

'Calcestruzzo leggero, eredità pesante': il *Lecabeton* facciavista della Palestra di Riva San Vitale

'Lightweight concrete, heavy legacy': exposed *Lecabeton* in the Gym of Riva San Vitale

Cristina Mosca | cristina.mosca@supsi.ch

Dipartimento Ambiente Costruzione e Design, SUPSI, Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana

Luigi Coppola | luigi.coppola@unibg.it

Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate, Università degli Studi di Bergamo

Abstract

This article presents an emblematic example of modern architecture in Switzerland: the gymnasium of the Riva San Vitale school complex, designed by A. Galfetti, F. Ruchat-Roncati and I. Trümpy between 1972 and 1973. The building is notable for the quality of its construction, featuring continuous reinforced concrete walls made of lightweight LECA aggregates – an innovative material at the time that had not yet been extensively studied in terms of its long-term behaviour. Visual and diagnostic investigations conducted by the SUPSI Institute of Materials and Construction revealed that the strengths and weaknesses of *Lecabeton* were linked to the installation methods used and the environmental exposure conditions. After providing an overview of the historical and regulatory context, the case study describes the work, context, and results of the investigations to improve understanding of the performance and degradation mechanisms of a material that still holds significant cultural and technical value, even after fifty years. This contributes to the debate on the conservation of modern architecture by providing ideas for contemporary use of *Lecabeton*.

Keywords

Lightweight concrete, Lecabeton, Expanded clay (LECA), Durability, Switzerland.

Inquadramento storico

Il calcestruzzo leggero si ottiene aggiungendo, all'impasto di acqua e cemento, aggregati a bassa densità (tra i più diffusi scisto espanso, argilla espansa, cenere volante sinterizzata, pomice naturale) da cui discendono le proprietà tecnologiche del conglomerato. La pratica di alleggerire le strutture non è nuova, già nell'*opus caementitium* romano venivano impiegati inerti leggeri come pomice e tufo, ma è con lo sviluppo industriale dei processi per produrre argilla espansa¹, che per il calcestruzzo leggero strutturale inizia un'ampia sperimentazione. In Europa il suo impiego si diffonde dagli anni '50 per realizzare ponti, solai e prefabbricati, in particolare in Scandinavia, Germania e Inghilterra². Il *Lecabeton*, che appartiene alla famiglia dei calcestruzzi leggeri strutturali, è prodotto utilizzando argilla espansa (LECA – *lightweight expanded clay aggregate*). Rispetto ad altri calcestruzzi leggeri, realizzati con aggregati di diversa natura, presenta buone proprietà meccaniche e di isolamento termico, e permette di realizzare pareti monolitiche portanti e isolanti senza necessità di strati coibenti aggiuntivi³. In Svizzera la produzione industriale di LECA iniziò nel 1961 a Olten e, fin da subito, fu indicato come aggregato per la produzione di calcestruzzo adatto alla realizzazione di opere in getto, aprendo a una ricerca progettuale attenta sia alla forma (valore espressivo del calcestruzzo facciavista) sia alla prestazione (valore tecnico)⁴.

Architetture in *Lecabeton* del secondo Novecento in Svizzera e quadro normativo

Nel secondo Novecento in Svizzera si hanno diversi impieghi di *Lecabeton* in edifici civili e religiosi, spesso oggi tutelati. Sebbene non esistano dati ufficiali sul numero di edifici realizzati, sono documentati esempi significativi di utilizzo di questo materiale⁵. Tra i casi noti, uno dei primi esempi di pareti monolitiche in *Lecabeton* facciavista è la Siedlung Thalmatt I (1967-1974), nel Canton Berna, su progetto di Atelier 5. Tra gli edifici sottoposti a vincolo di tutela, che sono stati già oggetto di interventi di restauro profondamente differenti per concetto e strategia⁶, si annoverano: la Heiligkreuzkirche a Coira dell'arch. Walter Maria Förderer (1967-1969), restaurata nel 2006, e la Scuola Media a Morbio Inferiore dell'arch. Mario Botta (1972-1977), restaurata tra il 2009 e il 2011.

La palestra di Riva San Vitale fu costruita tra il 1972 e il 1973, incarnando lo spirito pionieristico dell'epoca in cui fu progettata. L'opera appartiene a una fase in cui il calcestruzzo rappresentava un elemento identitario del modernismo svizzero, espressione di una ricerca congiunta su innovazione materica, prestazioni tecniche ed estetica formale. Probabilmente, sull'onda del crescente interesse che il calcestruzzo leggero strutturale trovava nella letteratura tecnica svizzera⁷, i progettisti scelsero di sperimentare il LECA, un materiale inerte, leggero, impermeabile all'umidità, non combustibile, non biodegradabile e con eccellenti prestazioni di isolamento termico e acustico. Al tempo della costruzione della palestra era in vigore la Direttiva SIA 162/33⁸ (1968), che definiva il calcestruzzo leggero (BL – béton léger) come un conglomerato con densità inferiore a 2000 kg/m³, classificato in base alla classe di resistenza, al contenuto di cemento e alla densità (ad es.: BL 20/10, CEM I 300 kg/m³, $\rho < 1400$ kg/m³). Confrontando questa definizione con quella riportata nella norma vigente, la SIA 262⁹, si nota una continuità e nel contempo un maggiore dettaglio, per cui è definito come 'il conglomerato con massa volumica, misurata dopo essiccamiento in forno, compresa tra 800 kg/m³ e 2000 kg/m³, ottenuto totalmente o parzialmente con aggregati leggeri'. Inoltre, suddivide il materiale in diverse classi in base alla resistenza a compressione (es.: BL 17/18, BL 20/22, BL 25/28, ecc.), tralasciando le indicazioni sul contenuto di cemento.

Descrizione della palestra

La palestra appartiene al complesso scolastico di Riva San Vitale, realizzato in tre fasi tra il 1963-1964, il 1967-1968 e il 1972-1973, e inserito nell'elenco dei beni culturali tutelati a livello cantonale in quanto ritenuto uno dei più significativi esempi di architettura scolastica del Moderno in Ticino¹⁰. L'edificio principale ha una forma a 'pettine', con un corpo longitudinale orizzontale dal quale si diramano cinque volumi ortogonali affacciati su spazi esterni. La Palestra si configura come un volume compatto e allungato, posto frontalmente all'edificio scolastico e separato da un ampio spazio non coperto destinato ad attività ricreative e didattiche all'aperto. Il contesto urbano circostante è caratterizzato da una bassa densità edilizia, con edifici isolati di modesta altezza; la viabilità corre lungo il perimetro del complesso, garantendo un buon accesso veicolare e percorsi pedonali protetti. Nei disegni del progetto, conservati all'Archivio del moderno, fondo Flora Ruchat-Roncati (di seguito FRR), l'Ing. Casanova è indicato quale ingegnere strutturista, ma purtroppo, al momento, non si hanno ulteriori informazioni in merito alla costruzione di questo edificio (per es.: impresa esecutrice). Le facciate Nord e a Sud sono costituite da muri portanti continui in 'beton + leca'¹¹ facciavista, lunghi 46 metri, alti 7 e spessi 40 cm, sui quali sono bene evidenti due 'giunti verticali di dilatazione'¹² di ca. 20-25 mm di larghezza che scandiscono la superficie anche all'interno. L'assenza di aperture, salvo l'ingresso sul lato Nord, conferisce alle pareti un



Fig. 1 Facciata Nord della Palestra (© Supsi, 5 settembre 2023).

carattere monolitico, maggiormente esaltato dal coronamento di lucernari a shed. Un tratto della facciata Sud (ca. 13 m di lunghezza e tra 4-5 m di altezza) è inglobato nella falegnameria adiacente, condizione non prevista nel progetto originario ma che ha assicurato la protezione delle superfici in facciavista dagli agenti atmosferici. Le facciate Est e Ovest, al contrario, sono completamente vetrate. La copertura piana è realizzata con travi alveolari poligonali in acciaio 'profilato IPN 34'.

Stato di conservazione del *Lecabeton* facciavista della Palestra

In quanto bene tutelato, a seguito della decisione del Comune (proprietario dell'immobile) di avviare un intervento di risanamento delle facciate, l'Ufficio dei beni culturali del Cantone, in assenza di documentazione storica sulla costruzione, ha richiesto di effettuare preliminarmente una caratterizzazione del calcestruzzo e una valutazione del suo stato di conservazione. Le indagini, condotte nel 2023 dall'IMC nell'ambito della propria attività di consulenza specialistica a supporto di progettisti ed enti pubblici, hanno previsto un'ispezione visiva preliminare, seguita da una fase diagnostica approfondita. Fin dalle osservazioni iniziali sono state rilevate forme di alterazione/degrado di diversa natura ed estensione. Sulle ampie superfici in calcestruzzo a vista è ancora ben riconoscibile l'impronta orizzontale dei casserri lignei (50×200 cm), seppur attenuata dal progressivo dilavamento, mentre la venatura del legno è ormai quasi impercettibile. I giunti orizzontali e verticali della casseratura sono ben marcati e messi in risalto da leggeri disallineamenti che hanno prodotto dei dentelli tra un giunto e l'altro. Visivamente il calcestruzzo sembra essere stato messo in opera in getti parziali e per strati



Fig. 2 Dettaglio dei disallineamenti dei casseri che hanno prodotto dei dentelli (© Supsi, 5 settembre 2023).

Fig. 3 Dettaglio della superficie del Lecabeton facciavista: segregazione dell'aggregato e apparente incipiente distacco di materiale in forma di 'lastra' (© Supsi, 7 settembre 2023).

successivi di altezza variabile costipati, verosimilmente, mediante vibratore a immersione. Sono presenti difetti tipici della messa in opera (perdite di boiacca, segregazione dell'aggregato leggero, bolle d'aria, disomogeneità cromatiche, riprese di getto, nidi di ghiaia) che hanno un impatto prevalentemente estetico. Tali imperfezioni si manifestano sia sulle superfici esterne sia su quelle interne delle pareti; quelle legate alla compattazione del calcestruzzo (nidi di ghiaia) sono più evidenti in corrispondenza delle riprese di getto, in prossimità delle giunzioni dei casseri e alla base dell'edificio. Alcuni di questi difetti sono visibili anche in foto d'archivio del 1974, conservate nel fondo FRR. Le facciate esposte, e in particolare nella porzione alta, hanno subito fenomeni di dilavamento superficiale dovuto al percolamento non protetto delle acque meteoriche, che localmente portato all'affioramento degli aggregati fini (< 4 mm), conferendo alle superfici una tessitura più ruvida rispetto allo stato originario. Inoltre, nelle esposizioni a Nord, si osserva deposito diffuso di particolato atmosferico, associato a colonizzazioni biologiche. La presenza di cavillature, di modesta ampiezza (≤ 0.1 mm) e con andamento irregolare, e di bolle d'aria, di dimensioni variabili (fino a 10 mm), non appaiono pregiudizievoli per la stabilità dell'opera. Più critico, invece, è il quadro dei distacchi del copriferro con esposizione e corrosione delle barre d'armatura, soprattutto sulla facciata Sud. Tali distacchi si presentano come 'lastre' sottili di $2-3$ mm, di forma irregolare, al di sotto delle quali si osservano agglomerati di aggregato leggero di $d \geq 10$ mm. Tuttavia, durante l'ispezione, nonostante la risposta sorda alla battitura, la rimozione dei distacchi è stata difficile, segno che l'adesione del materiale non è ancora del tutto compromessa¹³. Al contrario, le superfici coperte come la facciata Sud inglobata, sono integre e prive di distacchi, dimostrando il ruolo cruciale delle condizioni ambientali nella

conservazione. Le analisi visive hanno permesso di definire un piano di campionamento mirato, limitato al prelievo di 9 carote (diametro 50 mm, lunghezza massima 250 mm), ritenute rappresentative della situazione generale (diverse esposizioni e altezze) e adeguate alla caratterizzazione meccanica, fisica e microstrutturale del calcestruzzo. Parallelamente, al fine di acquisire un numero di dati sufficiente per una valutazione complessiva dello stato di conservazione del materiale è stata organizzata *in situ* una campagna estesa di prove non distruttive e minimamente invasive *in situ*, comprendente misure dello spessore del copriferro e della profondità di carbonatazione tramite metodo CARBONTEST¹⁴. Le indagini hanno accertato che il calcestruzzo leggero delle pareti è strutturalmente denso e di ottima qualità: resistenza caratteristica in opera pari a 20.8 N/mm² (corrispondente alla classe LC 20/22 secondo la tabella 3, SIA 262) e modulo di elasticità di 19000 N/mm². La porosità complessiva è superiore a quella di un calcestruzzo normale, per via della natura dell'aggregato leggero, tuttavia la permeabilità all'acqua è buona (valore medio q_w 8,8 ± 2,4 g/m²h) con valori comparabili con il limite previsto dalla norma vigente SIA 262 per i calcestruzzi impermeabili ($q_w \leq 10$ g/m²h). Le misure dello spessore del copriferro eseguite su 685 barre indicano una media di 24,7 ± 7,3 mm, con minimi locali di circa 6 mm. La profondità media di carbonatazione, su 70 misure, è pari a 26 ± 11 mm, con valori più elevati a Sud rispetto a Nord, e in alcune zone raggiunge il copriferro minimo, favorendo i fenomeni di distacco osservati. L'avanzamento del fronte di carbonatazione, stimato pari a K_{CO_2} 5,2 mm/√anno (Sud) e 3,2 mm/√anno (Nord), è coerente con le diverse esposizioni ambientali infatti, a Nord la maggiore umidità superficiale rallenta il processo.

L'aggregato LECA si presenta come perle sferiche marroni con superficie sinterizzata (100–800 µm) e interno vescicolare ad alta porosità. L'analisi microstrutturale mostra una matrice cementizia compatta di cemento Portland e calcare, con un buon grado di idratazione e macroporosità bassa; sono assenti fessurazioni rilevanti o prodotti di reazione secondaria (es.: AAR). In generale gli aggregati LECA risultano ben inglobati, salvo nelle zone di distacco, dove non sono consolidati nella matrice ma sono solo ricoperti da uno strato sottile di boiacca. La stima visiva del rapporto tra aggregato leggero e naturale indica circa 20–30 clasti naturali (<2 mm) per ogni clasto leggero, con il 30–45% di aggregato naturale fine (0–4 mm) e il 55–70% di LECA. La granulometria complessiva è piuttosto uniforme (diametri compresi 150 µm–20/23 mm). Tuttavia, possibili disattenzioni in fase di miscelazione e compattazione possono aver favorito la segregazione degli aggregati leggeri di diametro maggiore verso la superficie del cassero, fenomeno riscontrato su varie zone delle facciate, dove affiorano concentrazioni di LECA.

Discussione

Il quadro diagnostico mostra un materiale che, nonostante mezzo secolo di esposizione, conserva buone prestazioni. Il degrado rilevato è per lo più superficiale e legato all'interazione tra materiale e condizioni ambientali e di esercizio. L'eterogeneità del materiale, legata alla porosità e leggerezza dell'aggregato, non ha generato degradi endogeni: la matrice appare chimicamente stabile e priva di prodotti secondari. Un aspetto rilevante è la differenza tra le superfici esposte e quelle protette: ciò dimostra che il *Lecabeton*, se adeguatamente protetto, può garantire una buona durabilità, a condizione che vengano curati i dettagli costruttivi per limitare l'azione degli agenti atmosferici e ridurre i cicli di bagnatura/asciugatura.

Possibili approcci all'intervento di conservazione

Questo caso studio contribuisce ad arricchire le conoscenze sui calcestruzzi leggeri, fornendo dati sul comportamento in opera e offrendo indicazioni preziose sulla durabilità. Le informazioni raccolte sono utili sia per la messa a punto di interventi conservativi su opere storiche in *Lecabeton*, sia per valutare il potenziale applicativo attuale di questo materiale, oggetto di rinnovato interesse tra i progettisti contemporanei¹⁵. L'esperienza condotta da IMC conferma come gli interventi sulle architetture moderne in calcestruzzo facciavista richiedano indagini tecniche approfondite, basate su campionamenti mirati e prove estese di tipo non distruttivo o minimamente invasivo. Risulta fondamentale integrare i dati sperimentali già in fase di progettazione, così da favorire interventi durevoli e contribuire al trasferimento di conoscenze utili a una conservazione programmata. I dati raccolti offrono spunti per una riflessione più ampia sulle strategie progettuali, tenendo conto delle condizioni d'esercizio che influenzano la durabilità del materiale. In quest'ottica, l'intervento deve bilanciare requisiti tecnici ed esigenze estetiche, cercando un difficile equilibrio tra modifiche necessarie e istanze di conservazione. Un'analisi accurata dell'edificio e dei suoi materiali può favorire l'introduzione di soluzioni preventive ancora poco esplorate, come la protezione delle superfici esterne tramite l'aggiunta di spioventi, efficaci sul piano tecnico ma inevitabilmente impattanti sull'immagine architettonica. Queste scelte si inseriscono nel dibattito sulla conservazione dei materiali moderni e sulla necessità di valorizzare la materia e le sue tracce, spesso sificate per un'estetica idealizzata. Scoprire e comprendere le tracce del tempo negli edifici del Moderno diventa così un processo di appropriazione culturale: un'occasione per mettere in relazione le intenzioni originarie dell'autore con l'immagine attuale del bene¹⁶.

¹ Il processo per la produzione dell'aggregato LECA fu sviluppato negli Stati Uniti nel 1917. Cfr. THORSTEN FAUST, *Leichtbeton im Konstruktiven Ingenieurbau*, Berlin, Ernst&Sohn 2003, p. 5.

² ESCSI, *Lightweight Concrete, Expanded Shale, Clay and Slate Institute*, 7600.1, 1971 <<https://www.escsi.org/wp-content/uploads/2017/10/7600.1-Lightweight-Aggregate-History.pdf>> [18/08/2025].

³ PATRICK FILIPAJ, *Architektonisches Potenzial von Dämmbeton*, Zurigo, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 3. Auflage 2006.

⁴ HUNZIKER AG, *Das Ton-Produkt "Leca"*, «Schweizerische Bauzeitung», vol. 79, n. 44, 1961, pp. 761-762. Questo è il primo articolo tecnico svizzero sull'uso di argilla espansa e Lecabeton.

⁵ PATRICK FILIPAJ, *Architektonisches Potenzial...*, op. cit.

⁶ I due casi citati testimoniano la possibile pluralità di approcci all'intervento di restauro, si veda PAOLA PIFFARETTI, GIACINTA JEAN, *Conservazione del calcestruzzo a vista. Dal minimo intervento alla ricostruzione. Analisi di casi studio*, Firenze, Nardini Editore, 2018.

⁷ CEMENT-BULLETIN, *Leichtbeton*, Wildegg, TFB AG, 34-35, vol. 7 (1966-1967).

⁸ Direttiva SIA 162/33, *Béton léger*, ed. 1968. fissava le regole tecniche per l'uso del calcestruzzo leggero in Svizzera, ponendo attenzione a resistenza, isolamento, durabilità e corretta esecuzione. Era una direttiva specialistica, complementare alla norma madre SIA 162, *Normes pour le calcul, la construction et l'exécution des ouvrages en béton, en béton armé et en béton précontraint*, ed. 1968.

⁹ Norma SIA 262, *Construction en béton*, ultimo aggiornamento 2013.

¹⁰ NICOLA NAVONE, *Formare il cittadino costruire il territorio. Il Centro scolastico di Riva San Vitale*, «Archi», n. 4, 2022, pp. 35-41.

¹¹ Dicitura riportata nelle tavole di progetto conservate all'Archivio del moderno, fondo FRR.

¹² Indicazione riportata nelle tavole di progetto conservate all'Archivio del moderno, fondo FRR.

¹³ Durante le indagini ne sono stati rimossi alcuni pezzi pericolanti, su richiesta della proprietà, per ridurre il rischio di distacco accidentale, ed è stato necessario l'ausilio di una mazzetta da muratore e scalpello.

¹⁴ Il metodo brevettato CARBONTEST® della Tecnoindagini s.r.l. di Cormano (MI), prevede una campionatura che si basa sul prelievo della polvere durante una perforazione eseguita con un comune trapano a percussione (punta 10 mm) e sulla raccolta delle polveri in un apposito dispositivo (picker) studiato per la successiva analisi di carbonatazione.

¹⁵ PATRICK FILIPAJ, *Architektonisches Potenzial...*, op. cit.

¹⁶ ANDREA CANZIANI, *Gio Ponti: architettura, tempo, materia*, «Restauro Archeologico», vol. 30, n. 1, 2022, pp. 74-89.