



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
E-mail: [ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it](mailto:ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it)  
[www.ordineingegnerinuoro.it](http://www.ordineingegnerinuoro.it)



# Rumore e Isolamento Acustico

## GLI EDIFICI E IL PERCORSO DI PROGETTAZIONE ACUSTICA E VERIFICA IN SITU.

Introduzione al panorama legislativo e normativo nazionale e regionale sull'applicazione di quanto previsto dalla legge quadro 447/95 anche alla luce dei nuovi decreti n° 41 e 42 del 2017, dei C.A.M. (criteri ambientali minimi per le opere pubbliche), del quadro normativo UNI-EN-ISO di recente pubblicazione (UNI EN ISO 12354 dell'ottobre 2017) e della nuova figura del tecnico competente in acustica il cui elenco sarà gestito a livello nazionale da ISPRA.

CONVEGNO SEMINARIO  
Nuoro Giovedì 22 febbraio 2018

## Acustica architettonica e edile – VERIFICA le nuove procedure di verifica in opera secondo le UNI EN ISO 16283

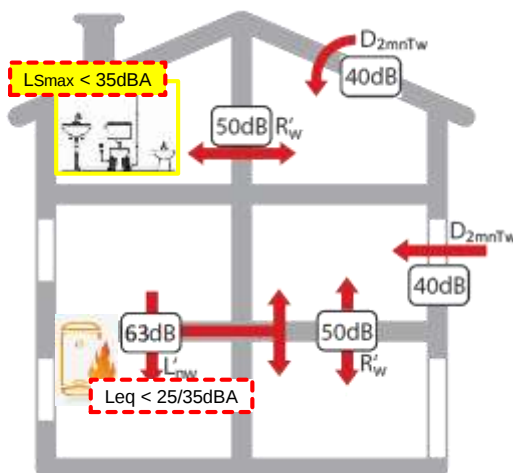
Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
E-mail: [ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it](mailto:ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it)  
[www.ordineingegnerinuoro.it](http://www.ordineingegnerinuoro.it)

## Premessa

DPCM 5/12/1997:  
**Valori da conseguirsi in opera**  
in edifici residenziali e assimilabili



Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e Isolamento Acustico



## Premessa



### Quando fare verifiche in opera?

- A seguito della realizzazione edificio per verifica conformità ai requisiti DPCM 5/12/97
- Classificazione acustica (volontaria) secondo UNI 11367
- Contenziosi civili
- Individuare problemi di trasmissione del rumore negli edifici

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico



## Premessa



Al contrario delle prestazioni strutturali ed energetiche, quelle acustiche passive richiedono il rispetto di prestazioni «in opera» !!!!

Quello che deve essere rispettato NON è il valore della grandezza acustica calcolata ( $R'_w$ ,  $L_n$ , ...), ma il valore della grandezza **misurata** in opera

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico



## Premessa



Da cosa dipende la differenza tra il valore di  $R'$  calcolato (stimato) ed il valore  $R'$  misurato?

- Dalla incertezza del dato sul singolo componente
- Dalla incertezza del modello di calcolo
- Dalla corrispondenza tra progetto e realizzazione in opera
- .....

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico



## Le norme tecniche



Con l'occasione della revisione quinquennale delle parti 4, 5, 7 e 14 della norma ISO 140 si è proceduto alla riscrittura dell'intero sistema di riferimento per le misure di acustica edilizia in opera, che ha portato, alla nuova serie ISO 16283.

Le norme ISO 140-4 e ISO 140-14 sono state sostituite (3/4/2014) ed accorpate nella norma ISO 16283-1:(2014): *"Acoustics - Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation"*,

In Italia è stata recepita (3/4/2014) come:

**UNI EN ISO 16283-1: 2014 «Acustica - Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea».**

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Cavour n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/248001  
E-mail: [ordineng@nuoro.it](mailto:ordineng@nuoro.it) - [ordini@nuoro.it](mailto:ordini@nuoro.it)  
Pec: [ordini@nuoro.it](mailto:ordini@nuoro.it)



## Le norme tecniche

La norma per le misure in opera del rumore da calpestio UNI EN ISO 140-7 è stata sostituita da:

**UNI EN ISO 16283-2: 2016 «Acustica - Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio».**

Nota: la ISO 140-7 è stata ritirata nel 2014.

Per coprire il vuoto normativo la UNI aveva pubblicato la UNI 11569 (valida da gennaio 2015 a gennaio 2016)

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Cavour n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/248001  
E-mail: [ordineng@nuoro.it](mailto:ordineng@nuoro.it) - [ordini@nuoro.it](mailto:ordini@nuoro.it)  
Pec: [ordini@nuoro.it](mailto:ordini@nuoro.it)



## Le norme tecniche

La norma per le misure in opera del rumore di facciata UNI EN ISO 140-5 è stata sostituita da:

**UNI EN ISO 16283-3: 2016 «Acustica - Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 3: Isolamento acustico di facciata».**

Nota: la ISO 140-5 è stata ritirata nel 2014.

Per coprire il vuoto normativo la UNI aveva pubblicato la UNI 11572 (da febbraio 2015 a luglio 2016)

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Norme tecniche di riferimento

In sintesi, per le verifiche in opera si utilizzano le seguenti norme:

|                          |                                                                                 |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| UNI EN ISO 16283-1: 2014 | per la determinazione del potere fonoisolante apparente $R'_w$                  |
| UNI EN ISO 16283-2: 2016 | per la determinazione del livello di calpestio normalizzato in opera $L'_{n,w}$ |
| UNI EN ISO 16283-3: 2016 | per la determinazione dell'isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$        |
| UNI EN ISO 10052: 2010   | per la verifica della rumorosità degli impianti (metodo di controllo)           |
| UNI EN ISO 16032: 2005   | per la verifica della rumorosità degli impianti (metodo tecnico progettuale)    |
| UNI EN ISO 717-1:2007    | Determinazione dell'indice di valutazione dell'isolamento per via aerea         |
| UNI EN ISO 717-2:2007    | Determinazione dell'indice di valutazione per rumori di tipo impattivo          |
| UNI EN ISO 3382-2:2008   | Determinazione del tempo di riverberazione (per ambienti ordinari)              |

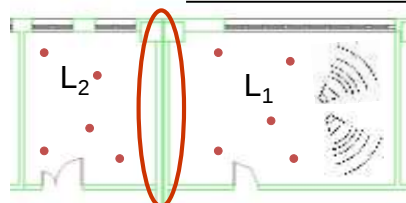
Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Significato del parametro e procedura di misura in opera: $R'_w$

Potere fonoisolante apparente



• Posizioni dei microfoni

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A}$$

UNI EN ISO 16283-1

$L_1$  = livello medio di pressione sonora misurato nell'ambiente sorgente (dove è attiva una sorgente di rumore) [dB]

$L_2$  = livello medio di pressione sonora misurato nell'ambiente ricevente [dB]

$S$  = superficie della partizione di separazione tra i due ambienti [ $m^2$ ]

$A$  = unità assorbenti del locale ricevente [ $m^2$ ] pari a  $0.16 V/T$

dove  $V$  = volume netto locale ricevente

$T$  = tempo di riverberazione locale ricevente

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico



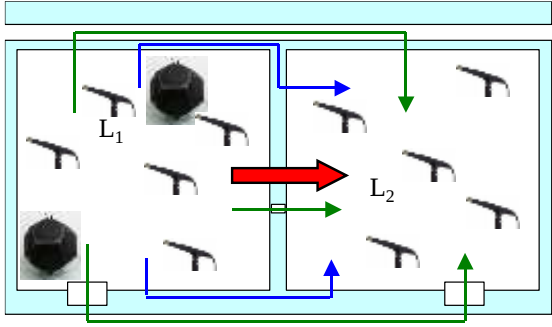


Ufficio degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
 Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
 Tel. 0785/240001  
 E-mail: [ingegneri@provincia.nu.it](mailto:ingegneri@provincia.nu.it)



## Significato del parametro e procedura di misura in opera: $R'_w$

### Potere fonoisolante apparente



$$R' = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A}$$

$S$  = area in comune tra i due ambienti

Distanze minime di separazione:

- 0,7 m tra le posizioni dei microfoni;
- 0,5 m tra ciascuna posizione di microfono e le pareti dell'ambiente o i diffusori;
- 1,0 m tra ciascuna posizione di microfono e la sorgente sonora.

Quando si usano posizioni per microfono fisse il numero minimo di misurazioni è dieci

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e Isolamento Acustico





Ufficio degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
 Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
 Tel. 0785/240001  
 E-mail: [ingegneri@provincia.nu.it](mailto:ingegneri@provincia.nu.it)



## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Aspetti generali

| Modifica/aggiunte | ISO 140-4/-14                                                                                                                                                   | ISO 16283-1                                                                                                                           |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titolo            | Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti | Acustica - Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea |
| Volumi ambienti   | Non specificato (ISO 140-4)<br>Fino a 250 m <sup>3</sup> (ISO 140-14)                                                                                           | Compreso tra 10 m <sup>3</sup> e 250 m <sup>3</sup>                                                                                   |

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e Isolamento Acustico



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
Email: [ordini@ingegneri.nu.it](mailto:ordini@ingegneri.nu.it) - [uffici@ingegneri.nu.it](mailto:uffici@ingegneri.nu.it)  
Pec: [ordini@ingegneri.nu.it](mailto:ordini@ingegneri.nu.it)



## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Qualità del dato

| Modifica/aggiunte           | ISO 140-4/-14      | ISO 16283-1                                                    |
|-----------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------|
| Incertezza di misura        | Non specificata    | Secondo la UN EN ISO 12999-1: 2014                             |
| Frequenza di taratura       | Non specificata    | 1 anno per il calibratore<br>2 anni per il fonometro           |
| Tipologia di taratura       | Non specificata    | In frequenza                                                   |
| Ente preposto alla taratura | Non specificato    | Laboratorio accreditati LAT                                    |
| Calibrazione                | Prima della misura | Prima e dopo della misura<br>con scarto non superiore a 0,5 dB |

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
Email: [ordini@ingegneri.nu.it](mailto:ordini@ingegneri.nu.it) - [uffici@ingegneri.nu.it](mailto:uffici@ingegneri.nu.it)  
Pec: [ordini@ingegneri.nu.it](mailto:ordini@ingegneri.nu.it)



## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Dati geometrici

| Modifica/aggiunte                      | ISO 140-4/-14   | ISO 16283-1                                                                                                         |
|----------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Misura del volume                      | Non specificata | Arrotondata al metrocubo.<br>Non vanno considerati i volumi occupati da mobilio chiuso con superfici non assorbenti |
| Misura della superficie di separazione | Non specificata | L'area di separazione è al lordo del mobilio                                                                        |

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Ambiente ricevente e sorgente

| Modifica/aggiunte                                     | ISO 140-4/-14                  | ISO 16283-1                                                                       |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Scelta dell'ambiente sorgente                         | L'ambiente con volume maggiore | Generalmente ambiente con volume maggiore                                         |
| Scelta dell'ambiente ricevente                        | Non specificata                | L'ambiente di forma più regolare anche se di volume maggiore                      |
| Scelta dell'ambiente sorgente (nel caso di un solaio) | Non specificata                | Ambiente superiore se l'altoparlante può stare a almeno 1,0 m del solaio in prova |

## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Misurazione

| Modifica/aggiunte                                      | ISO 140-4/-14   | ISO 16283-1                                               |
|--------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|
| Posizione operatore                                    | Non specificata | L'operatore sceglie se misurare all'interno o all'esterno |
| Uso otoprotettori                                      | Non specificata | si                                                        |
| Distanza dell'altoparlante dalla parete di separazione | 0,5 m           | 1,0 m (le altre distanze sono rimaste invariate)          |
| Altezza minima dell'altoparlante per misure di solai   | Non specificato | 1,0 m                                                     |



Ufficio degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
E-mail: [ingegneri@provincia.nu.it](mailto:ingegneri@provincia.nu.it) - [uffici@provincia.nu.it](mailto:uffici@provincia.nu.it)  
[www.provincia.nu.it](http://www.provincia.nu.it)



## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Misurazione

| Modifica/aggiunte                                                             | ISO 140-4/-14                                                                                                     | ISO 16283-1                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prescrizioni particolari sulla posizione dei microfoni                        | Non previste                                                                                                      | Non ci devono essere posizioni in griglia regolare, né posizioni su uno stesso piano parallelo ad una superficie dell'ambiente |
| Prescrizioni particolari per S con area in comune minore di 10 m <sup>2</sup> | S è il massimo tra l'area effettiva e V/7,5 in cui V è il volume più piccolo che è quello dell'ambiente ricevente | Nessuna prescrizione                                                                                                           |

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico



Ufficio degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
E-mail: [ingegneri@provincia.nu.it](mailto:ingegneri@provincia.nu.it) - [uffici@provincia.nu.it](mailto:uffici@provincia.nu.it)  
[www.provincia.nu.it](http://www.provincia.nu.it)



## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Misurazione con un altoparlante ed un microfono

| Modifica/aggiunte                                                       | ISO 140-4/-14                                                                                                  | ISO 16283-1                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Misure eseguite con un altoparlante e un microfono (anche aste rotanti) | Possono essere mediati livelli dell'ambiente trasmettente/ricevente con posizioni dell'altoparlante differenti | Devono essere mediati gli R' per ogni posizione dell'altoparlante |

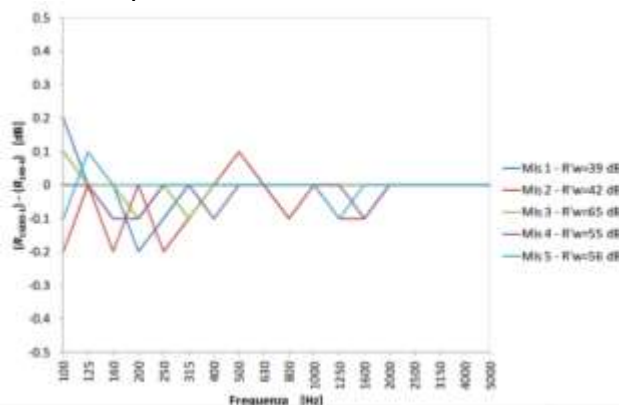
Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Misurazione con un altoparlante ed un microfono



Differenze misurate tra valori di  $R'$  elaborati secondo la ISO 16283-1 e secondo la ISO 140-4 con microfono in posizioni fisse ed altoparlanti

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Misurazione con movimento manuale

| Modifica/aggiunte             | ISO 140-4/-14 | ISO 16283-1                                                                                                           |
|-------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Misure con movimento a mano   | Non previste  | Previsti quattro tipi di movimento manuale                                                                            |
| Modalità di misura aggiuntive | -             | Aggiunte 4 modalità di misura con strumentazione tenuta in mano (scansione circolare, a elica, cilindro e semicerchi) |

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

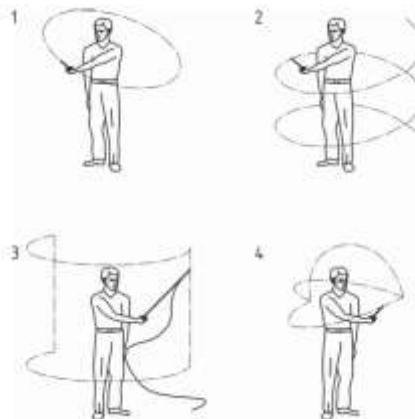
**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Misurazione con movimento manuale

1- cerchio 2- spirale 3- cilindrico 4- tre semicerchi

Per ogni movimento manuale la velocità massima angolare deve essere inferiore a 20° al secondo ( $T_{\min}=60$  s)



Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Misurazione a bassa frequenza

| Modifica/aggiunte       | ISO 140-4/-14                                   | ISO 16283-1                                                                                                                                  |
|-------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Definizioni nuove       | -                                               | $L_{\text{corner}}$ livello di pressione sonora d'angolo<br>$L_{\text{LF}}$ livello di pressione sonora medio energetico per basse frequenze |
| Misure a 50, 63 e 80 Hz | Procedura simile a quella adottata per i 100 Hz | Procedura particolare per volumi inferiori a 25 m <sup>3</sup>                                                                               |
| Misure d'angolo         | Non previste                                    | Previste per le misure a 50, 63 e 80 Hz e volumi inferiori a 25 m <sup>3</sup>                                                               |

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

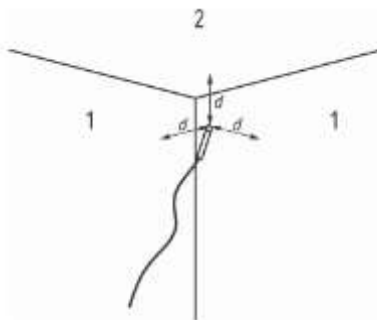
**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Misurazione a bassa frequenza

Esempio di posizione ad angolo

$d = 0,3 \sim 0,4$  m



Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Misurazione a bassa frequenza

Esempio di misura nella posizione ad angolo:

Per ogni angolo dell'ambiente (4 superiori e 4 inferiori) deve essere calcolato  $L_{corner}$ :

$$L_{corner} = 10 \log \left( \frac{p_{cornerLSI}^2 + p_{cornerLSI}^2 + \dots + p_{cornerLSq}^2}{q \times p_0^2} \right) (dB)$$

Il livello di pressione sonora medio energetico a bassa frequenza  $L_{LF}$  viene calcolato in modo ponderato con  $L$  misurati con il metodo standard:

$$L_{LF} = 10 \log \left( \frac{\frac{L_{corner}}{10} + \left( \frac{L}{2 \cdot 10^{10}} \right)}{3} \right) (dB)$$

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico





Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
Email: [ordini@ingegneri.nu.it](mailto:ordini@ingegneri.nu.it) - [uffici@ingegneri.nu.it](mailto:uffici@ingegneri.nu.it)  
Pec: [ordini@ingegneri.nu.it](mailto:ordini@ingegneri.nu.it)



## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

**Tempo di riverberazione**

| Modifica/aggiunte                                               | ISO 140-4/-14         | ISO 16283-1                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Riferimento normativo per la misura del tempo di riverberazione | UNI EN ISO 354        | UNI EN ISO 3382-2                                                                                                                |
| Curva di decadimento                                            | Non inferiore a 20 dB | Preferibile di 20 dB                                                                                                             |
| Operatori presenti nell'ambiente                                | Nessuna indicazione   | Eslicitato che ogni operatore che è presente nella misura nell'ambiente ricevente deve essere presente anche nella misura del Tr |

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e 
 Isolamento 
 Acustico





Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
Email: [ordini@ingegneri.nu.it](mailto:ordini@ingegneri.nu.it) - [uffici@ingegneri.nu.it](mailto:uffici@ingegneri.nu.it)  
Pec: [ordini@ingegneri.nu.it](mailto:ordini@ingegneri.nu.it)



## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

**Tempo di riverberazione**

| Modifica/aggiunte                                     | ISO 140-4/-14                                                                                                                                                                 | ISO 16283-1                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Misure a 50, 63 e 80 Hz                               | Come per le alte frequenze                                                                                                                                                    | Alle basse frequenze e sotto i 25 m <sup>3</sup> si misura solo alla banda dei 63 Hz e si estende a 50 e 80 Hz |
| Numero indicazioni posizioni (stazionario interrotto) | Una posizione dell'altoparlante e tre del microfono ripetute due volte (ISO 140-4).<br>6 posizioni del microfono e una dell'altoparlante con singola misurazione (ISO 140-14) | Possono essere usate 6 posizioni del microfono e una dell'altoparlante con singola misurazione                 |

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e 
 Isolamento 
 Acustico

## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Tempo di riverberazione

| Modifica/aggiunte                                             | ISO 140-4/-14                                                                                                                                                                 | ISO 16283-1                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Numero indicazioni posizioni (risposta all'impulso integrata) | Una posizione dell'altoparlante e tre del microfono ripetute due volte (ISO 140-4).<br>6 posizioni del microfono e una dell'altoparlante con singola misurazione (ISO 140-14) | Devono essere usate 6 posizioni del microfono e una della sorgente con singola misurazione (strumentazione non tenuta a mano) |

## Tempo di riverberazione

Table 1 — Minimum numbers of positions and measurements

|                                                        | Survey | Engineering <sup>a</sup> | Precision |
|--------------------------------------------------------|--------|--------------------------|-----------|
| Source-microphone combinations                         | 2      | 6                        | 12        |
| Source-positions <sup>b</sup>                          | ≥ 1    | ≥ 2                      | ≥ 2       |
| Microphone-positions <sup>c</sup>                      | ≥ 2    | ≥ 2                      | ≥ 3       |
| No. decays in each position (interrupted noise method) | 1      | 2                        | 3         |

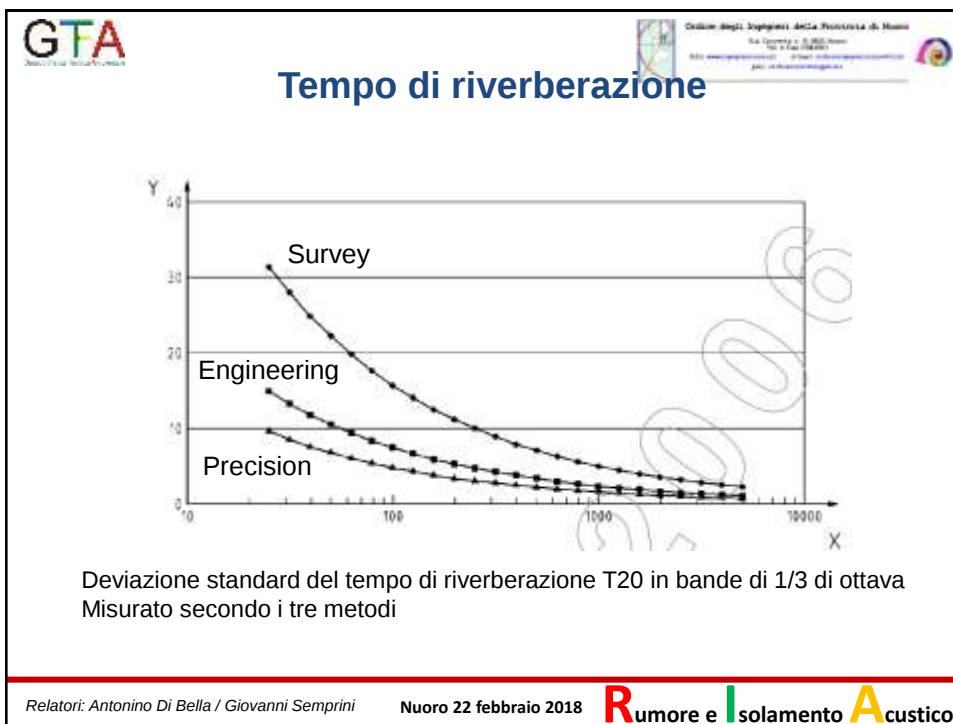
<sup>a</sup> When the result is used for a correction term to other engineering-level measurements, only one source-position and three microphone-positions are required.

<sup>b</sup> For the interrupted noise method uncorrelated sources may be used simultaneously.

<sup>c</sup> For the interrupted noise method and when the result is used for a correction term a rotating microphone boom may be used instead of multiple microphone-positions.

La media può essere fatta attraverso due procedimenti:

1. Media aritmetica dei singoli tempi di riverberazione;
2. Media energetica dei singoli decadimenti e determinazione del tempo di riverberazione



**GTA** Software for Acoustic Analysis

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
Email: [ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it](mailto:ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it)  
[www.ordineingegnerinuoro.it](http://www.ordineingegnerinuoro.it)

## Tempo di riverberazione

### Rumore stazionario interrotto

**PRO**

- Non sono necessari sistemi di acquisizione numerica complessi
- Permette di misurare tempi di riverberazioni in condizioni non stazionarie (ad es. vento)

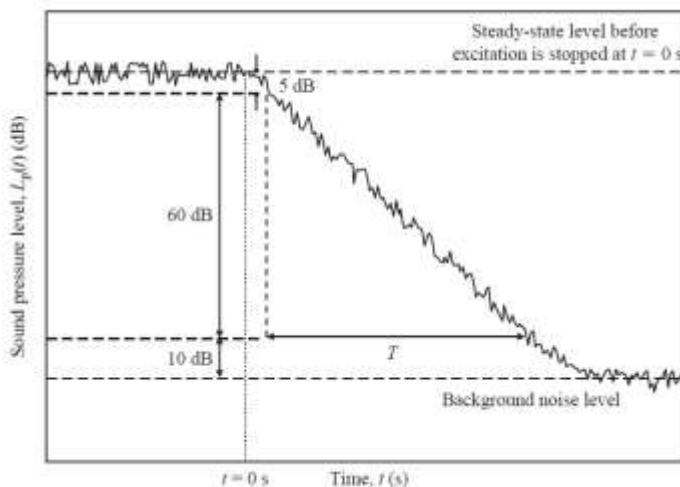
**CONTRO**

- Non permettono l'identificazione della risposta all'impulso ma soltanto la misura del tempo di riverberazione
- La correttezza della misurazione è fortemente dipendente dal rapporto segnale rumore (SNR)

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini    Nuoro 22 febbraio 2018    **R**umore e **I**solamento **A**custico

## Tempo di riverberazione

### Rumore stazionario interrotto



Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Tempo di riverberazione

### MLS Maximum Length Sequences

#### PRO

- Non dipende dal rapporto segnale rumore (nel prodotto di correlazione l'eventuale rumore presente si annulla)
- Permette di misurare risposte all'impulso di qualsiasi durata (aumentando i termini della sequenza  $s_n$ )

#### CONTRO

- Richiede una sincronizzazione numerica e una successiva elaborazione
- La correttezza del risultato dipende dalla stazionarietà del sistema

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
E-mail: [ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it](mailto:ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it)  
[www.ordineingegnerinuoro.it](http://www.ordineingegnerinuoro.it)



## Tempo di riverberazione

### Sweep sine

PRO, oltre quelli già citati per l'MLS

- Influenza della distorsione armonica dell'altoparlante
- Possibilità di raggiungere livelli di eccitazione dell'ambiente emittente superiori

CONTRO, oltre quelli già citati per l'MLS

- Tecnica in discussione in letteratura scientifica (INTERNOISE anni '30, MLS anni '70, SWEEP anni '90)

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
E-mail: [ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it](mailto:ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it)  
[www.ordineingegnerinuoro.it](http://www.ordineingegnerinuoro.it)



## Tempo di riverberazione

### Altri metodi

- palloncini
- pistole
- ...

PRO

- Portabilità, non richiedono dodecaedro e sistemi di generazione del segnale

CONTRO

- Limitata risposta in frequenza
- Utilizzabili solo per stime di massima

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Resoconto di prova

| Modifica/aggiunte                                | ISO 140-4/-14                               | ISO 16283-1             |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------|
| Arrotondamento del volume nel resoconto di prova | Non specificato                             | All'intero più prossimo |
| Descrizione della procedura a bassa frequenza    | Non prevista                                | Prevista                |
| Procedura di valutazione del campo diffuso       | Prevista (appendice A punto A,5 ISO 140-14) | Non prevista            |
| Misura della trasmissione laterale               | Prevista (appendice C ISO 140-4)            | Non prevista            |

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Confronto tra ISO 140-4 e ISO 16283-1

### Indicazioni sui punti di misura

Table C.1 — Number of microphone and loudspeaker positions determined from the floor area of the source and receiving rooms

| Measurement set-up | Floor area m <sup>2</sup> | Number of positions        |                                             |                                                     |                                       |
|--------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                    |                           | Loudspeakers (source room) | Fixed or manually-held microphone positions | Mechanized continuously-moving microphone positions | Manually-scanned microphone positions |
| A                  | < 50                      | 2                          | 5 <sup>a</sup> (10)                         | 1 <sup>a</sup> (2)                                  | 1 <sup>a</sup> (2)                    |
| B                  | 50 to 100                 | 2                          | 10 <sup>b</sup> (10)                        | 2 <sup>b</sup> (2)                                  | 2 <sup>b</sup> (2)                    |

<sup>a</sup> The same five microphone positions, microphone traverse or manual-scanning path may be used for both loudspeaker positions.

<sup>b</sup> The same microphone positions, microphone traverse or manual-scanning path should not be used for both loudspeakers.

NOTE The numbers in parentheses for the microphone positions are the total numbers of sound pressure level measurements to be carried out in the room.

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

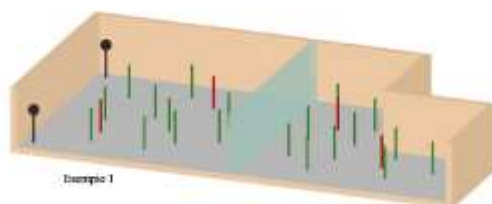
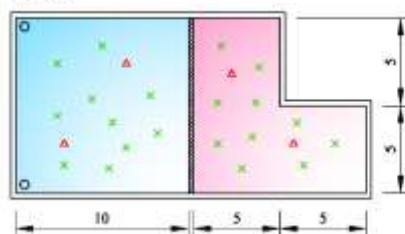
Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Casi particolari

### UNI EN ISO 16283-1 Isolamento per via aerea Misurazioni orizzontali - Esempi

Esempio 1



Esempio 1

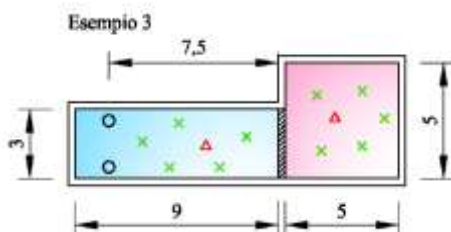
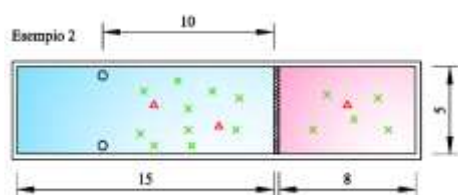
- Camera Emittente
- Camera Ricevente
- Partizione esistente
- Assorbente
- Posizione illustrata dell'assorbente
- Microfono Floor
- Microfono Ceiling

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Casi particolari

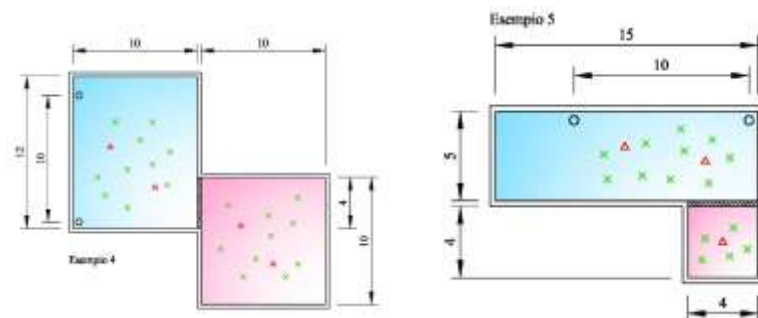


Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Casi particolari



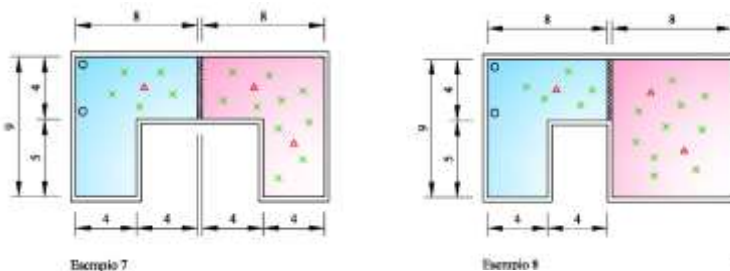
La norma affronta anche il caso di misurazioni con ambienti sfalsati; in questo frangente, le sorgenti sonore saranno posizionate in quella parte di ambiente emittente più vicina alla partizione comune, in maniera asimmetrica. Se la larghezza della partizione comune, nel caso di misurazioni orizzontali, è minore della metà della larghezza della partizione dell'ambiente ricevente, la distanza tra gli altoparlanti è ridotta a 2,5 volte la larghezza della partizione comune, ma comunque non meno di 5 m e sempre non più di 10 m. Come nel caso degli esempi 4 e 5.

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Casi particolari



Per le misurazioni orizzontali eseguite in una sola direzione, generalmente si sceglie come ambiente emittente quello più grande, tuttavia, se uno dei due ambienti ha una geometria complicata, è più opportuno utilizzare come ambiente ricevente l'ambiente ben definito, anche se il più grande, come si può vedere nell'esempio 8.

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

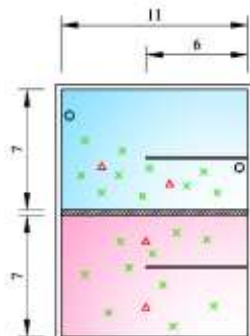
Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

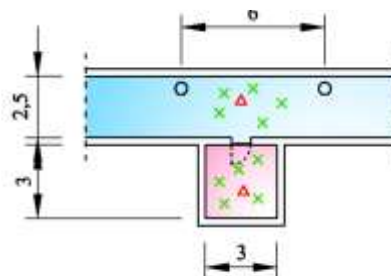
## Casi particolari



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
 Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
 Tel. 0785/240001  
 E-mail: [ordini@ingegneri.nu.it](mailto:ordini@ingegneri.nu.it) [ordini@ingegneri.nu.it](mailto:ordini@ingegneri.nu.it)  
 P.I. 01450000900



Esempio 10



Esempio 14

Nell'esempio 14, la porta si affaccia su un corridoio. Gli altoparlanti dovranno distare almeno 6 m tra loro e essere posizionati in maniera asimmetrica rispetto alla posizione della porta, ad esempio uno 2,5 m a destra della porta e l'altro 3,5 m a sinistra della porta.

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

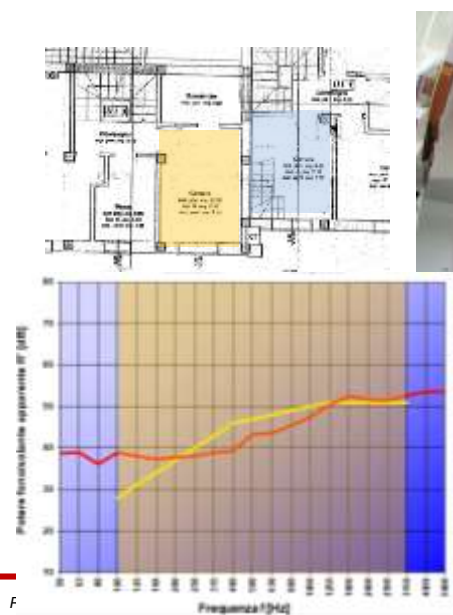
Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## Caso studio



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
 Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
 Tel. 0785/240001  
 E-mail: [ordini@ingegneri.nu.it](mailto:ordini@ingegneri.nu.it) [ordini@ingegneri.nu.it](mailto:ordini@ingegneri.nu.it)  
 P.I. 01450000900



$R_w = 47 \text{ dB}$

F

febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

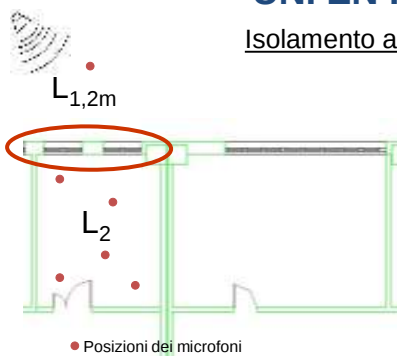




Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
E-mail: ordingnuoro@ordineingegnerinuoro.it  
www.ordineingegnerinuoro.it

## UNI EN ISO 16283-3

### Isolamento acustico di facciata



$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \lg \frac{T}{0.5} \quad (\text{dB})$$

● Posizioni dei microfoni

$L_{1,2m} =$  livello di pressione sonora in esterno (dove è attiva una sorgente di rumore o traffico veicolare continuo) misurato a 2 metri dalla facciata [dB]

$L_2 =$  livello medio di pressione sonora misurato nell'ambiente ricevente [dB]

$T =$  tempo di riverberazione locale ricevente [s]

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e 
 Isolamento 
 Acustico

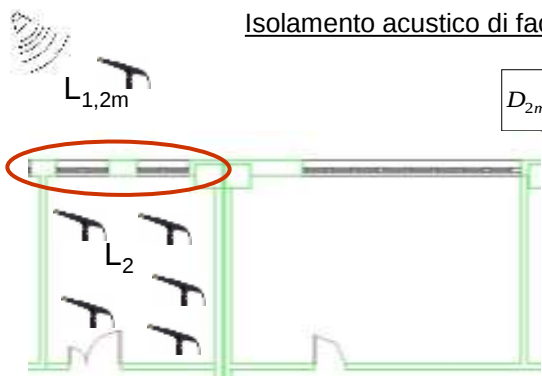




Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
E-mail: ordingnuoro@ordineingegnerinuoro.it  
www.ordineingegnerinuoro.it

## UNI EN ISO 16283-3

### Isolamento acustico di facciata



$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \lg \frac{T}{0.5} \quad (\text{dB})$$

**Distanze minime di separazione:**

- 0,7 m tra le posizioni dei microfoni;
- 0,5 m tra ciascuna posizione di microfono e le pareti dell'ambiente o i diffusori;
- 1,0 m tra ciascuna posizione di microfono e la sorgente sonora.

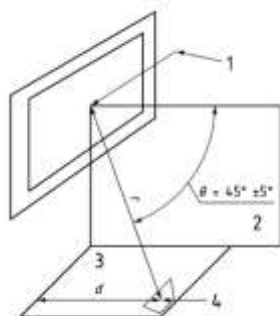
Quando si usano posizioni per microfono fisse il numero minimo di misurazioni è cinque.

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e 
 Isolamento 
 Acustico

## UNI EN ISO 16283-3



Posizionare il microfono all'esterno a metà della larghezza della facciata.

La distanza deve essere:

(2,0 ± 0,2) m dal piano della facciata, o 1,0 m da un'eventuale balaustra o altre simili sporgenze.

L'altezza del microfono deve essere 1,5 m al di sopra del pavimento dell'ambiente ricevente.

Se la parte principale della facciata è una costruzione in pendenza come un tetto, scegliere la posizione ad una distanza non minore della proiezione della parte verticale della facciata.

Geometria del metodo con altoparlante

1. Normale alla facciata
2. Piano verticale
3. Piano orizzontale
4. Altoparlante

## UNI EN ISO 16283-3

### Isolamento acustico di facciata

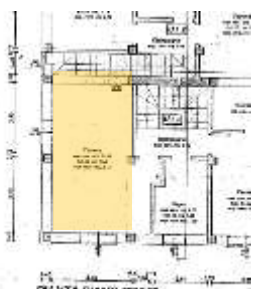
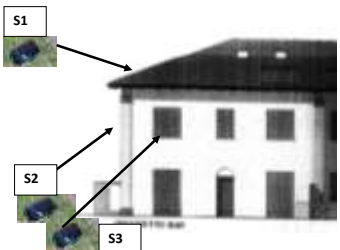
#### Novità della ISO 16283 parte 3:

- Campo sonoro non diffuso
- Procedura per le basse frequenze
- Scansione manuale
- Adottate le stesse prescrizioni per l'ambiente ricevente della parte 1
- Utilizzo di diverse sorgenti acustiche
  - Cassa acustica direzionale
  - Cassa acustica omnidirezionale
  - Infrastrutture di trasporto

**GTA**  
Sistemi di Acustica e Vibrazione

**Caso studio**

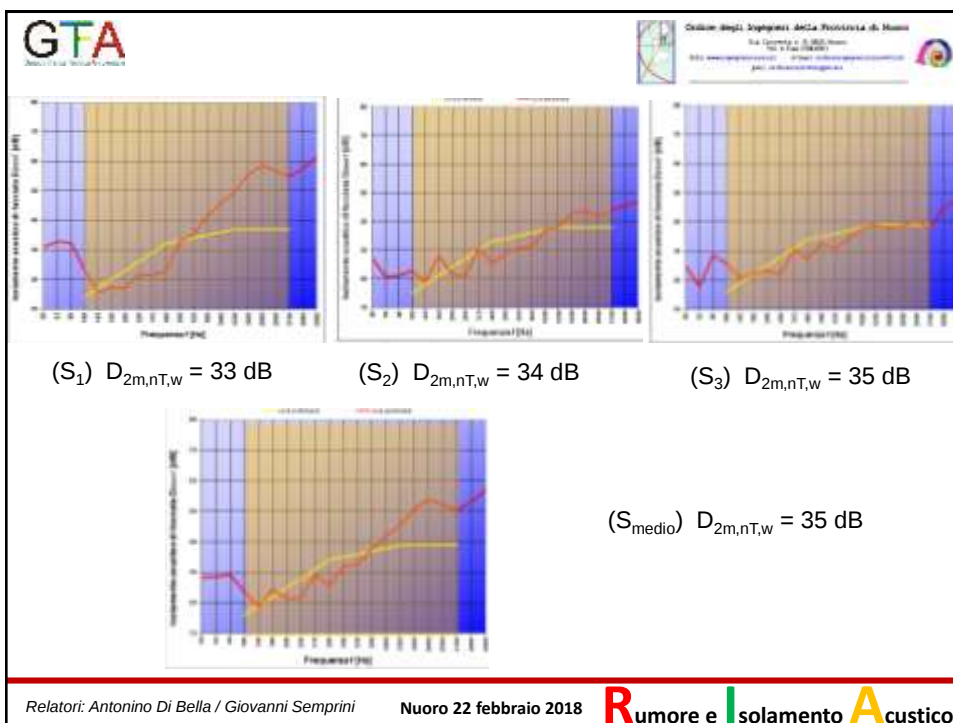
Officina degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
E-mail: [www.ingegneri.provincia.nuoro.it](mailto:www.ingegneri.provincia.nuoro.it) - [uffici@ingegneri.provincia.nuoro.it](mailto:uffici@ingegneri.provincia.nuoro.it)  
Pec: [uffici@ingegneri.provincia.nuoro.it](mailto:uffici@ingegneri.provincia.nuoro.it)



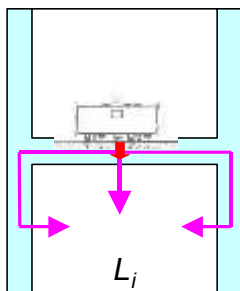


Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini      Nuoro 22 febbraio 2018      **R**umore e **I**solamento **A**custico



## ISO 16283-2

Livello di calpestio normalizzato rispetto all'area di assorbimento



$$L_n = L_i + 10 \lg \frac{A}{A_0} \text{ (dB)}$$

- $L_i$  = livello medio di pressione sonora misurato nell'ambiente ricevente (dove al piano superiore è attiva una macchina di calpestio normalizzata) [dB]  
 $A$  = Area di assorbimento equivalente  
 $A_0$  = Area di assorbimento equivalente di riferimento = 10 m<sup>2</sup>

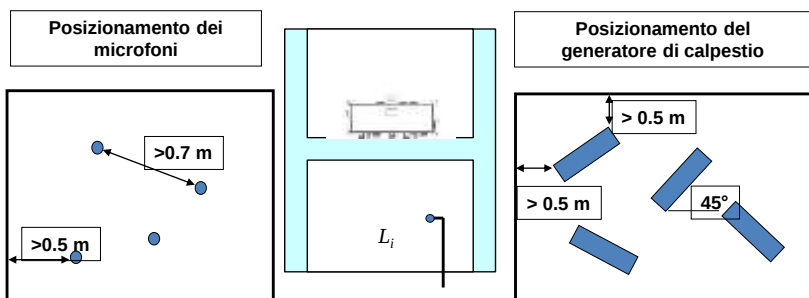
Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico

## ISO 16283-2

The number of microphone positions shall equal the number of tapping machine positions or integer multiples of the number of tapping machine positions.  
 The same number of microphone positions shall be used for each tapping machine position.



Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

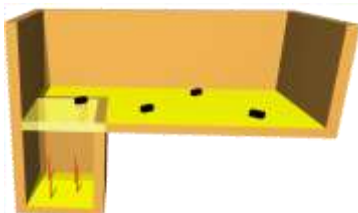
**R**umore e **I**solamento **A**custico

## ISO 16283-2

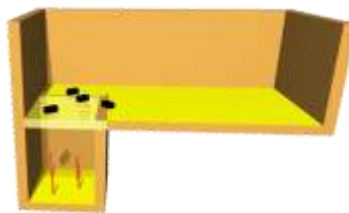
### Novità della ISO 16283 parte 2:

- Campo sonoro non diffuso
- Procedura per le basse frequenze
- Scansione manuale
- Adottate le stesse prescrizioni per l'ambiente ricevente della parte 1
- Utilizzo di diverse sorgenti impattive
  - Macchina di calpestio (50 a 5000 HZ per 1/3 ottava)
  - Palla di gomma (50 a 630 HZ per 1/3 ottava)

### UNI EN ISO 16283-2 – Casi particolari



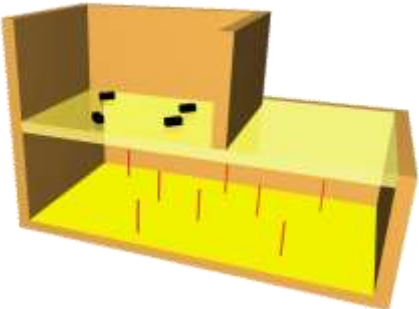
Secondo la casistica standard le posizioni della macchina di calpestio devono essere distribuite uniformemente su tutto il solaio



Secondo la definizione dei casi particolari le posizioni della macchina di calpestio devono essere in prossimità del locale ricevente

**GTA**  
Gruppo Tecnico Acustico

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/248401  
E-mail: [ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it](mailto:ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it)  
[www.ordineingegnerinuoro.it](http://www.ordineingegnerinuoro.it)

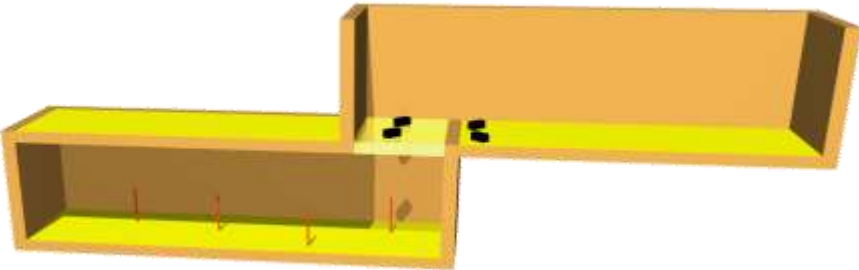


Caso in cui l'ambiente superiore ha dimensione minore di quello sottostante

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini    Nuoro 22 febbraio 2018    **R**umore e **I**solamento **A**custico

**GTA**  
Gruppo Tecnico Acustico

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/248401  
E-mail: [ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it](mailto:ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it)  
[www.ordineingegnerinuoro.it](http://www.ordineingegnerinuoro.it)



Per i solai che risultino solo parzialmente in comune per una superficie minore o uguale a 20 m<sup>2</sup> la macchina di calpestio deve essere posizionata nella zona di solaio più vicina all'ambiente ricevente

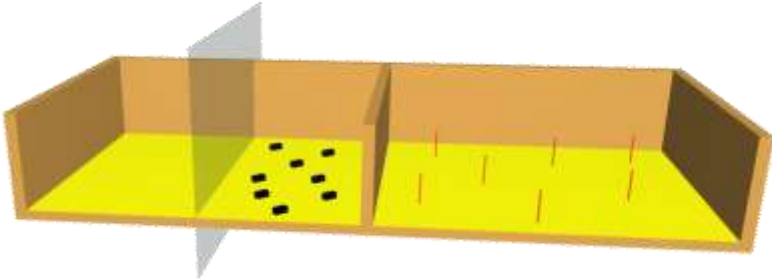
Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini    Nuoro 22 febbraio 2018    **R**umore e **I**solamento **A**custico



**GTA**  
Gruppo Tecnico Acustico



Ufficio degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
Email: [uffici@provincia.nu.it](mailto:uffici@provincia.nu.it) - [uffici@provincia.nu.it](mailto:uffici@provincia.nu.it)  
[www.provincia.nu.it](http://www.provincia.nu.it)



Nel caso di misure tra ambienti adiacenti che presentino dimensioni superiori a 20 m<sup>2</sup> si deve utilizzare per il posizionamento della macchina di calpestio un'area di circa 20 m<sup>2</sup> sfruttando tutta la larghezza degli ambienti

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

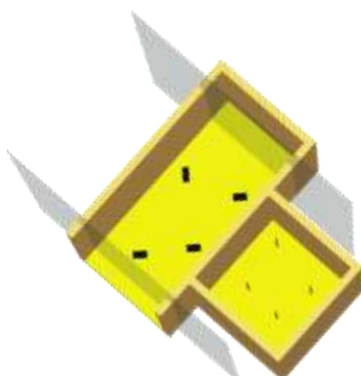
**R**umore e **I**solamento **A**custico



**GTA**  
Gruppo Tecnico Acustico



Ufficio degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
Email: [uffici@provincia.nu.it](mailto:uffici@provincia.nu.it) - [uffici@provincia.nu.it](mailto:uffici@provincia.nu.it)  
[www.provincia.nu.it](http://www.provincia.nu.it)

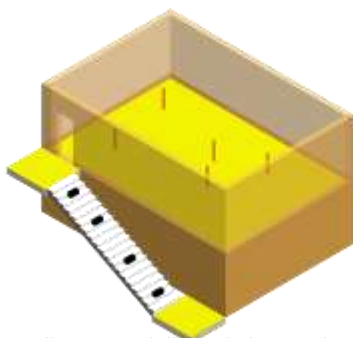


Nel caso di corridoi, la misura dell'isolamento ai rumori impattivi tra un corridoio ed una stanza nello stesso piano o tra piani sovrapposti deve essere realizzata posizionando la macchina di calpestio in un'area adiacente al locale ricevente: tale area di prova, di circa 10 m<sup>2</sup>, deve comprendere tutta la larghezza del corridoio

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico



Nelle rampe delle scale la macchina di calpestio deve essere posizionata sul secondo gradino a partire dall'alto e nel secondo a partire del basso, le altre devono essere distribuite tra queste due posizioni

Numero consigliato di posizioni in funzione della tipologia del solaio e della geometria degli ambienti:

| Superficie del pavimento dell'ambiente sorgente [m <sup>2</sup> ] | Numero di posizioni:  | Superficie del soffitto dell'ambiente ricevente [m <sup>2</sup> ] |                   |                   |                   |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                                                   |                       | ≤ 50                                                              |                   | ≥ 50              |                   |
|                                                                   |                       | Partizione tipo 1                                                 | Partizione tipo 2 | Partizione tipo 1 | Partizione tipo 2 |
| < 20                                                              | Macchina di calpestio | 4                                                                 | 4                 | 4                 | 4                 |
|                                                                   | Microfoni fissi       | 4                                                                 | 4                 | 8                 | 8                 |
|                                                                   | Microfoni rotanti     | 1                                                                 | 1                 | 2                 | 2                 |
| da 20 a 50                                                        | Macchina di calpestio | 8                                                                 | 4                 | 8                 | 4                 |
|                                                                   | Microfoni fissi       | 4                                                                 | 4                 | 8                 | 8                 |
|                                                                   | Microfoni rotanti     | 1                                                                 | 1                 | 2                 | 2                 |
| > 50                                                              | Macchina di calpestio | 8                                                                 | 8                 | 8                 | 8                 |
|                                                                   | Microfoni fissi       | 4                                                                 | 4                 | 8                 | 8                 |
|                                                                   | Microfoni rotanti     | 1                                                                 | 1                 | 2                 | 2                 |

2 Tipologia di partizione 1: Solai in legno, in cemento con travetti o nervature o partizioni con spessore inferiore a 100 mm, con qualsiasi tipo di pavimentazione

2 Tipologia di partizione 2: Solai omogenei con spessore uguale o maggiore a 100 mm, solai prefabbricati o con elementi di alleggerimento con qualsiasi tipo di pavimentazione

Il DPCM 5/12/97:

- ✓ non indica alcuna norma tecnica per la misurazione dei livelli degli impianti LASmax e LAeq;
- ✓ non cita specifiche procedure di misura, salvo indicare che il livello del rumore degli impianti deve essere valutato nell'ambiente ove risulta più elevato (purché non quello in cui il rumore si origina);
- ✓ pare intenda limitare il rumore prodotto da un impianto verso ambienti di terzi, cioè (come già visto per R'w) verso le altre proprietà; sulla base di ciò, quindi, pure i limiti LASmax e LAeq vengono a valere fra distinte unità immobiliari.

I metodi di misura ed i parametri di valutazione definiti nelle norme

- ✓ UNI EN ISO 16032:2005 – Misurazione del livello di pressione sonora di impianti tecnici in edifici – **metodo tecnico progettuale**
  - ✓ UNI EN ISO 10052:2005 – Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea, del rumore da calpestio e della rumorosità degli impianti – **metodo di controllo**
- sono compatibili con il DPCM.

Il DPCM non prevede la normalizzazione del risultato della misura rispetto al tempo di riverberazione dell'ambiente nel quale essa stessa viene svolta.

La UNI EN ISO 16032 descrive un metodo per la misurazione del livello di pressione sonora di impianti tecnici installati nelle strutture edili, anche per quanto attiene agli impianti sanitari.

La UNI EN ISO 10052 descrive metodi per la misurazione in opera di tutti i requisiti acustici passivi.

|                                                         | UNI EN ISO 16032                          | UNI EN ISO 10052               |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|
| Accuratezza del metodo                                  | ingegneristico                            | di controllo                   |
| Volume dell'ambiente                                    | fino a 300 m <sup>3</sup>                 | fino a 150 m <sup>3</sup>      |
| Indicatori globali rilevabili                           | $L_{eq} (a) - L_{max} (a) (b)$            | $L_{eq} (a) - L_{max} (a) (b)$ |
| Intervallo di frequenze di riferimento (bande d'ottava) | 31,5 – 8000 Hz                            | 125 – 2000 Hz                  |
| N. posizioni microfoniche                               | 3 (una in angolo)                         | 2 (una in angolo)              |
| N. misure per posizione                                 | $\approx \Delta L$ posizione d'angolo (c) | 3                              |
| Correzione per rumore di fondo                          | sì                                        | no                             |

Note:

a) ponderazione in frequenza "A" o "C"

b) ponderazione temporale "F" o "S"

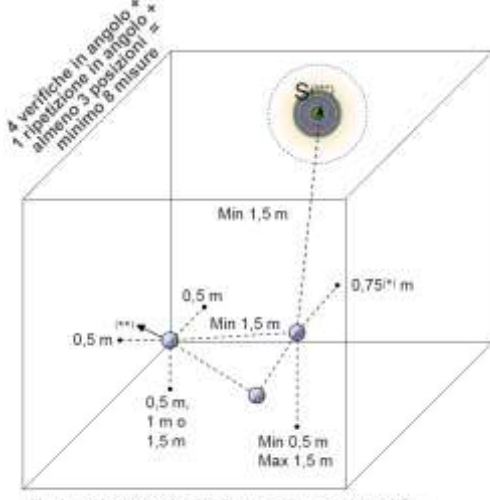
c) arrotondamento della differenza tra due misurazioni successive di  $L_{eq}$  o  $L_{Amax}$





Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
 Via Corrida n. 5, 08100 Nuoro  
 Tel. 0785/248901  
 E-mail: [ordineng@ordineingegnerinuoro.it](mailto:ordineng@ordineingegnerinuoro.it)

### DISPOSIZIONE DEI PUNTI DI MISURA SECONDO UNI EN ISO 16032



<sup>(1)</sup> In ambienti molto piccoli la distanza può essere ridotta a 0,5 m.  
<sup>(2)</sup> Il microfono deve essere posizionato ad almeno 0,2 m da qualsiasi ostacolo.  
<sup>(3)</sup> posizione della sorgente o dell'elemento edificio che ospita gli impianti o separa l'ambiente di misura da quello in cui viene generato il rumore.

Tre posizioni microfoniche fisse.

La posizione d'angolo è quella ove si verifica il più alto livello globale di pressione sonora ponderato "C".

Le altre due posizioni sono individuate nel campo riverberante dell'ambiente.

Per ogni misura deve usarsi un normale ciclo operativo dell'impianto.

Il numero di misure su ogni posizione è dato dalla differenza del livello globale di pressione sonora (LAeq o LASmax) ottenuto nella posizione d'angolo per due rilevazioni successive.

Il livello medio di pressione sonora è calcolato, dopo la correzione sulla base del livello del rumore di fondo, a partire dall'insieme delle misure nelle tre posizioni.

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

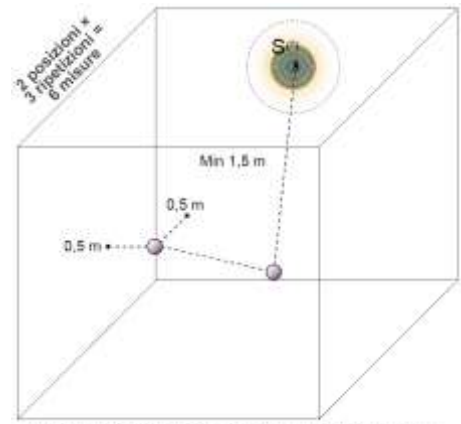
Rumore e Isolamento Acustico





Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
 Via Corrida n. 5, 08100 Nuoro  
 Tel. 0785/248901  
 E-mail: [ordineng@ordineingegnerinuoro.it](mailto:ordineng@ordineingegnerinuoro.it)

### DISPOSIZIONE DEI PUNTI DI MISURA SECONDO UNI EN ISO 10052



<sup>(1)</sup> posizione della sorgente o dell'elemento edificio che ospita gli impianti o separa l'ambiente di misura da quello in cui viene generato il rumore.

Due posizioni microfoniche fisse.

La posizione 1 è vicina all'angolo con le superfici acustiche apparentemente più rigide.

La posizione 2 è nel campo riverberante dell'ambiente.

In ogni posizione l'intervallo di misurazione è scelto in conformità ad almeno un ciclo dell'impianto utilizzato in condizioni normali.

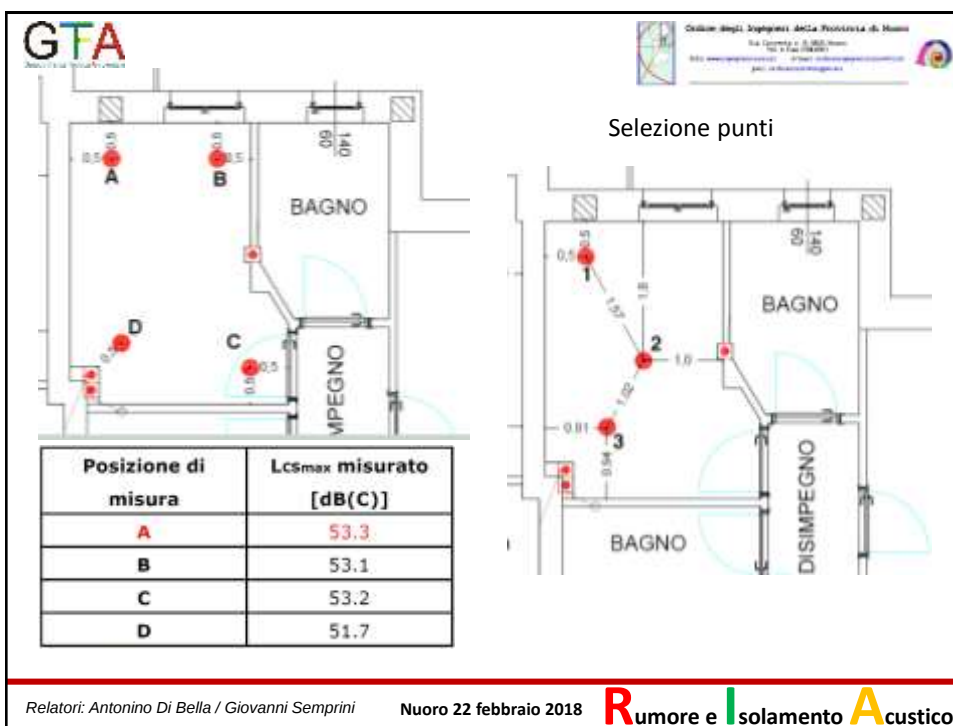
Si utilizzano 3 cicli operativi dell'impianto in condizioni normali per ogni misura.

Per calcolare il livello medio di pressione sonora, dopo la correzione in base al livello del rumore di fondo, si procede con media ponderata considerando una volta la misura in posizione 1 e due volte quella in posizione 2.

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e Isolamento Acustico



**GTA**  
Sistemi di Trascrizione

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/240001  
Info: www.ingegneri-nuoro.it - uffici@ingegneri-nuoro.it  
paci@ingegneri-nuoro.it

|                                      | Posizione di misura             |                   |                   | Media energetica rumore impianto |
|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|
|                                      | 1<br>(angolo)                   | 2<br>(c. riverb.) | 3<br>(c. riverb.) |                                  |
| L <sub>A5max</sub> misurato [dB(A)]  | 42,4                            | 41,6              | 42,6              |                                  |
| Frequenza (Hz)                       | L <sub>Smax</sub> misurato [dB] |                   |                   | L <sub>L</sub> calcolato [dB]    |
| 16                                   | 32,5                            | 31                | 31,3              | 31,6                             |
| 31,5                                 | 43                              | 30,4              | 30,4              | 38,7                             |
| 63                                   | 51,4                            | 41,1              | 41                | 47,4                             |
| 125                                  | 43,9                            | 46,2              | 46,1              | 45,5                             |
| 250                                  | 38,5                            | 41,9              | 41,6              | 41,0                             |
| 500                                  | 34                              | 33,2              | 33,3              | 33,5                             |
| 1.000                                | 37,7                            | 35,7              | 35,9              | 36,5                             |
| 2.000                                | 36,7                            | 38,1              | 38,3              | 37,6                             |
| 4.000                                | 32,2                            | 33                | 33,1              | 32,8                             |
| 8.000                                | 26                              | 26,6              | 26,7              | 26,4                             |
| L <sub>A5max</sub> calcolato [dB(A)] |                                 |                   |                   | 42,8                             |

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini      Nuoro 22 febbraio 2018      **R**umore e **I**solamento **A**custico



**GTA**  
Gruppo Tecnico Acustico



Ufficio degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/248001  
Email: [ingegneri@provincia.nu.it](mailto:ingegneri@provincia.nu.it) - [uffici@provincia.nu.it](mailto:uffici@provincia.nu.it)  
Pec: [uffici@provincia.nu.it](mailto:uffici@provincia.nu.it)

| Frequenza<br>(Hz) | L <sub>1</sub><br>impianto<br>[dB] | L <sub>2</sub><br>fondo<br>[dB] | ΔL<br>differenza<br>[dB] | K<br>correzione<br>[dB] | L<br>corretto<br>[dB] | curva A<br>ponderazione<br>[dB] | L corretto<br>ponderato<br>A [dB(A)] |
|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 63                | 47,4                               | 41,0                            | 6,4                      | 1,1                     | 46,2                  | - 26,2                          | 20,0                                 |
| 125               | 45,5                               | 34,6                            | 10,9                     | 0,0                     | 45,5                  | - 16,1                          | 29,4                                 |
| 250               | 41,0                               | 31,1                            | 9,9                      | 0,5                     | 40,5                  | - 8,6                           | 31,9                                 |
| 500               | 33,5                               | 20,8                            | 12,8                     | 0,0                     | 33,5                  | - 3,2                           | 30,3                                 |
| 1.000             | 36,5                               | 24,1                            | 12,5                     | 0,0                     | 36,5                  | 0,0                             | 36,5                                 |
| 2.000             | 37,8                               | 20,3                            | 17,5                     | 0,0                     | 37,8                  | 1,2                             | 39,0                                 |
| 4.000             | 32,8                               | 15,9                            | 16,9                     | 0,0                     | 32,8                  | 1,0                             | 33,8                                 |
| 8.000             | 26,4                               | 20,4                            | 6,0                      | 1,2                     | 25,2                  | - 1,1                           | 24,1                                 |

$L_{A,Sm\max} = 42,7 \text{ [dB(A)]}$

↓

$L_{A,Sm\max} = 43 \text{ [dB(A)]}$

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico



**GTA**  
Gruppo Tecnico Acustico



Ufficio degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro  
Tel. 0785/248001  
Email: [ingegneri@provincia.nu.it](mailto:ingegneri@provincia.nu.it) - [uffici@provincia.nu.it](mailto:uffici@provincia.nu.it)  
Pec: [uffici@provincia.nu.it](mailto:uffici@provincia.nu.it)

Grazie per l'attenzione

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

**R**umore e **I**solamento **A**custico