

BIM e valutazioni acustiche in edilizia: un' analisi dello stato dell'arte

*Original*

BIM e valutazioni acustiche in edilizia: un' analisi dello stato dell'arte / Gerbotto, Andrea; Shtrepi, Louena; Favoino, Fabio; Astolfi, Arianna. - ELETTRONICO. - (2024), pp. 1-2. ( 50° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Acustica Taormina 29-31 Maggio 2024).

*Availability:*

This version is available at: 11583/2990409 since: 2024-07-05T21:29:08Z

*Publisher:*

Associazione Italiana di Acustica

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

## BIM E VALUTAZIONI ACUSTICHE IN EDILIZIA: UN'ANALISI DELLO STATO DELL'ARTE

Andrea Gerbotto (1), Louena Shtrepi (2), Fabio Favoino (3), Arianna Astolfi (4)

1) Politecnico di Torino, Torino, andrea.gerbotto@polito.it

2) Politecnico di Torino, Torino, louena.shtrepi@polito.it

3) Politecnico di Torino, Torino, fabio.favoino@polito.it

4) Politecnico di Torino, Torino, arianna.astolfi@polito.it

### SOMMARIO

In letteratura sono scarsi i riferimenti all'implementazione dell'analisi acustica nel flusso di progettazione BIM (Building Information Modelling); è evidente, inoltre, la disparità di sviluppo di strumenti interoperabili per l'analisi energetica rispetto a quelli per l'analisi acustica, nonostante sia un parametro ugualmente presente e importante nella valutazione del comfort ambientale e in diverse certificazioni di sostenibilità ambientale degli edifici. Questo lavoro analizza la letteratura scientifica sui tentativi di implementare l'analisi acustica nel flusso di lavoro della progettazione BIM.

### 1. Introduzione

In letteratura sono limitati gli studi sull'implementazione dell'analisi acustica nel flusso di progettazione BIM (Building Information Modelling). Chang e Hsieh [1] presentano una review su BIM e BPA (*Building Performance Analysis*) e rilevano come, nonostante il comfort acustico sia un parametro importante in molte certificazioni per la sostenibilità delle costruzioni, come per esempio il LEED, questa sia scarsamente considerata in letteratura.

Wang e Zhai [2] presentano una review dal 1987 al 2014 sull'evoluzione e la maturità delle tecniche di simulazione e calcolo e si concentrano solo sui parametri di qualità ambientale degli spazi interni. Utkucu e Sözer [3], riprendendo la review di Wang, considerano solo Odeon nei software per le simulazioni acustiche e implementano un workflow solo tra software per BEP (Building Energy Performance) e il BIM.

Anche Olanrewaju et al. [4] nella loro review registrano il numero esiguo di lavori su acustica e applicativi BIM-based per l'analisi della sostenibilità delle costruzioni, auspicano lo sviluppo di una ontologia specifica per le certificazioni e di plugin e database di proprietà acustiche da integrare in BIM, rimanendo orientati quindi solo al calcolo del tempo di riverberazione (RT) e i parametri del comfort acustico interno.

Questo lavoro analizza la letteratura scientifica con l'obiettivo di evidenziare le criticità e la potenzialità dell'inclusione dell'analisi acustica nel flusso di lavoro del BIM.

### 2. Metodo

Sono stati selezionati gli articoli in cui è stato proposto o presentato il tema acustico ed è stata implementata un'analisi acustica all'interno del metodo BIM. Molti degli studi citati si riferiscono a dei lavori di review più sistematiche degli strumenti BIM.

Sono stati messi in evidenza i software e gli strumenti utilizzati. Inoltre, l'analisi riporta i parametri acustici che sono stati utilizzati come indicatori correlati alla qualità acustica degli spazi interni ed esterni e ne discute l'appropriatezza.

### 3. Risultati

I risultati sono stati riepilogati nella Tabella 1 e riportati in dettaglio successivamente.

Autori	Anno	Studio
Vedvik R., Mooney J.	2010	RT e Risposta all'impulso
Wu C., Clayton M.J.	2013	RT e Auralizzazione
Kim S.Y., Coffeen R.C., Sanguinetti P.	2013	RT e Risposta all'impulso
Deng Y., Cheng J.C.P., Anumba C.	2016	Livello di rumore interno-esterno
Mastino C.C. et al.	2019	Workflow RAP
Marini M. et al.	2015	Calcolo RAP
Nik-Bakht M., Lee J., Dehkordi S.H.	2021	Calcolo di RT con Dynamo
Sušnik M., Tagliabue L.C., Cairoli M.	2021	Calcolo di RT con Dynamo

Un primo studio [5] presenta un confronto tra il flusso di lavoro partendo da file .DXF nel modellare un ambiente per la valutazione della risposta all'impulso e la successiva auralizzazione e come potrebbe avvenire partendo da un file in formato .IFC.

Provando a implementare una semplice auralizzazione direttamente in Revit, Wu e Clayton [6] sviluppano un codice in C# che calcola il tempo di riverberazione dell'ambiente e il livello di intensità sonora nel punto dove si trova l'ascoltatore, per esplorare un'auralizzazione preliminare.

Kim, Coffeen e Sanguinetti [7] analizzano un workflow tra Revit, e EASE per la progettazione di una sala multifunzione, costruendo un link tra il database di materiali di Revit e quello di EASE per migliorare la collaborazione tra acustici e architetti.

Yaik-Wah [8] presenta lo stato dell'arte dei tools BIM-based per la progettazione sostenibile e presenta Ecotect per le analisi acustiche, un add-on di Revit. È importante sottolineare che lo strumento è stato dismesso nel 2015.

Deng, Cheng e Anumba [9] sviluppano in ArcGIS un modulo che integra GIS e BIM per il calcolo dei livelli di rumore esterni ed interni dovuti al traffico; il modello considera le riflessioni esterne sugli altri edifici, non la riverberazione interna, e considera l'isolamento di facciata come parametro già definito all'interno del modello BIM.

Mastino et al. [10] presentano un workflow completo, dal *code checking* ai parametri condivisi necessari per l'integrazione delle verifiche dei Requisiti Acustici Passivi (RAP) in un

Tabella 1 – Riepilogo degli studi considerati.

processo di progettazione BIM, avendo sviluppato un plugin per ARCHLineXP in C++ con Marini et al. [11] che permette di integrare anche le misure strumentali di collaudo finale.

Nik-Bath, Lee e Dehkordi [12] rilevano la carenza di tools per l'analisi acustica integrata e propongono un workflow in Dynamo per calcolare il tempo di riverberazione direttamente all'interno di Revit, cercando così di risolvere i problemi di interoperabilità con i software specializzati.

Sušnik, Tagliabue e Cairoli [13] rilevano la discrepanza tra lo sviluppo di tools interoperabili per l'analisi energetica e l'analisi acustica e propongono uno script in Dynamo per il calcolo del tempo di riverberazione e la frequenza di Schroeder, leggendo i valori dei coefficienti di assorbimento dei materiali da un file excel.

Utkucu e Sacks [14], infine, provano a definire una possibile ontologia specifica per l'acustica, da integrare in IFC, partendo dall'analisi di software di acustica ambientale, di acustica edilizia e di acustica architettonica, mettendo in relazione le grandezze e i parametri presenti nei diversi algoritmi.

#### 4. Discussione e Conclusioni

Risulta evidente, dall'analisi condotta, come la maggior parte dei metodi proposti si concentri solo sul calcolo del tempo di riverberazione, spingendosi eventualmente a cercare di arrivare ad un auralizzazione semplificata dello spazio, focalizzandosi comunque solo sulla qualità dell'ascolto di un ambiente particolare, come un auditorium o un'aula scolastica.

Questo è, però, un ambito molto ristretto dell'acustica, intesa come disciplina coinvolta all'interno del processo di progettazione di un edificio, che comunque non può prescindere da altri fattori, come un adeguato isolamento dai rumori esterni, per essere correttamente valutata.

L'acustica interviene nel processo di progettazione, in tutte le fasi, a scale diverse, con diversi livelli di dettaglio e con diversi riferimenti normativi.

Sono quindi presenti molti software, specializzati in un ambito preciso (acustica ambientale, acustica edilizia o acustica architettonica), che, al momento, non permettono di interoperare tra loro, ma che stanno introducendo singolarmente una interoperabilità con il formato IFC.

Nell'ambito della più ampia acustica edilizia, solo Mastino et al. [10] hanno proposto un workflow integrabile in un percorso BIM, sviluppando un modulo in C++ per l'integrazione delle verifiche previsionali e quelle strumentali finali, in un modello IFC, partendo dalle verifiche come *code checking* alla definizione dei parametri condivisi necessari per renderle possibili. Le criticità sono principalmente riferite alla flessibilità del modulo che è stato sviluppato per l'integrazione tra due software: ARCHLineXP e la suite di calcolo termoacustico di Namirial.

Al momento ci sono in commercio altri software per la verifica dei requisiti acustici passivi (RAP) in un modello BIM, le strategie implementate sono due:

- l'importazione del modello IFC direttamente nel software di calcolo, per costruire il BAM (*Building Acoustic Model*) recuperando in automatico le geometrie, le stratigrafie e i locali, da cui esportare i risultati come relazione di calcolo (EC704, CYPESOUND);

- l'importazione del modello IFC in un software di BIM *authoring* da cui esportare un modello chiuso al software di calcolo in cui verrà costruito il BAM e da cui esportare i risultati in forma di relazione (software Suonus-Edificius).

Il vantaggio della seconda strategia è una più semplice gestione dei modelli di calcolo di più discipline integrate (termica e acustica) e una gestione semplificata degli aggiornamenti del

modello, ma la prima non richiede allo specialista di utilizzare un software di BIM *authoring*, ma solo comprendere e gestire il flusso delle informazioni tra i vari modelli e i diversi attori. Flusso di lavoro che rimane unidirezionale, qualunque strategia si scelga, quindi le modifiche necessarie nel modello BIM di partenza sono rimandate ad un altro utente.

L'assenza di una ontologia è certamente responsabile di questa difficoltà a raggiungere una piena interoperabilità, ma è comunque necessario aumentare, negli specialisti coinvolti nella progettazione di un edificio, la consapevolezza che lavorare in BIM non vuol dire saper usare un software di BIM *authoring* a cui chiedere di implementare al proprio interno ogni strumento necessario al proprio lavoro, ma capire e gestire correttamente il flusso di informazioni, con il supporto di strumenti diversi.

Uno sviluppo possibile, per la progettazione preliminare, potrebbe essere quello di un workflow di simulazioni multidominio su un modello condiviso, per permettere un'ottimizzazione delle prestazioni dell'edificio e dell'intero processo.

#### 5. Ringraziamenti

La ricerca è stata sviluppata nell'ambito del Progetto H2020 "iclimabuilt—Functional and advanced insulating and energy harvesting/storage materials across climate adaptive building envelopes" (Grant Agreement no. 952886).

#### 6. Bibliografia

- [1] Chang Y., e Shang-Hsien H., *A review of Building Information Modeling research for green building design through building performance analysis*. Journal of Information Technology in Construction **25** (2020), pp. 1–40
- [2] Wang H., Zhai Z., *Advances in building simulation and computational techniques: A review between 1987 and 2014*, Energy and Buildings **128** (2016), pp. 319–35
- [3] Utkucu D., Sözer H., *Interoperability and data exchange within BIM platform to evaluate building energy performance and indoor comfort*, Automation in Construction **116** (2020)
- [4] Olanrewaju O.I., Enebuma W.I., Donn M., Chileshe N., *Building information modelling and green building certification systems: A systematic literature review and gap spotting*, Sustainable Cities and Society **81** (2022)
- [5] Vedvik R., Mooney J., *Distilling the Acoustical Model from BIM Standard Architectural, Mechanical and Structural Models - Robust Acoustical Templates, Limitations & Recommendations*, Proceedings of Meetings on Acoustics **9** (2010)
- [6] Wu C., Clayton M.J., *BIM-Based Acoustic Simulation Framework*, Proceedings of the 30th International CIB W78 Conference (2013), pp. 99–108
- [7] Kim S.Y., Coffeen R.C., Sanguinetti P., *Interoperability Building Information Modeling and acoustical analysis software – A demonstration of a performing arts hall design process*, Proceedings ICA 2013, Montreal, Canada
- [8] Yaik-Wah L., *Building Information Modeling for Indoor Environmental Performance Analysis*. American Journal of Environmental Sciences **11** (2) (2015): pp. 55–61
- [9] Deng Y., Cheng J.C.P., Anumba C., *A framework for 3D traffic noise mapping using data from BIM and GIS integration*, Structure and Infrastructure Engineering, **12** (10) (2016), pp. 1267–1280
- [10] Mastino C.C., Baccoli R., Frattolino A., Marini M., Salaris C., *Acoustic insulation and Building Information Modeling: a model of calculation for the code checking in the forecast phase and of measurement of performance*, Proceedings IBPSA 2019, Rome, Italy, pp. 205–212
- [11] Marini M., Baccoli R., Mastino C.C., Da Pos V., Toth Z., *A new computational model: G.E.A.R. Graphical Expert Analytical Relations*, Proceedings IBPSA 2015, Bolzano, Italy, pp. 305–312
- [12] Nik-Bakht M., Lee J., Dehkordi S.H., *BIM-based reverberation time analysis*, Journal of Information Technology in Construction **26** (2021), pp. 28–38
- [13] Sušnik M., Tagliabue L.C., Cairoli M., *BIM-based energy and acoustic analysis through CVE tools*, Energy Reports **7** (2021), pp. 8228–37
- [14] Utkucu D., Sacks R., *Generation of acoustic ontology for a holistic building performance domain*. Proceedings of the 2023 European Conference on Computing in Construction and the 40th International CIB W78 Conference **4** (2023)