



POLITECNICO  
DI TORINO

# Tesi meritoria

---

Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Progetto  
Sostenibile

*Abstract*

**Il calcestruzzo schiumato estrudibile ultra-leggero per  
la realizzazione di componenti edilizi innovativi ed  
energeticamente efficienti**

*Relatrice*

Luciana Restuccia

*Correlatore*

Devid Falliano

*Candidata/Candidato*

Silvia Parmigiani

Febbraio 2021

---

Il lavoro di ricerca sperimentale della presente tesi riguarda il calcestruzzo schiumato estrudibile, un materiale innovativo ricco di potenzialità spendibili nel settore delle costruzioni del prossimo futuro. Tale materiale, ascrivibile alla categoria dei calcestruzzi alleggeriti, si caratterizza per l'elevata multifunzionalità e versatilità di impiego ma, al contempo, grazie alla capacità di sviluppare una tempestiva *green strength*, offre anche la possibilità di essere impiegato in processi di costruzione di estrusione automatizzata, in ambito sia di prefabbricazione che di fabbricazione *in situ*, secondo la metodologia del *3D Concrete Printing*. In tale ambito, i benefici in termini di efficienza, risparmio economico ed eco-sostenibilità associati al materiale hanno la possibilità di essere amplificati grazie ad un suo impiego in prodotti innovativi altrettanto efficienti, economici ed eco-sostenibili.

Il calcestruzzo schiumato estrudibile è un materiale "giovane", ancora poco investigato nonostante le potenzialità estremamente elevate e l'intento del presente lavoro di tesi si basa proprio sulla necessità di svolgere studi e sperimentazioni tanto in laboratorio quanto in ambienti facilmente assimilabili ai siti produttivi tipici del settore edilizio, quali lo stabilimento e il cantiere.

Proprio per tali necessità, il presente lavoro di tesi è stato focalizzato sulle sperimentazioni svolte in laboratorio, realizzando e studiando le principali proprietà del calcestruzzo schiumato ultra-leggero a densità estremamente bassa. Inoltre, tramite alcune sperimentazioni in campo mediante l'impiego di un braccio robotico, è stato possibile progettare e realizzare dei componenti edilizi energeticamente efficienti, multifunzionali e a densità variabile. Quindi è stato possibile anche studiare il processo estrusivo, che ha permesso di evidenziare potenzialità, limiti e problematiche tanto a livello di materiale quanto di processo.

Nel presente lavoro di tesi, i primi tre capitoli trattano, a livello teorico e sulla base della letteratura esistente, le tre tematiche base che caratterizzano l'ambito oggetto di studio: la tecnologia del calcestruzzo e le strategie per rendere tale materiale più ecosostenibile; le caratteristiche, le potenzialità e i limiti attuali dell'impiego del *3D Concrete Printing* nel settore delle costruzioni e le proprietà che deve possedere un calcestruzzo per poter essere sottoposto a processi estrusivi; le proprietà e potenzialità del calcestruzzo schiumato estrudibile e del suo impiego nel settore delle costruzioni. In seguito, nei capitoli 4 e 5 vengono trattate le sperimentazioni pratiche.

La prima parte sperimentale, trattata nel capitolo 4, è stata svolta presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica (DISEG) e si è occupata di indagare le caratteristiche reologiche e meccaniche di materiali a matrice cementizia innovativi, ultra-leggeri e a densità fresca compresa nel *range* 162-188 kg/m<sup>3</sup>. Grazie alle valutazioni condotte sia allo stato fresco che allo stato indurito, è stato possibile confrontare i materiali a densità circa costante ma caratterizzati dall'impiego di due differenti agenti schiumogeni tensioattivi e dall'eventuale presenza di microfibre in polipropilene. La seconda parte sperimentale, trattata nel capitolo 5, ha riguardato la progettazione e la realizzazione di componenti in calcestruzzo schiumato estrudibile a densità variabile, destinati alla prefabbricazione o alla fabbricazione *in situ*, adatti per l'applicazione con funzione principale di cappotto termico in interventi di efficientamento energetico su chiusure verticali opache esistenti. In tale contesto sono state ideate,

progettate e realizzate varie tipologie di componenti tramite processo estrusivo con impiego di robot collaborativo ed in assenza di casseforme oppure mediante semplice colatura o estrusione svolte all'interno di casseforme di geometria variabile.

Nella parte conclusiva del presente lavoro, sono state espresse le considerazioni finali in merito all'ambito oggetto di studio, ponendo particolare attenzione sugli scenari futuri a livello di ricerca e di sperimentazione.

