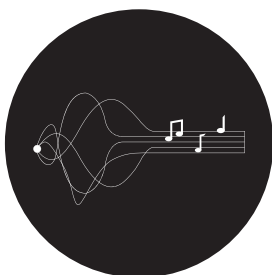


## 08 ACOUSTIC EARTHQUAKE

I terremoti sono delle manifestazioni naturali in grado di distruggere qualsiasi cosa presente nel proprio raggio d'azione. Il trauma che un terremoto crea intacca qualcosa di profondo. Le crepe nelle case e negli edifici hanno moltissime similitudini con le crepe create all'interno delle persone e purtroppo tutto ciò non interessa soltanto gli adulti ma anche i bambini.

Il progetto ideale ha come obiettivo la realizzazione di un laboratorio didattico per i bambini vittime di questa esperienza traumatica. Un modo per aiutarli a riprendere la "normalità", a rielaborare l'esperienza vissuta in maniera positiva, aiutandoli inoltre a capire meglio dettagli e dinamiche del terremoto attraverso l'utilizzo di strumenti musicali derivati dalla forma del tracciato sismico.

**andrea nico**



#suono  
#forma  
#educazione  
#memoria  
#comunicazione

[https://github.com/andreanico/  
dsii-2017-archive/tree/  
master/andreanico](https://github.com/andreanico/dsii-2017-archive/tree/master/andreanico)

**a destra**  
immagine rappresentativa  
del progetto



## Concept

In geofisica i terremoti (dal latino: *terrae motus*, che vuol dire “movimento della terra”), detti anche sismi o scosse telluriche (dal latino *Tellus*, dea romana della Terra), sono vibrazioni o assestamenti improvvisi della crosta terrestre, provocati dallo spostamento di una massa rocciosa nel sottosuolo.

Il tema del laboratorio didattico si pone l'obiettivo di agire sulla memoria derivata dalla esperienza del terremoto. Partendo infatti da questa e dai ricordi, dalle sensazioni, dagli stati d'animo e dalle reazioni che il sisma ha sollecitato, si punta ad intervenire catarticamente sulla percezione della memoria stessa.

Dopo aver intrapreso con i bambini la prima fase di dialogo basata sul ricordo dell'esperienza, si passa alla spiegazione di alcuni concetti base come: magnitudo, onda sismica, intensità, placche. Una volta chiariti tali argomenti si procede con lo sviluppo del processo di rielaborazione.

“Il cielo è plumbeo e cade qualche goccia.  
Corro tra la folla come posso, schivando le  
persone, tenendo stretto il telefonino.  
Non posso chiamare nè spedire messaggi, non so  
nemmeno se potrò connettermi a Internet.  
Supero negozi, alberi, insegne che ogni giorno mi  
accompagnano mentre cammino assonnata verso il lavoro.  
L'adrenalina non mi fa avvertire la  
stanchezza, corro verso la mia meta.”

*Claudia Casu*

Solitamente quando si chiede a qualcuno che è stato testimone di un terremoto qual è la cosa che lo ha spaventato di più, due volte su tre dice: il rumore. Pensandoci bene potrebbe essere ugualmente terrorizzante il silenzio, derivato dalla distruzione che il sisma ha provocato. Ecco allora individuato il primo elemento sul quale agire: il **suono**. Si riparte dunque dal silenzio per costruire qualcosa di nuovo, di diverso, per “ricostruire” un suono.

**in alto**

terremoto  
Emilia Romagna 2012  
fotografia di Andrea Carrubba

**in basso**

terremoto  
Emilia Romagna 2012  
fotografia di Andrea Carrubba





Ma da dove deriverà questo suono?

È così che entrerà in gioco la **forma**, ottenuta partendo dal tracciato sismico e rielaborata mediante un software per la modellazione 3D, con lo scopo di ottenere degli strumenti musicali (appartenenti a classi differenti) con i quali i bambini potranno interagire.

Gli strumenti musicali già pronti, realizzati mediante l'ausilio di una stampante 3D, verranno poi assemblati e suonati dai bambini che saranno in grado di associare i concetti di magnitudo ed intensità precedentemente discussi con l'opportunità di apprendere anche alcune nozioni base sulla musica.

La magnitudo (valore che esprime l'energia sprigionata dal sisma) servirà a stabilire le dimensioni dello strumento. La scala di grandezza dell'oggetto varierà in relazione ai valori della *scala Richter*, ad un incremento del proprio valore ne conseguirà un incremento dell'intensità acustica (es. da acuto a grave per gli strumenti a fiato, da piano a forte per i percussivi).

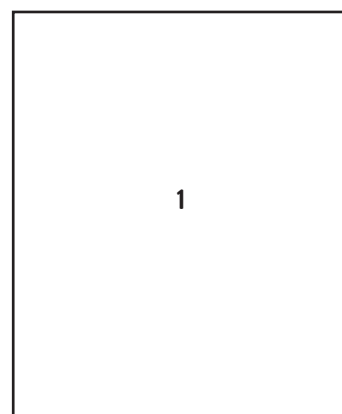
L'intensità (determinata in relazione agli effetti distruttivi del sisma) sarà espressa in base a 12 tonalità di colore differenti, ognuna corrispondente ad un livello della *scala Mercalli*.

I rapporti *magnitudo/grandezza* e *intensità/colore* saranno espressi all'interno di un'infografica che servirà a facilitare la comprensione ai bambini.

Lo step finale sarà quello di lasciare i bambini liberi di poter sperimentare nuove forme e nuovi suoni, attraverso la creazione del proprio strumento musicale opportunamente assemblato.

Attraverso quest'esperienza si vuole trasmettere ai bambini la consapevolezza della natura del proprio territorio, una zona sismica, facendoli prendere coscienza di ciò che hanno vissuto, informandoli e preparandoli sufficientemente per eventuali altre situazioni d'emergenza. Al contempo verranno trasmesse anche alcune nozioni base nell'ambito musicale acquisite tramite la fruizione delle diverse tipologie di strumenti musicali.

1  
infografica  
magnitudo/intensità/strumento



# TONO

## Magnitudo

Scala Ricalli

frequenza	energia in Joule	M
sconosciuto	-	10
18 ogni 20 anni	-	9
1 all'anno	45 PJ	8
18 all'anno	-	7
120 all'anno	63 TJ	6
2-3 al giorno	-	5
circa 15 al giorno	46 GJ	4
circa 130 al giorno	2.0 GJ	3
circa 1000 al giorno	89 MJ	2
	-	1
circa 8000 al giorno	63 kJ	0

M

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

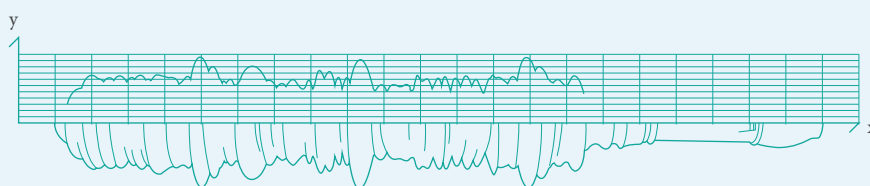
0

## Intensità

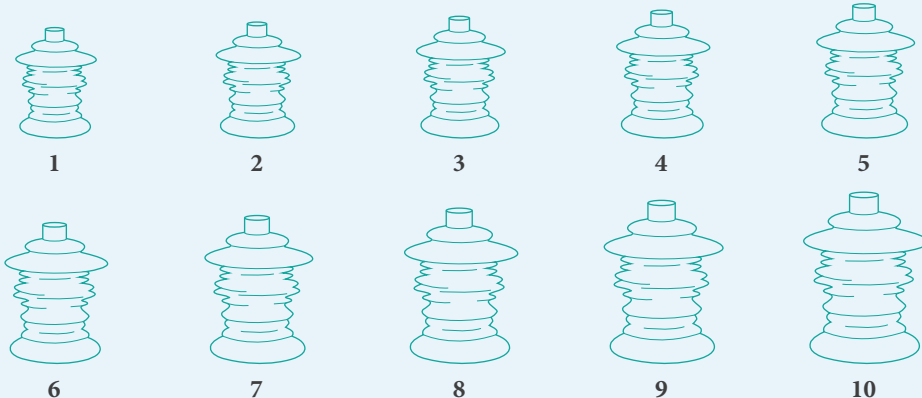
Scala Mercalli

- grado 0  
non comportano  
alcuna conseguenza
- grado 1-2  
necessitano di un  
controllo continuo
- gradi 3-4-5  
necessitano attenzioni  
particolari e possibili  
studi di intervento
- gradi 6-7-8  
allarmanti e necessitano  
preparazione di interventi
- gradi 9-10-11  
collisioni sicure  
e necessitano interventi

RILEVAMENTO  
FORMA PROFILO



SCALA DIMENSIONALE  
(magnitudo/grandezza)



tono

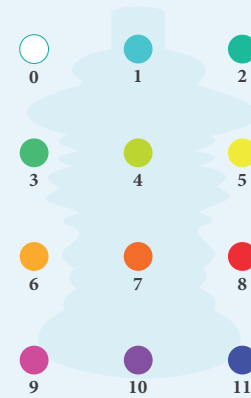
Tono è uno strumento monotonale della classe degli aerofoni. La sua forma deriva dal sismogramma di un terremoto. La scala di grandezza dello strumento varia in relazione al valore di magnitudo, il colore invece in relazione dell'intensità.

La grandezza del corpo dello strumento influisce sull'altezza del suono prodotto. Maggiore è il corpo più grave è il suono, viceversa minore sarà la grandezza del corpo e più acuto risulterà il suono.

magnitudo

Ideata nel 1935 dal famoso sismologo statunitense Charles F. Richter, si usa per misurare quanto è stato forte un terremoto, cioè per stimare quanta energia elastica quel terremoto ha sprigionato.

SCALA COLORE  
(intensità/colore)



intensità

L'intensità di un terremoto viene espressa mediante la scala Mercalli, dal nome del sismologo italiano che all'inizio del XX sec. introdusse a livello internazionale la classificazione dei terremoti secondo gli effetti e i danni che essi producevano.

## Ricerca

La grandezza di un terremoto si misura con due valori diversi: la **magnitudo** e l'**intensità**. La magnitudo (ideata nel 1935 dal famoso sismologo statunitense *Charles F. Richter*) si usa per misurare quanto è stato forte un terremoto, cioè per stimare quanta energia elastica quel terremoto ha sprigionato. Infatti fra la grandezza, o magnitudo, e l'energia di un terremoto c'è un rapporto matematico molto particolare. Ogni volta che la magnitudo sale di una unità l'energia aumenta non di una, ma di circa 30 volte. In altre parole, rispetto a un terremoto di magnitudo 1, un terremoto di magnitudo 2 è 30 volte più forte, mentre uno di magnitudo 3 è 30 per 30 volte, cioè 900 volte più forte! L'altro modo per misurare un terremoto è secondo la sua intensità. Ad essere presi in esame qui sono gli effetti sull'ambiente, sulle cose e sull'uomo. Se la magnitudo di un certo terremoto è solo una, l'intensità invece può cambiare da luogo a luogo, secondo quel che è successo a cose e persone; in genere, più ci si allontana dall'epicentro e più diminuisce. L'intensità di un terremoto viene espressa con la *scala Mercalli*, dal nome del sismologo italiano che, all'inizio del XX secolo, diffuse a livello internazionale la classificazione dei terremoti secondo gli effetti e i danni che producevano. Questa scala, successivamente modificata da *Cancani* e *Sieberg*, si compone di dodici gradi: più alto il grado, più disastroso il terremoto.

## Referenze

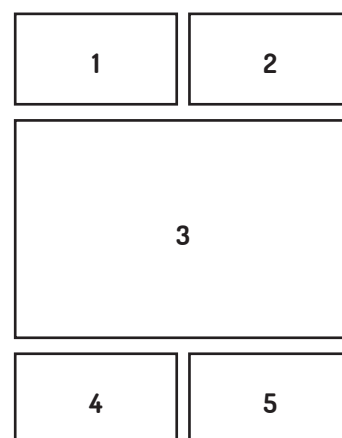
**Realitat** è lo studio sperimentale di *Juan Manuel Escalante*, artista messicano che nel 2012 con la sua opera "*Microsonic Landscapes*" ha pensato di tradurre la musica in materia, grazie ad un apposito algoritmo che permette di creare modelli 3D dalle tracce sonore di un disco, realizzando vere e proprie sculture sonore circolari. Ogni brano viene copiato in *Processing* il quale mappa ed estrapola il suono di ogni canzone in coordinate che la stampante 3D converte in forma. L'algoritmo è programmato per esplorare il suono secondo modalità differenti.

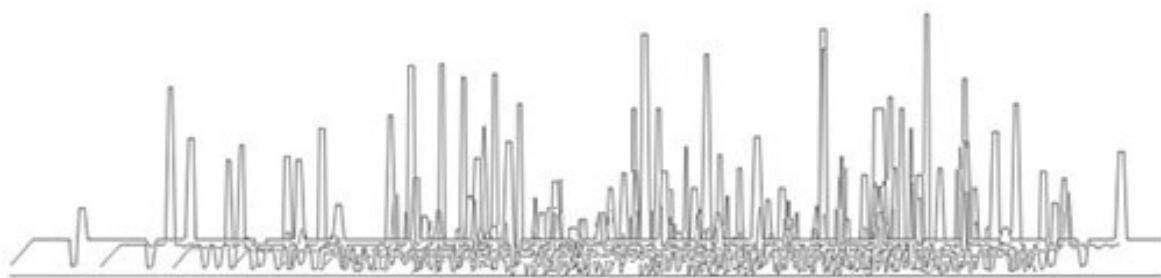
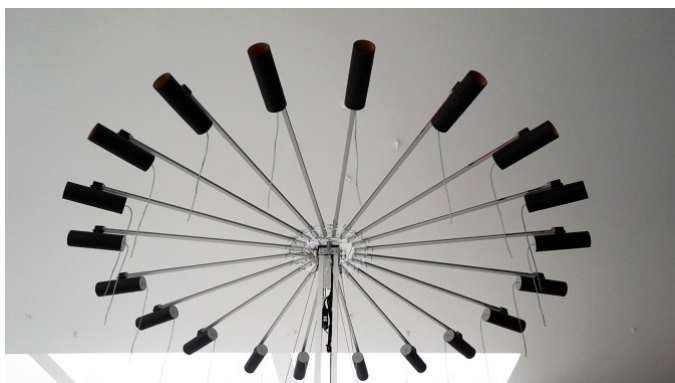
1-2

Dmitry Morozov,  
r x2 - 28.05.15

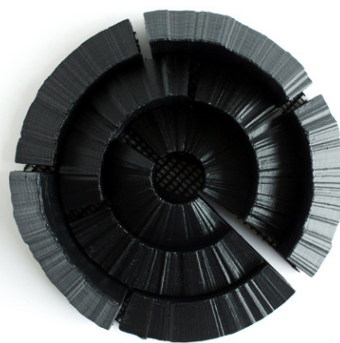
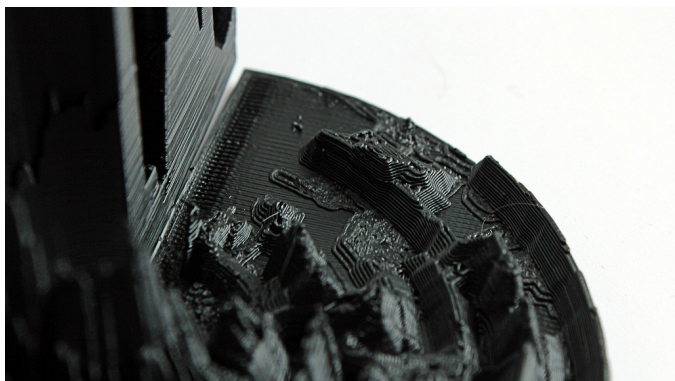
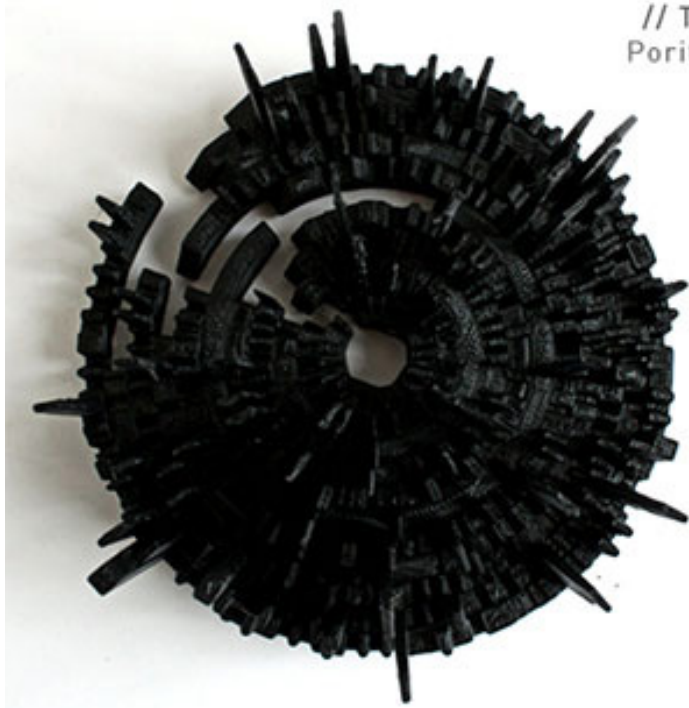
3-4-5

Realitat, Microsonic  
landscapes - 08.21.12





// THIRD  
Poritshead





Al suo interno c'è un principio di incertezza per il quale non risulta possibile prevedere esattamente quale sarà la produzione finale. È come se il codice fosse dotato di un'anima propria comportandosi quindi casualmente. A volte disegna l'onda in maniera precisa, altre volte impone un limite di altezza all'onda (opponendosi al suono). Questo lavoro è un interessante esempio di come l'invisibile può diventare visibile, ovvero di come le informazioni dati (tracce musicali) possano prendere forma (*mesh 3D*) per poi diventare materia (oggetto 3D).

Gli artisti russi, *Anastasia Alekhina* e *Dmitry Morozov*, realizzano nel 2015 l'installazione **Rx2** la quale raccoglie i dati sugli urti della crosta terrestre, catturando tutti quelli al di sopra della scala di magnitudo di 0,1 magnete *Richter*. In una giornata media ci sono fino a 200 di questi terremoti.

I dati vengono convertiti in segnali che controllano i motori collegati a un gruppo di batterie acustiche chiamate *Thunder Drums*. Queste sono costituite da una molla attaccata alla pelle del tamburo, quindi quando viene scossa la molla si muove e crea una risonanza continua attraverso il corpo dello strumento.

Il rumore che emette richiama verosimilmente il rumore di un terremoto. Questa installazione risulta essere interessante per due aspetti in particolare: il primo relativo all'utilizzo dei dati in tempo reale e l'altro invece relativo alla ricerca di strumenti in grado di simulare i suoni derivati dalla natura.

## Rilevamento dati

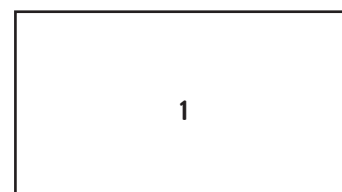
Il sismografo è uno strumento per la registrazione dei movimenti sismici, costituito da un dispositivo capace di mantenersi in relativa quiete rispetto al suolo, quando questo entra in vibrazione e connesso a un oscillografo che traccia il diagramma temporale della vibrazione. Il diagramma che ne risulta è chiamato sismogramma ovvero la rappresentazione del movimento del suolo, in funzione del tempo, lungo i tre assi cartesiani (*x*, *y* e *z*), con l'asse *z* perpendicolare alla superficie terrestre, mentre gli assi *x* e *y* sono paralleli alla superficie.

1

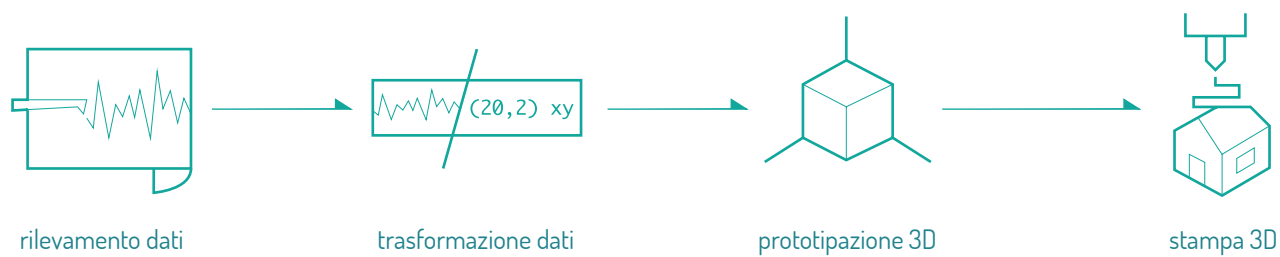
schema di processo  
relativo alla  
prototipazione  
dell'oggetto 3D

2

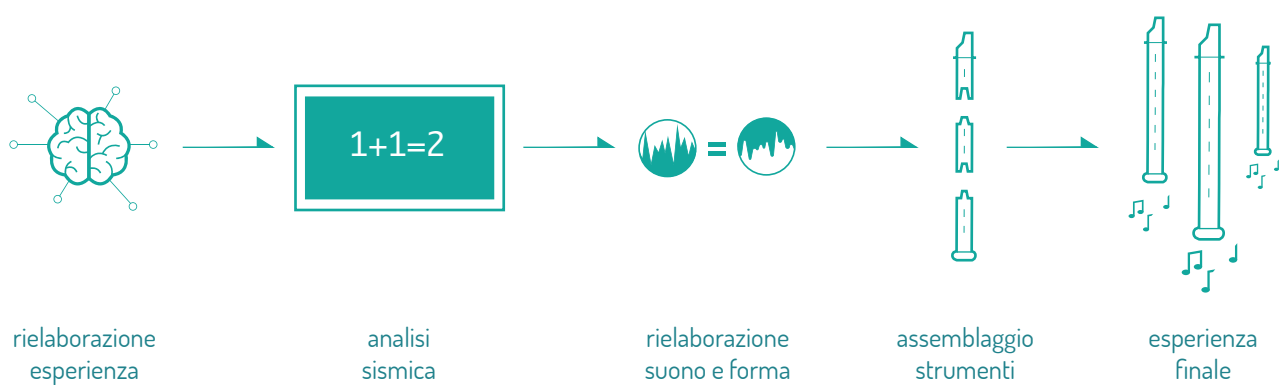
schema di processo  
dell'esperienza laboratoriale



## PROTOTIPAZIONE DELL'OGGETTO



## RIELABORAZIONE DELL'ESPERIENZA



Per la prototipazione del modello 3D dello strumento musicale a fiato (costruito tramite software per la modellazione 3D) i dati sono stati ricavati partendo da un sismogramma in formato digitale, riportante il terremoto di Castel Sant'angelo sulla Nera (Macerata) 5.4 di magnitudo.

Le linee del grafico sono state poi vettorializzate tramite Illustrator (*software* per l'elaborazione grafica vettoriale). Una volta ottenuta la linea vettoriale si è proceduto ad importarla nel *software* 3D e a procedere con un'operazione di *sweep* a due binari, prendendo il profilo superiore e inferiore del sismogramma come binari delle curve di sezione circolari. Per la prototipazione di questo modello non sono state presi in considerazione il valore di magnitudo (che nell'elaborazione del progetto ideale dovrebbe dettare la scala dimensionale del modello) e il valore d'intensità (che dovrebbe dettarne il colore).

Nello sviluppo del progetto ideale invece, l'utente dovrebbe essere in grado di poter attingere ai valori delle coordinate *x* e *y* dei punti del sismogramma. Un altro vincolo da risolvere è quello di ottenere un'estrusione delle pareti del solido in modo tale da ricavarne lo spessore.

### Ricerca formale degli oggetti e funzionamento

Partendo da alcuni elementi imprescindibili (sismogramma, magnitudo e intensità relativi al sisma) sono state elaborate modalità differenti di rendere sonori alcuni oggetti. Tutte le possibili soluzioni formali di seguito elencate hanno però in comune alcuni aspetti ovvero: la derivazione della forma finale partendo dal tracciato dell'onda sismica, la variazione della dimensione dell'oggetto (correlata di conseguenza al suono) in relazione al grado di magnitudo (es. maggiore è la magnitudo, maggiore sarà la scala di grandezza dell'oggetto) e la variazione del colore in corrispondenza del grado di intensità (ogni grado d'intensità corrisponde ad un colore differente).

1

#### Chicco

schema di funzionamento  
dello strumento percussivo

2

#### Tono

schema di funzionamento  
dello strumento a fiato

3

#### Vynil

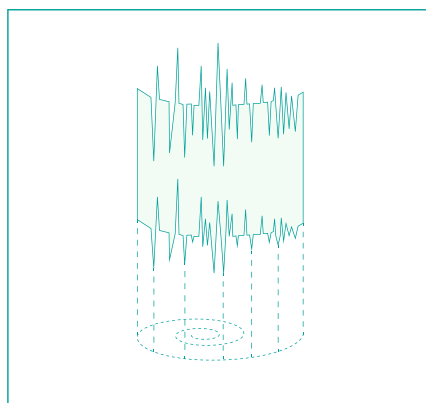
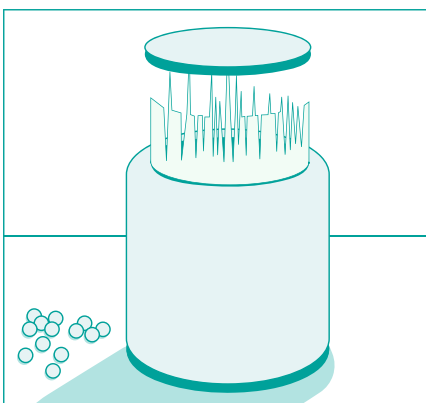
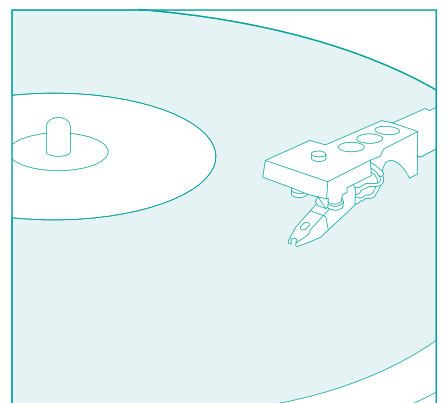
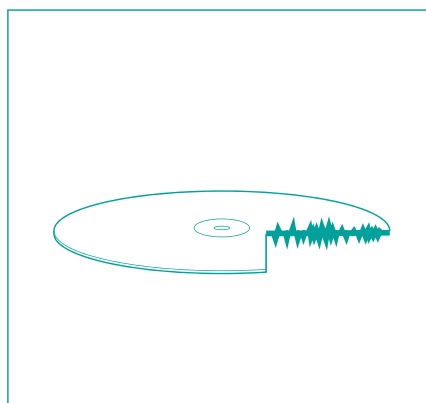
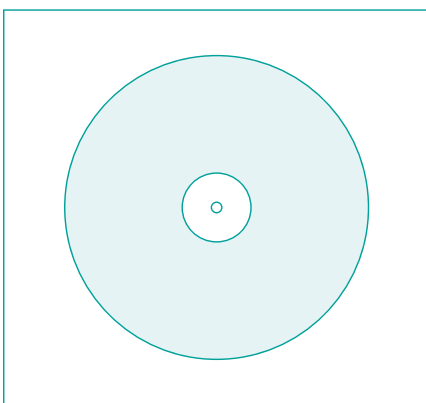
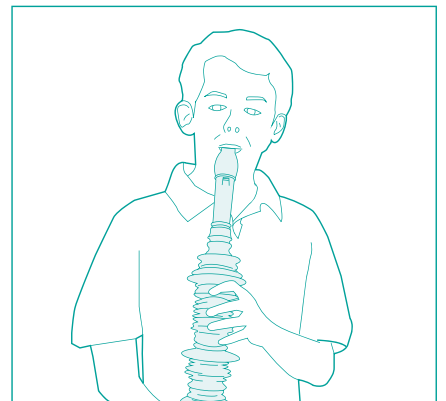
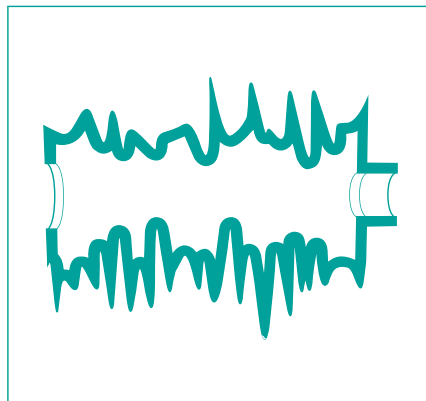
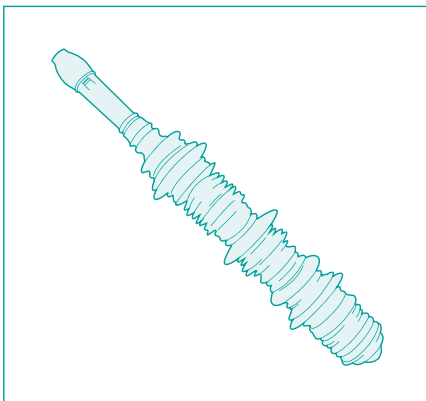
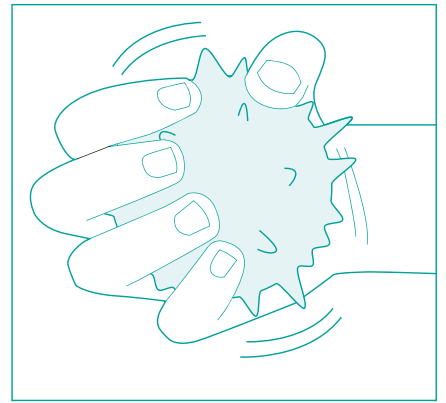
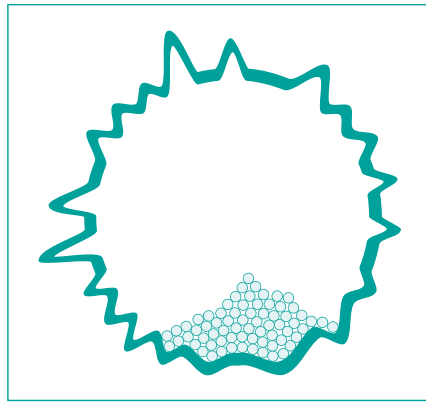
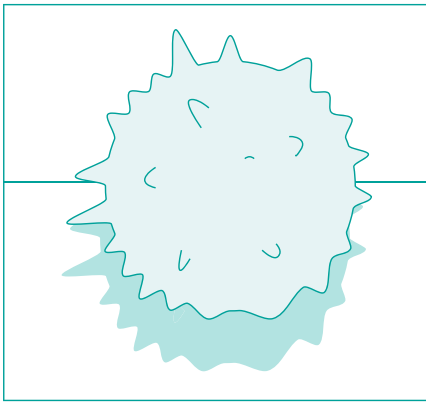
schema di funzionamento  
del vinile

4

#### Spyro

schema di funzionamento  
dello strumento percussivo

1
2
3
4

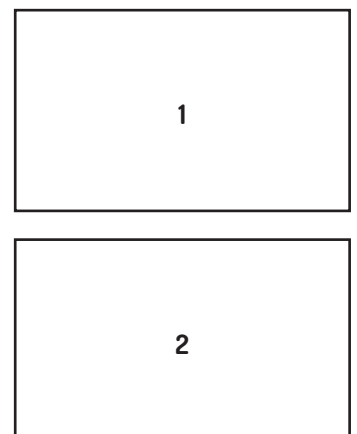


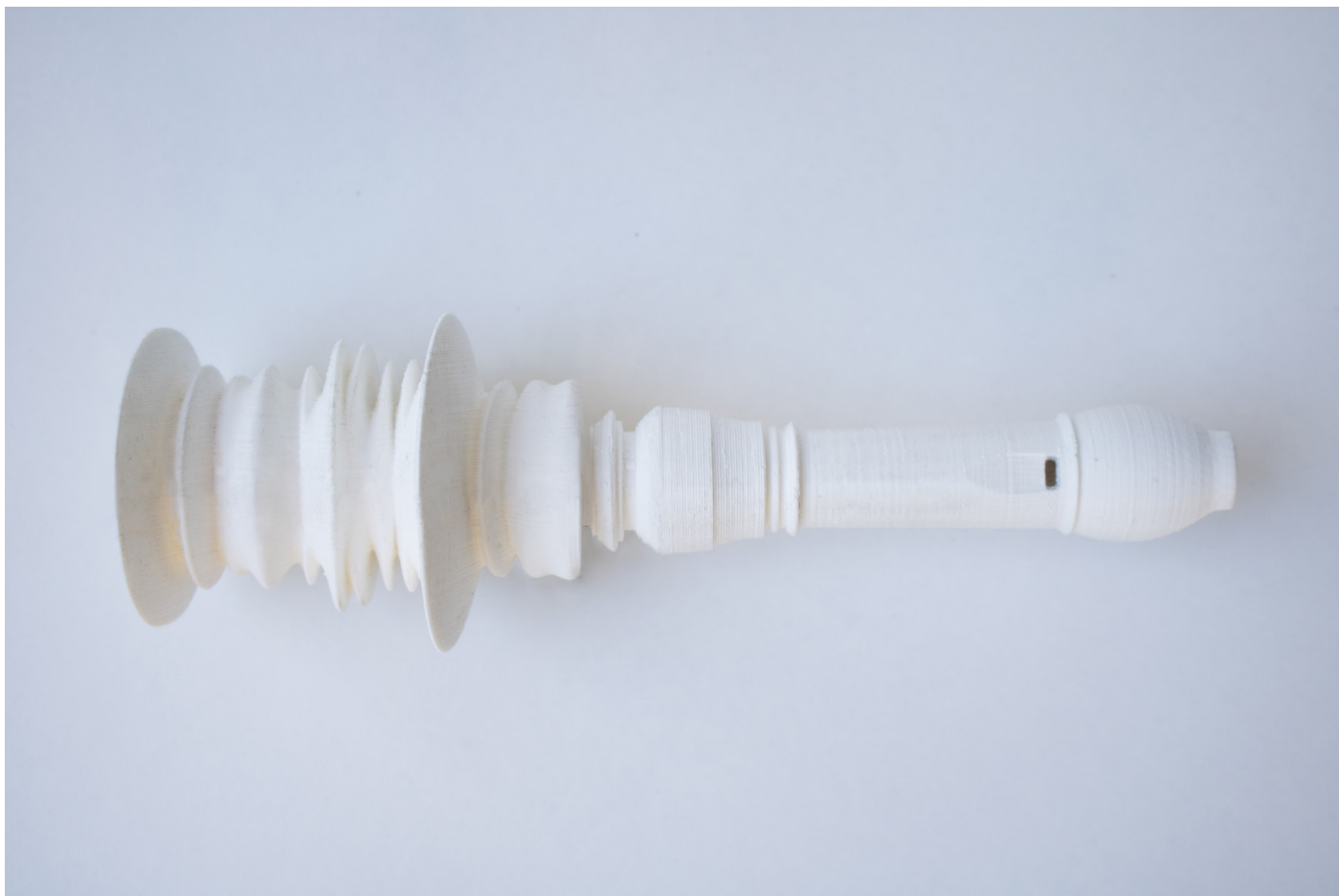
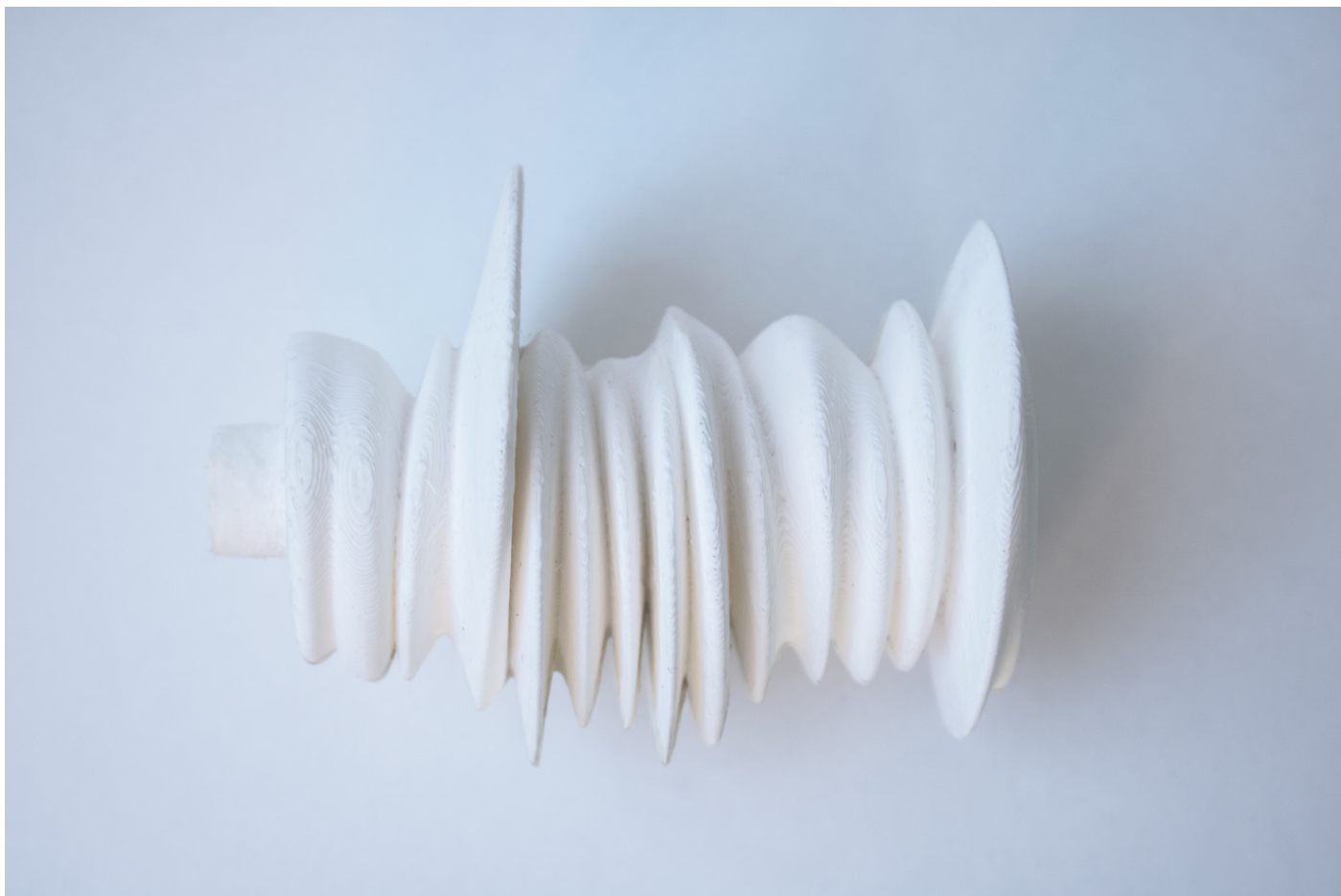


In fase di analisi sono state individuate quattro strade percorribili, abbozzati degli *sketch* di funzionamento e modellati dei prototipi mediante un software per la modellazione 3D (*Rhinoceros*). Tra queste possibili soluzioni solo una è stata realizzata fisicamente mediante l'utilizzo di una stampante 3D in materiale polimerico (*PLA*). Si tratta di uno strumento catalogabile nella classe degli aerofoni, paragonabile per forma e funzionamento ad un classico flauto dolce. Il disegno del corpo dello strumento è stato realizzato partendo dall'onda sismica (vedi paragrafo precedente) mentre il becco possiede la medesima forma e funzione del flauto dolce. Lo struttura del corpo è composto da più elementi assemblabili (lunghi ognuno 10 cm) i quali andranno a dettare la lunghezza totale dello strumento in relazione alla durata del sisma (lunghezza onda sismica). Il suono prodotto (monotonale perché il corpo è privo di buchi) è derivato dall'incanalamento dell'aria nel condotto, ricavato nell'imboccatura dello strumento, che la dirige contro un bordo affilato (detto *labium*), l'oscillazione della colonna d'aria fra l'esterno e l'interno del labium mette in vibrazione l'aria contenuta nello strumento. La scala di grandezza del corpo (magnitudo) servirà ad ottenere diverse altezze sonore (acuto/grave). Il nome di questo strumento è **Tono** per via del suono monotonale che produce.

Una diversa ipotesi progettuale è quella di realizzare uno strumento a percussione di tipo idiofono (suono indeterminato). Si tratta di una sfera che presenta delle protuberanze e delle concavità dettate dai picchi sismici sparsi in maniera casuale su tutta la superficie. All'interno del corpo sferico, come nelle maracas, sono presenti dei grani che picchiano tra di loro e contro la parete interna producendo il suono dello scuotimento. La grandezza dello strumento e la quantità di grani andrà in relazione alla magnitudo mentre il colore dipenderà sempre dall'intensità del sisma. Il nome dello strumento è **Chicco** proprio per i grani che contiene al proprio interno.

1-2  
fotografia relativa  
al prototipo 3D  
strumento a fiato





**Spyro** è un altro possibile strumento appartenente anch'esso alla classe delle percussioni. È formato da un contenitore cilindrico contenente al proprio interno dei grani e una spirale in plastica la cui forma deriva dal sismogramma. Il suono sarà prodotto quindi dal percuotimento dello strumento e varierà in relazione alla grandezza del contenitore e della spirale (sempre in relazione alla magnitudo).

Un'ultima alternativa potrebbe essere quella di creare un vinile proprio partendo dall'onda sismica. Applicando una rivoluzione della stessa attorno ad un punto di rotazione si potrebbero tracciare i solchi dai quali deriverà il suono. Qui a differenza degli altri esempi citati precedentemente non si potrà scalare l'oggetto in relazione della magnitudo perché altrimenti si andrebbe a compromettere la lettura del vinile (la distanza e la grandezza dei solchi risulterebbe illeggibile dalla puntina del giradischi). Il risultato finale sarà quello di poter ottenere dei vinili di diversa durata ognuno rappresentante un singolo sisma.

### Prototipo software

Il prototipo software costruito in *Processing* è stato concepito con l'obiettivo di ottenere lo strumento musicale da stampare in 3D per il laboratorio didattico. Tale oggetto però non è stato realizzato fisicamente perché non coerente con la reale forma del sisma e inoltre privo dello spessore della superficie (caratteristica indispensabile per la stampa 3D). Questo prototipo software può essere considerato quindi come un punto di partenza per la realizzazione fisica dell'oggetto 3D.

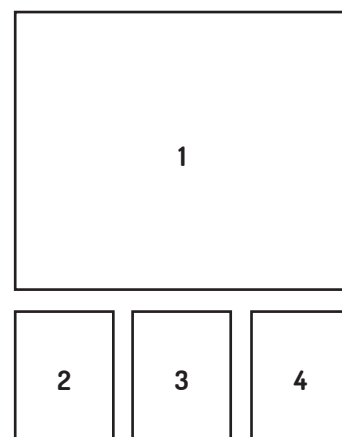
Nella prototipazione, il modello 3D è stato costruito partendo da semplici coordinate di punti. Sono state importate una lista di coordinate *-cx,cy-* da un foglio di dati in formato *.csv* attraverso l'oggetto *-Table-* in modo da costruire la *-PShape-* (forma). Questi punti *-vertex-* sono stati poi collegati tra loro in modo da generare il profilo della curva (onda sismica). Una volta generata la curva è stata applicata la rivoluzione della stessa attorno un asse

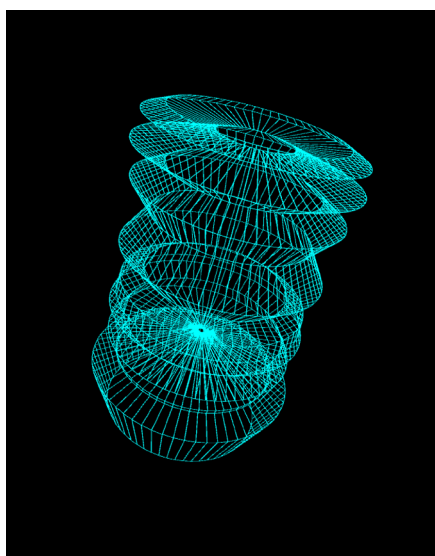
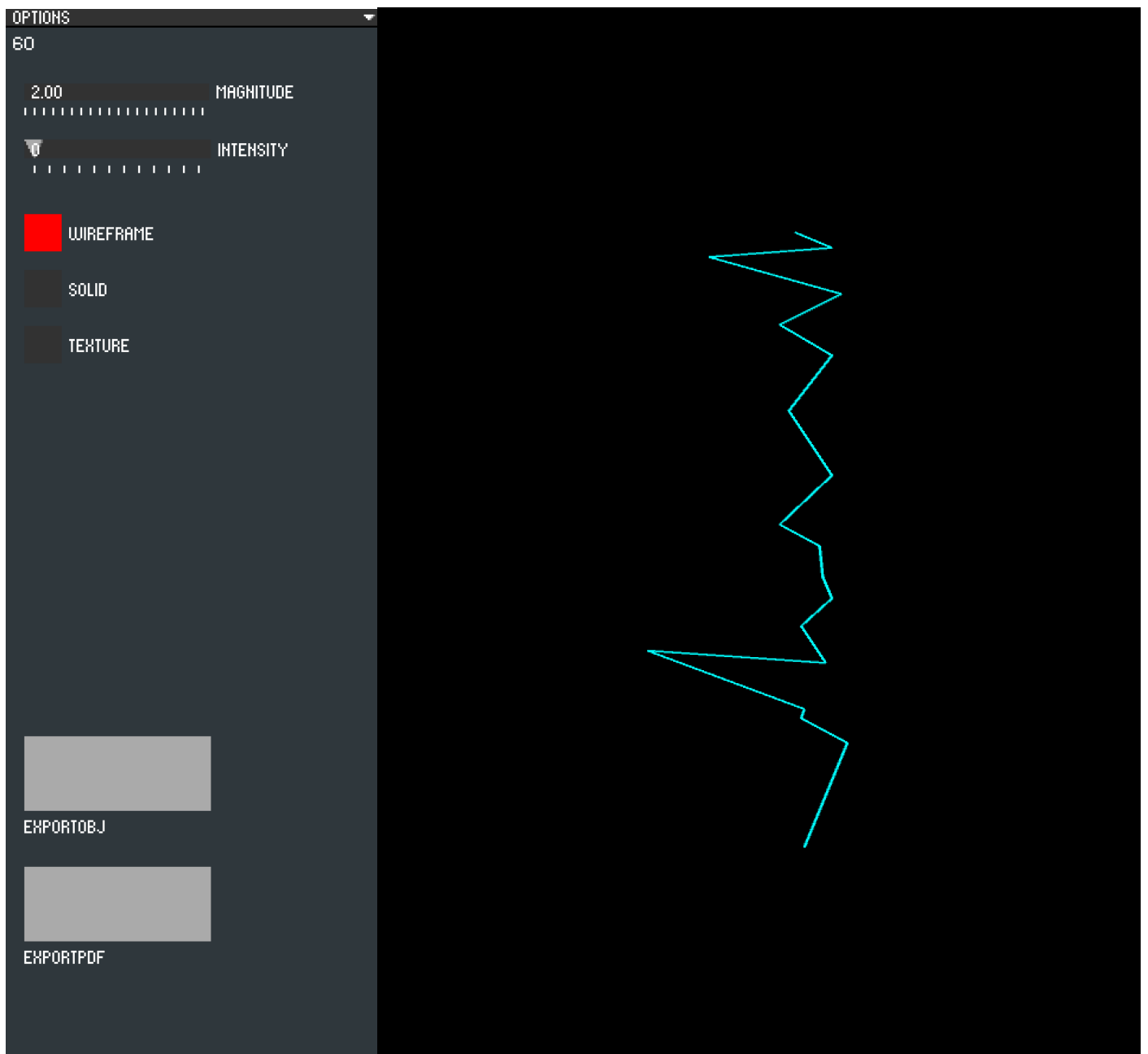
1  
interfaccia del  
prototipo software

2  
visualizzazione  
wireframe

3  
visualizzazione  
solid

4  
visualizzazione  
texture







centrale mediante un'operazione di *revolving*.  
I vantaggi di questa modalità di generazione delle forme consiste nella facilità di tracciamento e gestione dei punti e anche nella gestione dei dati, i quali potrebbero essere facilmente aggiornabili e scaricabili dal web (se disponibili). Lo svantaggio invece è quello di non aver ottenuto una superficie con delle curve di giunzione adeguatamente smussate.

Anche se il prototipo non è in grado di creare un oggetto pronto per la stampa 3D, si è ritenuto comunque opportuno costruire un'interfaccia grafica, tramite la libreria *-ControlP5-*, che consentisse all'utente di modificare determinati parametri dell'oggetto. L'utente potrà tramite *-slider-* decidere la scala di grandezza del modello 3D (la quale è associata ai valori di magnitudo del terremoto) e la colorazione della superficie (legata all'intensità). Mediante tre bottoni è possibile variare le modalità di visualizzazione della mesh (*solid*, *texture*, *wireframe*) per verificarne la correttezza.

Mediante la libreria *-OBJExport-* è possibile esportare il modello 3D in formato .obj e importarlo in qualsiasi programma di editing 3D, in maniera tale da aggiungerne lo spessore per poi mandarlo in stampa. Con la libreria *-PdfExport-* invece si può esportare l'oggetto in formato .pdf. Questo una volta stampato su cartoncino potrà essere colorato dai bambini.

### Sviluppi futuri

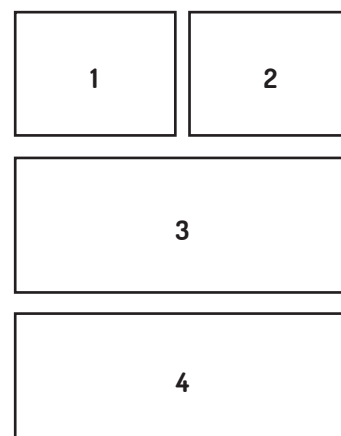
Il progetto potrebbe espandersi ulteriormente inserendo all'interno delle attività laboratoriali dei musicisti che possano insegnare ai bambini come far suonare gli strumenti prototipati. Così facendo si potrebbe pensare di realizzare alla fine dell'anno scolastico un saggio musicale (aperto a tutti) con una raccolta fondi da destinare per la ricostruzione di strutture pubbliche.

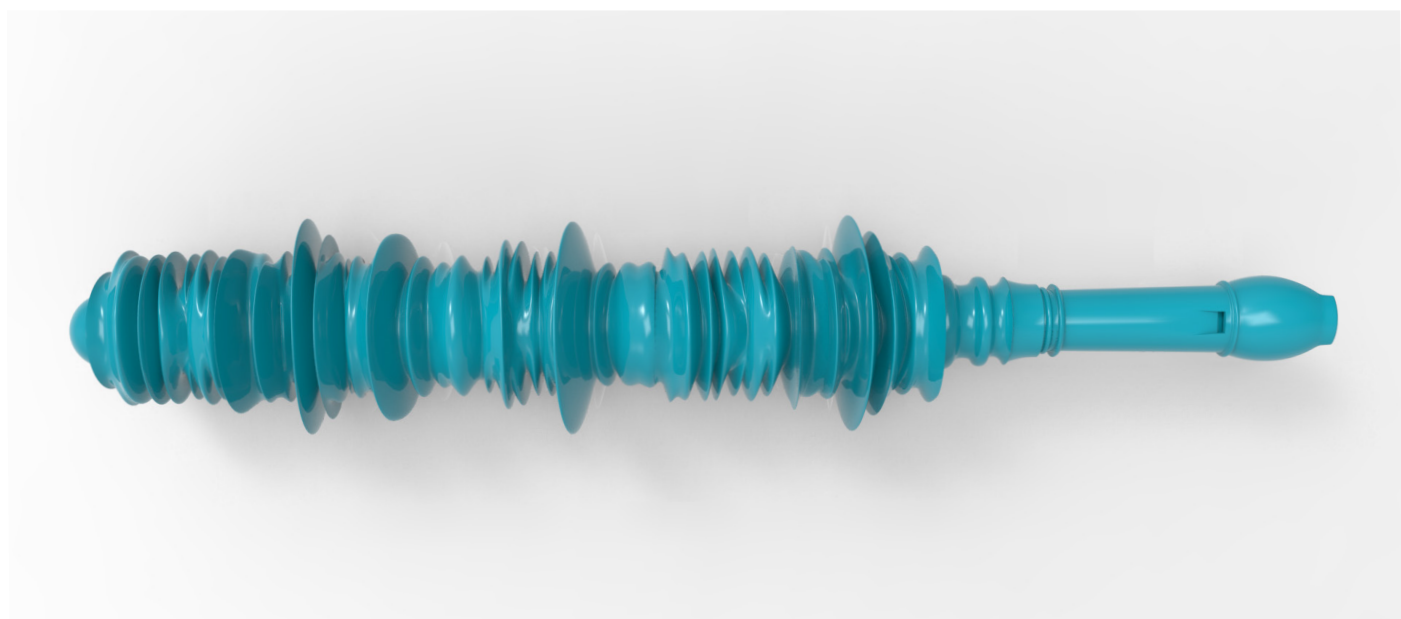
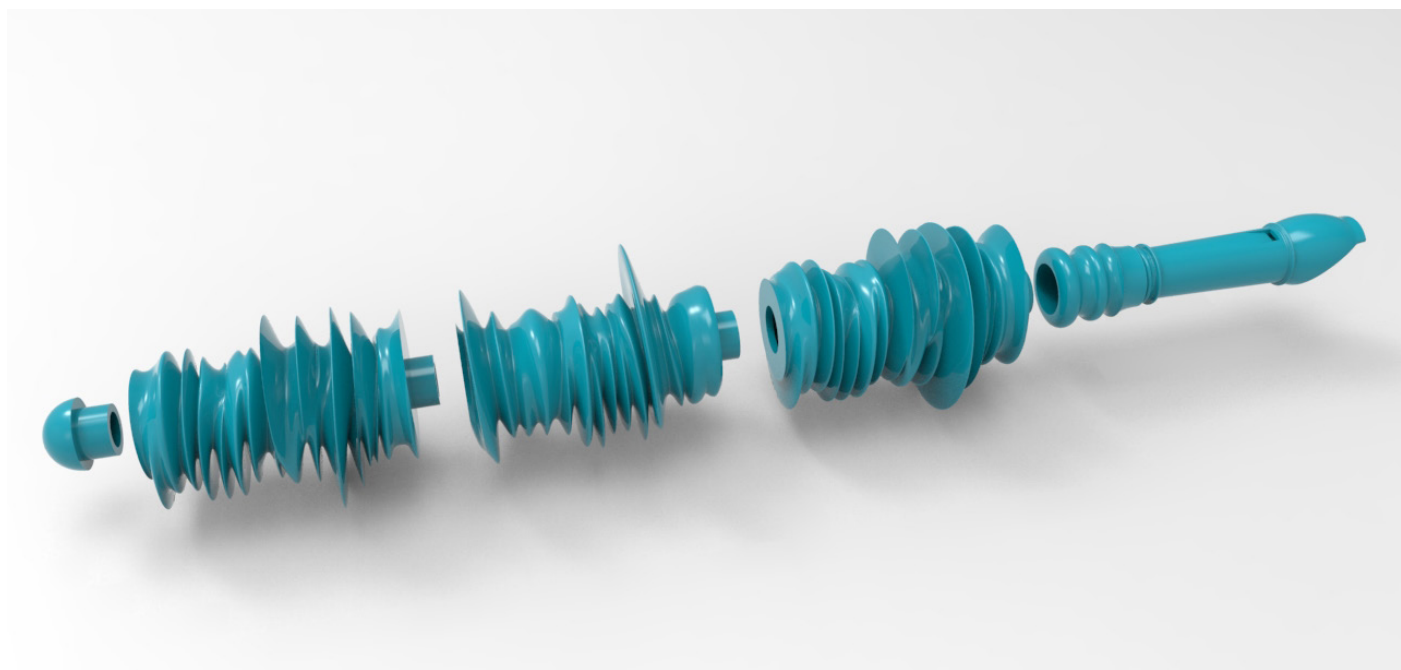
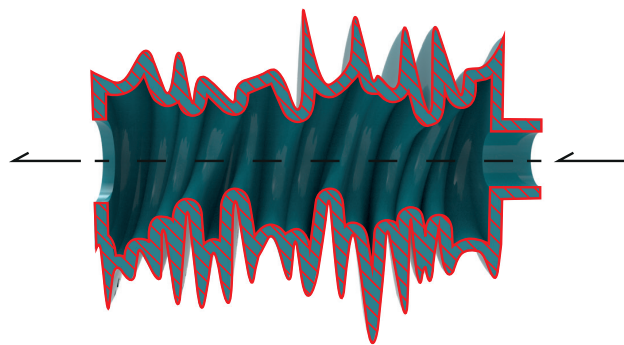
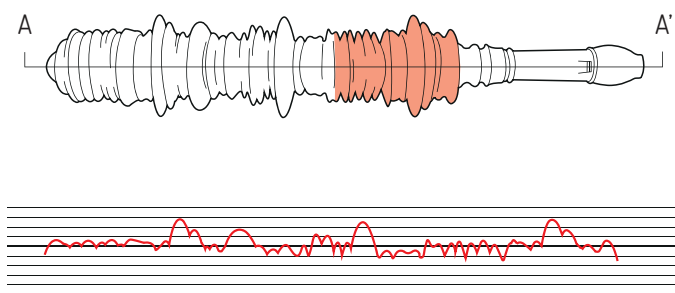
1  
pianta oggetto  
onda sismica  
di derivazione  
della forma

2  
sezione componente  
(corpo vibrante)

3  
render esploso Tono

4  
render Tono





# Sitografia

<http://www.udine20.it/il-terremoto-dentro-lesperienza-di-claudia-italiana-a-tokyo/>

[http://tg24.sky.it/cronaca/photogallery/2013/05/25/andrea\\_carrubba\\_stato\\_terremoto\\_mostra\\_fotografica\\_sisma\\_emilia.html#14](http://tg24.sky.it/cronaca/photogallery/2013/05/25/andrea_carrubba_stato_terremoto_mostra_fotografica_sisma_emilia.html#14)

<http://www.binapg.it/sismogrammi>

<http://www.menichella.it/sismolab/sismo6.html>

<https://it.wikipedia.org/wiki/Sismografo>

<https://it.wikipedia.org/wiki/Sismogramma>

<https://www.soundviz.com/>

<http://zimoun.net/works.html>

[https://ingvterremoti.wordpress.com/faq/faq-domande-frequenti-sui-terremoti/#\\_Toc423523389](https://ingvterremoti.wordpress.com/faq/faq-domande-frequenti-sui-terremoti/#_Toc423523389)

<https://adesigndaily.wordpress.com/2012/08/27/3-d-printed-microsonic-soundscapes-music-translated-into-form/>

<http://www.everydaylistening.com/articles/2015/4/3/sonify-earthquakes-worldwide.html>

<http://www.kolgen.net/nuevo/seismik-england/>

<https://processing.org/reference/>

