel XIII secolo, dopo la conquista cristiana del territorio almohade da parte di Giacomo I d'Aragona, la torre di guardia conservò la sua funzione difensiva del nucleo abitato di Beselga che si era sviluppato ai piedi dell'altura nelle vicinanze della torre.



**Figura 1**

Ubicazione geografica del complesso fortificato [Iberpix.com].

---

<sup>1</sup> Il toponimo Beselga deriva dal latino basilica.

Nelle fonti storiche scritte, il possedimento di Beselga è citato per la prima volta nell'anno 1248 nel *Libre del Repartiment*<sup>2</sup> che annovera la torre e il nucleo abitato nelle proprietà della Baronia di Beselga, Estivella e Arenes [Ferrado, 1979].

Nella seconda metà del XV secolo, il Barone Gracià Monsoriu ordinò la costruzione del palazzo signorile a ridosso della torre almohade in concomitanza alla costruzione del palazzo dominicale di Estivella che all'epoca era il centro di maggiore importanza del possedimento [Corbalán, 2015]. In questo stesso periodo, che fu di grande prosperità per la Baronia, furono costruite anche abitazioni per promuovere lo sviluppo demografico degli abitati di Beselga ed Estivella [Mesa, 1999].

All'inizio del XVI secolo la famiglia Monsoriu fu costretta a cedere il feudo alla famiglia Marti de Torres a causa dei notevoli debiti accumulati. Nel 1521, durante la guerra della "Germanías" che portò a scontri fratricidi tra i nobili del Regno di Valencia, il palazzo signorile fu quasi completamente distrutto, mentre la torre subì gravi danni. A partire da questo momento, il complesso fortificato rimase disabitato e sottoposto all'inesorabile azione del tempo. Con la espulsione dalla Monarchia Ispanica dei moriscos<sup>3</sup> nel 1609 dal re Filippo III, si ebbe lo spopolamento di tutto il territorio della Baronia [Marti Bonafé, 1998]. La città di Estivella fu ripopolata per effetto di una Carta Puebla<sup>4</sup>, mentre l'abitato di Beselga subì un lento spopolamento fino ad essere completamente abbandonato nel XIX secolo. Attualmente, nel luogo dove sorgeva l'antico villaggio di Beselga vi sono solo poche abitazioni di tipo residenziale turistico abitate saltuariamente durante l'anno.

---

<sup>2</sup> Il *Libre del Repartiment* di Valencia è un registro del XIII secolo in cui gli scribi del re Giacomo I d'Aragona annotavano le donazioni ai nobili delle proprietà del Regno di Valencia dopo la sua riconquista cristiana avvenuta nel 1238.

<sup>3</sup> Il termine moriscos indicava la popolazione musulmana mudéjar che fu costretta a convertirsi al Cristianesimo e a parlare il castigliano. Dopo la Riconquista cristiana terminata nel 1492 con la conquista del Sultanato di Granada, ai musulmani che presero l'appellativo di mudéjars (dalla parola araba mudajjan che significa "reso domestico") venne concesso di rimanere nella penisola iberica e di mantenere la propria cultura, la propria lingua e la propria religione.

<sup>4</sup> La Carta Puebla era il documento con il quale i re cattolici, i nobili o le autorità ecclesiastiche concedevano una serie di privilegi allo scopo di popolare i luoghi ritenuti di interesse economico o strategico.

## 1.1 La Torre almohade

La torre ha una pianta quasi quadrata (7,10 m x 7,30 m) e uno spessore delle mura nella parte bassa di circa 1,15 cm che diminuisce gradualmente verso la parte alta. La torre è costruita con la tecnica del tapial calicastrado che è una delle diverse evoluzioni della originaria tecnica araba del tapial in terra cruda [Rodríguez Navarro, 2008]. La tecnica consisteva nel riempimento di una cassaforma in legno con strati orizzontali di una miscela umida di argilla, calce, sabbia di fiume e pietrame di varia pezzatura, costipati con una mazza come nel tapial in terra a base di sola argilla. Durante il riempimento della cassaforma, sulle superfici verticali veniva steso anche uno strato di malta ricca in calce che, una volta indurita, formava una crosta protettiva sulle pareti della muratura. La cassaforma era costruita disponendo le due file parallele di tavole in legno alla distanza dello spessore della muratura fino a raggiungere l'altezza di 90 cm e una lunghezza massima di 2,5 m. La cassaforma era sostenuta da corde e da passanti trasversali in legno di forma piatta e stretta con uno spessore di 2 cm e larghezza variabile tra 6 e 8 cm.

Originariamente, la torre aveva tre piani e un'altezza di 12 metri. L'accesso all'interno della torre, priva di porte d'ingresso, avveniva da un'apertura del secondo piano con una scala smontabile in legno o corda. I tre livelli e il tetto terrazzato erano collegati da una scala interna costruita con blocchi squadrati della pietra dolomitica locale dalla caratteristica colorazione grigio-azzurrognola denominata pietra di Sagunto. Gli ambienti interni erano divisi in due spazi distinti da un muro divisorio su cui poggiavano le due volte a botte di copertura. I due ambienti erano collegati da un'apertura nella parete interna delimitata da un arco a sesto acuto. Il primo piano della torre era privo di aperture e aveva la funzione di deposito di viveri e di cisterna per l'acqua piovana raccolta dal tetto piano. Il secondo piano era utilizzato come luogo di riposo. Il terzo ed ultimo piano aveva la funzione di vigilanza e difesa e presentava sulle quattro pareti perimetrali feritoie ovvero strette fessure verticali che si aprivano all'interno della muratura in ampie nicchie nelle quali si posizionava la sentinella/arciere.

Con la costruzione del palazzo signorile, la torre subì delle trasformazioni architettoniche funzionali all'inglobamento degli ambienti della torre in un unico complesso architettonico. Nella parete est della torre, utilizzata come parete perimetrale del palazzo, si aprì un'apertura di collegamento tra i due elementi architettonici a cui si accedeva dalla scala addossata alla parete costruita all'interno del primo piano del palazzo. Al secondo piano del prospetto sud venne aperta una finestra delimitata da lastre della pietra locale di Sagunto. Il primo piano della torre fu interamente trasformato in cisterna dell'acqua piovana raccolta dal terrazzo del palazzo e dal tetto della torre.

## 1.2 Il palazzo signorile della Baronía di Monsoriu

Il palazzo signorile fu costruito a ridosso della parete est della torre almohade nella seconda metà del XV secolo su ordine del Barone Gracià Monsoriu, all'epoca proprietario del possedimento di Beselga, Estivella e Arenes [Mesa, 2000]. Il palazzo su due piani aveva una pianta rettangolare di lunghezza pari a 100 palmi valenciani (22,6 m) nella direzione Est-Ovest e una larghezza di 35 palmi valenciani (7,91 m) nella direzione Nord-Sud.

Le mura perimetrali furono realizzate secondo la tecnica costruttiva degli edifici cristiani dell'epoca in tapial calicastro e cantonali di rinforzo in pietra. Il tapial utilizzato per la costruzione del palazzo si distingue dal tapial della torre per alcune variazioni nella tecnologia costruttiva e nella composizione delle materie prime. La cassaforma aveva dimensioni maggiori e variabili in altezza tra i 90 cm e 120 cm e una lunghezza sempre superiore ai 4 metri. Le due facce della cassaforma erano collegate da robusti tronchi di legno che avevano anche la funzione di sostegno dell'impalcatura per l'esecuzione dell'opera. I tronchi venivano ricoperti di una sostanza oleosa e da lastre di pietra o da pezzi di ceramica prima del riempimento della cassaforma in modo da facilitarne l'estrazione e il riutilizzo nella costruzione. La rimozione dei robusti passanti della cassaforma ha lasciato nella muratura dei vuoti chiaramente distinguibili a intervalli regolari. La miscela di riempimento della cassaforma ha un maggiore tenore di fini argillosi e una pezzatura del pietrame più grossolana rispetto al tapial della torre. La miscela contiene anche frammenti di mattoni secondo la variante costruttiva tipica del tapial valenciano.

La muratura del prospetto principale, rivolto a sud verso l'abitato di Beselga, aveva lo spessore di 90 cm nella parte bassa che si riduceva nella parte superiore verso l'interno. L'alta composizione di argilla del tapial gli conferiva un tipico colore rossastro. La muratura opposta, situata lungo il lato nord, aveva uno spessore inferiore, pari a 60 cm, e si poggiava su di un terreno di riporto più instabile rispetto al terreno roccioso del lato sud. Per rafforzare la muratura venne successivamente costruito un muro in pietra di contenimento del terreno che tuttavia non è riuscito ad evitare il crollo totale dei resti della muratura nell'anno 2004. Le mura laterali, situate lungo il lato est, avevano lo stesso spessore di 90 cm delle mura del prospetto principale e avevano nell'angolo di chiusura con il lato nord un'entrata secondaria.

L'ingresso al palazzo avveniva attraverso un'imponente apertura ad arco a tutto sesto in conci di circa 65 cm di altezza nella muratura in pietra di Sagunto dalla tipica colorazione grigiastra del prospetto principale adiacente alla torre.

Il primo piano del palazzo, alto 3.70 m, aveva una struttura portante in volte a botte ribassate costruite in mattoni pieni secondo la tecnica costruttiva arabo-mudejar tipica della zona. Le volte erano disposte lungo la direzione trasversale e longitudinale della pianta e poggiavano su pilastri in mattoni pieni.

Il secondo piano, alto 5,83 metri, destinato alla residenza dei signori, aveva due grandi finestre bifore in stile tardogotico dalle quali si fruiva della vista della valle della Sierra Calderona e del piccolo borgo di Beselga. La copertura era costituita da sei travi in legno (30 cm di larghezza x 50 cm di altezza) poggiate sulle pareti perimetrali nord e sud che sostenevano dodici travi (12 cm di larghezza x 20 di altezza) disposte in direzione ortogonale. Il palazzo aveva una terrazza piana con funzioni difensive e di raccolta dell'acqua piovana a cui si accedeva dalla torre almohade. La terrazza era delimitata da un muro merlato costruito con mattoni a faccia vista e riempimento di malta a base di calce e argilla.

## 2. Il consolidamento e restauro del monumento

Dopo la quasi completa distruzione del palazzo signorile avvenuta nel XVI secolo, il complesso fortificato è rimasto in stato di totale abbandono per secoli. L'azione del tempo, aggravata dall'assenza di qualsiasi tipo di manutenzione, ha ridotto l'imponente costruzione alla condizione di un rudere spettrale e quasi privo di significato (Figg. 2-3). Del palazzo signorile si sono preservate solo le mura del prospetto principale e una parte del prospetto nord. La torre almohade ha subito il crollo del tetto, delle volte a botte del secondo e terzo piano, il crollo parziale delle volte del primo piano, la perdita quasi totale delle mura perimetrali del terzo piano e la perdita di ampie parti delle mura concentrate nelle zone d'angolo.



**Figura 2**

Vista delle mura perimetrali del palazzo signorile (prospetto sud a sinistra, prospetto nord a destra) e parete est della torre almohade [[www.iberpix.com](http://www.iberpix.com)].

Nei primi anni del duemila, il Comune di Estivella e il Governo della Provincia di Valencia hanno finanziato il primo intervento di conservazione del Castello di Beselga con risorse provenienti dal Programma di Recupero del Patrimonio Storico. Tenuto conto del difficile accesso alla costruzione dovuto alla morfologia accidentata della collina su cui sorge, si è dato priorità al miglioramento della viabilità dell'originario sentiero che conduceva al castello dall'abitato di Beselga con la costruzione di muri in pietra di contenimento e protezione. Si è inoltre proceduto alla rimozione della vegetazione che ostruiva il recinto murario del palazzo ed è stata avviata una campagna di scavi archeologici che ha fornito importanti informazioni sull'evoluzione storica del monumento e del luogo di costruzione.

Nell'anno 2004, un cedimento del terreno di riporto su cui era stato in parte costruito il palazzo ha causato il crollo dei resti delle mura perimetrali del lato nord del palazzo ed ha aggravato ulteriormente il precario stato di conservazione del monumento. Dopo questo drammatico evento, si sono resi necessari dei lavori di somma urgenza finalizzati al consolidamento e restauro del monumento. Si è prioritariamente intervenuti sulle mura perimetrali, alte 10 m e lunghe 22 m, del prospetto sud del palazzo che erano a rischio crollo per effetto vela a causa della notevole velocità del vento con valori dell'ordine di 50 km/ora e dell'assenza di collegamento ad altre parti costruite.



**Figura 3**

Vista del prospetto principale del palazzo signorile e della parete sud della torre almohade [<http://www.cult.gva.es/svi/Imagenes>].

Dopo aver effettuato la pulizia e il ripristino delle lacune e delle parti mancanti della muratura, è stata realizzata una struttura metallica di sostegno delle mura

ancorata con piastre metalliche al muro di fondazione e contenimento del terreno in calcestruzzo armato, largo 130 cm e alto 185 cm, costruito in corrispondenza delle mura crollate del prospetto nord. La struttura in acciaio riproduce il volume originario della costruzione ed è costituita da sei pilastri in profili IPN-270 al primo livello e IPN-160 e da travi in profili IPE 140 ancorate alla muratura sfruttando i vuoti lasciati dai tronchi di legno usati come passanti della cassaforma e sostegno dell'impalcatura all'epoca della costruzione. La struttura è rivestita da una vernice protettiva anti-ossidazione di colore grigio azzurrognolo che richiama la colorazione della pietra di Sagunto utilizzata nella costruzione del monumento (Fig. 4).

Il consolidamento e restauro della torre ha richiesto l'esecuzione di diversi interventi. Le parti mancanti della muratura sono state ripristinate con il reimpiego dei materiali lapidei originali e l'uso di mattoni pieni nel ripristino delle mura perimetrali dell'ultimo piano, rinforzati da un intonaco armato di colore neutro che rende le ricostruzioni distinguibili dalle parti esistenti della costruzione (Fig. 5).



**Figura 4**

Vista della struttura metallica di sostegno delle mura perimetrali del prospetto principale che riproduce l'originario volume della costruzione.

Il tetto della torre è stato ricostruito con un solaio in calcestruzzo armato impermeabilizzato da uno strato bituminoso. Le volte a botte della copertura del primo piano danneggiate da una grossa lacuna di forma circolare sono state ripristinate attraverso l'impiego di un calcestruzzo alleggerito armato con una rete

metallica di rinforzo. Le nicchie delle feritoie del secondo piano sono state recuperate con il rinforzo delle volte in tronchi di legno. Per l'accessibilità della torre è stata infine ricostruita la scala metallica sulla parete est della torre che fungeva da collegamento tra gli ambienti del palazzo e quelli della torre.

#### **4. Conclusioni**

L'intervento di consolidamento e restauro del castello di Beselga è un caso di studio particolarmente interessante in quanto racchiude una serie di aspetti di grande attualità nel dibattito sulle scelte da effettuare per la conservazione dei monumenti.



**Figura 5**

Vista della parete sud della torre almohade e del prospetto principale del palazzo signorile dopo l'esecuzione degli interventi di consolidamento e restauro e di miglioramento della viabilità di accesso al monumento.

L'intervento è stato eseguito in condizioni di emergenza con il rischio di crollo delle parti del monumento rimaste in piedi dopo il cedimento del terreno di

fondazione. Nonostante i caratteri dell'urgenza e la complessità della costruzione composta da due corpi di fabbrica distinti costruiti in epoche diverse, l'intervento è stato progettato dopo aver acquisito la conoscenza delle vicende storiche e costruttive del monumento secondo il rigoroso approccio scientifico del restauro filologico. I volumi originari della costruzione sono stati ricostruiti attraverso la scelta delle migliori tecnologie attualmente disponibili che hanno garantito la riconoscibilità dell'intervento e l'efficacia delle soluzioni tecniche adottate.

Il giudizio sull'intervento di consolidamento e restauro non può essere ricondotto alla categoria della opinabilità del gusto personale, ma rivendica una valutazione obiettiva che presuppone la conoscenza del valore storico e formale del monumento.

Grazie all'esecuzione dell'intervento e al miglioramento della viabilità di accesso, il monumento ha riacquisito il suo valore ed è diventato uno dei beni di interesse culturale maggiormente frequentato della Comunità Valenciana.

### **Ringraziamenti**

Gli autori esprimono la loro gratitudine all'architetto Francisco Cervera Arias per essersi mostrato disponibile al confronto e al dibattito con gli autori e per aver saputo progettare un intervento di restauro che ha ridato al Castello di Beselga la dignità di opera d'arte dopo secoli di incuria e di abbandono. I ringraziamenti degli autori vanno anche all'archeologo Lluís Mesa che da sempre si è prodigato per dare al monumento la visibilità e la conoscenza che merita.

### **Bibliografia e riferimenti**

Cervera Arias, F., Mesa i Reig, L. [2006]. *La torre i el castell de Beselga. Historia, arquitectura i procés d'intervenció*. Sagunto: Ajuntament d'Estivella.

Corbalán de Celis y Durán, J. [2015]. *El obispo Iñigo de Vallterra y dama segorbina España de Tovià progenitores de Juan de Vallterra*. Valencia: Pallantiae Doc. n° 3.

Ferrando, A. [1979]. *Llibre del Repartiment*. Valencia: Vicente García Editor

López C., García J., Couto S., Taberner F. [2014]. *Catálogo de castillos de la provincia de Valencia*. Valencia: Obrapropia SL.

Martí Bonafé, M.A. [1998]. *El área territorial de Arse-Saguntum en época ibérica*. Valencia: Institución Alfonso el Magnánimo.

Mesa, L. [2000]. *La baronía d'Estivella. Segles XV-XIX*. Valencia: Institució Alfons el Magnànim.

Mesa, L. [1999]. *Capitulacions de les Aljames d'Estivella, Beselga i Arenes amb el seu Senyor Guillem Moliner*. Sagunto: Ayuntamiento de Estivella.

Morro Rueda, C.S. [2017]. *Análisis arquitectónico, métrica y trazas del castillo palacio de Beatriz de Borja*. Castellon: Tesis doctoral Universitat Jaume I.

Rodríguez Navarro, P. [2008]. *La torre árabe observatorio en tierras valencianas. Tipología arquitectónica*. Valencia: Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València.

Tarin, F. [1887]. *Libro de bienhechores de la cartuja de Porta-Coeli. Apuntes históricos*. Valencia: Imprenta de Manuel Alufre.

**Le stazioni ferroviarie:  
origine e trasformazione di un ruolo da  
centralità urbana a patrimonio culturale**

---

***Railway stations:  
origin and transformation of a role from  
urban centrality to cultural heritage***

**Letizia Musaiò Somma, Antonio Conte**

**Parole Chiave:** Stazione ferroviaria, Porta Urbana, Città-  
Patrimonio, Relazione Edificio-Città, Matera

---

**Keywords:** *Railway station, City gates, Heritage Cities, Building-  
City relationship, Matera*

## Sommario

Il ruolo degli edifici ferroviari nella città contemporanea ha origini complesse, ma dall'analisi dei caratteri di questi manufatti, è possibile individuare principi e regole comuni. Nelle città ottocentesche, le stazioni ferroviarie comportarono grandi trasformazioni ed innovazioni sul piano delle connessioni e dell'architettura della città. Ma è rispetto all'idea di città che questi "fiumi chiamati ferrovie" impongono ai territori grandi ed importanti trasformazioni. Il ruolo non è legato solo alla funzione infrastrutturale, ma costituiscono per i loro caratteri di rappresentatività, dei manufatti in stile con i grandi edifici in acciaio e ghisa, parte integrante del patrimonio architettonico e culturale di una società, simboli della memoria e dei grandi luoghi di incontro e landmark urbani. Queste architetture conservano oggi questi valori a fronte anche della crescita urbana e delle trasformazioni mostrando opportunità di Riuso e di Rigenerazione. La ricerca si sviluppa adottando diversi criteri valutativi per l'analisi ed opera una selezione di edifici ferroviari in città storiche con valore patrimoniale. Lo stretto legame tra gli edifici delle stazioni ottocentesche ed i tessuti urbani ha stabilito elementi di connessione nei casi studio spagnoli e italiani. Oggetto della ricerca è descrivere e classificare questi manufatti urbani rispetto all'identità dei luoghi. Ogni trasformazione porta con sé conseguenze urbane, quali il cambio della vocazione (*genius loci*) e la perdita di identità alla quale aveva contribuito anche l'edificio ferroviario. L'analisi dei casi studio ha reso possibile la ricostruzione del processo di trasformazione che ha interessato architetture e parti di città, sino ad individuare luoghi emblematici scomparsi nel corso della storia. La ricerca è finalizzata all'individuazione di ipotesi, metodologie e procedure di intervento nell'ambito di contesti urbani storici, anche in casi di città siti UNESCO, e si concentra sull'importanza del patrimonio culturale che queste architetture rappresentano per le Comunità e per la Storia. Il contributo consente una conoscenza dell'architettura dei manufatti e degli edifici ferroviari per la divulgazione e la messa in valore delle origini e del ruolo da edifici funzionali ad elementi primari. A Matera, al contrario, proprio per l'incapacità di costruire un nuovo sistema architettonico integrato di mobilità, la città Capitale Europea della Cultura 2019 intende valorizzare il patrimonio senza dare importanza al ruolo che queste architetture della moderna mobilità potrebbero svolgere. La conoscenza dei luoghi permetterà di proporre interventi di mobilità sostenibile e architetture coerenti con la fruizione del patrimonio millenario.

## Abstract

The role of railway buildings within the contemporary city has complex origins, however, it is possible to identify common principles and rules when analyzing the characteristics of these artifacts. In the nineteenth-century cities, the railway stations involved great transformations and innovations in terms of connections and architecture of the city. These "rivers called railways" used to impose great and important transformations in landscapes. The role is linked to their infrastructural function and because of their characteristics of representativeness become artefacts similar to the large buildings in steel and cast iron, which are integral part of the architectural and cultural heritage of a society, symbols of memory, and great meeting places and urban landmarks. These architectures retain those values today, facing urban growth and transformations and showing an opportunity for Re-use and Regeneration. The research is developed by adopting different evaluation criteria for the analysis and operates a selection of railway buildings in historic cities with patrimonial value. The close link between the buildings of nineteenth-century stations and urban fabrics shows elements of connection in Spanish and Italian case studies. The object of the research is therefore to describe and classify these urban artefacts with respect to the identity of the places. Each transformation brings urban consequences, such as the change of vocation (*genius loci*) and the loss of identity to which the railway building had also contributed. The analysis of the case studies made it possible to reconstruct the transformation process that involved architectures and parts of the city, to identify emblematic places that disappeared throughout history. The research is aimed at identifying hypotheses, methodologies and intervention procedures within historical urban contexts, even in cases of UNESCO city sites, and focuses on the importance of the cultural heritage that these architectures represent for the Communities and for the History. The contribution allows a knowledge of the architecture of railway buildings aimed to the dissemination and enhancement of the origins and of the role of functional buildings. Because of the inability to design a new integrated architectural mobility system, Matera, next 2019 European Capital of Culture, chooses to enhance its heritage neglecting any importance of role which these architectures of contemporary mobility could play. The knowledge of the places will allow us to propose sustainable mobility interventions and architectures coherent with the use of the millennial heritage.

## 1. Stazioni ferroviarie nel tessuto urbano

In tema di patrimonio siamo portati a pensare ad interventi su architetture storiche o in contesti urbani storici stratificati e rivolgiamo la nostra attenzione alla conservazione. Aspetto fondamentale, importante almeno quanto la conservazione, è la valorizzazione del patrimonio, in particolar modo nel caso del patrimonio architettonico e urbano.

A tal proposito in questa ricerca analizziamo uno degli elementi che compongono la compagine urbana, costituendo emergenze nel tessuto urbano, le stazioni ferroviarie.

Gli edifici ferroviari sono architetture emblematiche nello sviluppo urbano, in quanto ne influenzano l'evoluzione e sono influenzati dal contesto. Il loro ruolo si è trasformato da quello di edifici destinati al trasporto, a veri e propri luoghi urbani, nuovi poli di aggregazione e di identificazione di una collettività.

La ricerca ha origine dall'analisi del ruolo degli edifici ferroviari in epoca contemporanea, in relazione al tessuto urbano. Sin dalla loro comparsa nelle città ottocentesche, le stazioni ferroviarie comportarono grandi innovazioni, portando in città una nuova tipologia architettonica, che si doveva inserire in un contesto storico consolidato. L'introduzione di una nuova tipologia edilizia nel tessuto urbano storico ottocentesco comportò problemi relativi alla scelta della localizzazione di questi edifici e al linguaggio architettonico da adottare per il loro inserimento nel contesto. Parallelamente oggi, in seguito agli interventi di cui sono state oggetto le stazioni ferroviarie, a partire dalle contemporanee necessità di fruizione, conservano il loro ruolo centrale nelle città, portando un nuovo tipo di trasformazioni nella trama urbana. Subiscono interventi di diverso tipo, da quelli che interessano alcune parti dell'edificio a quelli che ne modificano profondamente il ruolo, ma, nella maggior parte dei casi, conservano la funzione di centralità urbana, non più legata solo ai trasporti, ma si tratta di veri e propri spazi pubblici della città. Le stazioni ferroviarie sono luoghi simbolici nei quali una comunità si identifica e allo stesso tempo costituiscono dei landmark nel paesaggio urbano.

L'analisi delle relazioni tra gli edifici ferroviari ed il tessuto urbano della città è interessante per comprendere la formazione e gli sviluppi della città. Queste architetture hanno sempre avuto un ruolo importante individuando le direzioni di sviluppo urbano a partire dalla città Ottocentesca e, ancora oggi, sono riconoscibili le tracce della loro presenza, anche quando gli edifici ferroviari sono andati perduti. Essi conservano un interesse architettonico, storico ed urbano e la

conservazione della loro memoria è resa possibile dalla rappresentazione grafica, testimonianza dell'architettura non più esistente.

Obiettivo, però, non è solo la ricostruzione storica delle trasformazioni urbane in relazione con gli edifici ferroviari, ma, attraverso questo tipo di analisi, giungere all'elaborazione di linee guida e strategie per intervenire in contesti storici patrimoniali.

## 2. Città-patrimonio

Il criterio adottato per l'analisi è quello della selezione degli edifici ferroviari che insistono in città storiche con valore patrimoniale.

Il valore storico e architettonico di una città, identificata come patrimonio culturale induce a pensare ad un luogo ricco di storia e monumenti da conservare e preservare dai cambiamenti, tralasciando il suo valore come città abitata, in continua evoluzione. Il concetto di identità di un luogo è alla base dei criteri per l'iscrizione nella Lista dei Patrimoni e concentra l'attenzione sulla tutela degli elementi che sono origine di questa unicità.

Molto spesso si è di fronte a casi di patrimonio diffuso, protetto da leggi restrittive che impediscono ogni tipo di intervento, al di fuori di quelli conservativi. L'idea di tutela diffusa nel XX secolo si basa sulla regolamentazione e sullo studio diretto espressamente alla conservazione dello stato dei luoghi. L'importanza della valorizzazione dei luoghi non può prescindere dalla necessità di intervenire affinché questi rispondano alle esigenze umane contemporanee. La sfida odierna sta proprio nel far coesistere le esigenze del vivere contemporaneo con le problematiche della tutela, della conservazione e della valorizzazione del patrimonio.

La scelta conservativa può essere giustamente adottata nel caso dei beni culturali, ma è di difficile applicazione per i centri urbani, per loro definizione "vivi", che presentano una continua necessità di rigenerarsi.

L'analisi, condotta con l'ausilio della ricostruzione grafica, è tesa ad evidenziare il rapporto di reciproca influenza tra gli edifici ferroviari e il contesto urbano. È stato posto in evidenza, in particolar modo, lo stretto legame tra i percorsi territoriali ed urbani preesistenti e l'innesto delle stazioni in luoghi strategici nel tessuto urbano. Questa connessione è risultata ancor più netta dai tratti comuni dei luoghi dove si ergevano le antiche porte urbane; in molti casi gli stessi siti in cui poi sono sorti gli edifici ferroviari, definibili "moderne porte urbane".

Attraverso un'indagine grafica è stato possibile ricostruire il processo di trasformazione che ha interessato alcune di queste architetture.

### **3. Stazioni storiche e trasformazioni contemporanee**

Per comprenderne le architetture ed il loro rapporto con la città, si è partiti dalla ricerca bibliografica e d'archivio finalizzata alla ricostruzione grafica delle trasformazioni avvenute nelle città selezionate come casi studio. Parallelamente si è analizzato il tessuto urbano, attraverso le carte storiche, fino all'elaborazione di disegni che evidenziano le trasformazioni osservate nel tessuto urbano nei dintorni degli edifici ferroviari, ponendo particolare attenzione sui percorsi e gli accessi urbani.

Risultato principale della ricerca è la conoscenza del patrimonio architettonico e urbano, nel suo sviluppo storico, particolarmente rilevante nel caso in cui questo non sia più fruibile direttamente. Si tratta di analizzare luoghi urbani rappresentativi di un carattere, sia esso persistente o modificato.

La conoscenza del patrimonio di una città permette di comprendere anche le ragioni dell'aspetto attuale dei luoghi e del loro ruolo in ambito urbano. Parallelamente, evidenziare il rapporto di continuità tra gli elementi urbani principali nel corso della storia, quali percorsi e porte urbane, permette di comprendere le ragioni di un determinato sviluppo urbano e di adottare scelte progettuali coerenti con i principi urbani specifici di un luogo. Trattandosi di città-patrimonio, risulta maggiormente necessaria la conoscenza dei luoghi e del loro sviluppo nella storia per poter progettare interventi contemporanei, rispettosi dell'esistente. Inoltre, la divulgazione della conoscenza del patrimonio e la sua fruizione, viene resa possibile dalle ricostruzioni grafiche a vari livelli di approfondimento.

### **4. Linee guida per interventi futuri: Matera**

La ricostruzione, attraverso la rappresentazione grafica, degli edifici ferroviari nelle varie fasi di sviluppo e la rappresentazione di quelli non più esistenti costituisce un patrimonio importante da utilizzare non solo a fini conoscitivi, ma anche come punto di partenza per la progettazione di nuovi interventi. Gli edifici ferroviari rappresentano luoghi emblematici del passaggio tra tradizione e innovazione, trovandosi a cavallo tra l'Ottocento e l'epoca contemporanea, nella gran parte dei casi persistendo alle trasformazioni e adattandosi alle nuove esigenze. Non hanno solo un ruolo legato alla loro funzione infrastrutturale, ma

costituiscono parte integrante del patrimonio architettonico, urbano e culturale di una società, che in essi si identifica, in quanto simboli di un luogo. Per queste ragioni non sono solo architetture da conservare e preservare, ma da conoscere e fruire. Attraverso l'analisi critica e la ricostruzione storica, si può procedere all'ideazione delle trasformazioni future, sulla base di un ragionamento critico, operato a partire dalla conoscenza della storia dei luoghi. Le linee guida individuate a partire da questo tipo di analisi, possono essere adottate per operare in altri contesti, simili dal punto di vista del valore storico-culturale dei luoghi, come nel caso della città di Matera, sito dichiarato patrimonio dall'UNESCO.

Le strette relazioni tra parti di città e i fenomeni urbani oggetto di indagine in relazione al patrimonio culturale ed alla mobilità interessano la città di Matera, capoluogo di Provincia in Basilicata, già iscritta nella lista UNESCO dei patrimoni culturali dal 1993 e recentemente eletta Capitale Europea della Cultura per il 2019. Nell'ambito della rigenerazione e valorizzazione prevista dal programma "Matera 2019" è espressamente individuato il settore della mobilità, come uno degli elementi cardine per lo sviluppo futuro della città.

In particolare la stazione centrale di Matera sorge in un'area baricentrica tra il centro storico ed i quartieri di espansione, area libera su cui si affacciano edifici rappresentativi, quali il municipio ed il tribunale. Da qui si diramano alcune delle vie principali che conducono all'antico Rione Sassi ed è di fondamentale importanza che chi raggiunge la città in treno, una volta uscito dalla stazione interrata, sia condotto naturalmente verso la sua destinazione attraverso la conformazione dello spazio e delle architetture.

A Matera il tema della valorizzazione riveste particolare importanza in quanto gli interventi architettonici in luoghi così caratteristici devono basarsi su di una conoscenza approfondita dei luoghi stessi senza la quale non sarebbe possibile alcun intervento volto alla valorizzazione.



**Figura 1**

Vista panoramica di Piazza della Visitazione, Matera.

La piazza in cui sorge la stazione di Matera, Piazza della Visitazione, è un fulcro nello sviluppo del tessuto urbano della città, costituendo elemento baricentrico tra le principali arterie viarie.

Una delle esigenze contemporanee riscontrate a Matera, come anche in altre città-patrimonio, è quella di introdurre una nuova forma di mobilità lenta, una metropolitana leggera (*people mover*), che colleghi i luoghi principali della città, costituendo una valida alternativa all'uso del mezzo di trasporto privato. Questa necessità si fa evidente a Matera, città che assiste all'incremento del flusso turistico da quando è stata proclamata Capitale Europea della Cultura per il 2019. L'idea di un metropolitana leggera ben si sposa con le caratteristiche della ferrovia che giunge a Matera, una linea che corre interrata nel tratto urbano, limitrofo alla città storica.

## 5. Una storia di concorsi

Grande contributo alla ricerca per la conoscenza del luogo è stato dato dai concorsi di progettazione indetti per l'area della stazione di Matera, il primo del 1993 per la creazione di un centro civico ed il secondo nel 2008 bandito per la rigenerazione architettonica dello spazio della piazza.

La storia di questo luogo, però, risale agli inizi del Novecento con l'arrivo della ferrovia nel 1912-1915 e la successiva costruzione della galleria Matera-Miglianico



Figura 2

Planivolumetrico del progetto vincitore del primo concorso, [Panella, Aymonino, 1994].

nel 1922. La piazza diventa il fulcro per la nuova edificazione e sorgono i primi edifici che rivolgono il fronte verso la piazza (1927).

Dopo l'elaborazione di alcuni piani regolatori, la stagione dei concorsi si apre con il primo, nazionale, bandito nel 1993 per la progettazione di un centro civico composto da piazza, municipio, tribunale e teatro.

Il centro civico era previsto già dal Piano Regolatore Piccinato ('56) ed erano già stati realizzati il municipio ed il tribunale, ma non la sala consiliare. L'accento fu posto sulla riconoscibilità del luogo ed il gruppo vincitore composto dal gruppo Panella-Aymonino e Corazza ideò un'architettura erede della razionalità "classica", caratterizzata dalla successione di spazi pubblici e piazze a quote diverse. Tra le richieste di quel bando c'era quella di ideare una soluzione progettuale per la piazza venutasi a formare a seguito dell'interramento dei binari e si faceva specifico riferimento alla particolarità del luogo, con la vocazione a diventare il nuovo centro civico, a cavallo tra il nucleo storico e le aree di espansione, teso a ristabilire una complessità di relazioni tra le parti. Nel 2000 il progetto fu inserito nel Piano Particolareggiato di Panella e Acito.

Un secondo concorso ad inviti è bandito nel 2008 per la stessa area con l'intento di costituire una nuova centralità urbana, ma anche di dotare la città di un nuovo luogo simbolo architettonico. L'aspetto principale era sempre legato alla



**Figura 3**

Planivolumetrico del progetto vincitore del primo concorso, [Panella, Aymonino, 1994].

realizzazione di un centro civico, conservando il tracciato urbano della ferrovia interrato. Uno degli obiettivi era creare una connessione tra i vari ingressi alla città (definiti “porte tematiche”) e conciliare la riqualificazione urbanistica con la creazione di una Sala Consiliare, un teatro ed un parco. Tale esigenza era determinata, come già evidenziato, dalla collocazione dell’area tra il centro storico ed il nuovo polo direzionale. Fu proclamato vincitore il progetto dell’architetto Llavador che prevedeva la costruzione di un teatro immerso in un parco. Era anche prevista la rifunzionalizzazione della stazione novecentesca. Questo progetto, come quello elaborato per il concorso precedente, non è stato realizzato, ma entrambi hanno messo in evidenza i caratteri peculiari di questo spazio.

## 6. Nuovo ruolo per le stazioni ferroviarie

I vuoti urbani rappresentano un’occasione per ripensare la forma ed il senso della città contemporanea. All’interno dei tessuti consolidati sono spazi spesso resi liberi dai processi di dismissione. Essi possono costituire una risorsa per il rinnovo della forma urbana.

L’approccio multidisciplinare tra architettura ed urbanistica è alla base dell’individuazione delle buone pratiche di intervento in un contesto storico stratificato, che però necessita di interventi di carattere contemporaneo.

La ricostruzione storica dei processi urbani legati al campo delle infrastrutture, intesi in un’ottica architettonica, mette in risalto gli elementi di continuità e di rottura nella storia della trasformazione dei luoghi.



**Figura 4**

Vista del progetto vincitore del secondo concorso, [Llavador, 2008].

Primo risultato della ricerca condotta, applicata alla piazza della stazione ferroviaria di Matera è la comprensione dell'importanza del luogo in cui l'infrastruttura insiste per il suo ruolo di moderna porta urbana. Quello che in epoca storica era il luogo di partenza ed arrivo in città, caratterizzato da flussi di merci e persone, diviene oggi un *hub* che ricopre funzioni di piazza e luogo d'incontro e di centro commerciale. La funzione legata ai trasporti passa in secondo piano ed i luoghi sono trasformati in centri moderni di aggregazione. Le caratteristiche che devono avere questi spazi sono generalmente ben descritte nei bandi dei concorsi di progettazione, indetti già in occasione della loro prima realizzazione tra fine Ottocento ed inizio Novecento. Vengono messi in evidenza gli aspetti architettonici ed urbani, oltre a quelli strettamente legati alla mobilità e sono proprio questi principi per la composizione dello spazio della città che devono costituire capisaldi anche per i moderni interventi, in quanto ne preservano l'identità dei luoghi (*genius loci*). Le caratteristiche evidenziate tra le richieste espresse dai concorsi di progettazione indetti per Piazza della Visitazione a Matera, sono da tenere in considerazione anche per i successivi interventi, sempre nell'ottica della concezione urbana dello spazio che non può essere il risultato del Piano del Traffico (2017).

Anche il tentativo recente di dare una definizione progettuale di quest'area da parte dell'architetto Boeri, in corso di realizzazione, non risolve il nodo rappresentato da questo luogo, moderna porta di accesso alla città.



**Figura 5**

Vista del progetto per Piazza della Visitazione, Matera, [Boeri, 2018].

La complessità del luogo, crocevia, ma anche accesso alla parte più antica della città, non può essere risolta da progetti che disegnano il luogo, ispirandosi a logiche non proprie di questa città, così peculiare.

Chiara è come lo studio dei concorsi banditi in diverse epoche storiche per la città di Matera, presenti caratteri ricorrenti, come la creazione di un nuovo centro civico, esigenza sentita all'interno della compagine urbana. Ripartire proprio da lì, dagli obiettivi messi a fuoco da due diversi concorsi indetti, dai progetti presentati che, seppur frutto del tempo in cui sono stati elaborati, danno una risposta coerente con gli obiettivi e le caratteristiche del luogo, è certamente una strategia vincente per dare una risposta in linea con le caratteristiche dei luoghi.

Aspetti essenziali, infatti, non sono le soluzioni di volta in volta fornite in risposta alle esigenze, ma gli elementi comuni nel corso del tempo, identificabili come caratteri imprescindibili dello spazio, che contribuiscono all'identità del luogo. La comprensione di questi è stata permessa dalla rappresentazione della realtà e delle proposte di trasformazione presentate. Queste hanno contribuito a ricostruire la storia di un luogo della città, sia dal punto di vista del succedersi degli eventi, ma soprattutto rappresentandone l'evoluzione architettonica dello spazio, o il suo immobilismo.

Oggi la questione relativa alla Piazza della Visitazione è di stringente attualità e questo luogo emblematico è ancora in cerca di una definizione. Matera, futura Capitale Europea della Cultura per il 2019, ha bisogno di uno spazio adeguato, rappresentativo della sua identità, una piazza, un luogo urbano, il centro civico così definito tra gli obiettivi dei concorsi indetti nel corso della storia di questo luogo.

Non si tratta solo di dare forma ad una piazza urbana che ha la vocazione per essere un simbolo identitario, una moderna porta urbana, ma rappresenta ad oggi un nodo irrisolto; si tratta di definire un luogo, dar vita ad uno spazio pubblico e definire un'area che costituisce l'accesso principale alla città dei Sassi.

L'approfondimento del tema, l'analisi e la ricostruzione storica degli eventi succedutisi in questo luogo, costituisce la base di partenza per la definizione di un intervento di architettura contemporanea volto al rispetto delle preesistenze e all'esaltazione dei caratteri propri di questo luogo unico.

## Bibliografia e riferimenti

- Campanale, D. B. [2014]. “Conservazione e progetto contemporaneo nei Sassi di Matera”, in Panza, M.O., Pisciotta, M.B. (a cura di). *La città scavata. Paesaggio di patrimoni tra tradizione e innovazione*, Roma: Gangemi Editore.
- Comune di Matera, [1992]. *Matera. Concorso nazionale di idee per Piazza Matteotti*. Matera: Comune di Matera.
- Conte, A. [2014]. “Rappresentatività della città scavata tra tradizione e innovazione”, in Panza, M.O., Pisciotta, M.B. (a cura di). *La città scavata. Paesaggio di patrimoni tra tradizione e innovazione*, Roma: Gangemi Editore.
- D’Agostino, P. [2013]. *Stazioni ferroviarie. Riflessioni tra disegno e progetto*, Santarcangelo di Romagna: Maggioli Editore.
- Gangemi (Ed.). [1993]. *Progetti italiani per Matera. Concorso nazionale di idee per Piazza Matteotti. Catalogo della mostra*, Roma: Gangemi Editore.
- Nesi, D. [2005]. *La ferrovia Matera-Ferrandina nella storia e nelle prospettive della Basilicata*, Latronico (PZ): Creged.