

# LA BELLEZZA DELLE NATURE PROPRIE

## OSSERVAZIONI E ANALISI DEL SUONO

### 1. Introduzione

Non stupirà che durante alcuni incontri con Claudio Montanari si sia finiti a parlare di campane. Io sono cresciuto in una casa molto vicina a una chiesa di quartiere, chiesa ovviamente completa di campanile in cui suonano vigorosamente a varie ore del giorno a volte una, a volte due, a volte tre campane a seconda della ricorrenza. Ascoltato da lì, il loro suono è prolungato e potente, ed è impresso nella mia memoria inconscia fin da bambino.

Io sono profondamente un musicista. Più che suonare uno strumento in particolare sono un artista appassionato dei suoni e della loro natura e mi piace ascoltarli e combinarli in composizioni e forme.

Il mio percorso di studi e di interessi mi ha portato a perdermi con estremo diletto nella ricerca e nella pratica delle armonie, delle accordature naturali, del rapporto che c'è tra i numeri e la musica.

Quando mi è stato chiesto di mettere in relazione i miei studi e le mie passioni con l'inestimabile materiale raccolto da Claudio mi si è subito reso evidente che da questo tesoro avrei potuto ricavare molti spunti interessanti sui fenomeni vibratorii delle campane e che non sarebbero mancati arricchimento e aperture verso nuovi percorsi. Così ho accettato.

Questo ha voluto anche dire addentrarsi in un mondo affollato di passioni, saperi, scuole di pensiero e teorie scientifiche a volte anche contrastanti tra loro o in sovrapposizione. Ci vogliono davvero anni ed esperienza per destreggiarsi in una materia complessa, che racchiude contraddizioni, teorie, correnti e scuole differenti, convenzioni e metodologie rimaneggiate nel corso di secoli, di cui veramente pochi possono parlare con cognizione di causa.

Preciso subito: la mia non è e non vuole essere una analisi tonale propria e tantomeno una analisi qualitativa delle campane. Anche se a tratti utilizzo i termini presi in prestito dalla sistematica campanologica, questo testo non vuole esprimere alcun giudizio o graduatoria sul rispetto dei relativi parametri. Mi sono limitato ad ascoltare le caratteristiche di ogni campana immergendomi nel suo suono con l'orecchio attento alle relazioni armoniche intrinseche, ai loro equilibri interni, alle loro unicità, che ho cercato di descrivere con attenzione più indipendente possibile.

Il suono di ogni campana campana è costituito da toni parziali e da armonici.<sup>1</sup> Io ne ho isolato i principali per verificare quali di questi fossero più intonati o interessanti per composizione e pasta. I risultati di questa ricerca li riporto qui assieme ad alcune considerazioni vagliate caso per caso.

Pur cercando di mantenere un approccio più estetico e meno "tecnico" possibile, non sono riuscito ad evitare di toccare la superficie di una scienza, di una branca del sapere profonda e consolidata, con mezzi non appropriati. Come un forestiero mi sono avvicinato a questa materia con un bagaglio di studi e con un vocabolario non di casa in questi territori, incappando ben presto in qualche sorpresa e commettendo sicuramente qualche inesattezza. Mi scuso fin d'ora se in questo testo ricorrerò a terminologie ibride, mutate da correnti musicali distanti dalla campanologia e talvolta persino non allineate. Nel descrivere un'esperienza soggettiva e personale come l'ascolto, da musicista libero e autodidatta quale io sono, non sono riuscito ad evitare di utilizzare espressioni e formule ereditate da correnti e scuole miste, dalla teoria classica, a quella contemporanea, antica o anche jazz-pop.

---

<sup>1</sup> Nel caso delle campane il termine "armonico" va utilizzato con cautela perché per come sono costruite, non hanno un centro tonale di riferimento con i suoi multipli di frequenza. Ciò che costituisce principalmente il loro suono sono i cosiddetti toni parziali che dipendono dalla sezione e dal profilo della campana. Diversamente gli armonici sono una conseguenza secondaria anche se connaturale a tutti gli idiofoni.

Mi auguro, con questo mio modestissimo contributo, di allacciare qualche ponte tra quella che è una disciplina scientifica e un approccio più artistico alla musica in quanto tale e, perché no, di attrarre qualcuno su un terreno intermedio di incontro.

## 2. Figura e sfondo

Il suono di una campana è molto complesso, ma se ne possono distinguere due livelli principali distinti.

Uno è la cosiddetta “strike note” ovvero quello che chiamerò il “rintocco”, quel suono breve, più pungente e acuto che è il colpo del battaglio contro la superficie interna della campana.

È il rintocco quello che per primo “salta all’orecchio”, quello che scandisce il tempo, l’elemento ritmico della suonata. Il rintocco è anche quello che si canta ai bambini come il “din don dan” di Fra’ Martino, quello che permette di scrivere le melodie per i campanari e per i musicisti di campane e quello che resta impresso nella memoria collettiva di una comunità, che funge da richiamo, che giunge lontano annunciando il momento di raccolta dei fedeli o i vari rituali della giornata.

C’è poi un secondo livello di ascolto, quello più strettamente relativo alla “armonia” della campana e che è particolarmente evidente nelle vicinanze della sorgente, del campanile.

Si tratta del suono che resta sullo sfondo, quello che rimane a lungo nell’aria anche dopo che il percussore ha smesso di colpire la campana. È un suono molto ricco, armonico, denso e prolungato, un lungo bordone sonoro cangiante, con oscillazioni e fluttuazioni, i cosiddetti “battimenti”. Si colloca nel registro medio-basso della campana ed è costituito dai toni parziali principali e dai loro armonici in diversa percentuale.

Questo suono è presente, persistente e costante; e anche nel breve attimo del colpo del battaglio, quando il nostro cervello vi porge minore attenzione, è possibile, modificando il nostro modo di ascoltare, eludere la melodia o il ritmo della campana in favore dell’armonia che risuona nello sfondo e che con le sue vibrazioni mette in risonanza tutta l’aria circostante.

Così come ad un concerto di musica classica potremmo concentrarci sul suono dell’orchestra anche mentre il solista è impegnato in un virtuosismo, allo stesso modo e con un po’ di allenamento è possibile concentrarsi sul gioco di riflessioni, movimenti e complesse vibrazioni che le campane producono nel registro più medio e grave, indipendentemente dai fraseggi, del ritmo o della melodia che in quel momento impegna l’abile campanaro o il banale meccanismo elettrico. Queste frequenze possiedono maggiore energia di quelle del rintocco e durano più a lungo riflettendosi sulle superfici degli edifici vicini creando poliedrici effetti acustici.

Chi ha potuto ascoltare una campana di discrete dimensioni da vicino non solo sa che il suono che emette è molto potente - soprattutto nell’attimo della percussione raggiunge livelli di pressione sonora molto alta tanto che è sconsigliabile ascoltarlo senza proteggersi le orecchie - ma ha anche provato che le sue vibrazioni passano attraverso il corpo e lo fanno risuonare, lo fanno vibrare assieme con l’aria come un vero e proprio massaggio. Il suono armonico delle campane può dare un leggero e piacevole senso di stordimento.

È proprio questo suono di fondo delle campane che concentra e stimola maggiormente la mia attenzione quando lo ascolto, ed è di questo tipo di suono che parlo prevalentemente in questa analisi. E infine nella coda, quando il battaglio smette di percuotere il vaso e la campana estingue gradualmente le sue vibrazioni, posso godere della sua armonia per il tempo effimero che il suono impiega per decadere lentamente a zero e sfumarsi col silenzio.

Questa è per me la caratteristica più seducente e magica, o per meglio dire “in-cantatrice” del loro suono e non posso escludere che ad essa sia dovuta almeno una parte dell’affezione che lascia nella memoria di chi ne fa esperienza.

## 3. Alcune premesse sulla metodologia adottata

In questa breve ricerca ho analizzato alcune delle registrazioni tratte dal vasto catalogo allegato al libro ed ho ricavato per ogni campana o gruppo di campane le note principali che ne costituiscono l’armonia. Per ogni registrazione ho isolato alcuni estratti di suono e li ho esaminati sia con l’ausilio di un computer sia a orecchio.

C’è da dire che quando si tratta di campane, analisi strumentale e orecchio vanno per strade leggermente diverse. Il suono di questi strumenti nasconde infatti alcuni trabocchetti sotto forma di effetti psicoacustici, ovvero ciò che si percepisce all’ascolto non sempre corrisponde ad una reale presenza vibratoria ma solo ad una percezione illusoria che si forma all’interno del nostro orecchio. In sostanza non tutto quello che si sente risulta dalle analisi strumentali. E questo accade ad esempio proprio con la nota più importante, quella che dà il nome alla campana,

la cosiddetta Nominale. In altre parole la nota percepita non è presente come una componente unica e stabile ma è costituita dalla somma e differenza di diverse frequenze distribuite su più ottave.

Se la prassi scientifica delle analisi tonali impone l'indicazione di un diapason di riferimento assoluto, diversamente in questo lavoro ho scelto di adottare un diapason diverso per ogni campana, ovvero accordato con quella che io ho identificato come la sua nota Nominale. Essendo la Nominale una nota percepita ma non reale, va da sé che si tratta di una scelta soggettiva, probabilmente discutibile, ma dettata dalla volontà di attribuire ad ogni strumento un centro tonale a sé stante, unico, e di valutarne i vari armonici e toni parziali limitatamente in rapporto ad esso. Nel caso di registrazioni di concerti, di carillon o di gruppi di campane ho invece cercato il suono complessivo, la miscela della loro somma armonica e ho utilizzato come frequenza di riferimento il corale di Vienna a 435 Hz.

Quello della Nominale non è l'unico effetto psicoacustico insito nel suono di questi formidabili strumenti musicali. Nelle tabelle analitiche che ho esposto, tra i toni estranei alla sistematica tradizionale si trova anche quello che ho definito "Falsa Prima". Capita spesso, soprattutto se si ascolta un concerto di campane in cui la distanza tra le note è breve o quando il suono ci giunge da lontano e quindi privo della parte medio-bassa dello spettro,<sup>2</sup> di identificare la Nominale della campana ad una altezza dove in realtà non c'è. Questa nota, spesso posta ad un intervallo di IV sopra la Prima (es. campana con Prima in Do, nota percepita Fa) la si può trovare classificata dalla scienza campanologica come "tono di quarta di metallo" o "tono di battuta secondario". Non avendo, al tempo della prima stesura di questo testo, ancora nessuna conoscenza di tale fenomeno, ma volendolo classificare in qualche modo, ho deciso di chiamare la nota percepita Falsa Prima proprio perché erroneamente identificabile con la fondamentale e di inserirla nelle mie analisi in quanto fatto evidente. Va detto infatti che se ci si focalizza sulla parte alta dello spettro, la Falsa Prima si trova, sia tra i dati delle analisi che ad orecchio, solamente che è ad ottave decisamente più alte di quello che si percepisce intuitivamente.

Nell'elencare le frequenze in cicli al secondo delle varie componenti del suono ho mantenuto la sovrapposizione verticale, mettendo le frequenze più gravi in basso alla lista e quelle più acute in alto.

Le frequenze riportate nelle tabelle, anche se definite fino al decimo di Hertz, possono essere soggette a sensibili approssimazioni. Le registrazioni che ho utilizzato sono state effettuate su campane a slancio, spesso a distanza, in presenza di edifici circostanti e pareti riflettenti. Qualsiasi strumento musicale in movimento, a causa dell'effetto doppler modifica la percezione della sua accordatura, e nel caso di piena oscillazione si producono effetti di fase e fluttuazioni attorno alla frequenza reale di vibrazione. Le risonanze di una campana in movimento, ascoltata in un contesto all'aperto non sono dunque quasi mai continue e stabili ma variano nel tempo con oscillazioni che possono estendersi sopra e sotto il valore dato di diversi Herz. In più bisogna tenere conto dell'influenza di vari fattori come direzione, intensità e turbolenze del vento, temperatura, umidità, distorsioni, eccetera.

I valori riportati qui sono il frutto del calcolo di una media nel tempo e del confronto con numerose verifiche ad orecchio e rispondono nella maniera più precisa possibile alla mia esperienza di ascolto.

Nelle tabelle ho seguito l'ordine di apparizione delle varie campane così come si trovano nella registrazione, pertanto in qualche caso si trovano elencate in ordine ascendente, in altri nell'ordine inverso.

Le note vengono indicate con terminologia italiana.

Le loro deviazioni sono calcolate in centesimi di semitono rispetto al valore ideale rappresentato dal sistema temperato o accordatura a temperamento equalizzato perché le campane occidentali vengono oggi progettate per rispettare gli intervalli musicali secondo tale sistema. Per la notazione delle altezze si è utilizzato il sistema franco-belga<sup>3</sup> ove il La a 440Hz corrisponde alla notazione La3.

I toni parziali sono sempre indicati con l'iniziale maiuscola, mentre quando si parla di intervalli musicali, viene usata la minuscola. Ad esempio, l'Ottava Inferiore denota il tono parziale che si trova all'ottava inferiore della Prima. Quando è stato possibile e limitatamente ai casi più evidenti, nelle descrizioni è stata aggiunta l'eventuale presenza di serie o di armonici naturali e la loro relazione con la fondamentale secondo la notazione a frazione di numeri interi.

<sup>2</sup> Le frequenze acute delle campane viaggiano più lontane e durano meno, mentre quelle gravi hanno maggiore energia ma non si propagano alla stessa distanza

<sup>3</sup> Nel sistema franco-belga la nota presa a riferimento è il Do sotto il rigo della chiave di basso, chiamato Do1. Per ogni ottava superiore il deponente viene aumentato di una unità.

Generalmente, se il nome della nota è espresso in notazione letterale, tipica della Germania e dei Paesi anglo-sassoni (es.: F5), si è in presenza di una notazione scientifica dell'altezza, mentre se il nome della nota segue l'uso sud europeo (es.: Fa4) il sistema adottato è quasi sempre quello franco-belga.

Le analisi strumentali sono state eseguite con software diversi (Spear, MaxMSP, Audacity, Digital Performer) per praticità, per avere più dati da incrociare tra loro, per isolare i vari suoni e poterli verificare ed ascoltare singolarmente caso per caso.

#### 4. La campana grossa di Aidussina

Il campione in esame è il file n.4 del supporto 1 - suoni nelle festività

AIDUSSINA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 431.0 Hz			
FREQUENZA IN Hz	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
1372.7	Fa5	+5.4	armonico del rintocco (Falsa Prima)
1056.7	Do#5	-47.6	nuvola di armonici del rintocco (Doppia Ottava)
1015.1	Do5	-17.1	
767.5	Sol4	-1.2	Dodicesima o ottava della Quinta (6°armonico di 128Hz?)
621.5	Re#4	+33.5	Decima o ottava della Terza
512.7	Do4	+0.4	Ottava Superiore
383.2	Sol3	-3.7	Quinta
303.8	Re#3	-5.6	Terza (32/27 con le Ottave)
<b>256.3</b>	<b>Do3</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
243.2	Si2	+9.2	Prima
128.1	Do2	-0.7	Ottava inferiore o Hum tone

In questa sonata mi sono concentrato sull'inizio della registrazione dove è presente solo la campana maggiore. La nota Nominale della "grossa" del campanile di Aidussina è un Do3 che vibra a 256Hz.

L'armonia di questa campana è molto particolare e riconoscibile. L'ottava inferiore, il cosiddetto Hum tone a 128Hz è perfettamente accordato con l'Ottava Superiore ed è molto limpido anche il parziale di Terza che forma con le Ottave Do2 e Do4 un intervallo minore pitagorico di 32/27 quasi perfetto.

La Prima, anche se brevemente mascherata durante il colpo, affiora chiaramente durante la risonanza e si manifesta calante di quasi un semitono (91 centesimi) rispetto alle sue ottave, conferendo alla campana una armonia di CminΔ.

Molto chiara e limpida anche la quinta superiore o Dodicesima a 767Hz.

Gli armonici del colpo che costituiscono il tono di Doppia Ottava, percepibili subito dopo il rintocco, sono lievemente calanti e battono percettibilmente essendo le loro componenti principali distribuite nell'intervallo di una quarantina di Hertz. Immediatamente dopo il colpo del battaglio e di breve durata, si può sentire il Fa acuto a 1372Hz che rivela la Falsa Prima Fa nel registro acuto.

Interessante notare che molti toni parziali di questa campana si avvicinano sensibilmente alla serie degli armonici della nota più bassa Do2: 128-256-384-512-768-1024Hz (I-II-III-IV-VI e VIII grado).

#### 5. S. Marco a Venezia

Il campione in esame è il file n.3 del supporto 2 - uso di segnali Per la seconda campana è stata utilizzata una registrazione del progetto Venezia Soundmap reperibile online all'indirizzo <http://www.venicesoundmap.eu/sounds/entry/232/>. Per il concerto è stato fatto anche un ascolto in loco

Il campanile di San Marco ospita 5 campane intonate sulle note di LA2, SI2, DO#3 RE3 e MI3. Il concerto inizia con la più piccola, a cui si aggiungono in sequenza decrescente le altre fino a quella maggiore, chiamata affettuosamente ancora oggi dai veneziani la Marangona. Con tutte le campane che suonano assieme è molto difficile isolare le varie componenti; ho potuto ascoltare singolarmente solo la quinta, che dà inizio al concerto, e la seconda, detta anche Nona o Mezzana e che ancora oggi segna il mezzogiorno e la mezzanotte. Delle altre

campane dò una breve descrizione e mi limito a commentare i dati ricavati dalle misurazioni strumentali. Riservo per il “plenum” alcune considerazioni finali.

S. MARCO QUINTA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 429.1Hz			
FREQUENZA IN Hz	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
1312.3	Mi5	+35.1	Doppia Ottava della Prima
956.9	Si4	-11.7	Dodicesima o ottava della Quinta
647.2	Mi4	+11.3	Ottava Superiore
485.8	Si3	+14.7	Quinta
388.3	Sol3	+26.8	Terza
325.7	Mi3	+22.5	Prima
<b>321.5</b>	<b>Mi3</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
162.8	Mi2	+21.9	Ottava Inferiore o Hum

La QUINTA campana, chiamata anche “Renghiera” o “campana del maleficio” perché annunciava la sentenza dei condannati alla pena capitale suona un Mi3 a 321Hz.

I suoi toni parziali Hum, Prima e Terza minore sono molto intonati tra loro, Quinta e Ottava superiore appena appena calanti. Una caratteristica distintiva della Quinta è che a 485Hz è più intonata ma poco evidente e molto breve, mentre all’ottava superiore è limpida, persistente e molto stabile, ma si trova sotto di una trentina di centesimi rispetto agli altri toni parziali e pertanto dona a questa campana un sapore “calante” nel registro medio-alto.

S. MARCO QUARTA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 440.9Hz			
FREQUENZA IN Hz	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
1888.1	La#5	+17.9	13° armonico di Re2?
1516.9	Fa#5	+38.9	armonico nel colpo (Falsa Prima)
1167.9	Re5	-13.8	Doppia Ottava della prima
851.0	Sol#4	+38.2	Dodicesima o ottava della Quinta (calante)
573.3	Re4	-45.6	Ottava Superiore
347.0	Fa3	-14.9	Terza
<b>294.3</b>	<b>Re3</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
293.7	Re3	-3.6	Prima
145.3	Re2	-21.9	Ottava Inferiore o Hum

Nella quarta campana, anche detta “Pregadi” o “Mezza terza”, il tono parziale Prima è perfettamente accordato sul Re centrale del pianoforte con diapason a 440Hz. Ottava Inferiore e Terza hanno minime deviazioni verso il basso. L’Ottava Superiore cala di quasi un quarto di tono e la Dodicesima anche di più. Questa loro comune deviazione fa mantenere tra loro un buon rapporto di quinta, ma calante rispetto alla tonalità di impianto di circa un quarto di tono.

Focalizzando l’attenzione sul colpo del battaglio, dopo un poco affiorano le frequenze più acute come Re5 e Fa#5 o come quello che potrebbe essere il tredicesimo armonico dell’Ottava Inferiore. Di questa campana, come delle due seguenti, non sono riuscito ad isolare la Quinta in quanto mascherata dalle dinamiche del concerto o perché non particolarmente evidente.

S. MARCO TERZA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 438.9Hz			
FREQUENZA IN HZ	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
1431.7	Fa5	+46.8	armonico del colpo del battaglio (Falsa Prima)
1095.2	Do#5	-17.0	Doppia Ottava della Prima
800.4	Sol4	+40.1	Dodicesima o ottava della Quinta
540.0	Do#4	-41.2	Ottava Superiore
327.6	Mi3	-6.4	Terza
<b>276.5</b>	<b>Do#3</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
271.5	Do#3	-31.6	Prima
136.1	Do#2	-27.1	Ottava Inferiore o Hum

La terza campana detta “Trottiera” o “Quarantia” suona un Do# a 276Hz. Nel concerto analizzato è quella che si sente di meno, in parte per la posizione del microfono durante la registrazione e in parte per il suo registro di voce intermedio. Il tono parziale di Prima è ben accordato con le sue ottave anche se con minime deviazioni. Con la sua Terza forma un intervallo minore leggermente crescente, più vicino alla terza minore naturale 6/5 che a quello equalizzato.

S. MARCO SECONDA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 428.7Hz			
FREQUENZA IN HZ	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
1253.9	Mi5	-42.0	armonico del colpo (Falsa Prima)
968.2	Si4	+10.4	Doppia Ottava della Prima
703.1	Fa#4	-43.5	Dodicesima o ottava della Quinta
619.6	Re#4	+37.6	armonico del colpo
593.2	Re#4	-37.8	Decima o ottava della Terza (maggiore)
473.1	Si3	-29.4	Ottava Superiore
285.6	Re3	-3.2	Terza (minore pitagorica)
241.6	Si2	+7.1	Prima
<b>240.6</b>	<b>Si2</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
118.6	Si1	-24.7	Ottava Inferiore o Hum

La seconda campana di San Marco, detta anche “Nona” o “Mezzana” è quella che suona il Mezzogiorno e la Mezzanotte. Ancora oggi nelle serate estive, dopo i suoi lunghi rintocchi molte attività all’aperto chiudono i battenti e la città cala nel silenzio e nella vita notturna, più appartata e misteriosa.

La sua nota nominale è un Si2 a 240Hz e sono evidenti i suoi toni parziali superiori Dodicesima (703Hz, frequenza nitida e persistente nel decadimento) e la Doppia Ottava (968Hz).

L’Ottava Inferiore o Hum a 118Hz è in accordo con l’Ottava Superiore, ma sono entrambe calanti di parecchi centesimi rispetto agli altri toni parziali principali.

La Prima è in ottima intonazione con la sua Doppia Ottava e con la Terza (Re3), con la quale vi è un legame armonico non perfetto dal punto di vista della accordatura equalizzata ma perfetto secondo una accordatura naturale. Il rapporto tra le loro frequenze di vibrazione corrisponde esattamente a 32/27 ovvero ad un intervallo di terza minore pitagorica.

Nel registro degli acuti i toni sono invece crescenti e danno brillantezza al rintocco. È molto percepibile come nota della percussione anche il Re# a 619Hz e 1253Hz.

Una approssimazione arbitraria della serie armonica dell’Ottava Inferiore la si può trovare sui gradi: primo (118Hz), secondo (237Hz), quarto (473Hz), quinto (593Hz) e sesto (711Hz).

S. MARCO PRIMA O MARANGONA DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 438.8Hz			
FREQUENZA IN HZ	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
1184.4	Re5	+19.0	armonico del colpo (Falsa Prima)
906.9	La#4	-43.1	Doppia Ottava della Prima
657.3	Mi4	-0.4	Dodicesima o ottava della Quinta
435.6	La3	-12.7	Ottava Superiore
322.0	Mi3	-35.8	Quinta
256.3	Do3	-30.9	Terza
219.4	La2		Nominale / centro tonale percepito
218.1	La2	-10.3	Prima
103.0	Sol#1	-9.1	Hum o Ottava Inferiore

La campana maggiore è l'unica sopravvissuta al crollo del campanile del 1902 e non condivide con le altre gli stessi natali. Erede solo nel nome della storica "Marangona" che dava il segnale di inizio e fine del lavoro ai falegnami, è precedente di quasi un secolo rispetto alle sue "sorellastre" alloggiata nella cella campanaria di Piazza San Marco.<sup>4</sup> La sua nota è una La2 a 219Hz, Nominale e Ottava Superiore sono molto accordate e deviano tra loro di soli due centesimi di semitono. L'Ottava Inferiore o Hum è decisamente calante e raggiunge il Sol#1 a 103Hz mentre la Doppia Ottava cresce quasi fino al La#. Al loro interno, inquadrata da questa serie di prime "divergenti", sono particolarmente potenti la Terza e le Quinte, soprattutto quella superiore o Dodicesima.

La Falsa Prima in posizione di Re, percepita attorno ai 580Hz è presente fisicamente solo con l'armonico del rintocco a 1184Hz.

## 6. Il concerto di San Marco

IL CONCERTO DI S. MARCO DIAPASON DI RIFERIMENTO: 435 HZ				
	OTTAVA INFERIORE	PRIMA	TERZA	OTTAVA SUPERIORE
campana V	Mi -1 cent	Mi -1 cent	+3 cent Sol	Mi -12 cent
campana IV	+2 cent Re	+20 cent Re	+9 cent Fa	Re -22 cent
campana III	Do# -12 cent	Do# -16 cent	+9 cent Mi	Do# -25 cent
campana II	Si -50 cent	Si -18 cent	Re -28 cent	Si -55 cent (A#+45)
campana I	La -94 cent (SOL#+6c)	+4 cent La	Do -16 cent	+2 cent La

Il concerto di San Marco lo si può riconoscere subito proprio grazie alla personalità della sua campana maggiore. Nel plenum discendente delle grandi occasioni si presenta per ultima e si fa distinguere molto bene sia per il suo tono grave, sia per la sua nota, che è sensibilmente fuori posto rispetto alle altre.

Che la Marangona sia calante o crescente è questione relativa, perché è ben vero che la sua Ottava Inferiore cala di un intero semitono arrivando addirittura al Sol#, ma i restanti toni parziali sono molto intonati e, se comparati con riferimento al corista di Vienna a 435Hz, la sua Prima e la sua Ottava sono quasi perfette. In altre parole la

<sup>4</sup> La Campana Maggiore è stata fusa da Domenico Canciani nel 1819 mentre le altre sono state fuse dai Fratelli Barigozzi di Milano nel 1909

Marangona suona un LA molto intonato, ma crescente nel contesto del concerto e con la variante aggiuntiva di un'Ottava Inferiore fortemente calante.

Se volessimo cercare un colpevole per questa discrepanza tonale, forse dovremmo guardare più alle altre campane ed in particolare alla "Nona o Mezzana" che cala di un quarto di tono sia sull'Ottava Superiore che su quella Inferiore. Più in generale, con il Plenum, mano a mano che entrano le campane in sequenza dalla quinta alla seconda, gli intervalli creati dalle note principali sono via via più eccedenti e accumulano una dilatazione della scala Mi-Re-Do#-Si fino al punto che un ingresso anche intonato sul La appare crescente di un quarto di tono. Sarebbe interessante ascoltare una sequenza inversa per capire se si prova lo stesso effetto.

Inoltre, almeno a me, l'impressione di stonatura svanisce dopo un po', forse perché il mio orecchio tende ad adattarsi, o forse perché nella registrazione la campana maggiore maschera la seconda per superiorità di volume.

Il concerto finisce come da tradizione proprio con la Marangona, che da sola lascia riverberare nell'aria il suo meraviglioso accordo di terza minore La2-Do3- Mi4 riscattandosi in tutta la sua bellezza.

In definitiva, piuttosto che di una stonatura, l'impressione si ha è quella di un suono che viene dal passato e che si manifesta con la maestosità della gran signora del campanile. Inoltre la sua "stonatura" - e ribadisco che mi riferisco solo in riferimento al concerto e non alla sua accordatura intrinseca - le dona una personalità che ben giustifica il rispetto e l'amore dei suoi Veneziani.

## 7. Campana dei Caduti, Rovereto di Trento

Il campione in esame è il file n.86 del supporto 1 - suoni nelle festività

MARIA DOLENS			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 445.4Hz			
FREQUENZA IN Hz	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
1118.3	Do#5	-6.5	nuvola di armonici del rintocco
962.9	La#4	+34.5	
806.8	Sol4	+28.3	armonico del colpo
653.4	Mi4	-36.8	armonico del colpo (Falsa Prima)
506.0	Si3	+20.6	Doppia Ottava della Prima (crescente)
368.7	Fa#3	-27.4	Dodicesima o ottava della Quinta
331.0	Mi3	-14.2	Si sente subito dopo il colpo. Molto breve.
308.8	Re#3	-34.3	Decima o ottava della Terza (maggiore)
246.6	Si2	-23.7	Ottava Superiore
146.0	Re2	-31.2	Terza
<b>125.0</b>	<b>Si1</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
117.0	La#1	-14.5	Prima
63.9	Si0	+38.3	Ottava Inferiore o Hum
32.3	Do0	-42.8	Doppia Ottava Inferiore

La campana dei Caduti di Rovereto, battezzata Maria Dolens è un Si1, anche se la sua Prima vibra a 117 oscillazioni al secondo, frequenza che corrisponde al Sib.

Trattandosi di una campana di dimensioni considerevoli (è la più grande d'Italia e pesa più di 22 tonnellate) è logico che sia anche la campana con la nota di battuta più grave. L'analisi spettrale rivela vibrazioni fino a due ottave sotto la Prima, ovvero fino alla considerevole soglia di 32Hz.

La lega con cui è stata fusa questa campana monumentale o forse il fatto che si tratta di una campana a battaglia cadente le conferisce un suono metallico e con un colpo più pungente rispetto ad altre campane in bronzo.

Il suono della Maria Dolens è ricchissimo e a fianco ai toni parziali principali non si può non tenere conto di dense nuvole di armonici<sup>5</sup> che avvolgono sia il colpo che il bordone risonante col suo lungo decadimento. Nel

<sup>5</sup> Con questa metafora, che mi ritrovo ad usare frequentemente, intendo un agglomerato di frequenze ad altezza ravvicinata che non si riescono ad isolare con l'orecchio a causa della loro densità e che, come nuvole, creano una sorta di "foschia" vibrante attorno alle note.



suono dei rintocchi di questa campana si apprezza un accordo maggiore quasi costante sulle note Si-Re#-Fa#-Si, che si può ascoltare sulle frequenze 246-308-368-506Hz e rafforzato dall'Ottava Inferiore a 64Hz. In particolare il Fa#3 e il Si3 sono sempre presenti durante tutta la suonata e nonostante gli intervalli di ottava non siano sempre rispettati (rispetto al Si l'Ottava Inferiore cresce mentre la Prima cala) l'accordo fluttuante che ne scaturisce incanta. L'oscillazione e le dimensioni della campana fanno anche sì che specialmente le note più acute si estendano nelle regioni vicine calando e crescendo a causa dell'effetto doppler.

Va anche notato che la Terza Re2 è minore, ma trovandosi nel registro basso non influisce eccessivamente sulla tonalità della campana e in più gli dona una certa ambiguità modale che seduce.

Nel registro acuto è presente la Falsa Prima Mi4 leggermente calante a 653Hz e direttamente collegabile al colpo del battaglio, così come il Sol a 806Hz, il La# a 963Hz e il Do# a 1118Hz.

Notevole la quantità di armonici che la Campana dei Caduti mette in risonanza. Sopra la frequenza di Do#5 diventa difficile distinguerne le frequenze perché sono tantissime. Le nuvole armoniche sul registro acuto si estinguono più rapidamente delle note più basse ma sono un vero marchio distintivo di questa prodigiosa campana monumentale.

## 8. Cattedrale di San Giusto a Trieste

Il campione in esame è il file n.54 del supporto 1 - suoni nelle festività

Sul Campanile della Cattedrale di San Giusto sono ospitate 5 campane in scala di Sol2, ma nella registrazione in esame si possono sentire solo le 3 centrali (2a, 3a e 4a) precedute e seguite dai rintocchi della prima che fungono da acchito e chiusura della sonata. Per poterle analizzare ho isolato le voci delle diverse campane con il computer e le ho verificate ad orecchio ascoltandole nell'insieme. Va da sé che le possibilità di errore dovute ad effetti di mascheramento e cancellazione sono più alte rispetto alle analisi effettuate su campane singole.

S. GIUSTO PRIMA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 438.8Hz			
FREQUENZA IN Hz	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
2199.1	Do#6	-9.7	effetto armonico del colpo (Falsa Prima)
1343.7	Mi5	+37.5	effetto armonico del colpo intervallo di 5/4
1076.6	Do#5	-46.2	effetto armonico del colpo (Falsa Prima)
821.2	Sol#4	-15.0	Doppia Ottava della Prima (crescente)
593.7	Re4	+23.4	Dodicesima o ottava della Quinta
456.7	La#3	-30.8	Decima (poco evidente)
391.2	Sol3	+1.2	Ottava Superiore
227.6	La#2	-36.5	Terza (maggiore calante)
<b>184.5</b>	<b>Fa#2</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
181.1	Fa#2	-32.2	Prima (calante)
91.4	Fa#1	-16.0	Ottava inferiore (calante)

La prima campana della cattedrale di San Giusto, catalogata come Sol, è una campana con terza maggiore e con un suono molto caratteristico. Nel registro grave dove i toni sono potenti e persistenti, l'intervallo che si forma tra Prima e Terza è stabile e armonioso e ricorda il suono di un organo rafforzato al basso dall'Ottava Inferiore. Hum, Prima e Terza sono dunque bene intonati tra loro ma costruiti su un semitono più in basso rispetto alla catalogazione della campana e a tutta la struttura armonica sovrastante.

Conseguentemente, su questo bordone di Fa# il parziale di Ottava Superiore Sol3, di 33 centesimi più acuto, viene a suonare come una Nona leggermente calante; ad altezze ancora superiori La Doppia Ottava cresce ancora e arriva al Sol#4 ampliando la coloritura dell'accordo.

Nel registro acuto, diciamo dai 593Hz in su, si ha un secondo gioco di armonici, staccato da quello grave, più legato al colpo del battaglio e alle sue risonanze. Vi si possono distinguere limpide due quarte sovrapposte (una da 562 e una da 531 centesimi di semitono) che formano la triade Re4-Sol#4-Do#5 i cui estremi formano un

intervallo molto vicino alla settima maggiore armonica di 15/8. Tra il Do#5 e il Mi5 inoltre si forma una terza maggiore armonica di 5/4.

Per l'effetto di Falsa Prima e per la deviazione tonale dei toni gravi, ascoltando questa campana da sola si potrebbe erroneamente identificarla come un Do#.

S. GIUSTO SECONDA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 434.1 Hz			
Hz	NOTA	DEV.	FUNZIONE
1503.9	Sol5	-49.1	13° armonico dell'Ottava Inferiore?
1208.7	Re#5	-27.5	armonico del colpo (Falsa Prima?)
930.2	La#4	+19.1	armonico del colpo (Doppia Ottava della Prima?)
675.1	Fa4	-35.8	Dodicesima o ottava della Quinta
584.1	Re4	+13.5	Decima (maggiore crescente)
451.3	La#3	-33.0	Ottava Superiore
340.8	Fa3	-19.2	Quinta
270.1	Do#3	-21.7	Terza
<b>230.0</b>	<b>La#2</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
221.7	La2	+36.4	Prima (peccato che sia calante rispetto al resto!)
116.0	La#1	+15.0	Ottava Inferiore

La seconda campana della basilica di San Giusto è un La#2 a circa 230Hz. Rispetto alla sua Prima, che è piuttosto potente, quasi tutti i toni parziali presentano deviazioni per eccesso, l'ottava inferiore cresce di quasi un semitono, Terza e Quinta di quasi un quarto di tono.

In altre parole la Prima cala rispetto al resto e per poche decine di centesimi toglie supporto alla struttura armonica sovrastante sbilanciandone l'armonia.

Da notare anche che, mentre il tono parziale Terza è minore, quello alla sua ottava superiore, anche se non molto presente, è maggiore e crescente tanto da assomigliare a una quarta calante, a maggior ragione se rapportato con la prima. La Dodicesima è nitida e prolungata, mentre gli armonici del colpo a 930, 1208 e 1503Hz, anch'essi chiari ma molto brevi, si estinguono dopo essersi affermati come una progressione di terze maggiori sul registro acuto.

S. GIUSTO TERZA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 449.8Hz			
FREQUENZA IN HZ	NOTA	DEVIATIONE	FUNZIONE
1381.2	Mi5	+42.0	armonico del colpo (Falsa Prima)
1063.4	Do5	-10.7	armonico del colpo
878.9	La4	-40.6	armonico del colpo
770.7	Fa#4	+32.0	armonico del colpo
693.2	Mi4	+48.5	?
514.3	Si3	+31.7	Ottava Superiore
306.4	Re3	+35.1	Terza
<b>267.5</b>	<b>Do3</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
250.6	Si2	-12.9	Prima
137.2	Do2	+44.1	Ottava Inferiore

La terza campana di San Giusto è un Do3 a 267Hz. Nella registrazione il suo suono è immerso nel concerto e anche con l'ausilio dell'analisi strumentale non è facile indagarne singolarmente l'armonia al di là delle componenti principali. Come nella campana precedente si notano deviazioni significative, soprattutto nel registro grave. La sua Prima cala fino al Si2 mentre l'Ottava Inferiore cresce di un quarto di tono.

Diversamente nel registro centrale, dove si possono ascoltare le componenti più nitide e persistenti, l'intervallo di sesta che si crea tra la Terza minore Re3 e l'Ottava Superiore è piuttosto preciso e devia di soli 3 centesimi di semitono. Attorno alla frequenza di 690Hz si può sentire un Fa e più in alto i vari armonici del colpo del battaglio tra cui la Falsa Prima Mi.

S. GIUSTO QUARTA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 436.0 Hz			
FREQUENZA IN Hz	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
1545.5	Sol5	-9.2	armonico del colpo (Falsa Prima)
1186.9	Re5	+33.7	armonico del colpo
859.5	La4	-25.0	armonico del colpo. nitido.
775.7	Sol4	-2.6	?
573.0	Re4	-27.0	Ottava Superiore
380.0	Sol3	-38.0	?
340.6	Fa3	-27.5	Terza (nitida)
<b>291.0</b>	<b>Re3</b>		<b>Nominale</b>
279.5	Do#3	+30.2	Prima
152.6	Re#2	-17.5	Ottava Inferiore o Hum

La Quarta campana, un Re3 a 291Hz, conferma abbastanza chiaramente le caratteristiche già viste nelle due precedenti. La sua Prima è calante e molto più vicino al Do# mentre l'Ottava Inferiore cresce quasi fino a un Re#. Molto precisa e nitida la sua Terza minore. Il colpo del battaglio rivela brevemente la Falsa Prima Sol.

## 9. Il concerto della Basilica di San Giusto a Trieste

IL CONCERTO DI S. GIUSTO				
DIAPASON DI RIFERIMENTO: 435Hz				
CAMPANA	OTTAVA INFERIORE	PRIMA	TERZA	OTTAVA SUPERIORE
seconda	+12c La#1 - 116Hz	+33c La2 - 221.7Hz	Do#3 - 270.1Hz -25c	La#3 - 451.3Hz -36c
terza	+2c Do#2 - 137.2Hz	+45c Si2 - 250.6Hz	Re#3 - 306.4Hz -7c	Do4 - 514.3Hz -10c
quarta	Re#2 - 152.6Hz -13c	+34c Do#3 - 279.5Hz	Fa3 - 340.6Hz -23c	Re4 - 573Hz -23c

La registrazione del campanile di San Giusto riprende una sonata con le sole tre campane centrali colpite a mano. Esse, oltre al bronzo con cui sono fuse, condividono molte delle caratteristiche armoniche principali. Rispetto alle Nominali le loro Ottave Inferiori eccedono di quasi un tono, le Prime calano e le Terze sono in posizione intermedia tra maggiore e minore.

Il campanile di San Giusto ha un suono molto personale e riconoscibile. Una cosa che colpisce subito è la compresenza di due regioni armoniche, quella melodiosa dei battiti e quella più densa e potente dei toni gravi. Queste due coloriture non sono molto intonate tra loro ma convivono ugualmente in maniera elegante e affascinano fin dal primo ascolto.

Nella scampanottata a tre della registrazione le campane sono suonate ritmicamente con una dinamica più controllata e delicata rispetto allo slancio di un doppio. Privilegiando la melodia e il ritmo rispetto alla potenza, i suoni del registro medio acuto compresi gli armonici del battaglio e le false prime risaltano maggiormente anche a distanza ravvicinata. Concentrando l'ascolto sulle linee di suono sovrapposte e continue generate dalle note si evidenziano alcune stratificazioni armoniche molto interessanti. Una si trova tutta sui toni parziali di Terza con la

triade quasi perfettamente intonata di Do# - Re# - Fa fondata sul Re#3 a 306Hz della terza campana attorno alla quale fluttuano dolcemente la Terza della seconda campana a 270Hz e i 340Hz della quarta campana. Sopra di esse e sempre prodotta dalla quarta campana si evidenzia molto bene un Sol3 a 380Hz con il suo armonico all'ottava superiore che oscilla tra i 740 e i 770Hz.

Più nello sfondo ci sono gli intensi bordoni costituiti dalle Ottave Superiori La#3-Do4-Re4. Sono dinamicamente significativi e persistenti ma, a causa della loro posizione nello spettro armonico, subiscono le interferenze e i battimenti causati dagli armonici delle ottave inferiori "scordate", e questo fatto li rende più confusi e meno identificabili.

Nel registro grave, si colloca il suono generato dalle ottave inferiori e da alcune Prime di varia intensità, che si discosta dall'armonia sovrastante con note in qualche modo estranee. In particolare la Prima della seconda campana con i suoi 221Hz attrae verso il basso e tende a far deviare il concerto su zone armonicamente distanti. Sarebbe veramente interessante poterlo far crescere di una quarantina di centesimi!

Inoltre la Prima della quarta campana batte con la Terza della seconda campana (279Hz contro 270Hz) andando a intaccare leggermente la triade delle Terze e generando alcuni effetti dinamici interessanti.

## 10. Aiello del Friuli

I campioni in esame sono il file n.46 del supporto 1 - suoni nelle festività per il doppio e l'audio tratto dal filmato "Il sole del muini" per le singole campane

AIELLO TERZA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 440.5 Hz			
FREQUENZA IN HZ	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
1772.8	La5	+10.6	Falsa Prima
1356.2	Mi5	+46.8	Doppia Ottava della Prima
980.5	Si4	-14.7	Dodicesima o ottava della Quinta
657.2	Mi4	-7.3	Ottava Superiore
394.6	Sol3	+9.6	Terza
<b>330</b>	<b>Mi3</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
324.9	Mi3	-26.5	Prima
163.8	Mi2	-11.9	Ottava Inferiore o Hum

La terza campana del campanile di Aiello del Friuli è un Mi3. I suoi toni parziali più gravi sono leggermente calanti, ma molto del suono di questa campana risiede nella sua Terza, persistente e nitida. Nello slancio la si può apprezzare mentre fluttua attorno al Sol3 in costante rapporto minore con la Prima e le sue ottave. Dopo un po' che si ascolta e in particolare nel seguito del colpo del battaglio si possono sentire bene anche la Dodicesima Si4 e la Doppia Ottava della Prima.

AIELLO SECONDA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 431.5 Hz			
FREQUENZA IN HZ	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
1564.5	Sol5	+29.9	Falsa Prima
1196.4	Re#5	-34.5	Doppia Ottava della Prima
863.7	La4	+1.4	Dodicesima o ottava della Quinta
578.2	Re4	+6.6	Ottava superiore
345.6	Fa3	+15.7	Terza
<b>288.0</b>	<b>Re3</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
284.1	Re3	-23.6	Prima
144.5	Re2	+6.1	Ottava Inferiore o Hum

La campana media è un Re3. Il bordone medio-grave costituito da Ottava Inferiore, Prima e Terza è nitido, costante e molto gradevole. Sopra a questo strato armonico, i toni parziali più acuti a partire dall'Ottava Superiore sono meno durevoli e si estinguono presto. L'intonazione della Dodicesima risente del colpo della percussione, dura molto poco e in quel breve lasso di tempo "trema" attorno alla sua frequenza di 864 Hz con effetti anche stridenti. Più costante la Doppia Ottava che, sempre sollecitata dal battagliaio, permane più a lungo nell'aria e anche se cresce leggermente si integra bene con il suono complessivo.

AIELLO PRIMA DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 435.5 Hz			
FREQUENZA IN Hz	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
1389.5	Fa5	+14.6	Falsa Prima
1061.5	Do5	+48.4	Doppia Ottava della Prima
768.3	Sol4	-11.2	Dodicesima o ottava della Quinta
514.6	Do4	-5.1	Ottava superiore
309.1	Mib3	+12.5	Terza
<b>258</b>	<b>Do3</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
255.8	Do3	-15.2	Prima
127.4	Do2	-22.0	Ottava Inferiore o Hum

La campana maggiore del campanile, un Do3, è molto simile alle precedenti, ma è quella che delle tre ha il suono più bilanciato. Sul bordone dei toni parziali medio-gravi, dall'Ottava Inferiore fino all'Ottava Superiore, si costruisce l'armonia dei toni acuti, tutti di durata naturalmente più breve ma chiaramente distinguibili all'ascolto. Nella registrazione, a seconda del bordo colpito dal battagliaio nello slancio, Dodicesima e Doppia Ottava si alternano in un gioco di botta e risposta. La Doppia Ottava è leggermente crescente e tende al Do#.

## 11. Il concerto del campanile di Aiello del Friuli

IL CONCERTO DI AIELLO DIAPASON DI RIFERIMENTO: 435Hz				
	OTTAVA INFERIORE	PRIMA	TERZA	OTTAVA SUPERIORE
campana III	Mi2 - 163.8Hz -12c	Mi3 - 324.9Hz -27c	+10c Sol3 - 394.6Hz	Mi4 - 657.2Hz -7c
campana II	+6c Re2 - 144.5Hz	Re3 - 284.1Hz -24c	+16c Fa3 - 345.6Hz	+7c Re4 - 578.2Hz
campana I	Do2 - 127.4Hz -22c	Do3 - 255.8Hz -15c	+12c Re#3 - 309.1Hz	Do4 - 514.6Hz -5c

Il concerto delle campane di Aiello è stato fuso dalla stessa ditta nello stesso anno e i suoi tre elementi presentano caratteristiche molto simili. Quando suonano assieme si mescolano in maniera organica ed è praticamente impossibile distinguere le tre voci, se non per i limiti delle loro estensioni.

Riguardo all'intonazione, è difficile capire dove siano le deviazioni dato che vi sono minime imprecisioni sia in eccesso che in difetto delle varie componenti. Inoltre nel file analizzato le tre campane sono state registrate nello slancio del doppio e pertanto oscillano sensibilmente attorno alle frequenze di riferimento a causa dell'effetto doppler e dei vari effetti di mascheramento e fase. In linea di massima si potrebbe desiderare una correzione al rialzo di una trentina di centesimi della campana maggiore nei suoi toni di Ottava Inferiore e Prima, ma questo difetto si dimentica presto quando la suonata entra nel pieno del suo vigore.

Come in tutti i concerti con campane accordate su gradi vicini della scala è normale che durante il plenum si venga a creare un suono molto denso di battimenti. In questo semplice caso in Do, e considerando solo i toni parziali principali ideali, oltre ai tre gradi adiacenti Do-Re-Mi nelle Ottave Inferiori e Superiori, all'altezza delle Nominali si aggiungono anche le Terze e il risultato è un accordo Do-Re-Re#-Mi-Fa-Sol, che include tre semitoni consecutivi. È ciò che in musica si definisce un "Cluster", un grappolo di note vicine. L'effetto acustico di queste

12 e più “note” continue e potenti è un caratteristico “Grrrrrrr” che una volta focalizzato con l’ascolto è difficile dimenticare. Nel caso di Aiello è particolarmente potente tra i 100 e i 500Hz, comprensibilmente nella regione dei toni più gravi dove l’intensità vibrante è maggiore e il suono più persistente e duraturo.

## 12. Vinaio di Lauco

Per la terza campana il campione di riferimento è il file n.77 del supporto 1 - suoni nelle festività per le altre due campane ho analizzato l’audio del documentario sulla festa dell’emigrante

VINAIO TERZA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 446.5 Hz			
FREQUENZA IN Hz	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
2030.8	Si5	+22.2	armonico del colpo, abbastanza costante (Falsa Prima)
1689.0	Sol#5	+3.2	interferenza
1632.8	Sol5	+44.6	interferenza
1560.3	Sol5	-34.0	Doppia Ottava della Prima
1131.5	Do#5	+9.7	Dodicesima, nitida
969.4	La#4	+42.0	interferenza con la Decima
912.9	La4	+38.0	Decima
755.6	Fa#4	+10.6	Ottava Superiore, molto presente, nitida
565.0	Do#4	+7.4	Quinta (molto debole)
451.5	La3	+19.1	Terza minore, molto presente, nitida
<b>375.5</b>	<b>Fa#3</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
371.4	Fa#3	-19.0	Prima
192.4	Fa#2	+42.4	Ottava Inferiore o Hum

Nella terza campana di Vinaio, nominalmente un Fa#3 a 375Hz, la parte del leone la fanno il tono parziale Terza, l’Ottava Superiore e la Dodicesima. Tutti e tre molto nitidi e persistenti mantengono l’accordo minore La3 - Fa#4 - Do#5 costante e limpido durante tutto il tempo di suono e di riverbero. L’Ottava Inferiore è crescente quasi fino al Sol, la Quinta è molto nascosta mentre la Decima si trova tra maggiore e minore ed è accompagnata da un armonico che interferisce leggermente essendo alla distanza da essa di un semitono. Un altro Sol lo troviamo nella Doppia Ottava della Prima, accompagnata anch’essa da due interferenze sulle frequenze di Sol#5. Ancora più su si può sentire, costante ma nascosto alla percezione immediata, il sibilo della Falsa Prima sul Si5.

VINAIO SECONDA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 447.1 Hz			
FREQUENZA IN Hz	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
1807.6	La5	+18.3	armonico del colpo (Falsa Prima)
1393.4	Fa5	-32.3	Doppia Ottava della Prima (con il colpo, evidente ma breve)
1071.2	Do5	+12.4	armonico del colpo
1014.4	Si4	+18.1	Dodicesima
863.5	Sol#4	+39.3	interferenza con la Decima
818.2	Sol4	+46.0	Decima
677.6	Mi4	+19.6	Ottava Superiore
405.2	Sol3	+29.4	Terza
<b>335.0</b>	<b>Mi3</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
331.5	Mi3	-18.1	Prima
173.2	Fa2	-42.0	Ottava Inferiore

Anche la seconda campana ha l'ottava Inferiore a distanza di settima e gli altri toni generalmente crescenti rispetto alla nota di battuta. Anche qui Terza, Ottava Superiore e Dodicesima sono nitidi e persistenti mentre la Quinta è quasi assente. La Terza cresce leggermente e la sua ottava, anche se non molto evidente, è decisamente maggiore. Nonostante ciò non si percepisce alcuna ambiguità modale in quanto Ottava Superiore, Dodicesima e Doppia Ottava sono anch'esse crescenti. Inoltre la Decima si afferma solo per un breve attimo nell'istante del colpo e subisce una interferenza da una nota a lei molto vicina.

Con il colpo si sentono alcuni brevi armonici tra cui La Falsa Prima La5 e un Do5 a 1071Hz.

VINAIO PRIMA			
DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 450.9 Hz			
FREQUENZA IN HZ	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
1604.5	Sol5	-2.8	armonico del colpo (Falsa Prima)
1233.4	Re5	+41.8	Doppia Ottava della Prima (evidente con il colpo)
897.8	La4	-8.0	Dodicesima
767.7	Fa#4	+21.0	interferenza con la Decima, si manifesta con il colpo
732.6	Fa4	+40.0	Decima
601.4	Re4	-1.7	Ottava Superiore
359.3	Fa3	+6.6	Terza
<b>301.0</b>	<b>Re3</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
295.6	Re3	-31.3	Prima
154.1	Re2	+41.0	Ottava Inferiore

Per la prima campana valgono quasi identiche le considerazioni fatte per le precedenti. È incredibile la somiglianza tra le voci di questo concerto in RE di Vinaio di Lauco. Tutte hanno la Prima leggermente calante rispetto agli altri toni parziali principali e l'Ottava inferiore crescente. Tutte hanno un suono costante e nitido centrato su Terza, Ottava Superiore e Dodicesima. In comune hanno anche il fatto di non presentare una Quinta evidente e l'ambiguità modale sulla Decima che però si sente solo brevemente durante il colpo.

Altrettanto notevole è l'accordatura quasi perfetta delle Prime Re - Mi - Fa#, precisione che si estende anche alle Ottave Superiori e alle Dodicesime con minime deviazioni.

IL CONCERTO DI VINAIO DI LAUCO				
DIAPASON DI RIFERIMENTO: 435Hz				
	OTTAVA INFERIORE	PRIMA	TERZA	OTTAVA SUPERIORE
campana I	+3c RE#2 - 154.1Hz	+31c Re3 - 295.6Hz	Fa#3 - 359.3Hz -31c	Re#4 - 601.4Hz -39c
campana II	+6c Fa2 - 173.2Hz	+30c Mi3 - 331.5Hz	Sol#3 - 405.2Hz -23c	Fa4 - 677.6Hz -33c
campana III	Sol2 - 192.4Hz -12c	+26c Fa#3 - 371.4Hz	La#3 - 451.5Hz -35c	Sol4 - 755.6Hz -44c

### 13. S. Andrea di Cravero

Il campione in esame è il file n.6 del supporto 2 - uso di segnali

S. ANDREA DI CRAVERO DIAPASON DI RIFERIMENTO PER AVERE LA NOMINALE A 0 DEV: 433.0 Hz			
FREQUENZA IN Hz	NOTA	DEVIAZIONE	FUNZIONE
2408.3	Re#6	-29.3	armonico del colpo (il più acuto, si sente evidente)
1943.0	Si5	-1.0	armonico del colpo (Falsa Prima)
1501.3	Sol5	-47.5	Doppia Ottava della Prima
1092.3	Do#5	+1.9	Dodicesima o ottava della Quinta
976.0	Si4	+7.0	Quarta (non molto evidente. Falsa Prima?)
732.4	Fa#4	+9.9	Ottava Superiore
577.3	Re4	-2.1	Quinta (crescente, si sente molto poco)
436.0	La3	+12.0	Terza
<b>364.1</b>	<b>Fa#3</b>		<b>Nominale / centro tonale percepito</b>
356.9	Fa#3	-34.6	Prima
193.1	Sol2	+2.0	Hum o Ottava Inferiore (molto presente)

La campana maggiore di S. Andrea apostolo di Cravero è un Fa#3 con tutti i toni parziali superiori leggermente crescenti mentre la Prima cala di 35 centesimi. Ne consegue che rispetto a quest'ultima l'intervallo di terza si afferma in posizione intermedia tra minore e maggiore e quello di Quinta cresce fino al Re, anche se è poco presente e tende a mascherarsi con le altre frequenze.

L'Ottava Inferiore, molto evidente, eccede fino a diventare un Sol, che isolato nel registro grave aggiunge una nuova nota l'armonia della campana trasformandola in una sorta di accordo in stato di rivolta con nona al basso.

Sul registro acuto si può apprezzare una danza fluttuante e molto chiara con un centro tonale sulle due note Si4 e Do#5 (976 e 1092Hz) a cui si sovrappongono a contrappunto gli acuti Sol5, Si5 e Re#6 leggermente più ritmati dai giochi di fase dell'oscillazione.

La Falsa Prima è un Si ed è nettamente distinguibile tra gli acuti del colpo del battaglia a 1943Hz e in maniera meno evidente a 976Hz.

### 14. In piazza a Mossa. Concerto di campane mobili

Il campione in esame è il file n.22 del supporto 1 - suoni nelle festività

IN PIAZZA A MOSSA - CONCERTO DI CAMPANE MOBILI DELLA FONDERIA DE POLI DI VITTORIO VENETO DIAPASON DI RIFERIMENTO: 435.0 Hz				
FUNZIONE	Hz	NOTA	DEV.	RELAZIONI E INTERFERENZE
Dodicesime, Doppie Ottave e altri armonici superiori	2260.4	Re6	-47.0	frequenze ravvicinate interferenti
	2241.1	Reb6	+38.1	
	2223.9	Reb6	+24.8	
	2142.2	Reb6	-40.0	frequenze ravvicinate interferenti
	2105.1	Do6	+29.8	
	2072.7	Do6	+2.9	
	1862.1	Sib5	+17.4	frequenze ravvicinate interferenti
	1828.1	Sib5	-14.5	
	1651.1	Lab5	+9.2	frequenze ravvicinate interferenti
	1609.4	Lab5	-35.1	
	1528.9	Sol5	-23.9	successione per toni interi
1351.9	Fa5	-36.9		
Ott. Sup. della quinta campana	1199.0	Mib5	-44.7	



Ott. Sup. della terza campana	1019.2	Do5	-26.0	successione per toni interi
Ott. Sup. della seconda campana	901.0	La#4	-39.4	
Ott. Sup. della prima campana	800.3	Sol#4	-44.6	
Terza della quinta campana	719.2	Fa#4	-29.5	
Terza della quarta campana	640.5	Mi4	-30.2	
Ottave Superiori	1199.0	Mib5	-44.7	
	1083.6	Reb5	-19.9	
	1019.1	Do5	-26.2	
	901.0	Sib4	-39.4	
	800.3	Lab4	-44.6	
Prime	603.7	Mib4	-32.6	interferenza con 588,0 Hz (Terza di 486,6)
	533.4	Reb4	-47.0	interferenza con 526,6 Hz (Terza di 433,7)
	486.6	Si3	-5.9	accompagnata dall'interferenza di 475,5 Hz
	433.7	La3	-5.2	
	389.8	Sol3	+10.1	
Ottave Inferiori	306.9	Mib3	-3.9	
	273.1	Reb3	-5.9	
	259.0	Do3	+2.3	
	228.5	Sib2	-14.6	
	203.4	Lab2	-16.0	

Nella suonata di Mossa le 5 campane sono suonate isoritmicamente con figure melodiche che toccano i cinque gradi della scala Lab, Sib, Do, Reb e Mib in successione molto rapida. I loro suoni si fondono e si intrecciano assieme in maniera tale che ho ritenuto preferibile e più interessante analizzare il risultato sonoro del concerto nel suo insieme piuttosto che elencare i toni parziali di ogni singola campana.

Una cosa che subito mi è saltata all'orecchio è che in questo caso si ha un effetto di Falsa Prima molto meno evidente, ovvero la nota percepita corrisponde con la nota di battuta. Probabilmente questo accade per il fatto che ci troviamo di fronte a campane medio-piccole la cui la Falsa Prima è confinata oltre i 2000Hz dove il nostro orecchio è meno sensibile. Inoltre le frequenze più acute e brillanti delle 5 campane assieme si fondono trasformandosi in nuvole armoniche a cui è difficile assegnare una frequenza principale.

Diversamente tra i 200 e i 2000Hz le Prime, rinforzate dalle relative Ottave superiori e inferiori, restituiscono un'immagine chiara delle note di battuta.

Le 5 campane hanno tra loro un carattere simile, una limpidezza e una struttura armonica che testimonia la loro origine comune, lo stesso tipo di lega metallica e la tecnica di fusione. Le loro Ottave Superiori e Inferiori sono tutte leggermente crescenti rispetto alle Prime.

I loro toni parziali principali sono molto persistenti e costanti e, soprattutto con musiche di questo tipo, basta distogliere leggermente l'attenzione dalle note rapide della suonata per poterli ascoltare sullo sfondo dall'inizio alla fine senza interruzioni o incertezze.

Come inevitabilmente succede quando più campane accordate per note successive suonano insieme, a causa della posizione ravvicinata dei toni parziali si verificano alcune interferenze. Nella registrazione di Novo Mesto se ne possono identificare tre all'altezza delle Prime con bande critiche attorno ai 486, 533 e 603Hz e almeno quattro nei registri superiori attorno a 1630, 1840, 2105 e 2241Hz per la sovrapposizione di Dodicesime, Doppie Ottave e di altri armonici derivati dalla percussione del battaglio.

Possiamo anche notare due progressioni per toni interi, una sui gradi Mi4 - Fa#4 - Sol#4 - La#4 - Do5 e una sui gradi Mib5 - Fa5 - Sol5.

Nel complesso si stabilizza un denso accordo, un cluster di 20 e più voci costanti che si fondono in una amalgama sonora vibrante piena di effetti sonori dinamici, cangianti e ipnotici. Di momento in momento, a seconda della figura ritmica sovrastante, affiorano sullo sfondo a turno, come isole in un mare armonico, le combinazioni di frequenze dominanti in un gioco di equilibri e sfumature in continua transizione da uno stato all'altro.

## 15. Conclusioni

Quando ho accettato di confrontarmi con il mondo delle campane e di cimentarmi in questo scritto, ero totalmente a digiuno da qualsiasi nozione di campanologia.

Mi ero proposto di avvicinarmi a codesta scienza da semplice ascoltatore, da musicista, cercando di mantenermi il più possibile estraneo all'approccio scientifico e di evitare le trappole di diletterismo che il confronto con questa materia così affascinante tende dietro ad ogni angolo. Durante questo processo graduale di adattamento non sono mancati passi falsi ed equivoci, anche grossolani.

Ad esempio, influenzato dai miei studi e dalle mie pratiche musicali, ero certo che tra le frequenze principali delle campane avrei riscontrato con chiara evidenza la presenza di serie armoniche naturali. Ero convinto che un corpo cavo vibrante generasse inevitabilmente almeno i primi tre / cinque armonici del tono fondamentale e che le campane fossero progettate per esaltarli se pur entro regole ben precise.

Prima, Terza Minore e Quinta sono gradi armonicamente vicini tra loro e credevo non sarebbe stato difficile individuarne i rapporti con un centro tonale in termini di numeri interi.

Con mia sorpresa sono stato smentito fin dalle prime analisi che non rivelavano alcuna relazione di questo tipo.

Inizialmente pensavo che si trattasse di un limite fisico la cui causa fosse da ricercare nelle infinite variabili che riguardano il procedimento di produzione artigianale delle campane. Non si può dubitare che errore e approssimazione abbiano giocato un ruolo determinante nella fusione delle campane storiche, un processo molto delicato che richiede pratica e maestria di altissimo livello ma che ancora oggi non permette di prevedere il risultato finale con assoluta precisione.

Ho poi capito invece di aver fatto un errore di fondo, e che nelle campane non sono presenti armonici propriamente detti perché non esiste un centro tonale. Ogni strumento viene infatti progettato secondo le specifiche necessarie e i toni parziali accordati indipendentemente tra loro grazie alle variazioni di sezione del profilo e di diametro del vaso risonante.

Questo fatto, pur deludendo le mie aspettative, mi ha lasciato intatto un interrogativo e un auspicio che riservo per queste ultime considerazioni.

Come si sa, il riferimento universalmente riconosciuto per il giudizio qualitativo delle campane sono i parametri di Limburg, stabiliti nel 1951. Tali parametri non esprimono tanto come si deve fabbricare una campana, quanto piuttosto come deve suonare, ed hanno - certo involontariamente - innescato col tempo una sfida tecnologica per la realizzazione dello strumento più vicino possibile al modello perfetto. Non c'è dubbio che nel corso dei secoli siano stati fatti progressi notevoli e che grazie a nuove tecniche di progettazione e modellazione digitale si riesca a raggiungere risultati sempre più precisi. A ciò si deve aggiungere il rischio rappresentato da una certa tendenza moderna per cui le tolleranze dei suddetti parametri potrebbero assottigliarsi e degenerare in una pericolosa sterilità espressiva. Il limite di una tale corsa tecnologica potrebbe insomma risiedere proprio nell'obiettivo, ovvero nell'applicazione di regole esatte appartenenti ad un sistema chiuso. Che gusto ci sarebbe se tutte le campane suonassero allo stesso modo?

Con questo non intendo paventare un rifiuto del progresso, né tantomeno invitare all'abbandono della ricerca o della tradizione, anzi. Direi piuttosto che è proprio la sperimentazione che va preservata, salvaguardata e perseguita indefessamente, pur anche entro i limiti delle direttive campanologiche ed ecclesiastiche ufficiali.

Limitando il campo esclusivamente agli aspetti della accordatura, una strada che personalmente ritengo desiderabile quando non necessaria potrebbe proprio essere quella di sostituire al sistema chiuso temperato quello flessibile e aperto dell'intonazione naturale, e di stimolare la curiosità verso le implicazioni che una sperimentazione in tal senso comporterebbe in ambito campanologico.

Oggi che la tecnologia è capace di progettare e realizzare ogni strumento con estrema precisione su tutti i toni e gli armonici che si desiderano, perché arroccarsi sul sistema temperato, che oltretutto è un'invenzione tecnologica figlia di un altro tempo e di tutt'altra cultura musicale?

Perché rinunciare alle infinite sfumature e coloriture che l'intonazione naturale potrebbe dare ad un campo di applicazione così carico di valenze e significati? Perché forzare questi meravigliosi strumenti, armonici per eccellenza, a suonare in maniera armonicamente imperfetta?<sup>6</sup>

<sup>6</sup> La bellezza e l'efficacia delle accordature naturali o giuste è oggettivamente indiscutibile se applicata entro un ambito tonale ristretto come quello delle campane; su di esse e sui loro effetti si basavano le armonie rinascimentali e barocche, cariche di sentimento e affezione. L'affermarsi dell'egemonia del sistema temperato ha portato grandi novità espressive e ha sicuramente semplificato la vita dei

Sia per quanto riguarda la realizzazione di elementi singoli, sia - e a maggior ragione - nel caso di interi concerti, con la reintroduzione delle accordature naturali si favorirebbe l'apertura verso un vasto campo di esplorazione e applicazione artigianale con risultati sonori originali, fin dalla loro concezione frutto dell'ingegno superiore dell'uomo e non della sola tecnologia. In sostanza si tratterebbe di valorizzare l'originalità di ogni campana, migliorandone gli aspetti musicali senza troppo legarsi ai soli parametri di "correttezza" o di precisione secondo un unico modello.

L'abitudine e la familiarità ormai sedimentate verso il sistema di accordatura moderno non possono e non devono essere un deterrente alla sperimentazione; nel caso della campana, se c'è un segreto da ricercare esso risiede proprio nelle proporzioni di equilibrio tra le varie componenti che costituiscono il suo timbro musicale ed è in questo campo che le accordature naturali possono fornire un valido contributo e arricchimento.

Felice l'artigiano che può mantenere un approccio creativo al proprio lavoro e che in esso sa far convergere tradizione e innovazione alla ricerca della perfezione, al di là di ogni tecnologia o metodo adottato.

È grazie a lui che la campana può raccontarci dove siamo, in che periodo storico, in che nazione, continente o paese, sotto quale cultura e chissà quante altre cose, ma soprattutto io mi auguro che chi detiene questo meraviglioso sapere possa sempre cercare il suono capace di catturare in maniera istintiva chi lo ascolta, come un canto di sirena che ipnotizza rivelando le infinite bellezze della propria natura a chi decide di addentrarvi.

---

costruttori di strumenti musicali, ma a evidente discapito della purezza e della consonanza armonica. Questa non è un'opinione personale, ma un dato di fatto.