



# Acustica

## Parte 4

---

Prof. Filippo Milotta  
[milotta@dmi.unict.it](mailto:milotta@dmi.unict.it)



# Ampiezza – Inviluppo

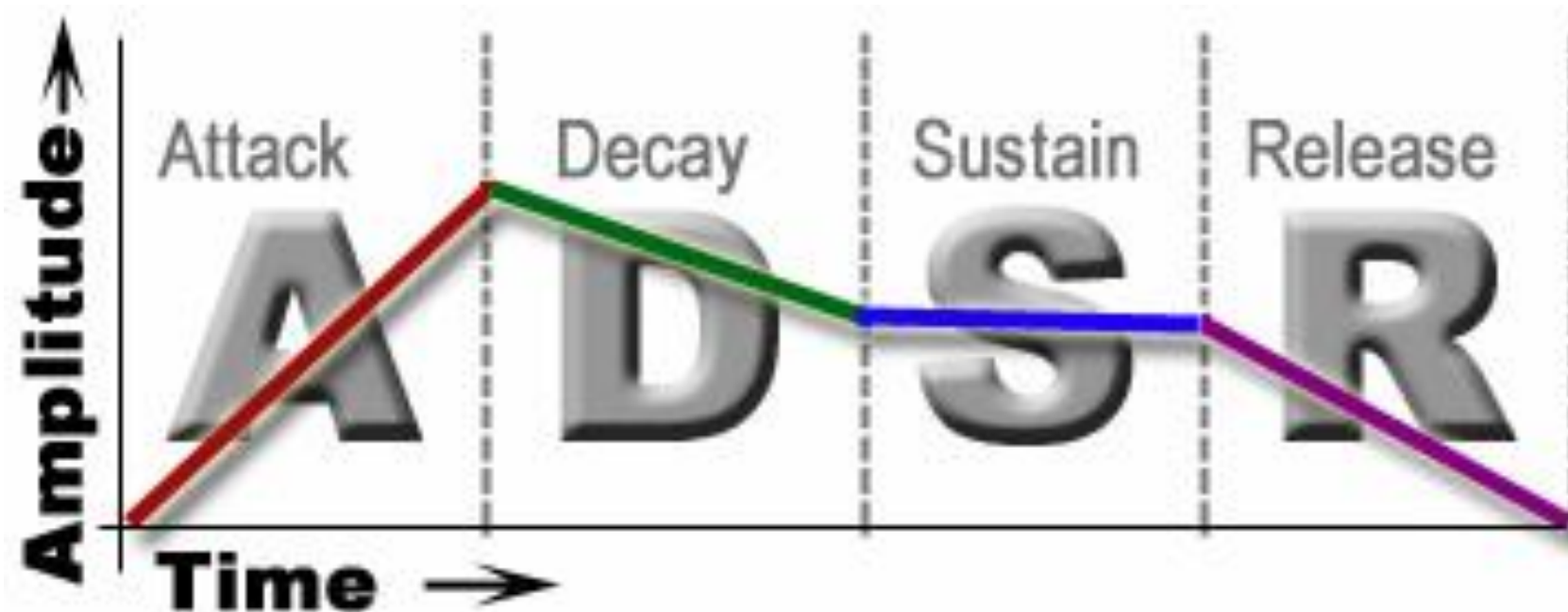
- Normalmente un suono inizia in un certo istante di tempo e termina in un altro. Prima e dopo troviamo silenzio.
- Come si comporta il volume di un suono durante il suo tempo di vita?
- In generale la variazione dell'ampiezza segue un certo andamento, detto **inviluppo**.



# Ampiezza – Inviluppo

L'inviluppo è l'andamento dell'ampiezza o volume di un suono dall'istante in cui esso viene generato al momento in cui si estingue.

Esistono vari tipi di inviluppo. Uno dei più famosi è quello che caratterizza le note suonate da strumenti musicali: **ADSR**.





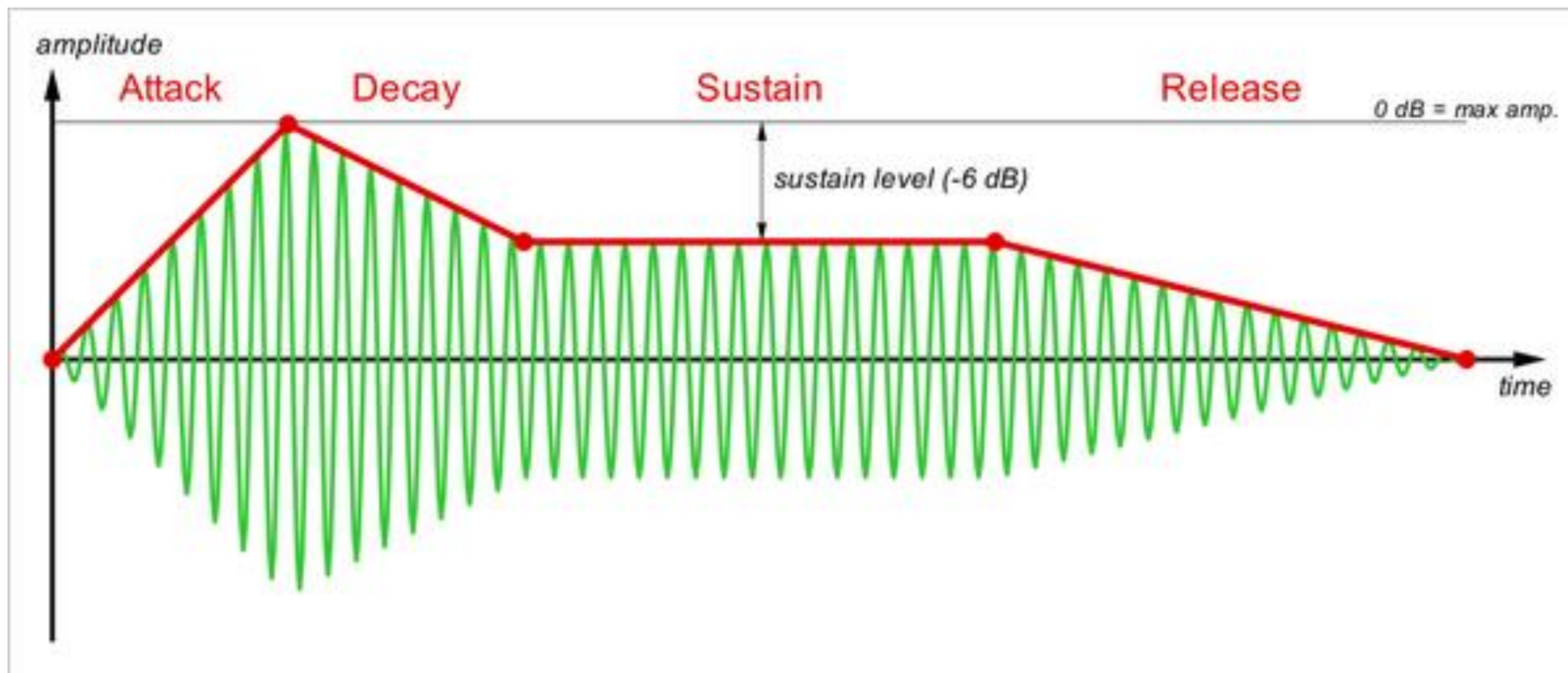
# Ampiezza – Involuppo **ADSR**

## I Transitori

- **Attack:** è la prima fase, e rappresenta l'intervallo di tempo che il suono impiega a passare da ampiezza nulla ad ampiezza massima.
- **Decay:** successiva all'Attack, è l'intervallo di tempo necessario a raggiungere un'ampiezza costante.
- **Sustain:** in questa fase l'ampiezza rimane pressoché costante
- **Release:** nell'ultima fase l'ampiezza, da costante, cala fino ad arrivare a zero.



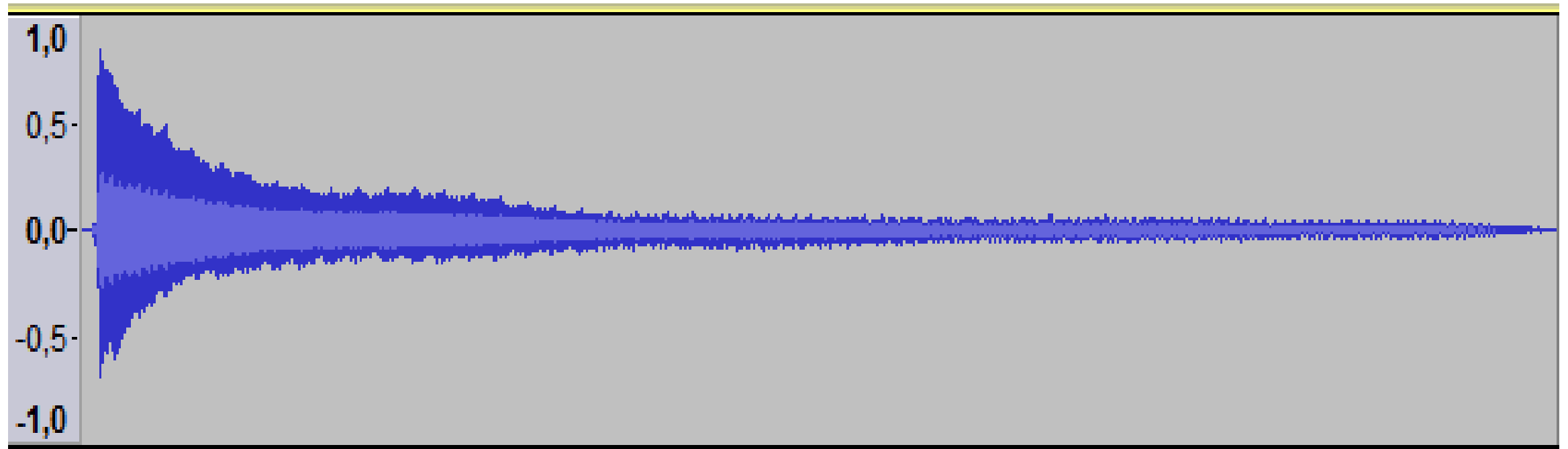
# Ampiezza – Inviluppo ADSR



Ogni strumento musicale ha un inviluppo ADSR caratteristico, in cui variano i tempi di Attack-Decay-Sustain-Release.



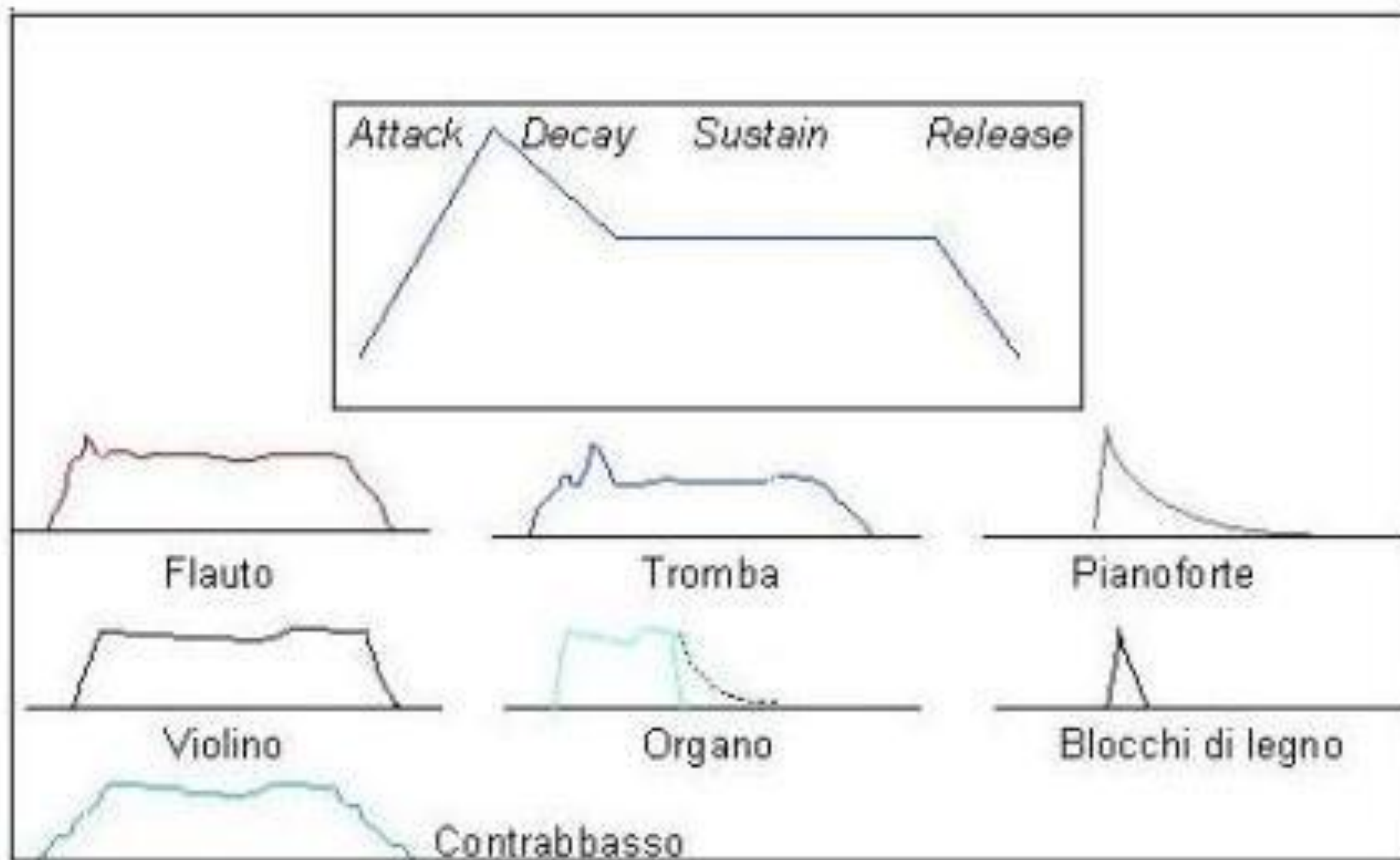
# Ampiezza – Esempio inviluppo



Nell'esempio un **La** di chitarra. Si noti la breve durata della fase di Attack e la lunga durata della fase di Release.



# Ampiezza – Esempi inviluppi







# Spettro

Lo **spettro** di un suono ne caratterizza il **timbro**, ossia quell'insieme di proprietà che determinano la distinzione tra due suoni anche a parità di ampiezza e frequenza.

Quindi la voce umana, una chitarra e un pianoforte avranno un **timbro** diverso. Infatti anche emettendo la stessa nota, questi possono essere distinti con facilità.

La caratterizzazione è data dal numero e dal contributo delle varie frequenze nello spettro (diverse da quella che contribuisce maggiormente). Il timbro può essere usato per identificare il tipo della sorgente sonora.





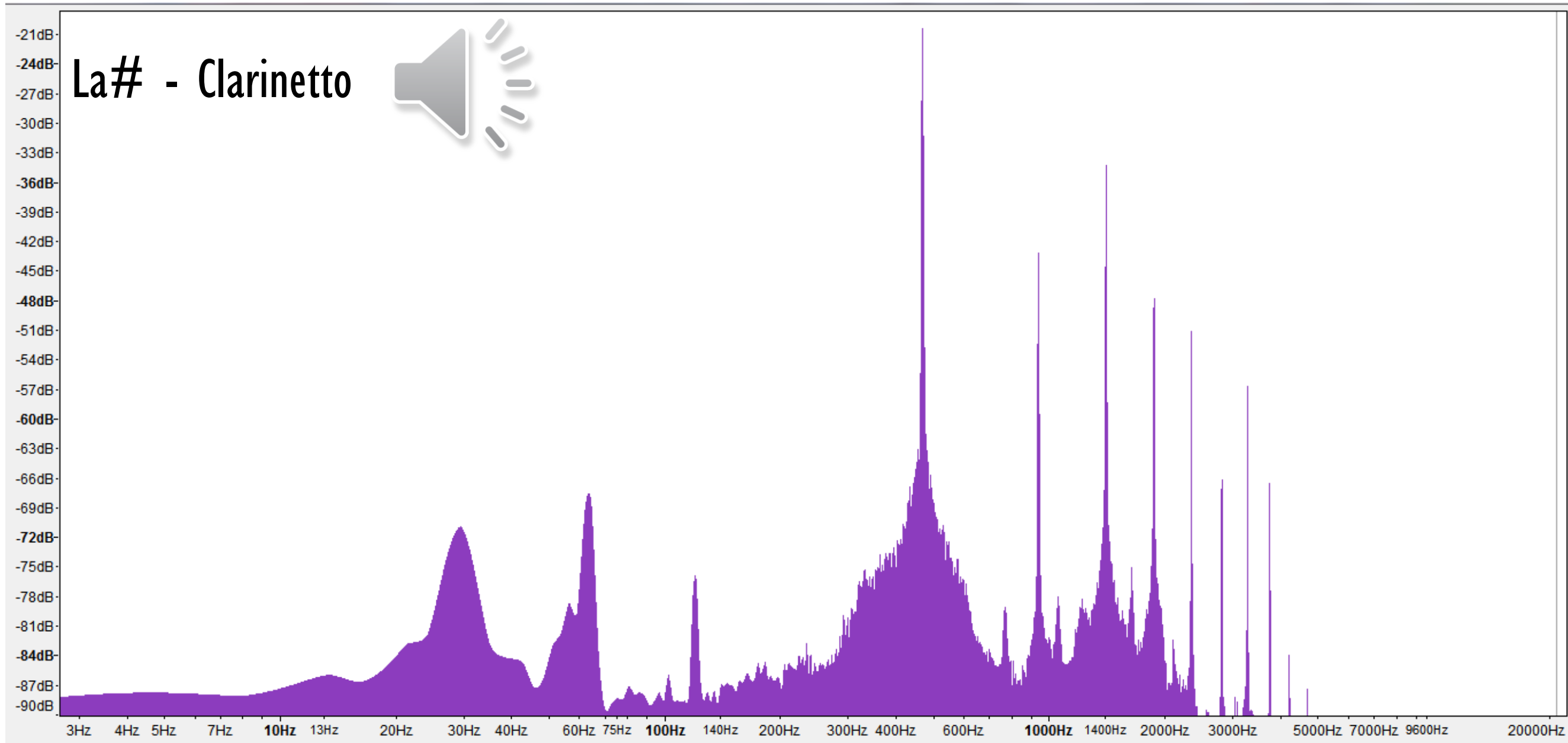
# Spettro - Esempi

Ricordiamo che lo spettro è molto utile per la descrizione di suoni **complessi**. Tutti i fenomeni visti che interessano frequenza, ampiezza e lunghezza d'onda, continuano a valere. Ovviamente si applicheranno alle singole componenti.

Ad esempio la **diffrazione** si verificherà comunque, interessando maggiormente le lunghezze d'onda più grandi e meno quelle più piccole, producendo difatti una distorsione.



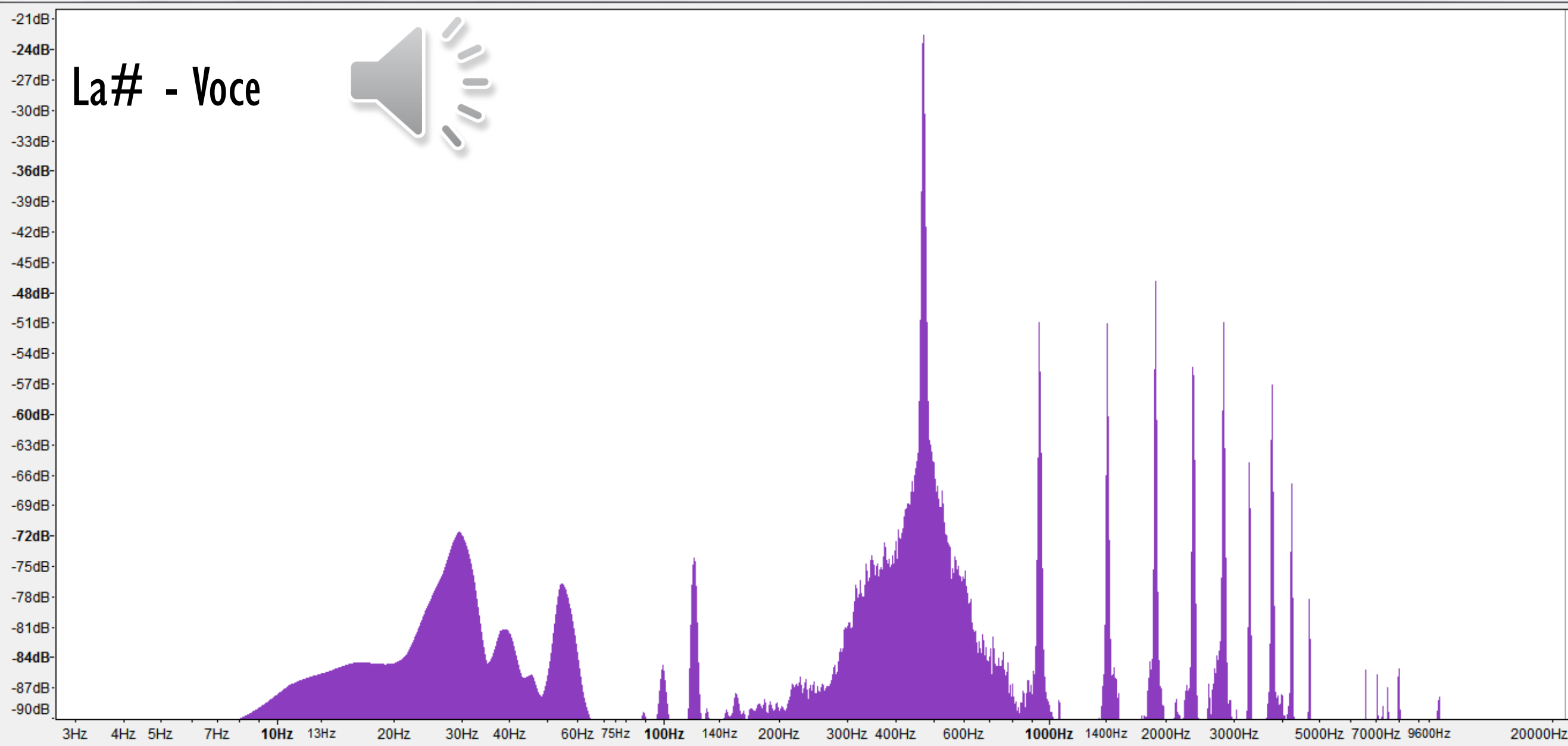
# Spettro - Esempi





# Spettro - Esempi

La# - Voce





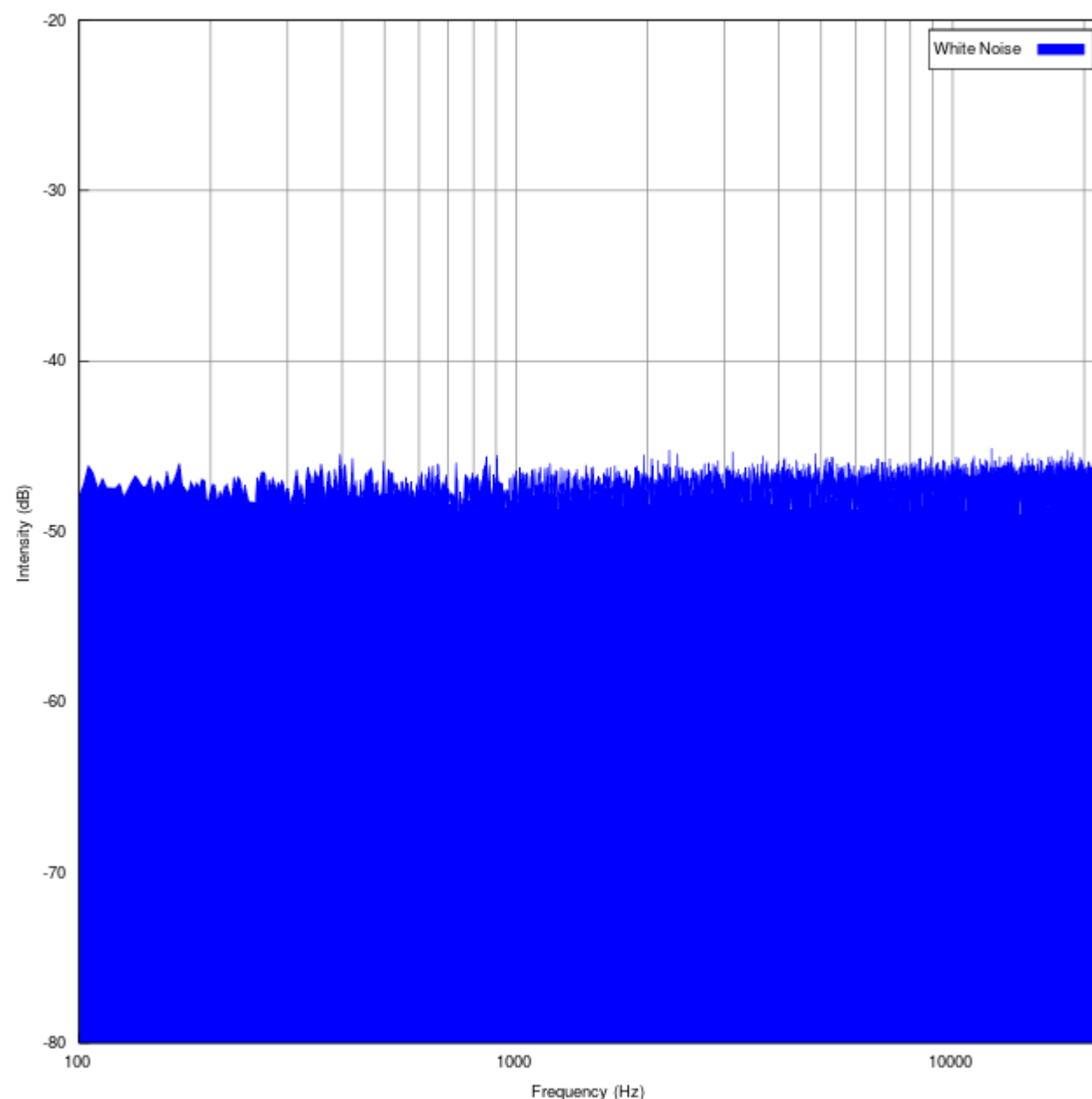
# Spettro – Rumori colorati

Il **rumore**, in generale, è un segnale non desiderato e imprevedibile, che sommandosi ad altri segnali, li distorce in maniera più o meno grave. Poiché nella maggior parte dei casi non è voluto, si cerca di attenuarlo il più possibile.

Tuttavia nell'acustica, esistono particolari onde sonore, con uno **spettro** ben noto che vengono chiamati *rumori*, ma solo perché caratterizzati da una componente *aleatoria*. In realtà questi *rumori* vengono studiati e utilizzati in maniera vantaggiosa. Vedremo il **rumore: bianco, rosa, marrone, blu, viola e grigio**.



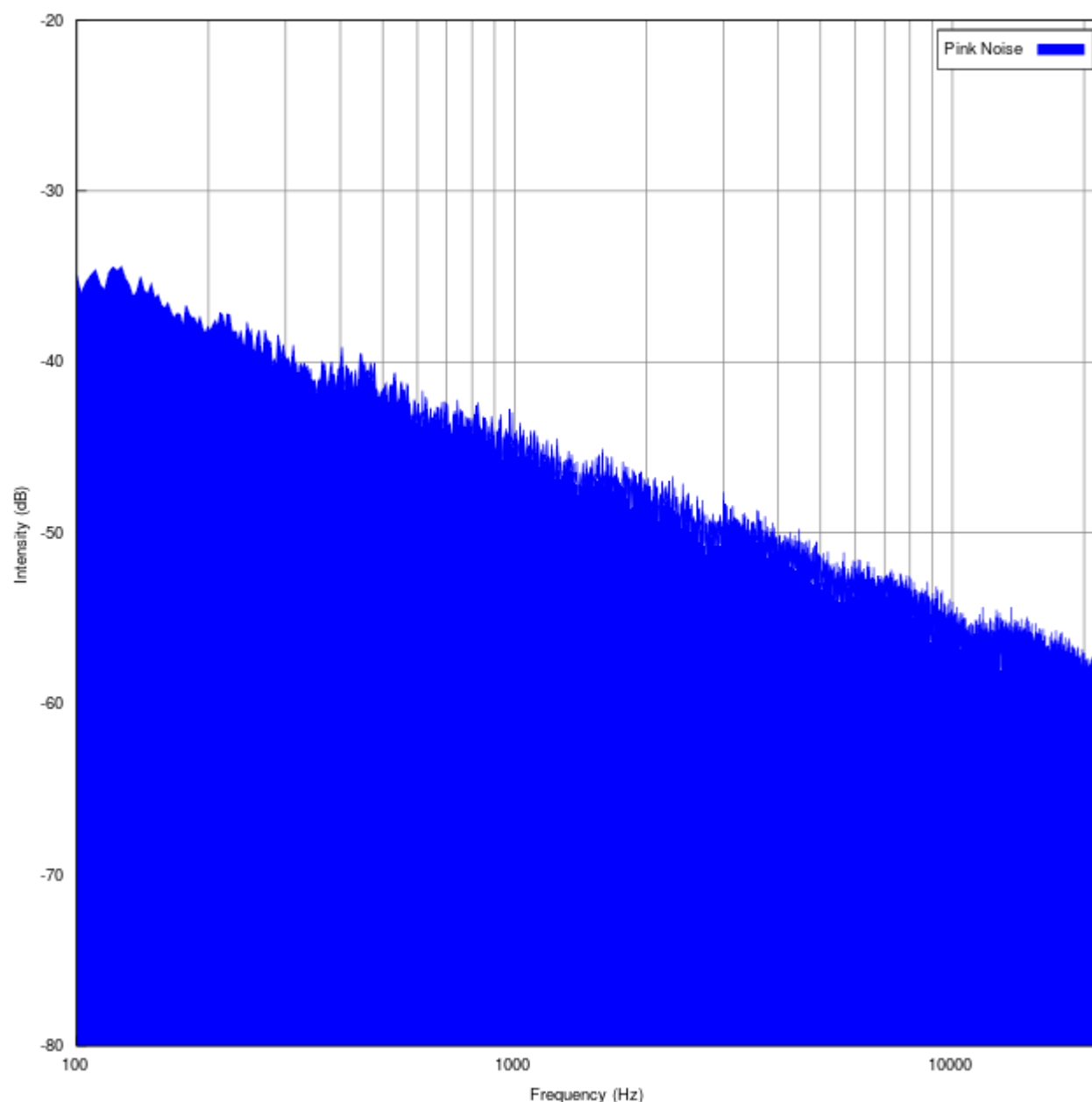
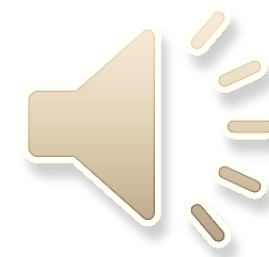
# Rumore bianco



- Caratterizzato da valori di ampiezza del tutto casuali rispetto al tempo, e costanti rispetto alle frequenze (solo idealmente). **I valori seguono una legge di probabilità uniforme.**
- Esiste solo teoricamente, ma può essere approssimato digitalmente o osservando fenomeni naturali aleatori.
- Usi: test per la risposta in frequenza dei sistemi acustici, generazione di numeri casuali, rilassamento.



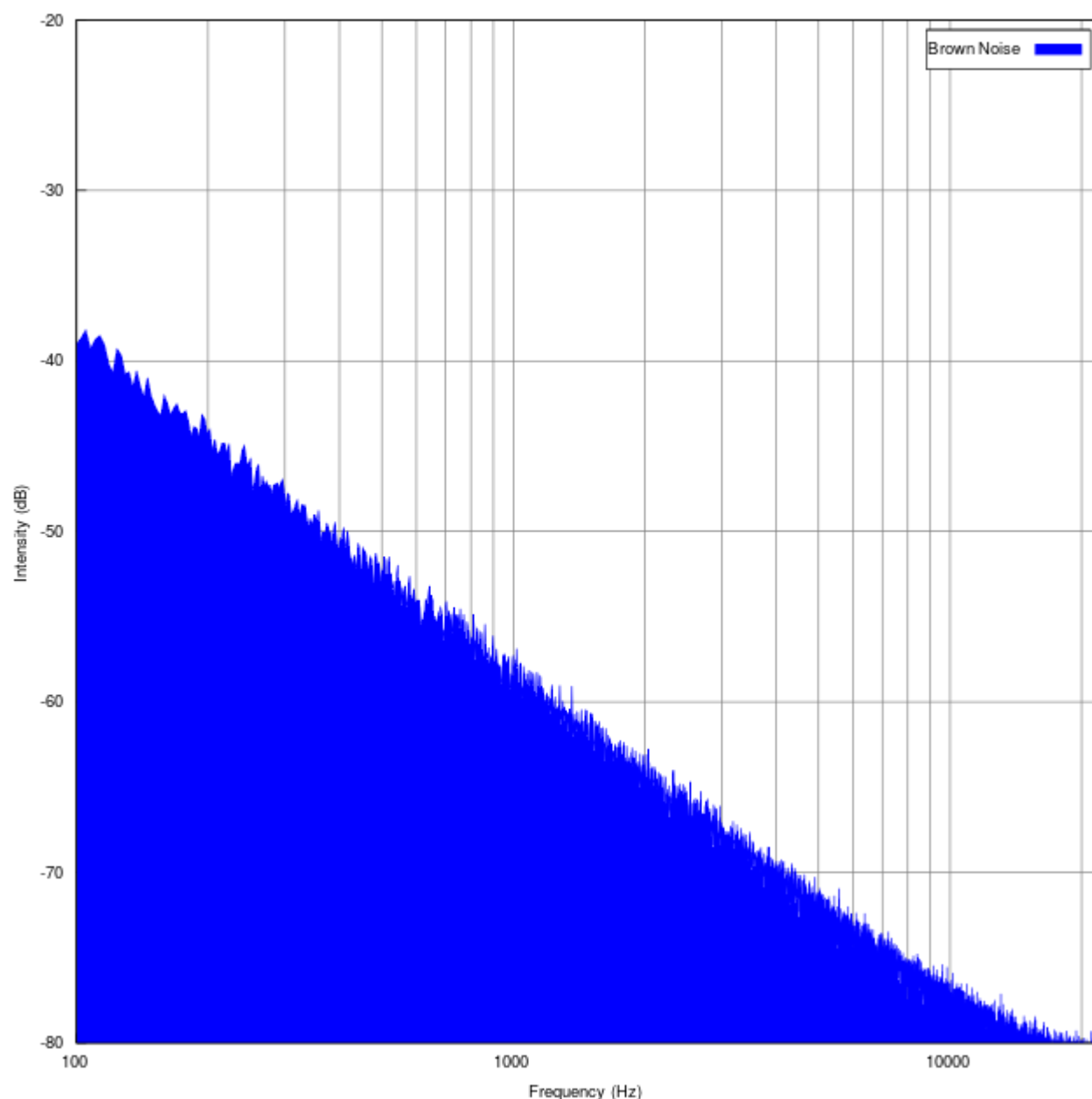
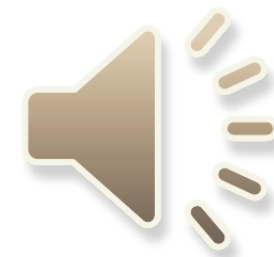
# Rumore rosa



- Lo spettro presenta una relazione inversamente proporzionale tra frequenza e ampiezza.
- In particolare l'intensità si dimezza quando raddoppia la frequenza. Questo corrisponde ad un **decremento di 3 dB per ottava**.
- Generato da fenomeni naturali, a livello acustico ricorda il suono della pioggia. Viene usato come modello per l'equalizzazione della musica, cioè per amplificare maggiormente frequenze più basse e meno le alte.



# Rumore marrone

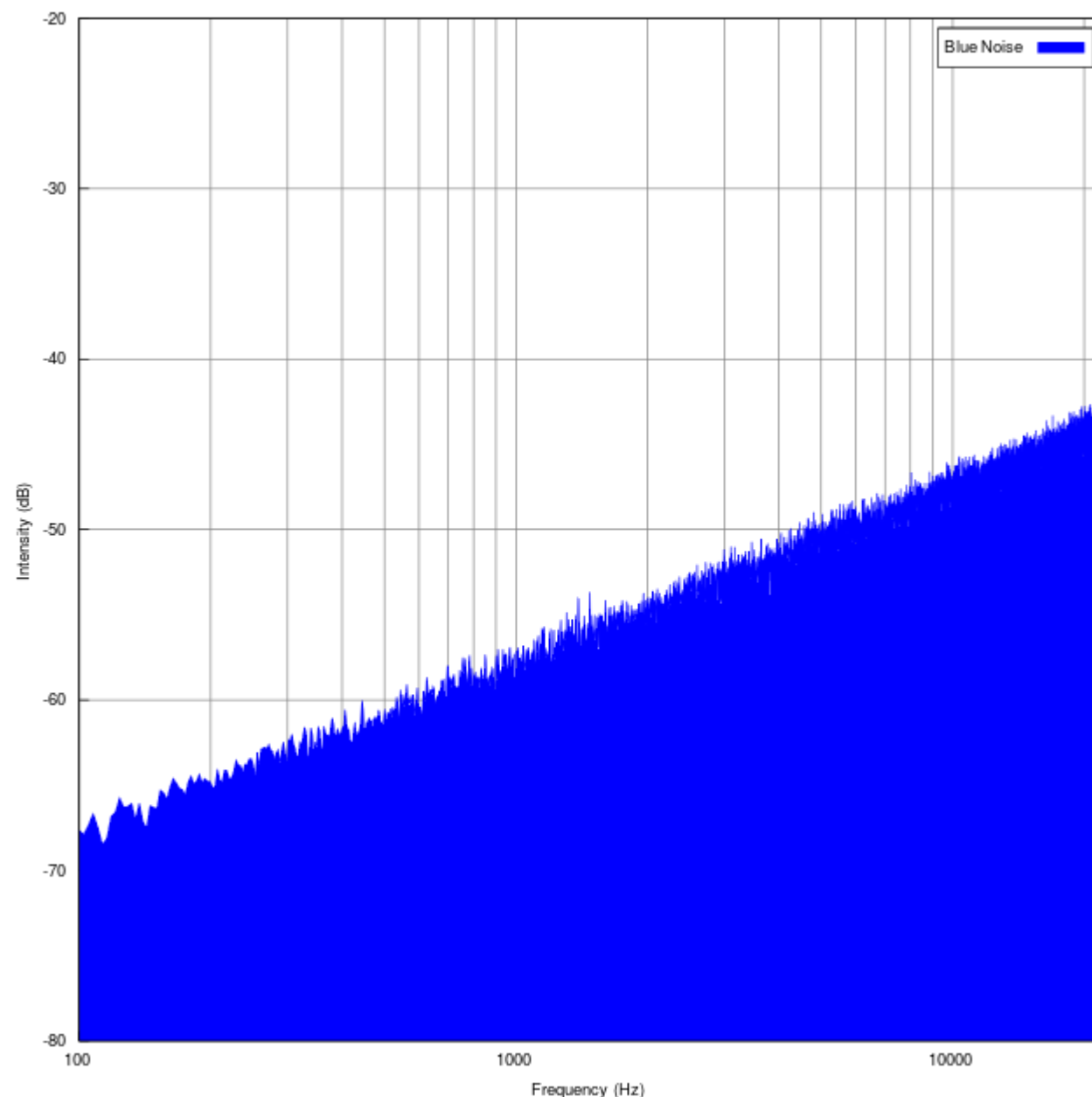


- Come il rumore rosa lo spettro presenta un relazione inversamente proporzionale tra frequenza e ampiezza.
- L'intensità si riduce però di un quarto quando raddoppia la frequenza. Questo corrisponde ad un **decremento di 6 dB per ottava**. Il decremento è quindi più rapido rispetto al rumore rosa.
- Segue la legge del moto Browniano delle particelle di un fluido. Ricorda il fragore delle cascate d'acqua.





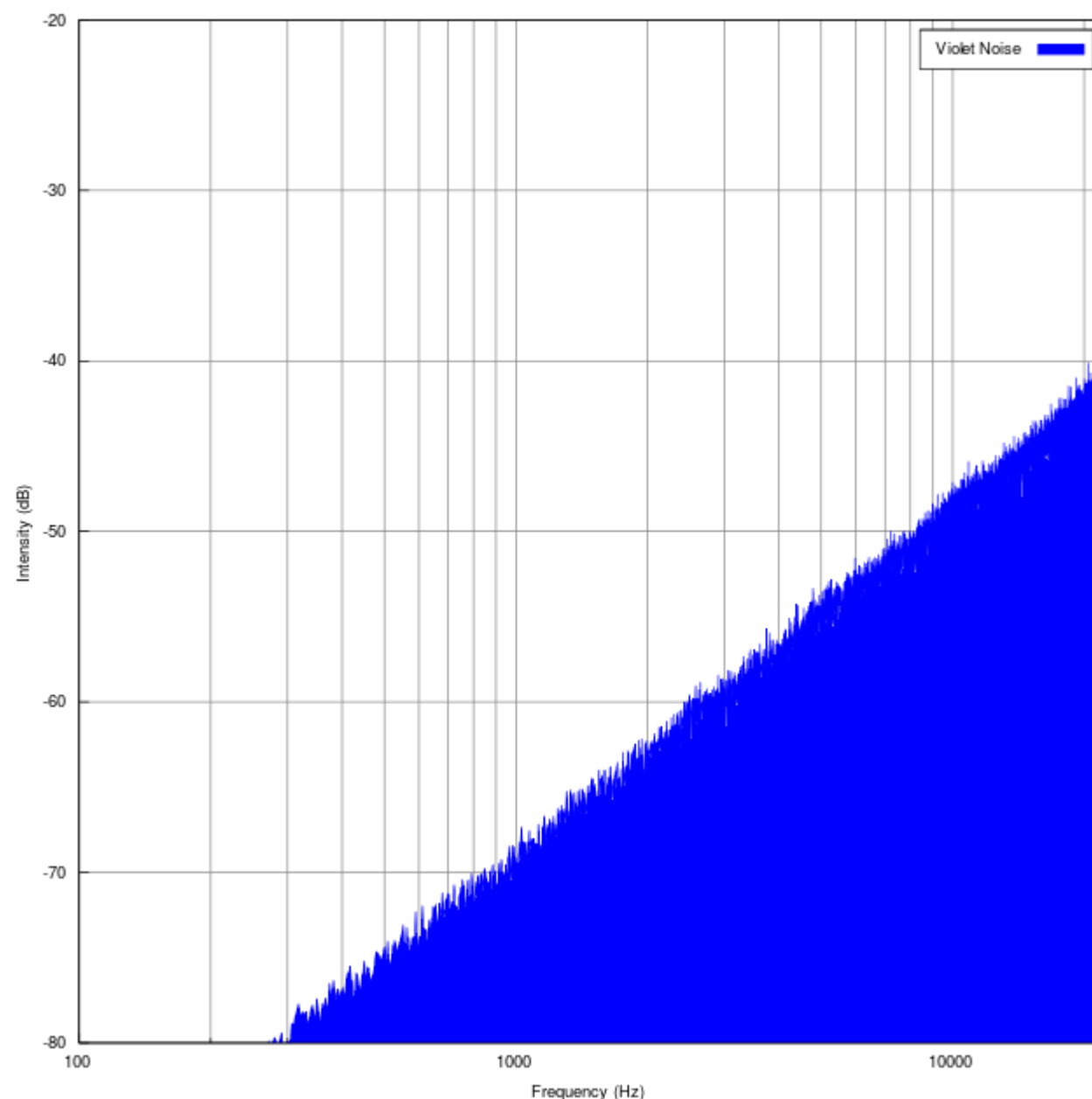
# Rumore blu



- Lo spettro presenta una relazione direttamente proporzionale tra frequenza e ampiezza.
- In particolare si ha un **incremento di 3 dB per ottava**. E' quindi speculare al rumore rosa.
- Un rumore casuale con questo spettro è adatto al Dithering, un processo di riduzione della distorsione introdotta dalla *riquantizzazione*.



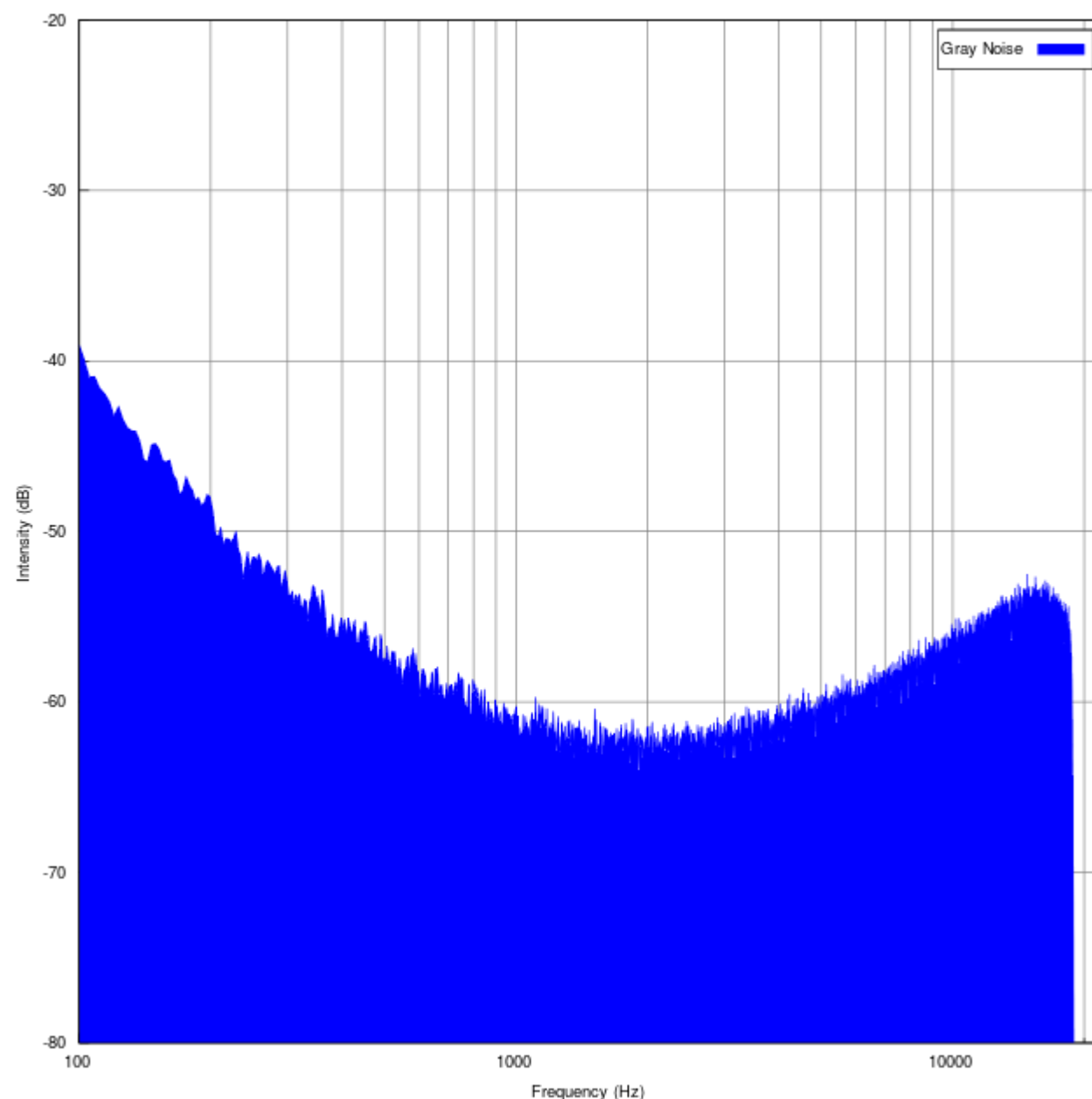
# Rumore viola



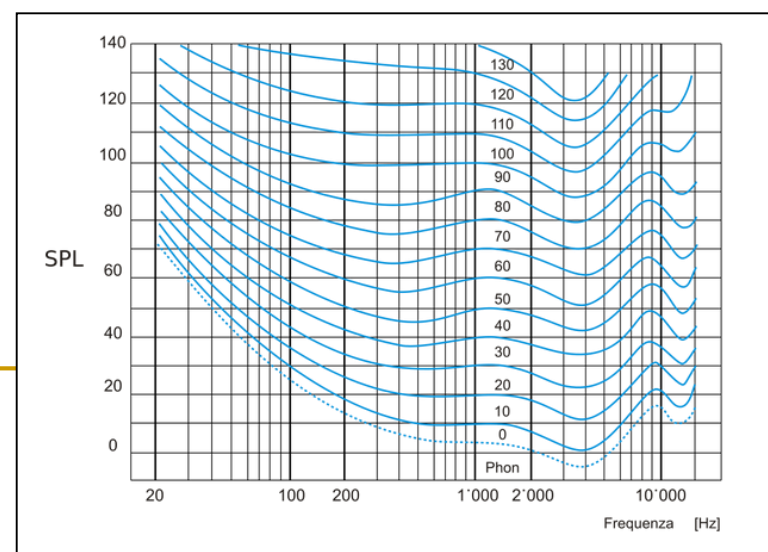
- Come nel rumore blu lo spettro presenta un crescita in intensità all'aumentare della frequenza.
- Si ha un **incremento di 6 dB per ottava**, più grande rispetto al rumore blu. E' speculare al rumore marrone.
- Il rumore viola è un segnale adatto al trattamento degli acufeni (disturbi uditivi). Il suono prodotto ricorda quello di un getto di vapore.



# Rumore grigio



- Caratterizzato da valori di ampiezza del tutto casuali come tutti gli altri rumori.
- Lo spettro segue le curve isofoniche. Viene utilizzato per equalizzare i segnali audio in modo tale che tutte le frequenze vengano percepite allo stesso volume da parte di un ascoltatore umano.





# Approfondimenti

- *Percezione del timbro*

[http://fisicaondemusica.unimore.it/Percezione\\_del\\_timbro.html](http://fisicaondemusica.unimore.it/Percezione_del_timbro.html)

- *I colori dei rumori*

<https://www.biopills.net/articoli/tecnologia-e-scienza/scienza/i-colori-dei-rumori/>