



GABRIELLA MAGRI

PROGETTAZIONE ACUSTICA DELLE FACCIATE E AGEVOLAZIONI FISCALI

CON SOFTWARE IN EXCEL PER VALUTARE
IL POTERE FONOISOLANTE DELLA PARTIZIONE OPACA DELLA FACCIATA
E L'INDICE DI ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA



**PRONTO
GRAFILL**

Clicca e richiedi di essere contattato
per **informazioni** e **promozioni**



WEBAPP INCLUSA
CON AGGIORNAMENTO AUTOMATICO

GRAFILL

Gabriella Magri

PROGETTAZIONE ACUSTICA DELLE FACCIATE E AGEVOLAZIONI FISCALI

Ed. I (10-2021)

ISBN 13 978-88-277-0278-9

EAN 9 788827 702789

Collana **COME FARE PER** (74)



Licenza d'uso da leggere attentamente
prima di attivare la WebApp o il Software incluso

Usa un QR Code Reader
oppure collegati al link <https://grafill.it/licenza>

Per assistenza tecnica sui prodotti Grafill aprire un ticket su <https://www.supporto.grafill.it>

L'assistenza è gratuita per 365 giorni dall'acquisto ed è limitata all'installazione e all'avvio del prodotto, a condizione che la configurazione hardware dell'utente rispetti i requisiti richiesti.

© **GRAFILL S.r.l.** Via Principe di Palagonia, 87/91 - 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 - Fax 091/6823313 - Internet <http://www.grafill.it> - E-Mail grafill@grafill.it

**CONTATTI
IMMEDIATI**



Pronto GRAFILL
Tel. 091 6823069



Chiamami
chiamami.grafill.it



Whatsapp
grafill.it/whatsapp



Messenger
grafill.it/messenger



Telegram
grafill.it/telegram

Edizione destinata in via prioritaria ad essere ceduta nell'ambito di rapporti associativi.

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.



**PRONTO
GRAFILL**

**CLICCA per maggiori informazioni
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

SOMMARIO

INTRODUZIONE	p.	5
1. L'ACUSTICA IN EDILIZIA	"	7
1.1. D.P.C.M. 5 dicembre 1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.....	"	8
1.2. D.M. 11 gennaio 2017 - Criteri Ambientali Minimi (CAM)	"	9
2. AGEVOLAZIONI E DETRAZIONI FISCALI PER SPECIFICI INTERVENTI EDILIZI	"	12
2.1. Superbonus 100%	"	13
2.2. Ristrutturazioni edilizie 2020	"	16
2.3. Riqualificazione energetica.....	"	18
2.4. Bonus facciate.....	"	21
3. QUANDO IL REQUISITO ACUSTICO È UN'OPPORTUNITÀ. ULTERIORE QUALIFICAZIONE DELL'EDIFICIO	"	24
4. QUANDO IL REQUISITO ACUSTICO PUÒ ESSERE DA SOLO UN OBIETTIVO DEL BONUS	"	26
5. LA PROGETTAZIONE ACUSTICA DELLE FACCIATE (PARTIZIONI OPACHE E SERRAMENTI)	"	27
6. IL COLLAUDO ACUSTICO IN OPERA E LA RELATIVA CERTIFICAZIONE	"	30
7. ESEMPI PRATICI DEL CALCOLO DI R_W E $D_{2M,NT,W}$	"	32
8. CONCLUSIONI	"	39

9. CONTENUTI E ATTIVAZIONE DELLA WEBAPP	p.	40
9.1. Contenuti della WebApp	"	40
9.2. Requisiti hardware e software	"	41
9.3. Attivazione della WebApp	"	41
FONTI E BIBLIOGRAFIA	"	42

INTRODUZIONE

In questo periodo vi sono diverse iniziative di rilancio con la possibilità di ottenere un reale miglioramento della qualità del patrimonio edilizio; potrebbe essere anche il momento giusto per fare di più in materia di acustica architettonica.

Stiamo parlando del *Decreto Rilancio*, delle sue successive modifiche e di tutte quelle agevolazioni fiscali attualmente presenti nel panorama dei "bonus" per gli interventi edilizi in cui l'acustica può giocare un ruolo importante nella rivalorizzazione degli immobili.

In questo testo si vogliono quindi fornire le basilari informazioni circa le possibili agevolazioni disponibili e le motivazioni per cui dovremmo sfruttare l'occasione di un intervento fiscalmente agevolato per porre attenzione anche all'acustica architettonica degli edifici.

In materia di acustica verranno forniti i riferimenti legislativi attualmente in vigore in Italia come il D.P.C.M. 5 dicembre 1997, recante «*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*» oppure ancora il D.M. 11 gennaio 2017, recante «*Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici*» (CAM).

Il requisito acustico, che verrà analizzato in questo testo, è l'isolamento dai rumori provenienti dall'esterno, attraverso la facciata $D_{2m,nT,w}$ in quanto spesso si prevede di isolare termicamente l'edificio intervenendo sull'involucro esterno, quindi sulle facciate, mediante un "cappotto" e tale intervento può essere effettuato "strizzando" un occhio anche all'acustica.

Cogliendo l'occasione del miglioramento termico dell'edificio, consultando un Tecnico Competente in Acustica TCA e tutto sommato con uno sforzo ridotto, si possono individuare materiali termoacustici adeguati e prestazioni termiche e acustiche dei serramenti così da garantire il rispetto del requisito acustico di facciata.

Così facendo varranno sempre le agevolazioni fiscali per la miglioria delle prestazioni energetiche dell'edificio, ma, contemporaneamente, si avrà il raggiungimento dell'isolamento acustico di facciata, $D_{2m,nT,w}$.

È importante infatti ricordare che i materiali termoisolanti tendenzialmente non sono acusticamente performanti ed inoltre anche i serramenti che si andranno ad installare e le modifiche ai piccoli elementi di facciata devono fornire una prestazione acustica adeguata; il requisito di isolamento acustico di facciata, $D_{2m,nT,w}$ va comunque rispettato.

L'ACUSTICA IN EDILIZIA

Prima di poter parlare dell'acustica applicata al comparto edilizio dobbiamo prima comprendere il fenomeno fisico alla base.

Definiamo innanzitutto il suono come la propagazione di onde di pressione, in un mezzo elastico, dovute alla rapida successione di compressioni ed espansioni del mezzo stesso, una vibrazione dunque.

La propagazione può quindi avvenire in un qualsiasi mezzo dotato di materia, quindi costituito da particelle come quelle che costituiscono l'aria, un fluido o un solido; come avrete di certo intuito il suono non può quindi propagarsi nel vuoto.

Per produrre un suono abbiamo bisogno di una sorgente sonora che vada a stimolare il mezzo elastico innescando la propagazione.

In particolare tra i mezzi che ci permettono di descrivere i suoni troviamo il livello sonoro e il suo andamento in frequenza. Per quanto riguarda il livello sonoro l'unità di misura impiegata sono i decibel (dB) ossia dieci volte il logaritmo in base dieci del rapporto tra la pressione "misurata" e la pressione di riferimento (20 μ Pa).

Talvolta, a seconda delle esigenze, viene applicato un filtro di ponderazione per esempio A o C, l'unità di misura diverrà rispettivamente dB(A) o dB(C).

Volendo applicare i concetti sopra espressi all'edilizia e in particolare ai temi che andremo a toccare in seguito nel presente testo, andiamo ad esprimere i concetti di assorbimento, riflessione e trasmissione del suono.

Immaginiamo ora che un'onda sonora urti una parete, si verificano generalmente 3 fenomeni ciascuno dei quali protagonista nella redistribuzione dell'energia trasportata dall'onda sonora:

- nel fenomeno della riflessione, una parte dell'energia quando entra in contatto con la parete viene riflessa;
- nel secondo fenomeno, l'assorbimento, una parte dell'energia viene dissipata (per esempio con sviluppo di calore) e assorbita dalla parete;
- nel terzo fenomeno, la trasmissione, una parte dell'energia riesce ad oltrepassare la parete e a procedere oltre liberamente.

Questi concetti vengono ripresi nella letteratura acustica andando a descrivere i tali fenomeni mediante apposite formule che vedremo in seguito applicate alle facciate degli edifici.

AGEVOLAZIONI E DETRAZIONI FISCALI PER SPECIFICI INTERVENTI EDILIZI

In questo testo, per la natura delle agevolazioni fiscali attualmente disponibili in Italia, verrà posta maggior attenzione all'isolamento dai rumori provenienti dall'esterno, attraverso la facciata dell'immobile.

Per quanto riguarda la "fase iniziale", al fine di individuare e attuare l'agevolazione più consona per il nostro edificio, ci sono diversi passaggi e aspetti da analizzare:

- 1) Dal punto di vista tecnico/progettuale i passaggi necessari sono:
 - verifica di fattibilità (garantire dopo l'intervento il salto di due classi energetiche);
 - conformità edilizia dell'edificio e delle unità immobiliari (accesso agli atti, misurazioni in sito, eventuali pratiche di sanatoria). Purtroppo ad oggi gli uffici dei comuni sono intasati di richieste di accesso e hanno cataste di sanatorie da elaborare. Queste difficoltà allungano i tempi notevolmente;
 - stesure computi metrici, tipologia materiali, ...;
 - richieste di offerte alle imprese.
- 2) Dal punto di vista dell'impresa invece:
 - sopralluoghi e stesura preventivi;
 - programmazione dei tempi di intervento;
 - ricerca di fornitori e subappaltatori (già ora non sono facilmente reperibili ponteggi, materiali termoisolanti per i cappotti di facciata, serramenti, ...).
- 3) Dal punto di vista economico:
 - valutare le forme di pagamento;
 - l'eventuale ente di appoggio per la cessione del credito (diversi enti anticipano solo il 40%-60% a fronte di un costo del denaro in proporzione ben più elevato del 10% concesso);
 - di fatto dunque diversi soggetti devono ritirarsi a causa del pagamento maggiorato e all'esborso diretto.

Assistiamo quindi già ora a bolle speculative a tutti i livelli, dal rincaro ingiustificato di molti materiali e attrezzature, al costo del denaro, per la cessione del credito.

Nei paragrafi successivi sono state riportate, sinteticamente, le agevolazioni e detrazioni fiscali che possono essere sfruttate per produrre, oltre ad altri vantaggi, un miglioramento delle performance acustiche dell'immobile.

QUANDO IL REQUISITO ACUSTICO È UN'OPPORTUNITÀ. ULTERIORE QUALIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

Il miglioramento dei parametri acustici dell'immobile può essere effettuato anche nei casi in cui si decida di beneficiare di agevolazioni fiscali che non abbiano come prerogativa un miglioramento acustico. Per poter fare ciò è necessario mettere in atto determinati accorgimenti progettuali agendo sugli elementi già interessati dall'agevolazione fiscale.

Proviamo dunque a fare un esempio applicativo prendendo il sistema "cappotto" esterno; ad oggi tra i sistemi di miglioramento termico più conosciuti e oggetto di agevolazioni fiscali.

Il "cappotto" fa parte dei sistemi di isolamento chiamati ETICS (*External Thermal Insulation Composite Systems*); tali sistemi sono studiati principalmente per la termica e consistono, in estrema sintesi, nel realizzare un controplaccaggio con materiale isolante ed intonaco sulla superficie della partizione.

La prestazione acustica ottenuta dipende fortemente dal tipo di ETICS utilizzato nonché dalle tecniche di posa impiegate e dalle caratteristiche della parete esistente.

Inoltre la tipologia di materiale isolante del sistema ETICS incide in maniera importante sulla prestazione finale del pacchetto/partizione.

Non è detto, infatti, che una tipologia di materiale prestazionalmente ottimale per la termica sia allo stesso modo prestazionale per l'acustica.

Per ottenere quindi un apprezzabile miglioramento dei parametri acustici (potere fonoisolante e, trattandosi di facciate, dell'indice di isolamento acustico di facciata), mantenendo un'adeguata prestazione termica, sarà necessario scegliere tipologie di materiali con caratteristiche elastiche adeguate come ad esempio EPS elasticizzato, fibra di legno, lana di legno e lane minerali.

Generalmente materiali non elasticizzati potrebbero non fornire alcun beneficio e anzi in casi particolari può aver luogo l'innescò di fenomeni di risonanza a determinate frequenze con il conseguente decremento di prestazione acustica.

Un altro intervento che, essendo legato all'efficientamento termico/energetico dell'edificio, può beneficiare di agevolazioni e allo stesso tempo può essere utilizzato per un miglioramento acustico dell'involucro è la realizzazione di una facciata ventilata.

In questo caso, utilizzando nell'intercapedine d'aria materiali acusticamente prestanti come per esempio opportuni prodotti a base di lana di roccia (pannelli sandwich, ...), si possono ottenere discreti risultati relativamente alla prestazione acustica della facciata.

QUANDO IL REQUISITO ACUSTICO PUÒ ESSERE DA SOLO UN OBIETTIVO DEL BONUS

L'unico caso in cui viene esplicitamente contemplata un'agevolazione fiscale legata al miglioramento acustico è nel caso del bonus ristrutturazioni.

In questo caso sono detraibili tutte le opere volte al contenimento dell'inquinamento acustico anche in assenza di opere edilizie propriamente dette purché sia certificato il raggiungimento degli standard di legge.

Ciò significa che dopo un'accurata progettazione acustica e dopo aver realizzato quanto progettato andrà effettuato un collaudo acustico in opera al fine di certificare il raggiungimento degli standard di legge (D.P.C.M. 5 dicembre 1997) così da avere accesso alle detrazioni.

Al Capitolo 6 è possibile prendere visione di tutte le informazioni inerenti il collaudo acustico in opera.

LA PROGETTAZIONE ACUSTICA DELLE FACCIATE (PARTIZIONI OPACHE E SERRAMENTI)

Il primo passaggio fondamentale per ottenere il miglioramento acustico desiderato è la progettazione acustica.

Ponendo la nostra attenzione sull'involucro esterno dell'edificio e andremo ora ad analizzare il descrittore acustico dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$.

La formula indicata dalla norma UNI/TR 11175 per il calcolo previsionale del descrittore acustico dell'isolamento acustico di facciata è:

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \log_{10} \left[\frac{V}{6 T_0 S} \right] \quad [\text{dB}] \quad (5.1)$$

dove:

- R'_w è il potere fonoisolante apparente complessivo della facciata esterna calcolato in funzione delle grandezze pertinenti dei componenti o prodotti ovvero dei singoli elementi che compongono la porzione di facciata corrispondente all'ambiente interno considerando anche quei "piccoli elementi" quali prese d'aria, ventilatori, condotti elettrici, ecc.

$$R'_w = -10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{\frac{-R_{wi}}{10}} + \sum_{i=1}^n \frac{A_0}{S} 10^{\frac{-D_{n,e,wi}}{10}} \right] - K \quad [\text{dB}] \quad (5.2)$$

dove:

- R_{wi} è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento i -esimo, in decibel (dB);
- S_i è l'area dell'elemento i -esimo, in metri quadrati (m^2);
- S è l'area totale della facciata, vista dall'interno (cioè la somma delle aree di tutti gli elementi che compongono la facciata oggetto di analisi), in metri quadrati (m^2);
- $D_{n,e,wi}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente del "piccolo elemento" i -esimo, in decibel (dB);
- K è la correzione relativa al contributo della trasmissione laterale ed è pari a 0 per elementi di facciata non connessi e pari a 2 per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi;
- A_0 è l'area di assorbimento equivalente di riferimento, per le abitazioni pari a 10 m^2 .

IL COLLAUDO ACUSTICO IN OPERA E LA RELATIVA CERTIFICAZIONE

Come accennato in precedenza il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 impone che i requisiti acustici passivi degli edifici siano verificati e rispettati in opera ed è per questo motivo che il collaudo acustico risulta fondamentale.

A seguito dell'intervento e poi del collaudo acustico in sito (si consiglia di collaudare tutte le unità immobiliari) verranno emessi i certificati relativi alle prove acustiche eseguite dove si attesta la rispondenza delle prestazioni acustiche, in funzione degli elementi analizzati (facciate, solai, divisori, ...), con i requisiti di legge da D.P.C.M. 5 dicembre 1997. In tal modo l'immobile sarà ulteriormente rivalorizzato.

Inoltre un collaudo acustico, effettuato precedentemente all'intervento, è in grado di fornire la prestazione acustica dell'elemento oggetto, consentendo quindi una progettazione di dettaglio, mirata al miglioramento della prestazione acustica dell'elemento (facciate, solai, divisori).

La normativa di riferimento per l'esecuzione dei collaudi acustici in opera e i relativi certificati sono:

- UNI EN ISO 16283 - 1:2018: Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 1: Isolamento acustico per via aerea;
- UNI EN ISO 16283 - 2:2018: Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio;
- UNI EN ISO 16283 - 3:2016: Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 3: Isolamento acustico di facciata;
- UNI EN ISO 717 - 1:2021: Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio
 - Parte 1: Isolamento di rumori aerei (per R'_w e $D_{2m,nT,w}$);
- UNI EN ISO 717 - 2:2021: Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio
 - Parte 2: Isolamento dai rumori di calpestio (per L'_{nw}).

Per effettuare le misurazioni in opera sono necessari:

- strumentazione fonometrica tale da soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994 (D.M. 16 marzo 1998);
- sorgente sonora, di tipologia differente (dodecaedro, casse audio, macchina del calpestio...) a seconda della prova di collaudo acustico da effettuarsi;

ESEMPI PRATICI DEL CALCOLO DI R_w E $D_{2M,NT,W}$

In questo capitolo verranno proposti degli esempi pratici circa i possibili interventi agevolati per i quali, oltre all'efficientamento termico dell'involucro esterno, facciata, si vuole ottenere anche un miglioramento dell'isolamento acustico.

Il procedimento analitico, per valutare il miglioramento acustico che vogliamo apportare, è il medesimo per entrambi gli esempi, ovvero:

- calcolare R_w (potere fonoisolante), prima dell'intervento;
- calcolare $D_{2m,NT,W}$ (indice di isolamento di facciata), prima dell'intervento;
- calcolare R_w (potere fonoisolante), dopo l'intervento;
- calcolare $D_{2m,NT,W}$ (indice di isolamento di facciata), dopo l'intervento.

Tra i vari interventi che possono essere realizzati, a seguire, vengono proposti due esempi; nel primo l'intervento da realizzarsi è costituito da una "cappottatura" esterna (analizzato nelle fasi 3A) 4A)) mentre nel secondo l'intervento è costituito da una facciata ventilata (analizzato nelle fasi 3B) 4B)).

L'edificio su cui andremo ad effettuare le nostre valutazioni è composto da unità immobiliari con destinazione d'uso di civile abitazione ed è composto da 4 piani fuori terra.

Il piano terra è sede di autorimesse e cantine dunque dal punto di vista legislativo, non essendo considerati ambienti abitativi, non è richiesto il rispetto dei requisiti acustici passivi da D.P.C.M. 5 dicembre 1997.



Figura 7.1. Prospetto 1

CONTENUTI E ATTIVAZIONE DELLA WEBAPP

9.1. Contenuti della WebApp

La WebApp abbinata alla presente pubblicazione riporta un software in Excel utile a valutare, in maniera semplice e diretta, il potere fonoisolante della partizione opaca della facciata ($R_{w\text{Muro}}$) e l'indice di isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$.

Il software Excel è diviso in due fogli di lavoro:

- 1) **Calcolo $R_{w\text{Muro}}$** : per il calcolo del potere fonoisolante R_w della porzione opaca della facciata.

La legge di massa utilizzata è la seguente:

$$R_w = 37,5 \log_{10}(m') - 42 \quad [\text{dB}]$$

dove m' è la massa superficiale della porzione opaca, in kg/m^2 . Come tutte le leggi di massa, anche questa ha un campo di validità, in questo caso $m' \geq 150 \text{ kg}/\text{m}^2$.

Esistono in letteratura diverse altre leggi di massa che possono essere utilizzate in funzione delle caratteristiche della parete oggetto di studio. È importante precisare che occorre essere sempre consapevoli del campo di validità della legge di massa che si sta utilizzando in quanto si possono ottenere risultati non attendibili. La cella evidenziata in giallo è quella che l'utente dovrà compilare con il dato di progetto relativo alla massa superficiale complessiva della stratigrafia, tutte le altre celle sono a compilazione automatica.

- 2) **Calcolo $D_{2m,nT,w}$** : per il calcolo di massima dell'indice di isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$.

Il calcolo è basato sulla formula indicata dalla norma UNI/TR 11175 per il calcolo previsionale del descrittore acustico dell'isolamento acustico di facciata.

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \log_{10} \left[\frac{V}{6 T_0 S} \right] \quad [\text{dB}]$$

È stata effettuata una semplificazione nella formula di calcolo di R'_w andando a considerare l'assenza di piccoli elementi.

$$R'_w = -10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{\frac{-R_{wi}}{10}} \right] - K \quad [\text{dB}]$$

Le celle evidenziate in giallo sono quelle che l'utente dovrà compilare con i dati di progetto, tutte le altre celle sono a compilazione automatica.

Nella tabella di destra dovranno essere inseriti i dati geometrici del serramento, larghezza (L.1) e altezza (L.2), mentre nella tabella centrale le dimensioni geometriche della stanza, larghezza (a), lunghezza della parete di facciata vista dall'interno (b) e altezza (h).

In seguito, nella tabella a sinistra bisognerà inserire i dati relativi al R_w della porzione opaca e del serramento nonché la perdita per trasmissione laterale (K) e ΔL_{fsr} , coefficiente che tiene conto della forma della facciata.

9.2. Requisiti hardware e software

- Dispositivi con MS Windows, Mac OS X, Linux, iOS o Android;
- Accesso ad internet e browser web con Javascript attivo;
- Software per la gestione di documenti Office e PDF.

9.3. Attivazione della WebApp

- Collegarsi al seguente indirizzo internet:

https://www.grafill.it/pass/0278_9.php

- Accedere al **Profilo utente Grafill** oppure crearne uno su **www.grafill.it**;
- Cliccare sul pulsante **[G-CLOUD]**;
- Cliccare sul pulsante **[Vai alla WebApp]** a fianco del prodotto acquistato;
- Fare il *login* usando le stesse credenziali di accesso al **Profilo utente Grafill**;
- Accedere alla WebApp abbinata alla presente pubblicazione cliccando sulla relativa immagine di copertina presente nello scaffale **Le mie App**.

