

Formati Audio

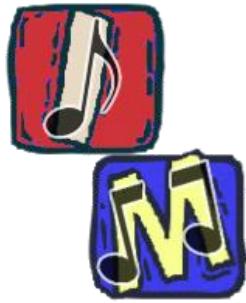
Parte 1

Prof. Filippo Milotta
milotta@dmi.unict.it



Standard MPEG

- **MPEG: Motion Picture-Coding Experts Group**
- Avviato nel 1988 dalla ISO / IEC
 - Standard di:
 - Compressione, Decompressione, Elaborazione, Codifica
 - Per video, audio e contenuto multimediale



MPEG-1 (1992)

- 300 kbps per audio stereofonico (1-2 canali)
- Tasso di campionamento: 33, 44.1, 48 kHz
- Compressione con bit-rate da 32 a 224 kbps
 - Bit-rate = 192 kbps per una buona qualità
- Tre *Livelli* di compressione:
 - Layer I : b.r.>128 kbps
 - Layer II : b.r.=128 kbps
 - Layer III : b.r.=64 kbps



MPEG-2 (1994)

- B.r.=6 Mbps
- Audio con canali surround
 - 5: Sinistro, centrale, destro, sx-dx surround
 - .1: Subwoofer per le basse frequenze
- **MPEG-3**
 - Pensato per la TV-HD, è stato assorbito nel 2



Altre versioni di MPEG

■ **MPEG-4 (1999)**

- L'audio è composto da diversi oggetti indipendenti

■ **MPEG-7 (2001)**

- Standard per la ricerca, il filtraggio e la gestione delle informazioni (e non della codifica, come i precedenti)
- Usa XML
- Insieme a MPEG-4 viene spesso denominato **MPEG-47** per codifica e descrizione



Altre versioni di MPEG

■ **MPEG-21 (2001)**

- Standard per la definizione di un framework per lo sviluppo di applicazioni multimediali
- Definisce la tecnologia per lo scambio, il consumo e il commercio degli elementi digitali

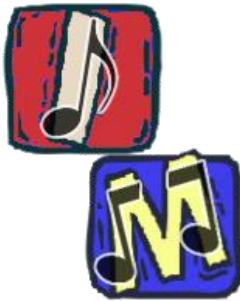
■ **MPEG-D (2007)**

- *Parte 1: MPEG Surround*
- *Parte 2: Spatial Audio Object Coding*
- *Parte 3: Unified Speech and Audio Coding*



Proprietà delle codifiche

- Retrocompatibilità
- Libertà nella implementazione:
 - Obbligatori (**Normativa**)
 - Formato dell'audio compresso
 - Algoritmo di decodifica
 - Liberi (**Informativa**)
 - Algoritmo di compressione
 - Chi usa l'algoritmo di compressione sviluppato originariamente per MPEG dall'istituto Fraunhofer deve pagare una royalty



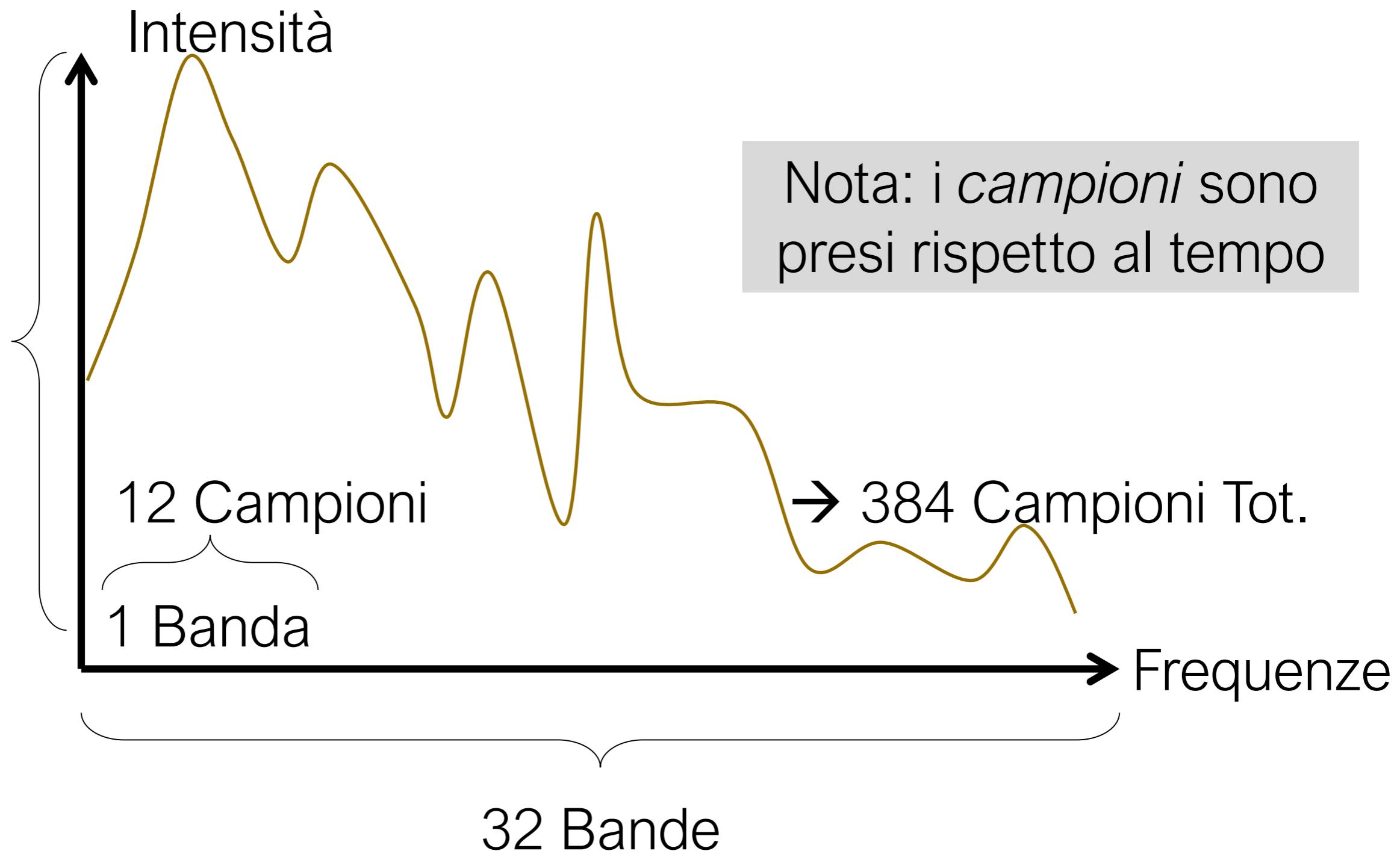
MPEG-1 | Layer I (MP1)

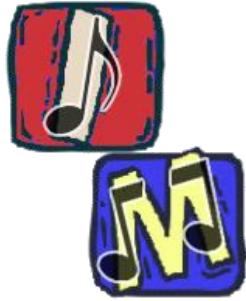
Filtrati Polifase

Riqualificazione:

4 bit per 14 classi

6 bit per fattore scala





MPEG-1 | Layer I (MP1)

1. Divisione delle frequenze in 32 bande

- ❑ *Nota: Le bande sono uguali, a differenza delle bande critiche*
- ❑ Campionamento a 48kHz
- ❑ Nyquist: 24kHz
- ❑ Banda = $24k / 32 = 750\text{Hz}$

2. 12 campioni per banda (sotto-bande)

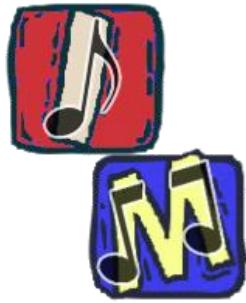
- ❑ 6 bit: ogni campione è normalizzato rispetto al picco della intera banda (fattore di scala fissato) – Effetto Compansion [**Ripasso!**]
- ❑ 4 bit: 14 classi di ri-quantizzazione uniforme



MPEG-1 | Layer I (MP1)

Header	CRC	Allocazione Bit	Fattori di Scala	Campioni per Sottobanda	Dati Aux
variabile	variabile	32 x 4 bit	32 x 6 bit	32 x 12 (=384)	variabile

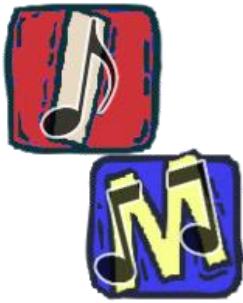
- I filtri adiacenti sul banco soffrono di sovrapposizione delle bande in modo significativo
 - Il segnale viene anche analizzato mediante una FFT (con finestra a 512 punti)
- In fase di decoding: si applica il banco di filtri in modalità di sintesi con codifica PCM



MPEG-1 | Layer II (MP2)

■ Miglioramenti al Layer I:

- Tassi di campionamento: $32/44.1/48 \rightarrow 16/22.05/24$ kHz
- La risoluzione della FFT: $512 \rightarrow 1024$ punti
- Blocchi più grandi: $384 \rightarrow 1152$ (=3 blocchi MP1)
- 3 categorie di classi di riquantizzazione:
 - Frequenza bassa: 15 classi (4 bit)
 - Frequenza media: 7 classi (3 bit)
 - Frequenza alta: 3 classi (2 bit)
- Si può usare più di un fattore di scala per banda (uno per categoria di classe di riquantizzazione)



MPEG-1 | Layer III (MP3)

■ Miglioramenti al Layer II:

- Trasformata Discreta del Coseno Modificata (MDCT): permette un partizionamento delle frequenze simile a quello delle bande critiche
- Quantizzazione non-uniforme
 - Codifiche μ -Law e A-Law
- Fattori di scala applicabili anche alle sotto-bande
- Codifica di Huffman
 - A causa della codifica a lunghezza variabile, è necessario un pattern di sincronizzazione temporizzato
- B.r. variabile fra i blocchi (encoder complessi)



Prestazioni di MP3

Qualità	Compressione	Bandwidth	Canale	Bit-Rate
Telefonica	96:1	2.5 kHz	mono	8 kbps
> Radio AM	24:1	7.5 kHz	mono	32 kbps
Radio FM	24:1	11 kHz	stereo	64 kbps
Quasi CD	16:1	15 kHz	stereo	96 kbps
CD	12:1	>15 kHz	stereo	128 kbps



Formati Audio Avanzati

■ AAC: Advanced Audio Coding

- Incluso in MPEG-4
- Supporta fino a 48 canali audio (contro i 2 di MP3)
- Un B.R.=128 kbps in AAC è comparabile a un B.R.=192 kbps in MP3

■ Dolby AC-3 (Audio Coding)

- Compressione di tipo percettivo



Formati Audio Avanzati

■ **WMA: Windows Media Audio**

- Formato proprietario di Microsoft (blackbox)
- Prestazioni migliori di MP3
- Buone prestazioni sulla musica ma non sulla voce

■ **FLAC: Free Lossless Audio Codec**

- Compressione lossless (~50%)
- Confrontato con ZIP (~10-20%), è ottimizzato per la compressione della voce



FFmpeg

■ Uno strumento utilissimo:

- <https://www.ffmpeg.org/>

