



**Politecnico  
di Torino**

# Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria del Cinema e dei Mezzi  
di Comunicazione

A.a. 2021/22

Sessione di Laurea Ottobre 2022

## **Dolby Atmos Studios**

Applicazione del Dolby Atmos nelle sale di regia

Relatore:

Prof. Marco Carlo Masoero  
Prof. Marco Fringuellino

Candidato:

Alessandro Ciniero

## Sommario

<b>1. Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Introduzione</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Breve storia della riproduzione</b> .....	<b>7</b>
<b>4. Dolby Atmos</b> .....	<b>13</b>
4.1 Introduzione .....	13
4.2 Workflow .....	15
4.3 Metadati .....	18
4.3.1 Audio Elements .....	21
4.3.2 Audio Signal Names (ASN) .....	21
4.3.3 Audio Bed Description (ABD) .....	22
4.3.4 Audio Object Description (AOD) .....	24
4.3.5 Audio Presentation Description (APD) .....	27
4.4 LFE e Bass Management .....	28
4.5 Dolby Atmos Delivery Codecs .....	29
4.6 Dolby Atmos Renderer software .....	32
4.6.1 Interfaccia .....	37
4.6.2 Banner e Mode Display.....	37
4.6.3 Master File .....	38
4.6.4 Monitoring Layout .....	39
4.6.5 Source Selection.....	40
4.6.6 Trasport Display e Control .....	40
4.6.7 Record In/Out .....	41
4.6.8 Monitor Attenuation.....	41
4.6.9 Input Status.....	42
4.6.10 Input Status Indicators.....	43
4.6.11 Input Cgannel Status Rings .....	43
4.6.12 Room Configuration.....	44
4.6.13 Output e Limiting Meters .....	45
4.6.14 Misurazione della Loudness.....	46
4.6.15 Object View.....	47
4.6.16 CPU Meter.....	49

4.7 Dolby Atmos Home Entertainment .....	50
4.7.1 Introduzione.....	50
4.7.2 Trasformazione dei segnali e configurazioni .....	51
4.7.3 Speaker Dolby Atmos.....	69
<b>5. Dolby Atmos Studio .....</b>	<b>72</b>
5.1 Introduzione .....	72
5.2 Linee Guida tecniche .....	73
5.2.1 Design della stanza .....	73
5.2.2 Criteri acustici .....	75
5.2.3 Speaker Layout Design.....	76
5.2.4 Specifiche di amplificazione.....	84
5.2.5 Gestione delle basse frequenze.....	85
5.2.6 Risposta in frequenza degli speaker .....	85
5.2.7 Pattern di dispersione.....	86
5.3 Componenti base di un Dolby Atmos Studio.....	87
5.4 Calibrazione degli speaker .....	88
5.4.1 Livello di riferimento dei monitor .....	88
5.4.2 Speaker EQ.....	88
5.4.3 Target Curve.....	89
5.5 SERMIG Studio .....	90
5.5.1 Introduzione.....	90
5.5.2 Misure a stanza vuota.....	91
5.5.3 Progetti e trattamenti acustici.....	103
5.5.4 Verifiche col HE DARDT.....	109
5.5.5 Calibrazione e taratura degli speaker .....	113
5.6 Dolby Atmos Studios nel mondo .....	117
<b>6. Conclusioni .....</b>	<b>121</b>
<b>7. Glossario .....</b>	<b>125</b>
<b>Ringraziamenti.....</b>	<b>132</b>
<b>Bibliografia e sitografia .....</b>	<b>134</b>

# 1. Abstract

This thesis is focused in the field of sound engineering, specifically in the field of surround, immersive and spatialized audio, which has been strongly developing in recent years due to the adoption of these by media industries (cinema, TV, web, videogaming, music). Audio deeply engages the user who is always looking for increasingly immersive audiovisual experiences.

Dolby Atmos is the new technology from Dolby Laboratories, released in 2012, which has gradually established itself in the film and TV market and is currently trending strongly in the music field. The purpose of this thesis is precisely to analyze and apply Dolby Atmos in the control rooms of recording studios.

## 2. Introduzione

“Back To Mono”. Ciò era quanto riportato su una spilla indossata da Phil Spector, uno dei produttori discografici più importanti e rivoluzionari degli anni '60. Egli, infatti, era fortemente contrario all'avvento della stereofonia nel missaggio e nell'ascolto di un brano musicale affermando che quest'ultima togliesse controllo al produttore a favore dell'ascoltatore. Tutti gli elementi (oggi nel Dolby Atmos li chiameremmo “oggetti sonori”) avrebbero dovuto perfettamente incastrarsi come un puzzle su un unico canale, proprio come un pittore dispone gli elementi sulla tela.

La storia e la tecnologia non gli daranno ragione. Sin dalla fine degli anni '60 lo sviluppo dell'elettroacustica ha influenzato il modo di fare e ascoltare musica: dal mono allo stereo, dal disco in vinile al CD, dalla quadrifonia al surround. Quest'ultimo, rimasto fino a poco tempo fa confinato solo nelle sale cinematografiche, in qualche sala ascolto di amatore e negli studi di post-produzione audiovisiva, è riuscito ad introdursi nel panorama musicale grazie all'avvento del Dolby Atmos ed incontrare una nuova fetta di mercato avveza all'utilizzo di tale tecnologia di riproduzione.

Lo scopo di questa tesi è di analizzare e osservare questo nuovo paradigma creato dai Dolby Laboratories e la sua applicazione nelle control rooms degli studi di registrazione. Una diffusione sempre maggiore legata anche ad un nuovo bisogno di immersione sonora dell'ascoltatore.

È difficile stabilire se questo trend di utilizzo del Dolby Atmos in musica sia solo causato da un entusiasmo momentaneo dovuto alla novità, destinato quindi all'oblio ed al confinamento solo in ambito cinematografico, oppure

si potrà affermare con facilità grazie al sempre maggior impiego di cuffie per l'ascolto mobile.

Tuttavia, la tesi si concentrerà maggiormente sull'aspetto tecnico e acustico di quest'ultimo grande step del panorama audiovisivo, lasciando ad altri ambiti la discussione più sociologica e imprenditoriale.

### 3. Breve storia della riproduzione audio

Sin dal medioevo, inventori e tecnici si sono ingegnati per poter sviluppare degli apparecchi per la riproduzione e registrazione musicale di musiche non eseguite dal vivo. I primi dispositivi erano costituiti da elementi di natura meccanica e potevano riprodurre suoni già memorizzati, come i carillon negli orologi dei campanili, gli organi da fiera od i pianoforti automatici.

Il grande impulso fu dato durante la seconda rivoluzione industriale di fine XIX secolo quando Thomas Edison inventò il fonografo nel 1877; esso era costituito da un cilindro ricoperto di celluloidi sul quale uno stilo scorreva e trasduceva il segnale riprodotto attraverso un cono acustico. Pochi anni dopo, nel 1887, Emile Berliner brevettò il disco fonografico come supporto standard per la registrazione e riproduzione tramite grammofono.

In ambito cinematografico, i film non erano dotati di un sonoro eccetto un accompagnamento musicale live durante la proiezione. Tutto ciò cambiò nel 1927 con il film "The Jazz Singer" (Crosland), considerato il primo film sonoro. Pochi anni dopo, nel 1932, l'ingegnere britannico Alan Blumlein depositò il brevetto numero 394325, intitolato 'Improvements in and relating to Sound-transmission, Sound-recording and Sound-reproducing Systems'. Esso descriveva alcune pratiche fondamentali per la registrazione e riproduzione del suono stereofonico:

- La matrice di elaborazione dei segnali stereo. Partendo dal concetto di segnale stereofonico composto da un segnale mono M e un segnale side S che definisce la distribuzione spaziale del suono,

Blumlein definisce le formule con cui derivare da M ed S i canali sinistro L e destro R. Il dispositivo elettronico che si occupa di ciò si chiama matrice MS. Si converte le differenze di fase tra i 2 segnali in differenze di livello di pressione sonora, sfruttando i principi dell'ITD (interaural time difference) e dell'ILD (interaural level difference) basate sul modello dell'orecchio umano.

- Blumlein propose tre diverse configurazioni di coppie microfoniche per poter registrare stereofonicamente, le quali tutt'ora sono utilizzate negli studi di registrazione: MS, Blumlein e XY.
- Nuova tecnica per la registrazione stereofonica su supporto. Blumlein propone due attuatori magnetici ortogonali che trasducono il segnale M ed S in vibrazioni della puntina che scorre nel solco del disco. Il movimento orizzontale di quest'ultima corrisponde ad M mentre quello verticale ad S.

Il brevetto rappresentò una pietra miliare nello sviluppo dell'ingegneria del suono e nell'industria audiovisiva; nei cinema, lo stereo sostituì il mono dato dal singolo speaker posto dietro lo schermo. Nel panorama musicale, la piccola etichetta discografica Audio Fidelity Records, nel 1957, fu la prima a pubblicare un disco stereofonico in serie "Dukes of Dixieland". Tuttavia si dovette attendere fino agli inizi degli anni '60 prima che lo stereo diventasse una pratica via via sempre più utilizzata. L'abbandono del mono avvenne col decennio degli anni '70.

Nella sala cinematografica, l'evoluzione verso il surround iniziò spedita già nel 1940, quando uscì il film "Fantasia" prodotto da Walt Disney. La struttura del lungometraggio è alquanto peculiare: vari episodi animati e accompagnati da celebri brani di musica classica si susseguono alternati da commenti di critica musicale sui medesimi. Walt Disney ebbe l'idea di un sistema di riproduzione audio che occupasse tutta la sala cinematografica; egli fu ispirato dal famoso "Volo del calabrone" del compositore Nikolai Rimsky-Korsakov e sperava di mostrare al pubblico il calabrone che volava in tutta la platea con l'aiuto del sonoro che "seguisse" l'insetto.

Tale tecnologia fu chiamata "Fantasound" e consisteva in 9 canali audio separati che dovevano essere controllati dagli ingegneri della Disney in real time e poi diffusi attraverso gli speaker della sala mediante i potenziometri panoramici (pan pot).

A causa degli elevati costi di registrazione e di conversione tecnologica delle sale, il "Fantasound" non ottenne il successo sperato; tuttavia, l'impronta lasciata nel panorama audiovisivo è stata notevole tanto da aver anticipato di 20 anni tecnologie che sarebbero diventate di uso comune negli studi di registrazione ed ha ispirato registi e ingegneri fino ai giorni nostri.

Jon Favreau, regista e produttore del remake de "Il libro della giungla", distribuito nel 2016 dalla Disney, ha dichiarato di aver utilizzato Dolby Atmos per creare un Fantasound mix: "When we were miking the orchestra, we isolated instruments when we could. And in the sound mix, we created a

Fantasound mix. If you go to see the film in Atmos, you will feel that there are instruments that move around the theater.”

Nel 1952, venne distribuito il film “This Is Cinerama”, prodotto pubblicità per l’omonimo sistema di riproduzione. Il sonoro consisteva in una colonna sonora a sette canali registrata su un nastro magnetico separato.

Qualche anno più tardi, compositori come Karlheinz Stockhausen e Edgar Varese sperimentarono musiche strutturate appositamente per essere fruite in sistemi surround:

- “Kontakte” di Stockhausen utilizzò il primo sistema di riproduzione quadrifonico.
- “Poème électronique” di Varese fu composto appositamente per il Philips Pavillon dell’EXPO del 1958. L’edificio era dotato di 425 altoparlanti controllati da centralini telefonici automatici.

Durante gli anni ‘60, la riproduzione stereofonica a due canali iniziò a farsi strada mentre gli studi di registrazione evolvevano a livelli sempre più alti in termini elettroacustici. Le sperimentazioni si imposero nel panorama pop mainstream tramite artisti come Phil Spector, Joe Meek, i Beatles, Brian Wilson e Frank Zappa.

Il primo prototipo per un audio surround a 5 canali, chiamato “quintaphonic sound”, fu utilizzato nel 1975 per il film “Tommy” tratto dall’omonima opera rock degli Who pubblicata nel 1969.

Il 5.1 odierno nacque nel 1976 quando i Dolby Labs presentarono il Dolby Stereo 70mm Six Track, aggiornando il formato Todd-AO che dal 1955 introdusse sei tracce audio separate per le pellicole 70mm, delle quali solo

una era dedicata al surround. La prima celebre applicazione avvenne nel 1979 con l'uscita del film "Apocalypse Now" di Francis Ford Coppola. La Dolby cambiò il paradigma Todd-AO usando due canali HP surround e un canale LF surround che viene unito mono con gli altri due canali.

Durante gli anni '80, il digitale iniziò ad affermarsi nelle pratiche di registrazione e in alcuni outboard per effetti sonori; artisti come Peter Gabriel, Kate Bush, Mike Oldfield, Todd Rundgren e Jean-Michel Jarre sono stati i primi a muoversi in questa direzione. Fondamentale per l'affermazione delle pratiche digitali fu l'enorme popolarità del Fairlight CMI, il primo sintetizzatore-campionatore digitale.

Tutto ciò ha portato nel 1992 nella prima colonna sonora digitale per il film "Batman Returns" di Tim Burton. Il suono fu codificato e compresso con perdite con il nuovo formato Dolby Digital. Esso è stato poi utilizzato per le trasmissioni televisive, streaming video, DVD, Blu-ray e per le console videoludiche.

La tecnologia è rimasta più o meno stabile fino al 2010, quando esce al cinema "Toy Story 3" con la prima colonna sonora realizzata in Dolby Surround 7.1, il quale aggiunge 2 canali surround al classico 5.1.

Due anni dopo, i Dolby Labs annunciano una nuova tecnologia in grado di espandere la sfera sonora di ascolto e di cambiare il concetto di messaggio delle tracce: il Dolby Atmos.

La prima installazione con Atmos è avvenuta nel El Capitan Theatre a Los Angeles per la premiere del film della Pixar "Ribelle – The Brave".

L'anno dopo, 300 sale cinematografiche sono state convertite per l'ascolto in Dolby Atmos; numero in continua ascesa fino ad aprile 2022.

Il primo film ad essere distribuito in Blu-ray con Atmos è "Transformers 4 – L'era dell'estinzione" del 2014. Il primo remix, invece, è del 2017 per il 25esimo anniversario dell'album "Automatic For The People" della band statunitense R.E.M.

# 4. Dolby Atmos

## 4.1 Introduzione

Il Dolby Atmos è l'ultima tecnologia audio surround sviluppata dai Dolby Laboratories e rilasciata a partire dal 2012.

Secondo la pagina web di Dolby, esso "migliora l'intrattenimento attraverso tutti i device" del consumatore. "Va oltre l'ascolto abituale trasportando il fruitore verso una rivoluzionaria esperienza di audio spazializzato che lo attrae più profondamente, così da sentire di più e provare emozioni più forti". Quindi esso è "una più ricca esperienza sonora multidimensionale nel proprio entertainment e aiuta a connettersi più forte con i propri show, giochi e musiche preferiti con una maggiore profondità, chiarezza e dettagli come mai prima".

Questo concetto si traduce nella possibilità di "posizionare e muovere suoni in uno spazio tridimensionale virtuale con l'introduzione degli "oggetti sonori o oggetti audio" (audio objects) con una precisione maggiore rispetto al surround tradizionale. Inoltre, con l'aggiunta degli speaker overhead, è possibile creare una sfera sonora attorno gli ascoltatori, i quali si sentiranno immersi nell'esperienza di fruizione".

"Dolby Atmos ottimizza automaticamente il contenuto in base al numero di altoparlanti del device o dell'ambiente; in questo modo, il mix veicola il miglior rendimento possibile per il cinema così come per i device mobili abilitati, home theater, soundbar e cuffie".

Inoltre Atmos facilita l'indipendenza del mix dal prodotto finale che può variare a seconda dell'impianto di destinazione tramite il Dolby Atmos Render che sarà approfondito successivamente.

Il grande successo del formato ha portato Dolby a creare dei tool utilizzabili da alcune celebri DAW (digital audio workstation) come Pro Tools (solo con la versione Ultimate) e Nuendo. Successo in ascesa come mostrato dal sito [digitaltrends.com](https://www.digitaltrends.com): "Per anni, il Dolby Atmos è stato un'esclusiva dei Blu-ray 4K UHD, ma nel 2021, quasi ogni piattaforma di servizio streaming ha iniziato ad offrire titoli in Atmos. Alcune, come Netflix, chiedono un sovrapprezzo speciale mentre altre, come Disney+, Apple TV+ e Amazon Prime Video lo includono nella tariffa standard".

Attraverso i prossimi paragrafi, si analizzeranno più a fondo i pilastri portanti e le varie sfaccettature di questa nuova tecnologia audio.

## 4.2 Workflow

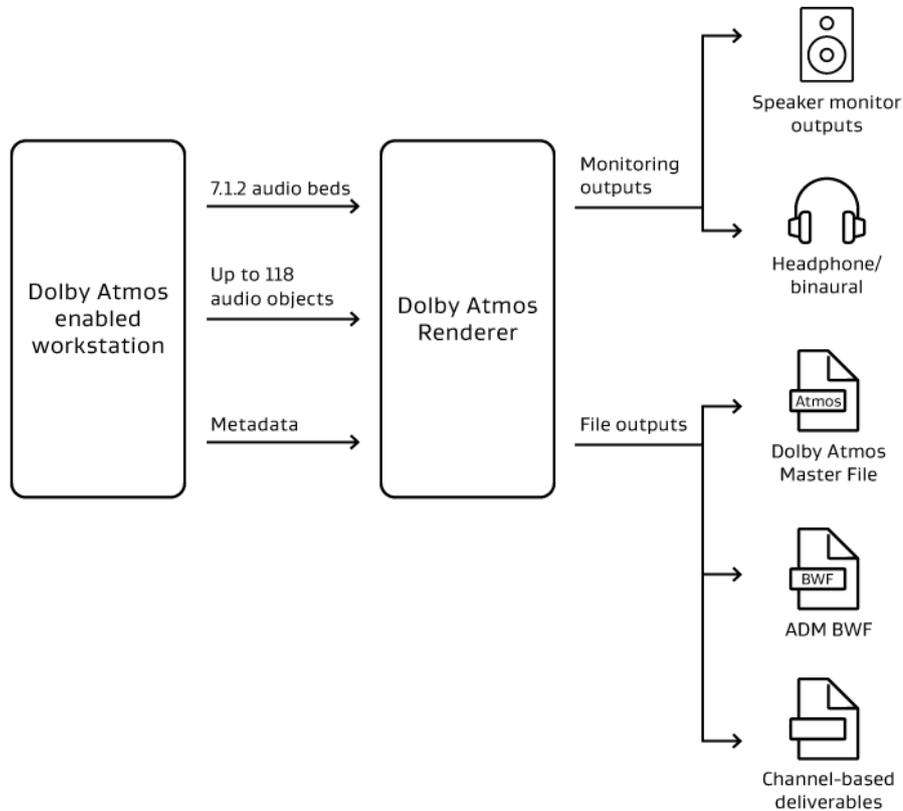


Figura 1

Il workflow di Dolby Atmos eredita dagli approcci tradizionali standard delle altre vecchie tecnologie surround per facilitare il content creator. “Atmos”, si afferma nel sito dei Dolby Labs, “introduce due concetti innovativi per rilasciare un’eccezionale esperienza immersiva.”

- **Bed.** Sorgenti sonore statiche ancorate su una configurazione predefinita di speakers. Si aggiungono due overhead speakers permettendo varie configurazioni fino a 7.1.2; quindi è possibile istanziare fino a 10 bed audio.
- **Audio Objects.** Sorgenti sonore singole che possono essere posizionati anche dinamicamente in qualunque punto dello spazio di

ascolto 3D, indipendenti dai beds, aventi dei metadati che li alloca in base alle coordinate X, Y, Z e al numero di speakers disponibili nella stanza. È possibile istanziare fino a 118 oggetti sonori.

Il workflow ha come punto di partenza la DAW utilizzata per registrare, mixare e masterizzare il prodotto. Essa deve possedere l'abilitazione per Dolby Atmos come Pro Tools Ultimate<sup>1</sup> e Nuendo<sup>2</sup> che possiedono delle integrazioni native per permettere un più facile routing (trad. instradamento, indica un procedimento di indirizzamento delle tracce sonore) e panning (controllo della posizione di un suono nello spazio di ascolto) delle sorgenti.

Successivamente, il bed<sup>3</sup> 7.1.2, gli object audio ed i metadati sono indirizzati dalla workstation<sup>4</sup> al Dolby Atmos Renderer, software con cui poter monitorare, registrare e riascoltare i contenuti prodotti. Esso renderizza l'audio ed i metadati in base alla configurazione degli speakers usati come monitor (altoparlanti veri e propri o cuffie). Il Renderer, inoltre, può esportare il prodotto in diversi file:

- **Dolby Atmos Master File**; usati per la codifica nei Blu-ray 4K UHD, è costituito da 3 file separati:
  - **.atmos**: questo è il file top-level che fornisce informazioni essenziali sulla presentazione dei dati, scritto in XML. Esso include il numero di input usati come beds<sup>5</sup> o oggetti<sup>6</sup>, frame rate, lo start del file, il primo frame di azione, il

---

<sup>1</sup> <https://www.avid.com/pro-tools>

<sup>2</sup> <https://www.steinberg.net/nuendo/>

<sup>3</sup> Vedi glossario alla voce Bed

<sup>4</sup> Vedi glossario alla voce DAW

<sup>5</sup> Vedi glossario alla voce Bed

<sup>6</sup> Vedi glossario alla voce Objects

numero di elementi usati nella codifica spaziale, metadati di downmix e trim.

- **.atmos.metadata:** questo file contiene tutte le coordinate 3D, statiche o dinamiche, per gli audio objects presenti nel file .audio. e le impostazioni per l'ascolto binaurale.
- **.audio:** questo file contiene i dati audio di tutti i beds e degli audio objects. Esso è un file PCM interlacciato memorizzato nel CAF (Core Audio Format).
- **ADM BWF** (Audio Description Model Broadcast Wav Format) è un file alternativo al Dolby Atmos Master file. In esso, tutte le informazioni incluse nei file .atmos e .atmos.metadata sono inserite nell'header del data chunk del file wav. Il payload audio arriva fino a 128 tracce interlacciate. ADM ha alcuni vantaggi:
  - Esso consiste in un file singolo invece di 3 file in una cartella, rendendolo più facile per gli scambi con altri servizi.
  - Esso può essere importato in alcune DAW. Ciò permette a tutti i beds e agli audio objects di essere ricreati assieme a tutti i metadati di posizionamento. Questo consente un ulteriore editing o una remasterizzazione.
  - Esso può essere codificato con Dolby True HD, Dolby Digital Plus JOC e Dolby AC-4 IMS ed è l'export primario richiesto dagli ingegneri di mastering, servizi streaming e il Blu-ray authoring.

- **IMF.IAB.** Immersive Audio Bitstream è un formato intermedio per IMF (interoperability mastering format). IAB è considerato un formato intermedio poiché i metadati degli audio objects sono quantizzati. IAB.mxf è usato da tool di packaging IMF per creare un contenitore per l'export che include Dolby Atmos e Dolby Vision. IMF IAB non è utilizzato per Dolby Atmos Music.

Tuttavia, è possibile esportare il prodotto in formati più tradizionali basati sui canali e speaker di destinazione (esempio MP4).

### **4.3 Metadati**

Uno dei concetti portanti del Dolby Atmos è l'utilizzo di metadati o "professional audio metadata (PMD)" ovvero informazioni che vengono scritte all'interno dei file audio e che vengono trasmesse assieme al segnale sonoro; essi servono per "descrivere l'audio o possono essere usati per controllare i processi a valle dell'audio" come ad esempio la codifica per la trasmissione, monitoring o il rendering.

L'utilizzo dei metadati non è iniziato con Atmos, ma fa parte della storia dei Dolby Labs da più di vent'anni. I PMD furono introdotti con il Dolby E nel 1999. Esso è un sistema di compressione con perdite capace di fare un multiplexing fino a 8 canali audio in un unico canale audio digitale AES3.

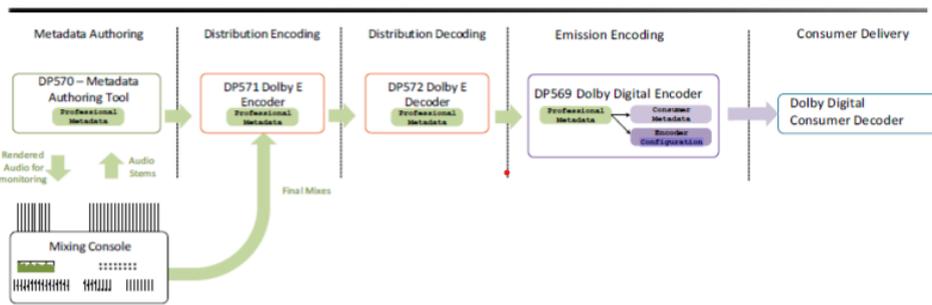


Figura 2

I metadati possono essere utili con i seguenti aspetti della produzione audio professionale:

- **Gestione della loudness<sup>7</sup>.** Utilizzo più comune dei metadati tra cui normalizzazione.
- **Preservare la visione artistica.** Questo aspetto è fondamentale quando si codifica e si decodifica il flusso sonoro da un device all'altro e da una configurazione all'altra. Le intenzioni che l'artista vuole proporre tramite il mix originale devono essere riprodotte fedelmente e riadattato dove è necessario.
- **Advanced media support.** Nuovi media che provvedono complesse combinazioni ai clienti mantenendo un'esperienza audio immersiva richiedono che le tracce audio devono essere trasportate discretamente al decoder consumer. Questa complessità richiede metadati che definiscono precisamente il prodotto audio.

<sup>7</sup> La loudness è definita come la caratteristica di un suono per la quale esso viene giudicato più o meno intenso da un ascoltatore.

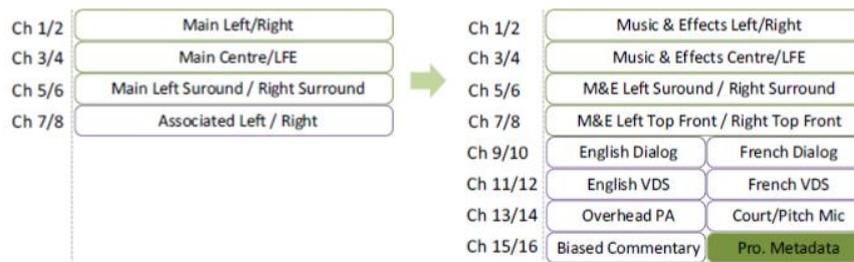


Figura 3

I metadati sono mandati in due modi:

- Per ambienti real-time, una rappresentazione compatta binaria è incapsulata dentro un container formattato ST 2109-1.
- Per ambienti non real-time o per workflow basati su file si utilizza una rappresentazione XML<sup>8</sup>.

Secondo la guida fornita dai Dolby Labs, vi sono quattro categorie di contenuti di metadati:

- **Experiential:** Presentazioni audio (diverse collezioni di Audio Elements)
- **Essence:** Audio Elements (Audio Beds & Audio Objects)
- **Instructive:** Downstream device management e informazioni di configurazione
- **Informative:** etichettatura associata e informazioni di denominazione.

<sup>8</sup> In informatica, l'XML (sigla di eXtensible Markup Language, lett. "linguaggio di marcatura estendibile") è un metalinguaggio per la definizione di linguaggi di markup, ovvero un linguaggio basato su un meccanismo sintattico che consente di definire e controllare il significato degli elementi contenuti in un documento o in un testo.

Di seguito si approfondirà la seconda categoria, la quale contraddistingue il Dolby Atmos dalle altre tecnologie surround precedenti.

### 4.3.1 Audio Elements

Per Audio Elements si intende un insieme di uno o più segnali audio (AS, singolo canale audio mono) includendo anche i relativi metadati associati. All'interno di questa categoria vi sono due sotto-categorie: Audio Beds e Audio Objects.

### 4.3.2 Audio Signal Names (ASN)

Il payload del segnale audio fa parte dell'XML non real-time e offre un modo semplice per etichettare e identificare i segnali audio dentro un workflow. Il valore dell'ID è correlato al numero del canale dove è stato portato il segnale (es. id=3 significa che il segnale è stato veicolato nel terzo canale della sorgente audio selezionata); il parametro name indica una descrizione.

```
<AudioSignals>
  <AudioSignal id="1">
    <Name>Console Bus A-1</Name>
  </AudioSignal>
  <AudioSignal id="2">
    <Name>Console Bus A-2</Name>
  </AudioSignal>
  <AudioSignal id="3">
    <Name>Console Bus A-3</Name>
  </AudioSignal>
  <AudioSignal id="4">
    <Name>Console Bus A-4</Name>
  </AudioSignal>
  <AudioSignal id="5">
    <Name>Console Bus A-5</Name>
  </AudioSignal>
  <AudioSignal id="6">
    <Name>Console Bus A-6</Name>
  </AudioSignal>
</AudioSignals>
```

Figura 4

### 4.3.3 Audio Bed Description (ABD)

Un Bed è un insieme di segnali audio che è assegnato ad una configurazione di speaker specifica come 5.1 o 7.1.4. I Bed, di solito, non cambiano nel tempo e possono essere definiti in vari modi in base al workflow. Attualmente le configurazioni degli speaker supportate sono mostrate nella tabella seguente.

Speaker Configuration
Stereo
3.0
5.1
5.1.2
5.1.4
7.1.4
9.1.6

Figura 5

Il segnale audio può essere mappato direttamente o meno alla posizione dello speaker target. In caso diretto, lo strumento di authoring riceve un bed pre-missato che è instradato direttamente dalla console di missaggio.

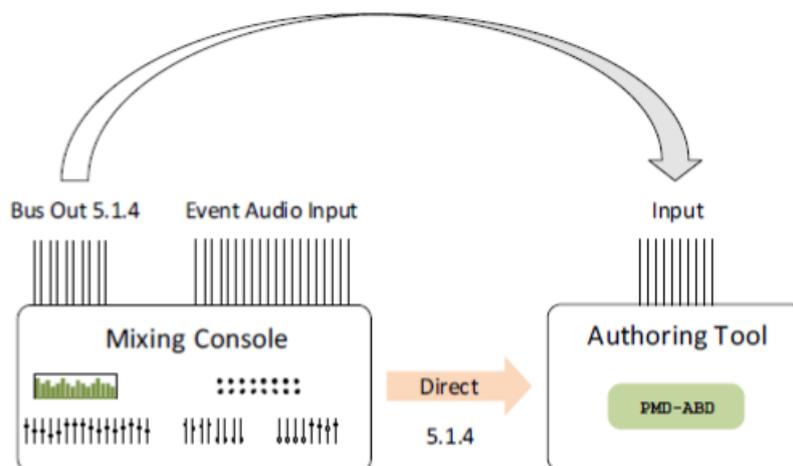


Figura 6

Di seguito si mostra un segmento XML parziale che definisce i canali di sinistra di un mapping diretto 5.1.4 di un bed.

```
<AudioBed id="1">
  <Name>Direct Mapped Center Stadium</Name>
  <SpeakerConfig>5.1.4</SpeakerConfig>
  <OutputTargets>
    <OutputTarget id="Left">
      <AudioSignals>
        <ID source_gain_db="0.00">1</ID>
      </AudioSignals>
    </OutputTarget>
    <OutputTarget id="Left Surround">
      <AudioSignals>
        <ID source_gain_db="0.00">5</ID>
      </AudioSignals>
    </OutputTarget>
    <OutputTarget id="Left Top Front">
      <AudioSignals>
        <ID source_gain_db="0.00">7</ID>
      </AudioSignals>
    </OutputTarget>
    <OutputTarget id="Left Top Rear">
      <AudioSignals>
        <ID source_gain_db="0.00">9</ID>
      </AudioSignals>
    </OutputTarget>
  </OutputTargets>
</AudioBed>
```

Figura 7

In caso di mapping non diretto, l'input non è l'output della console di missaggio, ma è una copia degli input audio della console di missaggio.

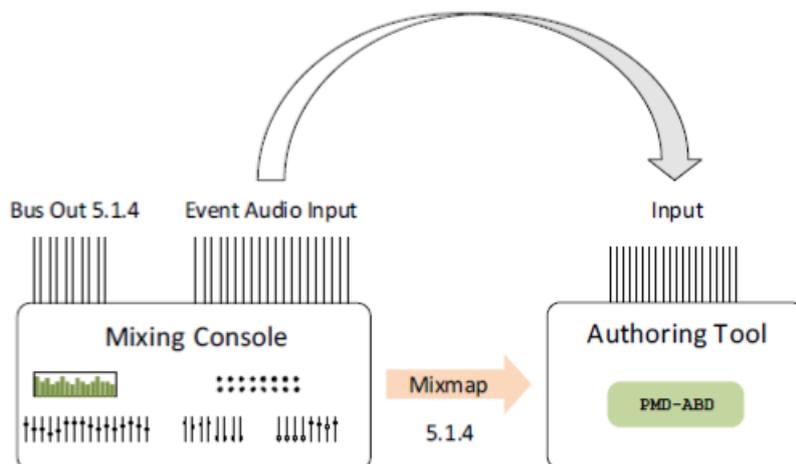


Figura 8

Di seguito si mostra un segmento XML parziale che definisce i primi due canali di un bed mix-mapped.

```
<AudioBed id="2">
  <Name>Full Mix-Map Center Stadium</Name>
  <SpeakerConfig>5.1.4</SpeakerConfig>
  <OutputTargets>
    <OutputTarget id="Left">
      <AudioSignals>
        <ID source_gain_db="-7.00">7</ID>
        <ID source_gain_db="-3.20">12</ID>
        <ID source_gain_db="-2.70">13</ID>
        <ID source_gain_db="-5.30">14</ID>
        <ID source_gain_db="-1.30">18</ID>
      </AudioSignals>
    </OutputTarget>
    <OutputTarget id="Right">
      <AudioSignals>
        <ID source_gain_db="-6.80">3</ID>
        <ID source_gain_db="-4.00">5</ID>
        <ID source_gain_db="-3.50">15</ID>
        <ID source_gain_db="-6.10">16</ID>
        <ID source_gain_db="-1.30">18</ID>
      </AudioSignals>
    </OutputTarget>
  </OutputTargets>

```

Figura 9

#### 4.3.4 Audio Object Description (AOD)

Nella guida Dolby<sup>9</sup>, si definisce un Audio Object come un singolo segnale audio che ha i propri valori parametrici che possono variare nel tempo. Uno o più audio objects sono uniti ad un bed per poi renderizzare un prodotto audio completo.

Nel caso illustrato di seguito, gli audio objects contengono diverse traduzioni dello stesso materiale. Gli AO condividono un dialogo bed

<sup>9</sup> <https://developer.dolby.com/globalassets/professional/documents/pmd-application-guide.pdf>

libero in comune così da poter mandare appropriatamente le varie lingue.

```
<AudioObject id="65">
  <Name>English Commentary</Name>
  <Class>Dialog</Class>
  <DynamicUpdates>False</DynamicUpdates>
  <X_Pos>-0.50</X_Pos>
  <Y_Pos>1.00</Y_Pos>
  <Z_Pos>0.00</Z_Pos>
  <Size>0.00</Size>
  <Size_Vertical>False</Size_Vertical>
  <Diverge>True</Diverge>
  <AudioSignal>12</AudioSignal>
  <SourceGain>0.00dB</SourceGain>
</AudioObject>
<AudioObject id="66">
  <Name>Spanish Commentary</Name>
  <Class>Dialog</Class>
  <DynamicUpdates>False</DynamicUpdates>
  <X_Pos>-0.50</X_Pos>
  <Y_Pos>1.00</Y_Pos>
  <Z_Pos>0.00</Z_Pos>
  <Size>0.00</Size>
  <Size_Vertical>False</Size_Vertical>
  <Diverge>True</Diverge>
  <AudioSignal>13</AudioSignal>
  <SourceGain>0.00dB</SourceGain>
</AudioObject>
```

Figura 10

Da notare come le posizioni siano le stesse ovvero a metà tra il centro e la sinistra. Quando il parametro 'diverge' è abilitato su entrambi gli AO, viene applicata un'attenuazione di -3dB al AO originale e viene creata una copia. Essa viene poi posizionata simmetricamente all'originale come mostrato nella figura seguente.

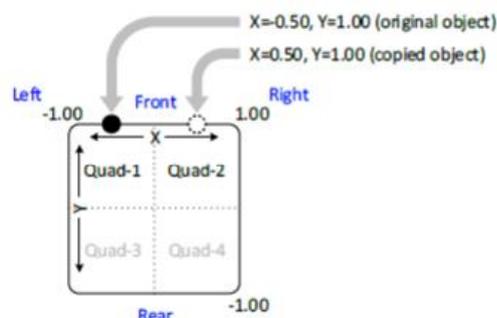


Figura 11

Il parametro 'size' lavora sull'estensione dell'oggetto e si può impostare come nella rappresentazione seguente.

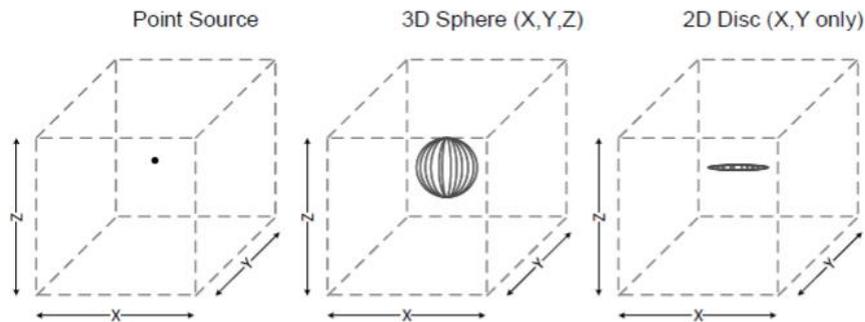


Figura 12

Il parametro 'Dynamic Updates' è di tipo informativo e segnala che l'oggetto riceverà un aggiornamento della posizione nel frame di riferimento; ciò è applicabile solo nella rappresentazione real-time dei metadati. Il payload AOD è mandato una volta per frame. Vi posso essere dei casi in cui si vuole cambiare posizione più velocemente di un frame. Per questi workflow, si utilizza un payload ottimizzato che veicola solo gli aggiornamenti di posizione a tutti gli object interessati e massimizza l'efficienza della banda di trasmissione.

Il parametro di 'Dynamic Updates' ha un valore solo quando è utilizzato in programmi PMD con audio compresso come ED2 o il professionale AC-4.

```

<DynamicUpdate sample_time="32">
  <ID>17</ID>
  <X_Pos>0.20</X_Pos>
  <Y_Pos>0.00</Y_Pos>
  <Z_Pos>1.00</Z_Pos>
</DynamicUpdate>
<DynamicUpdate sample_time="160">
  <ID>17</ID>
  <X_Pos>0.24</X_Pos>
  <Y_Pos>0.00</Y_Pos>
  <Z_Pos>1.00</Z_Pos>
  <ID>18</ID>
  <X_Pos>0.37</X_Pos>
  <Y_Pos>0.59</Y_Pos>
  <Z_Pos>0.13</Z_Pos>
</DynamicUpdate>

```

Figura 13

Il parametro 'sample\_time' specifica il numero di campioni che seguono il sync video dove si applica l'aggiornamento della posizione e varia a intervalli di 32 campioni. Durante l'intervallo, uno o più object possono essere aggiornati. Il valore dell'ID si riferisce all'audio object che riceve le nuove coordinate.

Solo per gli AO, vi è il parametro 'HeadTrackingEnabled' che controlla se la posizione di un object è relativa all'orientamento della testa o all'ambiente esterno dell'ascoltatore; questo permette l'utilizzo degli audio objects in applicazioni VR o AR.

#### **4.3.5 Audio Presentation Description (APD)**

Un Audio Presentation è composta da una lista di Audio Element con tutti gli ID di tutti i bed e audio object che sono renderizzati in riferimento ad una configurazione di speaker destinataria.

Di solito, la configurazione è la stessa specificata per i bed; tuttavia, se non coincidono, ciò può indicare che il bed deve essere downmixato o upmixato prima del prossimo step del workflow.

```

<Presentations>
  <Presentation id="1">
    <Name>Atmos</Name>
    <NameLanguage>eng</NameLanguage>
    <Config>5.1.4 ME + D</Config>
    <Language>eng</Language>
    <Element>1</Element>
    <Element>65</Element>
  </Presentation>
  <Presentation id="2">
    <Name>Atmos</Name>
    <NameLanguage>spa</NameLanguage>
    <Config>5.1.4 ME + D</Config>
    <Language>eng</Language>
    <Element>1</Element>
    <Element>66</Element>
  </Presentation>
  <Presentation id="3">
    <Name>Atmos VDS</Name>
    <NameLanguage>eng</NameLanguage>
    <Config>5.1.4 ME + D + VDS</Config>
    <Language>eng</Language>
    <Element>1</Element>
    <Element>65</Element>
    <Element>103</Element>
  </Presentation>

  <Presentation id="4">
    <Name>ATSC1.0 English</Name>
    <NameLanguage>eng</NameLanguage>
    <Config>5.1 CM</Config>
    <Language>eng</Language>
    <Element>1</Element>
    <Element>65</Element>
  </Presentation>
  <Presentation id="5">
    <Name>ATSC1.0 Spanish</Name>
    <NameLanguage>eng</NameLanguage>
    <Config>5.1 CM</Config>
    <Language>spa</Language>
    <Element>1</Element>
    <Element>66</Element>
  </Presentation>
</Presentations>

```

Figura 14

## 4.4 LFE e Bass Management

La gestione delle basse frequenze è sempre stata una tematica calda sin dagli albori dell'audio surround. Il canale LFE (Low-Frequency Effects) è l'addetto all'emissione di contenuti audio a bassa frequenza senza overload. Esso implica un subwoofer adatto per l'emissione e l'ascolto.

Bass Management è il processo dove si raccolgono tutti i contenuti a bassa frequenza dagli speaker mediante una frequenza di crossover e direzionarli al subwoofer.

Il canale LFE è indirizzato usando solo i bed poiché gli object sono full range. Esso viene poi dismesso quando il contenuto Dolby Atmos è riprodotto in stereo o esportato in stereo per il prodotto finale. “In generale” si afferma nella guida Dolby “il canale LFE deve essere utilizzato con moderazione e solamente per audio a bassissima frequenza che può causare clipping nell’audio object. Per assicurarsi che il contenuto a bassa frequenza sia udibile in stereo, è raccomandato lasciarlo nei bed o negli audio object”.

## 4.5 Dolby Atmos Delivery Codecs

Il Dolby Atmos è un formato che utilizza compressioni sviluppate dai Dolby Labs anche precedentemente alla creazione del suddetto. I codec utilizzati da Atmos sono tre:

- **Dolby TrueHD** è un codec lossless, utilizzato esclusivamente per delivery via Blu-ray<sup>10</sup>. Quando un Dolby Atmos master viene codificato con TrueHD, il creatore del disco può scegliere di usare la codifica spaziale con 12, 14 o 16 elementi<sup>11</sup>. La decisione è determinata dalla grandezza del file e da quanto spazio di memoria è disponibile sul disco, a sua volta limitato dalle risorse hardware a disposizione. L’object audio renderer (OAR) è utilizzato

---

<sup>10</sup> <https://professional.dolby.com/tv/dolby-truehd>

<sup>11</sup> Vedi il paragrafo 4.7.2

per renderizzare una presentazione 7.1 dagli elementi codificati spazialmente. Lo stereo e il 5.1 possono essere downmixati dal 7.1.

- **Dolby Digital Plus JOC** è un codec lossy ad alta efficienza utilizzato per lo streaming o il broadcast terrestre. Il numero di elementi usati dalla codifica spaziale è determinato dal bit rate dell'encoding. Un bit rate di 384kbps usa 12 elementi mentre bit rate di 448kbps o superiori usano 16 elementi.

Dopo il processo di codifica spaziale, l'OAR renderizza l'audio a 5.1 oppure a 7.1 e poi downmixato a 5.1. Tutto l'audio è presente in questo downmix così da rendere il Dolby Digital Plus JOC compatibile con apparecchi non abilitati al Dolby Atmos e possono riprodurre il classico 5.1.

In aggiunta ai metadati dell'audio object, c'è un tipo supplementare di metadati creati da un processo chiamato Joint Object Coding (JOC). Questo è utilizzato per calcolare il delta tra gli elementi codificati spazialmente. Il grafico seguente illustra il processo.

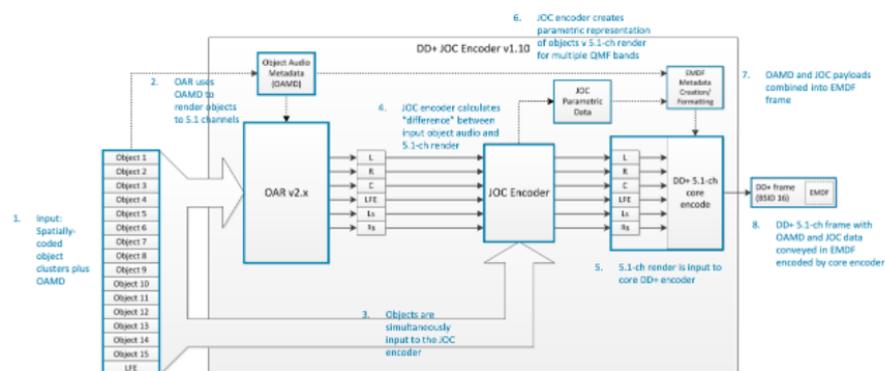


Figura 15

I metadati JOC e OAMD sono impacchettati come un Extended Metadata Format (EMDF)<sup>12</sup> e inseriti negli "skip frames" tra i blocchi audio nel bitstream del Dolby Digital Plus. Poiché l'EMDF occupa un posto che era vuoto, i device che non sono abilitati per l'Atmos lo ignorano garantendo compatibilità tra i vari dispositivi.

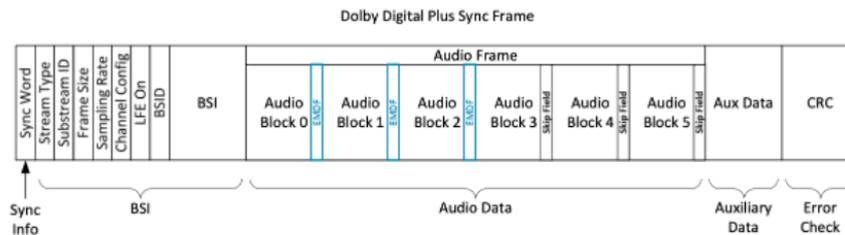


Figura 16

Quando il device è abilitato, esso riceve il bitstream, il 5.1 viene decodificato, un decodificatore JOC ricrea gli elementi e l'OAR usa gli OAMD di ogni elemento per renderizzare l'audio.

- **Dolby AC-4 IMS (Immersive Stereo)** è un codec di nuova generazione. Esso è utilizzato per trasportare il Dolby Atmos a bit rate estremamente bassi; inoltre, utilizza metadati binaurali creati durante il mastering per creare un bitstream che sia compatibile con device stereo standard sia per esperienze immersive su dispositivi mobili usando cuffie o altoparlanti. Non si utilizza codifica spaziale. Col maggior uso di questo codec, sarà importante per il missaggio anche monitorare la resa in cuffia mediante il render binaurale del Dolby Atmos Renderer.

<sup>12</sup> <http://emdf-ra.org/>, per maggiori info vedere lo standard ETSI TS 103 190-1 alla sezione EMDF Information.

## 4.6 Dolby Atmos Renderer software

Il Dolby Atmos Renderer è uno degli strumenti chiave del workflow di Atmos. Grazie ad esso, è possibile renderizzare l'audio per il playback tramite monitor e fare i vari export necessari del master.

Il Renderer è contenuto in tre pacchetti che i Dolby Labs offrono per lavorare in Atmos:

- **Dolby Atmos Production Suite:** essa include i plugin per le DAW (come Pro Tools e Nuendo) più il Renderer interno che lavora sullo stesso computer della DAW.
- **Dolby Atmos Mastering Suite:** essa offre il Renderer che lavora come esterno su una workstation dedicata con il protocollo MADI<sup>13</sup> o Dante<sup>14</sup>.
- **Cinema RMU<sup>15</sup>:** essa è una unità per rendering e mastering di contenuti destinati alle sale cinematografiche. L'RMU non è in vendita sulle piattaforme, ma deve essere richiesta e approvata dalla Dolby Content Services Group.

Il Dolby Atmos Renderer è stato sviluppato per svolgere nove funzioni principali:

1. Registrare bed/audio object ed i metadati degli object su un Master File sincronizzato con LTC

---

<sup>13</sup> <https://www.aes.org/publications/standards/search.cfm?docID=17>, vedi glossario alla voce MADI

<sup>14</sup> <https://www.audinate.com/meet-dante/what-is-dante>, vedi glossario alla voce Dante

<sup>15</sup> Vedi glossario alla voce RMU.

2. Includere downmix/trim metadati per la codifica Dolby Digital Plus JOC ed i metadati binaurali per codifica e monitoring nei Master File.
3. Esportare Master File in diversi formati intermedi: ADM BWF (.wav) e IMF IAB (.mxf)
4. Esportare Master File in .mp4 per il controllo qualità (QC) per le riproduzioni sui dispositivi consumer.
5. Misurare in real-time o offline la loudness basata su re-render 5.1 ed esportare un rapporto sommario o dettagliato.
6. Monitoring di un mix Dolby Atmos o di un Master File renderizzato
7. Monitoring dei re-render dei downmix: 7.1, 5.1, Stereo o custom (ad esempio 5.1.2)
8. Monitoring dei re-render binaurali o stereo alle cuffie
9. Crea re-render real-time o export di re-render offline. Questi possono essere mix completi o stems se vi sono più bed input e sono stati creati gruppi custom.

Per gli studi dove il Renderer gira esternamente, è necessario l'utilizzo di un Master Clock (MC). Esso deve essere un generatore Word Clock<sup>16</sup> collegato a tutte le interfacce della DAW e del Renderer.

---

<sup>16</sup> è un segnale di sincronia utilizzato nel campo audio professionale per sincronizzare fra loro gli oscillatori interni dei vari dispositivi audio digitali utilizzati.

## Primary Components of a Windows-Based MADI System using RME HDSPe MADI Cards

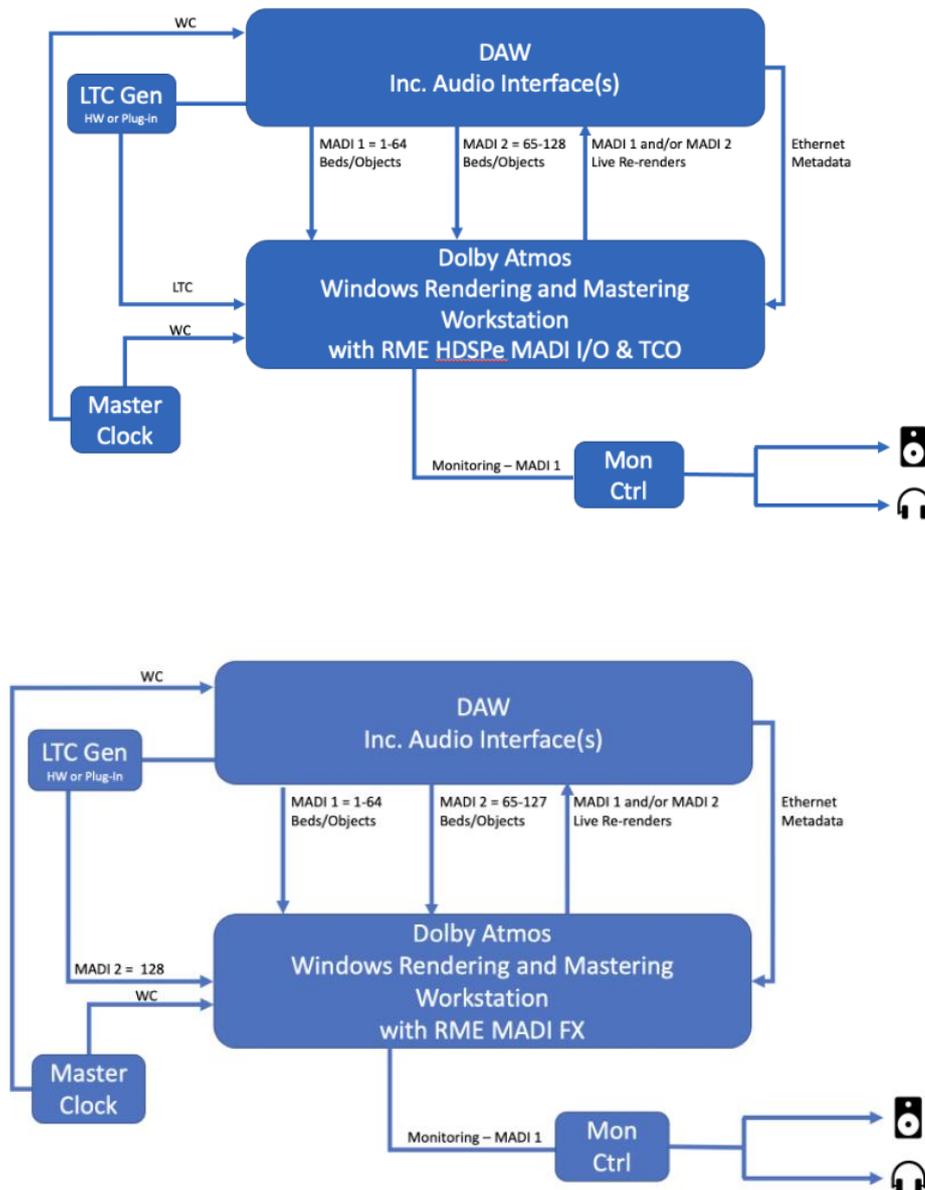


Figura 17

Per gli studi dove il Renderer gira assieme alla DAW, potrebbe non essere necessario un Master Clock dedicato. Il Renderer cerca l'LTC<sup>17</sup> dalla DAW.

<sup>17</sup> Vedi glossario alla voce LTC

La sorgente LTC può essere un'interfaccia di sincronizzazione con un generatore LTC come Avid Synch HD.

### Primary Components of a Dante-Based System

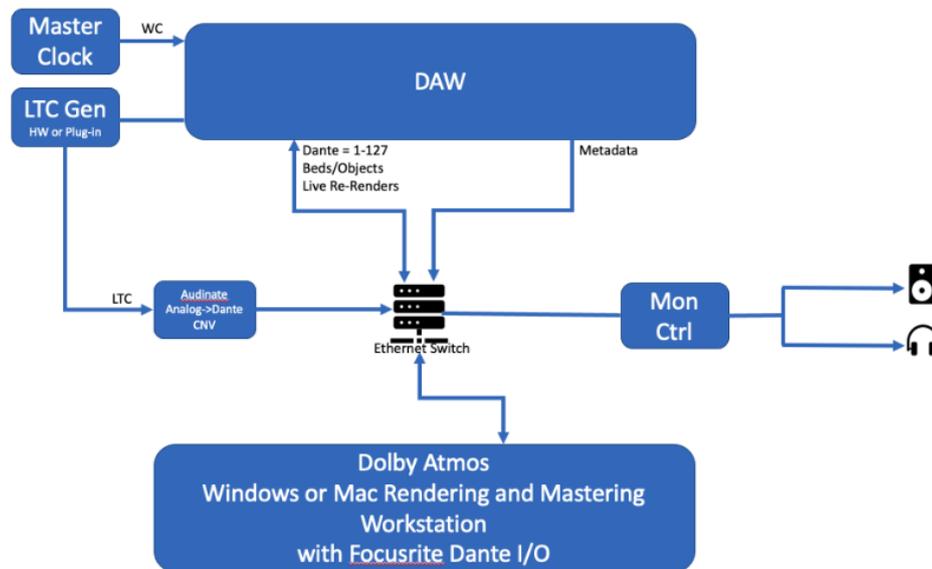


Figura 18

Tutte le immagini precedenti, quindi le casistiche dove intervengono interfacce MADi o DANTE, si riferiscono all'utilizzo di una workstation esterna dedicata al Renderer. L'immagine che segue riporta il signal flow Atmos, il quale è però il medesimo che nel caso il renderer si trovi sulla medesima macchina della DAW (Production Suite).

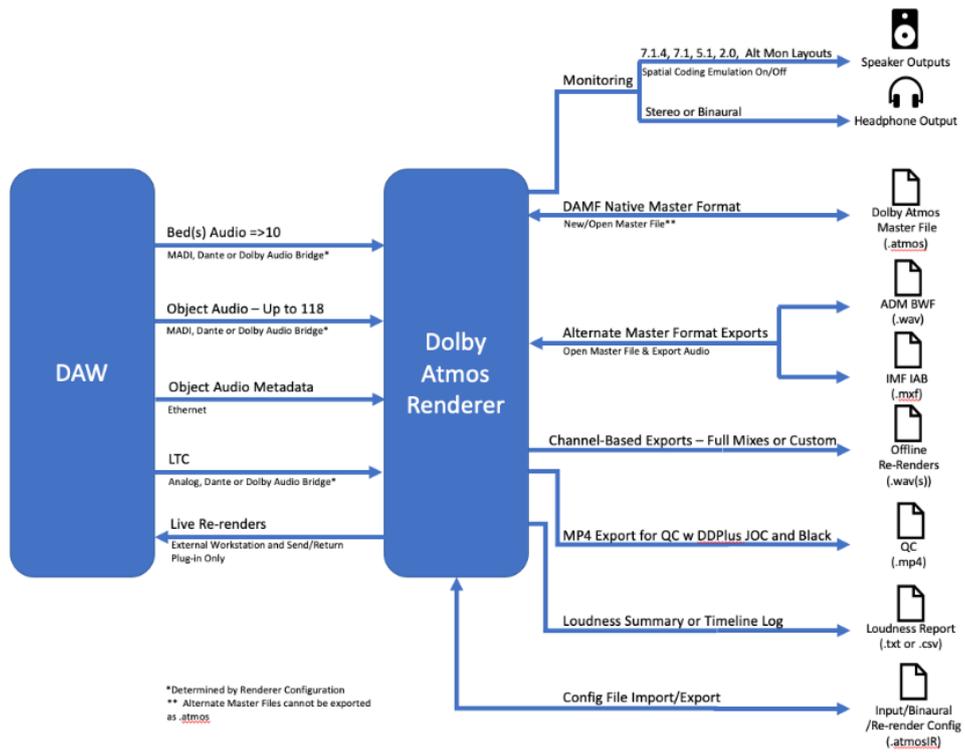


Figura 19

## 4.6.1 Interfaccia

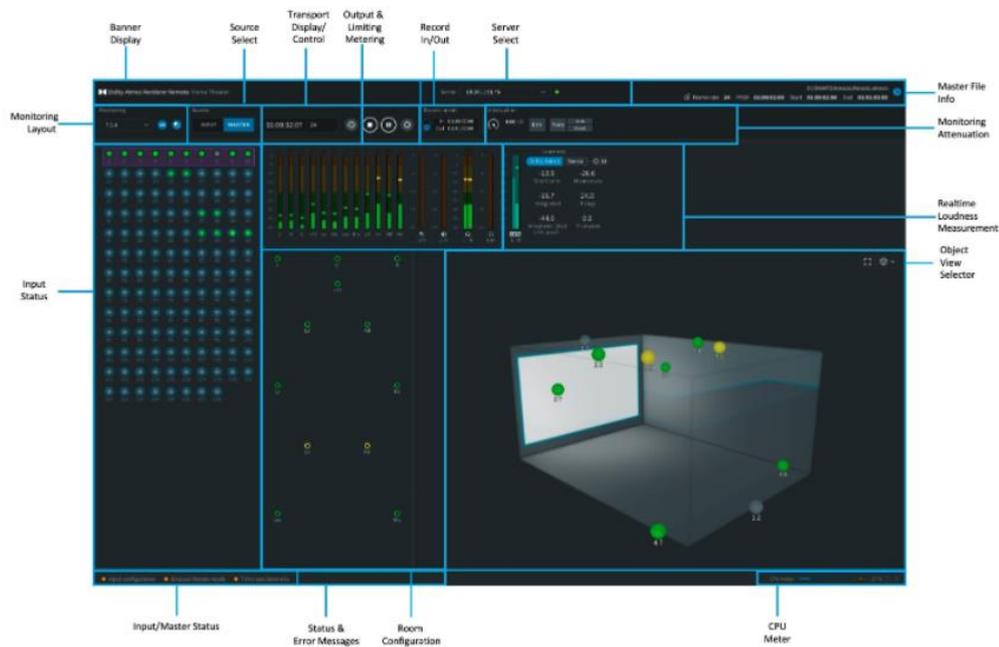


Figura 20

In questo paragrafo, si analizza tutte le parti dell'interfaccia del Dolby Atmos Renderer con le proprie funzioni. Globalmente, si ha una divisione top-bottom. La parte alta è dove si possono fare le principali operazioni: controlli del software, master file, funzioni di monitoring, controlli di trasmissione e registrazione.

La parte bassa fornisce i feedback visivi degli input, della configurazione della stanza, degli output, misura della loudness e la vista degli oggetti.

## 4.6.2 Banner e Mode Display

La sezione in alto a sinistra mostra il nome del Renderer e l'operation mode e se il Renderer è in funzione.

### 4.6.3 Master File

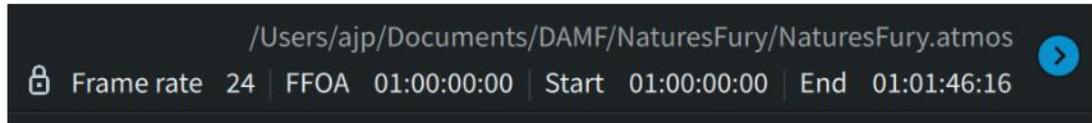


Figura 21

Le informazioni che sono visualizzate rappresentano:

- Il percorso ed il nome del file che in quel momento è caricato nel Renderer oppure per un nuovo master da registrare.
- La freccia blu sul lato destro fornisce opzioni aggiuntive

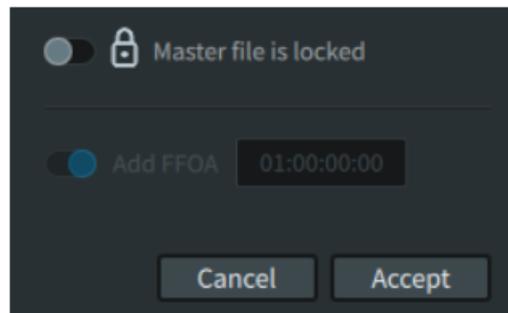


Figura 22

- L'icona col lucchetto indica quale delle due modalità è attiva per il Master File. La modalità 'locked' implica che il file è solo leggibile e non può essere cambiato. L'opposto indica che il file può essere scritto e cambiato.
- Si visualizza il frame rate in fps del master.
- FFOA<sup>18</sup> display: esso mostra il FFOA del master e può essere modificato se il file è 'unlocked'
- Start-end display

<sup>18</sup> First Frame Of Action, vedi glossario alla voce omonima

- L'Add FFOA switch abilita il parametro dei metadati del FFOA così da essere disponibile per futuri step del workflow come la codifica.

#### 4.6.4 Monitoring Layout

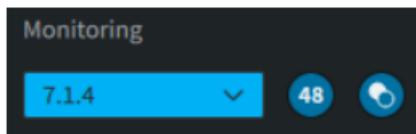


Figura 23

La sezione dedicata al monitoring fornisce un menu drop-down per selezionare la configurazione della stanza per il monitoring oltre ad indicatori del sample rate e lo stato di simulazione di codifica spaziale.

È possibile selezionare un layout per monitoring di un downmix come 7.1, 5.1 o 2.0. Non è possibile definire un layout più grande di quello che fisicamente si ha a disposizione. La configurazione selezionata sarà visualizzata nel Room Configuration<sup>19</sup> display e non influenzerà i dati audio mentre si registra un master.

L'indicatore della frequenza di campionamento mostra se il sample rate è 48 o 96 kHz.

---

<sup>19</sup> Vedere paragrafo 4.6.12

#### 4.6.5 Source Selection

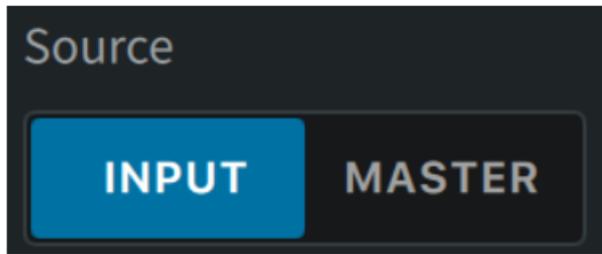


Figura 24

Il bottone **Input** permette di ascoltare gli input audio che sono nel Renderer. Quest ultimo è impostato automaticamente in questa modalità quando si fa un live-monitoring di un mix o mentre si registra un master file.

Il bottone **Master** permette l'ascolto del master file aperto. Il Renderer è impostato automaticamente in questa modalità dopo che l'apertura di un master file.

#### 4.6.6 Trasport Display e Control

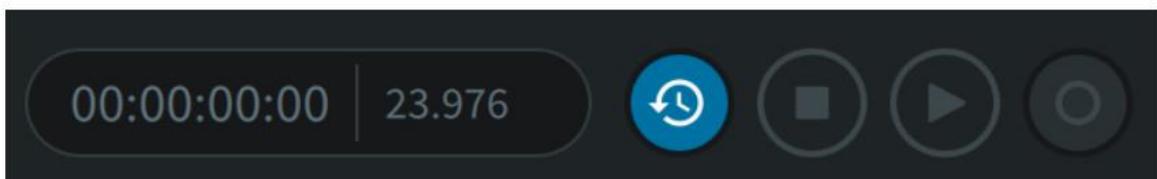


Figura 25

La sezione Transport è composta da:

- Il timecode corrente del Renderer durante il live monitoring, la registrazione del master o il playback. Se il bottone di sych è acceso, esso diventa grigio e il Renderer segue sych esterno.
- Un indicatore del timecode rate del Renderer in fps.

- Un bottone synch che rende il Transport del Renderer slave ad una sorgente di synch esterna quando è acceso.
- Un pulsante di stop
- Un pulsante di Play
- Un pulsante per armare il master alla registrazione.

#### 4.6.7 Record In/Out

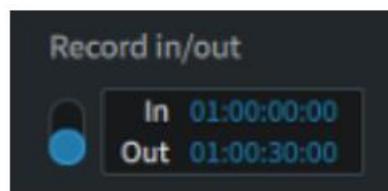


Figura 26

Se abilitata, la sezione permette di impostare il range di registrazione, dal punto di inizio a quello di fine in hh:mm:ss:ff.

#### 4.6.8 Monitor Attenuation

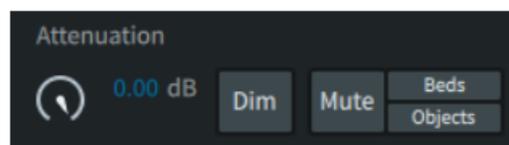


Figura 27

A sinistra della sezione vi è una manopola per controllare l'attenuazione dei monitor, la quale possiede un range che va da **0.00dB** a **-84.95dB**. Se viene impostato a -Inf, l'audio è mutato.

Sulla destra vi sono i seguenti pulsanti:

- Dim: fornisce un'attenuazione di -20dB.

- Mute: muta l'output degli speaker del Renderer.
- Beds: questo pulsante muta i bed.
- Objects: questo pulsante muta gli audio objects.

### 4.6.9 Input Status

Questa sezione mostra tutti i 128 ingressi al Renderer, con gli input numerati per una facile identificazione.

Ciascuno dei 128 canali di ingresso è rappresentato da un cerchio, che fornisce il segnale e lo stato di informazione. Gli ingressi dei bed sono circondati da rettangoli viola. Per i bed e gli object, il colore del cerchio più interno rappresenta la presenza del segnale e il livello. L'immagine seguente mostra un esempio degli stati dei vari input.



Figura 28

## 4.6.10 Input Status Indicators

Gli indicatori degli stati di ingresso identificano il ruolo del canale input (Bed, Object o non assegnato) e visualizza il rispettivo segnale in real time.



Figura 29

L'indicatore mostra un cerchio con un colore per indicare che il canale possiede segnale audio in quel momento. I colori rappresentano i livelli di pressione sonora come per i meter.

- **Verde** a partire da -93 dB
- **Giallo** a partire da -20 dB
- **Arancione** a partire da -6 dB
- **Rosso**: 0 dB

Questi colori ed i livelli associati sono utilizzati anche nella Room Configuration, Metering e nella Object View.

## 4.6.11 Input Channel Status Rings

Il colore che circonda il cerchio degli stati di ingresso indicano se il canale ha una sorgente di metadati attiva connessa.



Figura 30

- **Azzurro** (solo per gli object): una sorgente di metadati attiva è connessa all'object (ad esempio, un Object panner in Pro Tools Ultimate).
- **Grigio** (solo per gli object): la sorgente non è assegnata all'input, ma l'input è designato come object. Quindi l'object non è in uso.
- **Nero**: il canale non è assegnato né a un bed né ad un object.
- **Giallo**: sia se un object è stato definito ma non riceve metadati sia se vi sono metadati in ricezione, ma l'object non è stato assegnato all'ingresso.

#### 4.6.12 Room Configuration

Da questa sezione, l'output di qualsiasi speaker può essere mutato o isolarlo cliccandoci sopra. Si utilizza la stessa scala di colore per monitorare i livelli di pressione sonora in uscita.

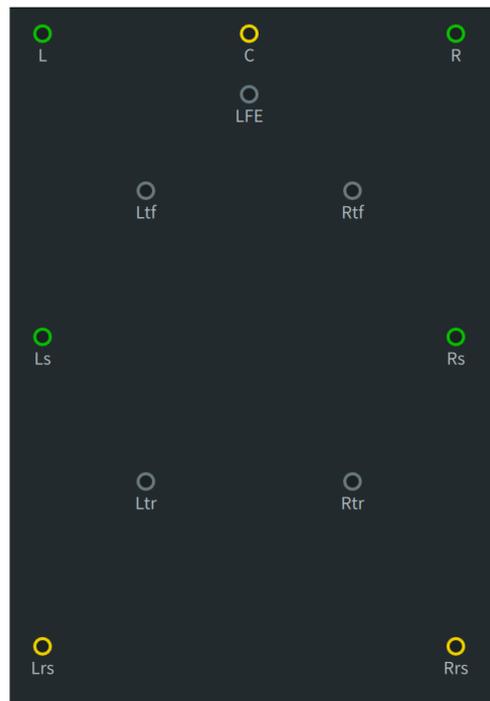


Figura 31

### 4.6.13 Output e Limiting Meters

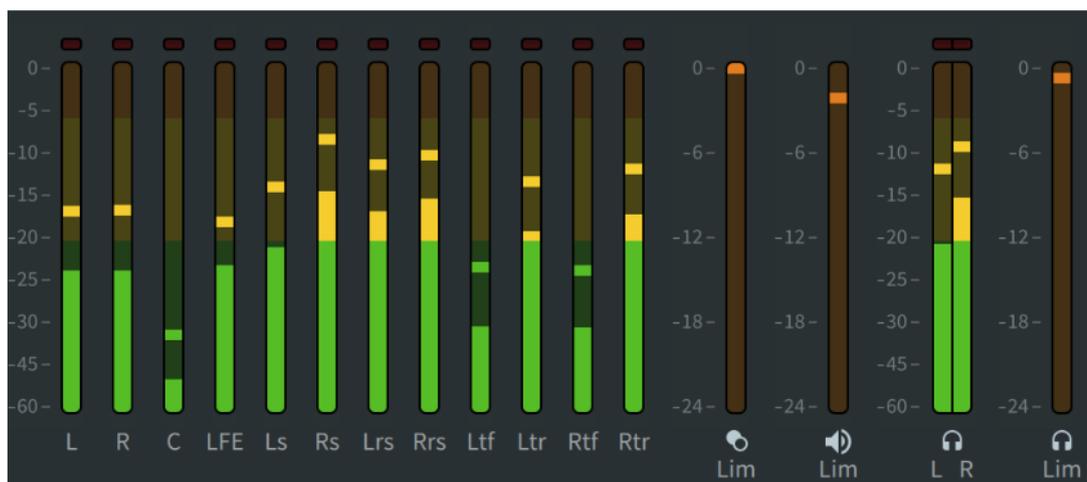


Figura 32

I misuratori di output dei diffusori forniscono la misurazione delle uscite degli speaker per il monitoring attivo. I livelli dei segnali sono db full scale (dBFS).

Tutti e tre i limiter meter (codifica spaziale, altoparlante, cuffia) visualizzano la quantità di limitazione applicata in dBFS quando i rispettivi limitatori sono stati abilitati nelle preferenze o nelle impostazioni. I limiter lavorano esclusivamente sull'output, lasciando inalterato il file registrato. Essi sono stati progettati per mostrare con accuratezza una rappresentazione del limiting applicato durante la codifica con Dolby Digital Plus JOC e scongiurare clipping violenti.

## 4.6.14 Misurazione della Loudness

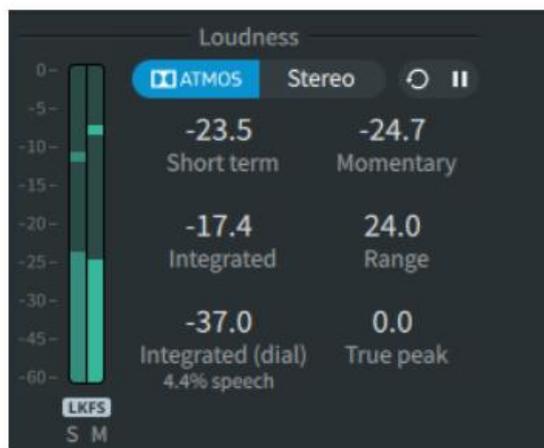


Figura 33

La misurazione della Loudness è automaticamente abilitata di default e presenta un toggle per il controllo in Dolby Atmos che in Stereo (o binaurale a seconda delle preferenze impostate).

Il meter S mostra la loudness in un piccolo intervallo di tempo; il meter M fornisce la misura istantanea della loudness. L'unità di misura è LKFS, standardizzata nella norma ITU-R BS.1770<sup>20</sup>.

In realtà, la misura non è svolta su un mix Dolby Atmos completo ma su un re-render 5.1 per assicurare una continuità tra un contenuto Dolby Atmos e un prodotto non Atmos.

Le specifiche di consegna variano in base alla destinazione, ma per prodotti musicali da pubblicare sulle piattaforme come Apple Music o Tidal la loudness non deve superare i -18 LKFS.

È possibile inoltre misurare il True Peak Level (dBTP) e la percentuale di parlato tramite uno specifico algoritmo Dolby.

<sup>20</sup> <https://www.itu.int/rec/R-REC-BS.1770-4-201510-I/en>

#### 4.6.15 Object View

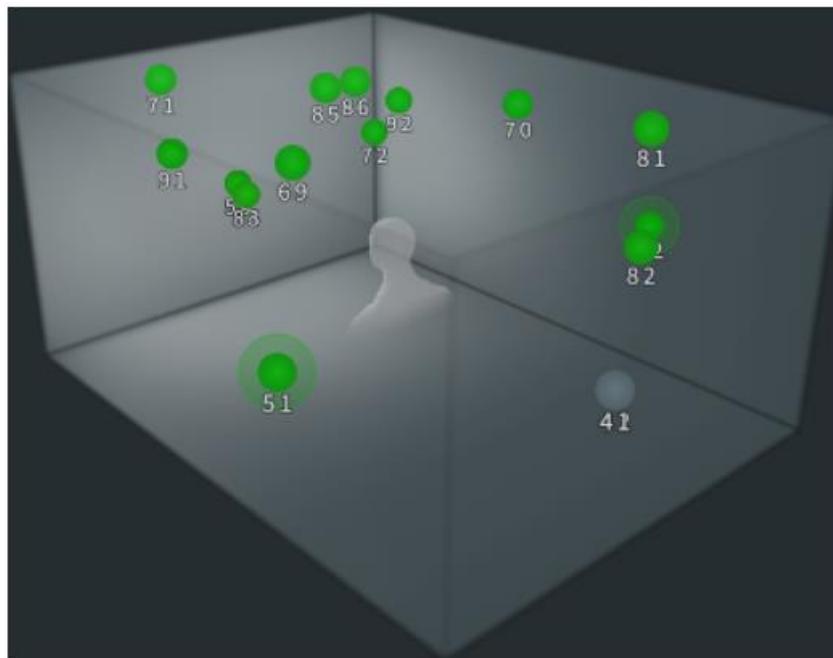


Figura 34

Situata nella parte bassa a destra dell'interfaccia, la vista è costruita per rappresentare uno spazio di ascolto virtuale, sia con la riproduzione di una testa umana o di una sala teatrale. In essa si possono osservare gli object con le proprie caratteristiche quali posizione, grandezza e livello del segnale renderizzati in real-time. Inoltre, la vista può anche dare informazioni sul numero di object, sulle impostazioni binaurali o sui gruppi standard.

Le impostazioni binaurali (mostrate nella figura seguente) prevedono la distanza così come è stata impostata per l'oggetto nella finestra del Binaural Render Mode. Esistono quattro tipi di configurazioni:

- **Near:** avvicina la sorgente all'ascoltatore rispetto al mid.

- **Mid:** simula una distanza di 1.5 metri tra l'ascoltatore e lo speaker.
- **Far:** allontana la sorgente sonora dall'ascoltatore rispetto al mid.
- **Off:** l'object viene disabilitato.

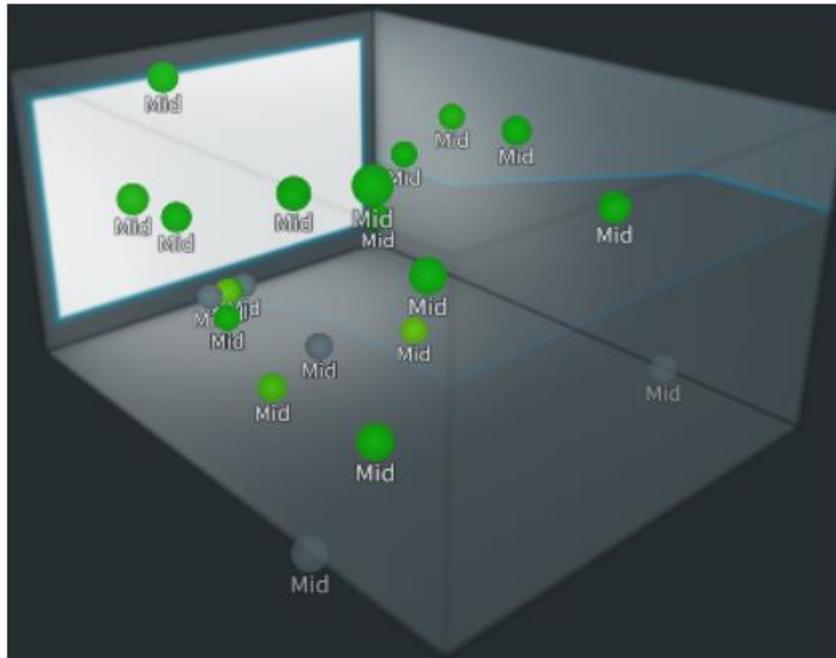


Figura 35

Nel caso dei gruppi standard, si visualizza l'etichetta assegnata all'object nelle impostazioni di input; gli object possono appartenere ai dialoghi (DX), alla musica (MX), effettistica (FX) e narrazione (NR). Nella figura seguente si può osservare un esempio del caso sopracitato.

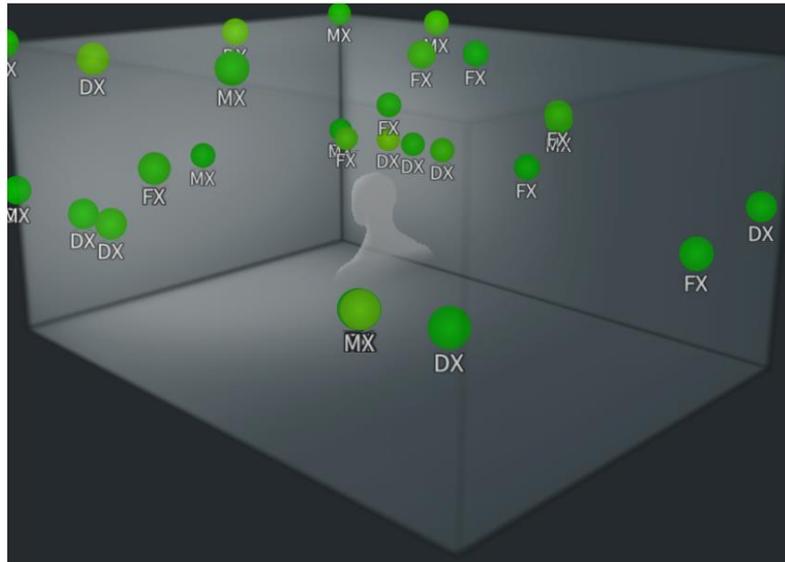


Figura 36

#### 4.6.16 CPU Meter

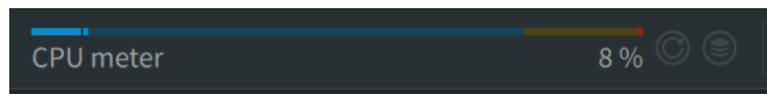


Figura 37

Esso ha lo scopo di aiutare nel controllo di quanta CPU viene utilizzata nei processi del Renderer. Quando l'utilizzo viene segnalato nell'intervallo rosso, è raccomandato disabilitare i re-render, gli speaker o le cuffie e ridurre il numero e le dimensioni degli object.

## **4.7 Dolby Atmos Home Entertainment**

### **4.7.1 Introduzione**

Il successo del Dolby Atmos ha comportato una propria diffusione non solo all'interno delle sale cinematografiche, ma anche nelle case, spesso congiuntamente alla tecnologia visiva Dolby Vision.

Gli sviluppi più recenti consistono nell'avvento di Dolby Atmos Music ovvero l'applicazione di Atmos per il mix, il mastering e di conseguenza l'ascolto di un prodotto musicale (canzoni o album). Esso ha avuto grande slancio dopo che piattaforme di ascolto streaming hanno integrato tale possibilità. A maggio 2022, esse sono Apple Music, Tidal e Amazon Music Unlimited.

L'affermazione nel campo musicale sta spingendo sempre più studi di registrazione a dotarsi di control room dove poter missare e masterizzare i brani in Dolby Atmos.

In questa sezione, dopo una breve panoramica sui re-render e gli speaker Dolby, si affronterà le caratteristiche tecniche di uno studio con Dolby Atmos seguite da esempi e un caso specifico di uno studio torinese.

## 4.7.2 Trasformazione dei segnali e configurazioni

### a. Codifica spaziale

La codifica spaziale fornisce un modo per ridurre le dimensioni di dati da trasmettere in una presentazione audio. L'obiettivo consiste nel raggiungere una situazione finale ben diversa da quella iniziale:

- Partire da: un numero massimo di 128 elementi con metadati di cui 118 object.
- Giungere a: 12, 14 o 16 elementi clusters e metadati

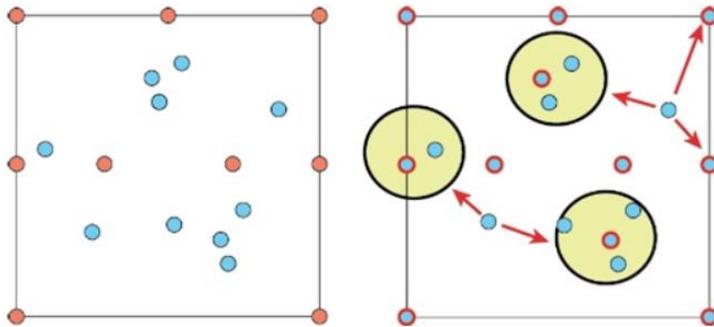


Figura 38

La codifica spaziale è un processo di raggruppamento dinamico di bed e object in cluster di elementi, ciascuno con i propri metadati mediante l'utilizzo della loudness e di algoritmi di posizione. I cluster sono dinamici e i vari bed e object possono cambiare gruppo per rappresentare al meglio la propria posizione e traiettoria. Essa non è usata per i render binaurali.

È possibile simulare la codifica spaziale mediante un tool del Dolby Atmos Renderer che permette di far ascoltare al missatore l'audio già codificato.

## **b. Re-render**

Oltre ad esportare il master file in altri formati, il Dolby Atmos Renderer può essere utilizzato per esportare prodotti basati su canali. Questi re-render possono essere effettuati in real-time per registrare su una DAW oppure offline.

I re-render possono variare dallo stereo al 9.1.6, arrivando anche al formato Ambisonic. Essi possono comprendere il mix completo o possono essere personalizzati in base alle impostazioni di input. Per l'ambito musicale è utilizzato solo il re-render stereo.

## **c. Downmix, upmix e combinazione di Audio Elements**

Vi sono diversi casi in cui uno o più elementi audio necessitano di una trasformazione prima di un passaggio allo step successivo del workflow come, ad esempio:

- Una presentazione audio contiene dei bed la cui configurazione differisce da quella della destinazione della presentazione.
- Una presentazione audio contiene dei bed che derivano da un altro bed esistente (upmix/downmix).
- Una presentazione audio che contiene più audio elements, i quali dovranno essere un export basato su canali.

Nel secondo caso, upmix e downmix sono creati da un'aggiunta o una rimozione di tracce bed e impostando i vari parametri nei metadati ai coefficienti requisiti e forniti dalle tabelle di conversione,

che modificano i gain e ridistribuiscono l'energia ricevuti dalla 'source' come si può osservare di seguito.

**Table 6 Downmix Speaker Configuration Stereo**

Source	Coefficients
5.1	$Lo=(L+(C*0.707)+(Ls*0.707))*0.414$ $Ro=(R+(C*0.707)+(Rs*0.707))*0.414$

**Table 7 Downmix Speaker Configuration 5.1**

Source	Coefficients
5.1.2	$Ls=(Ls+(Ltm*0.707)), Rs=(Rs+(Rtm*0.707))$
5.1.4	$L=(L+(Ltf*0.707)), R=(R+(Rtf*0.707))$ $Ls=(Ls+(Ltr*0.707)), Rs=(Rs+(Rtr*0.707))$
7.1.4	$L=(L+(Ltf*0.707)), R=(R+(Rtf*0.707))$ $Ls=((Ls*0.707)+(Lrs*0.707)+(Ltr*0.707))$ $Rs=((Rs*0.707)+(Rrs*0.707)+(Rtr*0.707))$

**Table 8 Downmix Speaker Configuration 5.1.2**

Source	Coefficients
5.1.4	$Ltm=((Ltf*0.707)+(Ltr*0.707)), Rtm=((Rtf*0.707)+(Rtr*0.707))$
7.1.4	$Ls=((Ls*0.707)+(Lrs*0.707)), Rs=((Rs*0.707)+(Rrs*0.707))$ $Ltm=((Ltf*0.707)+(Ltr*0.707)), Rtm=((Rtf*0.707)+(Rtr*0.707))$

**Table 9 Downmix Speaker Configuration 5.1.4**

Source	Coefficients
7.1.4	$Ls=((Ls*0.707)+(Lrs*0.707)), Rs=((Rs*0.707)+(Rrs*0.707))$

**Table 10 Downmix Speaker Configuration 7.1.4**

Source	Coefficients
9.1.6	$L=(L+Lfw), R=(R+Rfw)$ $Ltf=(Ltf+(Ltm*0.707)), Rtf=(Rtf+(Rtm*0.707))$ $Ltr=(Ltr+(Ltm*0.707)), Rtr=(Rtr+(Rtm*0.707))$

**Table 11 Upmix Speaker Configuration 5.1.4**

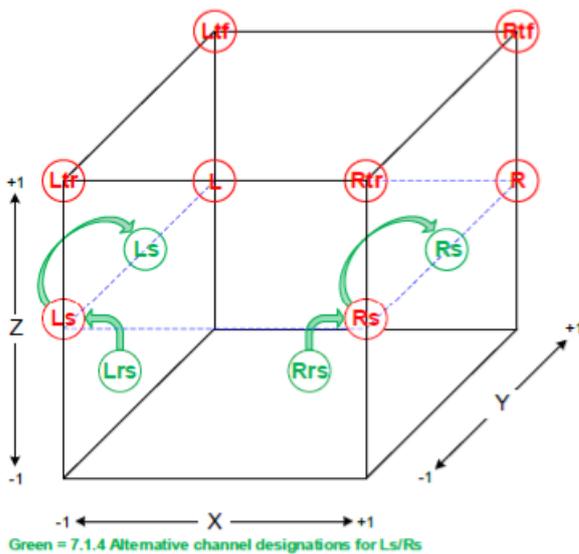
Source	Coefficients
5.1.2	$Ltf=(Ltm*0.707), Ltr=(Ltm*0.707), Rtf=(Rtm*0.707), Rtr=(Rtm*0.707)$

**Table 12 Upmix Speaker Configuration 7.1.4**

Source	Coefficients
5.1	$Lrs=(Ls*0.707)$ , $Ls=(Ls*0.707)$ , $Rrs=(Rs*0.707)$ , $Rs=(Rs*0.707)$
5.1.2	$Lrs=(Ls*0.707)$ , $Ls=(Ls*0.707)$ , $Rrs=(Rs*0.707)$ , $Rs=(Rs*0.707)$ $Ltf=(Ltm*0.707)$ , $Ltr=(Ltm*0.707)$ , $Rtf=(Rtm*0.707)$ , $Rtr=(Rtm*0.707)$
5.1.4	$Lrs=(Ls*0.707)$ , $Ls=(Ls*0.707)$ , $Rrs=(Rs*0.707)$ , $Rs=(Rs*0.707)$

I downmix non avvengono in cascata; ad esempio, se la sorgente iniziale è 7.1.4 e l'output deve essere 5.1, si utilizzerà direttamente la tabella di conversione 7.1.4->5.1, non 7.1.4->5.1.4->5.1.2->5.1.

Le coordinate degli input nei metadati sono in un range di -1 a +1 come mostrato nella seguente raffigurazione che mostra le posizioni ideali degli speaker omettendo il canale centrale e LFE.



**Table 13 Speaker Channel Coordinates**

Channel	X	Y	Z
L	-1.00	1.00	0.00
R	1.00	1.00	0.00
Ls	-1.00	-1.00	0.00
Rs	1.00	-1.00	0.00
Ltf	-1.00	1.00	1.00
Rtf	1.00	1.00	1.00
Ltr	-1.00	-1.00	1.00
Rtr	1.00	-1.00	1.00
Ls(7.1.4)	-1.00	0.00	0.00
Rs(7.1.4)	1.00	0.00	0.00
Lrs	-1.00	-1.00	0.00
Rrs	1.00	-1.00	0.00

*Figura 39*

Matematicamente, ciò che è richiesto è una funzione che dirige l'energia degli object ad ogni canale di output tale che per un data coordinata XYZ che coincide con XYZ degli speaker, il prodotto della moltiplicazione tra i tre output sia 1.

Di seguito si riporta una tabella di funzioni per il 5.1.4

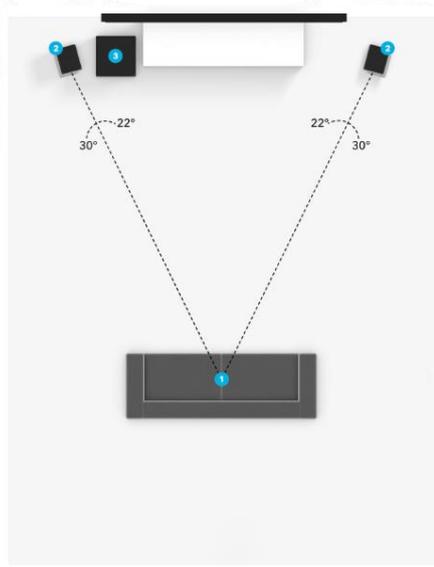
**Table 14 5.1.4 Speaker Channel Gain Functions**

Channel	$X_{func}$	$Y_{func}$	$Z_{func}$
L	$X_{out} = (X_{in} * -1) + 1$	$Y_{out} = Y_{in}$	$Z_{out} = (Z_{in} * -1) + 1$
R	$X_{out} = X_{in}$	$Y_{out} = Y_{in}$	$Z_{out} = (Z_{in} * -1) + 1$
Ls	$X_{out} = (X_{in} * -1) + 1$	$Y_{out} = (Y_{in} * -1) + 1$	$Z_{out} = (Z_{in} * -1) + 1$
Rs	$X_{out} = X_{in}$	$Y_{out} = (Y_{in} * -1) + 1$	$Z_{out} = (Z_{in} * -1) + 1$
Lf	$X_{out} = (X_{in} * -1) + 1$	$Y_{out} = Y_{in}$	$Z_{out} = Z_{in}$
Rtf	$X_{out} = X_{in}$	$Y_{out} = Y_{in}$	$Z_{out} = Z_{in}$
Ltr	$X_{out} = (X_{in} * -1) + 1$	$Y_{out} = (Y_{in} * -1) + 1$	$Z_{out} = Z_{in}$
Rtr	$X_{out} = X_{in}$	$Y_{out} = (Y_{in} * -1) + 1$	$Z_{out} = Z_{in}$

## d. Configurazioni speaker

La grande novità del Dolby Atmos nei setup degli speaker consiste nell'introduzione degli overhead speaker; essi sono posti sopra l'ascoltatore parallelamente fra loro e conferiscono maggiore tridimensionalità al suono, dando la possibilità di creare una sfera ideale che avvolge il fruitore.

Vi sono numerose configurazioni di speaker; esse seguono una nomenclatura semplice: il primo numero da sinistra indica il numero di speaker surround tradizionali; il secondo numero indica la presenza o l'assenza di un LFE per le basse frequenze; il terzo numero riferisce il numero di overhead speaker. Le tre cifre sono separate da un punto. I setup sono i seguenti:

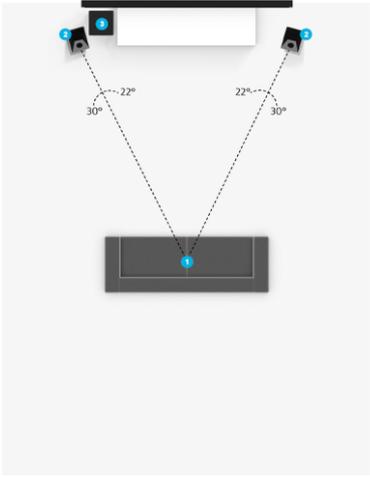


**2.1** Virtual Speakers

- 1. Seating position
- 2. Left & right speakers
- 3. Subwoofer

• **2.1** SPEAKER PLACEMENT FOR 2.1 SETUP

Figura 40

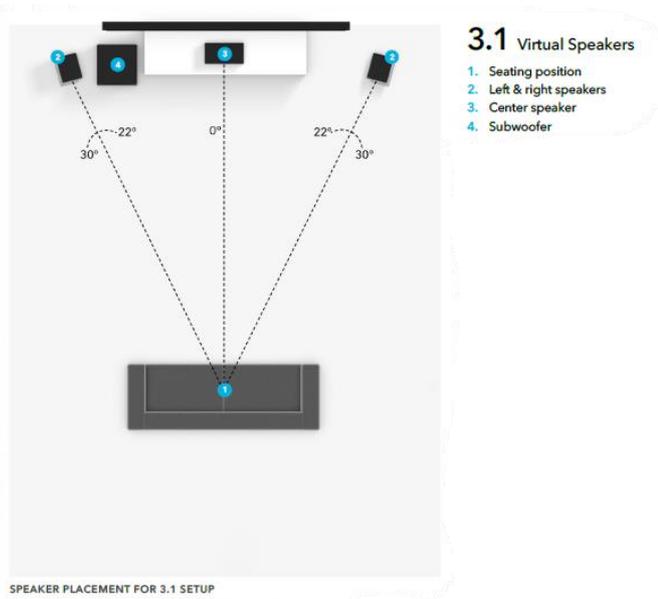


**2.1.2** Dolby Atmos Enabled Speakers

- 1. Seating position
- 2. Left & right Dolby Atmos enabled speakers
- 3. Subwoofer

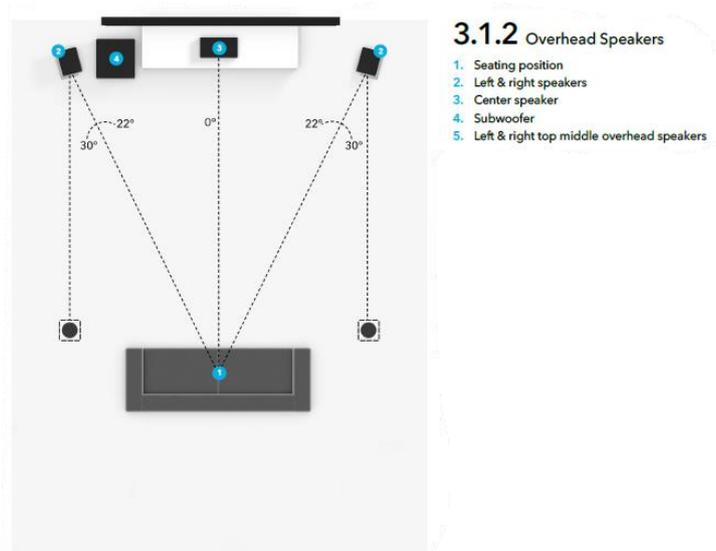
• **2.1.2** SPEAKER PLACEMENT FOR 2.1.2 SETUP

Figura 41



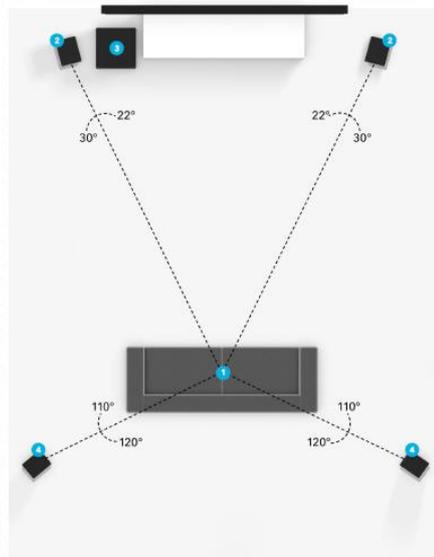
- 3.1

Figura 42



- 3.1.2

Figura 43

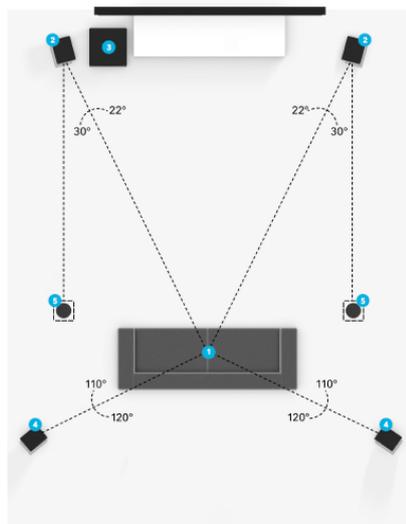


#### 4.1 Virtual Speakers

1. Seating position
2. Left & right speakers
3. Subwoofer
4. Left & right surround speakers

- 4.1 SPEAKER PLACEMENT FOR 4.1 SETUP

Figura 44

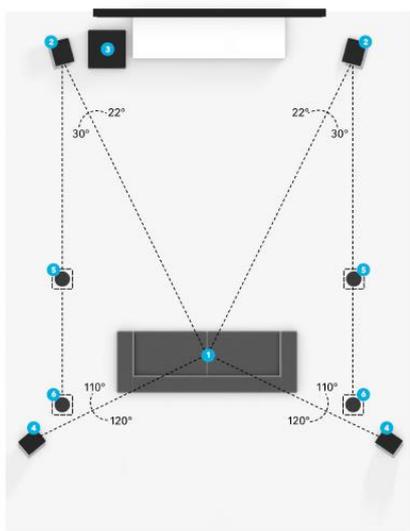


#### 4.1.2 Overhead Speakers

1. Seating position
2. Left & right speakers
3. Subwoofer
4. Left & right surround speakers
5. Left & right top middle overhead speakers

- 4.1.2 SPEAKER PLACEMENT FOR 4.1.2 SETUP

Figura 45

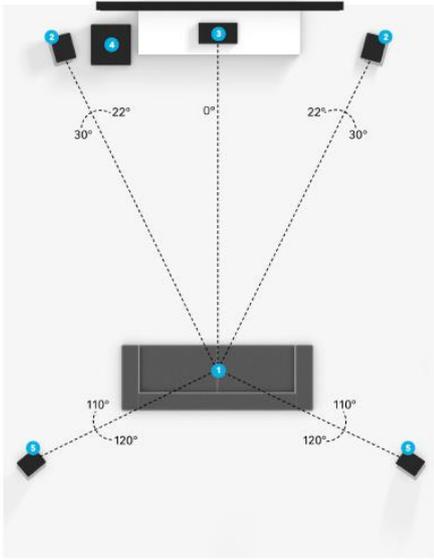


**4.1.4 Overhead Speakers**

- 1. Seating position
- 2. Left & right speakers
- 3. Center speaker
- 4. Left & right surround speakers
- 5. Left & right top front overhead speakers
- 6. Left & right top rear overhead speakers

• 4.1.4 SPEAKER PLACEMENT FOR 4.1.4 SETUP

Figura 46

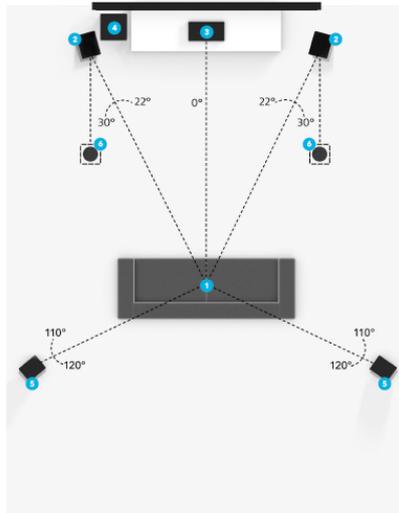


**5.1 Virtual Speakers**

- 1. Seating position
- 2. Left & right speakers
- 3. Center speaker
- 4. Subwoofer
- 5. Left & right surround speakers

• 5.1 SPEAKER PLACEMENT FOR 5.1 SETUP

Figura 47

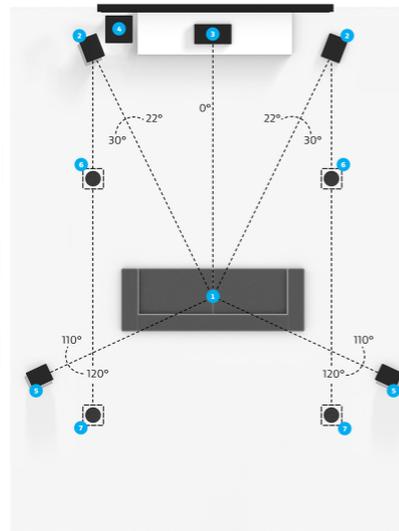


### 5.1.2 Overhead Speakers

1. Seating position
2. Left & right speakers
3. Center speaker
4. Subwoofer
5. Left & right surround speakers
6. Left & right top middle overhead speakers

- 5.1.2 SPEAKER PLACEMENT FOR 5.1.2 SETUP

Figura 48

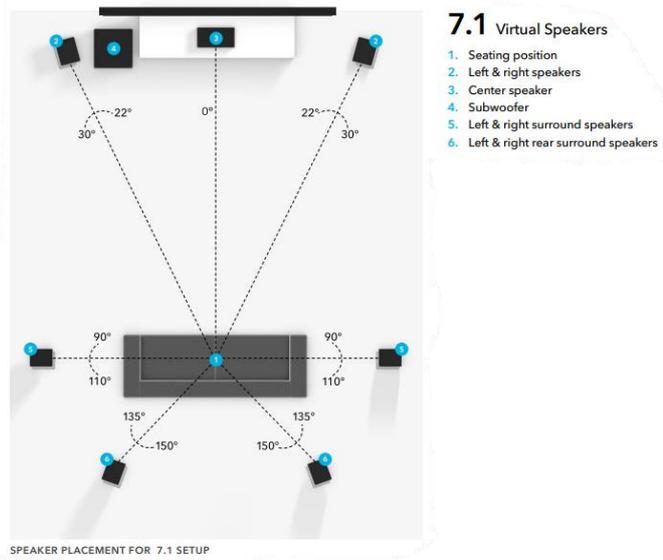


### 5.1.4 Overhead Speakers

1. Seating position
2. Left and right speakers
3. Center speaker
4. Subwoofer
5. Left and right surround speakers
6. Left and right top front overhead speakers
7. Left and right top rear overhead speakers

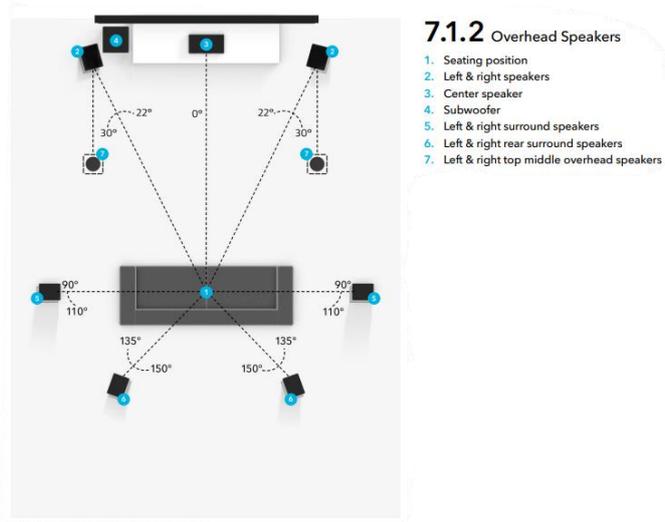
- 5.1.4 Speaker placement for 5.1.4 setup

Figura 49



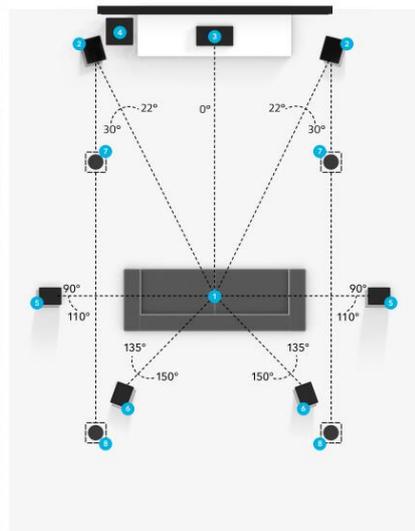
• 7.1

Figura 50



• 7.1.2

Figura 51



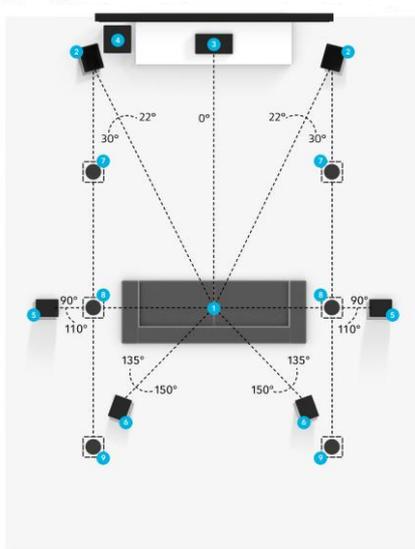
### 7.1.4 Overhead Speakers

1. Seating position
2. Left & right speakers
3. Center speaker
4. Subwoofer
5. Left & right surround speakers
6. Left & right rear surround speakers
7. Left & right top front overhead speakers
8. Left & right top rear overhead speakers

SPEAKER PLACEMENT FOR 7.1.4 SETUP

- 7.1.4

Figura 52



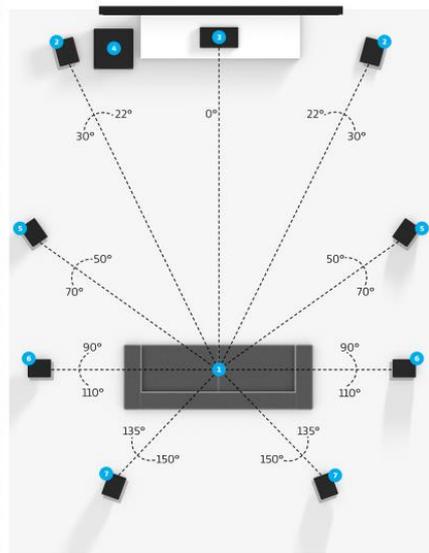
### 7.1.6 Overhead Speakers

1. Seating position
2. Left & right speakers
3. Center speaker
4. Subwoofer
5. Left & right surround speakers
6. Left & right rear surround speakers
7. Left & right top front overhead speakers
8. Left & right top middle overhead speakers
9. Left & right top rear overhead speakers

SPEAKER PLACEMENT FOR 7.1.6 SETUP

- 7.1.6

Figura 53



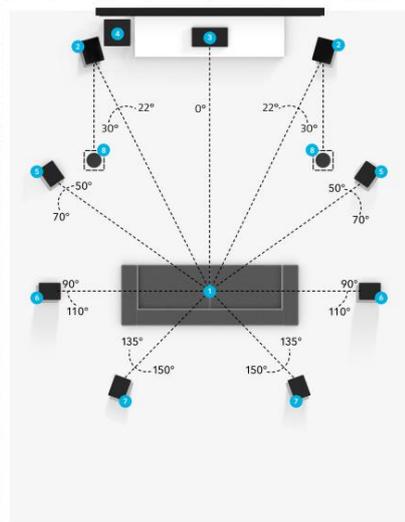
### 9.1 Virtual Speakers

1. Seating position
2. Left and right speakers
3. Center speaker
4. Subwoofer
5. Left and right wide speakers
6. Left and right surround speakers
7. Left and right rear surround speakers

Speaker placement for 9.1 setup

### • 9.1

Figura 54



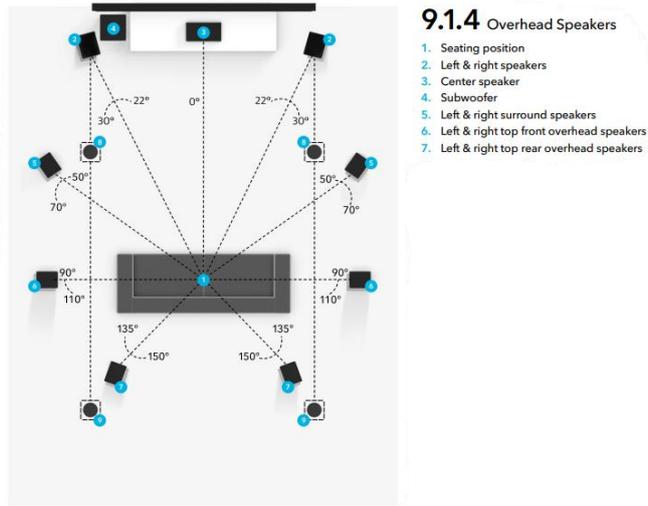
### 9.1.2 Overhead Speakers

1. Seating position
2. Left & right speakers
3. Center speaker
4. Subwoofer
5. Left & right wide speakers
6. Left & right surround speakers
7. Left & right rear surround speakers
8. Left & right top middle overhead speakers

SPEAKER PLACEMENT FOR 9.1.2 SETUP

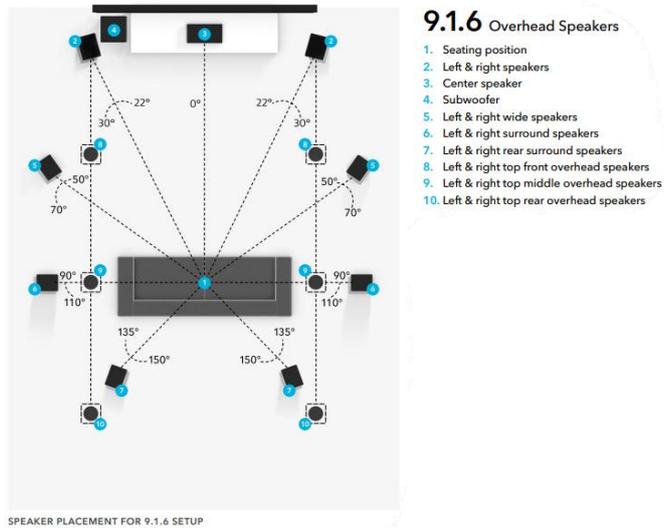
### • 9.1.2

Figura 55



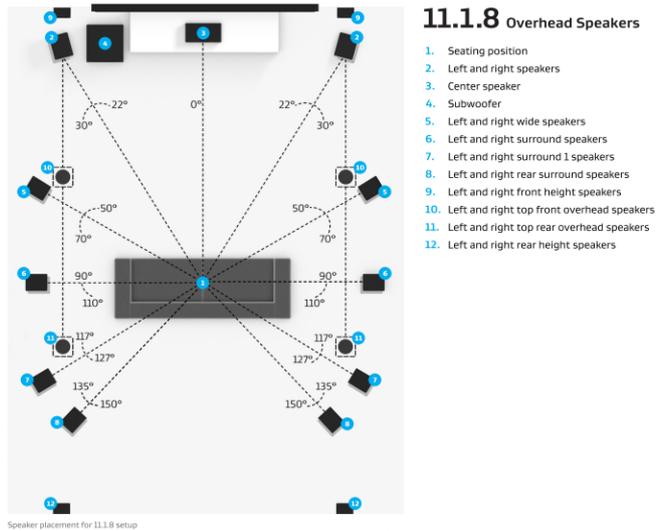
- 9.1.4 SPEAKER PLACEMENT FOR 9.1.4 SETUP

Figura 56



- 9.1.6 SPEAKER PLACEMENT FOR 9.1.6 SETUP

Figura 57



- 11.1.8

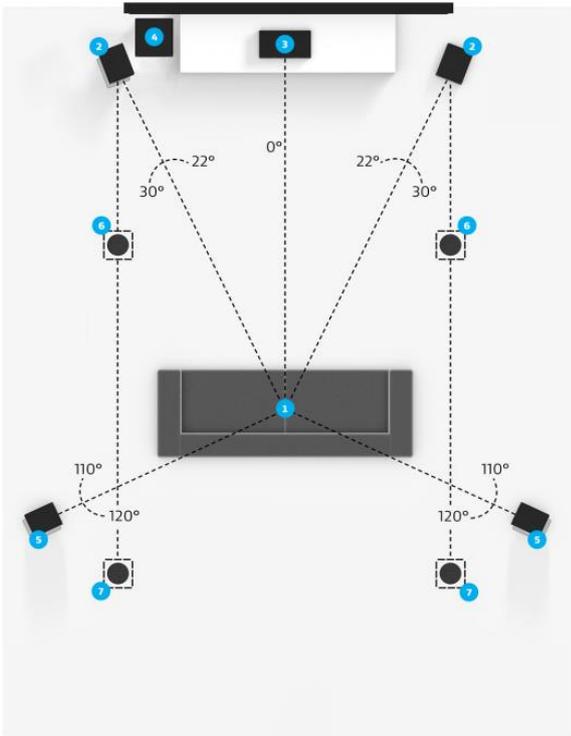
Figura 58

Le configurazioni senza overhead speaker sono impossibilitate a garantire Dolby Atmos tranne nel caso di dotazione di speaker Dolby particolari che saranno illustrati nel prossimo paragrafo.

Le configurazioni più utilizzate e raccomandate dai Dolby Labs per lavorare in post-produzione con Atmos sono 7.1.4 o 9.1.6; tuttavia è accettabile anche il 5.1.4.

Di seguito si riportano i tre sopracitati setup, in ordine crescente di numero di altoparlanti.

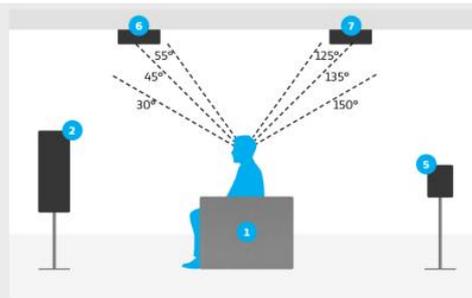
## 5.1.4



Speaker placement for 5.1.4 setup

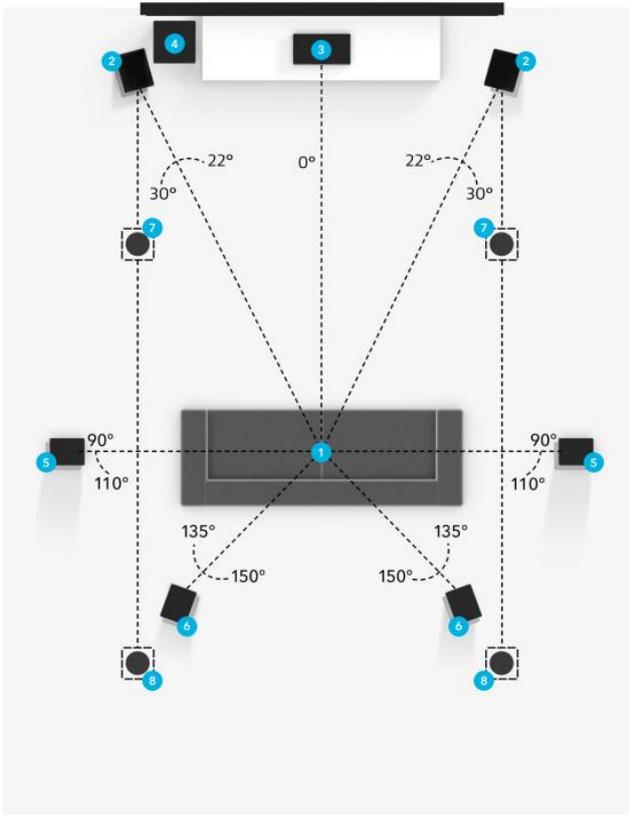


Perspective detail for 5.1.4 setup



Overhead speaker placement detail for 5.1.4 setup

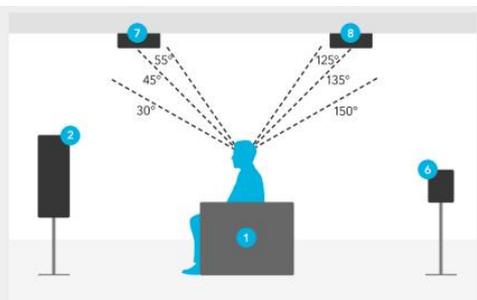
## 7.1.4



SPEAKER PLACEMENT FOR 7.1.4 SETUP



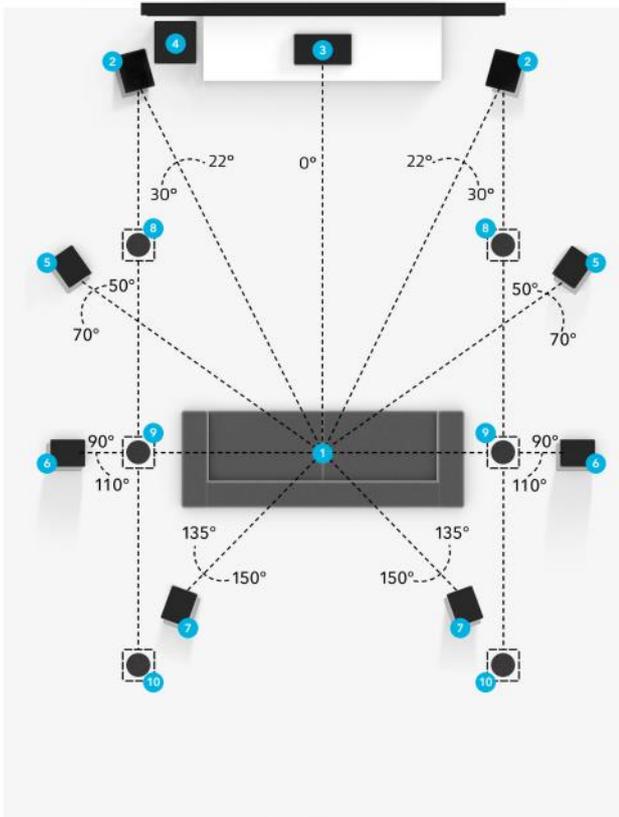
PERSPECTIVE DETAIL FOR 7.1.4 SETUP



OVERHEAD SPEAKER PLACEMENT DETAIL FOR 7.1.4 SETUP

La 7.1.4 è la configurazione raccomandata da Dolby per la costruzione delle control room degli studi, aspetto approfondito in seguito.

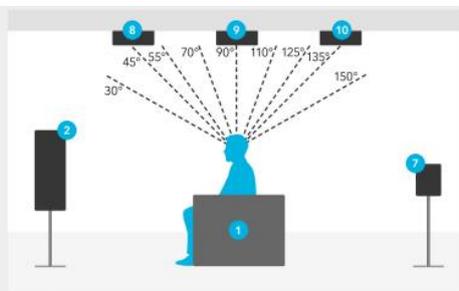
## 9.1.6



SPEAKER PLACEMENT FOR 9.1.6 SETUP



PERSPECTIVE DETAIL FOR 9.1.6 SETUP



OVERHEAD SPEAKER PLACEMENT DETAIL FOR 9.1.6 SETUP

### 4.7.3 Speaker Dolby Atmos

Negli esempi di configurazioni sopra illustrati si è preso in considerazione il fatto che il setup casalingo e il soffitto permettano l'installazione di overhead speaker per poter veicolare l'ascolto dall'alto. Tuttavia, vi possono essere casi dove questo non sia possibile sia per motivo di tempo e di costo.

La soluzione consiste nell'utilizzo degli speaker Dolby Atmos, i quali, nonostante vengano posizionati alla stessa altezza degli speaker surround o poco sopra, ricreano l'ascolto dall'alto sfruttando la riflessione del soffitto, come mostrato nella figura seguente.

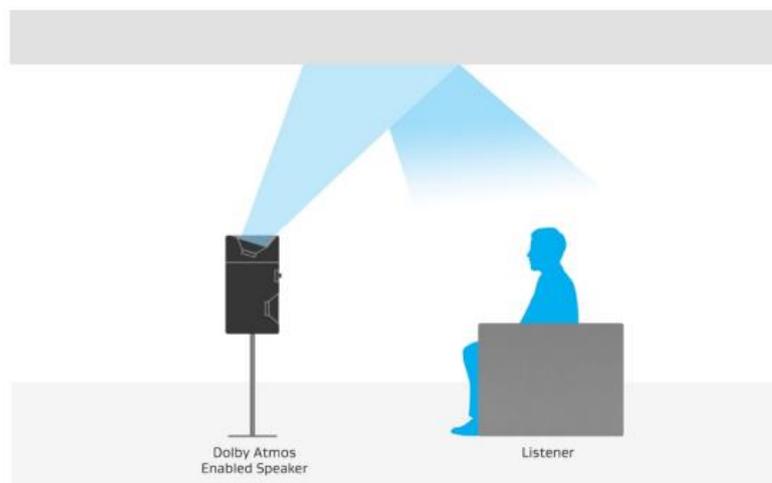


Figura 59

È possibile reperire sia speaker che sono dotati di emissione frontale (figura 61) e verso l'alto sia speaker dotati solamente dell'ultima da posizionare sopra gli speaker preesistenti (figura 60).

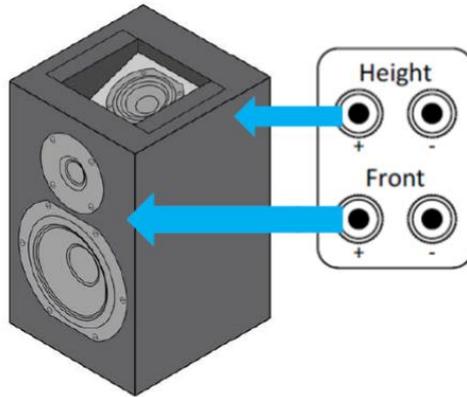


Figura 61

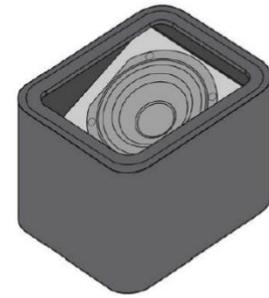


Figura 60

Nel caso il soffitto sia più basso di 2.4 metri, gli speaker overhead, seppur dotati di un angolo di dispersione ampio, potrebbero essere troppo vicini all'ascoltatore, il quale riuscirà a distinguere quale speaker sta emettendo, riducendo il senso di immersione.

Dunque, gli speaker Dolby Atmos<sup>21</sup> rappresentano la scelta migliore per la riproduzione audio dall'alto in queste circostanze rispetto agli overhead speaker.

Essi producono l'overhead sound tramite una combinazione di elaborazione psicoacustica del segnale, angolazione precisa dell'emettitore e specifiche di direttività.

In base alla comprensione di come il cervello interpreta il suono, gli speaker modificano determinate frequenze audio per rinforzare l'impressione di ascolto dall'alto. Questo filtraggio è applicato anche a qualsiasi suono che può fuoriuscire orizzontalmente dallo speaker per amplificare ulteriormente la percezione dell'ascolto dall'alto.

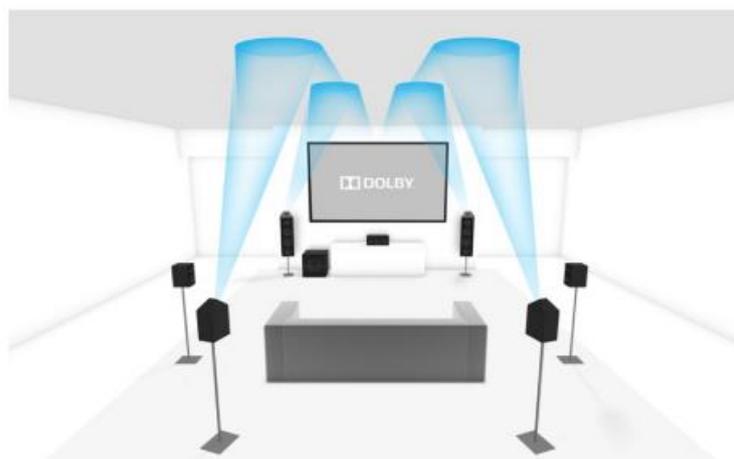
<sup>21</sup> <https://makelifelick.com/best-dolby-atmos-speakers-for-home-theatre/>, elenco di alcuni speaker Atmos sul mercato

La maggior parte dell'energia delle medie e alte frequenze deve essere diretta al soffitto evitando che il suono raggiunga direttamente l'ascoltatore. Dolby ha calcolato l'angolo migliore di direttività in base alla posizione più comune degli stand per gli speaker casalinghi.

Infine, lo speaker Dolby Atmos è dotato di un sistema di controllo per le basse e una rete di crossover, integrato con l'elaborazione del segnale nel ricevitore audio/video (AVR).

La migliore esperienza di immersione, secondo Dolby, avviene in presenza di soffitto piatto (non a volta o convesso) e realizzato con materiale acusticamente riflessivo come cartongesso, gesso, cemento o legno. Gli speaker Dolby Atmos sono stati progettati da Dolby per funzionare con soffitti che partono da un'altezza di 2.3 metri fino a 3.66 metri, ma test di ascolto indicano che il sistema è alquanto robusto anche fino ad un'altezza di 4.3 metri.

Di seguito, è raffigurato un setup 7.1.4 con gli speaker Dolby Atmos.



## 5. Dolby Atmos Studio

### 5.1 Introduzione

Come già accennato precedentemente, il Dolby Atmos si è imposto non solo nell'ambito della produzione e post-produzione audiovisiva ma sta conquistando popolarità anche nel settore prettamente musicale, tendenza mostrata dalle piattaforme di ascolto streaming che hanno introdotto nell'offerta per i propri abbonati la possibilità di fruizione dei brani musicali mixati e masterizzati in Dolby Atmos; Apple Music ha introdotto lo "spatial audio" ovvero audio spazializzato, un ascolto surround immersivo che disloca nelle tre dimensioni e con rilevamento dinamico della posizione della testa (mediante solo gli auricolari AirPods e Beats Fit Pro).

Sul sito di Dolby, è presente un piccolo database di tracce con cui provare l'esperienza. Una volta che il brano è in riproduzione, si può cambiare la configurazione da Atmos in stereo e viceversa per poter apprezzare a pieno la notevole differenza tra le riproduzioni sonore.

Se non si dispone di un impianto Dolby Atmos Home Entertainment, è suggerito dal sito di provare l'ascolto in cuffia. Tuttavia, per i content creator, è necessario dotarsi di uno spazio in cui poter creare e controllare i propri prodotti artistici in Dolby Atmos con un impianto adeguato. Negli ultimi anni, sempre più studi di registrazione hanno aggiunto ai propri servizi il mix e master Dolby Atmos mediante apposite stanze adattate con la configurazione 7.1.4, la più comune e raccomandata dai Dolby Labs.

In questa sezione, si illustreranno gli aspetti tecnici di progettazione di uno studio Atmos così come sono descritti nella guida Dolby aggiornata a maggio 2021.

Ogni control room deve avere una specifica progettazione acustica a priori per poter rendere l'ascolto il più uniforme possibile ed eliminare le onde stazionarie tipiche di un ambiente di piccole dimensioni.

In seguito, si illustreranno alcuni esempi di studi con una Dolby Atmos mix room fino a giungere ad un caso specifico di una control room attualmente in fase finale di costruzione, nella quale si deve effettuare una calibrazione dell'impianto.

## **5.2 Linee guida tecniche**

Le linee guida tecniche sono basate sugli algoritmi e sulle funzionalità del Dolby Atmos Renderer. Per approfondimenti, è consigliata da Dolby la lettura della norma ITU-R Rec. BS.2051<sup>22</sup> sull'audio immersivo.

### **5.2.1 Design della stanza**

Mentre si sta progettando uno studio Dolby Atmos, le dimensioni chiave da considerare sono quelle della disposizione degli speaker, non quelle della stanza stessa. Queste dimensioni sono:

---

<sup>22</sup> <https://www.itu.int/rec/R-REC-BS.2051-3-202205-I/en>

- Altezza del layout degli speaker: questa è la distanza dal pavimento al centro di emissione acustica del top surround speaker.
- Larghezza del layout degli speaker: questa è la massima larghezza tra coppie di speaker misurata dai rispettivi centri di emissione acustica. Per layout circolari si usa il diametro della circonferenza.
- Lunghezza del layout degli speaker: questa è la massima lunghezza tra gli speaker screen e i rear misurata tra i rispettivi centri di emissione acustica. Per layout circolari si usa il diametro della circonferenza.

Le dimensioni raccomandate da Dolby sono illustrate nella tabella seguente.

<b>Dimensioni</b>	<b>Specifiche</b>
Altezza minima	2.4 m
Larghezza minima	3 m
Lunghezza minima	3.5 m
Volume della stanza consigliato	$> 50 m^3$
Distanza tra gli speaker e la posizione di missaggio	$\leq 5 m$ ( $< 4 m$ consigliato)

L'altezza ideale per la posizione di missaggio è di 1.2 m sopra la soglia retrostante della console mix e in linea con lo speaker centrale.

Teoricamente, tutti gli speaker devono essere equidistanti dalla posizione di missaggio. Quando ciò non è possibile, sono applicati ritardi e compensazioni di ampiezza fino ad un valore massimo suggerito di 10 ms.

Ci sono 2 tipi di layout per le stanze:

- **Equidistante:** la distanza tra ogni speaker è la stessa. La posizione di missaggio è generalmente centrata tra 0.4 e 0.6 della lunghezza del layout degli speaker. Questo design è quello che si conforma di più alla norma ITU-R BS.2051, ma può anche non essere una circonferenza precisa.
- **Ortagonale:** la stanza possiede una lunghezza maggiore della larghezza e la posizione di missaggio è situata nella metà posteriore della stanza, tra 0.5 e 0.7 della lunghezza del layout degli speaker.

## **5.2.2 Criteri acustici**

I criteri acustici raccomandati sono i seguenti:

- Il rumore di fondo massimo deve seguire la NC25 dei Noise Criterion Curves<sup>23</sup>, con l'attrezzatura accesa dello studio.

---

<sup>23</sup> Le curve di rumore sono un modo comune per misurare e specificare il rumore di fondo in edifici e spazi non occupati. <https://webstore.ansi.org/Standards/ASA/ansiasas122019>

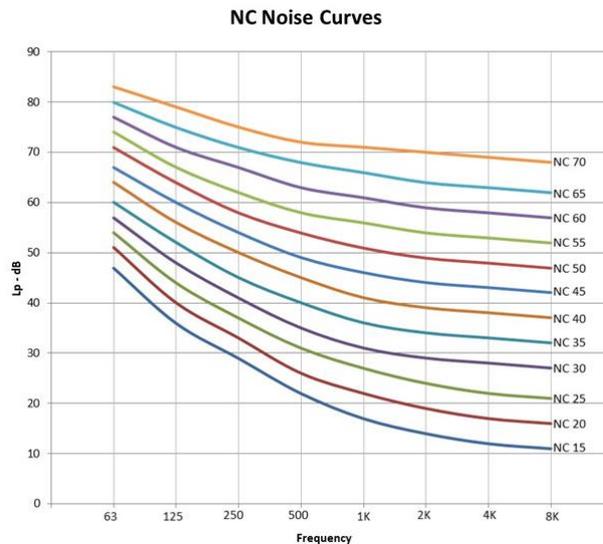


Figura 62

- Evitare forti riflessioni mediante assorbimento o diffusione per ridurre colorazioni del suono.
- Riguardo al tempo di riverberazione, i valori di RT60 devono essere misurati a 125 Hz, 250 Hz, 500Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz e 8 kHz. Essi devono trovarsi nell'intervallo mostrato nel foglio di calcolo HE DARDT, descritto in seguito.

### 5.2.3 Speaker layout design

La posizione degli screen speaker dipende da tre aspetti di design:

- Disposizione angolare sul piano orizzontale e angolo di separazione di ciascuno speaker dall'altro.
- Elevazione degli speaker in base alla posizione di missaggio.
- La posizione e il tipo di display utilizzato.

La figura seguente illustra la configurazione ottimale per il layout della stanza equidistante.

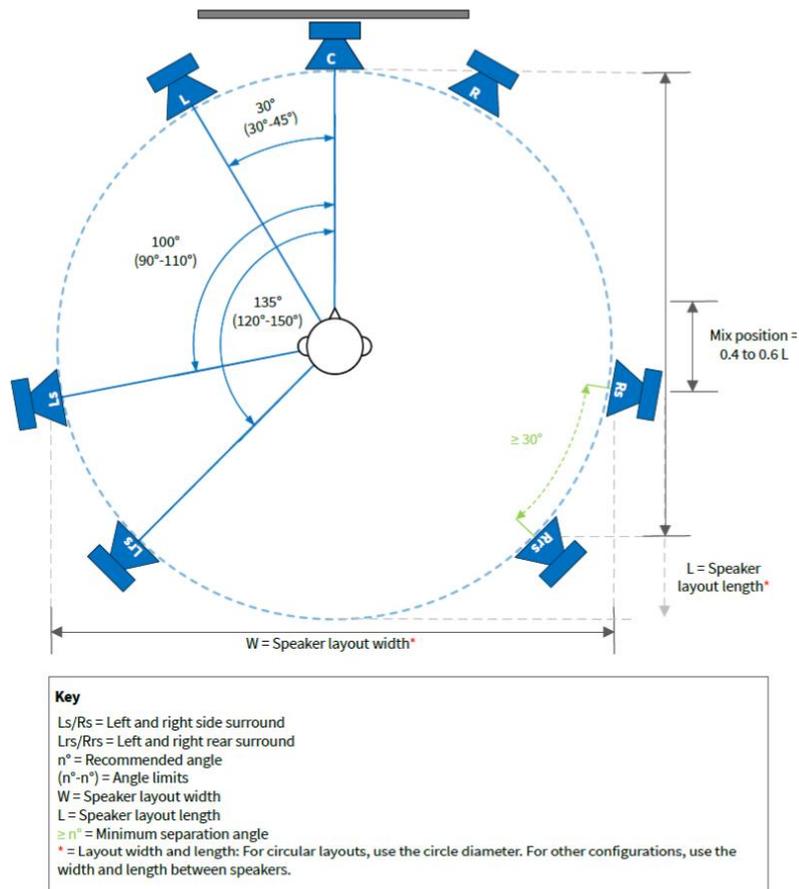


Figura 63

La figura seguente illustra la configurazione ottimale per il layout della stanza ortogonale.

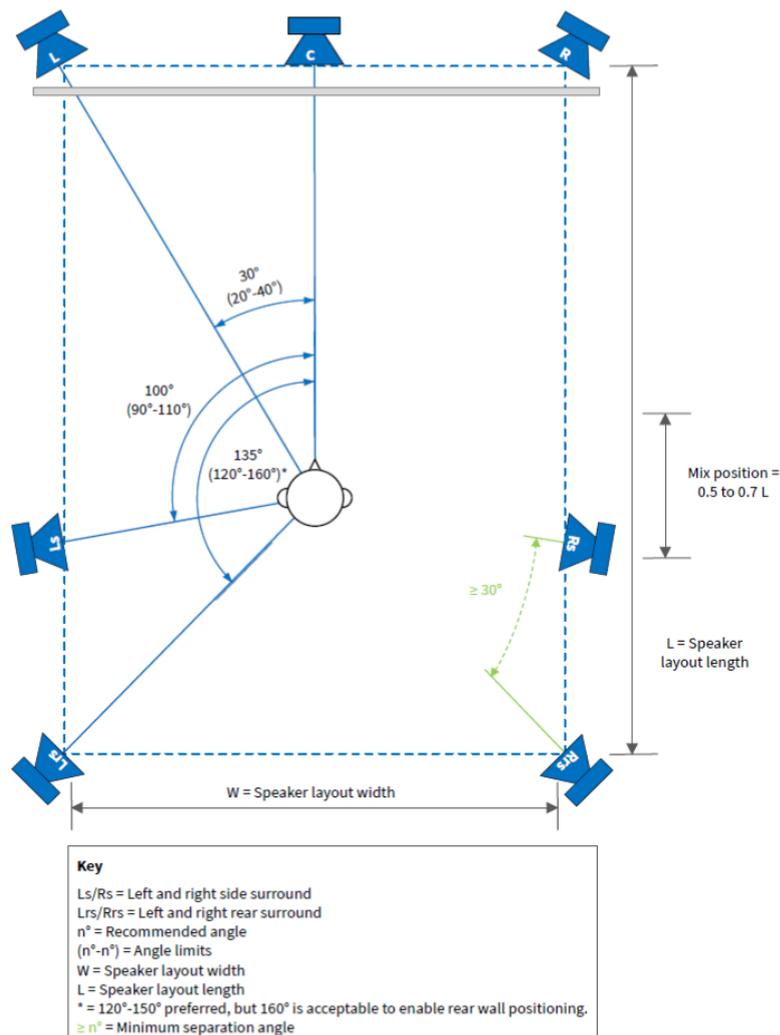


Figura 64

Come già accennato precedentemente, l'altezza dal pavimento ideale degli screen speaker è di 1.2 m. Tuttavia, può essere necessario talvolta elevarli di più a causa della geometria della stanza o del display. Linee guida da rispettare sono le seguenti:

- L'angolo di elevazione dello speaker rispetto all'orecchio non deve superare i 20°.
- L'altezza degli screen speaker non deve superare di 0.7 l'altezza totale del layout degli speaker.

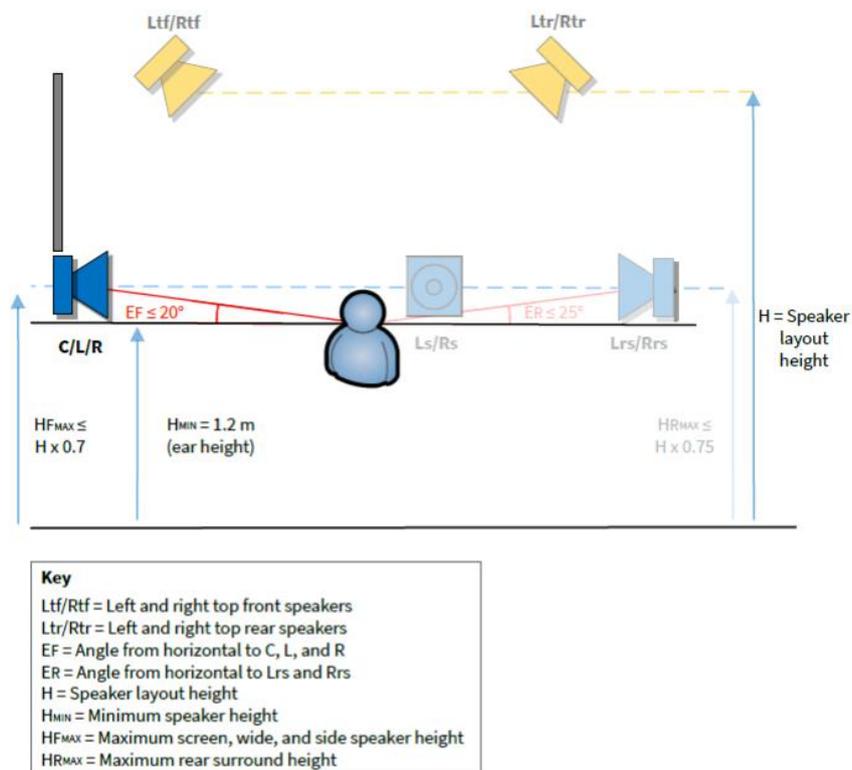


Figura 65

È consigliato posizionare il subwoofer per le basse frequenze sul pavimento, più o meno centrale sul piano laterale che attraversa la stanza da sinistra a destra rispetto al mix.

Gli speaker surround devono essere posizionati come secondo la disposizione raffigurata nelle figure precedenti, con una separazione angolare reciproca di almeno 30°.

Per quanto riguarda gli speaker surround laterali:

- L'angolo di elevazione non deve essere superiore a 20°.
- L'altezza di essi deve essere non più di 0.7 volte l'altezza totale del layout degli speaker.

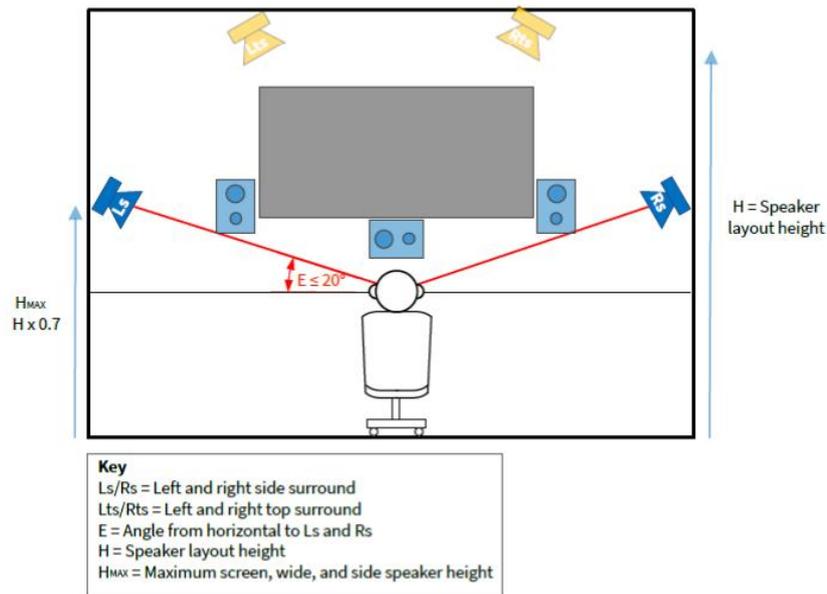


Figura 66

Per quanto riguarda gli speaker surround posteriori:

- L'angolo di elevazione non deve essere superiore a 25°.
- L'altezza di essi deve essere massimo di 0.75 l'altezza totale del layout degli speaker.

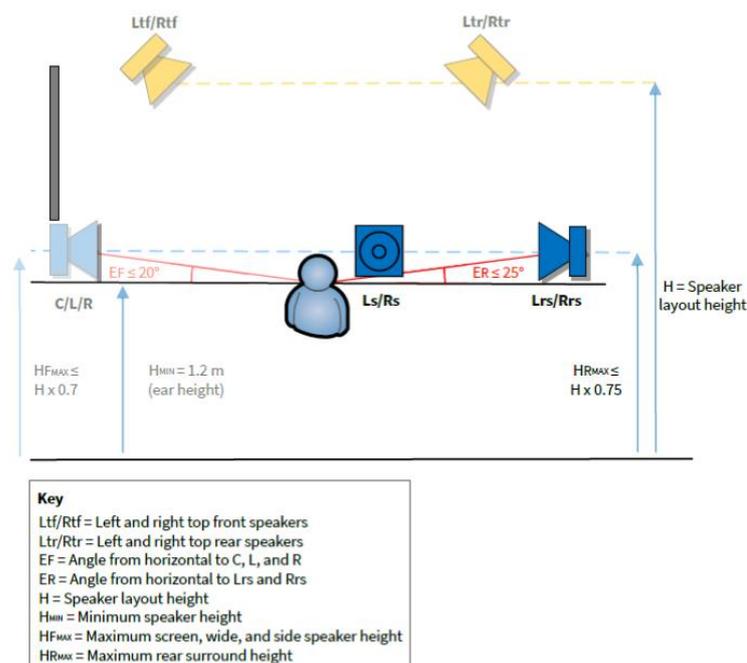


Figura 67

In un setup 7.1.4, vi sono quattro overhead speaker (chiamati anche top surround speaker). Questi sono denominati left top front (Ltf), right top front (Rtf), left top rear (Ltr) e right top rear (Rtr).

Il posizionamento degli overhead speaker è vincolato dai seguenti aspetti di design:

- Altezza raggiungibile degli speaker.
- Disposizione angolare sul piano orizzontale.
- Disposizione angolare laterale e longitudinale dal piano orizzontale alla posizione di missaggio.

I quattro overhead sono posizionati in modo tale da centrare la posizione di missaggio, come mostrato nelle seguenti figure.

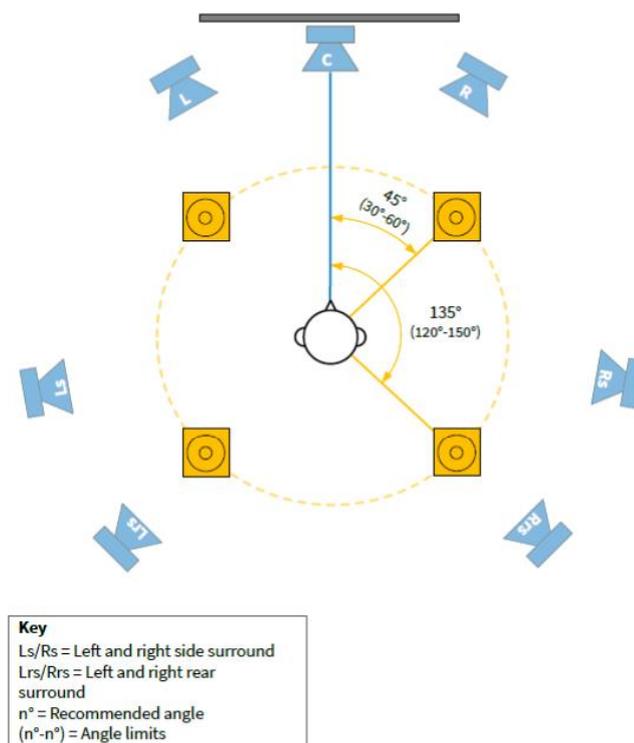


Figura 68

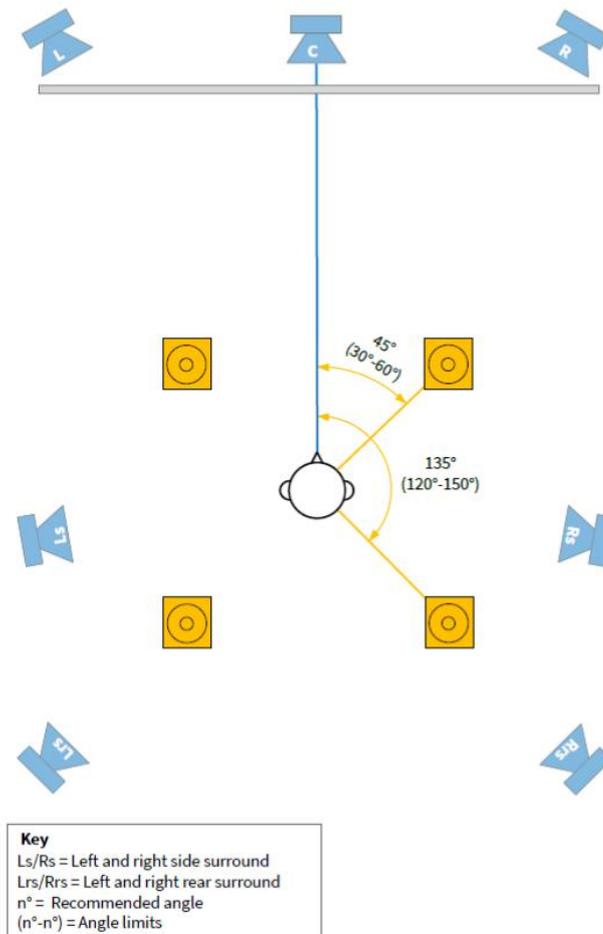


Figura 69

Gli overhead speaker sono di solito posizionati sul soffitto, ad un'altezza minima di 2.4 metri dal pavimento.

Il posizionamento deve avvenire in modo tale che ci sia simmetria tra la metà destra e quella sinistra della stanza, da ciascun lato del mixer. L'angolo minimo e ideale sul piano laterale è di  $45^\circ + (E \div 2)$ , dove E è l'angolo di elevazione dello speaker surround laterale.

Tuttavia è concesso ampliare l'angolo fino ad un massimo di  $55^\circ + (E \div 2)$ , come mostrato nella figura seguente.

Figure 9: Front elevation diagram showing top surround speaker positions

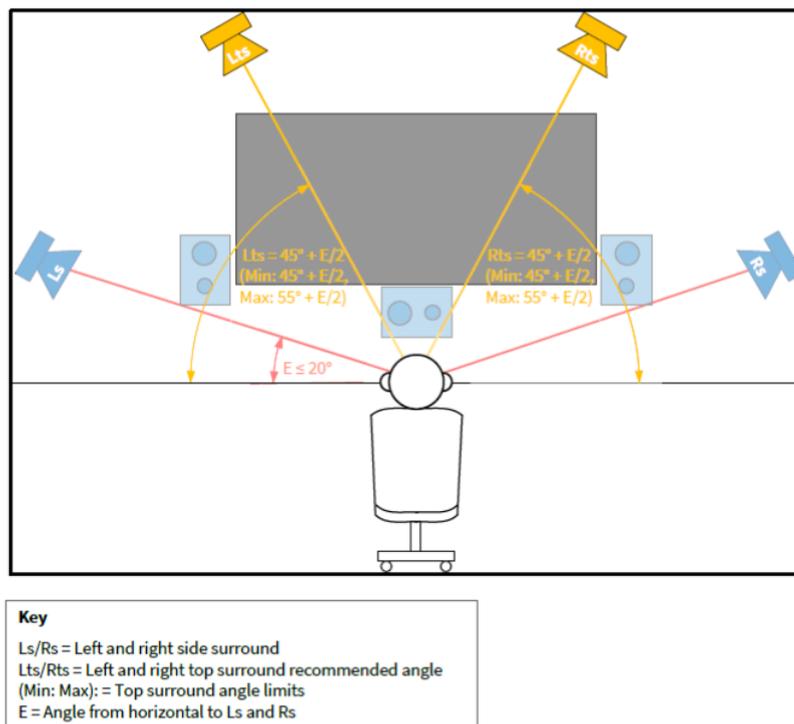


Figura 70

L'angolo ideale per la posizione degli overhead sul piano longitudinale è di  $45^\circ + (EF \div 2)$ , dove EF è l'angolo di elevazione degli screen speaker dal piano orizzontale.

Là dove non sia possibile posizzarli nell'angolo ideale, vi è un intervallo di tolleranza: da un minimo di  $30^\circ + EF$  ad un massimo di  $55^\circ + (EF \div 4)$ .

I valori sono gli stessi anche per gli overhead posteriori, ad eccezione dell'angolo EF che viene sostituito da ER, l'angolo di elevazione degli speaker surround posteriori, come mostrato nella figura seguente.

Figure 10: Side elevation diagram showing top surround speaker positions

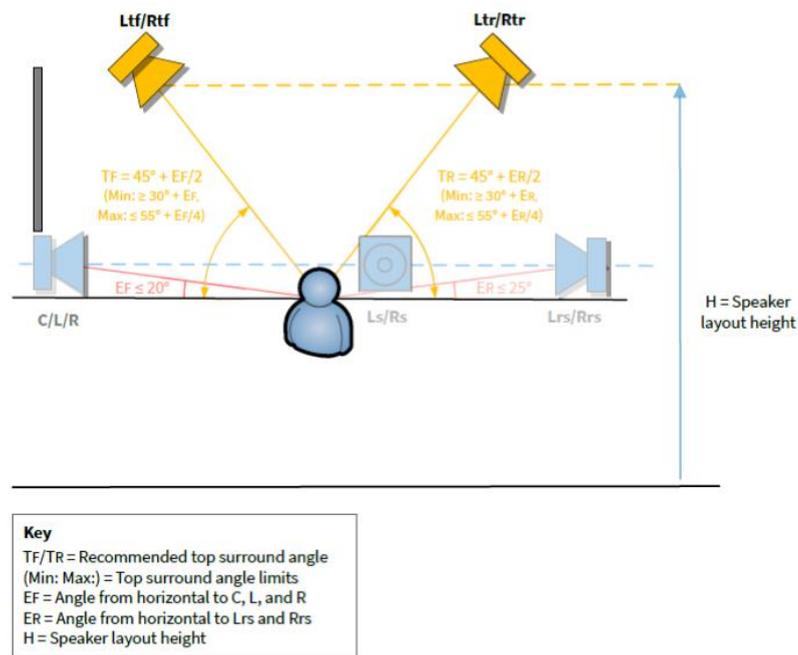


Figura 71

## 5.2.4 Specifiche di amplificazione

Il livello di pressione sonora ideale per lo studio varia a seconda del prodotto da realizzare. Un livello di calibrazione di 79 dBC è consigliato per un Dolby Atmos Studio, ma sono accettati anche valori compresi tra 79 e 85 dBC.

La riproduzione del contenuto senza alterazioni e distorsioni rappresenta la massima priorità per la control room. Ogni screen speaker deve essere in grado di produrre 20 dB (headroom) il livello di riferimento mentre gli speaker surround devono essere in grado di produrre 17 dB sopra il suddetto livello. Il subwoofer (quando lavora come canale LFE) è calibrato a +10 dB quando comparato allo

speaker centrale, come indicato nella specifica SMPTE 202; inoltre, esso deve essere in grado di produrre almeno 20 dB sopra il livello di riferimento, il quale equivale ad un totale di 30 dB sopra il livello di calibrazione.

### **5.2.5 Gestione delle basse frequenze**

Si consiglia l'utilizzo del subwoofer come LFE per la gestione delle basse frequenze; tuttavia, è possibile usare anche subwoofer dedicati per il bass management. Il punto di crossover deve essere intorno al valore di 80 Hz o meno per ridurre la localizzazione del subwoofer.

### **5.2.6 Risposta in frequenza degli speaker**

Le guide linea sulla risposta in frequenza dipendono dal tipo di speaker scelto. La risposta in frequenza di tutti gli speaker tranne il subwoofer deve essere conforme allo standard ISO 2969/SMPTE 202<sup>24</sup>, con o senza gestione delle basse.

La risposta deve essere estesa dai 40 Hz fino ai 18 kHz idealmente, senza variazioni di livello di  $\pm 3$  dB. Il subwoofer deve avere una risposta in frequenza estesa almeno dai 31.5 Hz ai 150 Hz.

Tutti gli speaker devono avere risposta in frequenza simile. Dunque, è consigliato che siano tutti della stessa marca e allineati

---

<sup>24</sup> <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:2969:ed-3:v1:en>

correttamente. Le coppie di speaker (screen speaker, surround speaker, rear speaker e top speaker) devono essere necessariamente dello stesso modello.

### **5.2.7 Pattern di dispersione**

Gli speaker surround devono avere un pattern ampio di direttività ovvero almeno di  $\pm 45^\circ$  da 100 Hz a 10 kHz. La posizione di missaggio deve essere situata bene all'interno dell'angolo di dispersione.

## 5.3 Componenti base di un Dolby Atmos studio

Le figure seguenti illustrano blocchi contenenti le componenti base di uno studio.

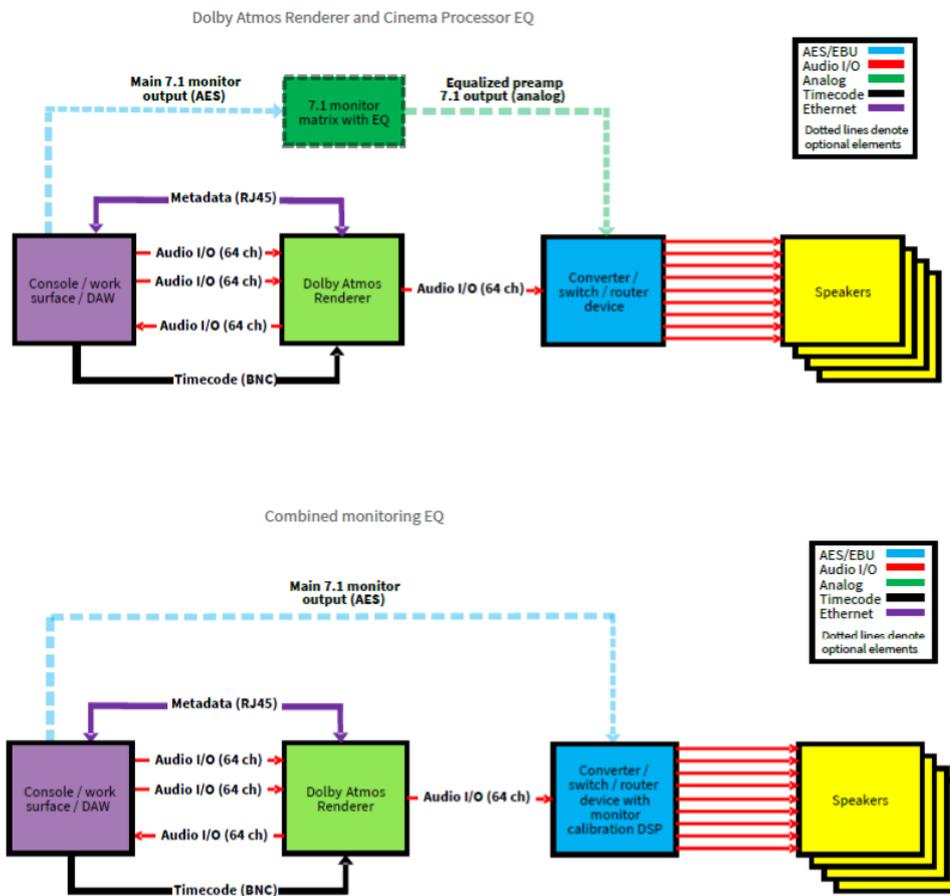


Figura 72

## **5.4 Calibrazione degli speaker**

### **5.4.1 Livelli di riferimento dei monitor**

Il livello di riferimento deve essere impostato per ciascun monitor allo stesso valore scelto per lo studio, quindi compreso tra 79 e 85 dBC. Il rumore rosa Dolby può essere utilizzato per allineare gli speaker al valore richiesto, effettuando misurazioni acustiche di livello nella fase di calibrazione.

Tutti gli speaker devono essere impostati allo stesso livello, ad eccezione del LFE subwoofer. Quest'ultimo deve avere 10 dB addizionali in base alla risposta in frequenza e in riferimento allo speaker centrale.

### **5.4.2 Speaker EQ**

L'equalizzazione correttiva degli speaker può essere utilizzata per sistemare eventuali colorazioni o problemi della stanza che non sono stati corretti con il trattamento acustico in fase di costruzione.

Per stanze il cui volume supera i  $125 \text{ m}^3$ , si consiglia di applicare la curva X standard, in riferimento alla norma SMPTE 222:1994<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> <https://ieeexplore.ieee.org/document/7291668>

### 5.4.3 Target Curve



Figura 73

La Dolby raccomanda un intervallo di tolleranza di  $\pm 1.0$  dB in relazione alla aderenza con la target curve proposta. Ciò è in funzione di una migliore corrispondenza tra più control room.

La curva deve essere piatta da 160 Hz a 1.6 kHz, diminuire di 1.5 dB per ottava da 1.6 kHz a 10 kHz, con una deflessione finale oltre i 10 kHz di - 3 dB per ottava. In ambiente Home Entertainment, si valuta anche un aumento di 1 dB sotto i 160 Hz, come mostrato nella figura sopra.

## 5.5 SERMIG Studio

### 5.5.1 Introduzione

Il diffondersi e l'affermarsi del Dolby Atmos ha causato una proliferazione di Dolby Atmos studio in più stati. Attualmente sono più di 300 gli studi di registrazione dotati di sistema Atmos con una crescita del 2000% nell'ultimo anno. In Italia, essi sono 17 (riconosciuti ufficialmente dalla Dolby)<sup>26</sup> dislocati soprattutto a Milano e a Roma.

Nella città di Torino essi sono due, uno già operativo, l'altro in fasi finali di costruzione. Di quest'ultimo, si illustreranno progetti e misurazioni per osservare come tutte le accortezze e le indicazioni del paragrafo precedente vengano poi applicate in un contesto reale.

Lo studio è situato presso il SERMIG, Servizio Missionario Giovani, fondato nel 1964 da Ernesto e Maria Olivero, con lo scopo di promuovere sviluppo e solidarietà verso persone in difficoltà economiche. Il SERMIG è allocato presso Piazza Borgo Dora e lo studio si trova nell'edificio denominato Arsenale della Pace, una ex-fabbrica di polvere da sparo costruita nel 1580, in seguito convertita nella prima fabbrica di armamenti in Italia. Essa fu dismessa nel secondo dopoguerra e ceduta al SERMIG nel 1983.

---

<sup>26</sup> <https://professional.dolby.com/music/dolby-atmos-music-studios/#gref>



Figura 74

I lavori sono iniziati nel 2021; la progettazione acustica è stata affidata al dottor Marco Fringuellino. Dapprima, lo studio era stato finalizzato per mixare e masterizzare tracce audio in stereo per poi essere riadattato in fasi successive in una control room per Dolby Atmos.

### 5.5.2 Misure a stanza vuota

Una volta individuata la stanza dove costruire lo studio, si è proceduto con:

- La demolizione e successiva ricostruzione del muro di fondo, per dotare la stanza di una corretta distribuzione modale delle dimensioni dei lati;
- Alla realizzazione di opere di isolamento acustico di essa per evitare che fonti di suono esterne entrino e si propagano nell'ambiente.

Successivamente, sono state effettuate alcune misure a stanza vuota per poter valutare i trattamenti acustici migliorativi. L'obiettivo

finale consiste nel rendere la stanza uniforme all'ascolto, evitando qualsiasi colorazione del suono e alterazioni dovute alla presenza di onde stazionarie non bonificate per poter permettere un ascolto quanto più lineare possibile su tutto lo spettro di frequenze udibili.

Il primo parametro valutato è il tempo di riverberazione; esso indica per quanto tempo si estende la coda sonora alle varie frequenze (o riverbero) causato dai fenomeni di propagazione dell'onda sonora come riflessione, diffrazione, diffusione o interferenze. Gradualmente le onde decadono fino al silenzio.

La riverberazione è una condizione naturale della fruizione acustica di un ambiente chiuso; essa rappresenta spesso l'indicatore fondamentale della qualità acustica di una sala; dunque va regolata per evitare effetti indesiderati.

È consuetudine esprimere la durata della coda sonora attraverso il  $T_{60}$ , definito come il tempo che intercorre tra l'istante di spegnimento della sorgente e l'istante a cui il livello di pressione sonora risulta di 60 dB inferiore rispetto al valore iniziale a regime. Attraverso una serie di misure sperimentali, il fisico americano W.C. Sabine, nel XIX secolo, arrivò a determinare l'espressione, universalmente nota come formula di Sabine:

$$T_{60} = 0,16 \frac{V}{A}$$

Dove  $V$  è il volume dell'ambiente ( $m^3$ ) e  $A$  l'area di assorbimento equivalente ( $m^2$ ) della sala.

La formula di Sabine fornisce risultati accurati in ambienti che soddisfano le ipotesi del campo semi riverberante ed in particolare:

- Ambienti relativamente grandi (tali da non rendere significativo l'assorbimento dell'aria) e di forma regolare, così da non presentare modi acustici predominanti.
- Pareti che realizzano riflessioni diffuse (prive quindi di cavità o di superfici focalizzanti) e non troppo fonoassorbenti (coefficiente di assorbimento  $\leq 0,4$  circa).

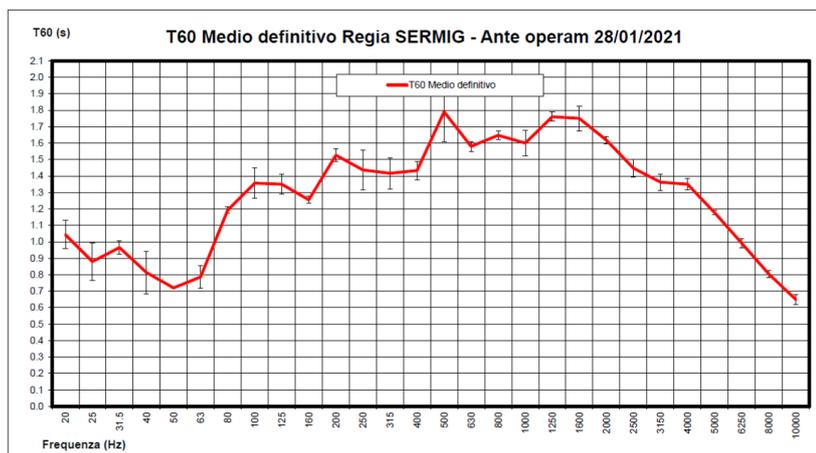


Figura 75

I risultati di tali misurazioni hanno evidenziato un necessario intervento affinché il tempo di riverbero diminuisse; infatti, secondo i limiti definiti dall'AES nel documento tecnico TD 1001.1.01-10 del 2001<sup>27</sup> riportati nel grafico seguente, il tempo di riverberazione medio

<sup>27</sup> <https://www.aes.org/technical/documents/AESTD1001.pdf>

dovrebbe essere molto basso, attorno al valore di 0.2 s ai 500 Hz.

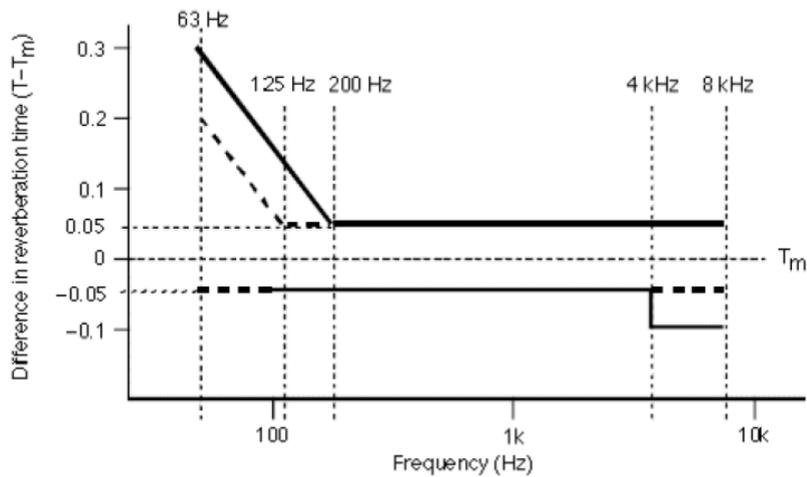


Figura 76

Un altro parametro correlato con la riverberazione è l'EDT (Early Decay Time), ovvero il tempo trascorso tra l'emissione del suono e la dissipazione delle prime riflessioni, calcolato su un decadimento dei primi 10 dB.

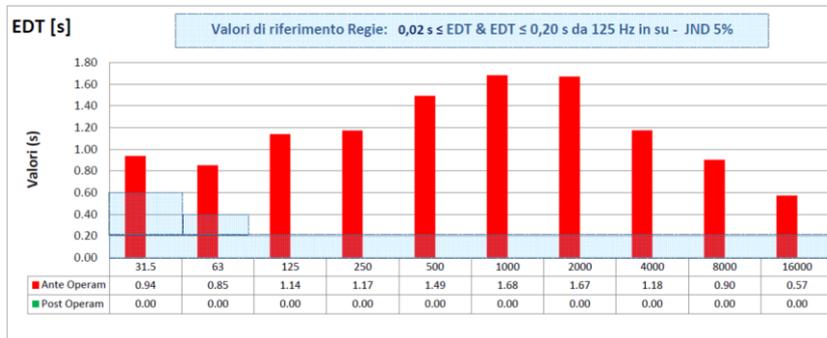


Figura 77

Dal grafico sopra, si osserva la misura dell'EDT prima e la maschera di valori attesi post il trattamento acustico della stanza, in relazione ai valori di riferimento definiti nel documento.

Vi sono altri tre descrittori acustici misurati:

- La chiarezza  $C_{50}$  è definita come il rapporto tra l'energia sonora dei primi 50 ms e l'energia successiva ai 50 ms. Essa è utilizzata per valutare l'intelligibilità del parlato e la trasparenza temporale e armonica (percezione nitida di note in sequenza e di note suonate contemporaneamente da più strumenti).

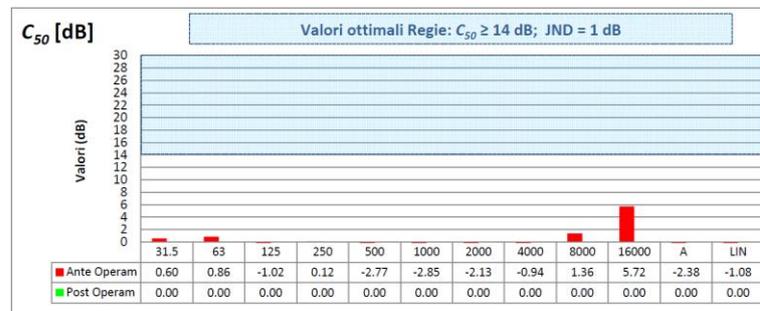


Figura 78

- La definizione  $D_{50}$  è definito come il rapporto tra l'energia sonora che giunge all'ascoltatore entro 50 ms e il totale dell'energia.

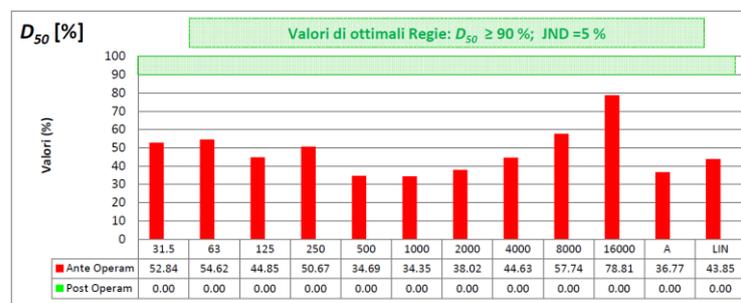


Figura 79

- Il tempo centrale  $T_s$  è l'istante baricentrico dell'energia contenuta in una risposta all'impulso che tiene conto di variazioni forti delle riflessioni tra l'intervallo iniziale e quello tardivo. Introdotto da Kuerer (1969) mostra una buona correlazione con la chiarezza sia della musica che del parlato. Un valore basso di  $T_s$  corrisponde ad un suono chiaro, mentre un valore alto indica la predominanza dell'energia tardiva.

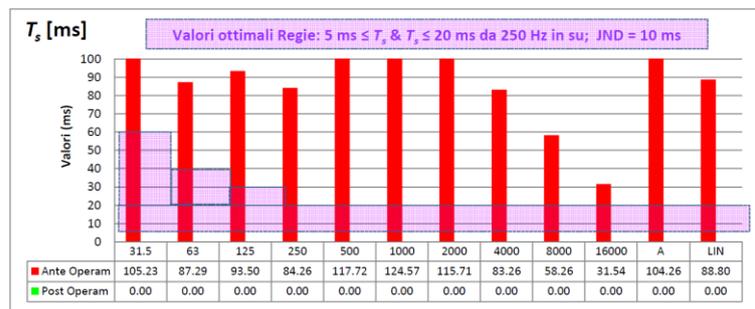


Figura 80

Un altro aspetto cruciale da valutare per l'acustica di ambienti chiusi è l'onda stazionaria. Essa è un fenomeno oscillatorio definita come un'onda che presenta punti di interferenza estrema, chiamati nodi e ventri, che sono fissi (stazionari) nello spazio a determinate frequenze chiamate frequenze di risonanza o modi di risonanza. Esse influiscono sull'ascolto creando una disomogeneità nello spazio. È dunque necessario bonificare le onde stazionarie mediante apposite scelte di design spaziale, utilizzo di materiali fonoassorbenti, risonatori di Helmholtz e pannelli vibranti.

In acustica, si definisce “piccolo” un ambiente le cui dimensioni sono minori o uguali alla lunghezza d’onda del suono prodotto in quel luogo; nel caso dei “grandi” ambienti, la teoria modale lascia il posto all’acustica del campo diffuso (statistica). Generalmente, si prende come riferimento di separazione tra questi due campi una frequenza, detta frequenza di Schroeder, calcolabile sperimentalmente come:

$$f_S \cong 2000 \sqrt{\frac{T}{V}}$$

Dove T è il tempo di riverberazione e V è il volume della stanza.

Al di sotto di tale frequenza vi è un comportamento modale, il quale sarà oggetto di analisi in questa relazione. Consideriamo una stanza a forma di parallelepipedo di dimensioni  $L_x$ ,  $L_y$ ,  $L_z$ , delimitato da superfici piane, omogenee e perfettamente riflettenti. Se venisse posizionata una sorgente in un angolo della stanza emettente un segnale audio di frequenza  $f \leq f_S$ , si genererebbero delle onde stazionarie che risuonerebbero a determinate frequenze (frequenze di risonanza o modi di risonanza). Tali frequenze sono calcolabili teoricamente:

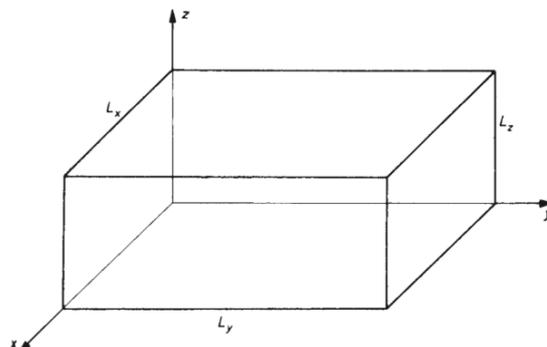


Figura 81

$$f_n = \sqrt{f_x^2 + f_y^2 + f_z^2} = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{n_x}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{L_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{L_z}\right)^2}$$

Dove  $n_x$ ,  $n_y$  e  $n_z$  sono gli indici modali che appartengono all'insieme numerico dei naturali positivi. A seconda dei valori della terna di indici modali  $(n_x, n_y, n_z)$  è possibile definire tre tipologie di modi:

- Modi assiali (energia elevata; hanno un solo indice diverso da zero)
- Modi tangenziali (energia intermedia; hanno due indici diversi da zero)
- Modi obliqui (energia bassa; hanno tutti e tre gli indici diversi da zero)

Negli angoli della stanza a parallelepipedo si distribuiscono i ventri dei vari modi mentre al centro dell'ambiente si accumulano i nodi in base al tipo di modo.

La misura dei modi avviene mediante una sorgente lineare posta nella stanza in prossimità di un angolo che emette rumore rosa e di un microfono avente risposta in frequenza lineare che capta il segnale e lo trasferisce ad un software dove viene digitalizzato e dove si effettua la FFT (Fast Fourier Transform).

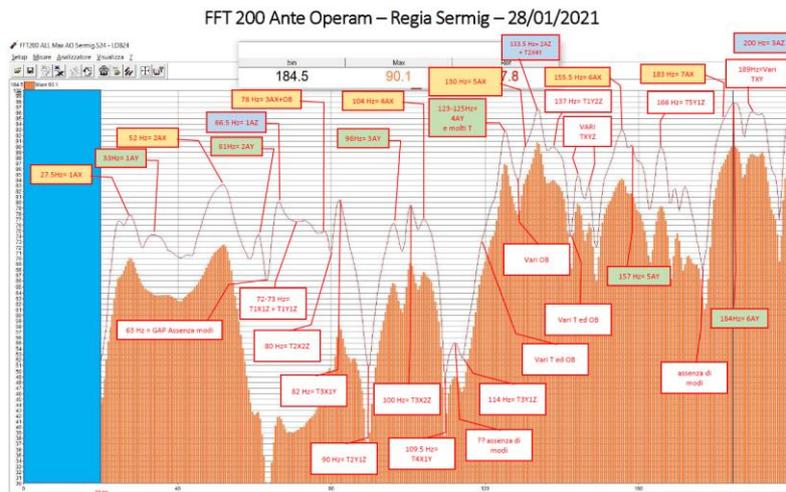


Figura 82

Dal grafico, si possono ricavare i picchi di risonanza, ovvero i modi dell'ambiente, osservando i massimi locali delle curve. Le misurazioni sono avvenute negli angoli poiché vi è la presenza dei ventri delle onde stazionarie.

Alla luce di questa analisi, appare evidente che la risposta in frequenza dell'ambiente non sia lineare e non permetta un ascolto uniforme, infatti varia in base all'alternanza di nodi e ventri dei modi di risonanza.

I valori teorici sono stati calcolati con le misure dell'ambiente  $L_x=6.52$  m,  $L_y=5.55$  m,  $L_z=2.55$  m, impostando inoltre una temperatura di 14 °C e un tempo di riverberazione medio di 0.25 s. Nella seguente tabella sono riportati quelli di interesse, evidenziando quelli confrontabili con le frequenze misurate sperimentalmente, illustrate nel precedente grafico.

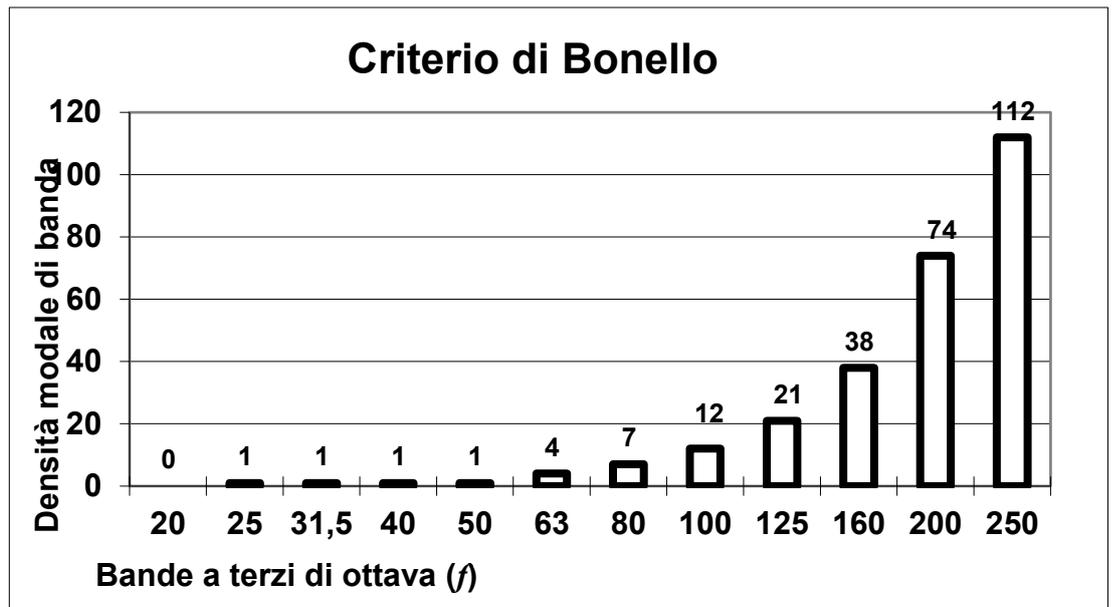
modi	nx	ny	nz	f	Coinciden	$\lambda$	$\lambda/4$
	0	0	0	0,0		m	m
assiale	1	0	0	26	1	13,077	3,269
assiale	0	1	0	31	1	10,968	2,742
assiale	0	0	1	67	2	5,075	1,269
tangenziale	1	1	0	40	1	8,500	2,125
tangenziale	1	0	1	72	1	4,722	1,181
tangenziale	0	1	1	73	1	4,658	1,164
assiale	2	0	0	52	1	6,538	1,635
assiale	0	2	0	61	1	5,574	1,393
tangenziale	2	1	0	60	1	5,667	1,417
tangenziale	2	0	1	85	1	4,000	1,000
tangenziale	1	2	0	67	2	5,075	1,269
assiale	0	0	2	133	2	2,556	0,639
tangenziale	0	2	1	91	1	3,736	0,934
tangenziale	1	0	2	136	1	2,500	0,625
tangenziale	0	1	2	137	1	2,482	0,620
assiale	3	0	0	78	1	4,359	1,090
tangenziale	2	2	0	80	1	4,250	1,063
tangenziale	3	1	0	84	1	4,048	1,012
tangenziale	2	0	2	143	1	2,378	0,594
tangenziale	3	0	1	103	1	3,301	0,825
tangenziale	0	2	2	147	1	2,313	0,578
assiale	0	3	0	92	1	3,696	0,924

Figura 83

La frequenza di Schroeder calcolata con i parametri inseriti è inoltre di 222 Hz (pre-lavori).

Alcuni valori misurati si discostano di poco da quelli teorici; ciò è causato dalla non perfetta forma a parallelepipedo della stanza (dovuto alla rientranza della finestra) e dalle pareti non totalmente riflettenti.

Per rispettare il criterio di Bonello, il numero di modi contenuti all'interno di una banda a terzi d'ottava deve essere uguale o superiore a quello della banda precedente. Da grafico sottostante si osserva come il criterio sia rispettato.



*Figura 84*

Alla base della progettazione di un ambiente, per una buona risposta all'impulso, bisognerebbe evitare di disporre pareti parallele tra loro; è eventualmente necessario, se si vuole preservare la pianta rettangolare, modificare la topologia dell'ambiente con interventi mirati.

Inoltre, la correzione di un ambiente di questo tipo può essere migliorata dall'aggiunta di materiali fonoassorbenti, per ridurre la riflessione e l'interferenza delle onde sonore con sé stesse, il che causa appunto i fenomeni di risonanza.

Infine vi è la risposta in frequenza dello studio in relazione alla postazione di missaggio. L'obiettivo è di renderla quanto più lineare possibile per evitare disomogeneità di ascolto della banda. L'ente internazionale AES nel documento tecnico TD

1001.1.01-10 del 2001, ha indicato dei limiti molto severi, sulla linearità della risposta in frequenza complessiva (non dei singoli canali), riportati nel grafico di Fig. 83.

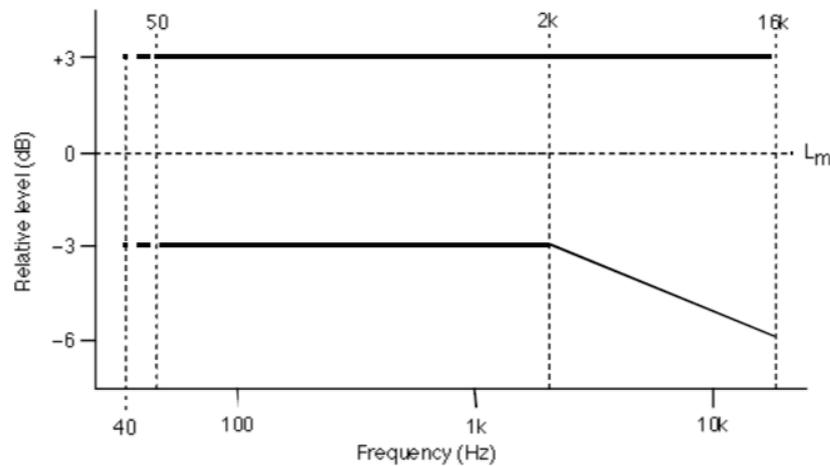


Figura 85 - Limiti più severi sulla risposta in frequenza richiesti dalla AES.

Essi impongono fra 40 Hz e 2 kHz uno scostamento massimo di  $\pm 3$  dB in riferimento al livello medio aritmetico della risposta in ampiezza, mentre il limite inferiore decresce con l'aumentare della frequenza sopra i 2 kHz fino alla tolleranza di  $-6$  dB a 16 kHz.

Questi limiti sono da considerarsi veramente un obiettivo ottimale e arduo da raggiungere: comunemente scostamenti dalla linearità, contenuti nell'ordine di  $\pm 5$  dB sono già considerati un buon risultato.

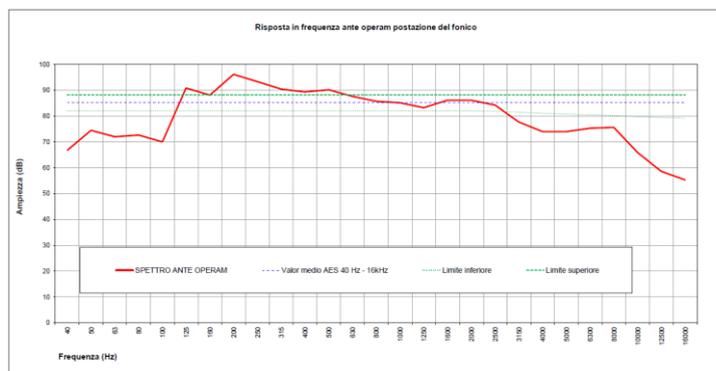


Figura 86

### 5.5.3 Progetti e trattamenti acustici

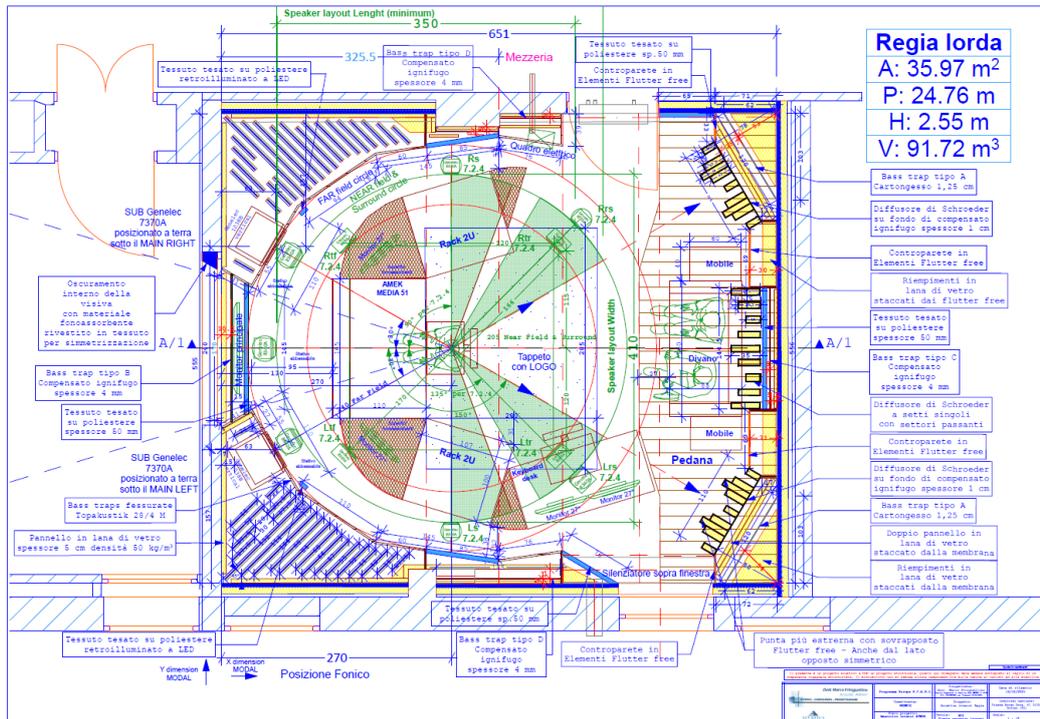


Figura 87

Lo studio ha un volume pari a circa  $91 \text{ m}^3$ , valore superiore al minimo consentito dalle norme Dolby. I trattamenti per controllare i modi di risonanza consistono principalmente in bass traps a pannelli vibranti (a membrana), baffles appesi e risonatori di Helmholtz (pannelli multiforati). La diffusione corretta del suono è ottenuta grazie all'inserimento di elementi denominati Flutter Free e diffusori di Schroeder.

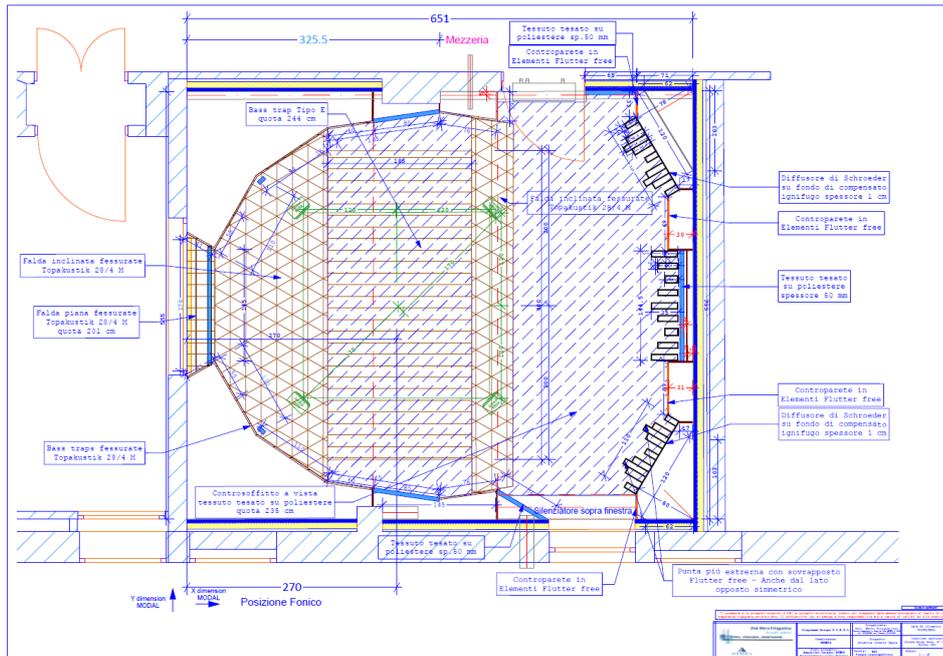


Figura 88

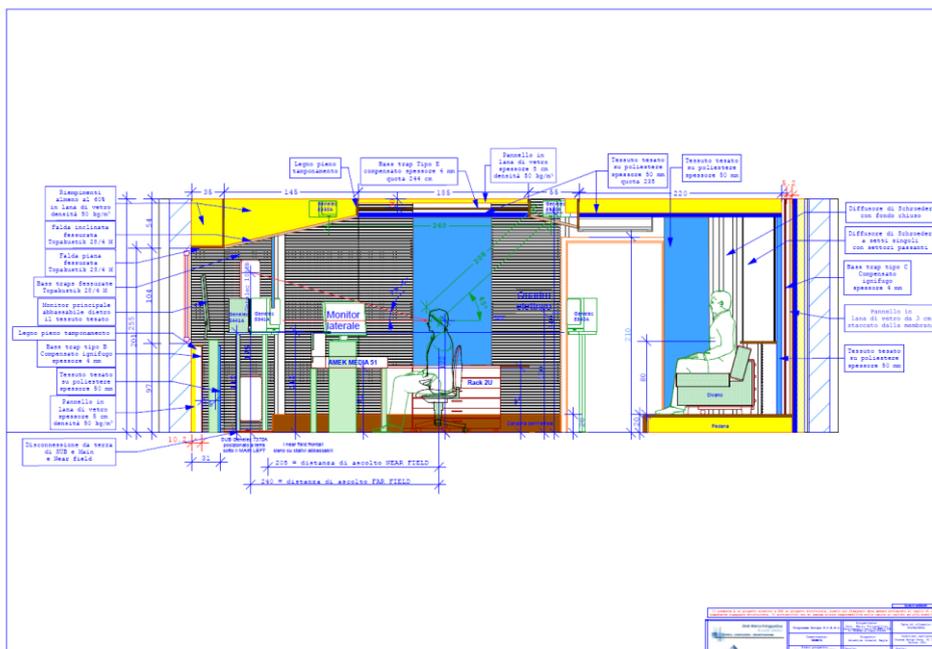


Figura 89- Sezione trasversale



### 5.5.3.1 Baffles

I baffles rappresentano una delle principali strutture presenti nello studio per la bonifica dei principali modi assiali e tangenziali. Essi sono stati disposti lateralmente ai canali frontali dei main monitors; ciascuno è formato da due materassini fonoassorbenti in lana di vetro avente uno spessore di 20 mm, rivestito da ambo i lati di velovetro per evitare lo spolverio.

Nel mezzo dei due materassini vi è una lastra MDF la quale è appesa al soffitto esistente tramite pendini, in modo tale che i pannelli siano liberi di oscillare. La distanza tra baffles è di 5 cm.



*Figura 91 - Baffles assemblati*

La funzione di assorbimento dei baffles segue un modello matematico derivato dall'analisi sperimentale realizzato da Soledad Torres-Guijarro, Antonio Pena, David Pérez-Cabo,

Norberto Degara-Quintela presso "Universidade de Vigo" nel 2012.

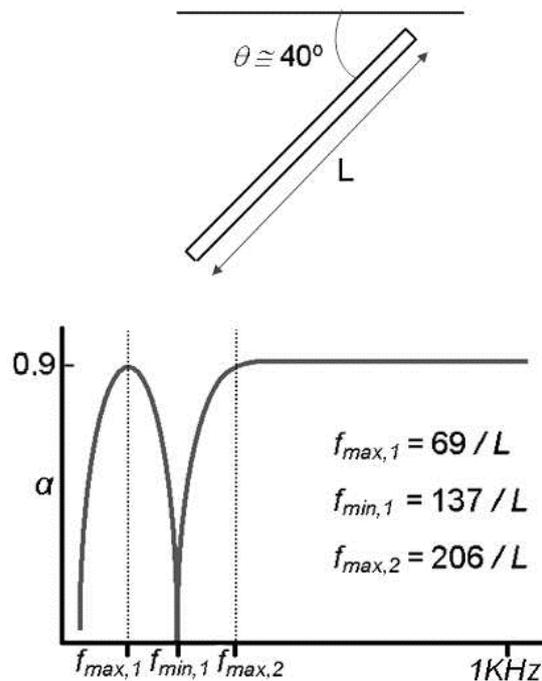


Figura 92 – Modello di assorbimento baffles

Osservando la figura 92, si nota come il coefficiente di assorbimento sia massimo una precisa frequenza  $f_{max,1}$ ; segue un minimo alla frequenza  $f_{min,1}$  e poi un altro massimo alla frequenza  $f_{max,2}$ , oltre la quale l'assorbimento rimane al massimo. Questi parametri variano in base alla lunghezza  $L$  del baffes.

Dunque, ogni baffle è stato realizzato per accordarsi alle frequenze di risonanza assiali dai 52 Hz (modo assiale del secondo ordine sull'asse stereo) fino a 184 Hz (modo assiale del settimo ordine sull'asse stereo) e di altri modi risonanti come mostrato nella tabella seguente.

$L$	$f_{max,1}$	$f_{min,1}$	$f_{max,2}$
132 cm	52 Hz	104 Hz	156 Hz
114 cm	61 Hz	120 Hz	181 Hz
104 cm	66 Hz	132 Hz	198 Hz
88 cm	78 Hz	156 Hz	234 Hz
84 cm	82 Hz	163 Hz	245 Hz
68 cm	101 Hz	201 Hz	303 Hz
55 cm	125 Hz	249 Hz	375 Hz
52 cm	133 Hz	263 Hz	396 Hz
44 cm	157 Hz	311 Hz	468 Hz
37.5 cm	184 Hz	365 Hz	549 Hz

Tabella 1

### 5.5.3.2 Bass Traps a pannelli vibranti

Un altro elemento importante per bonificare le risonanze in studio sono le bass traps. Esse si basano sul sistema massa-molla, ove vi è un pannello che vibra non appena viene investito da un'onda sonora a una frequenza precisa  $f_0$ . Dunque, il processo dissipativo avviene prima nella conversione dell'energia sonora in energia vibrazionale. Quest'ultima viene poi convertita in calore tramite conduzione termica dal pannello all'aria contenuta nell'intercapedine tra il pannello e la parete rigida.

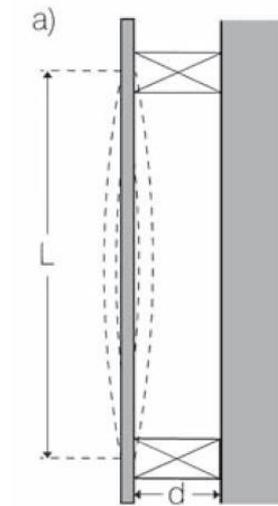


Figura 93 – Schema di una bass trap a pannello vibrante

$$f_0 = \frac{60}{\sqrt{M d}}$$

Dove  $M$  è la massa frontale ( $kg/m^2$ ) e  $d$  è la larghezza dell'intercapedine ( $m$ ). Per le bass traps in studio si è deciso di inserire dei pannelli di materiale poroso nell'intercapedine per aumentare la larghezza della campana di assorbimento.

#### 5.5.4 Verifiche col HE DARDT

L'Home Entertainment Dolby Audio Room Design Tool (HE DARDT) è un foglio di calcolo Excel interattivo, strumento utile che fornisce aiuto nel verificare il design dello studio affinché aderisca il più possibile alle raccomandazioni Dolby, inserendo negli appositi campi le dimensioni del layout degli speaker, posizione degli speaker, tipo e modello di speaker e amplificatori.

HE DARDT è composto da 4 tab:

- Screen Information: l'utente scrive i dati amministrativi e identificativi dello studio.

**Dolby Audio Room Design Tool** DARDT Version 5.3.7 HE

**Screen Information**

Application Type: **Dolby ATMOS Home Entertainment Studio**

Studio Name: **SERMIG CONTROL ROOM**

Screen Number/ID: [Empty]

Studio Details:

Street: **Piazza Borgo Dora, 61**

Zip: **10152**

City: **Torino**

State/Country: **Italy**

Plan Review Contact: **dott. Marco Fringuellino**

Email: **marco.fringuellino@alice.it**

Submission Date: **23/Jul/2021**

**Dolby ATMOS Home Entertainment Studio**

Figura 94

- Main Entry Sheet: tab principale del tool, dove inserire tutte le informazioni relative agli speaker e al layout.

**Dolby Atmos Music Studio** DARDT ver. 5.3.7 HE

Units: **metric**

Speaker Layout Dimensions (m): Length: 3.5, Width: 4.1, Height: 2.4, Mic Position: 2.1, Layout Type: Equidistant, Cluster Layout: 4,1

Calibration Level: **85 dB**

Speaker Layout: **7.1.4**

Music

Advanced mode on: **Driver adherence to Dolby**

Additional Speakers:  Array Mode

Speaker Positions:  Verify Entry

	x (m)	y (m)	Height from floor (m)	hor angle	longitud. Elevation Angle	lateral Elevation Angle	Speaker Model	Mounting Condition	Watts	Sensitivity	Active Speaker Max Peak SPL	Headroom above Target SPL	Amplifier Model
C	2.1	0.0	1.2	0°	0°	0°	Genelec 8341A 80Hz BM	Away from Wall			115.0 dB	1.8 dB	
L/R	1.0	0.3	1.2	30°	0°	0°	Genelec 8341A 80Hz BM	Away from Wall			115.0 dB	1.8 dB	
LFE	0.9	0.0	0.0				Genelec 7370A	> 1 floor or against wall			121.0 dB	-3.2 dB	
Lu/Ru	0.0	2.1	1.2	90°	0°	0°	Genelec 8342A 80Hz BM	Away from Wall			115.0 dB	4.8 dB	
Ls/Rs	0.6	3.5	1.2	135°	0°	0°	Genelec 8342A 80Hz BM	Away from Wall			115.0 dB	4.8 dB	
Lt/Rt	0.9	0.9	2.4	45°	45°	45°	Genelec 8330A 80Hz BM	Against/in Ceiling			113.0 dB	0.6 dB	
Ltr/Tr	0.9	3.3	2.4	135°	45°	45°	Genelec 8330A 80Hz BM	Against/in Ceiling			113.0 dB	0.6 dB	
Ls/Rs	0.9	0.0	0.0				Genelec 7370A	On floor or against wall			121.0 dB	1.8 dB	

It is recommended to use the low frequency effect (LFE) subwoofer for bass management. For systems with dedicated bass management subwoofers, and where not all speakers are bass managed, an external bass management processor will be required.

Equipment List Dolby Atmos Music Studio

Speakers	Count	Model	Count	Unused
Genelec 8341A 80Hz BM	1			

Figura 95

- Extra Equipment: l'utente si scrive monitor e amplificatori aggiuntivi dello studio.

Enter data for any equipment to be used that does not appear in the drop down menus. User entry equipment data will then appear at the bottom of the drop down menus in the Main Entry sheet and will be highlighted in purple/italic in the corresponding cells.

Studio Monitors to be used						
Speaker Model <i>Check box and/or for active Loudspeakers</i>	Speaker Watts (Cont.)	dB SPL 1W@1m (Free-Field)	O	Horizontal Coverage Angle	Vertical Coverage Angle	Max. Peak SPL
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						

Speakers Active					
Please use Studio Monitors section for Data Entry					
Check box for Two Drivers	Speaker Watts (Cont.)	dB SPL 1W@1m	O	Crossover Frequency	Max. Peak SPL
LF <input type="checkbox"/>					
HF <input type="checkbox"/>					
LF <input type="checkbox"/>					
HF <input type="checkbox"/>					

Subwoofers to be used				
Speaker Model <i>Check box and/or for active Subwoofers</i>	Speaker Watts (Cont.)	dB SPL 1W@1m	O	Max. Peak SPL
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				

Amplifier Configuration to be used					
Amplifier Model	stereo/bridged	O	Power Rating dB SPL for 20Pa/-20Pa	effective Rating	Amp Channel Count
	stereo	2	<input type="checkbox"/>		
		4	<input type="checkbox"/>		
		8	<input type="checkbox"/>		
bridged		2	<input type="checkbox"/>		
		4	<input type="checkbox"/>		
		8	<input type="checkbox"/>		
	stereo	2	<input type="checkbox"/>		
		4	<input type="checkbox"/>		
		8	<input type="checkbox"/>		
bridged		2	<input type="checkbox"/>		
		4	<input type="checkbox"/>		
		8	<input type="checkbox"/>		
	stereo	2	<input type="checkbox"/>		
		4	<input type="checkbox"/>		
		8	<input type="checkbox"/>		
bridged		2	<input type="checkbox"/>		
		4	<input type="checkbox"/>		
		8	<input type="checkbox"/>		
	stereo	2	<input type="checkbox"/>		
		4	<input type="checkbox"/>		
		8	<input type="checkbox"/>		
bridged		2	<input type="checkbox"/>		
		4	<input type="checkbox"/>		
		8	<input type="checkbox"/>		

Active Speaker Max SPL Peak value assumed, 5dB subtracted to achieve continuous value for power calculation.

Dolby will take the manufacturer's equipment specification in relation to our technical guidelines as written, when considering the approval of any given amplifier or speaker for a specific Dolby Atmos design. Dolby cannot be held liable for poor performance of speakers and amplifiers upon installation should equipment not meet the required system performance. Please discuss the equipment choice with the relevant manufacturer should any information beyond the published data be desired.

\* Amplifier power ratings referenced 20Hz-20kHz are used for the DARTO headroom calculations. Data is always requested from manufacturers in this format, but if presented referenced to 10Hz, a 1.5dB offset is made (in average offset value established from data analysis).

Figura 96

- Version Notes HE: l'utente può visionare le informazioni sugli aggiornamenti delle versioni precedenti e attuali del tool. La versione utilizzata per lo studio è la 5.3.7, mentre l'ultima rilasciata è la 5.3.9.

Current Version: 5.3.7 HE		
Version	Date	Notes
5.3.7 HE	19/02/2022	MainEntrySheetHE Music mode added MainEntrySheetHE 5.1.4 layout enabled
5.3.5.1 HE	04/06/2020	MainEntrySheetHE layout visualization revised MainEntrySheet HE layout options default to 7.1.4 MainEntrySheetHE bug fixes StudioEntrySheetHE acoustic analysis functions added
5.3.5 HE	20/08/2019	DAMS 3.2.0 support
5.3.3.1 HE	28/03/2019	equipment updates, bug fixes
5.3.3 HE	15/01/2019	bug fixed where min calibration level didn't take into account amp headroom bug fixed where entry was requested for C HF lateral angle (2-way theatrical) HE design review sheet added additional functionality on MainEntrySheet HE
5.3.2 HE	19/07/2018	

Figura 97

Nel Main Sheet, una volta inseriti i dati relativi al layout degli speaker e alle distanze, vengono generate automaticamente dei valori angolari ottimali secondo le linee guida precedentemente descritte. Tali valori sono eventualmente modificabili, così da poter inserire gli

angoli reali. Il risultato viene visualizzato mediante i seguenti grafici che appaiono sul lato destro del foglio.

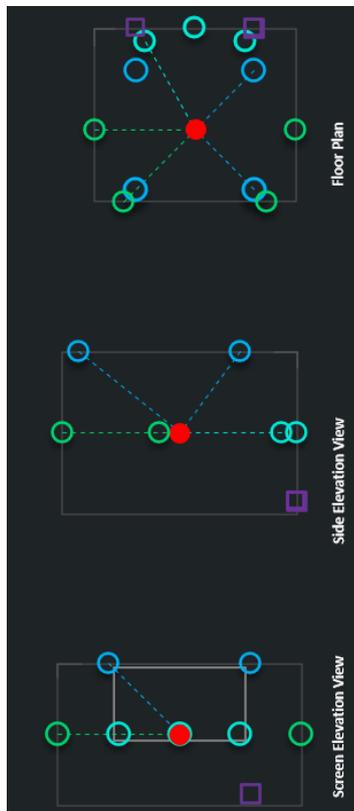


Figura 98

Infine, è necessario specificare il modello, il tipo degli speaker e le condizioni di montatura nello studio. Nel caso del SERMIG, si sono adottati speaker attivi della GENELEC con bass management. Nella tab sono indicati i valori di headroom in relazione ai livelli di pressione sonora target, come mostrato nella figura seguente.

Speaker Model		Reset				Watts	Active Speaker Max Peak SPL	Headroom above Target SPL
Mounting Condition		Watts	Sensitivity	$\Omega$	Watts required	Active Speaker Max Peak SPL	Headroom above Target SPL	
<input checked="" type="checkbox"/>	Genelec 8341A 80Hz BM	Away from Wall				119,0 dB	1,8 dB	
<input checked="" type="checkbox"/>	Genelec 8341A 80Hz BM	Away from Wall				119,0 dB	1,8 dB	
<input checked="" type="checkbox"/>	Genelec 7370A	floor or against wall				121,0 dB	-5,2 dB	
<input checked="" type="checkbox"/>	Genelec 8340A 80Hz BM	Away from Wall				119,0 dB	4,8 dB	
<input checked="" type="checkbox"/>	Genelec 8340A 80Hz BM	Away from Wall				119,0 dB	4,8 dB	
<input checked="" type="checkbox"/>	Genelec 8330A 80Hz BM	Against/in Ceiling				113,0 dB	0,6 dB	
<input checked="" type="checkbox"/>	Genelec 8330A 80Hz BM	Against/in Ceiling				113,0 dB	0,6 dB	
<input checked="" type="checkbox"/>	Genelec 7370A	On floor or against wall				121,0 dB	1,8 dB	

Figura 99

### 5.5.5 Calibrazione e taratura degli speaker

Una volta che lo studio sia stato costruito e tutti gli elementi inseriti nell'ambiente, si è proceduto con la calibrazione dei vari speaker secondo le linee guida Dolby.

Per sopperire all'assenza del divano non ancora giunto, sono stati posizionati dei cuscini su delle sedie per simularne il comportamento acustico.

Poiché, inoltre, lo studio non è ancora dotato della Dolby Atmos Production Suite, si è scelto di effettuare la calibrazione automatica mediante il software della GENELEC e un microfono posizionato nel punto della postazione di missaggio.



*Figura 100*

Il software ha fatto emettere a turno per tutti gli speaker una sine sweep coprente tutta la banda dell'udibile che veniva captata dal microfono; il segnale veniva poi elaborato dal sistema informatico, il quale calibrava il volume degli speaker.

Infine, si è effettuata una equalizzazione dei main monitors Left e Right (montati per la configurazione dello studio in stereo 2.0). Mediante l'utilizzo di un fonometro, si è emesso del rumore rosa che è stato elaborato per poter osservare la risposta in frequenza della control room.



*Figura 101*

L'equalizzazione applicata ha modificato tale risposta affinché diventasse il più lineare possibile.

Nella figura seguente si osserva come la risposta in frequenza equalizzata sia contenuta entro i limiti raccomandati dall'AES nel TD01.1.1001.2001, (paragrafo 5.5.2, figura 83 di pag. 116) pari ad uno scostamento massimo di  $\pm 3$  dB rispetto al valore medio.

Regia Sermig prima calibrazione  
Main monitors L + R con equalizzazione migliore

Valore massimo @ 63 Hz = 73.5 dB  
Valore minimo @ 315 Hz = 69.0 dB  
Delta massimo = 4.5 db (< 6 db massimi richiesti)

Data fine misura: 05/07/2022

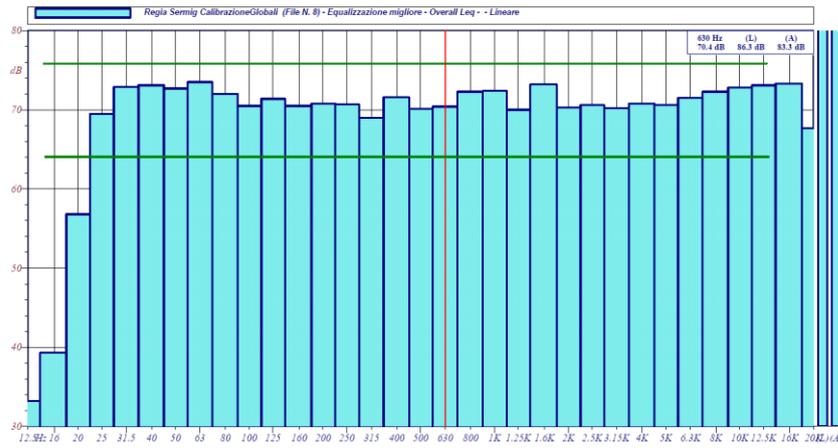


Figura 102 – Spettro della risposta in frequenza equalizzata

## 5.6 Dolby Atmos Studios nel mondo

Come precedentemente detto, la popolarità di Dolby Atmos ha raggiunto livelli alti tali da causare una vertiginosa crescita degli studi e delle regie adattate al mix e mastering Atmos, in parte a causa del suo approdo sui servizi di streaming musicale come Apple Music o Tidal.

Dei più di 300 studi Atmos in tutto il mondo, si riportano in questo paragrafo alcuni esempi celebri.

- **Abbey Road Studios**

Situati a Londra e precedentemente nominati EMI Studios, essi sono uno degli studi di registrazione più famosi nella storia della musica, noti per essere stati casa di innumerevoli artisti tra cui i Beatles. Gli Abbey Road Studios sono stati aperti dal 1931 e sono sempre stati al passo con tutte l'evoluzione tecnologiche ed elettroacustiche.

Dopo l'espansione interna con la creazione di una regia per la postproduzione audiovisiva, nel 2017, è stata costruita la "Penthouse" per missare in Dolby Atmos<sup>28</sup>.

Progetti recenti che hanno usufruito di questo spazio sono stati i film *Ocean's 8*, *Solo: A Star Wars Story*, *Mary Poppins Returns* e gli artisti Ariana Grande, Nick Cave, Mark Ronson and Brockhampton.

---

<sup>28</sup> <https://www.abbeyroad.com/the-penthouse>



Figura 103

- **Real World Studios**

Situati nel villaggio di Box in Inghilterra, in un antico mulino del XIX secolo, i Real World Studios offrono un panorama e un'atmosfera unica per gli artisti. Aperti nel 1989 da Peter Gabriel, gli studi sono utilizzati principalmente per le produzioni della Real World Records e del WOMAD Festival, anch'essi creati da Gabriel. Esso ha ospitato artisti quali a-Ha, Stereophonics, Amy Winehouse, Coldplay, Van Morrison e Harry Styles e progetti di missaggio per *007-Quantum of Solace* e *La Bussola D'oro*.

Il sistema Dolby Atmos 7.1.4 è stato integrato nella Red Room ad aprile 2022<sup>29</sup>.

---

<sup>29</sup> <http://realworldstudios.com/studios/red-room/>



Figura 104

- **Point1Post**

Situato nella periferia londinese, lo studio ha aperto nel 2005 e fornisce servizi riguardanti la postproduzione audiovisiva<sup>30</sup>.

Esso è dotato di 43 speaker e 30 poltrone, simulando l'aspetto e l'acustica di una sala cinematografica. È stato utilizzato per la post di numerosi film quali *Escape*, *Kissing Candice* e *Mrs Lowry & Son*.



Figura 105

---

<sup>30</sup> <http://www.point1post.co.uk/page/>

- **Korda Theatre**

Situato a Shepperton e facente parte dei celeberrimi Shepperton Studios, studi cinematografici e televisivi inglesi aperti nel 1931, il teatro è composto da 44 poltrone e schermo<sup>31</sup>.

È stato adattato per la postproduzione in Dolby Atmos nel 2013; tra i progetti realizzati al Korda vi sono i film *Belfast*, *Cruella* e *1917*.



Figura 106

---

<sup>31</sup> <https://pinewoodgroup.com/studios/shepperton-studios/stages-facilities/theatres/korda-theatre>

## 6. Conclusioni

Sin dalla sua nascita nel 2012, il Dolby Atmos si è espanso sempre in più campi e la tendenza punta ad affermarsi in tutti i campi audiovisivi.

Come spiega Samuel Polay nel suo articolo per la rivista "Input", la tecnologia Atmos si è dapprima affermata nel cinema e televisione per poi aumentare il suo utilizzo per eventi live, sia in broadcast sia con persone.

Attualmente, la Premier League nel Regno Unito sta trasmettendo alcune partite specifiche in Atmos e Dolby sta lavorando con altre leghe professionali e emittenti in tutto il mondo per incrementare il numero di eventi live Atmos. Alcuni dei momenti delle Olimpiadi Invernali di Pechino 2022 sono state trasmesse in Atmos.

Dolby sta spingendo per produrre concerti live in Atmos, con il primo di questi eventi che si è tenuto a giugno 2022 al Dolby Live Park MGM a Las Vegas con la band statunitense Aerosmith.



*Figura 107 – Dolby Live Park MGM*

In un'intervista a John Couling, SVP della sezione intrattenimento di Dolby, presso la rivista "Input", egli afferma: "Per la maggior parte dei concerti live,

gli ingegneri del suono provano a creare una esperienza mono nello spazio così da far ascoltare al pubblico la stessa cosa, indipendentemente dalla posizione dove si trovano. Con un'arena Atmos, diamo agli ingegneri molto più controllo per poter giocare con gli strumenti nello spazio.”

Un campo ricco di potenziale sviluppo per Dolby Atmos è l'ambito videoludico, ma per ragioni di mercato, non è ancora così diffuso. Qualsiasi format di audio spazializzato rappresenta un grande valore in più al gioco, che permette di alzare notevolmente il livello di esperienza e di engaging per i videogiocatori, sia tramite impianto Home Entertainment sia con l'ascolto in cuffia.

Dolby, tuttavia, non ha il monopolio su audio spazializzato, ma è riuscito a imporsi solo su Xbox One (mediante l'applicazione Dolby Access) e Windows 10 dal 2016. Sony utilizza il Tempest Engine per la sua PlayStation 5.

La lista dei videogiochi che supportano Atmos include alcuni titoli celebri come *Cyberpunk 2077*, *Resident Evil Village*, *Halo Infinite*, ma la maggior parte dei giochi sono stati sviluppati non pensando ad una configurazione con Atmos, ma l'audio 3D di PlayStation.

Tuttavia, secondo l'articolo di Polay, i download dell'app Dolby su Xbox One sono raddoppiate dal rilascio del gioco *Halo Infinite*, a novembre 2021.

Infine, vi è la musica, campo centrale per questa tesi. Dolby ha iniziato la sua campagna di promozione dell'Atmos alle etichette discografiche, artisti e produttori 6 anni fa, ma questo ha assunto notevole importanza quando Apple Music ha adottato il formato per il servizio streaming gratis da giugno 2021.

Mentre sempre più album sono pubblicati in Dolby Atmos grazie a Apple Music, la funzionalità è ignorata dagli utenti del servizio. Il vicepresidente di Apple Music e Beats Oliver Schusser ha riferito alla rivista "Billboard" che poco più della metà degli iscritti usa Atmos. Se si nota il fatto che Dolby Atmos è attivato di default su ogni iPhone, ciò significa che quasi la metà degli utenti ha disattivato la funzionalità.

Secondo Couling, questo è causato dalla difficile reperibilità all'interno della libreria musicale di Apple di brani mixati in maniera efficace, remix di brani storici che suonano troppo diversamente. Tuttavia si dice ottimista al riguardo: "Dal lancio di Apple Music lo scorso anno, direi che il rapporto tra buoni e cattivi mix Atmos è migliorato notevolmente. Artisti come Lorde e The Weeknd sono tornati indietro e hanno rimasterizzato i loro album di catalogo oltre a pubblicare nuovi album in Atmos, e questi mix sono molto più rispettosi del formato rispetto ai mix precedenti. Direi che molte di queste rimasterizzazioni Atmos hanno l'obiettivo di "migliorare" l'esperienza originale della traccia stereo piuttosto che reinventare totalmente un brano, che è probabilmente ciò che la maggior parte delle persone vorrebbe vedere quando prova un formato completamente nuovo."

Inoltre, un'altra questione che influisce l'affermarsi di Atmos per la musica è la disparità tra i vari device di riproduzione sonora. "L'ascolto di brani Atmos con gli AirPods (o con qualsiasi altro paio di cuffie stereo di terze parti) spesso non ha lo stesso impatto degli stessi brani in stereo. Questo è il modo in cui molte persone ascoltano esclusivamente la musica, forse con l'aggiunta di un altoparlante Bluetooth che non è adatto all'audio

spaziale in nessuna forma” afferma Couling “È necessario creare un mix che funzioni in molti luoghi diversi.”



*Figura 108 - AirPods*

Dunque, è difficile tuttora prevedere quale sarà il futuro del Dolby Atmos in campo musicale. Sicuramente, gli sforzi attuali degli studi e degli artisti potrebbero far affermare il format, sfruttando le potenzialità dei videoclip con Dolby Vision. Tuttavia, il percorso è ancora lungo, come dice Couling: “C’è una curva di apprendimento in ogni nuova tecnologia e in ogni nuovo paesaggio sonoro ed i produttori devono capire il paesaggio sonoro che stanno cercando di creare. C’è molto più spazio e più chiarezza e bisogna farsi strada attraverso tutto questo.”

## 7. Glossario

**AC** – Corrente alternata.

**ADM** – Audio Definition Model. Una specifica di metadati per descrivere l'audio basato su canali, oggetti o scene.

**ASCII** – American Standard Code for Information Interchange.

**ASIO** – Audio Stream Input/Output. Un protocollo di driver per schede audio di Steinberg Media Technologies GmbH che consente a musicisti e tecnici del suono di accedere direttamente alle schede audio del PC senza passare per Microsoft Windows.

**Array** – un raggruppamento di speaker. Esempio: 3 singoli diffusori raggruppati come canale Surround sinistro invece di 1 diffusore.

**AU** – Plug-in format. Tecnologia audio proprietaria di Apple, parte del Core Audio fornito da MacOS X. Fa parte del sistema operativo e quindi fornisce una bassa latenza e un supporto a livello di sistema per l'interfaccia. La maggior parte delle DAW sviluppate per Mac OS X supporta l'interfaccia Audio Unit grazie alla sua stabilità e alle soluzioni a livello di sistema (che significa anche un'elaborazione più veloce). Apple Logic utilizza solo plugin in formato Audio Unit, ma anche altre DAW come Ableton possono utilizzarli.

**Bed** – Un raggruppamento logico di tracce/ingressi/uscite in relazione a una configurazione di diffusori. Il bed audio può avere un'ampiezza che va dallo stereo al 7.1.2. Un esempio in post-produzione potrebbe essere: 7.1.2 Music Bed, 7.1.2 Dialog Bed, 7.1.2.

**BIOS** – Basic Input/Output System. Un tipo di firmware utilizzato per eseguire l'inizializzazione dell'hardware all'avvio di un computer.

**BWF** – Broadcast Wave Format. Un'estensione del formato di file Microsoft Waveform Audio Format (WAV) per includere metadati importanti per le applicazioni di trasmissione. Questo formato è specificato nel documento EBU Tech 3285.

**B - format** – Una rappresentazione di un soundfield indipendente da speaker.

**CAF** – Core Audio Format è un formato di file per l'archiviazione e il trasporto di dati audio digitali sviluppato da Apple Inc. CAF è stato progettato per superare le limitazioni dei vecchi formati audio digitali. Un contenitore .caf può contenere molti formati audio diversi, tracce di metadati e molto altro, ed elimina le limitazioni di dimensione dei file.

**channel configuration** – Uno standard per descrivere un sistema audio con canali anteriori, surround e in altezza. Il primo numero rappresenta il numero di canali anteriori, il secondo il numero di canali surround e il terzo il numero di canali in altezza. Ad esempio, 3.2.2 indica che ci sono tre canali anteriori, due canali surround e due canali in altezza.

**container** – Un file formattato (come un file MP4) che comprende uno o più flussi elementari multiplexati e include metadati specifici del formato.

**Core Audio** – Sottosistemi audio integrati in MAC OSX

**CPU** – Central processing unit.

**DAMF** – Dolby Atmos Master File Set. Un set master di tre file composto da .atmos, metadati .atmos e audio .atmos.

**Dante** – Una combinazione di software, hardware e protocolli di rete che fornisce audio digitale non compresso, multicanale e a bassa latenza su una rete Ethernet standard utilizzando i pacchetti IP di livello 3.

**DAW** – Digital audio workstation. Dispositivo elettronico o applicazione software utilizzata per registrare, modificare e produrre file audio.

**dBFS** – Decibels full scale. L'ampiezza di un segnale rispetto a un segnale digitale di fondo scala.

**dBTP** – Decibel True Peak

**DCP** – Digital Cinema Package

**Dolby Audio Bridge** – Un'emulazione corse audio che fornisce 130 canali di uscita DAW.

**Dolby Digital Plus** – Un sistema avanzato di codifica audio percettiva che amplia e migliora la tecnologia di codifica Dolby Digital, con una maggiore efficienza della larghezza di banda, il supporto di canali aggiuntivi e capacità di metadati migliorate.

**Dolby RMU** – Dolby Rendering and Mastering Unit.

**DSP** – Digital signal processor. Un microprocessore specializzato ottimizzato per l'elaborazione del segnale digitale.

**DVI** – Digital Visual Interface. Un'interfaccia di visualizzazione video utilizzata per collegare una sorgente video, come un controller di visualizzazione, a un dispositivo di visualizzazione, come il monitor di un computer.

**EQ** – Equalization. Regolazione delle risposte in frequenza dell'audio per motivi pratici o estetici.

**FFOA** - First frame of action. Il punto di una bobina di film o di un file corrispondente in cui inizia il contenuto del programma.

**Fps** - Frames per second. Il numero di immagini consecutive uniche (fotogrammi) che un dispositivo di imaging produce in un secondo.

**frame** - Nell'audio, una serie di campioni PCM o di dati audio codificati che rappresentano lo stesso intervallo di tempo per tutti i canali della configurazione. I metadati relativi al fotogramma possono essere trasportati all'interno del fotogramma o separatamente, a seconda del contesto.

**HD** - High definition.

**HTML** - HyperText Markup Language

**I/O** - Input/output. La comunicazione tra un sistema e un'entità esterna al sistema, come un altro sistema o un essere umano.

**IAB** - Immersive Audio Bitstream.

**IMF** - Interoperability mastering format.

**immersive stereo** - Una tecnologia che offre un'esperienza immersiva virtualizzata a cuffie o altoparlanti stereo attraverso un bitstream Dolby AC 4 con contenuti stereo e metadati appropriati che convertono il segnale stereo nell'esperienza virtualizzata.

**IP** - Internet Protocol.

**IP address** - Internet Protocol address. Identificatore numerico assegnato a un dispositivo membro di una rete che utilizza l'IP per comunicare.

**JOC** – Joint Object Coding – Dolby Digital 5.1 Dolby Digital Plus bitstream con l'aggiunta di metadati specifici per il trasporto del Dolby Atmos. Il "nucleo" 5.1 contiene tutto l'audio presente nel mix Dolby Atmos ed è retrocompatibile con i casi di utilizzo non Dolby Atmos.

**LFE** – Low-Frequency Effects. Un canale a banda limitata specificamente destinato a suoni profondi e bassi.

**LKFS** – Loudness, K-weighted, relativa alla full scale.

**Lo/Ro** – somma i surround rear e side in egual misura.

**LTC** – Linear timecode. Un timecode sviluppato dalla Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) che fornisce un riferimento temporale per il montaggio, la sincronizzazione e l'identificazione.

**Lt/Rt** – Downmix da 5.1 – 2.0

**LU** – Loudness Units (decibels)

**MADI** – Multichannel Audio Digital Interface. Protocollo di comunicazione per un'interfaccia che trasporta più canali di audio digitale, definito dalla Audio Engineering Society. Conosciuto anche come AES10.

**MPEG-4** – Uno standard MPEG (ISO/IEC 14496) per un gruppo di formati di codifica audio e video e tecnologie correlate.

**MTC** – MIDI Time Code

**OAMD** – Object Audio Metadata. Coordinate posizionali X, Y, Z e panning registrate insieme alle dimensioni dell'oggetto.

**OAR** – Object Audio Renderer. Utilizzato durante il mixaggio con il Dolby Atmos Renderer e per la riproduzione del Dolby Atmos Master File. L'OAR

"renderizza" il letto ai diffusori disponibili e l'audio dell'oggetto alle coordinate spaziali fornite dall'OAMD.

**object** - Un segnale audio e i metadati audio associati all'oggetto sonoro.

**OEM** - Original equipment manufacturer. Un produttore che fornisce al consumatore un sistema completo di hardware e software.

**PC** - Personal Computer.

**PCI** - Peripheral Component Interconnect. Un bus informatico locale che supporta funzioni in un formato standardizzato.

**PCM** - Pulse code modulation. Metodo utilizzato per convertire segnali analogici in impulsi digitali, binari e codificati, campionando il segnale analogico, quantizzando ciascun campione in modo indipendente e convertendo i valori quantizzati risultanti in un segnale digitale.

**playlist** - Un file .m3u8 esteso che contiene uno o più identificatori di risorse uniformi (URI). Un URI può puntare a un'altra playlist o a un file multimediale.

**rendering** - Elaborazione di contenuti audio per adattarli a layout di diffusori specifici, come ad esempio feed di diffusori 5.1 e 7.1, o cuffie e sound bar.

**Re-renders** - uscite basate su canali dalla selezione della sorgente del Renderer: dall'ingresso in tempo reale al Renderer dalla DAW o da un file master aperto.

**RMU** - Rendering and Mastering Unit. Utilizzato per il mastering di contenuti teatrali Dolby Atmos.

**RMW** - Rendering and Mastering Workstation

**SMPTE** - Society of Motion Picture and Television Engineers.

**Spatial Coding** - Un processo che raggruppa dinamicamente l'audio vicino di Bed e Object utilizzando algoritmi di loudness e di posizione in "elementi" che contengono il proprio OAMD.

**UI** - User interface.

**UPS** - Uninterruptible power supply.

**USB** - Universal Serial Bus. Uno standard che definisce i cavi, i connettori e i protocolli di comunicazione utilizzati nelle connessioni tra computer e dispositivi elettronici.

**VST** - Plug-in format. Introdotta da Steinberg nel 1996 in Cubase ver. 3.02. È il tipo di interfaccia più conosciuto per effetti e strumenti. Ad oggi, il VST si è evoluto nella sua terza versione e viene comunemente chiamato VST3. Il VST è il formato più ampiamente implementato nel settore ed è supportato da DAW come Ableton, Cubase, Sonar e altri.

**WAV** - Waveform Audio Format. Un formato di file bitstream audio.

## **Ringraziamenti**

Questa tesi segna la conclusione del mio percorso di studi al Politecnico di Torino, un momento cruciale per la mia vita, non solo universitaria e professionale, ma anche privata in quanto grandi cambiamenti sopraggiungeranno.

Desidero ringraziare i professori Masoero e Fringuellino per avermi fatto appassionare all'ingegneria del suono e per avermi seguito nel mio percorso di tesi. Ringrazio, inoltre Riccardo Crestani e Dario Mecca Aleina per il grande aiuto durante le calibrazioni e la stesura del testo.

Ringrazio i miei colleghi di Ingegneria del Cinema e dei Mezzi di Comunicazione senza i quali, la mia esperienza al Politecnico non sarebbe stata così indimenticabile.

Ringrazio i miei amici di Trani e del Collegium Trinitatis per essere sempre stati al mio fianco.

Ringrazio la mia famiglia per tutto.

## **Bibliografia e sitografia**

*Dolby Home Theatre Speaker Guide* (2021)

*Dolby Atmos Home Entertainment Studio Technical Guidelines* (2021)

*Dolby Atmos Music Studio Best Practices* (2021)

*Dolby Atmos Enabled Speaker Technology* (2016)

X. Sun, *Immersive audio, capture, transport, and rendering: a review* (2021)

*Dolby PMD Application Guide* (2021)

*Dolby Atmos Renderer Guide* (2018)

T. Oramus, P. Neubauer, *Comparison of Perception of Spatial Localization Between Channel and Object Based Audio* (2020)

H. Butch, R. Huckle, *HE DARDT- Considerazioni d'uso* (2021)

*Dolby Atmos Speaker Installation Guidelines for Live Mixing* (2018)

M. Goldman, *Immersive Audio Expands its Reach* (30 June 2020), SMPTE

<https://learning.dolby.com/hc/en-us/sections/4406037447828-Dolby-Atmos-Music-Training>

S. Polay, *How Dolby Atmos is revolutionizing everything we listen to* (28 April 2022), INPUT Magazine

L. Shtrepi, *Risposta all'impulso – Grandi ambienti* (2020)

M. Masoero, *Acustica applicata e illuminotecnica* (2020)

A. Prato, *Acustica dei piccoli ambienti* (2020)

E. Torick, *Highlights in the History of Multichannel Sound* (1998)

T. M. Holman *Surround Sound: up and running* (2007)

W. E. Garity, J. N. A. Hawkins, "*Fantasound*" (1941)

A. Reif, *Fantasound returns in 2016 with the Jungle Book* (15 April 2016),  
Laughing Place

AES Technical Document TD 1001.1.01-10 (2001)

S. Torres-Guijarro, A. Pena, A. Rodríguez-Molares, N. Degara-Quintela: *A study of wideband absorbers in a non-environment control room: normal absorption coefficient measurement and analysis*. *Acta Acustica United with Acustica* 98 (2012) 411–417.