

ALMA MATER STUDIORUM · UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI SCIENZE

Corso di Laurea in Informatica per il Management

**UNA APPLICAZIONE WEB
PER L'ANALISI TEMPO INTENSITÀ
NELLA PERCEZIONE SENSORIALE**

Tesi di Laurea in Algoritmi e Strutture Dati

Relatore:

Prof. **Moreno Marzolla**

Correlatore:

Prof.ssa **Giuseppina Paola**

Parpinello

Presentata da:

Andrea Pistolesi

Sessione I

Anno Accademico 2012-2013

Indice

Introduzione	3
1 Caratteristiche di valutazione	5
1.1 Analisi sensoriale	5
1.2 Fisiologia della percezione	7
1.3 Recettori del gusto	9
1.4 Tempo Intensità	12
2 Requisiti dell'applicazione	13
2.1 Panel Leader	13
2.2 Assaggiatore	15
2.3 Descrittore	17
3 L'applicazione Web	18
3.1 Cos'è un Applicazione Web?	18
3.2 Tecnologie usate	19
3.3 Linee Guida	20
3.4 Simulazione Test	22
3.4.1 Avvio	22

3.4.2	Inserire i valori	23
3.4.3	Generare il file CSV	24
3.4.4	Scricare il file CSV	25
3.4.5	Generare l'immagine del grafico	26
3.4.6	Salvare l'immagine del grafico	27
3.4.7	Riavviare il test	28
Conclusioni		29
Elenco delle figure		31
Ringraziamenti		32

Introduzione

La Percezione sensoriale è un processo attraverso il quale l'informazione che proviene dagli organi di senso viene organizzata in un'esperienza utilizzabile dal soggetto e si distingue di solito dalla sensazione in quanto quest'ultima si riferisce solo al risultato immediato e relativamente non elaborato della stimolazione dei recettori sensoriali.

Percezione è dunque un fenomeno non riducibile alla pura recezione degli stimoli da parte del cervello, essa è il risultato della elaborazione di quegli stimoli riconosciuti e collocati in un sistema di riferimento.

Questa disciplina viene solitamente utilizzata negli alimenti e/o bevande, in quanto soggetti privilegiati dalla valutazione organolettica e testimoni storici della percezione sensoriale. La percezione stessa degli alimenti attraverso i sensi (gusto, olfatto, ecc.) è uno dei principali determinanti delle scelte alimentari.

Nella società odierna, nonostante esistano tecniche e strumenti molto "sostanziosi", i risultati attesi non sono soddisfacenti in quanto queste tecniche non sono progettate per stabilire con esattezza le diverse percezioni sensoriali non riflettendo minimamente i complessi meccanismi della psiche umana; esistono poi forme approssimative, come la degustazione o altre forme simili di valutazione, che tendono semplicemente a stabilire se un prodotto piace o meno, risultando questa una condizione essenziale, ma non sufficiente al successo di un'azienda.

Lo scopo di questa tesi è stato quello di progettare un'applicazione web detta test "Tempo-Intensita" seguendo le specifiche della Prof.ssa Giuseppina Paola Parpiniello del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari per definire le percezioni sensoriali. Il test si basa sull' utilizzo di un gruppo di assaggiatori (panel leader) ai quali viene chiesto di registrare aromi, sapori e retrogusti in base all' ordine percepito e alla loro intensità utilizzando una scala di valutazione costante nel tempo.

Si differenzia dalla valutazione sensoriale "scientifica" poichè non vengono usate rilevazioni strumentali (chimiche, fisiche, microbiologiche, ecc.).

Capitolo 1

Caratteristiche di valutazione

Questo lavoro si basa sull'analisi sensoriale, è perciò necessario spiegare le caratteristiche di questa disciplina in quanto gli scopi del suo impiego possono essere molteplici, fra cui spicca quello della ricerca e sviluppo di prodotti messi in atto dalle aziende agroalimentari. Ad esempio: se un'azienda che produce biscotti deve lanciare un nuovo prodotto, come fa a valutare in modo oggettivo se il nuovo impasto può essere ben accetto dai consumatori? Deve mettere in atto un progetto di misura, analisi ed interpretazione delle sensazioni visive, olfattive, gustative, tattili ed uditive che possono essere determinate dall'impasto per i nuovi biscotti. Tutto questo viene ovviamente affiancato a ricerche di marketing, progetti commerciali ecc, ma il giudizio dell'analisi sensoriale resta di fondamentale importanza.

1.1 Analisi sensoriale

L'analisi sensoriale è una disciplina scientifica che consiste nella valutazione delle caratteristiche di un prodotto (di qualsiasi natura esso sia) attraverso i cinque organi di

senso. Tutti i giorni, inconsapevolmente, facciamo una sorta di analisi sensoriale nel compiere le nostre azioni; ad esempio nell'acquisto di un'automobile, nel riconoscere una canzone, nel riconoscere un cibo che ci piace, ecc. . . È però dal punto di vista alimentare che l'analisi sensoriale sta assumendo una grande importanza negli ultimi tempi e soprattutto in campo professionale. Infatti è sempre più richiesto nell'industria alimentare l'impiego di un gruppo di assaggiatori selezionati (panel) che sia in grado di descrivere oggettivamente le caratteristiche organolettiche di un prodotto e di valutarne l'intensità, sia in assoluto, sia per confronto con altri prodotti simili. In generale il ruolo del panel è quello di anticipare i pareri del consumatore e di presentargli un prodotto che soddisfi il più possibile le sue esigenze, infatti il panel viene impiegato per lo sviluppo di nuovi prodotti, per il miglioramento di un prodotto già sul mercato, per verificare le conseguenze di modifiche apportate alle modalità di produzione, per la riduzione dei costi, per il controllo di qualità e anche per la stabilità di conservazione. Chiarita in generale l'importanza dell'analisi sensoriale nella vita di tutti i giorni è importante scoprire il funzionamento dal punto di vista fisiologico e scoprire più in dettaglio i cinque sensi, con particolare attenzione al gusto.

1.2 Fisiologia della percezione

Gli organi di senso rappresentano l'interfaccia grazie alla quale l'organismo riceve e traduce informazioni dal mondo esterno e sono cinque: vista, udito, olfatto, gusto e tatto e in tutti il funzionamento si basa su uno stimolo che viene captato da particolari recettori, i quali generano un segnale elettrico che giunge al cervello, dove viene decodificato. Sicuramente il senso ritenuto più importante per la vita dell'uomo è la vista e nell'ambito dell'analisi sensoriale le caratteristiche percepite da essa sono rilevanti per due aspetti fondamentali. Da un lato rappresentano gli attributi essenziali per la valutazione globale di un prodotto, dall'altro possono influenzare la percezione da parte degli organi di senso: infatti, riguardo agli alimenti, è stato dimostrato che la maggior parte delle persone reagisce più al colore che all'aroma. Per quanto riguarda l'olfatto esso è uno dei sensi maggiormente impiegati in analisi sensoriale. La risposta olfattiva è prodotta dall'interazione fra le molecole odorose che si liberano nell'aria dal substrato in cui sono contenute e i recettori di membrana presenti nella mucosa olfattiva, per cui fiutando un prodotto si aumenta il flusso d'aria e di conseguenza la percezione olfattiva. Il senso rappresentato dal tatto prende in considerazione tutte le stimolazioni di tipo meccanico e termico che vengono percepite da recettori presenti sia nella pelle che nelle mucose. L'udito è in generale il senso che viene meno utilizzato in analisi sensoriale, o meglio, viene utilizzato solo in ben determinate categorie di alimenti nei quali è importante descriverne il rumore collegato alla masticazione (es. nei prodotti da forno il rumore è legato alla freschezza).

Riassumendo abbiamo:

- *OLFATTO*: i recettori del naso sono in grado di percepire aromi, profumi ed odori emanati dall'alimento ed "aiutano" a costruire la sensazione del gusto.
- *VISTA*: l'occhio ci permette di percepire il colore, la forma e la dimensione del prodotto, ma ci consente anche di farci un'idea del sapore e dell'odore ancora prima dell'assaggio, se è qualcosa che abbiamo già mangiato il profilo sensoriale è stato memorizzato nel cervello.
- *GUSTO*: la lingua ed il palato molle, entrambi dotati di papille gustative, rilevano il sapore dell'alimento, ma anche la sua temperatura e la sua consistenza. Degli studi recenti e tuttora in corso d'opera hanno rivelato che i quattro gusti fondamentali (dolce, amaro, acido e salato) possono essere percepiti in ogni zona della lingua, contrariamente a quanto si credeva in passato.
- *TATTO*: nella valutazione sensoriale gli "addetti" al tatto sono le mani e la bocca, che permettono di percepire la forma, il peso e la consistenza dell'alimento.
- *UDITO*: pensare che le orecchie non servano per la percezione sensoriale di un cibo è sbagliato. L'orecchio interno, infatti, è raggiunto dalle vibrazioni prodotte dalla masticazione ed elabora queste informazioni per definire la consistenza.

Nell'analisi sensoriale degli alimenti è comunque il "gusto" il senso preso maggiormente in considerazione.

1.3 Recettori del gusto

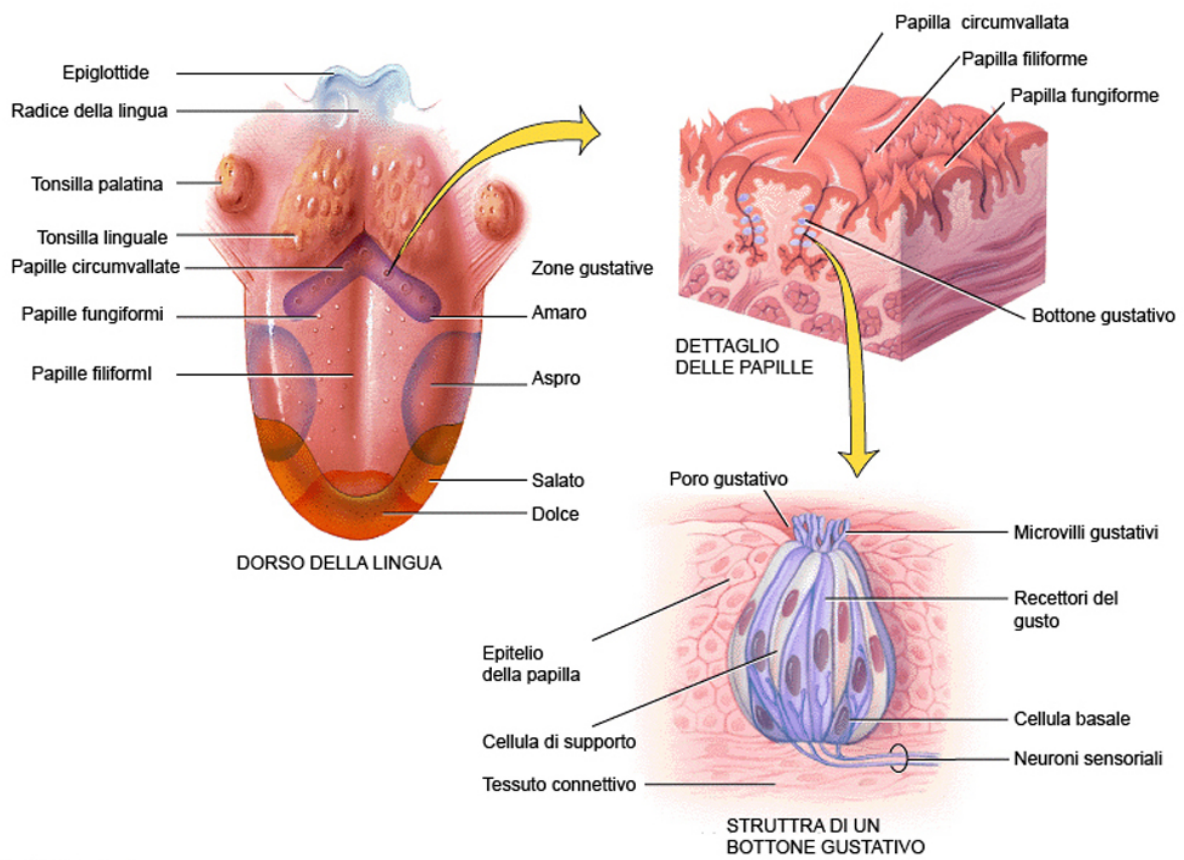
L'apparato gustativo è l'insieme degli organi preposti alla rilevazione delle sensazioni gustative. E' costituito dalla lingua, dal palato, dalle sue mucose molli e dalla cavità retronasale. Ciò che sentiamo come gusto di un cibo è dato da un insieme di sensazioni complesse. Nell' apprezzamento del cibo giocano molti fattori: oltre ai segnali gustativi e olfattivi, ci sono anche sensazioni tattili; tutto questo ci permette di sentire un cibo anche come farinoso, oleoso, secco, piccante, irritante, astringente, ecc. (www.edatlas.it) L'uomo è in grado di percepire solo 4 gusti: dolce, amaro, acido e salato. La percezione dei sapori è affidata ai recettori (bottoni gustativi) situati prevalentemente nella mucosa della lingua, i quali consistono di terminazioni nervose da cui, in seguito al contatto con le varie sostanze chimiche introdotte nella bocca e disciolte nella saliva, partono impulsi che attraverso varie fibre nervose raggiungono il cervello. Le cellule gustative sono organizzate in papille a forma di calice o bottone e possono essere di tre tipi: fungiformi, caliciformi, filiformi.

- *Papille fungiformi*: sono così definite per la loro caratteristica forma a fungo. Sono situate sulla parte superiore della lingua e in particolare sulla punta e sui bordi laterali. La loro funzione è quella di rilevare tre delle quattro sensazioni saporifere: il dolce, l'acido e il salato.
- *Papille caliciformi*: vengono così definite perchè la loro forma è simile a quella di un calice. Sono situate alla base della lingua e la loro funzione principale è quella di rilevare la sensazione dell'amaro.
- *Papille filiformi*: hanno un aspetto filiforme, sono situate al centro della lingua e la loro funzione è principalmente tattile. Sono cioè in grado di rilevare la diversa

consistenza dei liquidi o dei cibi che si introducono in bocca. (Anatomia Umana di Paolo Castano, Edi-Ermes)

Prendendo come esempio la dinamica di comparsa delle diverse sensazioni gustative indotte dal vino, dal momento della sua introduzione nel cavo orale, si può vedere che:

- la prima sensazione percepita, nell'arco di 6 secondi, è il dolce, successivamente il segnale si attenua;
- segue la sensazione di acido, che ha il suo massimo intorno agli 8 secondi, e si mantiene viva per un certo lasso di tempo;
- a circa 26 secondi compare la nota amara;
- segue ancora la nota pseudo calorica, falso calore, provocata dall'alcool etilico;
- in ultima battuta, a circa 36 secondi dal momento dell'assunzione del vino compare la sensazione di astringenza.



© John Wiley & Sons, Inc.

Figura 1.1: Recettori del gusto

1.4 Tempo Intensità

Il Tempo Intensità (in inglese Time intensity o TI) è un test sensoriale dinamico che permette di registrare l'evoluzione di una determinata caratteristica sensoriale nel corso del tempo. Il risultato è una curva d'intensità che permette di seguire l'andamento della percezione gustativa durante un assaggio. La sessione di valutazione inizia quando ciascun assaggiatore, portando il campione in bocca, clicca con il mouse sull'intensità "0" di una scala d'intensità (nel nostro caso basta cliccare sullo slider value), riportata sul monitor del computer. In funzione dell'evoluzione d'intensità della sensazione percepita nel tempo muove il cursore lungo la scala, tornando a "0" quando lo stimolo non è più presente e terminando così la sua valutazione.

L'analisi di ciascuna curva permette di estrapolare i dati che saranno utilizzati per l'analisi della varianza e che corrispondono a: intensità massima, tempo necessario per raggiungere il plateau, durata del plateau e durata della percezione.

Il TI, dunque, focalizzandosi sull'andamento dell'intensità di un attributo alla volta, consente al panelista di concentrarsi sulle variazioni sensoriali temporali legate a processi meccanici quali la masticazione, la salivazione, il rilascio dell'aroma, fondamentali per la percezione e l'apprezzamento di un prodotto.

Capitolo 2

Requisiti dell'applicazione

2.1 Panel Leader

Il Panel Leader chiamato anche “giudice di analisi sensoriale” è una figura molto importante quando si organizza un test sensoriale. Il suo compito è quello di istruire gli assaggiatori su quello che dovranno valutare ma saranno poi gli assaggiatori stessi ad usare l'applicazione. Un bravo Panel Leader deve saper trasmettere competenza e chiarezza, per far capire veramente a tutti cosa devono misurare e con che spirito. Intelligenza e diplomazia, per portare le teste più varie a lavorare con gli stessi obiettivi. Sensibilità e comprensione, per capire i ritmi del gruppo e quando c'è bisogno di staccare con un'attività diversa. Capacità di interessare e motivare, perché analizzare con una scheda molto dettagliata è un lavoro duro per la mente, e per farlo bene ognuno può essere mosso solo dall'entusiasmo.

I compiti fondamentali di un “Panel Leader” per gestire al meglio un sistema di analisi sensoriale sono:

- procedere in forma autonoma all’ampliamento del panel;
- scegliere e pianificare test di analisi sensoriale;
- condurre il panel nei test di analisi sensoriale;
- elaborare i dati dei test;
- emettere il report finale.

Tutti possediamo una memoria sensoriale, nessuno escluso. Certe forme di questa memoria sono antiche, tanto che il ricordo si recupera solo per analogia, quando riceviamo uno stimolo simile. Altre possono essere decisamente recenti e a breve termine: saranno abbandonate appena cesserà la loro utilità. In analisi sensoriale la memoria a breve termine si utilizza molto per tarare il gruppo: quando si raccolgono le valutazioni e si calcola la mediana i giudici hanno ancora un ricordo molto vivo del prodotto appena assaggiato e, se motivati, possono facilmente acquisire i dati emersi e connetterli all’esperienza vissuta. Purtroppo la memoria sensoriale è ben presente anche durante il test, per cui un campione assaggiato per primo condiziona la percezione di quello che segue, il quale a sua volta condiziona il successivo e così via. Non c’è assaggiatore che sfugga a questo meccanismo, per quanto sia stato edotto del problema che va sotto il nome di “effetto alone”. I panel leader lo conoscono molto bene e possono approfittarne: mettendo i campioni in una certa successione possono ottenere un certo profilo anziché un altro, possono in pratica confermare l’ipotesi voluta con maggiore facilità. Ecco perché si dice che l’onestà intellettuale del panel leader è una caratteristica imprescindibile dalla posizione. L’effetto alone si fa particolarmente sentire nei concorsi enologici dove, di

prassi, i campioni sono serviti a tutti i commissari nello stesso ordine. Questa è una delle ansie maggiori per chi vuole garantire ai produttori equità di giudizio e uno dei motivi di disagio quando si vede, per esempio, che un campione si guadagna la medaglia in una commissione e nell'altra no. Insomma, noi umani siamo davvero dei fenomeni, e chi si occupa di analisi sensoriale non può fare a meno di tenerne conto.

2.2 Assaggiatore

L'assaggiatore è una figura molto importante nella valutazione sensoriale soprattutto in campo enologico. Il suo compito è quello di assaggiare cibi e bevande per giudicarne le caratteristiche. Nell'industria e nella ricerca alimentare ci si serve abitualmente di panels, ovvero di gruppi di esperti che previo assaggio controllano la qualità organolettica dei prodotti. Nel nostro caso l'assaggiatore dovrà posizionarsi di fronte ad uno schermo di computer e dopo aver ingerito l'alimento/bevanda dovrà riportare sullo schermo attraverso un interfaccia di input (slider value) l'andamento della percezione dello stimolo nel corso del tempo.

Quattro sono i passaggi fondamentali per l'assaggiatore al fine di valutare al meglio le sue sensazioni:

- Prendere una buona quantità di cibo o bevanda
- Se si sta degustando un liquido, farlo ruotare intorno alle gengive, guance e palato per almeno 2-3 secondi; se si sta gustando un cibo solido masticare lentamente affinché vengano rilasciati i sapori per assicurare un completo contatto con i recettori del gusto

- Inghiottire o sputare tenendo la bocca chiusa in modo da favorire l' ingresso dell' aria attraverso il naso
- Contare il numero di secondi da cui si continua ad avere la percezione dei sapori

2.3 Descrittore

I descrittori sono le caratteristiche dei prodotti, o campioni, che si vogliono analizzare nel test. Tutti i descrittori possono essere racchiusi in cinque categorie che sono:

- Valutazione Visiva: racchiude tutti i descrittori associati alla vista, ad esempio l'intensità del colore;
- Valutazione Olfattiva: rappresenta i descrittori collegati all'olfatto, ad esempio la presenza di un determinato aroma o odore;
- Valutazione Gustativa: sono quei descrittori aggregati al gusto, ad esempio amaro o acido;
- Valutazione Complessiva: contiene i descrittori che delineano in maniera complessiva il campione;

Capitolo 3

L'applicazione Web

3.1 Cos'è un Applicazione Web?

Con il termine Web-application o Applicazione web si indica genericamente tutte le applicazioni distribuite web-based, cioè si intende un programma in cui tutte le funzioni sono accessibili con un normale web-browser come per esempio Google Chrome. I vantaggi sono molteplici, infatti questo tipo di applicazione non ha bisogno di essere scaricata, installata e configurata, inoltre se viene caricata su un web-server si ha la possibilità di effettuare aggiornamenti in modo semplice e veloce, la possibilità di utilizzo con qualsiasi tipo di dispositivo (pc, tablet, smartphone...) e in qualsiasi luogo e momento grazie ad Internet.

I problemi maggiori sono dovuti dal tipo di browser-web che viene utilizzato, poiché non tutti rispettano gli standard del web. Per questo motivo si consiglia di usare Google Chrome poiché non presenta problemi con questo tipo di applicazione e si sconsiglia di usare Internet Explorer.

3.2 Tecnologie usate

L'applicazione web in questione è stata sviluppata utilizzando i linguaggi HTML, CSS, JAVASCRIPT e JQUERY, si tratta di un applicazione Client-side che non richiede alcun tipo di server per essere eseguita.

Per prima cosa bisognava scegliere una giusta interfaccia per realizzare al meglio l'idea della prof.ssa Giuseppina Paola Parpiniello, cercando il giusto compromesso tra semplicità d'uso e funzionalità.

La scelta è stata quella di utilizzare FLOT una libreria javascript per jQuery semplice e che si adatta molto bene al nostro caso. Infatti con FLOT è possibile disegnare un grafico che si aggiorni in tempo reale impostando anche una frequenza di aggiornamento e il numero di punti da disegnare.

Per disegnare l'andamento del grafico bisognava inserire un elemento di input, la scelta è stata per uno slider value, poiché si adatta al meglio alla nostra situazione, infatti impostando un orientamento verticale si capisce subito anche a colpo d'occhio la funzionalità ad esso associata.

3.3 Linee Guida

Affinchè il test vada a buon fine bisogna rispettare alcune linee guida fondamentali:

- Per avviare l'applicazione basta aprire il file test.html con un browser-web (consigliato Google Chrome).
- Per iniziare il test basta tenere cliccato lo slider value per tutta la durata e trascinarlo verticalmente per inserire i valori e aggiornare il grafico in tempo reale. Il test può essere fermato in qualsiasi momento togliendo il click del mouse.
- E' possibile mettere il test in pausa togliendo il click del mouse e può essere ripreso ricliccandolo (il tempo riparte da quando è stato stoppato)
- I risultati ottenuti sono solo quelli visualizzati a schermo, tutti valori al di fuori della finestra del grafico verranno esclusi
- Per aumentare o diminuire i secondi di durata del test basta cambiare il valore nella text box relativa. Di default il valore è impostato a 30 ciò vuol dire che il test dura 9 secondi perchè in totale vengono disegnati 300 punti. Se per esempio si vuole far durare il test 15 secondi basta impostare il valore a 50 ($300 \times 50 = 15000$ millisecondi).
- Una volta terminato il test si possono effettuare 3 operazioni: generare il file csv e successivamente scaricarlo, salvare l'immagine del grafico e infine riavviare il test.
- Importante per scaricare il file CSV è **NECESSARIO** prima generarlo cliccando sul pulsante Genera CSV.

- E' possibile salvare l'immagine del grafico. Per prima cosa bisogna cliccare sul pulsante "Genera immagine" successivamente basterà cliccare col tasto destro nella voce "Salva immagine con nome ...".

3.4 Simulazione Test

Di seguito sono elencate passo passo tutte le fasi del test.

3.4.1 Avvio

Aprire il file test.html con un browser-web (consigliato Google Chrome, sconsigliato Internet Explorer).

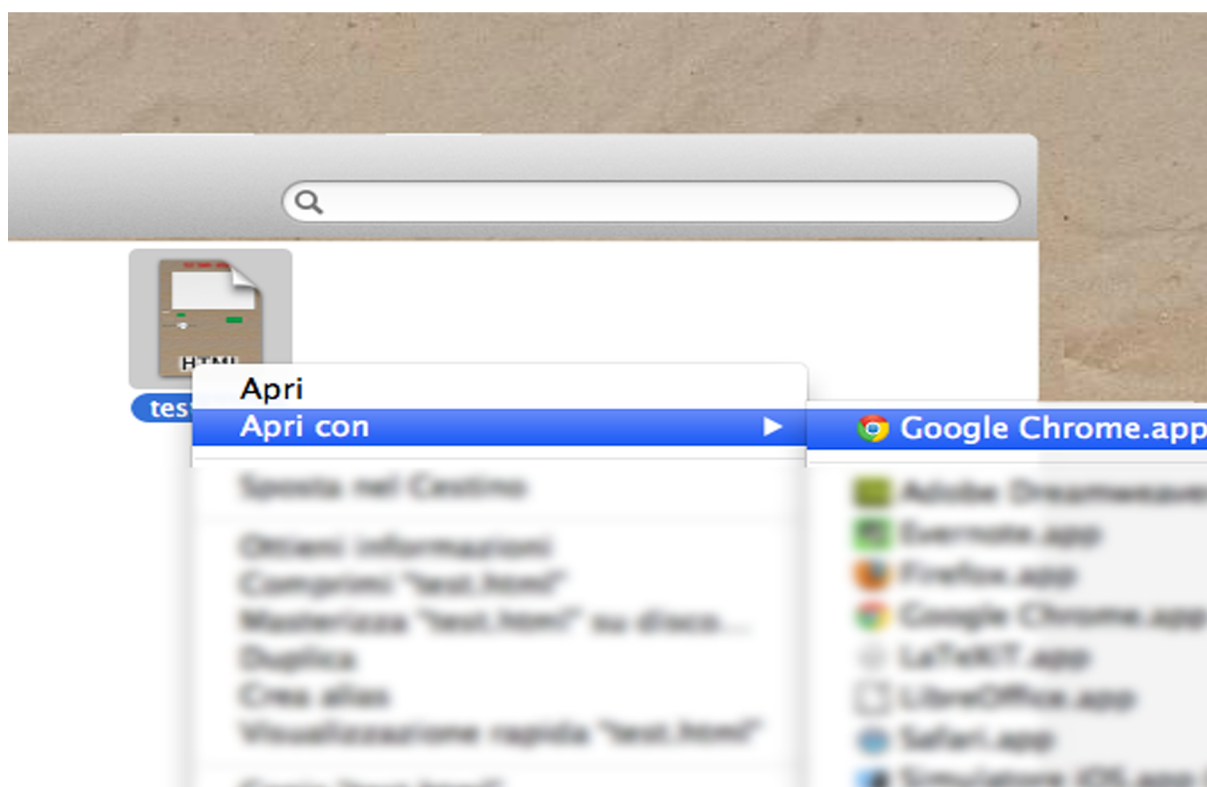


Figura 3.1: Avvio test

3.4.2 Inserire i valori

Tenere premuto il click sinistro del mouse sullo slider value per inserire i valori e aggiornare il grafico in tempo reale; lasciare il click solo quando si vuole interrompere il test.

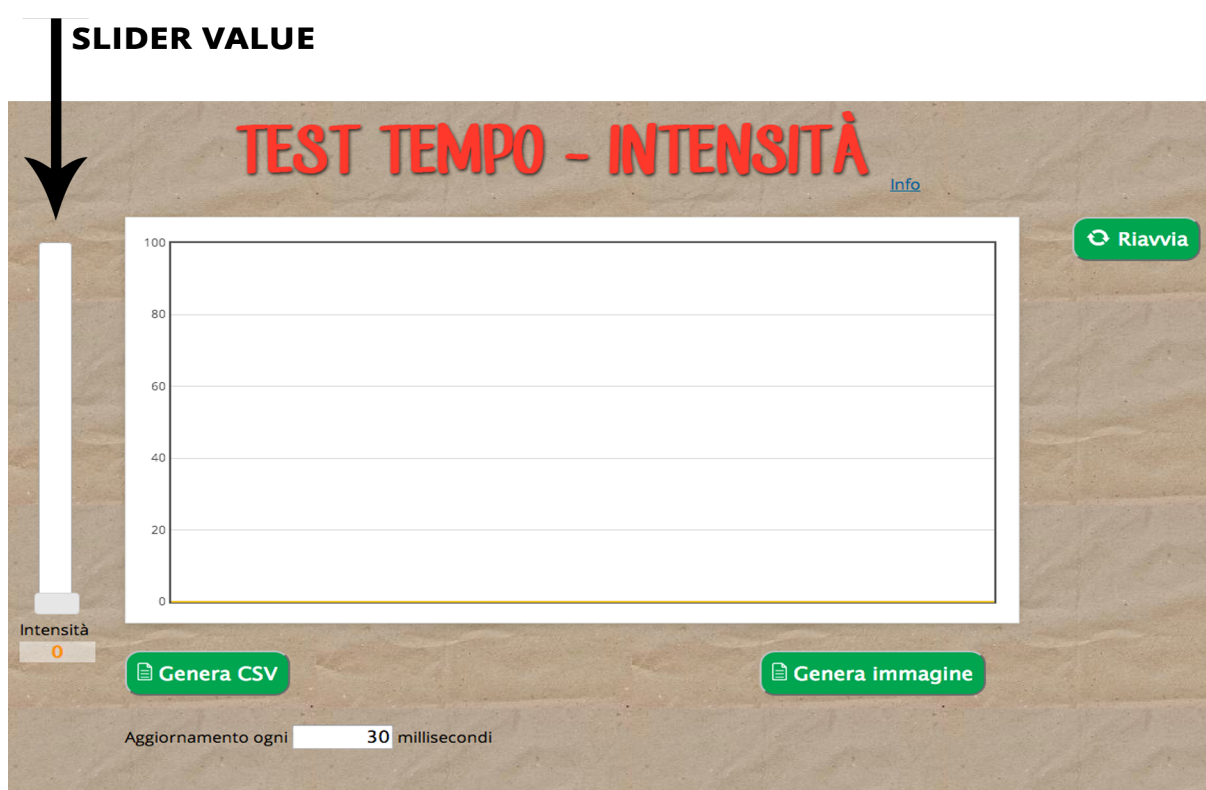


Figura 3.2: Inserire i valori

3.4.3 Generare il file CSV

Una volta inseriti tutti i valori nel grafico cliccando sul bottone “Genera CSV“ si può generare un file CSV in modo da poterlo scaricare e aprire con un qualsiasi programma che gestisce fogli elettronici.

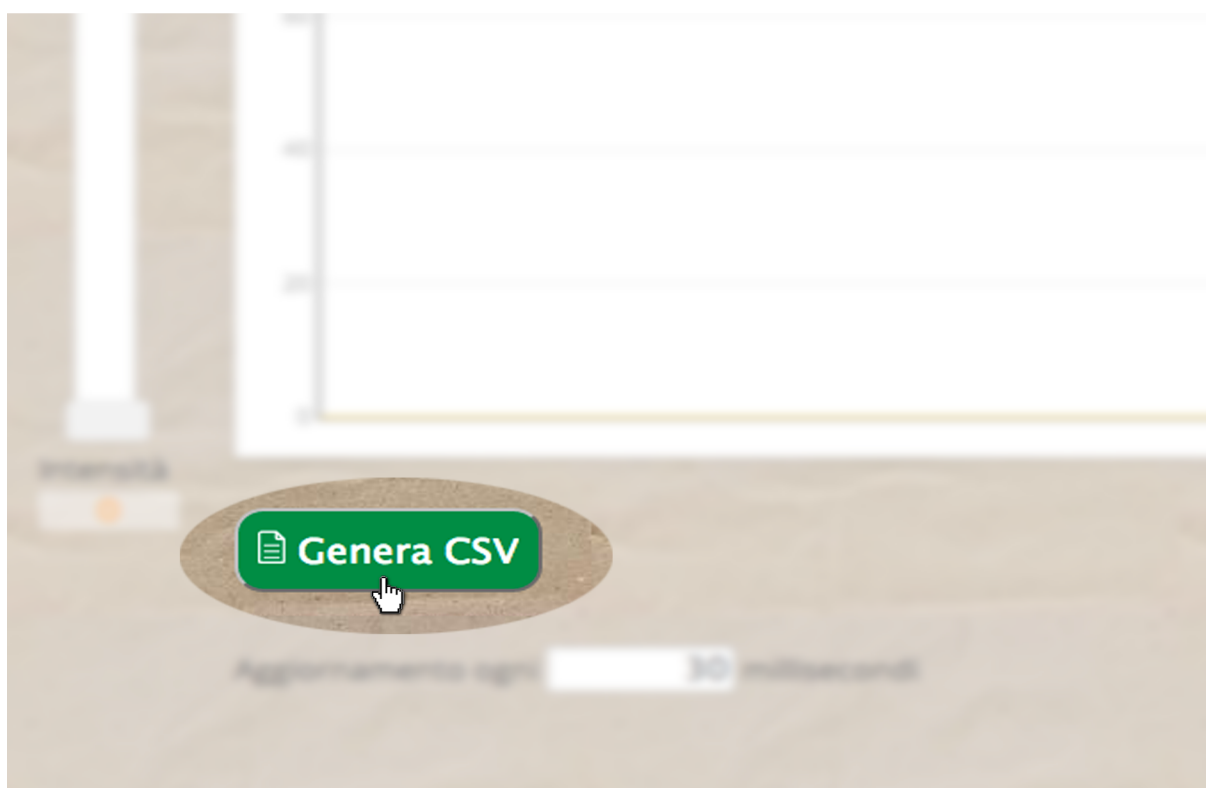


Figura 3.3: Generare il file CSV

3.4.4 Scricare il file CSV

Una volta generato il file CSV apparirà un nuovo pulsante “Download CSV“ che consentirà di scaricare il file (non funzionante su IE).

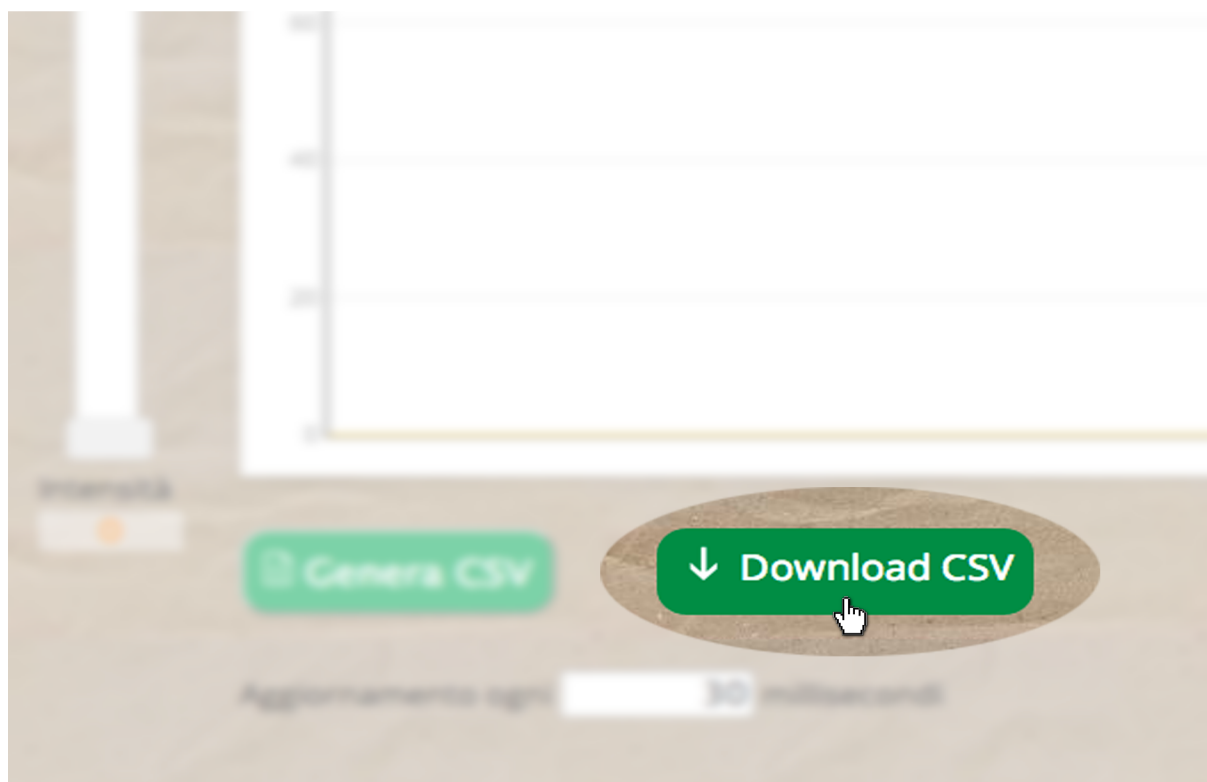


Figura 3.4: Scaricare il file CSV

3.4.5 Generare l'immagine del grafico

Cliccando sul bottone “Genera immagine” si aprirà una nuova finestra con l'immagine relativa al grafico aggiornato.

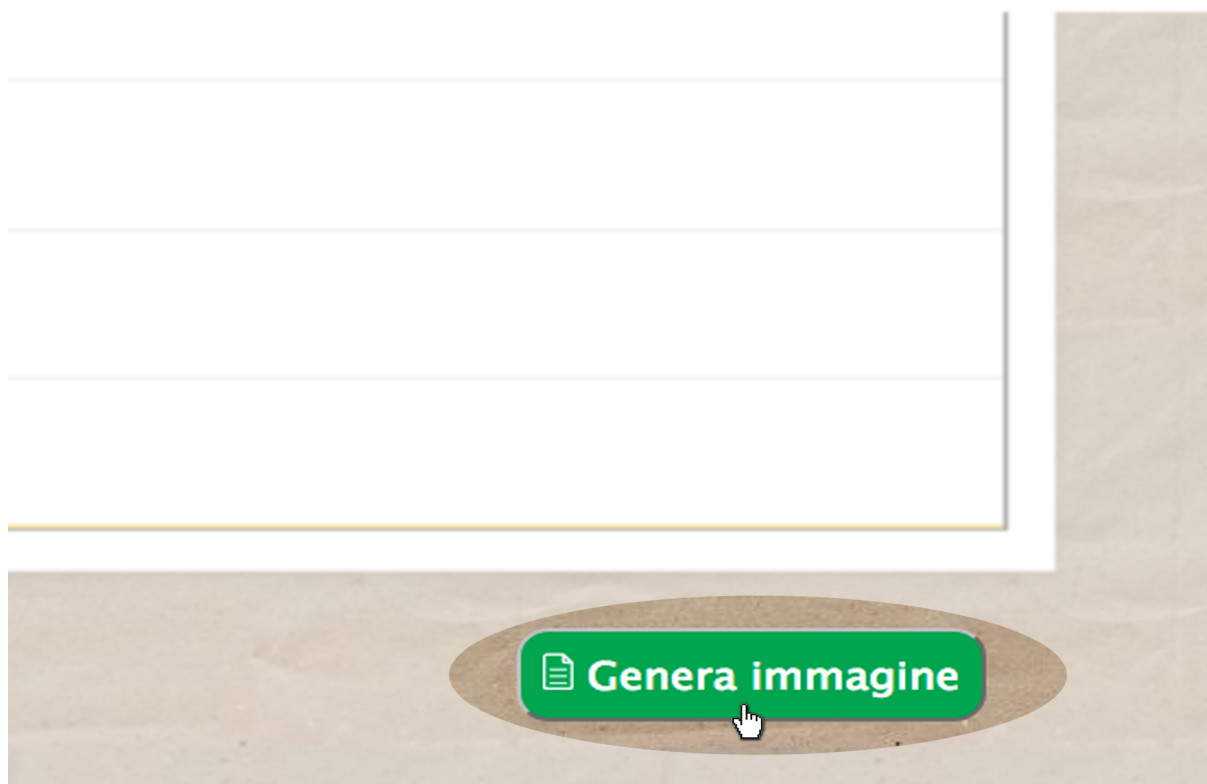


Figura 3.5: Generare l'immagine del grafico

3.4.6 Salvare l'immagine del grafico

Per salvare l'immagine del grafico basterà cliccare sopra la foto con il tasto destro del mouse e successivamente "Salva immagine con nome...".

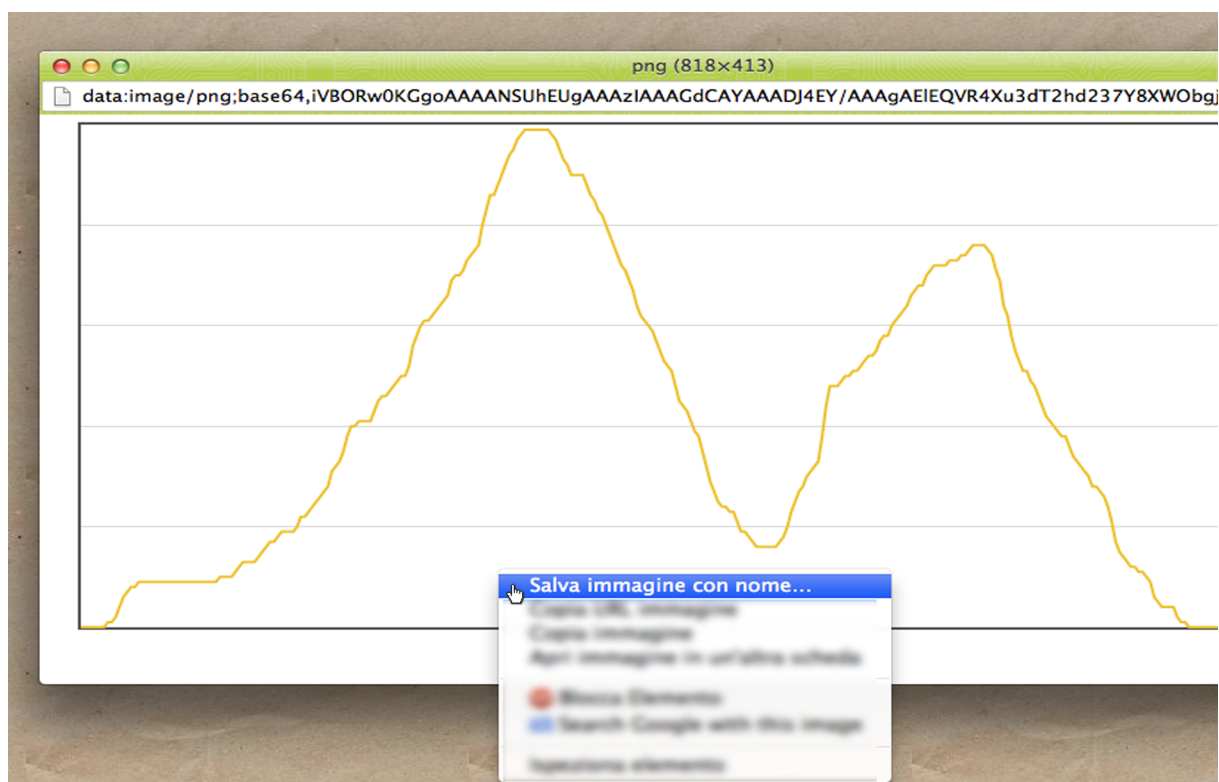


Figura 3.6: Salvare l'immagine del grafico

3.4.7 Riavviare il test

In qualsiasi momento e una volta terminato il test è possibile riavviarlo e quindi cancellare tutti i dati inseriti cliccando sul pulsante “Riavvia”.

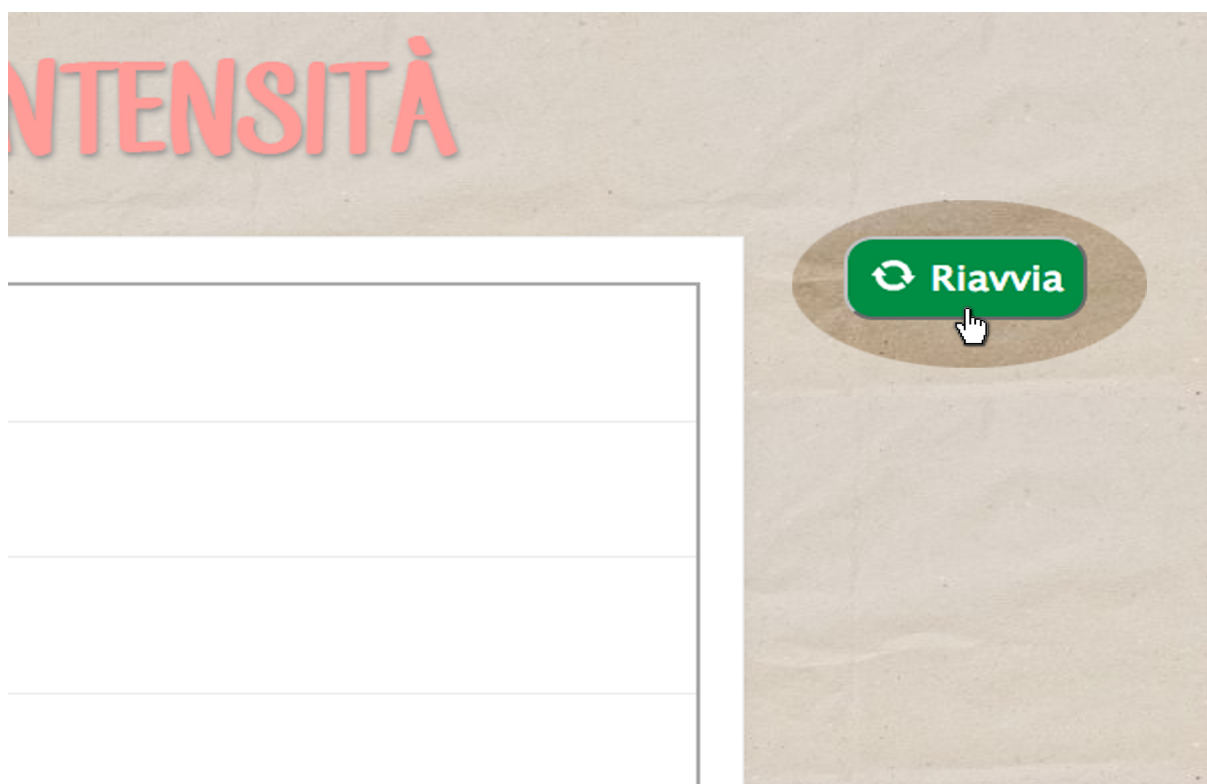


Figura 3.7: Riavviare il test

Conclusioni

In questa tesi si è sviluppata una applicazione web rivolta a chiunque voglia valutare la reazione dei sensi umani ad uno stimolo. Nasce dalla necessità di sapere in quale sequenza vengono percepiti dal consumatore i diversi gusti (dolce, amaro, acido,...), per questo trova la sua maggiore applicazione nel settore alimentare, ma questo non esclude che potrebbe essere applicata in qualsiasi altro campo riducendo tempo e costi di ricerca.

Tra gli sviluppi futuri c'è sicuramente l'ottimizzazione dell'interfaccia grafica per dispositivi mobili e l'aggiunta di funzionalità per analizzare, confrontare quindi gestire i risultati ottenuti.

Bibliografia

- [1] *Il bello e il brutto della memoria sensoriale*, 2013
<http://www.assaggiatori.com/blog/index.php/2013/01/17/il-bello-e-il-brutto-della-memoria-sensoriale/>
- [2] *Panel Leader*, 2013 <http://www.assaggiatori.com/blog/index.php/tag/panel-leader/>
- [3] *Time Intensity*, 2013 <http://www.assaggiatori.com/blog/index.php/2013/01/17/il-bello-e-il-brutto-della-memoria-sensoriale/>
- [4] *Documentazione jQuery*, <http://api.jquery.com/>
- [5] *Documentazione Grafico*, <http://www.flotcharts.org/>
- [6] *jQuery Vertical Slider*, <http://jqueryui.com/slider/>
- [7] *Documentazione Canvas2Image*, <http://nihilogic.dk/labs/canvas2image/>

Elenco delle figure

1.1	Recettori del gusto	11
3.1	Avvio test	22
3.2	Inserire i valori	23
3.3	Generare il file CSV	24
3.4	Scaricare il file CSV	25
3.5	Generare l'immagine del grafico	26
3.6	Salvare l'immagine del grafico	27
3.7	Riavviare il test	28

Ringraziamenti

Desidero ringraziare per primo il professor Moreno Marzolla e la prof.ssa Giuseppina Paola Parpiniello per la disponibilità, per l'attenzione e il tempo dedicatomi.

Inoltre vorrei ringraziare tutte le persone che mi sono state vicine e mi hanno aiutato in questo percorso, in particolare i miei genitori, mia sorella e Gabriele, che è grazie a loro che sono riuscito a raggiungere questo traguardo.

Infine ringrazio con affetto i miei coinquilini che mi hanno sempre aiutato e spronato ad andare avanti.