




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

RUMORE AMBIENTALE E VALUTAZIONI PREVISIONALI
Modelli di previsione e procedure di valutazione del rumore ambientale anche alla luce di quanto previsto dai nuovi decreti 41 e 42 del 2017.

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino






Principale Quadro legislativo EUROPEO di riferimento

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e Isolamento Acustico



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro
Via Garibaldi, 10 - 07100 Nuoro
Tel. 0785/241111
E-mail: ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it
Pec: ordineingegnerinuoro@pec.it



DIRETTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 25 giugno 2002

relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale
(GU L 189 del 18.7.2002, pag. 12)

RACCOMANDAZIONE DELLA COMMISSIONE

del 6 agosto 2003

concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



Principale Quadro legislativo NAZIONALE

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



L. 30 ottobre 2014, n. 161

Disposizioni per l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia all'Unione europea - Legge europea 2013-bis.

Art. 19.

Delega al Governo in materia di inquinamento acustico. Armonizzazione della normativa nazionale con le direttive 2002/49/CE, 2000/14/CE e 2006/123/CE e con il regolamento (CE) n. 765/2008



D.Lgs 41 e D.Lgs 42 del 2017

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



Principale legislazione nazionale di riferimento

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- Legge 26 ottobre 1995, n°447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- Decreto del Ministero dell'ambiente 11 Dicembre 1996 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo";
- D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- Decreto del Ministero dell'ambiente del 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico";
- Circolare 6 Settembre 2004 "Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali pubblicato sulla gazzetta ufficiale n.217 del 15 Settembre 2004;
- Decreto legislativo 194 del 19 agosto 2005 Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale;
- D.M. 10-9-2010 - Pubblicato nella Gazz. Uff. 18 settembre 2010, n. 219. Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



Principale Quadro legislativo Regione Sardegna

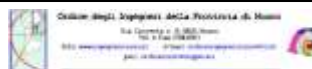
Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



Legislazione di riferimento della
Regione Sardegna



Delibere RAS che hanno caratterizzato la problematica del rumore generato da turbina eolica

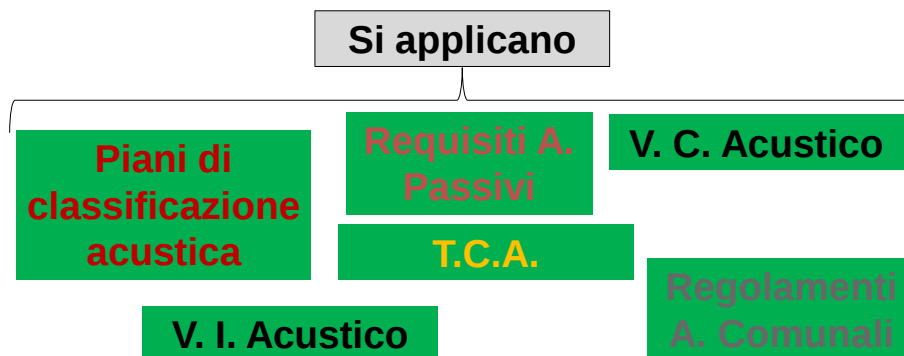
- linee guida emanate dalla Regione Autonoma della Sardegna con deliberazione R.A.S. n.62/9 del 14/11/2008
- **Delibera della Giunta Regionale Sardegna 3/17 del 16 gennaio 2009 e allegati**
- Delibera Giunta Regionale Sardegna 27/16 del 1 giugno 2011

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

linee guida emanate dalla Regione Autonoma della Sardegna con deliberazione **R.A.S. n.62/9 del 14/11/2008** e le ultime **DGR 18/19 del maggio 2016**



Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

Punti da trattare nella valutazione previsionale di impatto acustico

secondo l'Allegato alla Delibera RAS 62/9 del 2008 e smi

- "descrizione della tipologia dell'opera o attività in progetto, del ciclo produttivo e tecnologico, degli impianti, delle attrezzature e dei macchinari che verranno utilizzati, dell'ubicazione dell'insediamento e del contesto in cui viene inserita"
- "descrizione delle caratteristiche costruttive dei locali (coperture, murature, serramenti, vetrate ecc.) con particolare riferimento alle caratteristiche acustiche dei materiali utilizzati"
- "descrizione delle sorgenti rumorose connesse all'opera o attività, con indicazione dei dati di targa relativi alla potenza acustica e loro ubicazione. In situazioni di incertezza progettuale sulla tipologia o sul posizionamento delle sorgenti sonore che saranno effettivamente installate è ammessa l'indicazione di livelli di emissione stimati per analogia con quelli derivanti da sorgenti simili (nel caso non siano disponibili i dati di potenza acustica, dovranno essere riportati i livelli di emissione di pressione sonora)"
- "indicazione degli orari di attività e di quelli di funzionamento degli impianti principali e sussidiari. Dovranno essere specificate le caratteristiche temporali dell'attività e degli impianti, indicando l'eventuale carattere stagionale, la durata nel periodo diurno e notturno e se tale durata è continua o discontinua, la frequenza di esercizio, la possibilità (o la necessità) che durante l'esercizio vengano mantenute aperte superfici vetrate (porte o finestre), la contemporaneità di esercizio delle sorgenti sonore, eccetera"
- "indicazione della classe acustica cui appartiene l'area di studio. Nel caso in cui l'amministrazione comunale non abbia ancora approvato e adottato il Piano di classificazione acustica è cura del proponente ipotizzare, sentita la stessa Amministrazione comunale, la classe acustica da assegnare all'area interessata"
- "**identificazione e descrizione dei recettori** presenti nell'area di studio, con indicazione delle loro caratteristiche utili sotto il profilo acustico, quali ad esempio la destinazione d'uso, l'altezza, la distanza intercorrente dall'opera o attività in progetto, con l'indicazione della classe acustica da assegnare a ciascun recettore presente nell'area di studio avendo particolare riguardo per quelli che ricadono nelle classi I e II"

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



Punti da trattare nella valutazione previsionale di impatto acustico

secondo l'Allegato alla Delibera RAS 62/9 del 2008 e smi

- | | |
|----|---|
| g) | "individuazione delle principali sorgenti sonore già presenti nell'area di studio e indicazione dei livelli di rumore preesistenti in prossimità dei recettori di cui al punto precedente. L'individuazione dei livelli di rumore si effettua attraverso misure articolate sul territorio con riferimento a quanto stabilito dal D.M. Ambiente 16 marzo 1998 (Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico)" |
| h) | "calcolo previsionale dei livelli sonori generati dall'opera o attività nei confronti dei recettori e dell'ambiente esterno circostante indicando i parametri e i modelli di calcolo utilizzati. Particolare attenzione deve essere posta alla valutazione dei livelli sonori di emissione e di immissione assoluti, nonché ai livelli differenziali, qualora applicabili, all'interno o in facciata dei recettori individuati. La valutazione del livello differenziale deve essere effettuata nelle condizioni di potenziale massima criticità del livello differenziale" |
| i) | "calcolo previsionale dell'incremento dei livelli sonori in caso di aumento del traffico veicolare indotto da quanto in progetto nei confronti dei recettori e dell'ambiente circostante" |
| l) | "descrizione degli eventuali interventi da adottarsi per ridurre i livelli di emissioni sonore al fine di ricondurli al rispetto dei limiti associati alla classe acustica assegnata o ipotizzata per ciascun recettore. La descrizione di detti interventi è supportata da ogni informazione utile a specificare le loro caratteristiche e a individuare le loro proprietà di riduzione dei livelli sonori, nonché l'entità prevedibile delle riduzioni stesse" |
| m) | "analisi dell'impatto acustico generato nella fase di realizzazione, o nei siti di cantiere, secondo il percorso logico indicato ai punti precedenti, e puntuale indicazione di tutti gli appropriati accorgimenti tecnici e operativi che saranno adottati per minimizzare il disturbo e rispettare i limiti (assoluto e differenziale) vigenti all'avvio di tale fase, fatte salve le eventuali deroghe per le attività rumorose temporanee di cui all'art. 6, comma 1, lettera h, e dell'art. 9 della legge 447/1995" |
| n) | "indicazione del provvedimento regionale con cui il tecnico competente in acustica ambientale, che ha predisposto la documentazione di impatto acustico, è stato riconosciuto "competente in acustica ambientale" ai sensi della legge n. 447/1995, art. 2, commi 6 e 7" |

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



Esempio Eolico.

DGR 3/17 del 2009

Distanze secondo D.G.R. 3/17 e s.m.i.

(Si riporta di seguito il testo del punto 4.3.3 di della 3/17 così come modificato dalla 27/16 per una più chiara lettura della presente tabella).

4.3.3 Distanze di rispetto dagli insediamenti rurali

Al fine di limitare gli impatti visivi, acustici e di ombreggiamento, ogni singolo aerogeneratore dovrà rispettare una distanza pari a:

- **300 metri** da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno (h. 6.00 – h. 22.00);
- **500 metri** da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno (h. 22.00 – 6.00), o case rurali ad utilizzazione residenziale di carattere stagionale;
- ~~700~~ >>> **500 metri** (DGR27/16 del 2011) da nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale, così come definiti all'art. 82 delle NTA del PPR;

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



Normativa tecnica di riferimento e linee guida normalmente applicate in Sardegna



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro

Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro

Tel. 0785/240001

fax 0785/240002

info@ordineingegneri.no

www.ordineingegneri.no

provincia@ordineingegneri.no



D.G.R. 62/9 del 2008 – Valutazione previsionale di impatto acustico.

Inoltre nel caso degli impianti eolici, alcuni Enti preposti alla valutazione di impatto ambientale richiedono, oltre a quanto previsto dalla 62/9, l'applicazione della

1. UNI TR 11143-7 del marzo 2013
2. linee guida pubblicate dall'ISPRA nel novembre 2013 - relative alla valutazione acustica dei parchi eolici.

CRITICITÀ: difficoltà reperimento e correlazione dati anemologici

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



Esempio Eolico.



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro

Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro

Tel. 0785/240001

fax 0785/240002

info@ordineingegneri.no

www.ordineingegneri.no

provincia@ordineingegneri.no



Normativa tecnica di riferimento e linee guida normalmente applicate in Sardegna

Problematiche procedurali e caso studio analizzato

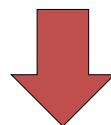
Una problematica riscontrata riguarda il tempo di misura e le modalità per la valutazione del rumore ambientale ante operam

Linee guida dell'ISPRA



tempo di misura ante operam pari a 15 giorni

UNI TR 11143-7



punto 4.3 prevede due modalità di misura



breve termine punto 4.3.3

le modalità di esecuzione consistono in una serie di rilievi della durata complessiva pari ad alcune ore



lungo termine
punto 4.3.2

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

Rumore e Isolamento Acustico



DGR 27/16 del 2011

Delibera Giunta Regionale Sardegna 27/16 del 1 giugno 2011 e s.m.i.

Linee guida attuative del decreto del Ministero per lo Sviluppo Economico del 10.9.2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", e modifica della D.G.R. n. 25/40 dell'1.7.2010



SI FISSA IL PROCEDIMENTO DI AUTORIZZAZIONE UNICA PER L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI - LINEE GUIDA



Allegato 4 al DM 10/9/2010.
punto 5.3 mitigazioni in fase di cantiere – Distanza generica di 200m da recettori sensibili (muniti di agibilità)
punto 6.1 Analisi delle sorgenti sonore – **Rilevamenti ante e post operam** e verifica del rispetto dei limiti della zonizzazione acustica secondo DPCM 14/11/97

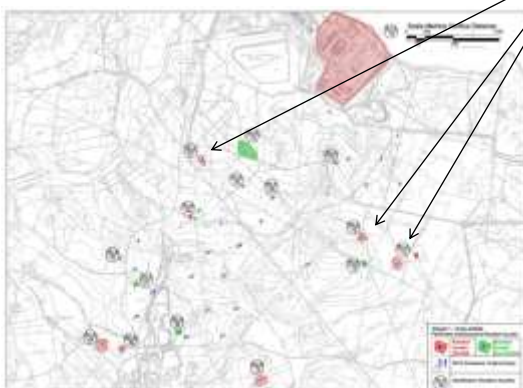
Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



**Individuazione recettori
DGR.RAS 62/9- DGR
3/17 etc..**



CRITICITÀ: difficoltà individuazione recettori sensibili /non sensibili – costi e tempi valutazione

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

GTA
Società di Tecnica e Progettazione

verifica distanze minime fra WTG e recettori, onde valutare quanto previsto dal punto 4.3.3 "Distanze di rispetto dagli insediamenti rurali" Allegato alla Delib. G. R. n.3/17 del 16/01/2009 così come modificata dalla Delib. G.R. n.27/16 del 01/06/2011

ID	Descrizione del recettore	Tipo	Dist. min. D.C. R. 3/17	Dist. piano rotore WTG		Dist. piano orizzontale WTG più vicina		Esito Verifica
				-m	WTG più vicina	-m	WTG n°	
RC-A01	Fabbricato adibito ad uso agricolo/zootecnico per stoccaggio Fieno e frumento e ricovero bestiame con presenza non continuativa di personale in orario diurno (6.00-22.00)	non sensibile	-	170	WTG n°12	150	WTG n°12	OK
RC-A02	Fabbricato ubicato in agro	non sensibile	-	215	WTG n°12	190	WTG n°12	OK
RC-A03	Fabbricato adibito ad uso agricolo/zootecnico per stoccaggio Fieno e frumento. Con ipotizzata presenza continuativa di personale in orario diurno (6.00-22.00)	sensibile	300	370	WTG n°16	355	WTG n°16	OK
RC-A04	Fabbricato adibito ad uso agricolo/zootecnico per stoccaggio Fieno/ frumento e ricovero bestiame	sensibile	300	400	WTG n°16	390	WTG n°16	OK
RC-A05	Fabbricato adibito ad uso agricolo/zootecnico per stoccaggio Fieno/ frumento, ricovero bestiame con accertata presenza non continuativa di personale in orari diurni (6.00-22.00)	non sensibile	-	135	WTG n°20	90	WTG n°20	OK
RC-A06	Struttura in legno a carattere precario adibita ad uso agricolo / ricovero attrezzi ad utilizzo saltuario non continuativo	non sensibile	-	300	WTG n°7	280	WTG n°7	OK
RC-A07	Fabbricato rurale adibito ad uso agricolo/zootecnico e residenziale di carattere stagionale	sensibile	500	660	WTG n°7	655	WTG n°7	OK
RC-A08	Fabbricato adibito ad uso agricolo/zootecnico per stoccaggio Fieno, frumento e ricovero bestiame con accertata presenza non continuativa di personale diurno (6.00-22.00)	non sensibile	-	430	WTG n°8	417	WTG n°8	OK
RC-A09	Fabbricato adibito ad uso agricolo/zootecnico per stoccaggio Fieno, frumento e ricovero bestiame con accertata presenza non continuativa di personale diurno (6.00-22.00)	non sensibile	-	305	WTG n°8	289	WTG n°8	OK
RC-A10	Fabbricato adibito ad uso industriale (Stazione di trasformazione parco eolico ENEL esistente)	non sensibile	-	760	WTG n°8	755	WTG n°8	OK
RC-A11	Fabbricato adibito ad uso agricolo/zootecnico per stoccaggio Fieno, frumento e ricovero bestiame con accertata presenza non continuativa di personale diurno (6.00-22.00)	non sensibile	-	165	WTG n°4	130	WTG n°4	OK
RC-A12-1	Fabbricato rurale adibito ad uso agricolo abitativo non permanente a carattere stagionale	sensibile	500	540	WTG n°5	530	WTG n°5	OK
RC-A12	Fabbricato rurale adibito ad uso agricolo abitativo non permanente a carattere	sensibile	500	555	WTG n°5	545	WTG n°5	OK

Comune di Sassari
RD4

Dati catastali
Identificativi: F320M Categoria: pascolo (B)

Coordinate
Est: 1.462.044,20 Nord: 4.522.686,80

Quota sul livello del mare: 53 m s.l.m. Buffer di rispetto: 500,00 m

Sensibile = SI




Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

GTA
Società di Tecnica e Progettazione

Compilazione modulistica in caso di minieolico

NO

ALLEGATO E-5
Impatto acustico delle attività con emissioni sonore non superiori ai limiti di legge
Legge n° 447/1995; D.P.R. n° 227/2011

Si usa per:
Attività rumorose soggette all'obbligo di predisposizione della documentazione di impatto acustico le cui emissioni sonore **NON** superano i limiti stabiliti dal documento di classificazione acustica del territorio comunale di riferimento. Invero, ove questo non sia stato adottato, i limiti individuati dal DPCM 14 novembre 1997.
Per le attività le cui emissioni sonore superano i limiti sopra indicati si utilizza il modello A10 in luogo del presente.
[Riservato all'ufficio SUAP] Il presente modello comporta l'attivazione dei seguenti endoprocedimenti:
- Verifiche connesse all'impatto acustico

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



Compilazione modulistica in caso di minieolico

OK



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

ALLEGATO A-10 Dichiarazione di conformità dell'impianto alle vigenti norme (L.R. n° 3/2008, art. 1, comma 21) CONFORMITA' ALLE NORME IN MATERIA DI IMPATTO ACUSTICO	Si usa per: Attività rumorose soggette all'obbligo di predisposizione della documentazione di impatto acustico e cui emissioni sonore sono potenzialmente superiori ai limiti stabiliti dal documento di classificazione acustica del territorio comunale di riferimento ovvero, ove questo non sia stato adottato, i limiti individuati dal DPCM 14 novembre 1997. Per le attività le cui emissioni sonore non superano i limiti sopra indicati si utilizza il modello E5 in luogo del presente. [Riservato all'ufficio SUAP] il presente modello comporta l'attivazione dei seguenti endoprocedimenti: - Verifiche connesse all'impatto acustico Ed inoltre, per attività rumorose temporanee: - Impatto acustico: verifiche ARPAS
---	---

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino
Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e
 Isolamento
 Acustico



Conclusioni



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

Il presente lavoro ha avuto lo scopo di illustrare, l'applicazione di quanto previsto dalla normativa acustica, nella regione Sardegna, in merito alla valutazione previsionale di impatto acustico, relativa all'installazione di turbine eoliche di grossa taglia. Dall'analisi delle procedure eseguita sono emersi alcuni punti di riflessione sulle procedure

- per i rilevamenti ante operam
- sul calcolo previsionale del livello differenziale.

In merito alla valutazione dei livelli ambientali ante operam, si ritiene che gli stessi possano essere eseguiti con le differenti modalità previste dalla UNI TS 11143-7 e Linee guida ISPRA purché le stesse siano adeguate al sito, alla tutela dei recettori presenti e il costo per la realizzazione dei rilievi sia proporzionale alla tipologia di impianto in progetto

In merito al calcolo previsionale del livello differenziale, si ritiene che questo sia richiesto per la verifica normativa, anche se i valori numerici ottenuti con il calcolo previsionale, così anche come riportato dalle linee guida ISPRA, sono da considerarsi puramente indicativi.

Gli stessi dovranno infatti essere accertati nella fase di esercizio

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino
Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e
 Isolamento
 Acustico

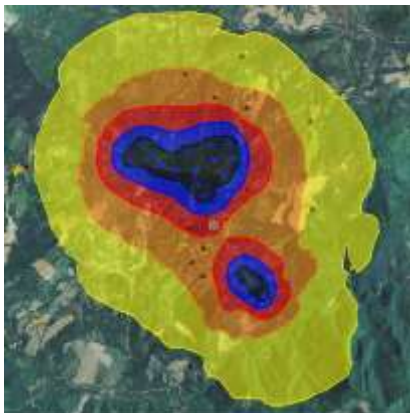
I modelli di calcolo

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

I modelli di calcolo



ISO9613

- non considera l'effetto delle condizioni meteo sulla propagazione (solo alcuni termini correttivi e solo propagazione sottovento);
- non prevede sorgenti più alte di 30 m;
- non prevede attenuazione maggiore da parte del suolo con l'aumento della distanza sorgente – ricevitore.

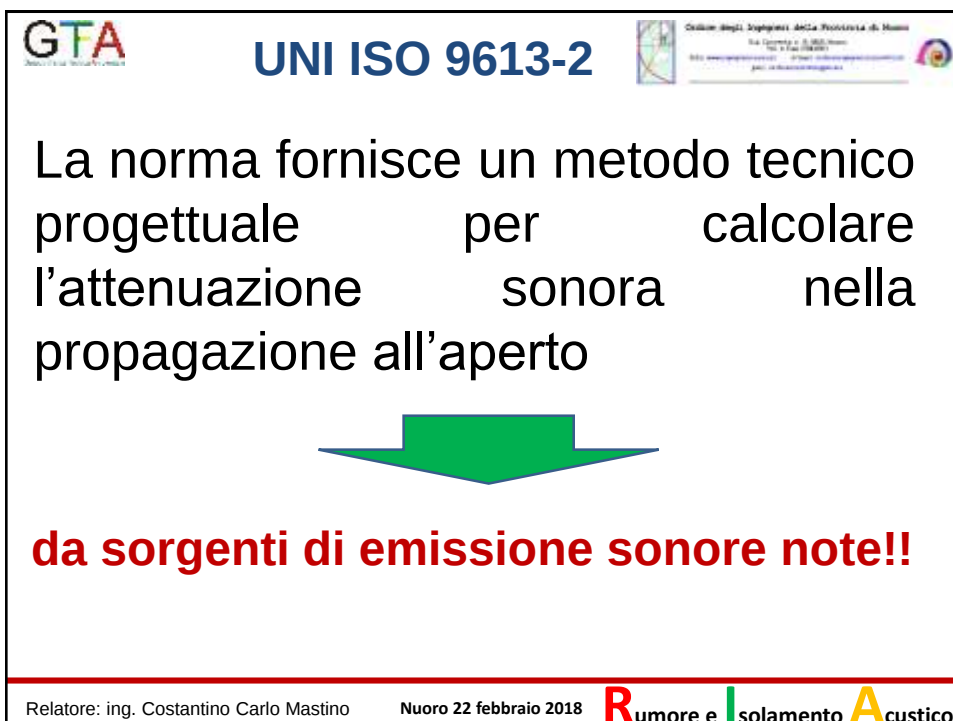
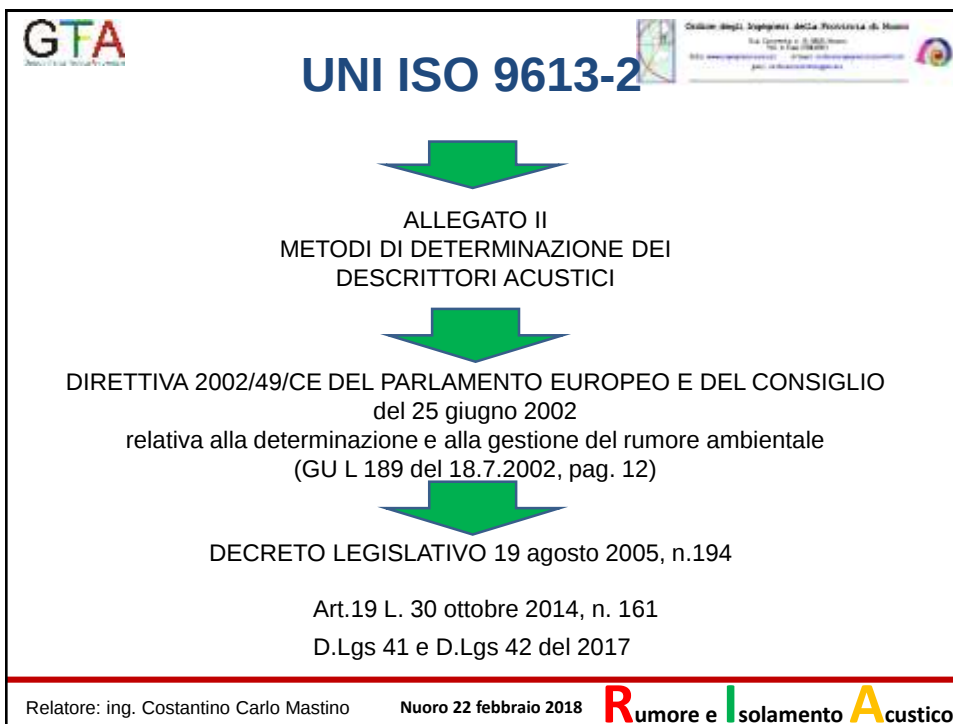
Nord2000

- valutazione dettagliata degli *effetti meteorologici* sulla propagazione;
- non pone limitazioni sulla *distanza*;
- considera il profilo di *velocità del suono* al variare dell'*altezza*;
- effettua uno studio approfondito dell'*orografia del terreno* e la sua conseguente attenuazione.

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico





UNI ISO 9613-2

NORME SERIE IEC 61400



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



IEC 61400-1 Design requirements
 IEC 61400-2 Small wind turbines
 IEC 61400-3 Design requirements for offshore wind turbines
 IEC 61400-3-2 Design requirements for floating offshore wind turbines
 IEC 61400-4 Design requirements for wind turbine gearboxes
 IEC 61400-5 Wind turbine rotor blades
IEC 61400-11 Acoustic noise measurement techniques
 IEC 61400-12 Wind turbine power performance testing
 IEC 61400-13 Measurement of mechanical loads
IEC 61400-14 Declaration of apparent sound power level and tonality values
 IEC 61400-21 Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines
 IEC 61400-22 Conformity testing and certification
 IEC 61400-23 Full-scale structural testing of rotor blades
 IEC 61400-24 Lightning protection
 IEC 61400-25 Communication protocol
 IEC 61400 26 Time based availability for wind turbines
 IEC 61400-27 Electrical simulation models for wind power generation (Committee Draft)

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino
Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e
 Isolamento
 Acustico



UNI ISO 9613-2



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



Negli algoritmi sono presenti termini specifici per i seguenti effetti fisici:

1. divergenza geometrica;
2. assorbimento atmosferico:
3. effetto del suolo;
4. riflessione da superfici;
5. schermatura da ostacoli.

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino
Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e
 Isolamento
 Acustico

GTA **UNI ISO 9613-2**

DESCRIZIONE DELLA SORGENTE



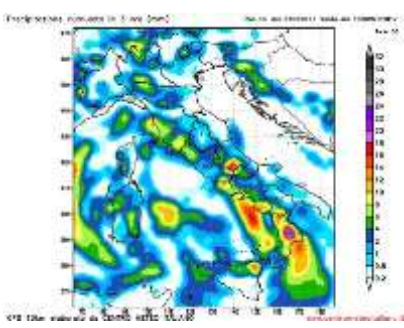
A red arrow points from the traffic image to a green circle containing the text "Sorgente Puntiforme". A large black question mark is positioned to the right of the images.

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino Nuoro 22 febbraio 2018 **R**umore e **I**solamento **A**custico

GTA **UNI ISO 9613-2**

CONDIZIONI METEOROLOGICHE

a) direzione del vento entro un angolo di $\pm 45^\circ$;



b) velocità del vento compresa tra 1 m/s e 5 m/s, misurata a un'altezza dal suolo compresa tra 3 m e 11 m.

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino Nuoro 22 febbraio 2018 **R**umore e **I**solamento **A**custico



UNI ISO 9613-2



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



EQUAZIONI DI BASE

Il livello continuo equivalente di pressione sonora

per banda di ottava nel senso del vento ad una postazione del ricettore, $L_{fT}(DW)$

$$L_{fT}(DW) = L_W + D_c - A$$

dove:

L_W è il livello di potenza sonora per bande di ottava, in decibel, prodotto dalla sorgente sonora puntiforme e calcolato rispetto alla potenza sonora di riferimento di 1 pW;

D_c è la correzione di direttività, in decibel;

A è l'attenuazione per bande di ottava.

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



UNI ISO 9613-2



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



Attenuazione

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

dove:

A_{div} è l'attenuazione dovuto alla divergenza geometrica;

A_{atm} è l'attenuazione dovuto all'assorbimento;

A_{gr} è l'attenuazione dovuta all'effetto;

A_{bar} è l'attenuazione dovuta a ostacoli;

A_{misc} è l'attenuazione dovuta ad altri effetti eterogenei.

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



UNI ISO 9613-2



Unione degli Ingegnieri della Provincia di Nuoro
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro
Tel. 0785/240001
E-mail: unioneingegneri@unioneingegneri.it
Pec: unioneingegneri@pec.it



Si otterrà il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A nel senso del vento, sommando le medie quadratiche temporali delle pressioni sonore

$$L_{AT}(DW) = 10 \lg \left\{ \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^8 10^{0,1[L_{Tf}(ij) + A_f(j)]} \right] \right\} \text{ dB}$$

dove:

- n** è il numero di contributi i (sorgenti e percorsi);
- j** è un indice che indica le otto frequenze centrali di banda di ottava da 63 Hz a 8 kHz;
- A_f** rappresenta la ponderazione A normalizzata.

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



UNI ISO 9613-2



Unione degli Ingegnieri della Provincia di Nuoro
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro
Tel. 0785/240001
E-mail: unioneingegneri@unioneingegneri.it
Pec: unioneingegneri@pec.it



Il livello medio di pressione sonora ponderato A nel lungo periodo, $L_{AT}(LT)$, si calcola con l'equazione:

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met}$$

dove:

C_{met} è la correzione meteorologica

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

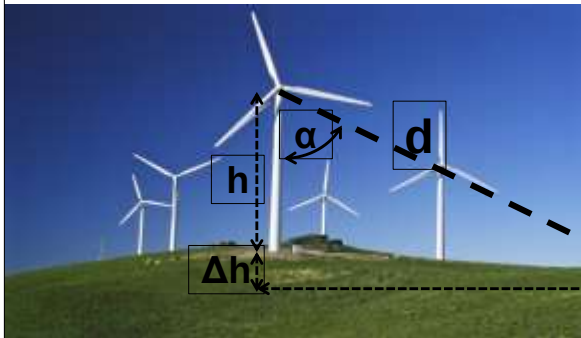
GTA **UNI ISO 9613-2** Calcolo degli Ingegneri della Provincia di Nuoro

CALCOLO DEI TERMINI DI ATTENUAZIONE

Divergenza geometrica (Adiv)

$$A_{div} = [20 \lg (d/d_0) + 11] \text{ dB}$$

SCHEME



d = radius [m]
 α = angle [rad]
 h = high tower [m]
 Δh = difference altitude between wind turbine and the receptor [m]

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino Nuoro 22 febbraio 2018 **R**umore e **I**solamento **A**custico

GTA **UNI ISO 9613-2** Calcolo degli Ingegneri della Provincia di Nuoro

CALCOLO DEI TERMINI DI ATTENUAZIONE

Assorbimento atmosferico (Aatm)

$$A_{atm} = \alpha d / 1\,000$$

Dove:

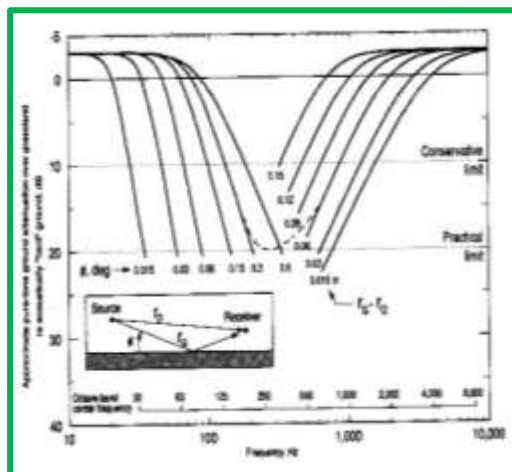
α è il coefficiente di assorbimento atmosferico, in decibel al kilometro, alla frequenza centrale per ciascuna banda di ottava.

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino Nuoro 22 febbraio 2018 **R**umore e **I**solamento **A**custico

CALCOLO DEI TERMINI DI ATTENUAZIONE

Effetto suolo (Agr)

L'attenuazione da effetto suolo, Agr, è soprattutto il risultato dell'interferenza del suono riflesso dalla superficie del terreno con il suono che si propaga direttamente dalla sorgente al ricevitore.



Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e Isolamento Acustico

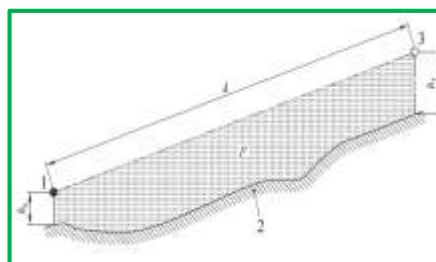
CALCOLO DEI TERMINI DI ATTENUAZIONE

Schermatura (Abar)

Metodo di valutazione dell'altezza media, hm

Un oggetto deve essere considerato ostacolo schermante (spesso chiamato barriera), se soddisfa ai seguenti requisiti:

- massa superficiale uguale ad almeno 10 kg/m²;
- oggetto costituito da una superficie chiusa senza grosse interruzioni o vuoti (di conseguenza, gli impianti di processo di stabilimenti chimici sono, per esempio, ignorati);
- dimensione orizzontale dell'oggetto, in senso perpendicolare alla linea sorgente-ricettore, maggiore della lunghezza d'onda acustica λ alla frequenza centrale per banda di ottava interessata; in altre parole $(l_1 + l_2) > \lambda$



- | | |
|---------------------------------|-------------------|
| 1 | Sorgente |
| 2 | Profilo del suolo |
| 3 | Ricettore |
| $h_m = F/d$, dove F è l'area | |

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

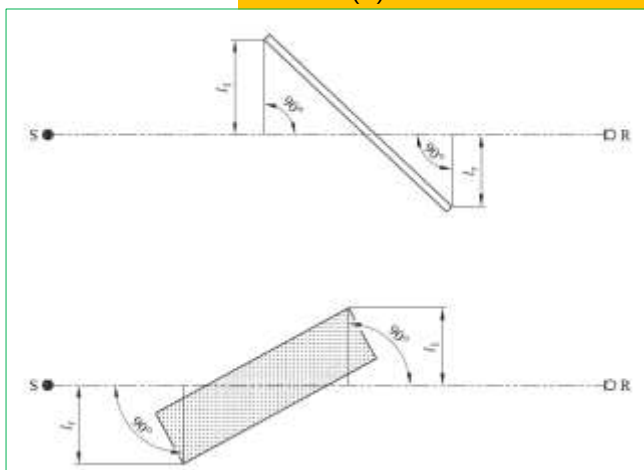
Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e Isolamento Acustico

CALCOLO DEI TERMINI DI ATTENUAZIONE

Schermatura (Abar)

Vista in pianta di due ostacoli tra sorgente (S) e ricevitore (R)



Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

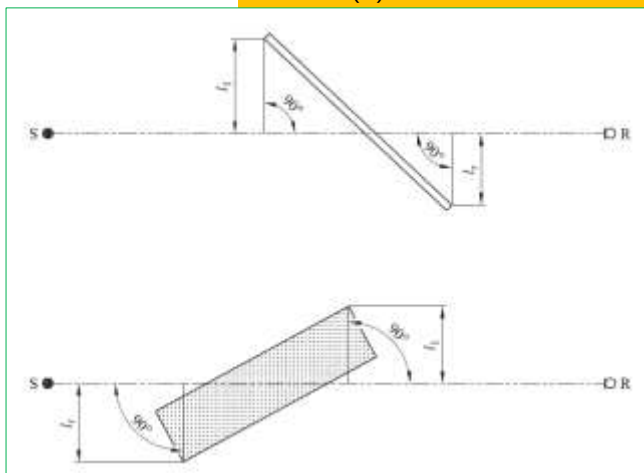
Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

CALCOLO DEI TERMINI DI ATTENUAZIONE

Schermatura (Abar)

Vista in pianta di due ostacoli tra sorgente (S) e ricevitore (R)



Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

CALCOLO DEI TERMINI DI ATTENUAZIONE

Schermatura (Abar)

$$D_z = 10 \lg [3 + (C_2/\lambda) C_3 z K_{met}] \text{ dB}$$

dove:

C_2 è uguale a 20 e comprende l'effetto delle riflessioni sul suolo; qualora, in casi particolari, le riflessioni sul suolo siano calcolate separatamente da sorgenti immagine, $C_2 = 40$;

C_3 è uguale a 1, per diffrazione singola (vedere figura 6), e uguale a $C_3 = [1 + (5\lambda/e)^2] / [(1/3) + (5\lambda/e)^2]$;

λ è la lunghezza d'onda del suono, in metri, alla frequenza centrale di banda di ottava;

z è la differenza tra la lunghezza di percorso, in metri, del suono diffratto e di quello Diretto;

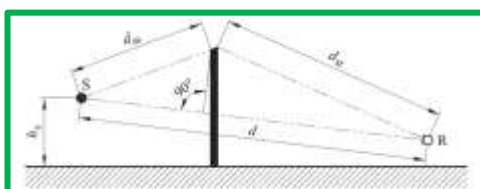
K_{met} è il fattore di correzione da effetti meteorologici, dato dall'equazione;

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

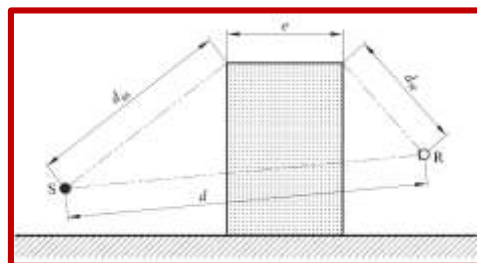
Rumore e **I**solamento **A**custico

CALCOLO DEI TERMINI DI ATTENUAZIONE



Grandezze geometriche per la determinazione della differenza di lunghezza del percorso, per diffrazione singola

Grandezze geometriche per la determinazione della differenza di lunghezza del percorso, per diffrazione doppia



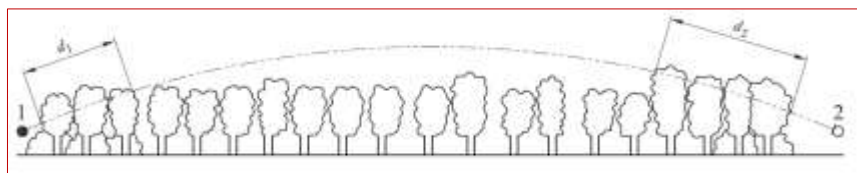
Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

ALTRI TIPI DI ATTENUAZIONE (A_{misc})

Attenuazione per banda di ottava di un rumore per effetto di propagazione attraverso fogliame fitto



Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

ALTRI TIPI DI ATTENUAZIONE (A_{misc})

L'attenuazione A_{site} aumenta con proporzione diretta con la distanza di propagazione d_s attraverso gli insediamenti di stabilimenti industriali



Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



Ufficio degli Ingegneri della Provincia di Nuoro
Via Garibaldi n. 10, 08100 Nuoro
Tel. 0785/241111
E-mail: uffici@provincia.nu.it - uffici@provincia.nu.it
Pec: uffici@provincia.nu.it



LIMITI DI RUMORE NEI LUOGHI DI INTRATTENIMENTO ANZANTE E DI PUBBLICO SPETTACOLO E NEI PUBBLICI ESERCIZI SECONDO IL DPCM DEL 16-04-1999 n.215



Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



DPCM DEL 16-04-1999 n.215

La valutazione prevista dal DPCM suddetto riguarda il rumore prodotto temporaneamente dall'utilizzo degli impianti elettroacustici presenti all'interno dei locali



Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

utilizzo dei convenzionali indici di valutazione LAeq e LASmax.

**Sono tenuti all'osservanza le
seguenti tipologie di esercizio:**

- a. luoghi di pubblico spettacolo
- b. luoghi d'intrattenimento danzante
- c. qualunque esercizio pubblico o
circolo privato in cui sono installati
impianti elettroacustici di amplificazione e
di diffusione sonora



DPCM DEL 16-04-1999 n.215

Limiti di livello di pressione sonora

Limiti massimi ammissibili	Scadenze per l'adeguamento
105 dBALASmax	A decorrere dal 1° giugno 1999, limitatamente ai luoghi di pubblico spettacolo o di intrattenimento danzante e dal 17 gennaio 2000, per tutti gli altri pubblici esercizi
103 dBALASmax	A decorrere dal 17 luglio 2000
102 dBALASmax	A decorrere dal 17 luglio 2001
95 dBALAeq	spettacolo o di intrattenimento danzante e dal 17 gennaio 2000, per tutti gli altri pubblici esercizi

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico


DPCM DEL 16-04-1999 n.215

Limiti di livello di pressione sonora

I valori in tabella sono riferiti al tempo di funzionamento dell'impianto elettroacustico nel periodo di apertura al pubblico e in tale ambito sono da intendersi come valori limite da rispettare in qualunque momento ed in qualunque circostanza. Il superamento anche soltanto di uno di essi costituisce una contravvenzione alle disposizioni del Decreto

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

Valutazione L_{ASmax}
 valutazione del livello L_{Aeq} ,
 confrontato al valore limite di
 95 dBA.

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N t_i \cdot 10^{L_{Aeq,i}/10} \right]$$

dove:

- N è il numero di misure omogeneamente distribuite in tutta l'area accessibile al pubblico;
- t_i è il tempo di misura utilizzato per determinare il livello equivalente dell'iesima posizione; tutti i t_i devono durare almeno un minuto e devono essere rapportati tra loro in modo da rappresentare "la complessiva esposizione al pubblico";
- T è il tempo complessivo di misura, corrispondente alla somma degli i-esimi tempi di misura t_i ; quindi non assumerà solitamente valori superiori a qualche decina di minuti, tantomeno corrisponderà all'intero periodo di apertura del locale.

Operazioni da eseguire da parte del tecnico competente

Il Decreto suddivide gli impianti in:

- “inidonei” a superare i limiti consentiti
- “potenzialmente idonei” a superare i limiti consentiti

Operazioni da eseguire da parte del tecnico competente

Il Decreto suddivide gli impianti in:

- “inidonei” a superare i limiti consentiti
- “potenzialmente idonei” a superare i limiti consentiti

Verifica del rispetto del limite istantaneo L_{ASmax}

La misura di verifica di questo parametro va eseguita ovviamente nella posizione, accessibile al pubblico, più rumorosa.

particolarmente importante la scelta del brano da utilizzare!!!!

Valutazione (e verifica) del parametro L_{Aeq}

La valutazione (e conseguentemente la verifica) di questo parametro va eseguita, secondo quanto stabilito dal Decreto nell'Allegato A, punto b), con misure "in N posizioni" omogeneamente distribuite.



Ufficio degli Ingegneri della Provincia di Nuoro
Via Garibaldi n. 10, 08100 Nuoro
Tel. 0785/241001
E-mail: ufficiogenerale@provincia.nuoro.it
www.provincia.nuoro.it



*Grazie per
l'attenzione*

Relatore: ing. Costantino Carlo Mastino

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico