



in partnership con



**Corso**  
**“L’importanza dell’intelligibilità del parlato  
nei sistemi audio di evacuazione e la sua misura”**  
**(cod. 866/01/22)**

Corso del 19/07/2022

Docente Dott. Stefano De Stabile

# 1 Premessa Generale

Prima di addentrarci nella parte specificamente acustica, conviene anteporre alcune considerazioni di natura legislativa e normativa.

Il panorama legislativo italiano per quanto concerne la prevenzione degli incendi è vasto, articolato e spalmato su un arco temporale di oltre 20 anni; non è compito di questo corso approfondire questo argomento.

Ci interessa però esaminare come gli impianti di segnalazione ed allarme siano soggetti a vincoli di funzionamento differenti nei vari casi; la distanza temporale tra i vari decreti è forse la causa principale che determina queste diverse concezioni di «allarme».

Senza entrare nel mare magnum della legislazione, nelle slides successive mostreremo alcuni esempi di come i vari decreti trattano la tematica acustica dell'allarme in caso di incendio.

# 1 Premessa Generale

Ad oggi occorre rilevare che mentre in tutte le situazioni in cui è previsto un sistema di rilevazione incendio, la situazione non è invece così uniforme (né chiara) in merito all'erogazioni di segnali di allarme. In moltissimi decreti infatti è previsto che il sistema di rilevazione sia munito «*di un impianto di allarme*» o di un «*sistema di allarme*», senza che sia fornita alcuna specifica in merito a cosa si intenda esattamente per «allarme».

L'unica eccezione è rappresentata dal DM 27 luglio 2010 il cui campo di applicazione è chiaramente descritto all'art. 1:

- 1. Le disposizioni contenute nel presente decreto si applicano per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle attività commerciali all'ingrosso o al dettaglio, ivi compresi i centri commerciali, aventi superficie lorda, comprensiva di servizi e depositi, nonché degli spazi comuni coperti, superiore a 400 mq.**

La differenza sostanziale introdotta da questo decreto è esplicitata nell'Art. 8.3 di cui di seguito riportiamo il contenuto testualmente.

# 1 Premessa Generale

## Art. 8.3 – SISTEMI DI DIFFUSIONE SONORA

**Le attività commerciali devono essere provviste di un SISTEMA DI DIFFUSIONE SONORA in grado di diffondere AVVISI e SEGNALI DI ALLARME allo scopo di dare avvio alle procedure di emergenza nonché alle connesse operazioni di evacuazione.**

Il concetto innovativo introdotto è che in questi casi si parla di «Sistemi Audio» e di «Avvisi», laddove invece il termine «allarme» può indicare una semplice sirena, una badenia, una campanella o altro dispositivo in grado di generare un suono udibile in modo distinto ed associabile ad un evento anomalo o specifico.

L'avviso invece ha tutt'altro significato, essendo legato al concetto di «informazione» e quindi di «messaggio»

«**avviso** s.m., Notizia, informazione, avvertimento, dati oralmente o per iscritto»  
(da Vocabolario Treccani della Lingua Italiana)

# 1 Premessa Generale

Il motivo per cui negli spazi commerciali emerge l'obbligo di diffondere «avvisi» è palese ed è legato in modo sostanziale a salvaguardare l'incolumità delle persone che accedono allo spazio, persone che, nella quasi totalità dei casi, non sanno come codificare correttamente un semplice «segnale», non hanno formazione in materia di procedure di emergenza, possono appartenere a categorie sociali potenzialmente critiche (anziani, bambini, disabili, ecc.).

Per tutti costoro, una semplice sirena può produrre più danni che benefici, potendo scatenare il panico e tradursi in una evacuazione caotica o comunque tutto fuorché ordinata e sicura.

Al contrario tutta la letteratura scientifica è concorde nell'affermare che un messaggio vocale, caratterizzato da un contenuto chiaro e da una durata congrua, è molto più efficace.

# 1 Premessa Generale

1. Una sirena non è di immediata comprensione e non fornisce informazioni sulle modalità di evacuazione e su come comportarsi.  
Risulta efficace in ambienti fortemente riverberanti o molto rumorosi e in tutti quei luoghi in cui i destinatari sono stati formati ed addestrati alle procedure di emergenza ed esodo.
2. Nel 75% dei casi le persone reagiscono più efficacemente ad un messaggio vocale che non ad un allarme
3. Un messaggio vocale diffonde un'informazione molto più completa ed evita situazioni di potenziale pericolo (ad esempio evita che le persone si dirigano verso l'incendio anziché allontanarsene)
4. E' dimostrato che i tempi di evacuazione in presenza di un messaggio vocale si riducono notevolmente quando confrontati con i tempi di risposta a semplici segnali di allarme

# 1 Premessa Generale



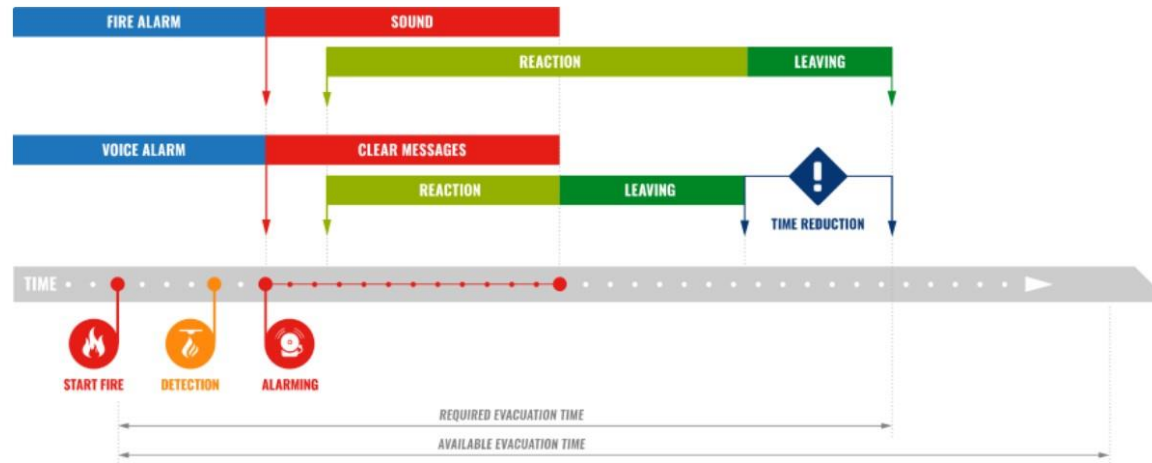
**13% of people**  
react in a timely manner  
to BELLS



**45% of people**  
react to  
TEXT information



**75% of people**  
react in a timely manner  
to VOICE messages



# 1 Premessa Generale

Vi sono altri ambiti legislativi in cui è prevista la presenza di «avvisi» oltreché di «segnali»?

Da un punto di vista rigorosamente letterale la risposta è: NO.

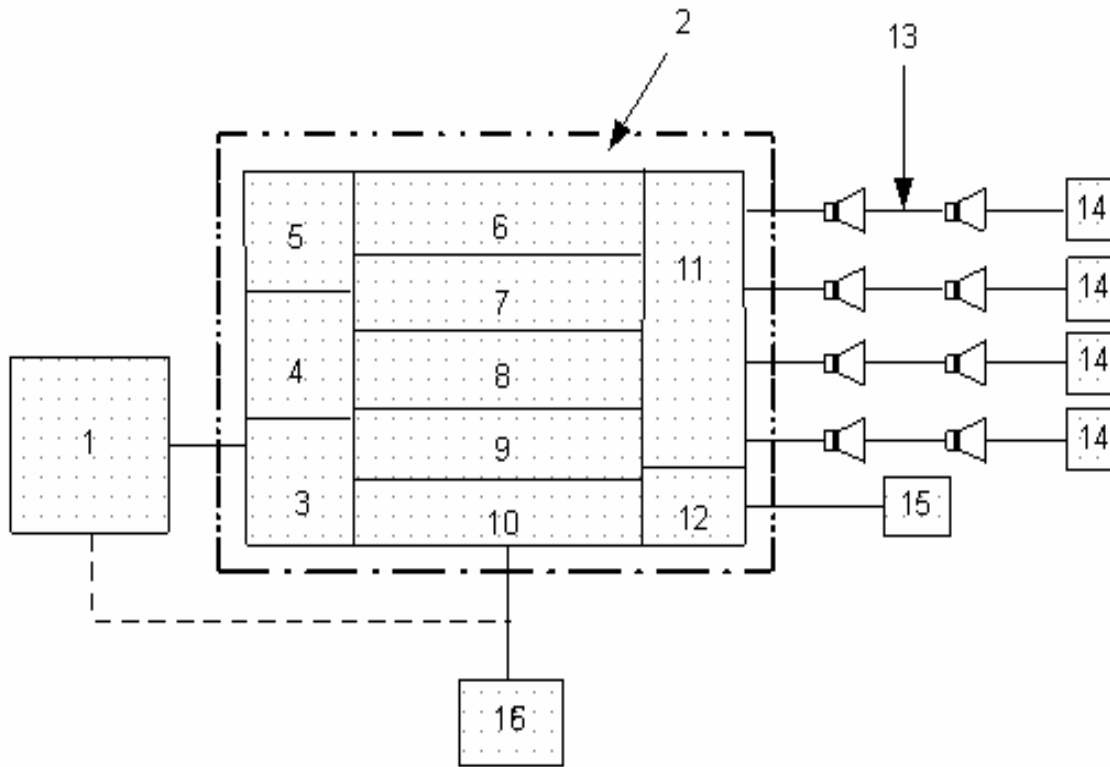
Da un punto di vista invece «acustico» occorrerebbe che in tutti i luoghi che vedono la presenza di persone NON formate in materia di emergenza, sicurezza e procedure di evacuazione (e quindi, oltre agli spazi commerciali, stazioni, aeroporti, metropolitane, stadi, palazzi dello sport, ecc.) fosse chiaramente esplicitata la necessità di avere sistemi di diffusione sonora contenenti SEGNALI ed AVVISI.

In altri termini, sarebbe fondamentale che in tutti questi luoghi fosse presente un impianto audio specificamente deputato all'erogazioni di messaggi di emergenza ed evacuazione, ossia un impianto **EVAC**.



## 2 Cos'è un impianto EVAC

E' un impianto **audio** che, in caso di emergenza (es.: incendio), provvede alla diffusione di messaggi vocali per garantire una evacuazione rapida ed ordinata delle persone. Di sotto riportiamo uno schema semplificato che mostra quale sia la logica che soggiace ad un simile impianto



1. Apparato di controllo e di rivelazione incendio
2. Sistema di allarme vocale (**VACIE**)
3. Interfaccia antincendio
4. Microfoni di emergenza
5. Microfoni di servizio
6. Indicatori
7. Controlli manuali
8. Matrice dei segnali audio
9. Generatore messaggi
10. Amplificatori
11. Uscite audio
12. Contatti di segnalazione guasto/allarme
13. Zone di allarme vocale
14. Terminatori di linea
15. Dispositivi antincendio
16. Alimentazione EN54-4

## 2 Cos'è un impianto EVAC

Semplificando ulteriormente un impianto EVAC può essere così schematizzato

- Una centrale certificata EN 54-16 dotata di:
  - \* microfono
  - \* sorgente audio per la riproduzione di messaggi vocali preregistrati (più lingue)
  - \* amplificatore e processori di segnale
- Una rete di altoparlanti certificati EN 54-24 opportunamente ed adeguatamente progettata e distribuita
- Un sistema di alimentazione certificato EN 54-4

In questo schema vengono richiamate le norme (UNI) EN 54 che fissano i requisiti dei sistemi di rilevazione e di segnalazione di incendio.

Si tratta di un corpo di 31 norme che disciplinano i vari aspetti relativi ai sistemi di rilevazione e segnalazione; nel prospetto seguente forniamo un riepilogo sintetico di queste norme

## 2 Cos'è un impianto EVAC

### UNI EN 54: Sistemi di rilevazione e segnalazione d'incendio

Parte 1	Introduzione
Parte 2	Centrale di controllo e segnalazione
Parte 3	Dispositivi di allarme incendio
Parte 4	Apparecchiatura di alimentazione
Parte 5	Rivelatori di calore puntiformi
Parte 6	Rivelatori di calore velocimetrici
Parte 7	Rivelatori di fumo puntiformi basati su ... luce
Parte 8	Rivelatori di calore a soglia di temperatura elevata
Parte 9	Prove di sensibilità su focolari tipo
Parte 10	Rivelatori di fiamma puntiformi
Parte 11	Punti di allarme manuali
Parte 12	Rivelatori di fumo lineari che utilizzano un raggio ottico
Parte 13	Valutazione della compatibilità ... dei componenti di un sistema
Parte 14	Linee guida per la progettazione, installazione, ... , manutenzione
Parte 15	Rivelatori combinati

#### Parte 16 Apparecchiature di controllo e segnalazione sistemi EVAC

Parte 17	Isolatori di corto circuito
Parte 18	Dispositivi di ingresso/uscita
Parte 20	Rivelatori di fumo ad aspirazione
Parte 21	Apparecchiature di trasmissione allarme e di segnalazione remota
Parte 22	Rivelatori lineari di calore ripristinabili
Parte 23	Dispositivi visuali di allarme incendio

#### Parte 24 Componenti EVAC: Altoparlanti

Parte 25	Componenti che utilizzano collegamenti radio
Parte 26	Rivelatori monossido di carbonio
Parte 27	Rivelatori di fumo nelle condotte
Parte 28	Rivelatori lineari di calore non ripristinabili
Parte 29	Rivelatori combinati – 1
Parte 30	Rivelatori combinati – 2
Parte 31	Rivelatori combinati - 3

#### Parte 32 Progettazione, installazione ecc. dei sistemi di allarme vocale

## 2 Cos'è un impianto EVAC

Osservando la tabella precedente si nota come tutte le norme elencate si caratterizzino per essere «norme di prodotto», ossia identifichino le prestazioni a cui sono soggetti i vari componenti, dispositivi, sistemi che compongono un sistema di rilevazione e segnalazione d'incendio.

Solo le parti 14 e 32 trattano della pianificazione, progettazione, installazione, messa in servizio, esercizio e manutenzione di un sistema di rilevazione e segnalazione d'incendio (parte 14) e di un sistema di allarme vocale (32).

Ad oggi però si tratta ancora di Technical Specification (sono delle UNI CEN/TS) e non di una norma tecnica vera e propria dal punto di vista formale.

Nel seguito limiteremo la nostra attenzione solo alla parte normativa che disciplina i sistemi di allarme vocale.

## 2 Cos'è un impianto EVAC

### UNI EN 54-16 – Centrali di controllo e segnalazione

Un sistema di allarme vocale impiegato in un sistema di rilevazione e allarme incendio richiede un apparato di controllo e segnalazione allarme vocale denominato **VACIE** (Voice Alarm Control and Indicating Equipment).

Tale apparato può essere implementato in un'unica apparecchiatura oppure essere fisicamente combinato con l'apparato **CIE** (fire detection and fire alarm Control and Indicating Equipment) descritto e regolamentato nella norma EN 54-2

## 2 Cos'è un impianto EVAC

### **UNI EN 54-24:2013 – Componenti di sistema di allarme vocale – Altoparlanti**

E' la versione ufficiale della norma europea EN 54-24 (2008) e stabilisce le condizioni alle quali un diffusore acustico può essere certificabile per l'utilizzo in impianti EVAC. Essa indica i requisiti, i metodi di prova e i criteri di prestazione di dispositivi sonori di allarme incendio in installazioni fisse.

Vengono specificate due tipologie di altoparlanti: il tipo A per uso all'interno di edifici e il tipo B, generalmente per uso all'aperto.

Non è applicabile agli altoparlanti per applicazioni speciali e/o ambienti o situazioni pericolose. Inoltre non è applicabile per altoparlanti controllabili da remoto o altoparlanti con componenti attivi.

Quest'ultima eccezione rappresenta una limitazione grave in quanto i sistemi attivi di speaker sono i più efficaci ad operare in tali contesti (es. come in spazi altamente riverberanti).

## 2 Cos'è un impianto EVAC

Limitando la nostra attenzione allo scopo di questa lezione, possiamo dire che fin qui abbiamo visto quelle che sono le norme di «prodotto», ossia l'insieme di regole che definiscono quali debbano essere le caratteristiche tecniche minime dei vari elementi che compongono un impianto EVAC.

Ma quali sono le norme che mi dicono «qual è la prestazione minima» che l'impianto EVAC deve garantire? Qual è, in altre parole, la norma di «sistema» di un impianto EVAC.

Purtroppo il quadro normativo nel corso degli anni si è contraddistinto per un significativo mix di confusione e sovrapposizione. Ad oggi però possiamo riassumere in modo relativamente semplice la situazione, potendosi affermare quanto riepilogato nella schermata successiva.

## 2 Cos'è un impianto EVAC

### SISTEMI DI ALLARME VOCALE PER SCOPI DI EMERGENZA

Sistemi EVAC Non interfacciati a sistemi di  
rilevazione incendi

**Norma di riferimento:**  
**CEI EN 50849**

Sistemi EVAC Interfacciati a sistemi di  
rilevazione incendi

**Norma di riferimento:**  
**UNI EN ISO 7240-19**  
**EN TS 54-32**

A parte questa sottile distinzione (impianti a servizio sistema antincendio o meno) le norme citate in realtà differiscono solo per pochi – e concettualmente marginali – aspetti squisitamente formali e per qualche elemento «tecnico» che però non invalidano il «terreno comune» che soggiace a tutte queste norme.

Nell'elenco seguente vediamo pertanto di riepilogare questo «terreno normativo comune».



## 2 Cos'è un impianto EVAC

Per poter avere un impianto audio che assolva alle funzioni di erogazione segnali e/o avvisi di emergenza ed evacuazione occorre che risultino comunque rispettate le seguenti regole base:

- Scrupolosa e totale adesione alla norma che specifica i requisiti minimi di progettazione e installazione;
- Utilizzare unicamente prodotti certificati UNI EN 54
- Garantire la priorità delle funzioni di emergenza (microfono VVFF, messaggi di evacuazione automatici, annunci operatori, musica di sottofondo)
- Garantire il funzionamento del sistema in caso di assenza rete per il tempo necessario all'evacuazione
- **Garantire l'intelligibilità dei messaggi ovvero una corretta comprensione in luoghi pubblici di messaggi che per di più devono/possono essere riprodotti in diverse lingue**

## 2 Cos'è un impianto EVAC

Come evidenziato nelle slides precedenti, tutte le norme «di sistema» richiedono che l'impianto sia in grado di garantire una ben precisa «prestazione di sistema», consistente nella adeguata intelligibilità del messaggio vocale che viene erogato.

In altri termini, la norma evidenzia il concetto, peraltro banale, che non tutto può essere demandato al rispetto delle norme di prodotto, ma che occorra invece anche assicurarsi che l'insieme di «n» componenti a norma garantisca anche una prestazione finale «a norma».

Nel prosieguo della lezione ci concentreremo solamente sui contenuti della norma UNI EN ISO 7240-19 ed in particolare sulla parte che riguarda la valutazione strumentale (misura) dell'intelligibilità del parlato.

Per questo motivo è indispensabile effettuare una digressione di natura teorica, andando a definire e caratterizzare il significato di «intelligibilità del parlato» e di come la si misuri

### 3 Intelligibilità

Prima di addentrarci nell'argomento occorre chiarirsi sul significato del termine "intelligibilità": dire che un discorso è intelligibile non implica affatto che esso sia comprensibile.

L'intelligibilità riguarda solamente la capacità di percepire uditivamente, in modo corretto e privo di distorsioni, i fonemi, le sillabe, le parole che vengono pronunciate.

La comprensione di un discorso invece dipende dal patrimonio intellettuale, culturale e professionale tanto dell'ascoltatore quanto dell'oratore.

In altre parole, se l'intelligibilità è elevata significa che chiunque può "udire" correttamente tutte le parole che vengono pronunciate in un seminario di fisica quantistica; ciò nonostante saranno comunque pochi quelli in grado di "comprendere" il significato di quanto enunciato.

Dal punto di vista acustico l'intelligibilità di un messaggio vocale è influenzata in modo determinante da alcune variabili; nel prospetto successivo riepiloghiamo quelle principali.

### 3 Intelligibilità

Variabile Acustica	Relazione con l'intelligibilità
<b>Rumore di Fondo</b>	Come regola generale, l'intelligibilità è inversamente proporzionale al livello del rumore di fondo (o più precisamente al rapporto segnale/rumore, S/N): se il rumore aumenta l'intelligibilità diminuisce.
<b>Tempo di Riverbero</b>	Come per il rumore di fondo, un eccesso di riverbero interferisce negativamente con l'intelligibilità del parlato; se RT aumenta, l'intelligibilità diminuisce.
<b>Caratteristiche della sorgente</b>	L'intelligibilità dipende anche da proprietà e tipologia della sorgente sonora; nel caso ad esempio di messaggi vocali diffusi da altoparlanti la funzione di trasferimento e la direttività degli speaker giocano un ruolo fondamentale per l'intelligibilità. Se invece la sorgente è un oratore, l'intelligibilità è in genere, se pur di poco, diversa per una voce maschile o femminile.
<b>Distanza dalla sorgente</b>	Il livello sonoro com'è noto diminuisce in modo significativo con l'allontanamento dalla sorgente; allo stesso modo anche l'intelligibilità decresce.

### 3 Intelligibilità

Per comprendere come la trasmissione di un messaggio vocale possa essere inficiata dal riverbero e dal rumore occorre addentrarci un attimo nel meccanismo di formazione della parole.

Della potenza sonora totale di un messaggio vocale, circa il 90-95% giace nella porzione di spettro al di sotto dei 1.000 Hz.

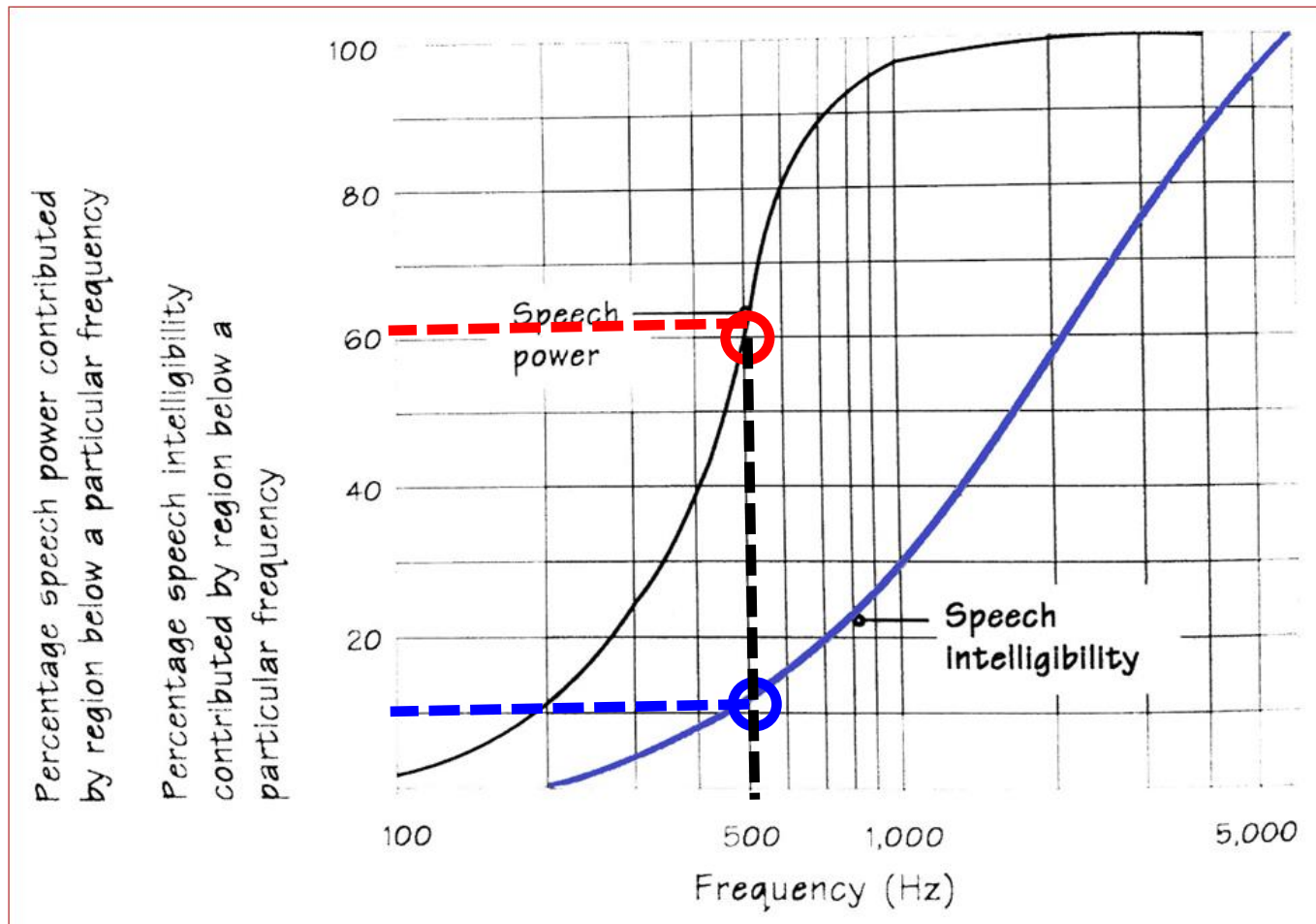
Di converso questa regione dello spettro contribuisce solo per il 30% all'intelligibilità.

Questa relazione peggiora ancora se si scende in frequenza; al di sotto dei 500 Hz è contenuto il 60% del contributo energetico del parlato ma solo il 10% dell'intelligibilità.

Ciò ci permette indirettamente di capire perché l'udito umano sia massimamente sensibile nell'intervallo (1.000, 5.000) Hz: il nostro apparato uditivo è selettivamente «tarato» per garantire la miglior comprensione possibile del nostro modo di comunicare.

### 3 Intelligibilità

Il grafico seguente ci permette di comprendere meglio quanto descritto nella slide precedente



### 3 Intelligibilità

La ragione di questo comportamento «bifronte» del parlato (massimo potenza in corrispondenza del minimo di intelligibilità) si spiega semplicemente considerando che la maggior parte della potenza sonora del parlato è contenuta nelle vocali, mentre la maggior parte del significato contenuta nelle consonanti. Nella seguito mostriamo con un semplice esempio, come, tenendo di un testo in un caso solamente le vocali, nell'altro solamente le consonanti, la probabilità di ricostruire il testo originale cambi radicalmente.

Solo vocali

**A oeea ie aa aaa**

Solo consonanti

**L dnzlltt vn dll cmpgn**

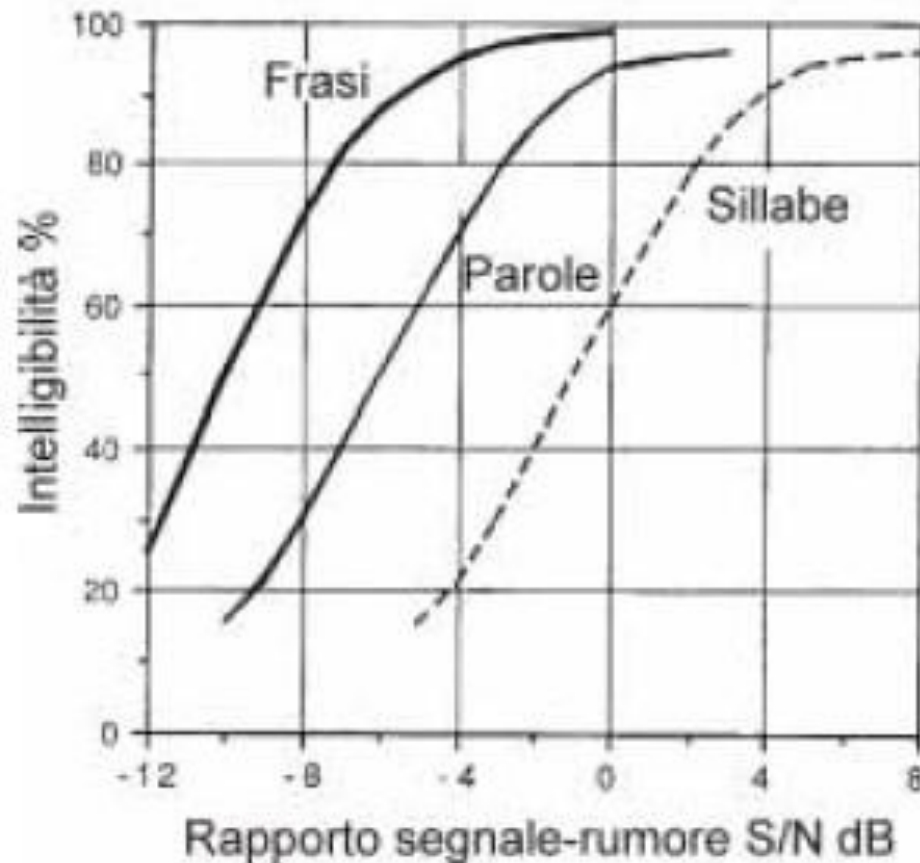
**Testo completo**

**La donzelletta vien dalla campagna**

### 3 Intelligibilità

Abbiamo detto in precedenza che rumore e riverbero alterano l'intelligibilità, contribuendo entrambi a diminuirla. Nei grafici seguenti mostriamo come l'intelligibilità vari in funzione di questi due parametri.

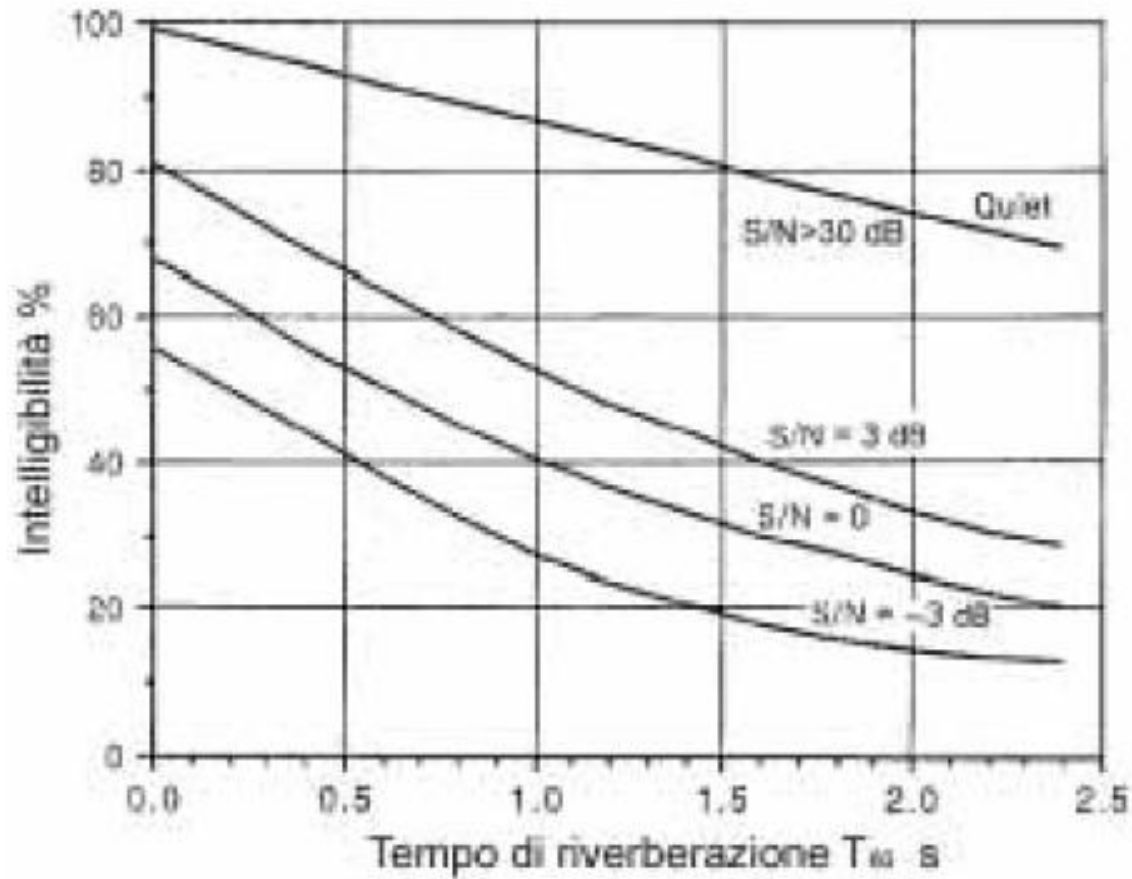
**Intelligibilità vs. Rumore**





### 3 Intelligibilità

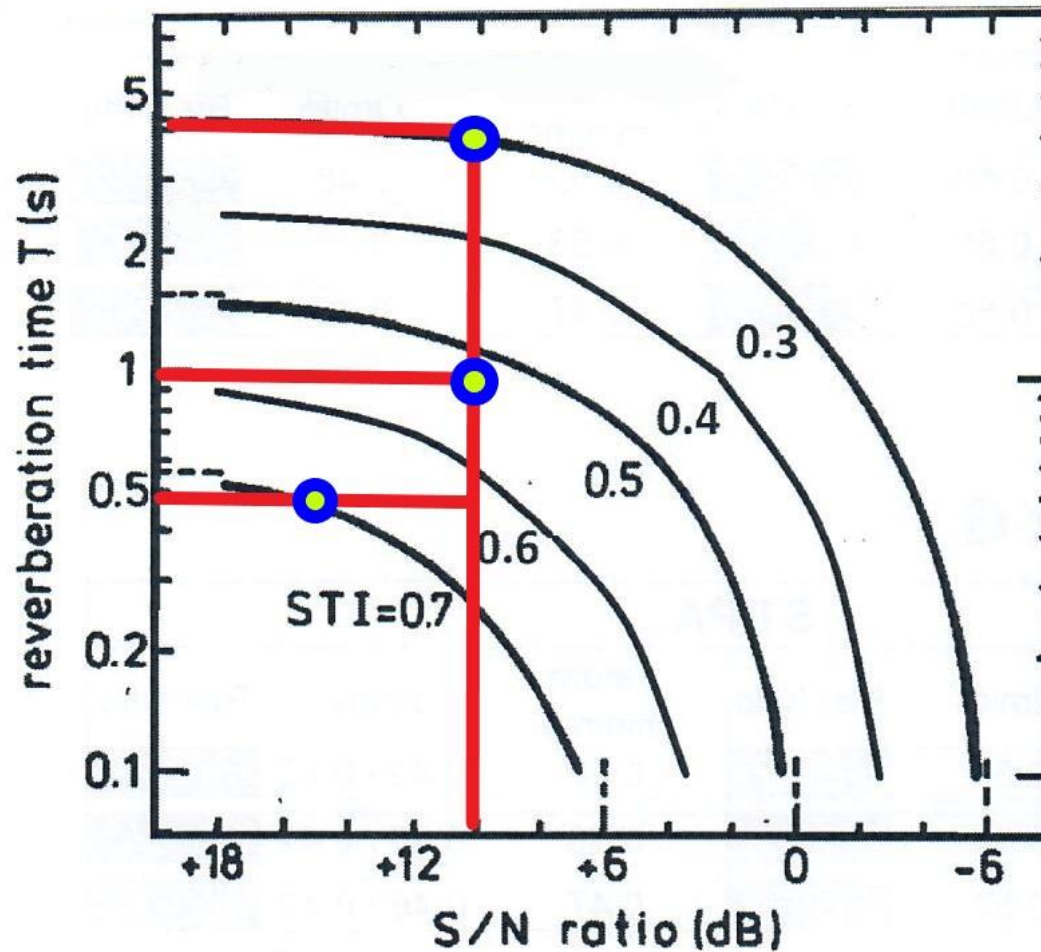
#### Intelligibilità vs. Riverbero



### 3 Intelligibilità

Mettiamo infine in relazione entrambi i parametri con STI in un unico grafico.

Intelligibilità vs. Riverbero vs. Rumore



### 3 Intelligibilità

Come si osserva dai grafici precedenti, a parità posizione nell'ambiente, l'intelligibilità è più sensibile all'influenza negativa del rumore che non a quella del tempo di riverbero.

La riverberazione influisce negativamente molto più sui contenuti intelligibili alle basse frequenze. Essa va in ogni caso controllata in quanto un tempo di riverbero elevato comporta un inevitabile incremento del rumore ambientale.

In ogni caso è bene avere presente che in generale non è vero che una riverberazione molto bassa sia da preferire in termini non solo generali ma anche di percezione uditiva del messaggio vocale (entrano in gioco meccanismi psicoacustici che si sovrappongono alla pura e semplice intelligibilità).

### 3 Intelligibilità

Introdotta il concetto generale di intelligibilità sorge adesso una domanda cruciale:

**È possibile misurare l'intelligibilità?** E se sì, come?

Dal punto di vista generale per misurare l'intelligibilità esistono due metodi distinti: il metodo SOGGETTIVO e il metodo OGGETTIVO.

Metodo	Descrizione
<b>Soggettivo</b>	La misura prevede l'impiego di un oratore e una serie di soggetti normoudenti che vengono distribuiti all'interno dell'ambiente e ai quali vengono fatte ascoltare serie standardizzate di fonemi: monosillabi, bisillabi, parole in rima, termini privi di significato, ecc. Per ogni termine pronunciato dall'oratore gli «ascoltatori» devono scrivere cosa effettivamente hanno udito.
<b>Oggettivo</b>	<p>Prevede l'utilizzo di strumentazione che procede alla determinazione dei valori assunti da un <u>descrittore specifico correlato al grado di intelligibilità</u> (STI, AI, Alcons%, ecc.).</p> <p>La misura di tali descrittori può avvenire in modo diretto (es., mediante adozione del metodo STIPA) o indiretto (es., mediante la determinazione della risposta all'impulso e successivo «calcolo» del descrittore specifico).</p>

Nelle pagine successive forniamo un quadro sintetico dei descrittori deputati alla valutazione dell'intelligibilità e dei rispettivi vantaggi e svantaggi connessi ad ogni metodo.

### 3 Intelligibilità

Descrittore	Significato	Metodo di Valutazione
WT	Word Test – Test delle Parole. E' basato sulla comprensione da parte degli ascoltatori di specifiche parole contenute all'interno di una frase	SOGGETTIVO
MRT	Modified Rhyme Test – Prova della rima modificata. Test basato sulla comprensione da parte degli ascoltatori di singoli gruppi di parole in rima	SOGGETTIVO
PB	Phonetically Balanced Test – Prova delle parole foneticamente bilanciate. Il test può essere condotto a partire da tabelle standardizzata di 256 o 1.000 parole	SOGGETTIVO
STI	Speech Transmission Index – Indice di Trasmissione del Parlato. Si basa sulla determinazione della funzione di trasferimento di modulazione $m(f)$ per 98 punti ottenuti a partire da 14 frequenze di modulazione per le 7 bande di ottava comprese tra 125 Hz e 8 kHz	OGGETTIVO
STIPA	Speech Transmission Index for Public Address Systems – Indice di Trasmissione del Parlato per sistemi Public Address. Si usa al posto di STI quando il messaggio vocale è riprodotto da un impianto elettroacustico di diffusione sonora (PA System)	OGGETTIVO
STITEL	Speech Transmission Index for Telecommunication System - Indice di Trasmissione del Parlato per sistemi di Telecomunicazione. Si usa al posto di STI quando il messaggio vocale è trasmesso attraverso un sistema di telecomunicazione (es.: impianto interfonico, telefono, ecc.)	OGGETTIVO
RASTI	Rapid Speech Transmission Index - Indice di Trasmissione del Parlato Rapido. Era una versione semplificata di STI utile quando i tempi di calcolo erano notevoli; è un descrittore che oggi non si utilizza più.	OGGETTIVO
%ALcons	Articulation Loss of Consonants – Perdita di Articolazione delle Consonanti. Questo descrittore non è attendibile nel caso il messaggio vocale sia diffuso da un impianto elettroacustico (PA System). ALcons dipende dal tempo di riverbero, dalla direttività della sorgente e dall'attenzione dell'ascoltatore.	OGGETTIVO

### 3 Intelligibilità

	Metodi Soggettivi	Metodi oggettivi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Test di parole (WT)</li> <li>• Test a rima modificata (MRT)</li> <li>• Test a parole foneticamente bilanciate (PB)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STI; STIPA; STITEL</li> <li>• %Alcons</li> <li>• SIL (Speech Interference Level)</li> <li>• SII (Speech Intelligibility Index)</li> <li>• C50 (Clarity Index 50 msec)</li> <li>• AI (Articulation Index), ecc.</li> </ul>
PRO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molto affidabili</li> <li>• Ben collaudati</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodi in situ pratici e veloci</li> <li>• Alcuni parametri (STI) sono standardizzati</li> <li>• Buona correlazione con l'intelligibilità (soprattutto per valori medi ed elevati)</li> </ul>
CONTRO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molto complessi da gestire e costosi</li> <li>• Parzialmente dipendenti dall'oratore</li> <li>• Dipendenti dal ceppo linguistico</li> <li>• Post-processing lungo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sono tutte misure indirette dell'intelligibilità</li> <li>• Alcune procedure non semplici da implementare ed automatizzare</li> </ul>

### 3 Intelligibilità

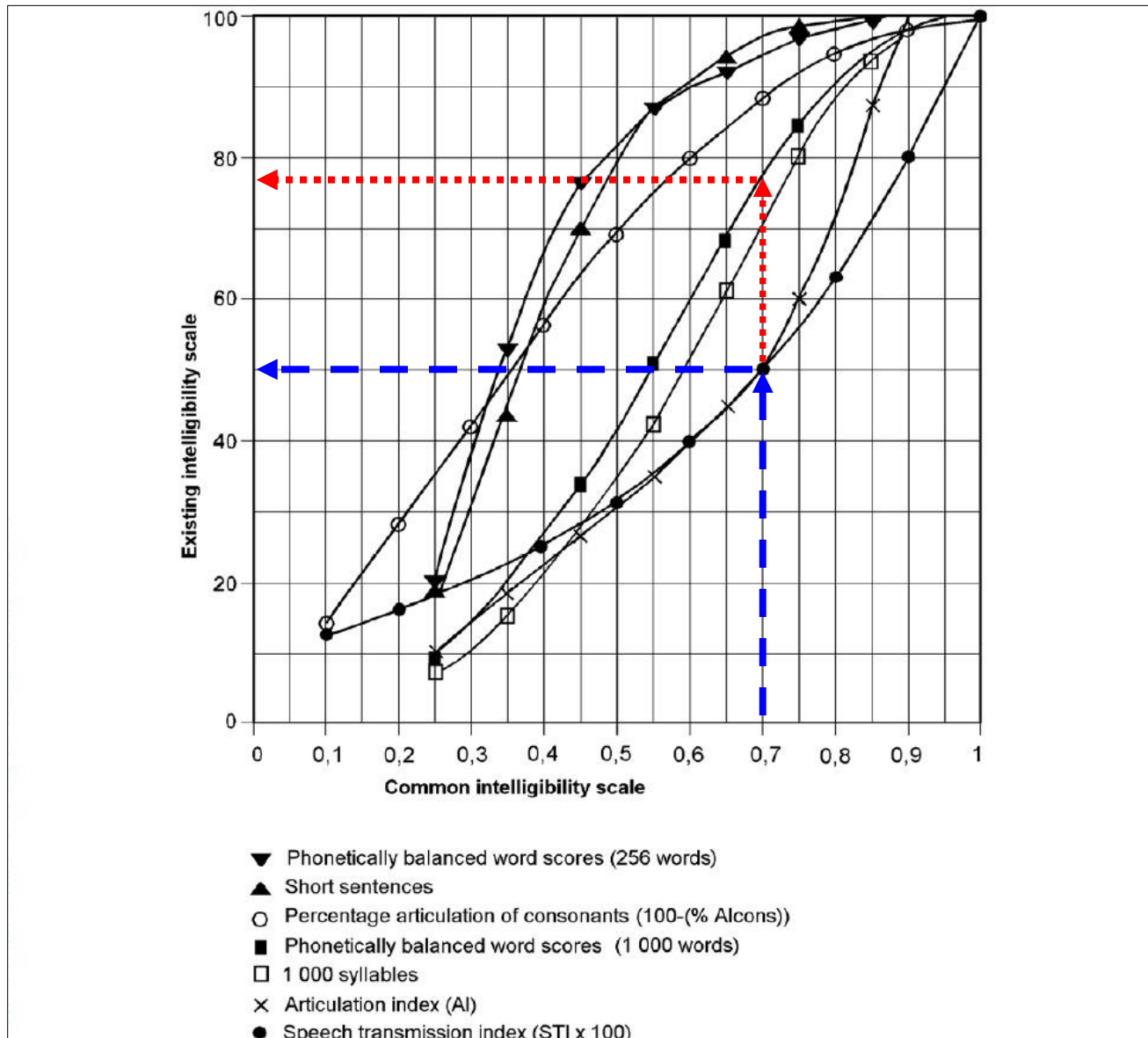
Esistono numerosi descrittori che sono mediamente «ben correlati» al concetto di intelligibilità. Indipendentemente dal descrittore utilizzato (e dalla metodologia di misura) è comunque possibile correlare il dato misurato con il valore degli altri descrittori; tale passaggio può essere effettuato o sfruttando il nomogramma che definisce la cosiddetta **CIS** (Common Intelligibility Scale, ossia Scala di Intelligibilità Comune), oppure sfruttando specifiche formule standardizzate.

Nella slide successiva riportiamo il citato nomogramma dove abbiamo evidenziato come si possano mettere in correlazione i valori di due diversi metodi di misura dell'intelligibilità.

Partendo da un valore, nella scala comune di intelligibilità di **CIS = 0.7**, risalendo parallelamente all'asse Y si incontra la curva dei valori di **STI** al valore **STI = 0.5**; spostandosi ulteriormente in verticale, si incontra poi la curva relativa ai valori ottenuti col metodo **PB** (parole foneticamente bilanciate) al punto **PB = 78**. Si ha quindi

$$\text{CIS} = 0.7 \Rightarrow \text{STI} = 0.5 \Rightarrow \text{PB} = 0.78$$

### 3 Intelligibilità





### 3 Intelligibilità

Nel caso di impianti EVAC il test più diffuso, pratico ed efficace per condurre una valutazione del grado di intelligibilità è rappresentato dal metodo di misura del descrittore STIPA, che è sostanzialmente «un sottoinsieme» del descrittore «completo» STI.

Senza entrare in un eccesso di dettaglio tecnico, che andrebbe oltre lo scopo del presente corso, vale comunque la pena richiamare alcune formule e concetti che soggiacciono alla definizione di STI per poi passare alla definizione dello STIPA.

Il parlato, nella formulazione del descrittore STI, viene assimilato ad una trasmissione con modulazione di frequenza.

Una volta che viene riprodotta da un impianto audio e poi diffusa nell'ambiente, la modulazione originale « $m_1$ » viene più o meno «compromessa» dalla presenza di fenomeni «esterni» quali la riverberazione, il rumore di fondo, la presenza di echi, la presenza di fenomeni non lineari (distorsione) nella catena elettroacustica.

All'ascoltatore perviene quindi un segnale « $m_0$ » che è una copia più o meno modificata della modulazione originale.

### 3 Intelligibilità

Appare quindi evidente come la misura dell'intelligibilità possa tradursi in una misura «di confronto» tra segnale/modulazione originale e segnale/modulazione finale; si definisce «riduzione della modulazione» il rapporto

$$m(F) = \frac{m_o}{m_I}$$

Dove  $m(F)$  è la cosiddetta «funzione di trasferimento della modulazione» e matematicamente è espressa come

$$m(F) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(2\pi F \frac{T}{13.8}\right)^2}} \cdot \frac{1}{1 + 10^{-0.1S/N}}$$

dove:

T            tempo di riverbero in secondi (s)

S/N          rapporto Segnale/Rumore

### 3 Intelligibilità

La procedura per calcolare lo STI a partire dalla funzione  $m(F)$  è complessa e non la riporteremo di seguito. Qui ci limiteremo a dire che la determinazione del valore di STI passa attraverso il calcolo della «matrice di modulazione della funzione di trasferimento», o MTF, che è una matrice dove in ascissa sono riportate le 7 bande di ottava comprese tra 125 Hz e 8 kHz, e in ordinate le 14 frequenze significative presenti nel cosiddetto «*speech envelope spectrum*». Si genera così una matrice di 7x14 elementi così fatta

Modulation Frequency (Hz)	Received Modulation Reduction (distortion)						
	Octave Bands						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Level dB-SPL	31.7	31.3	35.9	37.9	40	42.9	45.2
0.63	0.661	0.395	0.490	0.793	0.901	0.938	0.954
0.8	0.658	0.391	0.486	0.791	0.900	0.936	0.953
1	0.644	0.378	0.471	0.784	0.892	0.929	0.949
1.25	0.608	0.342	0.430	0.764	0.871	0.912	0.937
1.6	0.530	0.264	0.347	0.722	0.726	0.874	0.912
2	0.428	0.159	0.262	0.663	0.164	0.819	0.874
2.5	0.331	0.051	0.248	0.298	0.697	0.753	0.825
3.15	0.275	0.002	0.344	0.537	0.633	0.681	0.765
4	0.266	0.115	0.379	0.481	0.563	0.596	0.685
5	0.293	0.133	0.354	0.427	0.500	0.510	0.596
6.3	0.285	0.147	0.373	0.387	0.454	0.418	0.502
8	0.271	0.137	0.309	0.338	0.406	0.359	0.425
10	0.164	0.064	0.343	0.188	0.363	0.310	0.375
12.5	0.170	0.259	0.251	0.121	0.361	0.288	0.316
<b>MTI</b>	0.433	0.259	0.416	0.524	0.615	0.639	0.689

STI Value = 0.523

### 3 Intelligibilità

A partire da questa matrice, tramite una ulteriore serie di operazioni che chiamano in causa specifici coefficienti di pesatura (diversi per voce maschile e voce femminile) si perviene al valore finale di **STI** ossia l'Indice di Trasmissione del Parlato (Speech Transmission Index).

STI è un descrittore adimensionale il cui intervallo di valori varia da 0 a 1, dove “0” indica la completa mancanza di intelligibilità mentre di converso “1” identifica una situazione di intelligibilità perfetta.

E' evidente come le due condizioni «STI = 0» e «STI = 1» non si verifichino mai.

Nella realtà invece ci troveremo sempre di fronte a valori di STI compresi all'interno dell'intervallo (0, 1), estremi dell'intervallo esclusi; ciò che è fondamentale è quindi come un determinato valore di STI si associ (corrisponda) ad un preciso grado di intelligibilità. Questa corrispondenza è mostrata nella tabella successiva.

### 3 Intelligibilità

#### Correlazione tra valore di STI e Intelligibilità

Valore Assunto da STI (STIPA)	Intelligibilità
$STI > 0.75$	Eccellente
$0.60 < STI \leq 0.75$	Buona
$0.45 < STI \leq 0.60$	Sufficiente/Accettabile
$0.30 < STI \leq 0.45$	Insufficiente/scarsa
$STI < 0.30$	Pessima

### 3 Intelligibilità

Lo **STIPA** (*Speech Transmission Index for Public Address [system]*) è un descrittore che di fatto rappresenta un «sottoinsieme» dello STI e che, teoria ed esperienza, hanno mostrato come sia particolarmente efficace nel valutare quantitativamente l'intelligibilità in caso il messaggio vocale venga diffuso da un sistema **PA** (public address).

Rispetto allo STI «completo» che richiede il calcolo dei 98 elementi della matrice MTF, lo STIPA prevede solo 2 modulazioni per ogni banda di ottava, avendosi quindi solo 14 indici di modulazione (gli elementi della matrice).

Lo schema della matrice MTF per il caso della misura di STIPA è riportato nello schema alla slide successiva.

### 3 Intelligibilità

Modulation Frequency F [Hz]	Octave Band Frequency [Hz]						
	125	250	500	1k	2k	4k	8k
0.63			•				
0.80						•	
1.00		•					
1.25					•		
1.60	•						
2.00				•			
2.50							•
3.15			•				
4.00						•	
5.00		•					
6.30					•		
8.00	•						
10.00				•			
12.50							•

### 3 Intelligibilità

Tanto STI quanto STIPA possono essere determinati ricorrendo a due distinti metodi di misurazione:

- **Il Metodo Diretto**

Utilizza un apposito segnale (standardizzato) modulato che viene immesso nella catena audio. Lo strumento che esegue la misura «confronta» il segnale misurato in ambiente con quello standardizzato e determina quanta parte della modulazione originale è stata alterata.

- **Il Metodo Indiretto**

Prevede la determinazione della cosiddetta «Risposta all'Impulso» (IR) del sistema (impianto EVAC + ambiente). Nota la IR è possibile, mediante applicazione di operatori matematici standardizzati, calcolare lo STI (o lo STIPA).

Nel caso di impianti EVAC il metodo diretto è largamente preferibile; nel prospetto successivo metteremo a confronto vantaggi e svantaggi dei due metodi.



### 3 Intelligibilità

Prerogativa	Metodo Diretto	Metodo Indiretto
Post processing	Possibile	Necessario (da IR occorre ricavare STI)
Semplicità della misura	Elevata	Più macchinosa
Effetto delle non-linearità	riducono l'attendibilità del risultato	riducono l'attendibilità del risultato
Soppressione del rumore di fondo	impossibile	possibile
Incertezza di misura	$\pm 0.03$ STI	$\pm 0.02$ STI

### 3 Intelligibilità

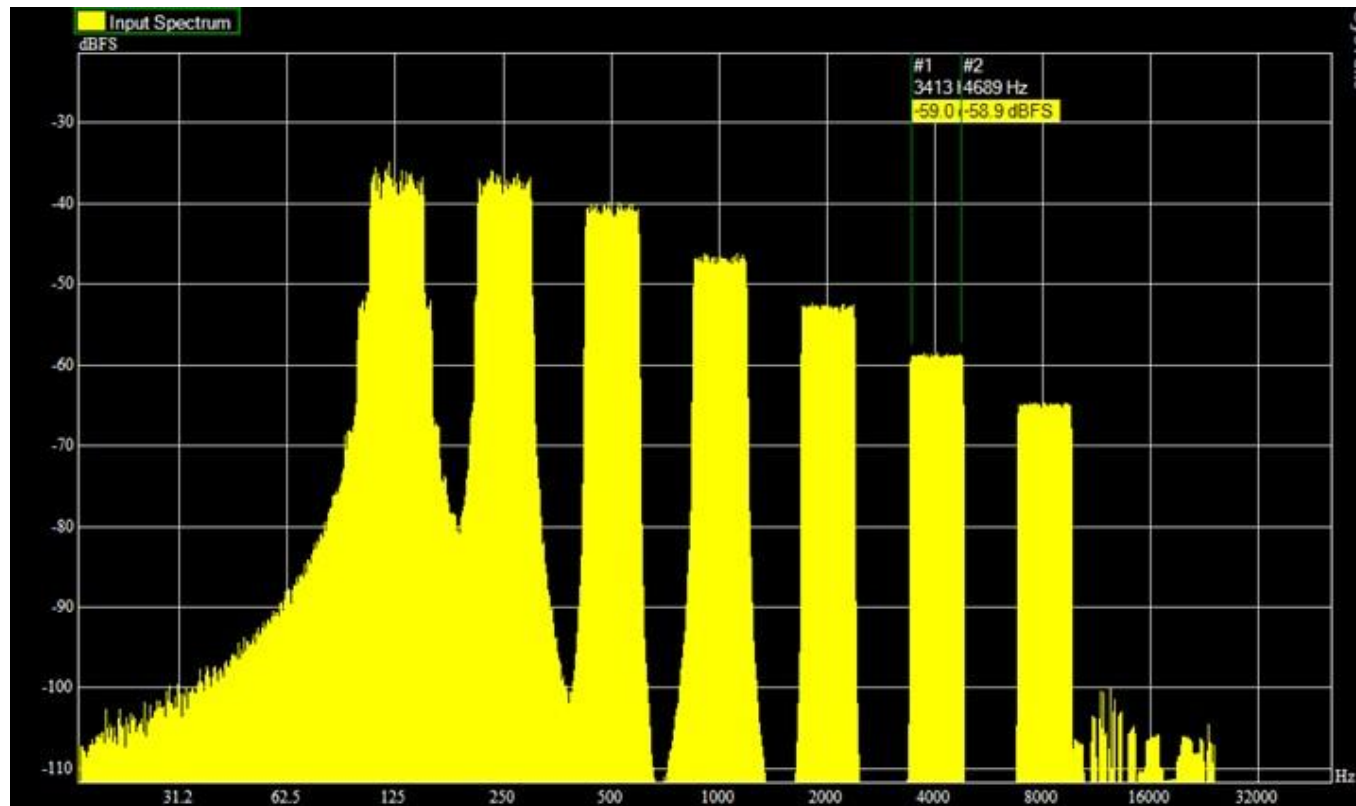
I limiti applicativi del metodo STIPA sono così schematizzabili:

- La risposta in frequenza del sistema è «colorata»
- I canali di trasmissione introducono shift in frequenza e/o moltiplicazioni in frequenza (es.: dispositivi per il controllo del feedback)
- Sono presenti dispositivi di codifica e/o decodifica tipo «vocoders»
- Sono presenti dispositivi di espansione/compressione del segnale
- Sono presenti rumori impulsivi e/o fluttuanti: in questi casi la modulazione misurata non è relativa al solo parlato ( $STI = 0.2$  anche in assenza di segnale)
- Sono presenti ascoltatori con svantaggi uditivi e/o che indossano DPI

In tutti questi casi la misura di intelligibilità eseguita col metodo STIPA restituisce risultati non ottimali o, peggio, anche non corretti.

### 3 Intelligibilità

Quando si effettua una misura di STIPA con metodo diretto, si inietta nel sistema EVAC un segnale codificato noto come «segnale STIPA». Si tratta di un segnale che deriva da un rumore rosa ma è filtrato in bande di  $\frac{1}{2}$  d'ottava, centrate sulle medesime frequenze di centro banda; ognuna di queste bande è poi modulata da due frequenze simultaneamente. Qui sotto mostriamo lo spettro del segnale STIPA.



### 3 Intelligibilità

La misura indiretta chiama invece in causa la determinazione della Risposta all'Impulso (**IR**) che può essere misurata ricorrendo a varie metodologie: segnale impulsivo (gun-shot), rumore pseudorandom (MLS), segnale sinusoidale a frequenza variabile (sine-sweep lineare, esponenziale, logaritmico).

Una volta determinata la IR, il calcolo dello STI (o STIPA) avviene applicando opportuni operatori matematici.

Il metodo pertanto è «indiretto» perché non si misura direttamente lo STI, ma bensì la IR da cui poi, con un ulteriore passaggio, si «estrae» lo STI.

## 4 La misura di STIPA

Per gli scopi del corso, limiteremo la nostra trattazione alla sola misura di STIPA, andando ad illustrare i principali criteri metodologici fissati dalla UNI EN ISO 7240-19. Di seguito una sintesi dei vari passaggi operativi che caratterizzano la misura di STIPA, step che andremo poi a trattare singolarmente nel seguito:

1. Individuazione delle a.d.a tramite analisi delle planimetrie e degli schemi dell'impianto EVAC
2. Determinazione dei punti di misura in ogni a.d.a
3. Misura del livello sonoro del rumore ambientale di riferimento (fondo)
4. Misura del livello sonoro del messaggio di evacuazione
5. Iniezione del segnale STIPA e settaggio del livello di amplificazione mediante misura del livello sonoro
6. Misure di STIPA nelle posizione individuate al punto 2
7. Stesura report finale di verifica

## 4 La misura di STIPA

### Step 1. Individuazione delle a.d.a

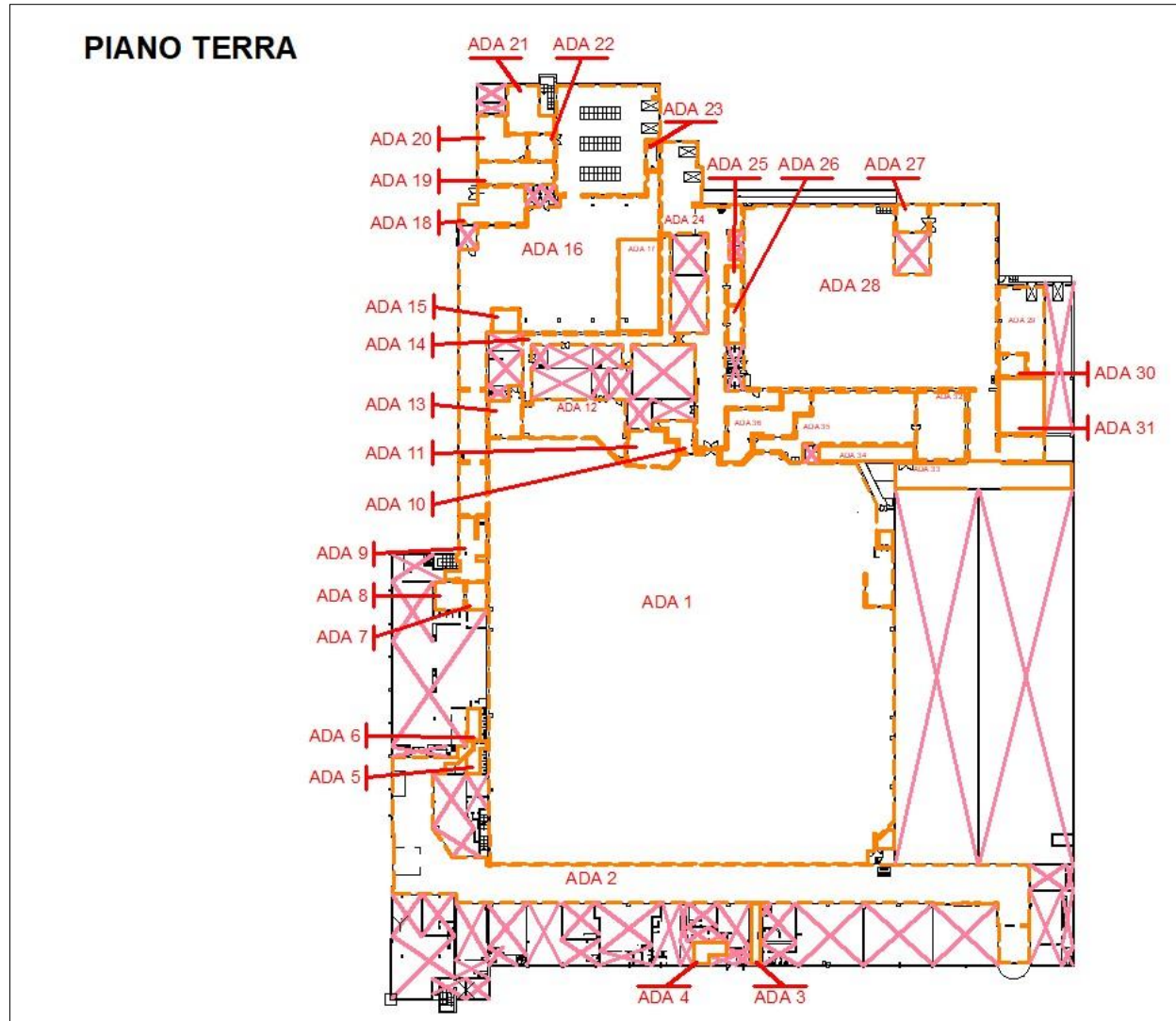
La UNI EN ISO 7240-19 definisce l'area acusticamente distinguibile (a.d.a. o ADA) come una zona di altoparlanti di emergenza, che può essere uno spazio chiuso o in altro modo delimitato, caratterizzata da un tempo di riverberazione singolo e da un proprio livello di rumore ambientale.

Le ADA con superficie inferiore a 10 m<sup>2</sup> NON sono oggetto di valutazione.

Nella slide successiva mostriamo un'immagine dove sono riportate le ADA individuate all'interno di un centro commerciale/ipermercato oggetto di una nostra recente valutazione.

## 4 La misura di STIPA

### Step 1. Individuazione delle ADA



## 4 La misura di STIPA

### Step 2. Individuazione dei punti di misura

Una volta individuate le a.d.a occorre misurarne la superficie in pianta in quanto il **numero minimo di punti di misura** è funzione dell'area dell'a.d.a. secondo quanto riportato nel prospetto successivo.

**Prospetto A**

Area dell'ADA (m <sup>2</sup> )	Numero minimo di punti di misura di STIPA
10 < Area ≤ 25	1
25 < Area ≤ 100	3
100 < Area ≤ 500	6
500 < Area ≤ 1500	10
1500 < Area ≤ 2500	15
Superiore a 2500	15 punti aggiuntivi ogni 2500 m <sup>2</sup>



## 4 La misura di STIPA

### Step 2. Individuazione dei punti di misura

I valori riportati nel prospetto A sono solo indicativi del **numero minimo** di punti di misura, mentre il numero «esatto» va valutato rispettando una seconda condizione:

**La distanza tra punti di misura adiacenti deve riflettere l'uniformità spaziale della copertura sonora dell'impianto EVAC e pertanto NON deve essere maggiore di 12 m (UNI EN ISO 7240-19 e EN 54-32).**

A questa condizione se ne affiancano tre ulteriori di tipo «qualitativo», ugualmente importanti:

- a) I punti di misura devono essere uniformemente distribuiti su tutta l'ADA senza preferenze per postazioni «buone» o «cattive» (EN 54-32)
- b) Non più di 1/3 dei punti di misura deve essere posizionato sotto l'asse del diffusore
- c) Se non specificato diversamente, l'altezza del microfono deve essere pari a 1,6 m per tutti quegli ambienti in cui le persone sono in posizione eretta e 1,2 m nel caso di persone sedute (es.: sala ristorante, ufficio)

A seguire la planimetria dei punti di misura di STIPA dello stesso caso precedentemente analizzato e la tabella riepilogativa con tutte le singole ADA e il relativo numero di misure eseguite.

## 4 La misura di STIPA

### Step 2. Individuazione dei punti di misura

#### PIANO TERRA



## 4 La misura di STIPA

### Step 2. Individuazione dei punti di misura

ADA n.	Livello/Piano	Locale/Area	N. Misure di STIPA
1	Terra	Negozi	34
2	Terra	Scale/Corridoio	10
3	Terra	Scale/Corridoio	1
4	Terra	Uffici	1
5	Terra	Bagni/Spogliatoi	1
6	Terra	Bagni/Spogliatoi	1
7	Terra	Zona dipendenti	locale non accessibile
8	Terra	Zona dipendenti	1
9	Terra	Scale/Corridoio	3
10	Terra	Reparto PES	1
11	Terra	Reparto PES	3
12	Terra	Reparto CAR	6
13	Terra	Reparto CAR	3
14	Terra	Scale/Corridoio	6
15	Terra	Uffici	1
16	Terra	Magazzino	10
17	Terra	Locale tecnico	6
18	Terra	Locale tecnico	locale non accessibile
19	Terra	Locale tecnico	3
20	Terra	Locale tecnico	3
21	Terra	Locale tecnico	3
22	Terra	Locale tecnico	1
23	Terra	Locale tecnico	1
24	Terra	Scale/Corridoio	6
25	Terra	Zona dipendenti	1
26	Terra	Zona dipendenti	1
27	Terra	Locale tecnico	3
28	Terra	Magazzino	10
29	Terra	Carico/scarico	6
30	Terra	Uffici	1
31	Terra	Locale tecnico	3
32	Terra	Zona dipendenti	6
33	Terra	Scale/Corridoio	6
34	Terra	Scale/Corridoio	3
35	Terra	Reparto PAN/PAD	6
36	Terra	Reparto PAN/PAD	speaker non presenti
Totale Punti di Misura di STIPA			151

## 4 La misura di STIPA

### Step 3. Il rumore ambientale di riferimento (fondo)

Come abbiamo detto in precedenza, l'intelligibilità è influenzata (in negativo) dalla rumorosità ambientale (detta anche «di fondo»). E' pertanto importante capire che l'esito della misura – che di solito si esegue ad ambiente vuoto e privo di rumorosità – è sì rappresentativo della prestazione dell'impianto EVAC ma NON del suo comportamento in presenza di rumore ambientale.

Le misure vanno quindi corrette per effetto del rumore ambientale (procedura che il software in dotazione alla strumentazione esegue in automatico) ed è quindi importante che questo rumore, variabile per definizione, venga misurato in condizioni rappresentative e per un tempo sufficiente a garantirne una adeguata caratterizzazione.

In teoria il rumore di fondo va misurato in ogni punto di misura di STIPA; nella pratica è sufficiente misurarlo in ogni ADA «ragionevolmente» distinta dalle altre ; ad es. in uffici di dimensioni simili è sufficiente una sola misura, mentre in ADA di grandi dimensioni si può ricorrere ad una misura di durata maggiore ma «in movimento».

## 4 La misura di STIPA

### Step 3. Il rumore ambientale di riferimento (fondo)

#### Nota Importante

**Il rumore di fondo va misurato in bande di ottava da 125 Hz a 8 kHz**

Nel report tecnico di valutazione va riportato sia il valore del livello equivalente del rumore di fondo in dBA relativo ad ogni punto di misura, sia la durata del tempo di misura.

#### Nota

**Per la correzione del valore di STIPA in funzione del rumore ambientale, lo spettro sonoro del rumore di fondo va salvato sullo strumento come spettro in dBZ e NON in dBA!**

La strumentazione esistente sul mercato esegue questa operazione in modo automatico.

## 4 La misura di STIPA

### Step 4. Il messaggio di evacuazione

In occasione delle misure di STIPA, prima di ogni cosa è necessario misurare il livello sonoro corrispondente al messaggio di evacuazione rispettando le seguenti regole:

- La misura va eseguita al di sotto di uno degli altoparlanti e in asse con esso.
- Il rumore del messaggio di evacuazione si misura determinando il livello continuo equivalente in dBA misurato con costante temporale «FAST». La misura deve durare per tutta la durata del messaggio e/o per almeno 60 secondi.
- Il livello del messaggio di evacuazione deve essere maggiore di almeno 10 dB del livello del rumore ambientale. In ogni caso il livello del messaggio di evacuazione deve essere compreso nell'intervallo

$$65 \text{ dBA} \leq L_{\text{Mess Evac}} \leq 105 \text{ dBA}$$

## 4 La misura di STIPA

### Step 5. Livello del segnale STIPA

Prima di procedere alla misura dell'intelligibilità nei vari punti di misura predeterminati, è necessario settare il livello di erogazione di questo segnale.

Secondo la normativa, il livello del segnale STIPA dovrebbe essere almeno pari a quello del messaggio di evacuazione.

E' importante tuttavia sottolineare che l'iniezione del segnale STIPA nel sistema può portare ad una rapida saturazione del canale di input dell'EVAC e quindi innescare fenomeni distorsivi.

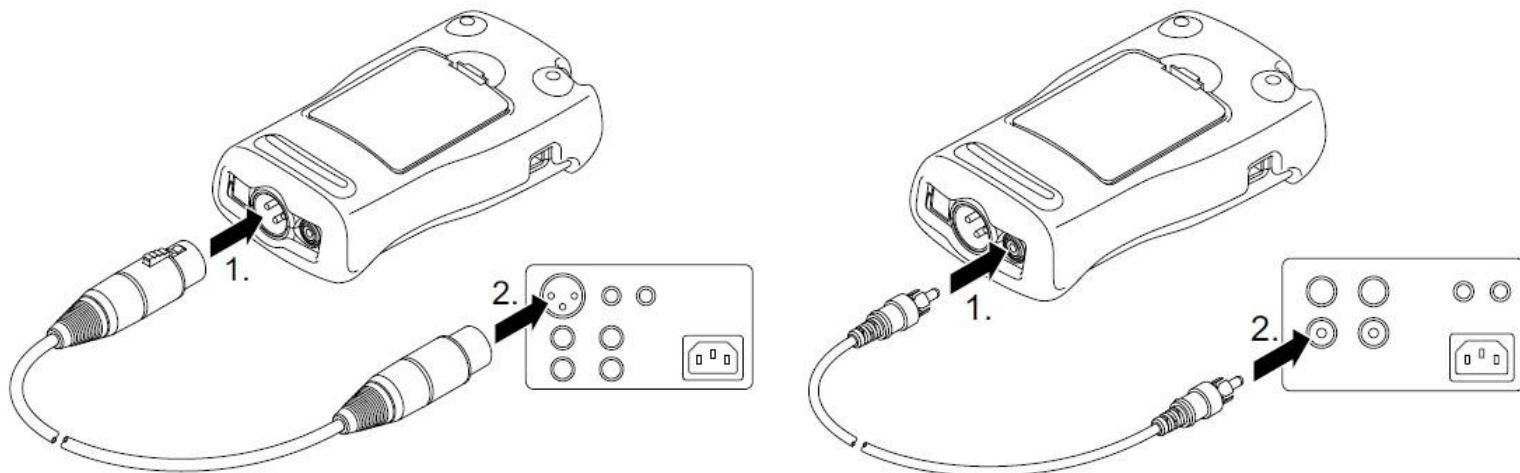
Per questo motivo conviene, una volta settata una prima soglia di erogazione, eseguire una misura di STIPA e vedere se, diminuendo il livello di input, tale valore aumenta o diminuisce.

**Una volta individuato il corretto livello di input, tale condizione NON deve più essere modificata per tutta la durata della sessione di misura.**

## 4 La misura di STIPA

### Step 5. Livello del segnale STIPA

Il segnale di STIPA è «presente» all'interno di specifici generatori di segnale; per «iniettarlo» nell'impianto EVAC occorre connettere il generatore con l'ingresso dell'impianto. La connessione avviene mediante l'interposizione di cavi segnale audio dotati di connettori standard (XLR o RCA); di sotto mostriamo uno schema di come è fatto un tipo di generatore di segnale presente in commercio.





## 4 La misura di STIPA

### Step 5. Livello del segnale STIPA

In certi impianti EVAC può non essere presente un messaggio vocale preregistrato di emergenza ed evacuazione, in quanto tale compito è demandato ad un addetto che, in caso di necessità, esegue l'annuncio parlando direttamente al microfono generale connesso alla centrale EVAC.

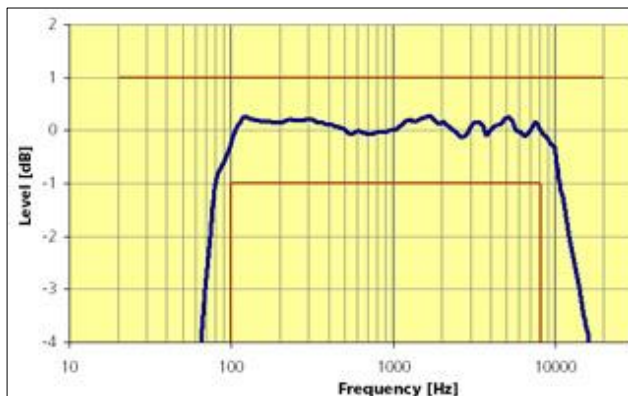
In questi casi non è corretto iniettare direttamente un segnale nell'impianto in quanto si verrebbe a bypassare il comportamento acustico del microfono. Occorre quindi erogare il segnale STIPA mediante un diffusore elettroacustico posto di fronte al microfono. Dovendo simulare un oratore umano tale diffusore deve possedere specifiche caratteristiche standardizzate in quanto deve simulare correttamente l'energia, lo spettro e la direzionalità della voce umana.

Tale specifico dispositivo è noto come «Bocca Artificiale». Nella slide successiva mostriamo un esempio di tale tipologia di diffusore.

## 4 La misura di STIPA

### Step 5. Livello del segnale STIPA

#### NTI TalkBox



Il TalkBox simula un oratore (60 dBA a 1 metro) e include un altoparlante a larga banda ad altissima fedeltà, caratterizzato da una bassissima distorsione e da una risposta in frequenza sostanzialmente lineare ( $\pm 1$  dB) su tutto il range di frequenze rilevanti ai fini del parlato. Le caratteristiche direzionali dell'emissione sonora simulano quelle della bocca umana (da cui il termine normalmente utilizzato di "bocca artificiale") così come definite dalla norma ITU-T P.51 (International Telecommunication Union: Recommendation P.51 "Artificial Mouth").

## 4 La misura di STIPA

### Step 5. Livello del segnale STIPA

Anche la misura con la bocca artificiale è soggetta ad una procedura iniziale di «calibrazione».

1. Posizionare la bocca artificiale a 1 dal fonometro e verificare che il livello sonoro corrisponda a quello del «parlatore normale», pari a 60 dBA a 1 m (NTI TalkBox è già impostato per questo livello)
2. Spostare la bocca artificiale in prossimità del microfono ad una distanza compresa tra:
  - 10-20 mm per un microfono di tipo «close-talking»
  - 100-200 mm per un microfono «standard»

Nel caso in cui l'impianto EVAC possa erogare un messaggio di allarme ed evacuazione sia in modalità automatica (messaggio preregistrato) che in modalità determinata dall'operatore (microfono), la misura di STIPA deve essere eseguita sia con iniezione diretta del segnale che con bocca artificiale.

## 4 La misura di STIPA

### Step 6. Le misure di STIPA

Una volta esauriti tutti gli step precedenti è possibile procedere alle misure di STIPA in tutti i vari punti di misura individuati.

Con la strumentazione esistente in commercio, una misura di STIPA dura circa 15 secondi.

E' buona norma effettuare, per ogni punto di misura, un ciclo di 2 o 3 (meglio) misure; in tal caso specifiche procedure interne alla strumentazione provvedono a restituire già il valor medio delle misure.

Nel caso in cui STIPA assuma valori ampiamente positivi rispetto alle soglie previste dalla normativa, è tuttavia sufficiente l'esecuzione di una sola misura.

È quindi necessario specificare quali solo i «valori soglia» di STIPA fissati dalla UNI EN ISO 7240-19: tale dettaglio è riportato nel prospetto successivo.

## 4 La misura di STIPA

### Step 6. Le misure di STIPA

**Prospetto B**

Metodo di Misura	Valor Medio Aritmetico dei valori di STIPA di ogni ADA	Valore Minimo di STIPA di ogni ADA
STI o STIPA	$STIPA_{\text{Medio}} \geq 0.50$	$STIPA_{\text{Minimo}} \geq 0.45$

I requisiti di intelligibilità del parlato riportati nel prospetto B sono da considerarsi come «minimi ragionevoli». Tuttavia in determinate situazioni, caratterizzate da elevata riverberazione e/o da elevati livelli di rumore ambientale, può risultare impossibile rispettare tali soglie.

In questi casi dovrebbe essere concordato un livello accettabile di intelligibilità tra le varie parti interessate (Titolare, Progettista, Manutentore, Verificatore ed eventuali organismi e/o autorità).

**Nell'individuare le nuove soglie è fondamentale l'apporto del Consulente Acustico**

(vedi oltre)

## 4 La misura di STIPA

### Step 6. Le misure di STIPA

Un elemento a cui occorre prestare molta attenzione nel corso dell'esecuzione delle misure di STIPA è la presenza di fonti di rumore indesiderate e/o occasionali.

Come abbiamo infatti visto in precedenza, il rumore gioca un ruolo fortemente negativo nei confronti dell'intelligibilità e quindi anche della misura di STIPA.

La strumentazione esistente, consente una rapida e sicura individuazione di questi fenomeni in quanto ogni evento acustico «esterno» al segnale STIPA viene individuato e, se viene superata una certa soglia, viene restituito un messaggio di errore.

**In questi casi la misura va scartata e occorre ripeterla**

## 4 La misura di STIPA

### Step 6. Le misure di STIPA

#### NOTA OPERATIVA IMPORTANTE

Qualora, in occasione delle misure di STIPA, il tecnico competente ravvisi la presenza nell'ambiente di un rumore significativo soprattutto se fluttuante, occorre eseguire una misura di STIPA senza erogazione del segnale STIPA.

**Se da tale misura emerge comunque un valore pari a**

$$STIPA_{(no\ segnale)} \geq 0.20$$

**la misura va scartata in quanto compromessa dalla presenza del rumore.**

In questo caso occorre fare di tutto per eliminare (spegnere, insonorizzare, altro) la fonte di rumore.

## 4 La misura di STIPA

### Step 7. Le misure di STIPA

Di seguito mostriamo un estratto di come si possa redigere un report delle misure di intelligibilità con metodo STIPA. In linea di massima le informazioni che il report conclusivo dovrebbe contenere sono così schematizzabili:

#### Per il Rumore Ambientale (Fondo)

- Posizione dei punti di misura
- Livello del rumore ambientale rilevato in ogni punti ed espresso come LAeq (dBA) misurato con costante temporale Fast
- Durata di ogni misura
- Data, e intervallo temporale della sessione di misura
- Eventuali annotazioni relative a circostanze specifiche e/o particolari incontrate in occasione della sessione di misura



## 4 La misura di STIPA

### Step 7. Le misure di STIPA

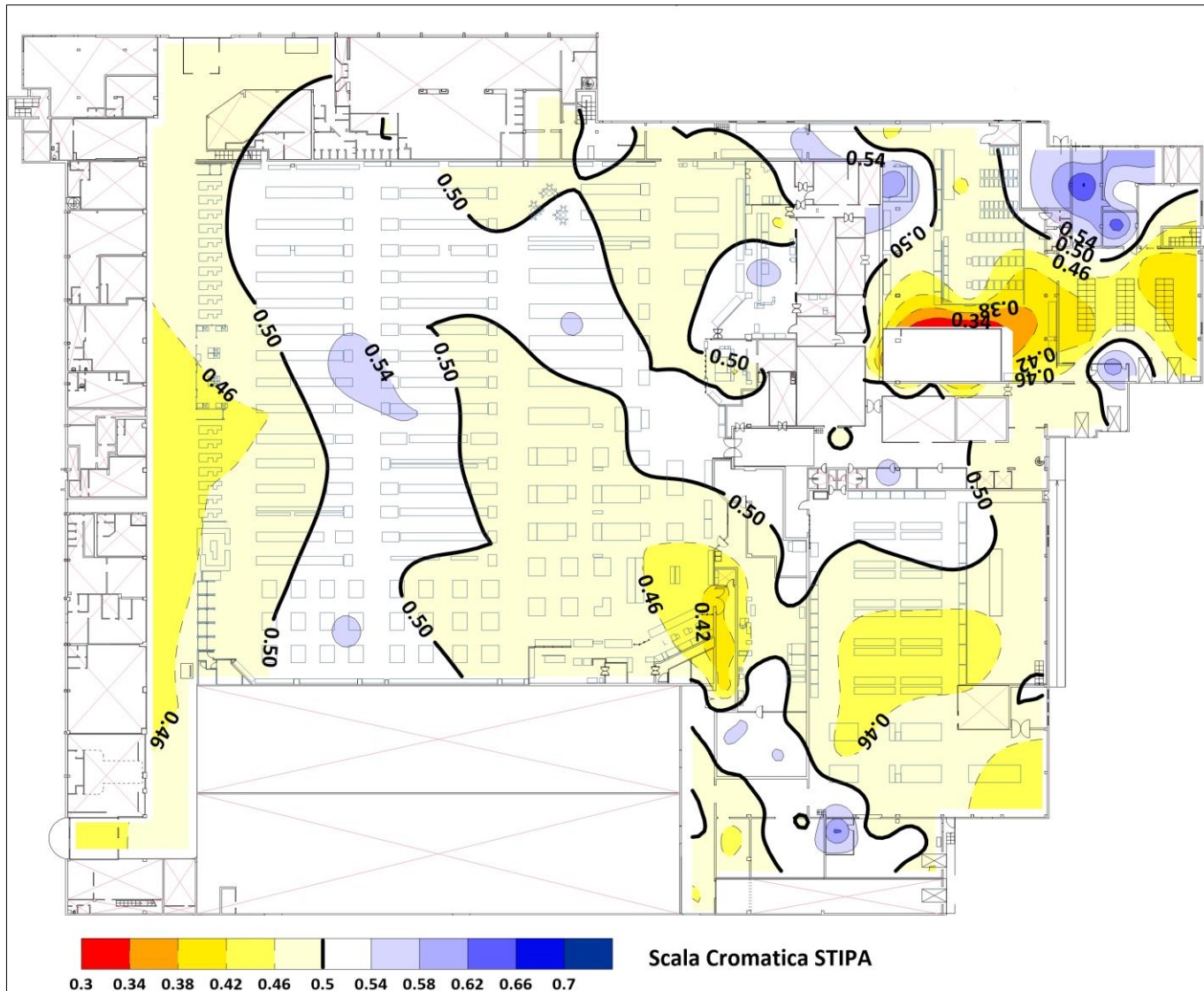
#### Per le misure di STIPA

- Elenco e ubicazione delle ADA
- Posizione dei punti di misura
- Livello di STIPA in ogni punto di misura
- Calcolo del valore di STIPA Medio per ogni ADA
- Valore di STIPA Minimo per ogni ADA

Al fine di consentire una rapida individuazione delle posizioni in cui si sono verificate eventuali criticità in termini di intelligibilità, può essere utile ricorrere allo strumento grafico della «mappatura». Di seguito ne riportiamo un esempio tratto da un nostro recente intervento.

## 4 La misura di STIPA

### Step 7. Le misure di STIPA



## 5 Periodicità delle misure

Fino ad ora ci siamo occupati solo dell'aspetto «misura dell'intelligibilità». In realtà la UNI ISO 7240-19 regola un campo più vasto di attività tecnica, come il suo stesso titolo chiaramente indica:

### **UNI ISO 7240-19**

#### **Sistemi fissi di rilevazione e di segnalazione allarme incendio**

#### **Parte 19: Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi di emergenza**

Alla voce «Manutenzione» la norma prevede 2 distinti programmi di verifiche periodiche, un programma di ISPEZIONE e uno di PROVA, ognuno caratterizzato da periodicità distinte.

Le attività di Ispezione e le attività di Prova sono elencate nel seguito unitamente alle loro periodicità.

## 5 Periodicità delle misure

Il sistema EVAC è soggetto ad un programma di ispezioni di sotto elencate che deve avvenire ad intervalli non superiori ai 6 mesi.

prospetto 3

### Programma di ispezioni

Punto	Azione richiesta
5.14.2.2 a)	Controllare che l'area sia protetta dall'accesso non autorizzato.
5.14.2.2 c)	Controllare che l'accesso alle s.s.c.i.e. non sia ostruito.
5.14.2.2 d)	Controllare che il funzionamento delle s.s.c.i.e. non ostruisca l'evacuazione dell'edificio.
5.14.2.2 e)	Controllare che le indicazioni visibili rimangano facilmente distinguibili in condizioni di luce ambientale.
5.14.2.2 g)	Controllare che la posizione delle s.s.c.i.e. presenti un basso rischio per le apparecchiature e il personale in caso d'emergenza.
5.14.2.2 i)	Controllare che nella posizione delle s.s.c.i.e. non vi siano sorgenti di innesco incendio e materiali combustibili.
11.5	Controllare che siano disponibili le istruzioni di funzionamento.

### Nota

s.s.c.i.e. = apparecchiature di controllo e segnalazione del sistema di allarme vocale (sound system control and indicating equipment) = **Centrale EVAC**



## 5 Periodicità delle misure

Il sistema EVAC è soggetto ad un programma di prove in campo con le seguenti periodicità.

prospetto 4

Programma di prove

Punto	Azione richiesta	Intervalli delle prove Mesi
ISO 7240-16, 7.1.1	Misurare il tempo che impiega l's.s.e.p. a effettuare una trasmissione, nella condizione di allarme vocale, con un operatore, o automaticamente in seguito al ricevimento di un segnale da un sistema fisso di rivelazione d'incendio o da un altro sistema fisso di rivelazione.	6
5.4.3 a) 5.19	Verificare che tutte le funzioni non d'emergenza siano disabilite durante il funzionamento d'emergenza.	6
5.4.3 c)	Verificare che l's.s.e.p. sia in grado di trasmettere segnali d'allarme e messaggi vocali in una o più aree simultaneamente.	6
5.7	Controllare che siano soddisfatti i requisiti di intelligibilità del parlato.	12
5.14.2.2 b)	Misurare e registrare il livello di rumore ambientale in prossimità del microfono d'emergenza delle s.s.c.i.e.	6
5.15.3	Verificare che la capacità della sorgente di alimentazione d'emergenza sia uguale o maggiore ai requisiti calcolati.	6
5.16.1	Verificare che l'interruzione del collegamento di comunicazione fra il sistema di rivelazione d'emergenza e l's.s.e.p. sia segnalata come un guasto.	6

N

**s.s.e.p.** = sistema di allarme vocale per scopi di emergenza (sound system for emergency purposes) = **Impianto EVAC**

## 6 Strumentazione e Personale Tecnico

La norme esistenti non dicono nulla riguardo la Classe di riferimento della strumentazione di misura. Pur tuttavia la norma IEC 60268-16 (*Sound system equipment - Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index*) esplicitamente afferma quanto segue:

- Il ricevitore (microfono, orecchio artificiale, testa binaurale) deve essere acusticamente calibrato per quanto riguarda sia la sensibilità che la risposta in frequenza
- Se viene utilizzato un microfono singolo questo deve essere omnidirezionale e per campo diffuso

Uno strumento di misura+ microfono di Classe 1 soddisfa automaticamente il requisito di calibrazione.

Prima della sessione di misura va effettuata una calibrazione per mezzo di un calibratore di Classe 1.

## 6 Strumentazione e Personale Tecnico

Anche per quanto attiene al personale che deve eseguire l'installazione, la messa in servizio, la certificazione e la manutenzione dell'impianto EVAC (incluse le prove periodiche di intelligibilità), la norma non dice nulla di specifico, facendo solo un riferimento generico a «persone con qualifiche e/o esperienza».

La norma poi dice che, relativamente alla certificazione e alla messa in servizio dell'impianto EVAC il proprietario e/o l'autorità competente «possono» richiedere la valutazione da parte di un ente indipendente.

**L'opinione dello scrivente è che le misure di STIPA dovrebbero essere eseguite solo ed esclusivamente da Tecnici Competenti in Acustica, coadiuvati dal personale addetto alla manutenzione dell'intero impianto.**

## 7 Interpretazione dei risultati «critici»

Come abbiamo visto in precedenza, capita che in specifiche situazioni i requisiti di intelligibilità non possano essere conseguiti a causa di problematiche oggettive, esterne all'impianto EVAC.

Si tratta di quegli ambienti in cui la significativa rumorosità ambientale e/o l'elevata riverberazione deprimono significativamente il valore di STIPA.

In questi casi la norma prevede per questi ambienti che si possano individuare dei valori soglia meno «restrittivi».

Sorgono pertanto due domande:

A. Chi ha la competenza di individuare nuovi valori soglia?

B. Come fare a determinarli?



## 7 Interpretazione dei risultati «critici»

Per quanto attiene alla prima domanda, **la mia personale opinione è che la valutazione di nuovi valori di soglia debba competere solo ed esclusivamente ad un esperto di acustica**, in quanto per la loro determinazione occorre considerare e saper valutare diversi aspetti tipicamente «acustici» e cioè:

- Maggiore o minore non-sabinianità dell'ambiente di misura (ADA)
- Riverberazione dell'ambiente (**che in questi casi va sempre misurata!**)
- Caratteristiche temporali del rumore ambientale (ciclico, fluttuante, impulsivo, ecc.) e del suo spettro sonoro
- Caratteristiche, orientamento e amplificazione degli speaker

## 7 Interpretazione dei risultati «critici»

Relativamente alla seconda domanda, la determinazione di nuovi valori soglia può avvenire in due modi:

- o basandosi sulle indicazioni di specifiche norme internazionali, come ad esempio l'annesso G della IEC (EN) 60268-16 (vedi oltre);
- oppure ricorrendo a misure di tempo di riverbero e ad una procedura di calcolo per «scalare» i valori di soglia

Per quanto riguarda le indicazioni fornite dalla 60268-16, nella slide successiva è riportato un estratto della Tabella G.1

## 7 Interpretazione dei risultati «critici»

Table G.1 – Examples between STI qualification bands and typical applications

Category	Nominal STI value	Type of message information	Examples of typical uses (for natural or reproduced voice)	Comment
A+	>0,76		Recording studios	Excellent intelligibility but rarely achievable in most environments
A	0,74	Complex messages, unfamiliar words	Theatres, speech auditoria, parliaments, courts, Assistive Hearing Systems (AHS)	High speech intelligibility
B	0,7	Complex messages, unfamiliar words		
C	0,66	Complex messages, unfamiliar words	Theatres, speech auditoria, teleconferencing, parliaments, courts	High speech intelligibility
D	0,62	Complex messages, familiar words	Lecture theatres, classrooms, concert halls	Good speech intelligibility
E	0,58	Complex messages, familiar context	Concert halls, modern churches	High quality PA systems
F	0,54	Complex messages, familiar context	PA systems in shopping malls, public buildings' offices, VA systems, cathedrals	Good quality PA systems
G	0,5	Complex messages, familiar context	Shopping malls, public buildings' offices, VA systems	Target value for VA systems
H	0,46	Simple messages, familiar words	VA and PA systems in difficult acoustic environments	Normal lower limit for VA systems
I	0,42	Simple messages, familiar context	VA and PA systems in very difficult spaces	
J	0,38		Not suitable for PA systems	
U	<0,36		Not suitable for PA systems	

NOTE 1 These values should be regarded as minimum target values.

NOTE 2 Perceived intelligibility relating to each category will also depend on the frequency response at each listening position.

NOTE 3 The STI values refer to measured values in sample listening positions or as required by specific application standards.

## 7 Interpretazione dei risultati «critici»

Nel seguito mostriamo invece un esempio di come abbiamo proceduto in un caso specifico di recente valutazione.

Si trattava di un Iperstore con parcheggi interrati; mentre nell'area «negozio» il dato di intelligibilità risultava sempre sufficiente, nei park interrati l'esito era sensibilmente negativo.

La misura del tempo di riverbero eseguita al piano terreno e nei piani interrati ha restituito i seguenti risultati:

Ubicazione	Livello	Misura n.	Parametro Acustico	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Park	-2	M01	RT20	5.92	5.80	5.19	4.16	3.10	2.18	1.20
Park	-1	M02		5.94	5.87	5.31	3.92	2.89	2.12	1.19
RT medio park interrati				5.93	5.84	5.25	4.04	3.00	2.15	1.20
Atlantic	T	M03	RT20	1.53	1.15	1.13	0.83	1.02	0.80	0.58
Negozio	T	M04	RT20	1.14	1.18	1.54	1.56	1.46	1.18	0.74
Negozio	T	M05		1.41	1.45	1.27	1.40	1.28	1.11	0.73
Negozio	T	M06		1.55	1.56	1.44	1.36	1.09	0.91	0.57
RT medio negozio				1.37	1.40	1.42	1.44	1.28	1.07	0.68

## 7 Interpretazione dei risultati «critici»

Qui di seguito riportiamo l'esito di un calcolo teorico di STI, dove abbiamo utilizzato, come dati di input, quelli rilevati nella parte «negozio» dell'Iperstore.

Frequency Octave bands (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Reverberation Time	1.37	1.4	1.42	1.44	1.28	1.07	0.68
Background Noise Level	48.0	51.0	54.0	57.0	52.0	49.0	45.0
Voice Level (Leq, 1 m free field)	60.0	65.0	69.0	74.0	72.0	69.0	66.0
Distance	6	m					
Room Volume	10000	m <sup>3</sup>					
Octave Band STI	0.419	0.467	0.489	0.527	0.584	0.602	0.660
Octave Band Weighting	0.13	0.14	0.11	0.12	0.19	0.17	0.14
Speech Transmission Index	0.54	Fair Speech Intelligibility					

Il dato di STIPA misurato in situ era pari a 0.57, per cui possiamo affermare che il modello teorico di calcolo è ben rappresentativo della realtà fisica (ricordiamo che l'incertezza nella misura di STIPA è pari a  $\pm 0.03$ ).

## 7 Interpretazione dei risultati «critici»

Abbiamo poi eseguito un secondo calcolo dove abbiamo sostituito il volume e il tempo di riverbero del «negozio» con i dati relativi al(i) parcheggio(i) interrato(i).

Frequency Octave bands (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Reverberation Time	5.93	5.84	5.25	4.04	3.00	2.15	1.20
Background Noise Level	48.0	51.0	54.0	57.0	52.0	49.0	45.0
Voice Level (Leq, 1 m free field)	60.0	65.0	69.0	74.0	72.0	69.0	66.0
Distance	6	m					
Room Volume	7500	m <sup>3</sup>					
Octave Band STI	0.309	0.330	0.351	0.397	0.453	0.497	0.580
Octave Band Weighting	0.13	0.14	0.11	0.12	0.19	0.17	0.14
Speech Transmission Index	0.42	Poor Speech Intelligibility					

E' evidente come, a parità di rapporto S/N, l'effetto dell'incremento del riverbero si traduca in un notevole decadimento dell'intelligibilità, prima ampiamente sufficiente (negozio) e ora al di sotto della soglia minima (park). In questo caso è possibile pertanto imporre una nuova soglia di riferimento pari a **STI  $\geq$  0.42**, che, per inciso, è pari a quanto previsto dalla Tabella G.1 della 60286-16 per ambienti acusticamente «difficili».

**GRAZIE DELL'ATTENZIONE**