

# The assessment of the school heritage of the early XX century from historical research to onsite investigation

Mariella De Fino<sup>a</sup>

<sup>a</sup> DICATECh, Politecnico di Bari, Via orabona, 4, Bari, 70125, Italia

---

## Highlights

Relevance of assessment methods and techniques for the conservation of the school heritage was highlighted  
Correlation between historical records and onsite diagnostic data was pointed out  
Operation conditions for radar investigation and thermography of slabs were described  
Data elaboration and interpretation of NDT was presented and discussed

---

## Abstract

The paper is going to discuss assessment methods and technologies for historical buildings - from analysis of historical records to onsite diagnostic investigation - in order to point out how the correlation of available sources and data might address the diagnosis process. In detail, the paper is going to focus on the school heritage of the early XX century, where the requirement of high safety levels for so-called relevant structures implies high knowledge levels to guarantee the challenging and desirable balance between conservation and transformation.

---

## Keywords

Historical school heritage, assessment methods and techniques, onsite diagnostic investigation

---

## 1. INTRODUZIONE

Secondo i dati CRESME [1], al 2013 si stimano sul territorio nazionale circa 52.000 edifici ad uso scolastico. Di questi, sotto il profilo costruttivo, la maggior parte risulta a struttura mista in cemento armato e muratura (67%), mentre i restanti sono a muratura portante in pietra e mattoni (15%), a muratura portante in laterizio (14%) e a struttura portante in cemento armato e pannelli prefabbricati (2%). Le statistiche dell'ANCE [2] rilevano altresì che circa il 50% degli edifici scolastici è stato realizzato prima del 1974 e circa il 30% presenta la necessità di immediati e tempestivi interventi di manutenzione straordinaria per la messa in sicurezza. Incrociando questi dati, emerge con chiarezza la necessità di indirizzare strategie di manutenzione e recupero di un patrimonio, "rilevante" secondo la normativa nazionale in materia di protezione antisismica in ragione dell'estensione e della gravità del pericolo per gli utenti in caso di collasso (OCDPC 52/2013) e "tutelato" in accordo al codice italiano dei beni culturali e del paesaggio per i suoi valori storici e testimoniali (DL 42/2004).

In questo quadro, il processo conoscitivo rappresenta la fase preliminare imprescindibile per l'identificazione delle caratteristiche materico-costruttive, tecnico-tecnologiche e dello stato di conservazione, nell'ottica di riconoscere i valori e valutare le prestazioni della fabbrica e delle sue parti e, quindi, individuare il dominio entro cui le soluzioni progettuali possano conseguire contestualmente la conservazione dell'identità originaria e il miglioramento del comportamento globale, attraverso i principi riconosciuti e consolidati del minimo intervento, della compatibilità e della reversibilità.

Tali considerazioni sono alla base degli obiettivi e delle metodologie di una Convenzione di Ricerca in corso dal 2013 fra il Comune di Bari e il Dipartimento DICATECh del Politecnico di Bari per “Supporto scientifico e tecnico alle indagini preliminari e sondaggi per antisismicità degli edifici scolastici del Comune di Bari” (Responsabile Scientifico: Prof. F. Fatiguso). In particolare, lo studio, che mira a restituire un quadro conoscitivo completo e propedeutico alle valutazioni di vulnerabilità sismica, è, nel presente contributo, focalizzato sugli edifici realizzati nella prima metà del ‘900, caratterizzati da alcuni aspetti critici nell’ottica della qualificazione, fra cui presenza di diverse fasi costruttive e di soluzioni tecniche miste con muratura portante in tufo e/o pietra e orizzontamenti in ferro e/o cemento armato.

## **2. STATO DELL’ARTE**

In linea con gli orientamenti metodologici comunemente condivisi dalla comunità scientifica [3][4][5][6], gli obiettivi generali della ricerca riguardano: (i) qualificazione della fabbrica e delle sue parti, per la documentazione storico-critica della pratica del costruire e delle sue declinazioni tecnico-tecnologiche e per la definizione compiuta del comportamento prestazionale dei materiali e delle soluzioni costruttive; (ii) valutazione dello stato di conservazione, per la formulazione della diagnosi sulla natura e l’origine delle manifestazioni sintomatiche e la definizione dei rimedi.

E’ appena il caso di sottolineare che tutti gli aspetti indagati risultano fortemente correlati e, come tali, richiedono l’attenzione costante alla integrazione delle informazioni. La qualificazione della fabbrica e delle sue parti deve essere vista attraverso l’evoluzione dall’impianto originario alle modificazioni e trasformazioni successive, quali aggiunte, demolizioni, consolidamenti e variazioni distributivo-funzionali. Come tale, essa consente di supportare la valutazione dello stato di conservazione, che risulta determinato, oltre che da agenti “esterni”, anche da fattori “interni”, quali errori di progettazione e/o realizzazione e problematiche legate all’esercizio/uso, in termini di decadimento delle prestazioni dei materiali e delle soluzioni costruttive, incompatibilità meccanica, fisica e chimica degli elementi, piuttosto che disomogeneità delle condizioni di carico e dei meccanismi di funzionamento statico. Come pure, risulta evidente che le informazioni necessarie a definire il quadro delle conoscenze descritto possono essere ottenute con strumenti diversificati, dalla ricerca da fonti bibliografiche e archivistiche al rilievo della geometria e della morfologia, dall’indagine visiva alle prove sperimentali in sito. Dal momento, però, che ciascuno di questi strumenti può fornire un contributo più o meno incompleto, per la circoscritta disponibilità delle fonti, per la limitata accessibilità diretta a tutte le parti del fabbricato e/o per la difficoltà metodologica e operativa all’esecuzione di prove sperimentali, l’integrazione delle informazioni, come detto di per sé necessaria per la interconnessione degli aspetti indagati, si impone anche per la varietà e complementarietà dei metodi e delle tecniche di acquisizione utilizzabili.

### 3. METODOLOGIA

Con riferimento alle questioni generali richiamate, il contributo si focalizza sul processo di qualificazione della fabbrica storica, al fine di evidenziare le potenzialità di integrazione di fonti documentarie, osservazioni dirette e dati sperimentali. In particolare, viene presentato il caso della Scuola “Principessa di Piemonte”, sita in Bari, quale edificio rappresentativi dell’ampia casistica analizzata. Per tale caso studio, vengono richiamate brevemente le fasi fondamentali attraverso cui le informazioni desunte dalla documentazione storico-tecnica hanno indirizzato il programma dei rilievi e delle indagini in sito, i cui risultati hanno supportato l’interpretazione e l’approfondimento delle notizie disponibili. In particolare, vengono illustrati i metodi e le tecniche di diagnostica non distruttiva – scansioni radar e riprese termografiche – utilizzate per la qualificazione delle strutture di orizzontamento, con particolare attenzione alla programmazione della campagna di indagini, nell’ottica di adeguare il set up di prova alle condizioni di esecuzione, ottenere informazioni attendibili e esaustive, nonché elaborare e rappresentare i dati per le specifiche finalità.

### 4. RISULTATI

La Scuola Principessa di Piemonte, concepita come edificio scolastico già dalla sua realizzazione nel 1929 e interessata da sopraelevazione del secondo piano nel 1955, si connota come edificio isolato e simmetrico, con murature in pietra a facciavista a piano terra e murature in tufo intonacato ai piani superiori (Fig.1).



Figura 1. Confronto di immagine storica (Archivio della Gazzetta del Mezzogiorno, 10 settembre 1931, pag.4) e attuale dell’edificio

La qualificazione degli orizzontamenti mediante indagini sperimentali in sito è stata finalizzata a: (i) verifica delle informazioni riportate nell’ampia documentazione archivistica relativa al progetto originario (1929, Archivio di Stato di Bari, 3 deposito, busta 1182, fascicolo 9), secondo cui i solai di copertura del piano terra dovevano essere realizzati in “*tavelloni curvi con relativi copriferri e tavelline piane con interasse di m. 0,80 entro travi di ferro a doppio T con malta di pozzolana*”, mentre i solai del piano primo, inizialmente di copertura, in “*tavelloni piani da posarsi sull’ala superiore delle travi in ferro*” (Fig.2) - tale verifica ha inteso altresì identificare le tessiture dei diversi campi di solaio; (ii) integrazione di dati carenti circa le tecnologie costruttive della sopraelevazione, testimoniata dalla ricerca bibliografica di giornali

dell'epoca (Archivio della Gazzetta del Mezzogiorno, 01 ottobre 1968, pag.4), ma non supportata da fonti archivistiche.

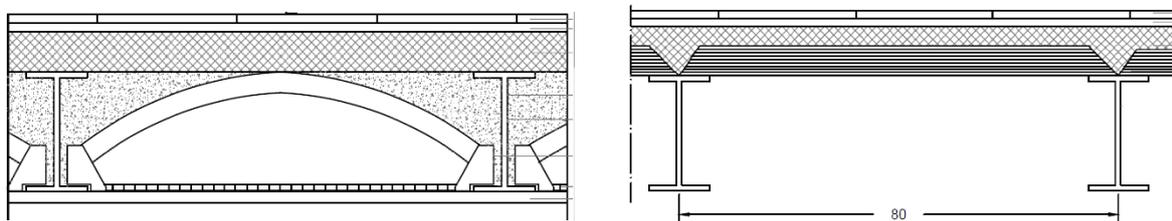


Figura 2. Rappresentazione dei solai di piano terra e primo piano in accordo agli elaborati contenuti nelle fonti archivistiche

Sulla base del rilievo geometrico e architettonico, la campagna di indagini ha previsto una prima individuazione di aree rappresentative, volte a ricomprendere, ai diversi livelli di piano e sui diversi fronti, un campione significativo di aule, soluzioni d'angolo e distributori orizzontali, per cui fossero contestualmente verificate condizione di accessibilità e sicurezza per gli operatori. Quindi, per ogni area rappresentativa, è stata valutata la tecnica di indagine non distruttiva più opportuna: scansioni radar dall'estradosso, nei casi di intradosso non visibile per presenza di controsoffittatura e riprese termografiche dall'intradosso, nei casi delle superfici intonacate a vista e delle superfici degli orizzontamenti di copertura, per cui la risposta nell'infrarosso è particolarmente significativa per il considerevole gradiente di temperatura fra interno ed esterno, mentre la risposta alla trasmissione/riflessione di segnali radar è generalmente limitata dalla presenza di umidità e di armature metalliche schermanti nei massetti di completamento. In particolare, per ogni campo di solaio, sono state acquisite rispettivamente due immagini termografiche, una grandangolare complessiva e una zenitale di dettaglio, per il calcolo delle dimensioni degli elementi rilevati, ovvero due profili radar ortogonali, per il rilevamento delle sezioni verticali perpendicolari e parallele allo sviluppo degli elementi strutturali. A titolo esemplificativo, si riportano alcuni risultati sperimentali relativi all'individuazione delle tessiture e alla verifica della configurazione tecnico-costruttiva degli orizzontamenti di piano terra e primo (Figg.3-4-5), con sistema radar DAD 1ch Fastwave IDS e antenna TRHF 2000 Hz.

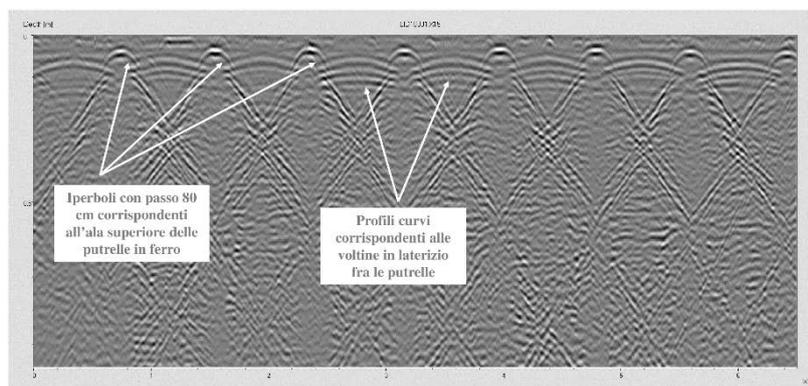


Figura 3. Profilo radar del solaio di copertura del piano terra con individuazione di putrelle e voltine

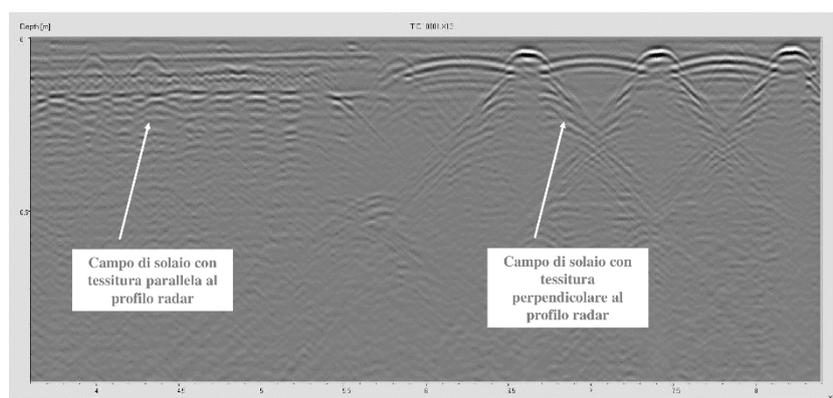


Figura 4. Profilo radar di campi di solaio di copertura del piano terra a tessitura invertita

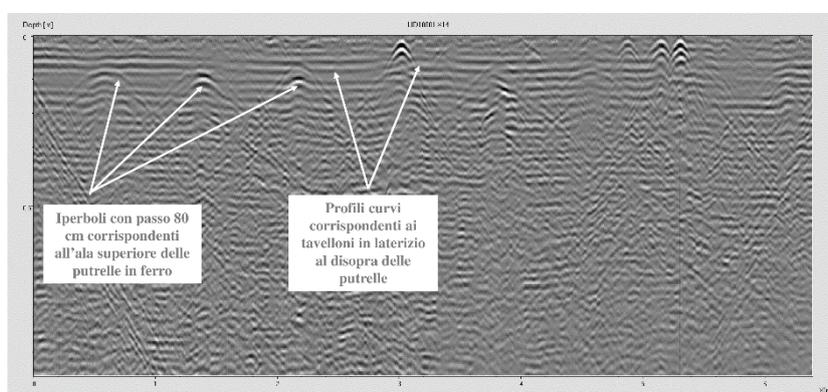


Figura 5. Profilo radar del solaio di copertura del primo piano con individuazione di putrelle e tavelloni

Analogamente, si riportano alcuni risultati relativi al rilievo della morfologia e geometria dell'intradosso degli orizzontamenti di secondo piano (Fig.6) mediante termocamera Neothermo TVS-700 (Avio). In quest'ultimo caso, è stato, infatti, possibile, misurare, da immagine zenitale e nota la distanza dalla superficie e il fattore di vista della termocamera, lo spessore delle travi (circa 12cm) e del materiale di compimento (circa 40cm), tali da far ipotizzare la presenza di un solaio in latero-cemento gettato in opera.

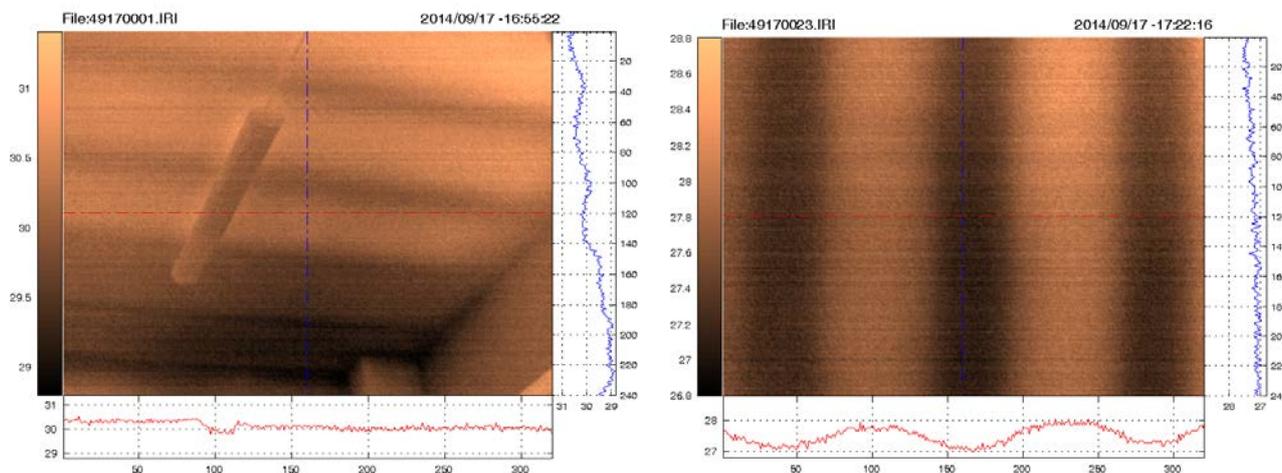


Figura 6. Immagini termografiche di insieme e di dettaglio di intradosso di orizzontamento di secondo piano

## 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La programmazione delle prove sperimentali in sito, nello specifico per la diagnostica non distruttiva degli orizzontamenti negli edifici storici, dipende da una serie di considerazioni metodologiche e operative: le finalità dell'indagine, fortemente correlate alla limitatezza/completezza di informazioni complementari da fonti storiche e rilievo visivo diretto; le condizioni al contorno, legate all'accessibilità delle superfici e alla presenza di fattori strutturali e ambientali di disturbo/ostacolo rispetto alle specifiche tecnico-prestazionali della strumentazione; i tempi e le risorse disponibili, nell'ottica di ottenere informazioni esaustive in modo efficace e conveniente. In tal senso e con particolare riferimento alle prove termografiche e radar, è possibile delineare alcune osservazioni di carattere generale, sulla base delle applicazioni pur brevemente richiamate. Le prove termografiche risultano più speditive, più economiche e meno complesse, sia in fase di rilevamento che di restituzione delle misure. Inoltre, consentono contestualmente al rilevamento delle caratteristiche morfologiche anche l'identificazione di alterazioni superficiali - quadri umidi, quadri fessurativi, distacco degli strati di rivestimento. D'altronde, necessitano che i componenti indagati siano interessati da flussi di calore, legati a gradienti termici fra le parti costitutive e con l'ambiente circostante, salvo ricorrere a ulteriore strumentazione per indurre sollecitazioni termiche artificiali, e limitano l'indagine alle caratteristiche delle superfici visibili nella scena inquadrata – nel caso specifico la tessitura dei solai e la forma e dimensione degli elementi ad intradosso. Le prove radar sono sicuramente più articolate, costose e problematiche nell'acquisizione, elaborazione e interpretazione dei segnali, specie in assenza di dati complementari di supporto e in presenza di anomalie rispetto alla risposta attesa. Nondimeno, forniscono informazioni sulla geometria e tipologia dell'intero componente indagato – nel caso specifico la tessitura dei solai, la forma e le dimensioni degli elementi costitutivi e dei completamenti da estradosso a intradosso – nonché su tutte le soluzioni tecniche al disopra delle murature – travi, cordoli, connettori – non indagabili in termografia. Infine, resta ferma per entrambe le tecniche la peculiarità di metodi minimamente invasivi su strutture per cui la preservazione dell'integrità materica e della stabilità statica risulta fondamentale e su cui l'applicazione di saggi distruttivi dovrebbe limitarsi a calibrare in punti limitati e mirati i risultati più estesi e generali delle prove non distruttive.

## 6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Rapporto Cresme RI.U.SO 03 – Febbraio 2014
- [2] Audizione dell'Ance sulla situazione dell'edilizia scolastica in Italia – Settembre 2013
- [3] Vasco Peixoto de Freitas (edited by), 2013, A State-of-the-Art Report on Building Pathology, CIB W86 Building Pathology. vol. 393, ISBN: 978-90-6363-082-9.
- [4] Miguel Angel Rogerio-Candelera, Massimo Lazzari, Emilio Cano, 2013, Science and Technology for the Conservation of Cultural Heritage, CRC Press Book, ISBN 9781138000094.
- [5] Vlatko Bosiljkov, Mojmir Uranjek, Roko Žarnić, Violeta Bokan-Bosiljkov, An integrated diagnostic approach for the assessment of historic masonry structures, Journal of Cultural Heritage, 2010, Volume 11, Issue 3, ISSN 1296-2074.
- [6] Anna Anzani, Luiga Binda, Alberto Carpinteri, Stefano Invernizzi, Guiseppa Lacidogna, 2010, A multilevel approach for the damage assessment of historic masonry towers, Journal of Cultural Heritage, Volume 11, Issue 4, ISSN 1296-2074.