



VNIVERSITAT ID VALÈNCIA

TESIS DOCTORAL

LAS CAMPANAS EN LAS CATEDRALES HISPANAS

**ANÁLISIS, SIGNIFICADO CULTURAL,
CONSERVACIÓN Y REHABILITACIÓN**

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA
DEPARTAMENT D'HISTÒRIA DE L'ART
PROGRAMA DE DOCTORADO 3030

Presentada por Francesc Llop i Álvaro

Dirigida por Dr. Rafael García Mahiques

València, mayo 2017

RESUMEN

El trabajo de investigación recogido en estas páginas permite acercarnos a las campanas como objeto de estudio desde el punto de vista del sonido. Una perspectiva inédita dentro del panorama nacional. La catalogación de las campanas de las catedrales hispanas ha servido como marco para profundizar en los aspectos que definen su característico sonido. La Metodología de trabajo se ha iniciado con una aproximación a la evolución histórica y los usos sociales de la campana, los tipos de perfiles que nos encontramos en las catedrales y el empleo que se les da en las distintas zonas geográficas de España. Posteriormente se perfila el corpus teórico en relación a la acústica, la nota de golpe, otros aspectos externos que afectan al sonido y las pulsaciones. Para ello hemos recopilado las principales obras escritas que permiten el conocimiento de la campana como cuerpo sonoro.

Mediante el uso de esa información y del software *Wavanal*, creado por Hibberts, se han catalogado 855 campanas situadas en todas las catedrales españolas, permitiendo obtener los principales parciales que conforman el sonido. Con ello se persigue uno de los objetivos más importantes de este trabajo: el inventario de las campanas desde un punto de vista sonoro, cuya aplicación permitirá la sustitución de una campana por otra de similar sonido o añadir una nueva que mantenga la coherencia interna con el resto del conjunto.

Para poder obtener información sobre la nota de golpe se han realizado dos experimentos que han permitido establecer en cada campana cuál es el parcial más relevante en relación al sonido final.

Comparando los resultados obtenidos de las campanas con un modelo afinado de referencia se ha analizado cada una de las catedrales, estableciendo una correspondencia entre los intervalos de los parciales de las campanas que forman el conjunto, en busca de una lógica interna de cada torre. Esto se ha llevado a cabo vinculando las características intrínsecas de la afinación de cada parcial y cómo influye en la nota de golpe final, teniendo en cuenta los fundidores, diámetro y año de fabricación. Asimismo, se ha dispuesto una comparativa en aquellos fundidores de los que conservamos tres o más campanas para establecer si siguen criterios coherentes referidos a sus campanas. Dicha correlación nos ha servido para descubrir algunas de ellas repetidas en distintas catedrales. Los resultados de esta tesis demuestran el grado de importancia que tiene el saber hacer de los fundidores en relación a la capacidad de elaborar campanas con un resultado sonoro coherente y premeditado.

El análisis de resultados se completa estudiando los datos obtenidos y la posible evolución de las campanas en diferentes etapas históricas, las variaciones de los datos dependiendo de los tipos de perfil y la búsqueda de relaciones internas entre sus parciales en función de las diferentes zonas geográficas.

RESUM

El treball de recerca recollit en aquestes pàgines permet acostar-nos a les campanes com a objecte d'estudi des d'un punt de vista inèdit dins del panorama nacional: el seu so. La catalogació de les campanes de les catedrals hispanes ha servit com a marc per aprofundir en els aspectes que formen el seu característic so. La metodologia de treball s'ha iniciat amb una aproximació a l'evolució històrica i els usos socials de la campana, els tipus de perfils que ens trobem en les catedrals i l'ús que se'ls dona a les diferents zones geogràfiques d'Espanya. Posteriorment es perfila el corpus teòric en relació a l'acústica, la nota de cop, altres aspectes externs que afecten al so i les pulsacions. Per aquesta raó hem recopilat les principals obres escrites que permeten el coneixement de la campana com a cos sonor.

Mitjançant l'ús d'aquesta informació i del software Wavanal, creat per Hibberts, s'ha realitzat la catalogació de 855 campanes situades en totes les catedrals espanyoles, obtenint els principals parcials que conformen el so. Amb això es persegueix un dels principals objectius d'aquest treball: l'inventari de les campanes des d'un punt de vista sonor, amb l'aplicació pràctica en la substitució d'una campana per una altra de similar so o al afegir una nova que mantinga la coherència interna amb la resta del conjunt.

Per poder obtenir informació sobre la nota de cop s'han realitzat dos experiments que han permès establir en cada campana quin és el parcial més rellevant en relació al so final.

Comparant els resultats obtinguts de les campanes amb un model afinat de referència s'ha analitzat cadascuna de les catedrals, establint una correspondència entre els intervals dels parcials de les campanes que formen el conjunt per buscar una lògica interna de cada torre. Això s'ha dut a terme vinculant les característiques intrínseques de l'afinació de cada parcial i com influeix en la nota de colp final, tenint en compte els fonedors, diàmetre i any de fabricació. Així mateix, s'ha fet una comparativa en aquells fonedors dels quals conservem tres o més campanes per establir si segueixen criteris coherents referits a les seves campanes. Aquesta correlació ens ha servit per descobrir algunes d'elles repetides en diferents catedrals. Els resultats d'aquesta tesi demostren el grau d'importància que té el saber fer dels fonedors en relació a la capacitat d'elaborar campanes amb un resultat sonor coherent i premeditat.

L'anàlisi de resultats es completa estudiant les dades obtingudes i la possible evolució de les campanes en diferents etapes històriques, les variacions de les dades depenent dels tipus de perfil i la recerca de relacions internes entre els seus parcials en funció de les diferents zones geogràfiques.

ABSTRACT

The research work depicted in these pages allows us to focus on the bells as a subject to study from an unprecedented point of view within the national scene: its sound. The description of the Hispanic cathedral bells has been used as a frame in order to deepen the aspects which form its characteristic sound. The working methodology has commenced with a historic development approach and the social uses of the bell, the types of bell profiles found in the cathedrals and their usage in the different Spanish geographical regions. Afterwards, the theoretical corpus in relation to the acoustics, the strike note, other external aspects affecting the sound and the doublets are shaped. For this, the main written works have been compiled in order to get to know the bell as a sonorous body.

The description of 855 Spanish bells, situated in all the Spanish cathedrals, has been made by the use of the previous information and Wavanal software created by Hibberts, obtaining in this way the main partials which form the sound. Therefore, the principal aims of this work are achieved, that is, the bells inventory from a sonorous point of view, whose practical implementation finds its *raison d'être* by the replacement of one bell by another of similar sound or by adding a new one which keeps the inner tuning with the rest of the ensemble. In order to obtain information about the strike note, two experiments have been conducted, establishing the most relevant partial in each bell regarding the final sound.

Each cathedral has been analysed by the comparison of the obtained results from the bells with a reference tune model, thus a correspondence among the partial intervals of the bells which form the collection has been established in order to find an internal logic in each tower. This has been achieved by the correlation of the intrinsic features of each partial tuning and how this affects the strike note, bearing in mind the foundry workers, the diameter and the year of manufacture. Additionally, a comparative of these foundry workers, from which we have three or more bells, has been carried out to determine if they follow any coherent criterion according to their bells. This correlation has helped us to discover some of those repeated in different cathedrals. The results of this thesis show the importance of the knowledge of the foundry workers in relation to the capacity of bell manufacturing with a coherent sonorous and premeditated result.

The analysis of the results is concluded by the study of the obtained data and the possible bells' evolution over different periods of time, the data variation depending on the profile type and the search of internal relations among their partials according to the different geographical areas.

AGRADECIMIENTOS

Cuando empecé, hace ya unos cuantos años, a analizar los distintos parciales de las campanas nunca imaginaba que llegaría a este punto. Desde la sorpresa inicial al escuchar por primera vez cómo entraba una campana en resonancia hasta poder realizar esta investigación han pasado muchas cosas, muchos momentos vitales y muchas personas que me han acompañado durante todo el proceso y han hecho posible recolectar los frutos.

En primer lugar tengo que agradecer a mis padres, **Francesc** y **Mari**, todo lo que han hecho por mí durante estos años. En pocos casos pienso que una dedicatoria de una tesis puede estar más justificada que en este. Sin su ayuda, su aliento y en muchos momentos, para qué negarlo, su empuje, este trabajo no sería una realidad hoy en día.

También quiero agradecer a mi tutor, **Rafael García Mahiques** su ayuda para concretar el tema y sus valiosas recomendaciones durante todo el proceso.

Como veremos en el capítulo dedicado a la Metodología y en muchos momentos de la tesis, los resultados no hubieran sido posibles sin el experimento realizado. Muchas gracias a **Mar, Rocío, Toni, Víctor, Laura, Aida** y **Mauro**. Sin sus horas dedicadas a escuchar las campanas no hubieran sido posibles la mayor parte de las conclusiones y sé que no fue nada fácil. Tampoco me puedo olvidar en esta dedicatoria de aquellos que comparten la vida de estas personas y tuvieron durante unos días la casa ambientada con el sonido de campanas...

Un apartado especial se merece **Ana**, por involucrarse tanto y ayudarme, utilizando toda su lógica y todos sus conocimientos, en muchas cuestiones técnicas que han contribuido a que se entiendan mejor muchos aspectos. Por otra parte, muchas gracias a **Maria**, a **Joana**, a **Maripaz** y a **Jesu** por ayudarme con los aspectos formales y por hacer que sea más accesible el texto.

También doy las gracias a mis amigos, aquellos que han estado cuando les he necesitado y que en tantos momentos me han mantenido a flote; sin olvidar a todas aquellas personas que han pasado por mi vida y me han hecho amar la música hasta el punto de poder dedicarme profesionalmente a ella, porque gracias a ello he podido invertir tiempo en este proyecto.

Finalmente, gracias **Paloma**, por estar siempre ahí, sin ti en muchos momentos hubiera sido imposible.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y USOS SOCIALES DE LA CAMPANA	14
1.1.1	ORÍGENES	14
1.1.2	TIPOS DE CAMPANAS EN LAS CATEDRALES HISPANAS	19
1.1.3	SOBRE LOS USOS DE LAS CAMPANAS EN EL CASO DE LAS CATEDRALES HISPANAS	22
1.2	MARCO TEÓRICO	26
1.2.1	CÁLCULO DE LAS FRECUENCIAS EN CAMPANAS	26
1.2.2	SOBRE LA NOTA DE GOLPE	64
1.2.3	ASPECTOS EXTERNOS QUE AFECTAN AL SONIDO DE LA CAMPANA	79
1.2.4	SOBRE LOS BATIMIENTOS O PULSACIONES	85
2	METODOLOGÍA	89
3	RESULTADOS	101
3.1	CARACTERÍSTICAS DEL UNIVERSO ESTUDIADO	101
3.2	RESULTADOS POR CATEDRALES	106
3.2.1	ALACANT (COMUNITAT VALENCIANA). CONCATEDRAL DE SAN NICOLÁS	107
3.2.2	ALBACETE (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SAN JUAN BAUTISTA	111
3.2.3	ALBARRACÍN (ARAGÓN). CATEDRAL DE EL SALVADOR	114
3.2.4	ALCALÁ DE HENARES (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL LA MAGISTRAL	118
3.2.5	ALMERÍA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LA ENCARNACIÓN	124
3.2.6	ASTORGA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	127
3.2.7	ÁVILA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DEL SALVADOR	130
3.2.8	BADAJOS (EXTREMADURA). CATEDRAL DE SAN JUAN BAUTISTA	133
3.2.9	BAEZA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA NATIVIDAD DE NUESTRA SEÑORA	136
3.2.10	BARBASTRO (ARAGÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	139
3.2.11	BARCELONA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA CREU I SANTA EULÀLIA	142
3.2.12	BAZA (ANDALUCÍA). COLEGIATA DE LA ENCARNACIÓN	146
3.2.13	BILBAO (PAÍS VASCO). CATEDRAL DE SANTIAGO APÓSTOL	151
3.2.14	BURGO DE OSMA – CIUDAD DE OSMA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN	154
3.2.15	BURGOS (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	157
3.2.16	CÁCERES (EXTREMADURA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA	161
3.2.17	CÁDIZ (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE SANTA CRUZ	164

3.2.18	CALAHORRA (LA RIOJA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA	167
3.2.19	CARTAGENA (REGIÓN DE MURCIA). SANTA MARÍA DE GRACIA	170
3.2.20	CASTELLÓ DE LA PLANA (COMUNITAT VALENCIANA). CAMPANAR DE LA VILA	173
3.2.21	CEUTA (CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN	176
3.2.22	CIUDAD REAL (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA DEL PRADO	180
3.2.23	CIUDAD RODRIGO (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	183
3.2.24	CIUTADELLA (ILLES BALEARS). CATEDRAL DE LA PURIFICACIÓ DE LA MARE DE DÉU	186
3.2.25	CÓRDOBA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA	189
3.2.26	CORIA (EXTREMADURA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA	194
3.2.27	CUENCA (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA Y SAN JUAN	197
3.2.28	DONOSTIA (PAÍS VASCO). ARTZAIN ONA KATEDRALEAN / CATEDRAL DE EL BUEN PASTOR	200
3.2.29	EIVISSA (ILLES BALEARS). CATEDRAL DE SANTA MARIA LA MAJOR	203
3.2.30	FERROL (GALICIA). CONCATEDRAL DE SAN XIAO	206
3.2.31	FOZ (GALICIA). BASÍLICA DE SAN MARTIÑO DE MONDOÑEDO	209
3.2.32	GETAFE (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL DE SANTA MARÍA MAGDALENA	212
3.2.33	GIRONA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA	215
3.2.34	GRANADA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ANUNCIACIÓN	218
3.2.35	GUADALAJARA (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA LA MAYOR	223
3.2.36	GUADIX (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ENCARNACIÓN DE LA ASUNCIÓN	226
3.2.37	HUELVA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LA MERCED	230
3.2.38	HUESCA (ARAGÓN). CATEDRAL DE LA TRANSFIGURACIÓN DEL SEÑOR	233
3.2.39	ISÁBENA (ARAGÓN). CATEDRAL DE RODA DE ISÁBENA	236
3.2.40	JACA (ARAGÓN). CATEDRAL DE SAN PEDRO APÓSTOL	239
3.2.41	JAÉN (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE LA VIRGEN	242
3.2.42	JEREZ DE LA FRONTERA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE NUESTRO SEÑOR SAN SALVADOR	245
3.2.43	LA SEU D'URGELL (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA	248
3.2.44	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA (CANARIAS). CATEDRAL DE CANARIAS DE SANTA ANA	251
3.2.45	LEÓN (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	255
3.2.46	LLEIDA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA DE LA SEU VELLA	258
3.2.47	LOGROÑO (LA RIOJA). CONCATEDRAL DE SANTA MARÍA DE LA REDONDA	261
3.2.48	LUGO (GALICIA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	264
3.2.49	MADRID (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL DE LAS FUERZAS ARMADAS	267
3.2.50	MADRID (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL DE SAN ISIDRO	270

3.2.51	MADRID (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL DE LA ALMUDENA	274
3.2.52	MÁLAGA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ENCARNACIÓN	280
3.2.53	MÉRIDA (EXTREMADURA). CONCATEDRAL DE SANTA MARÍA	284
3.2.54	MONDOÑEDO (GALICIA). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LOS REMEDIOS	287
3.2.55	MONZÓN (ARAGÓN). CONCATEDRAL DE SANTA MARÍA DEL ROMERAL	291
3.2.56	MURCIA (REGIÓN DE MURCIA). CONCATEDRAL DE SANTA MARÍA	294
3.2.57	ORIHUELA (COMUNITAT VALENCIANA). CATEDRAL DE EL SALVADOR Y SANTA MARÍA	299
3.2.58	OURENSE (GALICIA). CATEDRAL DE SAN MARTIÑO	302
3.2.59	OVIEDO (ASTURIES). CATEDRAL DE SAN SALVADOR	305
3.2.60	PALENCIA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SAN ANTOLÍN	308
3.2.61	PALMA (ILLES BALEARS). CATEDRAL DE SANTA MARÍA DE PALMA	312
3.2.62	PAMPLONA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA	315
3.2.63	PLASENCIA (EXTREMADURA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	319
3.2.64	SALAMANCA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL NUEVA DE LA ASUNCIÓN DE LA VIRGEN	322
3.2.65	SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA (CANARIAS). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LOS REMEDIOS	326
3.2.66	SANT FELIU DE LLOBREGAT (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANT LLORENÇ	329
3.2.67	SANTANDER (CANTABRIA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE LA VIRGEN	332
3.2.68	SANTIAGO DO COMPOSTELA (GALICIA). CATEDRAL BASÍLICA METROPOLITANA	336
3.2.69	SANTO DOMINGO DE LA CALZADA (LA RIOJA). CATEDRAL DEL SALVADOR	340
3.2.70	SEGORBE (COMUNITAT VALENCIANA). CATEDRAL	343
3.2.71	SEGOVIA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	346
3.2.72	SEVILLA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	349
3.2.73	SIGÜENZA (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA	354
3.2.74	SOLSONA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA	359
3.2.75	SORIA (CASTILLA Y LEÓN). CONCATEDRAL DE SAN PEDRO	362
3.2.76	TARAZONA (ARAGÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	365
3.2.77	TARRAGONA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA	368
3.2.78	TERRASSA (CATALUÑA). CATEDRAL DEL SANT ESPERIT	371
3.2.79	TERUEL (ARAGÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA DE MEDIAVILLA	374
3.2.80	TOLEDO (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	377
3.2.81	TORTOSA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA	381
3.2.82	TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA). CATEDRAL DE LA VIRGEN MARÍA	384
3.2.83	TUI (GALICIA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN	387
3.2.84	VALÈNCIA (COMUNITAT VALENCIANA). CATEDRAL DE SANTA MARIA	391

3.2.85	VALLADOLID (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN	395
3.2.86	VIC (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANT PERE	398
3.2.87	VIGO (GALICIA). CONCATEDRAL	401
3.2.88	VITORIA - GASTEIZ (PAÍS VASCO). CATEDRAL VIEJA DE SANTA MARÍA	404
3.2.89	ZAMORA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE LA TRANSFIGURACIÓN	407
3.2.90	ZARAGOZA (ARAGÓN). CATEDRAL BASÍLICA DE NUESTRA SEÑORA DEL PILAR	410
3.2.91	ZARAGOZA (ARAGÓN). CATEDRAL DEL SALVADOR	413
3.3	RESULTADOS POR FUNDIDORES	416
3.4	RESULTADOS POR ETAPAS HISTÓRICAS	460
3.5	CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA TONAL DE LAS CAMPANAS DE LAS CATEDRALES HISPANAS	464
3.6	RESULTADOS EN RELACIÓN A LA NOTA DE GOLPE	465
3.7	RESULTADOS SEGÚN LOS TIPOS DE CAMPANAS	466
3.7.1	CAMPANAS GÓTICAS	466
3.7.2	CAMPANAS ROMANAS	467
3.8	RESULTADOS POR ZONAS GEOGRÁFICAS	469
4	CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	478
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	483
5.1	BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA SOBRE LA ACÚSTICA DE LAS CAMPANAS	483
5.2	BIBLIOGRAFÍA GENERAL	493
6	ÍNDICES	494
6.1	ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	494
6.2	ÍNDICE DE TABLAS	495
6.3	ÍNDICE DE GRÁFICAS	500
6.4	ÍNDICE DE MAPAS	508
6.5	ÍNDICE DE CONTENIDOS	509
7	ANEXOS	515
7.1	ANEXO I. FUNDIDORES DE LAS CAMPANAS DE LAS CATEDRALES HISPANAS	515
7.2	ANEXO II. RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS	524
7.3	ANEXO III. CONTENIDO MULTIMEDIA	554

1 INTRODUCCIÓN

El trabajo que viene reflejado en esta tesis doctoral versa sobre el estudio de un aspecto de las campanas hasta ahora poco analizado en el ámbito español. Este trabajo de investigación incide en la acústica de las campanas de las catedrales de España, estudiando cómo se produce el resultado sonoro de las mismas. El punto de partida es la catalogación¹, encargo del Ministerio de Cultura, que ha servido para acotar geográficamente la investigación, suponiendo una oportunidad perfecta para poder hacer un estudio a nivel nacional sobre las campanas dentro del marco delimitado de las catedrales. De esta manera, nos hemos encontrado con un aspecto positivo, ya que el entorno de las catedrales ha sido muchas veces el punto de inflexión a la hora de crear tendencias en su entorno, pero al mismo tiempo ha conllevado una gran dificultad al encontrarnos con un universo de estudio muy amplio. Según el citado registro, encontramos en las catedrales un total de 1.096 campanas, que como veremos abarcan desde 1219 hasta la actualidad, siendo un ejemplo claro de lo complejo que ha sido su análisis.

Este trabajo se puede dividir en tres grandes partes. La primera comprende una introducción en la cual se habla de la campana como instrumento musical, su evolución histórica y los usos sociales que se le dieron en la antigüedad. Para ello se ha hecho una aproximación a sus orígenes históricos, para posteriormente concretar los distintos tipos de campanas que nos podemos encontrar en las catedrales de España y los diferentes usos que se les da. A continuación nos hemos centrado en la campana como instrumento con unas características sonoras particulares, recopilando gran parte de la literatura publicada. Hay que tener en cuenta que casi toda la información está escrita en inglés, mientras que prácticamente no hay nada en español sobre el tema². Por esta razón hemos considerado interesante hacer un resumen en profundidad sobre las conclusiones de los investigadores, de manera que no solo sustente de forma científica el trabajo llevado a cabo específicamente sobre las campanas de las catedrales, sino que pueda servir como marco de referencia a aquellas personas que se quieran aproximar al conocimiento del funcionamiento sonoro de la campana.

En la segunda parte nos encontramos un trabajo de catalogación que refleja el estudio sobre las campanas de las catedrales hispánicas. Este análisis se ha llevado a cabo en tres fases. En la primera de ellas, a través del marco teórico y gracias al uso del software *Wavanal*, se ha realizado un estudio en profundidad de gran parte de las campanas que se encuentran

1. Álvaro Muñoz, Mari Carmen y Llop i Bayo, Francesc, «Inventario de las campanas de las Catedrales de España» (Subdirección General de Protección de Patrimonio Histórico, Ministerio de Cultura, 2007), <http://www.campaners.com/php/ministerio.php?numer=0>.

2. La única obra en castellano encontrada es la de Lehr, André, «Restauració de campanes», *Campaners*, 1993.

en las catedrales de España, el 77,5% del total³. El estudio de cada campana comprende datos identificativos, como nombre, fundidor, diámetro y año de fundición, a los que se añade el grueso de esta investigación, es decir, la frecuencia de cada uno de los parciales que forma el sonido final de la campana. La segunda fase ha consistido en contrastar esos resultados con los de una campana de carillón, por lo tanto afinada, a la que denominamos *ideal*, que ha servido de marco de referencia. Ante la duda inicial de comparar instrumentos con un fin tan distinto como son las campanas para los toques tradicionales en las que predomina el ritmo, con aquellas en las que prima la melodía, prevaleció el hecho de tener un modelo comparativo claro. De esta manera nos adentramos en la tercera fase, en la cual se han realizado una serie de gráficas, ordenadas por catedrales y por fundidores para poder analizar las posibles relaciones intrínsecas entre las campanas. En el capítulo 2, correspondiente a la Metodología, se hace referencia al proceso de recogida de datos, así como al tratamiento de los mismos.

En la tercera parte del trabajo se ha partido de las investigaciones y las disyuntivas que existen alrededor del sonido resultante de la campana, conocido como nota de golpe. Como veremos más adelante, el resultado sonoro depende de muchos factores y no siempre se sitúa en el sonido de determinado parcial. Esto implica que el estudio realizado de los parciales de las 855 campanas analizadas era insuficiente para poder tener una imagen del sonido de la campana. Por esta razón ha sido necesaria la realización de dos experimentos en relación a la nota de golpe de cada campana. Los resultados obtenidos a través de estas pruebas se han cruzado con los datos proporcionados por el software lo que aporta un análisis científico de los distintos parciales. El resultado sonoro de las campanas, como se podrá leer en el apartado 1.2.2, es objeto de muchas controversias incluso en el caso de las que están afinadas, con lo que a través de las campanas tradicionales lo que se busca es encontrar una serie de patrones que permitan una clasificación y un procesamiento para que, dado el caso, se pueda elegir una campana con determinadas características sonoras a la hora de rehabilitar un conjunto o de ampliarlo.

Se ha podido obtener gran cantidad de datos en relación a los fundidores más representativos, la evolución de las relaciones interválicas de los parciales, así como la afinación relativa entre los diversos perfiles de campanas. Todo ello se ha estudiado teniendo en cuenta las distintas zonas geográficas en las que nos podemos encontrar catedrales en España así como la evolución a lo largo de los siglos.

Partiendo de los resultados, se han establecido una serie de conclusiones y marcado unas futuras líneas de investigación, ya que la cantidad de datos obtenidos en este estudio permitirá, en un futuro, próximas nuevas aproximaciones al mundo de las campanas.

El estado de la cuestión inicial en este estudio fue que prácticamente no existía nada en

3. En el apartado 3.1 se detallan las razones por las que no se ha podido obtener la totalidad.

relación a las características sonoras de las campanas tradicionales. De hecho, el valor de esta investigación reside en que prácticamente toda la información previa sobre acústica de campanas que se ha encontrado se refiere a las campanas de carillón⁴.

En cuanto a investigaciones científicas sobre la afinación de las campanas de las catedrales españolas no encontramos nada publicado. Es cierto que en diversos documentos se hace referencia a las notas de las campanas, pero en ningún caso apoyado en elementos científicos, sino tan solo en conjeturas a través de lo escuchado. De hecho, solo hay un estudio en profundidad de las características sonoras de las campanas de las catedrales en Sevilla, sin editar, que sirvió para realizar la restauración a cargo de la empresa holandesa Eijsbouts⁵; pequeños análisis aislados, como el realizado por Graber⁶ en la Catedral de València, Sevilla y Toledo, y los estudios realizados por el propio autor de esta tesis doctoral sobre las catedrales de Valencia y Murcia⁷ en el año 2000.

Sin ninguna duda, la falta de estudios en el ámbito español del tema, unido a mi formación como músico, ha sido un factor clave a la hora de determinar el objeto de la investigación. Además, solo un mayor conocimiento de la campana como un instrumento sonoro vivo podrá ayudar a su conservación. Por esta razón, en el subtítulo de la tesis, se han añadido los elementos de la conservación y la rehabilitación, ya que nos parecía determinante el hecho de que hasta hoy no se haya tenido en cuenta de una manera clara un aspecto de los más relevantes de la campana, su sonido.

Este estudio nace con los siguientes objetivos:

- Realizar una catalogación de las campanas de las catedrales con una doble finalidad. En primer lugar, conocer cómo se fundamenta el sonido y, en segundo lugar, poder obtener datos con el propósito de hacer futuras intervenciones en dichos conjuntos.
- Realizar un estudio comparativo de los trabajos realizados por los distintos fundidores por zonas geográficas y épocas.
- Analizar la evolución de las campanas a lo largo de los siglos.
- Establecer los distintos tipos de estructuras que nos encontramos en las campanas tradicionales en España.

4. Salvo los escasos estudios de Lehr que veremos en el apartado 1.2.1.

5. En el apartado 3.2.72 que hace referencia al análisis de las campanas de dicha Catedral encontramos más información de dicho estudio.

6. Graber, Claude, «Glockenexpertise València», accedido 15 de enero de 2017, <http://www.campaners.com/php/textos.php?text=817>.

7. Llop i Álvaro, Francesc, et al., «Estudio y propuesta de restauración de las campanas de la Catedral de Murcia y sus instalaciones», accedido 27 de febrero de 2017, <http://www.campaners.com/php/textos.php?text=1056>.

- Conocer qué parcial es el responsable en mayor medida del sonido final de la campana tradicional española.
- Trazar las diferencias sonoras reflejadas en los parciales entre los distintos tipos de perfil encontrados en las catedrales hispanas: normal, gótico y romano.
- Estudiar las campanas en relación a las distintas zonas geográficas.

Además, antes del inicio se establecieron las siguientes hipótesis:

- A pesar de que hay una evolución clara en los sistemas de fundición y elaboración de las campanas, esto no se ve reflejado en unos resultados acústicos mejores a lo largo de las distintas épocas. Las mejoras dependen de los conocimientos y destreza de los distintos fundidores y no tanto de la tecnología disponible en cada momento.
- Hay ciertas zonas de influencia geográfica que afectan de manera determinante en las características del sonido final de la campana.
- Los distintos tipos de perfiles que encontramos en las campanas de las catedrales se evidencian en resultados muy definidos de los análisis de los parciales y de las relaciones interválicas que se dan entre ellos.

Como podremos comprobar, el trabajo realizado en esta tesis doctoral ha permitido obtener una serie de datos y resultados que nos proporcionan argumentos para confrontarlos con estas hipótesis. Gracias a ellos podremos comprobar que la primera de ellas, la referida a que no podemos establecer un paralelismo entre progreso tecnológico e industrialización de las fundiciones y mejores resultados internos de las campanas, se cumple de manera clara: no se puede hablar de una evolución histórica en relación a la fundición y los resultados obtenidos. Como podremos ver este factor viene influenciado en gran medida por los conocimientos de cada fundidor, sin ser relevante el momento histórico en el que se sitúe.

En cuanto a la hipótesis relacionada con las distintas zonas geográficas, comprobaremos que es refutable tras analizar los espacios de actuación de aquellos fundidores que desarrollaron tres campanas o más para los distintos conjuntos de las catedrales. Veremos que no es posible delimitar distintas zonas en cuanto a los resultados de las campanas.

Para finalizar con este apartado, es conveniente adelantar la sorpresa que nos ha producido no poder confirmar la última hipótesis, ya que como podremos observar a través de los datos, y a pesar de que el sonido final es distinto, no ha sido posible determinar resultados claramente identificables en relación a los distintos tipos de perfiles.

A pesar de que una de las tres hipótesis planteadas no haya podido ser confirmada, consideramos que esta investigación es enriquecedora; el análisis de las campanas desde el ángulo propuesto es un hecho tan poco estudiado que los resultados de la investigación eran imprevisibles. Es por ello que el haber desarrollado todos los objetivos iniciales y el hecho de conocer que no se cumplen algunas de las hipótesis aporta mucha información, hasta ahora desconocida, sobre las campanas de las catedrales hispanas.

1.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y USOS SOCIALES DE LA CAMPANA

1.1.1 ORÍGENES

Según la RAE⁸, el término campana proviene del latín tardío *campāna*; propiamente ‘de Campania’, región de Italia donde se usó por primera vez. De hecho, en su primera acepción encontramos la siguiente definición: “*Instrumento metálico, generalmente en forma de copa invertida, que suena al ser golpeado por un badajo o por un martillo exterior*”. En la enciclopedia Grove Dictionary of Music and Musicians⁹ detalla que es “*un idiófono¹⁰ que consiste en un objeto hueco, generalmente de metal, pero en algunas culturas de arcilla dura o incluso de cristal, que cuando es golpeado emite un sonido por la vibración de la mayor parte de su masa*”. Siguiendo con esta entrada observamos que las campanas difieren de los gongs en que su zona de máxima vibración es hacia el borde, mientras que la de los gongs es hacia el centro. A pesar de que el término ‘campana’ a menudo se aplica a cualquier dispositivo que produce un sonido metálico con una decadencia gradual, una verdadera campana no es tan larga en relación a su diámetro como para ser considerada un tubo cerrado en un extremo, como sí que ocurre con las denominadas *campanas tubulares*, ni tan corta como para formar un recipiente poco profundo, como los platillos, gongs o metalófonos.

En cuanto a los orígenes históricos del instrumento¹¹, se creó probablemente en el segundo milenio a. C. en la región de Asia central. Como se puede observar en las distintas excavaciones y dibujos que nos han llegado, las dimensiones eran bastante pequeñas, en torno a los 10 cm de diámetro y con un sonido claramente no definido musicalmente.

La imagen que tenemos actualmente del término campana difiere en gran medida de lo que nos encontramos en esa época. Según algunas publicaciones¹², el origen del concepto de campana tal y como lo entendemos en occidente, surgiría en China, debido en gran medida a la cultura del bronce, primera condición para poder fundirla, y a que muchas de las campanas encontradas en aquella época están basadas en la escala musical china. De cualquier manera, hay serias dudas sobre esta teoría. En primer lugar porque la forma de las campanas

8. Real Academia Española, «Campana», *Diccionario de la lengua española* (Madrid: Espasa Libros, 2014).

9. Grove, Sir George, «Bell», ed. Tyrrell Sadie, Stanley John, *Grove Dictionary of Music and Musicians* (Oxford: Oxford University Press, 2001).

10. Según la clasificación de Hornbostel-Sachs, publicada por primera vez en el *Zeitschrift für Musik* en 1914.

11. Price, Percival, *Bells & Man*, Press (Oxford: Oxford University Press, 1983).

12. Lehr, André, «11. Contemporary Dutch Bell-Founding Art», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 191-216.

chinas difiere en enorme medida de las occidentales, ya que aquellas tienen una forma cilíndrica; y en segundo lugar porque la calidad del bronce utilizada en esas campanas fue mejor desde el inicio, ya que el desarrollo de la fundición en Europa surgió de un estado muy primitivo, lo que evita las comparaciones con los refinados resultados que se conseguían en China en la misma época.

Este tipo de campanas chinas, que se percuten siempre por fuera, aproximadamente a la mitad de su altura, pueden tener dos notas diferentes¹³, cuando se trata de campanas ovaladas. En Japón también podemos encontrar campanas, como la gran campana ubicada en el Dai-shoro (o Gran Campanario) del Templo Budista de Chion-In en Kyoto. Esta campana, de 1636, es de grandes dimensiones: 280 cm de diámetro, 330 cm de altura y un peso estimado de 70.000 kg, medidas muy lejanas de las campanas europeas.

Siguiendo el artículo de [Lehr](#), parece más probable la hipótesis de que el arte de hacer campanas se propagara durante el II milenio a. C. desde las estepas asiáticas hacia China y al sur a través de tribus ecuestres. Poco después, los celtas, durante sus migraciones hacia el oeste harían lo mismo al proveer a sus caballos y carros de pequeñas campanas, que tenían como función ahuyentar a los malos espíritus durante las batallas. De hecho, este parece ser el origen de los cencerros que se encuentran en los Alpes suizos.

Todas las civilizaciones alrededor del Mediterráneo tuvieron pequeñas campanas desde la antigüedad, cuya función se limitaba a ser instrumentos que servían como señales o tenían atribu-



Ilustración 1. Campana del Dai-shoro.

Fotografía: GLADIS, Chris



Ilustración 2. Tintinnabulum. Museu Nacional Arqueològic de Tarragona

13. Sinyan, Shen, «Acústica de las antiguas campanas chinas», *Acústica musical* 21 (junio de 1987).

ciones sagradas para alejar a los malos espíritus. De hecho, había también campanas en los baños griegos y romanos, de las que se conserva una, con forma semiesférica, en el Museo Nacional Arqueològic de Tarragona. Esta campanilla o *tintinnabulum*, de unos 15 cm de diámetro, tiene una inscripción que la asocia con el culto imperial.

El uso musical está ausente en la antigüedad, como se puede apreciar, por ejemplo, en el Antiguo Testamento (Éx 28:33-35)¹⁴, donde las campanillas no dejan de ser un instrumento para señalar la presencia del Sumo Sacerdote, una vez al año, en el Santo de los Santos, la parte más sagrada del Templo. Al hablar del uso que los primitivos cristianos hacían de las mismas no hay documentos ni pruebas que demuestren cómo eran.



Ilustración 3. Campana mozárabe del Abad Samsón. Museo Arqueológico de Córdoba

En Córdoba, en el Museo Arqueológico, hay varias campanas semejantes a la de Tarragona, con inscripciones como la romana, datadas en el siglo VIII o IX. Se trata de bronce, de unos 20 cm de diámetro los mayores, sin ninguna relación con nuestras campanas, ni en la forma ni en el uso, ya que eran campanillas con asa, de uso manual. Curiosamente hay campanillas romanas de unos 3 a 5 cm de diámetro, encontradas en tumbas, que tienen la misma forma que las campanas actuales.

Para encontrar el origen de las campanas como instrumento musical habría que fijarse en los monasterios benedictinos, donde cerca del 1000 d. C. se empezaron a utilizar conjuntamente pequeñas campanas afinadas en la escala diatónica. El método utilizado por estos monjes para diseñar la secuencia tonal fue bien fundamentado matemáticamente, aunque incorrecto en su base como veremos en el apartado 1.2.1, que hace referencia al cálculo de las frecuencias de las campanas. Ellos plantearon que, por ejemplo, un intervalo de octava entre dos campanas (con una proporción de frecuencia de 2:1) se conseguiría a través de una relación similar del peso de ambas campa-

14. “Y en sus orlas harás granadas de azul, púrpura y carmesí alrededor, y entre ellas campanillas de oro alrededor. Una campanilla de oro y una granada, otra campanilla de oro y otra granada, en toda la orla del manto alrededor. Y estará sobre Aarón cuando ministre; y se oirá su sonido cuando él entre en el santuario delante de Jehová y cuando salga, para que no muera”.

nas, proporción que como más adelante demostró **Rayleigh**¹⁵, solo es válida para semiesferas de paredes delgadas. A pesar de los errores que se pudieron cometer, es a través de esos ensayos donde podemos encontrar el origen de la búsqueda de la afinación de las campanas. De hecho, en estos primeros intentos, los esfuerzos se centraron en la relación entre las distintas campanas y no será hasta mucho más adelante cuando se descubra que la estructura tonal interna depende en gran medida del perfil.

En España no hay constancia de campanas fechadas con anterioridad a la de San Lorenzo¹⁶, encargo real para el Real Monasterio de San Isidoro de León, tumba de los monarcas de aquel momento. La campana, con forma más semejante a una semiesfera, está construida en 1086, y aún se conserva en el monasterio, aunque rajada, y por tanto sin su sonido original.



Ilustración 4. Campana de San Lorenzo, Real Monasterio de San Isidoro de León.
www.campaners.com

Las campanas, que se extienden por la Europa en el periodo Alto Medieval, continúan siendo utilizadas después por las distintas iglesias cristianas. La Iglesia ortodoxa, tanto griega como rusa, las alterna con instrumentos de madera de percusión, renombrados simandres, pero siempre con el sentido de instrumento de llamada.

Es importante señalar que hasta el siglo XIV las campanas no se hacían a través de un modelo preestablecido, sino a través de unas pocas indicaciones de dimensiones. De cualquier modo, desde que se empezó a extender el uso de estos moldes podemos observar un desarrollo de la ciencia alrededor de la campana, aunque esto no supuso que a partir de ese momento los cálculos fueran perfectos ya que incluso hoy en día es necesario corregir el perfil de la campana para conseguir la afinación idónea¹⁷.

15. Strutt, J. W. (Lord Rayleigh), «1. On Bells», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 10-26.

16. www.campaners.com/php/campana1.php?numer=6253, accedido el 13 de enero de 2017.

17. De hecho, desde la mitad del siglo XVI esta técnica ha sido utilizada en la mayoría de las campanas de los carillones y más recientemente en todas aquellas a las que se les ha querido dotar de cierta afinación específica.

En este punto es importante marcar las diferencias entre el carillón y el *chime* y nuestra manera de tocar. En cuanto al primero, hacemos referencia a un conjunto de campanas afinadas para tocar música convencional. Para ser considerado carillón, necesariamente tiene que contar con al menos 23 campanas y un teclado manual desde el cual se puedan interpretar las melodías. Por el contrario, cuando tiene menos de 23 campanas se le llama *chime*, y son utilizados para ejecutar melodías o crear sonidos a través de un balanceo de sus campanas con cálculos matemáticos.

Por lo tanto, el uso de un modelo de perfil a partir del cual se creaba la nueva campana supuso asumir que se había encontrado la relación entre dicho modelo y la estructura tonal interna. Tal y como argumenta en su artículo Lehr, el hecho de que en Oriente los instrumentos idiofónicos tengan mayor importancia tendría una clara relación con el predominio, aún hoy en día, de la melodía frente a la armonía, ya que estos instrumentos contienen parciales inarmónicos. Por tanto, los primeros músicos quizás comprendieron, de una manera inconsciente, la imposibilidad de tocar instrumentos conjuntos armónicamente al no poseer una estructura armónica.

Por esta razón, al surgir la polifonía en el medievo se tiene la necesidad de afinar las campanas con una estructura tonal interna. En contraste con las campanas que sonaban solas, en las cuales era aceptable estructuras inarmónicas, o en aquellos conjuntos en los que el elemento primordial era el ritmo y no la melodía, con la aparición de los carillones resultó necesario solucionar el problema. Aunque esta controversia se dio en el siglo XVI de manera más acentuada, no fue posible resolverla hasta el XVII. La introducción de un modelo no había puesto el punto final al desarrollo, ya que para ello era necesario medir las frecuencias internas de las campanas y esto no se conseguiría hasta que en el siglo XVII, los famosos fundidores de campanas **François** y **Pieter Hemony** empezaron a medir los distintos parciales.

1.1.2 TIPOS DE CAMPANAS EN LAS CATEDRALES HISPANAS

Las campanas fueron, durante siglos, la manera más eficaz de comunicar mensajes, de coordinar actividades y de proteger comunidades en la sociedad tradicional.

En las catedrales podemos encontrar los tres tipos de campanas que se encuentran en nuestra geografía. Nos referimos a las llamadas *romanas*, a las *góticas* y a las que denominaremos *normales*, que son las más cercanas al perfil de las campanas de carillón y del resto de Europa.

Es necesario señalar que al hablar de campanas góticas nos encontramos con dos supuestos: por una parte, campanas que pertenecen a ese periodo histórico, pero también a campanas muy posteriores que siguen el perfil característico de esa época.

Efectivamente, esta variedad de perfiles de campanas viene delimitada, salvo algunas excepciones, por distintas zonas geográficas. Por ejemplo, en la antigua Corona de Castilla podemos hablar de dos grandes zonas. En el norte nos encontramos con las campanas llamadas *romanas*, en un amplio territorio que pasa por la Comunidad Foral de Navarra, País Vasco, Castilla y León hasta Galicia.

De hecho, es frecuente que, aún hoy en día, los castellanos las llamen *romanas*, mientras que en Navarra o el País Vasco al mismo tipo de campanas las llaman *campanas* o *kanpaiak*, porque constituyen la forma habitual. En esta zona es frecuente que las campanas menores sean de estilo *gótico*, aunque como ya hemos dicho sean posteriores en el tiempo.



Ilustración 5. Campana romana: “La Garbancera”, Catedral de Calahorra



Ilustración 6. Campana gótica: “La Bàrbera”, Catedral de València



Ilustración 7. Campana normal:
“L’Andreu”, Catedral de València

Por otra parte, en el sur de la Corona de Castilla (Extremadura, Castilla - La Mancha, Madrid, Andalucía, Murcia) las campanas son diferentes, más próximas a las europeas. En la Corona de Aragón predominan las campanas de estilo europeo, las que llamamos *normales*, aunque también encontramos casos muy importantes y significativos de campanas *góticas*.

Las campanas históricas españolas tienen tendencia a ser finas, y por tanto más graves que otras de diámetro semejante pero más gruesas. La diferencia no es solo de altura de nota, también es de potencia sonora: a mayor grosor de las paredes la campana es más aguda y como también la masa es mayor, la potencia sonora crece. Esta diferencia de perfiles, y por tanto de grosor, entre unos y otros fundidores, puede tener efectos muy negativos a la hora de refundir una campana rota. A menudo ocurre, también en

la actualidad, que las campanas nuevas son más gruesas que las antiguas, aunque tengan el mismo diámetro y, por tanto, cambien de nota, dándose la paradoja, como ocurrió en Morella (Comunitat Valenciana), que la nueva campana mayor tiene un sonido más agudo que las dos campanas inferiores. Hay que recordar que, aún hoy, cuando se funde una campana en España, se toma como referencia el peso de la campana anterior, y no su nota.

En cuanto al peso de las campanas siempre se ha supuesto que las campanas pesan más de lo que realmente determina la báscula. Entre los distintos motivos que se dan, uno de los más importantes radica en cómo se fundían y vendían las campanas. Esto lo podemos constatar en los archivos de diversos fundidores en España, como por ejemplo en el de Pablo del Campo Albarado, quien en su contrato para una campana de Bayubas de Abajo, en 1940 dice: *“D. Pablo del Campo se compromete a fundir una campana aproximadamente de las mismas dimensiones y peso de la actual, comprometiéndose a poner el material necesario para compensar las mermas que tenga en la fundición”*¹⁸. Como podemos observar no hay referencia alguna a la nota de la campana o al sonido final que pueda tener la misma, siendo lo habitual a lo largo de los siglos. A esto hay que añadir la dificultad para medir el peso de la campana, debido a la ausencia de mecanismos exactos y, sobre todo, por la complejidad que suponía pesar elementos de tanto volumen.

18. Llop i Bayo, Francesc, «Las campanas en Aragón» (UCM-Universidad Complutense, 1989).

El peso es bastante fácil de conocer, por la existencia de una fórmula, intuitiva y experimentada por **Albert Barreda**¹⁹, y que vale para las campanas que hemos denominado de perfil *normal*. Se trata del diámetro en metros elevado al cubo multiplicado por una constante, 579.

$$\text{Ø}^3 \times 579 = \text{kg aproximados}$$

En el caso de las campanas *romanas* la fórmula varía por las características del perfil y el grosor de las mismas, siendo la constante 357, es decir, un 40% menos. Podemos encontrar una verificación científica de estas fórmulas en el trabajo de **Salvador Ivorra**²⁰. Naturalmente, al hacer estos cálculos nos referimos exclusivamente al peso de la campana, ya que después hay que añadir el peso del yugo. Si hablamos de uno de madera, puede pesar tres cuartas partes del total de la campana, mientras que si es de hierro tendrá aproximadamente la mitad del peso del bronce²¹.

19. Barreda, Albert, «Jous de fusta per a campanes manuals i motoritzades.», *Campaners* 6, 1993.

20. Ivorra Chorro, Salvador, «Acciones dinámicas introducidas por las vibraciones de las campanas sobre las torres-campanario» (Universitat Politècnica de València, 2002).

21. Barreda, Albert, «Jous de fusta per a campanes manuals i motoritzades.»

1.1.3 SOBRE LOS USOS DE LAS CAMPANAS EN EL CASO DE LAS CATEDRALES HISPANAS

En primer lugar, hay que dejar claro desde el inicio que, a diferencia de costumbres europeas, la base de los toques tradicionales en España es el ritmo. Una de las características principales de los toques tradicionales es su gran diversidad, ya que podemos observar que prácticamente cada catedral construyó un lenguaje propio que era interpretado por los campanarios de ciudades y pueblos de su territorio, cada uno con sus peculiaridades. Desgraciadamente, gran parte de este lenguaje tradicional ha desaparecido en la actualidad sin que fuera documentado en su complejidad técnica y musical. De hecho, tal y como veremos en el análisis de las distintas catedrales, durante el siglo XX se dio una gran transformación de muchos de los conjuntos históricos, que en la mayoría de los casos supuso la destrucción de los conjuntos originales, pero también de las características sonoras. Además, la instalación de motores para el toque automático de las campanas supuso que fueran las propias empresas las que decidieran cuáles eran los toques y cómo se ejecutaban, perdiéndose las señas de identidad de cada lugar.

Tradicionalmente, los toques construían el tiempo, marcaban el espacio, reproducían y protegían la comunidad. Hay que tener en cuenta que el tiempo tradicional se construye a partir del tiempo natural, el del sol, por lo que los toques de alba y de oración marcan el inicio y el final de la jornada, mientras que el toque del Ángelus, al medio día, señala el momento del sol más alto, el de ir a comer.

De manera general, las campanas tocan durante el día y no durante la noche, y los relojes, si existen, tienen escasa incidencia en la vida cotidiana. El último toque de la noche, el toque de Ánimas, marca la oscuridad, el tiempo de la muerte, el tiempo de resguardarse en casa.

En la liturgia anterior al Concilio Vaticano II, los Oficios eran de una gran complejidad, ya que las distintas celebraciones podían ser *“doble, ó semidoble, ó simple*. El Oficio doble se divide en cuatro órdenes distintos, á saber: de primera y segunda clase, mayor y menor”²². Esta complejidad de celebraciones se expresaba no sólo en los distintos tipos de festividades sino, y en aquello que nos atañe, en toques bien diferenciados de las campanas, toques que variaban, como hemos dicho, de una catedral a otra, de una diócesis a otra.

Siguiendo el trabajo de Francesc Llop i Bayo²³ en su Curso de Campaneros de la Catedral de Pamplona, diríamos que los toques de fiesta menor eran llamados de segunda clase, aun-

22. Solans, Joaquín, *Prontuario litúrgico, ó sea breves comentarios sobre las rúbricas del breviario romano*. (Barcelona: Imprenta de la V. e H. de J. Subirana, 1890).

23. Llop i Bayo, Francesc, «Curso de Campaneros de la Catedral de Pamplona» (Pamplona, 2011).

que en la actualidad se les denomina *Fiestas*, en el léxico litúrgico de la Iglesia católica. A menudo se utilizan todas las campanas, pero las mayores, que requieren más esfuerzo y por tanto más gente para tocarlas, permanecen inmóviles. Los toques de fiesta mayor eran llamados antiguamente de primera clase, mientras que en la actualidad se les denomina *Solemnidades* en el léxico litúrgico. A menudo se utilizan todas las campanas, incluso las mayores, que solamente tocan para esos días de manera especial (volteo, balanceo...). En algunos lugares de Castilla, por ejemplo, en la Catedral de Calahorra, llaman Garbancera a la campana mayor, porque ese día se comían garbanzos, algo exquisito y caro en aquellos tiempos.

Si nos centramos de manera un poco más concreta en las distintas zonas, podemos ver que en **Castilla y León, La Rioja, País Vasco y la Comunidad Foral de Navarra**, además de la peculiaridad de las campanas *romanas* se añade la técnica de repicar muy rápido, golpeando la campana entre 10 y 20 veces por segundo, modulando volúmenes y adoptando técnicas para no cansarse excesivamente, ya que los toques pueden durar treinta o cuarenta minutos. Esta técnica tiene una peculiaridad muy especial: los badajos, entre golpe y golpe, se dejan pegados a la campana para limitar la vibración. A veces, voltean alguna campana, pero también, sobre todo en el caso de las campanas mayores, pueden moverlas a medio vuelo.

En **Castilla - La Mancha** encontramos diferencias. La forma usual era tocar una campana grande a medias vueltas, pero parándola a cada giro. La técnica es muy compleja, ya que en un sentido es fácil pararla, poniendo la cuerda en el yugo, pero en el otro sentido la cuerda se apoya en la misma campana. Al mismo tiempo, el campanero no se limita solo a realizar estos medios giros, sino que también repica con otra campana. Este es probablemente el modo en el que se tocaban las campanas de la Catedral de Toledo, excepto la Campana Gorda, la mayor de España, aunque rota desde los primeros años de su colocación en la torre, y que ha estado siempre fija.

El caso de **Andalucía, Extremadura y Murcia** es completamente diferente porque nos encontramos con otra manera de entender las campanas: separan las campanas fijas de las campanas que voltean. El toque de fiesta por excelencia consiste en repicar muy rápidamente las campanas mayores, mientras que las menores voltean. Curiosamente, en Córdoba llaman a este volteo repique, porque según dicen, las campanas suenan dos veces, y por tanto repican. En los toques de esta zona encontramos relación con los toques valencianos, porque parece demostrado que los volteos de campanas fueron introducidos por uno de los arzobispos de Valencia, el Patriarca Juan de Ribera, de Sevilla. En su pontificado, la campana mayor de la Catedral de Valencia fue modificada para poder voltear completamente, ya que hasta aquel momento tan solo oscilaba, llegando a quedar parada invertida, con la boca hacia arriba.

En el caso de **Aragón**, la manera tradicional de tocar las campanas es justamente la contraria de la documentada en Andalucía: voltea la campana mayor, ubicada a menudo en el interior de la torre, mientras el resto de las campanas repican al ritmo de la que gira, las menores con las manos y las mayores con el pie. No obstante, podemos hablar de dos variantes. La primera de ellas es el volteo alternado de dos campanas grandes, de manera que la mayor no para y lleva el ritmo, mientras que hay que detener a cada vuelta la menor para que suene exactamente cuando la otra calla. La segunda variante es característica de varios valles del obispado de Jaca, como el Valle de Hecho. En esta zona suele haber cuatro campanas, de las cuales la mayor y las dos menores están fijas, y la mediana puede voltear durante la fiesta o la procesión, y no necesariamente mientras las otras repican. De cualquier manera, el repique es una parte básica de los toques aragoneses, pero es muy distinto al comentado de Castilla, entre otras cosas porque el badajo no queda pegado a la campana entre golpe y golpe. Usualmente, es el toque que anuncia cada sábado que el día siguiente es fiesta, o que señala la misa del domingo. Ahora bien, si es una fiesta, el esquema es, en primer lugar, realizar un repique, posteriormente el volteo y para finalizar, de nuevo el repique.

En el caso de **Cataluña**, las campanas tradicionalmente no voltean, sino que oscilan hasta dejarlas con la boca hacia arriba. Los toques de fiesta y de muertos consisten en la combinación de estas campanas osciladas, tocando las menores sin pararlas, mientras que las grandes pueden combinarse, gracias al esfuerzo de muchas personas. Los repiques y los volteos eran poco comunes y limitados a zonas rurales.

En la actualidad, por el contrario, nos encontramos con un modelo nuevo que no tiene nada que ver con el tradicional. Nos referimos al modo de tocar de Montserrat, que impuso campanas afinadas y tocadas a la manera alemana. Este modelo se ha impuesto por toda Cataluña, siendo ejemplo de ello las catedrales de Lleida y Barcelona. Es cierto que las campanas oscilaban tradicionalmente, pero muy lentas, y bajo el control de los campaneros. En la actualidad lo hacen a una velocidad mucho mayor, a lo que hay que sumar que, como no tienen contrapeso, necesitan una estructura muy sólida, instalada en el interior de la torre. El único sitio donde se mantiene hoy en día el toque tradicional es en el Campanar de Santa Maria de Cervera.

En **Illes Balears**, de manera genérica, las campanas oscilaban, y eran llevadas a sentar como en Cataluña, aunque parece que en ciertas ocasiones las volteaban también. Un ejemplo de ello es la Catedral de Eivissa, que tiene cinco campanas en una estructura interna de madera, así como la Catedral de Mallorca, donde los campaneros tocaban con cuerdas las campanas y las movían y las paraban boca para arriba, incluso el enorme N'Aloi, una campana de dos metros de diámetro y que tocaban entre doce hombres.

En el caso de la **Comunitat Valenciana**, parece innegable que los primeros toques de campanas consistían en campanas osciladas o repicadas como ya se ha explicado. De esta manera, las campanas empiezan a voltear en Valencia hacia finales del XVI, y no llegan a hacerlo en la Catedral de Segorbe hasta final del XVIII. A pesar de ello no se han perdido los repiques, que quizás son la manera más creativa, antigua y local de tocar. El repique de las fiestas mayores consiste en que al mismo tiempo voltea la campana mayor, siendo este el toque más característico de los valencianos. Normalmente se sigue la estructura del repique, pero en algún momento la campana mayor empieza a voltear, mientras repica solo la más aguda, y de vez en cuando se hacen *trancs* de todas, coincidiendo con un badajazo de la que gira.

En cualquier caso, estas diferencias conceptuales de forma no afectan al contenido, que trataba de reproducir, mediante toques de una manera u otra, las distintas clases diarias: desde simple hasta doble de primera, es decir, desde un día ordinario hasta un festivo de la mayor categoría. Esos toques, diferentes en la forma pero iguales en su contenido, no sólo organizaban la vida en torno a las catedrales, tanto de canónigos como de beneficiados, sacerdotes o servidores del templo, sino que, de algún modo, y de manera mucho más fiable que los relojes, construían el tiempo de las ciudades, en muchos casos hasta bien entrado el siglo XX. Una muestra no exhaustiva de la enorme diferencia de los toques tradicionales de las catedrales y de otros campanarios puede encontrarse en el apartado “*Lista de toques*” de la web [campaners.com](http://www.campaners.com)²⁴.

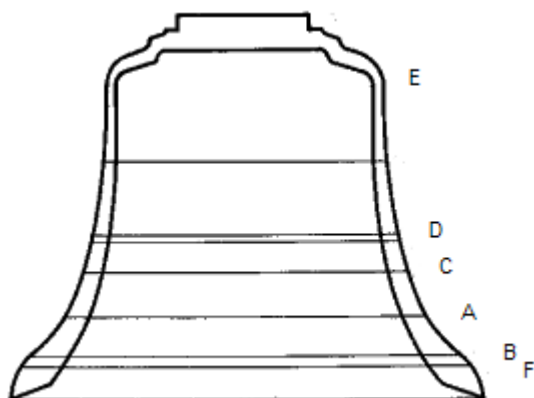
24. http://www.campaners.com/php/tema_textos.php?numer=5 , accedido el 10 de enero de 2017.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 CÁLCULO DE LAS FRECUENCIAS DE LAS CAMPANAS

Una vez que la campana es aceptada como instrumento musical surge la necesidad de medir su sonido. Evidentemente, el primer método que se utiliza es el de la comparación con otros instrumentos musicales, como es el órgano, aunque este sistema solo sirve para observar la afinación externa. El problema estriba en que para analizar el sonido de la campana de manera autónoma es necesario centrarse en su estructura interna y en su perfil.

Los parciales más importantes que forman parte del sonido de la campana son armónicos de una fundamental, por lo tanto, también aquellos que tienen una frecuencia múltiplo de la fundamental. A ellos hay que añadir unos parciales inarmónicos, que a diferencia de los armónicos no siguen la misma regla²⁵. En la actualidad, los fundidores, a la hora de hacer campanas afinadas, como en el caso de las que forman parte de carillones o de los chimes, conjuntos de campanas que suenan conjuntamente creando melodías, afinan los cinco primeros con las ratios 1:2:2.4:3:4.



Como podemos observar en la Ilustración 8, es posible definir, aproximadamente, las zonas de la campana donde se encuentra cada parcial aunque, como veremos más adelante, no es tan sencillo. Según el perfil que presentamos a continuación, la Prima se encontraría entre las letras A y B, la Tercera entre la C y A, la Quinta entre la D y la E, la Nominal en la H y el Hum prácticamente en todo el perfil.

Ilustración 8. Parciales en la campana.
Elaboración propia

25. Rossing, Thomas D., «The Acoustics of Bells: Studying the vibrations of large and small bells helps us understand the sounds of one of the World's oldest musical instruments», *American Scientist* 72, n° 5 (octubre de 1984): 440-47.

En la **Tabla 1** podemos ver cómo serían los parciales²⁶ de una campana de carillón, la que a partir de ahora denominaremos campana ideal, ya que es aquella que se encuentra afinada a la perfección. Como podemos observar, la nota está indicada en la escala temperada con una definición de centésimas de semitono²⁷.

Tabla 1. Parciales de la campana ideal. Elaboración propia.

Parcial	Nota
Hum	Do 3 +00
Prima	Do 4 +00
Tercera	Mib 4 +00
Quinta	Sol 4 +00
Nominal	Do 5 +00
Superquinta	Sol 5 +00
Octava nominal	Do 6 +00

Sin embargo, es importante matizar que no se puede confundir los datos de estos parciales pertenecientes a campanas afinadas, que se utilizan para realizar melodías, con el de las campanas objeto de la investigación, hechas por fundidores que buscaban, o se encontraban en muchos de los casos con resultados en los parciales completamente distintos²⁸.

Además, es necesario añadir que, tal y como se desarrollará en el apartado 1.2.2, en las campanas afinadas la nota que se escucha, conocida como nota de golpe, sí que coincide con uno de los parciales, mientras que en las campanas no afinadas no siempre se da. Por lo tanto, uno de los objetos de estudio de este trabajo será averiguar la relación de esos parciales con el resultado sonoro obtenido. De esta forma podremos establecer criterios a la hora de realizar nuevas campanas según los conjuntos previos, o a la hora de restaurar o sustituir uno de los elementos en un campanario.

En *Physics of Music* de **Rogers**²⁹ vemos que, en relación a las vibraciones que se producen en una membrana que es bidimensional, la alteración inicial se puede propagar a lo largo de la misma en varias direcciones, lo que hace que sea una estructura más complicada que en

26. En el apartado 1.2, referido al marco teórico, podremos observar que algunos investigadores dan distintos nombres a los parciales. Hemos optado por mantener la nomenclatura de cada uno porque en muchos de los casos tiene un significado relacionado con sus teorías respecto al sonido de la campana.

27. Esta campana de referencia será la que utilizaremos para realizar todas las gráficas donde se comparan las desviaciones de las campanas.

28. En ningún momento pretendemos durante este trabajo entrar en una valoración sobre las campanas al compararlas con la campana ideal, sino tan solo ofrecer unos parámetros objetivos sobre los cuales poder analizar las mismas.

29. Rogers, Warren F., *Physics of Music*. Science and Art, Westmont College (Santa Barbara CA: Department of Physics Westmont College, 2012).

los instrumentos de viento o de cuerda. De esta manera, en vez de producirse armónicos se producen parciales (*overtones*), menos alrededor del diámetro de la membrana, que no puede vibrar. Por otra parte, las líneas nodales dividen la membrana en partes simétricas que se mueven en direcciones opuestas.

Cuando un instrumento musical hace una nota determinada produce una frecuencia base con una serie de armónicos cuyas frecuencias son múltiples de dicha fundamenta; haciendo que escuchemos un tono con un timbre característico. La combinación exacta de frecuencias o amplitudes que producen ondas complejas se puede calcular utilizando una técnica llamada *análisis de Fourier*.

La frecuencia es algo que podemos medir con instrumentos que están especialmente diseñados para contar ciclos y medir el tiempo de forma muy precisa. Un medidor de frecuencia simplemente cuenta el número de ciclos de una onda en un periodo de tiempo. Por otra parte, el tono es subjetivo, es un aspecto humano del sonido y lo asociamos con los tonos musicales, siendo la escala más común en occidente la que está dividida en 12 semitonos.

Un tono está íntimamente relacionado con la frecuencia, pero es un atributo psicológico del sonido musical, medido en valores de nota, mientras que la frecuencia es objetiva, un atributo numérico de la onda de sonido medida en Hz. Es importante este detalle, porque como veremos en el análisis de las campanas, así como en los experimentos realizados, una centésima más o menos puede cambiar el nombre de la nota de cierto parcial³⁰.

Es importante saber cómo, a lo largo de la historia, se fueron conociendo los distintos elementos de la campana previamente descritos. Según Lehr³¹, las primeras referencias corresponden a Jacob van Eyck³² (1589/90-1657), carillonista, experto en campanas y compositor, quien llegó a ganarse la admiración de Bacon, Descartes y Mersenne. Su mayor éxito consistió en desarrollar un método para medir individualmente los distintos parciales de la campana, el cual logró a través de la experimentación en copas de vino. Así, al silbar la nota del tono de alguna de las frecuencias de la copa, la misma entra en resonancia.

Nos encontramos con el principio en el que se basa el resonador de Helmholtz, que consiste en una esfera hueca de vidrio con dos cuellos tubulares cortos y abiertos, situados en extremos diametralmente opuestos. Uno de los cuellos se aplica al oído y el otro a la fuente de sonido. En el caso de que la composición del sonido contenga una frecuencia igual o muy próxima a la frecuencia resonante de la cavidad del resonador, este la amplifica permitiendo

30. El problema es que, al estar hablando de campanas no afinadas, nos encontramos muchos casos con afinaciones que están en los límites de ambas notas, con lo cual se ha tenido que ampliar en cierta medida los márgenes establecidos para poder hacer frente a esta limitación subjetiva del lenguaje.

31. Lehr, André, «11. Contemporary Dutch Bell-Founding Art».

32. Grove, Sir George, «Eyck, Jacob van», ed. Tyrrell Sadie, Stanley John, Grove Dictionary of Music and Musicians (Oxford: Oxford University Press, 2001).

percibirla aisladamente. Esto se repitió de manera satisfactoria con campanas, consiguiendo averiguar algunos de los parciales de las campanas de la Catedral de Utrecht. Según documentó Lehr, Jacob van Eyck llegó a comunicar al científico Isaac Beckman que las posiciones de los distintos parciales de la campana³³ vienen determinados por el perfil de la misma³⁴.

Este método conlleva una preparación muy exigente por lo que no fue muy aplicado en las fundiciones de campanas. Sería necesaria una variación, introducida por los hermanos Hemony³⁵ en la primera mitad del siglo XVII. Tanto François (1609-1667) como Pieter (1619-1680) fueron fundidores de campanas, realizando en 1643 el carillón de Zutphen, de una belleza y pureza desconocida hasta entonces.

La novedad aportada por los hermanos Hemony se detalla en la carta que, en 1653, François escribió a Athanasius Kirche, científico jesuita, en la que relata que el cálculo de la relación entre la altura de una campana y su diámetro mayor era de 12:15 pero que también podría ser de 11:14, Si esta relación se cambiara alteraría todo el perfil, ya que *“una relación depende de otra, y de la existente entre anchura, altura y grosor resulta la agradable resonancia que se percibe en las buenas campanas”*³⁶.

La producción de los hermanos Hemony comprende 51 carillones, de los cuales 30 han sobrevivido al menos en parte, y alrededor de 300/400 campanas. En la Catedral de San Cristóbal de la Laguna en Canarias, encontramos una campana fundida por ellos, “la Campana de clase”.

El sistema que utilizan se basa también en el fenómeno de la resonancia, pero de manera inversa: a través del uso de diapasones de hierro, que previamente han sido afinados en relación a los sonidos de un órgano o un clave, y que al golpear la campana entran en resonancia.

Una de las grandes innovaciones de los Hemony se dio en la afinación de la campana. Por primera vez utilizan tornos para quitar material de manera simétrica dentro de la misma, consiguiendo una precisión impensable hasta el momento de 1/20 de semitono. La técnica de los hermanos se basa en fundir la campana con un perfil más grueso, de manera que luego se pudiera quitar material de las zonas pertenecientes a los distintos parciales y conseguir, de esta manera, afinar los cinco parciales principales de la campana³⁷. De hecho, este mecanismo fue tan revolucionario que es el procedimiento que se sigue utilizando en la actualidad en las fundiciones para afinar las campanas.

33. Beeckman, Issac, «Beeckman's journal» 1633.

34. Lehr, André, «The designing of swinging bells and carillon bells in the past and present» (Astén, The Nederland, 1987).

35. Grove, Sir George, «Hemony», ed. Tyrrell Sadie, Stanley John, Grove Dictionary of Music and Musicians (Oxford: Oxford University Press, 2001).

36. Lehr, André, «The designing of swinging bells and carillon bells in the past and present».

37. Rossing, Thomas D., ed., Acoustics of bells, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984).

En una posterior variación perfeccionaron el sistema de análisis de los parciales con el uso de arena. Mediante metalófonos afinados, quizás provenientes de Indonesia, hacían que se moviera la arena que había sobre el metalófono correspondiente a la nota que buscaban. De hecho, nos encontramos, de una manera simplificada, con los patrones que establecería Chladni, pero mucho antes de que él lo hiciera.

Un método similar es el que utiliza **Friedrich Melde** (1832-1901) en 1860 para determinar los nodos y antinodos de la campana³⁸. Chladni también desarrolla otros métodos, como rellenar parcialmente la campana de agua. Al hacer sonar alguno de los parciales con un arco de violín se podía ver en el líquido los nodos y antinodos de la circunferencia. Posteriormente los nodos y antinodos se identificarían de una manera más simple, golpeando la campana en distintos lugares, y determinando si el parcial que se buscaba era audible. Aunque es un buen método tiene el inconveniente de que es muy laborioso y cansado.

Otro procedimiento para establecer la existencia de los tonos meridianos, que se pudo aplicar poco en campanas reales, consiste en rotarlas alrededor de su eje, contando cuántas veces, durante una vuelta, varía de amplitud el parcial que se está investigando.

Asimismo hubo otros científicos durante la época de van Eyck que también hicieron estudios sobre las campanas³⁹, como **Christiaan Huygens** (1629-1695), **Isaac Beeckman** (1588-1637), **Marin Mersenne** (1588-1648) y **René Descartes** (1596-1650).

En el siglo XVIII, **Leonard Euler** (1707-1783) con su obra "*Tentamen de sono campanarum*"⁴⁰ logró las primeras aproximaciones analíticas para evaluar la vibración de una campana, considerándola como un conjunto de anillos circulares superpuestos. Posteriormente, Lord Rayleigh lo haría como un sólido de revolución de espesor constante, idea que provenía de **Jacques Bernoulli**⁴¹.

El sistema mediante el cual se averiguaban las frecuencias a través de diapasones se mantuvo hasta el siglo XIX, aunque tiene un gran inconveniente: en su utilización original, la afinación no podía ajustarse durante el proceso para adaptarse bien a los distintos parciales de la campana. Ante esta necesidad se desarrollaron unos diapasones a los que era posible añadir pesos; con ello se consigue variar la afinación. Con este sistema se podían poner en resonancia los parciales golpeando el diapason y poniéndolo sobre la superficie de la campana.

38. Ibid.

39. Ibid.

40. Euler, Leonard, «Tentamen de sono campanarum», *Novi commentarii academiae scientiarum imperialis Petropolitanae*, 1764.

41. Bernoulli, Jacques, «Essai théorétique sur les vibrations des plaques élastiques rectangulaires et libres», *Nova Acta academiae scientiarum imperialis Petropolitanae*, 1786.

La amplitud de margen que tienen dichos diapasones⁴² es aproximadamente entre una cuarta y una quinta. De esta manera, el diapasón se ajusta a través de la escucha del parcial deseado, para posteriormente poner su base sobre la campana, preferiblemente en un antinodo. A través de este procedimiento, cuanto más se escucha la campana más precisa es la afinación del diapasón. Otra manera de hacerlo es golpear el diapasón y la campana de manera simultánea, sin que haya contacto entre ellos, y posteriormente contar el número de pulsaciones. Si no hay ninguna pulsación se trata de un unísono, pudiéndose leer la frecuencia sobre los dientes del diapasón, que cuentan con una precisión de 1/16 de semitono. Esta fue la técnica que se utilizó en muchas fundiciones de campanas hasta que en 1945 se empieza a utilizar el oscilador electrónico y el transductor, que es un dispositivo que puede transformar un tipo de energía de entrada en otra diferente a la salida, como por ejemplo una señal eléctrica en mecánica.

Desgraciadamente, los conocimientos adquiridos por los hermanos Hemony sobre la afinación de las campanas se perdieron al fallecer ambos. De hecho, al morir Pieter en 1680, su sobrina Anna Margaretha escribe una carta a un amigo en la cual pone en duda que su tío realmente hubiera transmitido dichos conocimientos a su sucesor, Mammes Fremy, lo cual se evidenció diez años más tarde cuando el fundidor de Amberes, Melchior de Haze, lamentó que Pieter Hemony se hubiera llevado los secretos a la tumba.

No es hasta 1890 cuando se retoma el estudio del análisis y de la afinación de las campanas, año en el que **J. W. Strutt**⁴³ (**Lord Rayleigh**) escribe "*On Bells*". En esta obra el autor detalla sus experimentos con ocho campanas, incluidas cinco de su propia parroquia en Terling, siendo capaz de identificar la afinación de entre cuatro y seis armónicos de las campanas, tomando como referencia el armonio y concluyendo que lo que posteriormente se denominará como nota de golpe se encuentra una octava por debajo del quinto parcial, la Nominal. Las campanas que estudia el físico británico no eran instrumentos afinados, por lo que se encuentra con grandes disonancias y relaciones imperfectas entre los distintos parciales. De hecho, es interesante observar la sorpresa que le causaba la falta de coherencia de los parciales de campanas que no habían sido afinadas después de su fundición.

En su escrito ya plantea que, en las campanas, al estar diseñadas para ser simétricas alrededor de un eje, son divididas por las vibraciones en distintas partes de acuerdo al número de veces que se repite el movimiento alrededor de la circunferencia. En el modo más bajo, donde el límite circular se convierte en elíptico, el movimiento se repite una vez, y esto pasa por duplicado. Esto produce que el número de nodos meridianos, que vienen determinados

42. Lehr, André, «The designing of swinging bells and carillon bells in the past and present».

43. Strutt, J. W. (Lord Rayleigh), «1. On Bells».

por donde la circunferencia intercepta a la elipse, sean 4, correspondiendo los meridianos, por ejemplo, a 0° y 180° .

Hay que tener en cuenta el uso que este autor hace de la palabra nodal: no se refiere a que los meridianos no sean nodales, en el sentido de que no hay movimiento, sino en el hecho de que no hay un movimiento normal en la superficie. Esto se puede observar si consideramos un fino cilindro circular infinito en dos dimensiones, donde las vibraciones más graves serían producidas puramente por flexión, permaneciendo la circunferencia sin estirarse en todo su ser durante el movimiento. De esta manera, si fijamos nuestra atención en un modo de vibración de n ciclos, el movimiento en la superficie es al mismo tiempo radial y tangencial, con lo que hay $2n$ puntos distribuidos en intervalos iguales donde el movimiento es solo tangencial; y otros $2n$ puntos en la bisectriz de esos puntos donde el movimiento es solo radial, sin lugares donde no exista ningún movimiento. Aun así, se les llama nodos al primer grupo de puntos, o las líneas por las que discurren paralelas al eje, en el sentido de que no hay un movimiento normal en ellos.

Ambos conjuntos de puntos tienen una relación intrínseca con el lugar donde son excitadas o producidas las vibraciones. Cuando la simetría de una campana es perfecta, no existen unos puntos fijos para los meridianos nodales; su situación dependerá de dónde se haya producido el golpe. Como es extraño que la simetría sea completa, lo normal es que los sistemas nodales se repitan. Para cada número de ciclos n , hay un modo determinado de vibración con $2n$ nodos y $2n$ bucles intermedios; y un segundo modo determinado en el que los nodos y los bucles del primer modo intercambian las funciones, siendo ligeramente diferentes las frecuencias de las vibraciones en ambos.

De acuerdo con la teoría general, las vibraciones de los modos se tienen que considerar de manera separada: las del primer modo serán excitadas, a menos que el golpe ocurra en el nodo de este sistema, y alcanzarán su máximo cuando el golpe sea dado en la curva del mismo. La intensidad que apreciará el observador dependerá de su posición, y será mayor cuando la curva se sitúe justo enfrente. En cuanto al segundo tipo de vibraciones del segundo modo, alcanzarán el máximo cuando el primer modo desaparezca y a la inversa.

En el caso de n ciclos hay $2n$ lugares donde el primer tipo de vibración no es excitada y $2n$ lugares donde no se excita el segundo tipo de vibración. En los $4n$ lugares el resultado del sonido será sin pulsaciones. De esta manera se entiende el procedimiento para fijar el número de ciclos correspondientes a un tono dado: tocando alrededor de círculos a través de la latitud y viendo dónde desaparecen las pulsaciones.

Tan solo cinco años después, en 1895, **A.B. Simpson**⁴⁴ realiza una nueva publicación sobre el tema. Su propósito inicial era descubrir por qué muchas de las campanas inglesas no tenían una buena valoración en cuanto a la calidad del sonido, no en cuanto a la relación entre las distintas campanas, sino a su propia afinación.

Este trabajo difiere bastante del de Strutt, ya que no se centra en la manera que tiene la campana de vibrar, sino que se fija en el resultado que producen dichas vibraciones. En primer lugar, hace referencia a los distintos parciales de las campanas, argumentando que toda campana, al ser golpeada con suficiente intensidad, debe producir una nota fundamental, también llamada tónica⁴⁵, su tercera, su quinta, su octava superior y su octava inferior. Para este autor, los tres parciales más relevantes de la campana y por lo tanto a los que se debe prestar más atención son la Prima, la Nominal y el Hum.

De hecho, Simpson cree que uno de los problemas puede deberse a que los fundidores no siguen las proporciones idóneas de la campana, con el fin de conseguir un sonido más potente, mediante el uso de más material en el proceso de fundición, produciendo que el Hum sea más agudo de lo deseado, la Fundamental más grave en relación, y la Nominal se encuentre proporcionalmente entre estos dos parciales.

Un aspecto interesante que se plantea este autor es por qué no resulta molesto el sonido de las campanas a pesar de que en las notas de los parciales puedan encontrarse notas tan disonantes entre sí. Simpson llega a la conclusión de que ello obedece a que el sonido de los distintos parciales no interfiere entre ellos, como si estuvieran en esferas separadas. En el caso de *peals* o carillones esto es diferente, ya que el fundidor debe tomar como referencia las Nominales o Fundamentales, para establecer las relaciones con el resto de las campanas. Así, según el autor, los ingleses toman como referencia las Nominales, mientras que fuera del Reino Unido se usa la Fundamental o Prima, especialmente en Bélgica. Ante esta diferencia argumenta que, cuando las campanas se tocan de manera rápida, la Nominal se percibe mejor, ya que el sonido de la Fundamental permanece más, como ocurre en los *peals* y en las notas agudas de los carillones. Esto explicaría, según su investigación, una falta de armonía en algunos carillones extranjeros, aunque con las notas graves no ocurriera lo mismo.

En el trabajo de Simpson encontramos una parte más pragmática, ya que al hablar del perfil de la campana, tanto el lado interior como el exterior, busca analizar cómo se puede afinar la campana, en particular la Nominal y la Fundamental.

44. Simpson, A. B., «2A. On Bell Tones», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, *Benchmark papers in acoustics series*, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 27-39.

45. A lo largo de este trabajo se le designará con el nombre de Prima a la tónica, Nominal a la octava superior y Hum a la octava inferior.

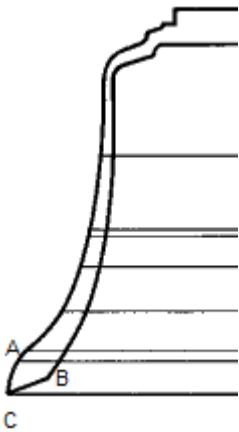


Ilustración 9.
Perfil de la campana.

Para ello hace referencia a la relación de cada punto del perfil de la campana con cada parcial. Por ejemplo, para subir la Nominal habría que quitar material del triángulo ABC, evidentemente de todo alrededor de la campana, aunque este sistema en particular varía el aspecto de la campana y, puede hacer subir hasta 1/8 de tono, por lo que no es muy popular entre los afinadores. De hecho, comenta que los dos puntos a los que hace referencia en relación a la Nominal son muy conocidos por los expertos ingleses, en gran parte porque ellos afinan los conjuntos de campanas partiendo de ese mismo parcial.

Al argumentar que es posible lograr la afinación interna de las campanas, reclama a los fundidores que tengan más en consideración los criterios musicales, para que haya una perfecta armonía interna en los conjuntos de campanas, bien cambiando las que no concuerdan o afinándolas. De hecho, los ingleses a día de hoy aún son partidarios de volver a afinar campanas históricas para adaptarlas a la afinación actual. Esto sería impensable en otros países europeos donde se opta por sustituir la campana histórica discordante situándola en museos o dejándola en la torre, pero fuera del conjunto de los toques habituales.

Respecto a los parciales que hacen referencia a las terceras y quintas, dice que, en el primer caso, aunque también son importantes, es verdad que algunas campanas están afinadas con una tercera mayor y otras con menor. En cuanto al parcial Hum, argumenta que al ser la nota que permanece durante más tiempo también hay que tratarla con relevancia, aunque reconoce que carece de los conocimientos para saber cómo afinar este parcial, ya que según sus propias palabras tiene relación con la masa entera de la campana, llegando a las conclusiones de que este parcial nunca se puede subir, aunque sí que describe un par de maneras de bajarlo.

Según [Taylor](#)⁴⁶, responsable de la afinación de las campanas de la fundación Whitechapel Bellfoundry en Londres, fue la empresa de John Taylor and co en Loughborough quien logra por primera vez la afinación perfecta de las campanas en Inglaterra. Gracias a nuevas máquinas de afinación y diapasones calibrados, consiguieron en 1896 campanas completamente afinadas. Con esta afirmación se evidencia la pérdida de los conocimientos aportados por los hermanos Hemony. En 1907 Gillet and Johnston de Croydon perfeccionan esos sistemas, así como otras empresas que tuvieron distintos grados de éxito. Es interesante que Taylor, que en un principio había utilizado la Justa Entonación a través de terceras naturales, pase a usar el Temperamento Igual hasta la I Guerra Mundial.

46. «Nigel Taylor's tuning page», accedido 26 de noviembre de 2015, <http://www.kirnberger.fsnet.co.uk/>.

En Estados Unidos, el pionero a la hora de hablar de la acústica de las campanas fue **A. T. Jones**⁴⁷, profesor del Smith College, quien ya en 1928 publica numerosos artículos al respecto. En el segundo de ellos, consigue analizar las frecuencias relativas a diez parciales de las campanas del Carlile Chime del Smith College y del Harkness Chime en la Universidad de Yale. Es interesante señalar cómo al principio del artículo destaca el hecho de que aún en ese momento las vibraciones de las campanas no están bien comprendidas, lo que hace presuponer que desconocía los trabajos realizados anteriormente.

Al igual que Taylor, argumenta que los diferentes parciales de una campana normalmente soportan relaciones inarmónicas entre sí y con los distintos parciales de las otras campanas, aunque estén fabricadas por el mismo fundidor.

A través de un estetoscopio conectado a un resonador Helmholtz consigue situar las líneas nodales de los siete primeros parciales iniciando además los estudios sobre la nota de golpe, como veremos en el apartado 1.2.2.

En cuanto a las líneas nodales, según Jones, hay dos sistemas: uno de meridianos que recorre de arriba a abajo la campana en diferentes alturas; y otro de círculos que se sitúan en distintos niveles. Esto ya lo habían empezado a estudiar Rayleigh y Vas Nunes en unas pocas campanas y posteriormente, lo observó en muchas más Biehle. Asimismo, en el momento de la publicación del estudio, Van der Elst estaba desarrollando un resonador para estudiar este tema.

Para exponer su teoría, en su estudio muestra los nodos meridianos que encuentra en las campanas de Harkness Chime. Los círculos nodales le fueron más difíciles de hallar, obteniendo resultados para los primeros siete parciales, siendo diferentes de los encontrados por Biehle, y similares a los de Rayleigh, aunque solo estén definidos los dos primeros.

En sus trabajos, Jones también habla de la amplitud de los distintos parciales que se obtienen al golpear la campana. Destaca que el quinto parcial, Nominal, tiene una amplitud considerablemente más grande que los otros, mientras que en los obtenidos a los tres segundos del golpeo el resultado difiere según el tamaño de la campana. De esta manera, en las más agudas la mayoría de los parciales decaen mucho, mientras que hay uno que permanece durante más tiempo, que es el tercer parcial, Tercera. El autor confiesa que este resultado le sorprendió, ya que daba por hecho que los parciales más agudos desaparecían primero, por lo que el que debería permanecer durante más tiempo sería el primero, Hum.

En cuanto a las conclusiones de su artículo, destaca que en las campanas estudiadas el quinto parcial, Nominal, resalta con fuerza en los primeros momentos de la vibración, aunque

47. Jones, Arthur Taber, «3. The Vibration of Bells», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, *Benchmark papers in acoustics series*, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 47-57.

al principio no resulta claro. Esto podría deberse a que gran parte de la vibración que refuerza el quinto parcial se da en las cercanías del punto de percusión de la campana. La clave está en que para este parcial la superficie de menos intensidad que se extiende hacia fuera, desde el círculo nodal, no pasa directamente en sentido opuesto de la campana, sino que va hacia arriba no lejos de la superficie.

Estas investigaciones iniciales contaban con la desventaja, respecto a las posteriores, de la falta de medios electrónicos. Por eso supuso un gran avance que **Franklin Tyzzer**⁴⁸ y sus colegas de los laboratorios Riverbank desarrollaran en 1930 un método para excitar los parciales por separado, usando un oscilador de lámparas electrónico, para poner en contacto los auriculares con la campana. De esta manera, analizan las frecuencias vibratorias y las configuraciones nodales de tres campanas, llegando a encontrar 68 modos diferentes en una de las campanas y clasificándolos en siete familias.

Este autor pone de relieve que la calidad de la campana tiene relación con la amplitud y frecuencias de los parciales, los cuales dependen del perfil y grosor de la misma. Considera la campana como un cilindro modificado, en el cual se presupone que las vibraciones por flexión están caracterizadas por líneas nodales, meridianos equidistantes y círculos de latitud paralelos, siendo la corona de la campana, por supuesto, un nodo circular para todas las vibraciones. Para las vibraciones por flexión el número de meridianos nodales no puede ser menor de 4, pero puede haber cualquier número de círculos nodales.

Además, argumenta que podemos encontrarnos otros dos tipos de vibraciones: la primera, que consiste en la expansión y contracción sin deformación del perfil circular, teniendo cualquier número de nodos circulares; y la segunda, una vibración que comprende las vibraciones por compresión o longitudinales de una barra con dos líneas meridionales sin movimiento radial.

Es interesante el compendio que realiza de los anteriores métodos utilizados por Simpson y Jones para estudiar las vibraciones de las campanas, aunque considera un problema que estas observaciones se realizan sobre un sonido que está continuamente decayendo. Por eso es necesaria una excitación continua, para obtener resultados con mayor facilidad y con ello más precisos, ya que la excitación se produce sobre distintas frecuencias en cada momento.

Sus resultados están de acuerdo con los de Lord Rayleigh para los primeros cinco parciales, aunque él no consigue encontrar ningún nodo circular para el cuarto, que se sitúa en el punto de percusión de la campana

A la hora de afinar una campana, recalca el hecho de que, debido a la relación intrínseca de

48. Tyzzer, Franklin G., «4. Characteristics of Bell Vibrations», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, *Benchmark papers in acoustics series*, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 63-74.

los cinco parciales, esto provoca problemas a la hora de afinarlos, por lo que hay que buscar los lugares donde los parciales que se quieran modificar se alteren más que los otros, teniendo en cuenta los círculos nodales. Asimismo, Tyzzer también habla de la nota de golpe, como veremos en el apartado 1.2.2.

Ese mismo año, **Taber**⁴⁹ señala que, al escuchar una campana, al igual que ocurre con la mayoría de cuerpos, se sienten distintos tonos simultáneos. Para la producción de los mismos se dan unos modos normales de vibración, caracterizados por diferentes números de segmentos que vibran separados por líneas nodales. Algunas de estas líneas nodales recorren la campana de arriba a abajo, mientras que otras discurren en paralelo a la boca. Los distintos parciales de la campana no siguen en general la serie armónica y es frecuente que haya dos o más modos con el mismo número de segmentos vibratorios. De esta manera, lo relaciona con el tema de las pulsaciones, como veremos en el apartado 1.2.4. En este estudio también profundiza sobre la nota de golpe, que abordaremos en el apartado 1.2.2.

En 1933, **Curtiss** y **Giannini**⁵⁰ toman medidas sobre el nivel de sonido y el tiempo que tarda el sonido en decaer, con un medidor de ruido RCA primitivo. Con este sistema determinan el espectro de los parciales de una campana al golpearla con un oscilador variable.

Ante la afirmación de que las buenas campanas son aquellas que tienen entre cinco y siete parciales, con una relación levemente inarmónica y una relación numérica ideal de 1:2:2.4:3:4:6:8, el objetivo de este estudio fue demostrar, entre otras cosas, que los parciales no tienen exactamente esa relación. Esto lo fundamentan en primer lugar, describiendo cómo fue el proceso de una valoración subjetiva de la calidad de las campanas realizada por un carrillista y entre otros expertos; posteriormente explican la metodología del experimento que llevaron a cabo. Dicho experimento consiste en medir la intensidad de las campanas en decibelios, en el momento del golpeo y 20 y 30 segundos después. El segundo ensayo se basa en medir las campanas desde un punto externo y el tercero se realiza después de percibir que mientras se tocaban las campanas se escuchaba un parcial por debajo, para determinar el volumen del mismo comparándolo con el volumen de las campanas que sonaban.

Con todos estos resultados consiguen elaborar un gráfico sobre la atenuación del sonido de las campanas, donde se puede observar que después del golpeo se ven unos picos, que pertenecen a alguno de los armónicos o parciales de la campana que se construyen en los diferentes tiempos después del golpeo. Esto sirve para definir los periodos en los que se es-

49. Jones, Arthur Taber, «12. The Strike Note of Bells», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, *Benchmark papers in acoustics series*, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 220-28.

50. Curtiss, A. N. y Giannini, G. M., «5. Some Notes on the Character of Bell Tones», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, *Benchmark papers in acoustics series*, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 75-82.

cucha más cada parcial, con lo que asumiendo que los parciales más agudos sobresalen y desaparecen antes, los que destacan al final son los más graves.

Paralelamente, realizan otro experimento para localizar de manera definitiva cada parcial, mediante la amplificación de la onda de manera electrónica. Esto permite definir los parciales de manera mucho más precisa que con los diapasones, ya que estos se limitan a frecuencias establecidas.

Con todo ello llegan a establecer las peculiaridades de los parciales inarmónicos, que son los causantes de que para algunas personas el sonido de las campanas suene desafinado. Asimismo, otra de las conclusiones que establecen es que los parciales predominantes no están contruidos solo por un tono sino por varios.

En su estudio también analizan las diferencias que se pueden observar entre campanas de distintos tamaños. En cuanto a la atenuación, comparando la de las campanas grandes con las pequeñas, concluyen que la mejor cualidad del sonido resulta al usar un perfil grueso en las campanas agudas; y en comparación, un perfil mucho más fino en las más grandes, siendo importante que haya una diferencia en el radio entre el peso del badajo y de la campana. Esto provoca cambios, sobre todo en el parcial de la tercera y en la curva de atenuación, factor que se puede observar en un carillón, ya que los tonos no suenan igual en toda la escala, diferenciándose considerablemente en cuanto a amplitud.

En el trabajo de **E. W. van Heuven**⁵¹, titulado “*Acoustical Measurements on Church Bells and Carillons*”,⁵² de 1949, encontramos uno de los estudios más extensos sobre acústica de campanas. En él, el autor analiza los datos obtenidos en el Departamento de Preservación de las Artes y Monumentos en los Países Bajos después de la Segunda Guerra Mundial. Como es evidente, durante la guerra muchas campanas fueron utilizadas para construir material bélico, habiendo datos de que hasta un 70% de las campanas de su país fueron sacadas de su emplazamiento original, pudiéndose recuperar solo la mitad después de la guerra. En contraposición, esta situación hizo que muchas de ellas se pudieran estudiar puesto que ya no estaban situadas en las torres. Su obra versa sobre modos de vibración, la afinación de algunos de los carillones más importantes, el proceso de afinación, la disminución del sonido y las intensidades relativas de los sonidos de los parciales. De hecho, lo que pretende con su trabajo es considerar qué posibilidades ofrecen los modernos métodos de medida electroacústica que surgen en su tiempo.

51. Van Heuven, E. W., «9A. The Tuning of Carillon Bells Incorporated in the Measurements», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 136-55.

52. Van Heuven, E. W., «Acoustical measurements on church-bells and carillons» (Technische Hogeschool, 1949).

En cuanto a la denominación de los parciales, se centra solo en los cinco primeros, ya que considera que el sexto y los más altos son más bien variables, aunque sean campanas con una buena cualidad sonora, lo que hace que no les ponga nombre. Es interesante comparar esto con cómo más adelante se les dará mucha más importancia a estos parciales con relación a la nota de golpe, tal y como veremos en el apartado 1.2.2.

En cuanto a la descripción del sonido de la campana, Heuven señala que a pesar de que las campanas muestran un alto grado de simetría rotacional, en la práctica no existe en estado puro, aunque solo sea por el hecho de que muchas campanas tienen ornamentos e inscripciones.

Para él, el sonido de cada parcial viene descrito por ciertas características físicas: la frecuencia, la amplitud inicial en el momento del golpeo, la atenuación del sonido después de ese golpeo y la direccionalidad de la intensidad del sonido. De igual modo, considera que si solo se analiza una campana, los valores absolutos de las frecuencias son menos importantes que las ratios que haya entre las mismas, iniciando la distinción entre afinación interna (*internal tuning*) y la afinación externa (*external tuning*), donde los valores absolutos de las frecuencias de los distintos parciales son considerados con relación a los de las otras campanas.

En el caso específico de los carillones, resalta que es importante que cada campana tenga una coherencia interna en su afinación, a través del ajuste de los distintos parciales, pero que asimismo es igual de importante o incluso más la afinación externa, es decir, la afinación relativa de los parciales entre las distintas campanas. En cuanto al sistema de afinación que debe utilizarse en los carillones modernos, sostiene que no hay realmente unas condiciones intrínsecas para elegir el sistema temperado, pero que influyen las siguientes razones: en primer lugar el coste, ya que los carillones siempre empiezan en Do, aunque estén transportados, por lo que si se añaden campanas en la parte grave sería un problema si no estuvieran afinados en el sistema temperado; en segundo lugar que el carillón es utilizado para interpretar composiciones más complejas y, en tercer lugar, que la escala del temperamento igual es la que se utiliza en toda la música moderna y por lo tanto es el tipo de afinación al que la gente está más acostumbrada. De todas maneras, como ya se ha dicho, la afinación de las campanas siempre se basará en una relación entre la afinación interna de cada campana y la externa entre las campanas, por lo que esto puede exigir ciertas desviaciones entre los parciales. El problema para este autor, y que tiene difícil solución, es encontrar el equilibrio entre esas desviaciones y que la música interpretada sea concordante.

Según sus escritos, la descripción del sonido de la campana viene determinada por distintas propiedades: mecánicas, como la elasticidad de los coeficientes, la densidad, y la atenuación interna del material; materiales, como la estructura y la porosidad, y geométricas, establecidas por el grosor del perfil de la campana, las posibles desviaciones del eje simétrico ideal y el lugar de golpeo en la propia campana.

De esta manera concluye que para poder hacer una descripción física del sonido de la campana es necesario encontrar los siguientes elementos: 1. Las frecuencias de los distintos parciales; 2. La amplitud inicial relativa de los parciales cuando se excitan al golpear la campana en un punto dado; 3. Las características direccionales de la intensidad del sonido de los distintos parciales; y 4. La atenuación de las amplitudes o las intensidades de los parciales como una función de tiempo después del golpeo.

Es cierto que los elementos 1, 3 y 4 son propios de la campana, mientras que el número 2 depende del sitio donde sea golpeada y puede depender de cómo esté colocado y suspendido el badajo. Por estas razones, el autor comenta que en los estudios que realizó, debido al grado de similitud entre los distintos perfiles de las campanas, solo fue necesario medir en cada una, por separado, los factores 1 y 4, mientras que el 2 y el 3 se pudo basar en ciertas reglas extraídas de los resultados de las medidas de algunos ejemplos. En cuanto a los modos de vibración, parte de las explicaciones de Rayleigh sin añadir novedades.

Respecto al proceso de afinación de la campana, Heuven toma como referencia los trabajos de Pfnor y Simpson⁵³. El autor destaca la dificultad de encontrar esta información debido a que las empresas fundidoras lo tienen como material propio y no lo comparten. Para poder obtener un perfil estándar analiza 12 campanas, calcula la media de los resultados y analiza la relación entre la forma del perfil y las frecuencias de los parciales. Con sus análisis muestra los resultados de las medidas de los parciales y propone varias aplicaciones, mostrando qué áreas afectan a cada parcial y de qué manera, en función de si lo sube o baja en afinación. Ante la dificultad del proceso de afinación propone como mejor opción el método *cascada*, en el que cada vez se elige una zona de afinación. La elección se tiene que hacer de forma que cada frecuencia de cada parcial cambie en la dirección del valor deseado, de manera que después de cada proceso se vuelven a medir las frecuencias de los parciales y se pueda hacer una nueva elección. Según este método, el proceso se repite hasta que todas las frecuencias de los parciales se encuentran en los valores buscados. Heuven considera el Hum, la Fundamental y la Nominal como los parciales más importantes para afinar una campana, en detrimento de la Quinta.

En cuanto a la atenuación del sonido, señala que una vez la campana ha sido golpeada, la amplitud de las vibraciones muestra una atenuación exponencial en el tiempo, pasando la energía vibracional a ser de otros tipos ya que el material de la campana muestra una atenuación interna. Este fenómeno es el que Zener⁵⁴ llama *anelasticity* y supone que, en cada ciclo de las deformaciones periódicas, parte de la deformación elástica se convierte en calor. A esto hay que añadir que el sonido de la campana irradia energía acústica al aire que le rodea, aunque destaca el hecho de que Heuven no considera ninguna atenuación por la suspensión

53. Simpson, A. B., «2A. On Bell Tones».

54. Zener, Clarence M., *Elasticity and Anelasticity Metals* (Chicago: University of Chicago Press, 1948).

de la campana, al apreciar que ese lugar es un punto nodal para todos los modos de vibración que participan en el sonido de la campana.

En cuanto a las intensidades relativas del sonido de los parciales explica que, al ser golpeada una campana en cualquier punto, en general se excitan todos los parciales. Una vez ocurre esto, la amplitud vibracional de cada parcial decrece exponencialmente en el tiempo. Las frecuencias más agudas muestran una atenuación de más dB/s que las graves, lo que conlleva que, más allá de la intensidad inicial de cada parcial, el que se quedará resonando durante más tiempo será el Hum. La amplitud de las vibraciones al principio es proporcional al impulso del golpeo y al lugar donde se realiza, aunque si lo que se busca son las amplitudes relativas no es necesario conocer el impulso del golpeo.

En cuanto a la direccionalidad del sonido irradiado observó cómo, a pesar de que en teoría al ser un cuerpo simétrico la amplitud de la presión del sonido debería ser la misma en un ángulo igual respecto a dos meridianos nodales, en la práctica la campana nunca es exactamente simétrica rotacionalmente, aunque solo sea por la carga del excitador y por la simetría incompleta de la campana.

En 1954, [Slaymaker](#) y [Meeker](#)⁵⁵ realizan un estudio sobre las medidas de las características tonales de las campanas de carillón. A pesar de que uno de los principales temas del estudio es la nota de golpe, también concluyen que, en contraste con los estudios de Van Heuven, las campanas mejor afinadas de las fundiciones inglesas y de los países bajos son idénticas en sus parciales desde el Hum hasta los que están situados dos octavas por arriba.

Respecto a la afinación de las campanas de carillón y la presencia o ausencia de la nota de golpe no le dan importancia, ya que en un carillón afinado destaca una potente y sonora tercera menor, mientras que la quinta es suave y tiene una atenuación muy rápida. De esta manera concluyen, como ya se ha visto en autores precedentes, que el Hum, en general, es más débil que los otros componentes en el momento del golpeo, pero al decaer de manera tan lenta al final queda como el parcial que sobresale más en relativamente poco tiempo.

En 1964 se produce una gran innovación en la investigación sobre las vibraciones en las campanas, ya que [Kalnins](#)⁵⁶ utiliza por primera vez el ordenador para evaluar las frecuencias fundamentales de vibración mediante la división de la campana en placas simétricas a un eje, conos truncados, conos y otros elementos geométricos que pueden ser medidos de manera más sencilla y precisa.

55. Slaymaker, Frank H. y Meeker, Willard F., «6. Measurements of the Tonal Characteristics of Carillon Bells», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 83-90.

56. Kalnins, A., «Free vibration of rotationally symmetric shell», *The Journal of the Acoustical Society of America* 36 (1964): 1335-65.

Un trabajo más extenso que el realizado por Slaymaker y Meeker es el de **Grützmacher, Kallenbach y Nellessen**⁵⁷ de 1965. En primer lugar, determinan la forma de las vibraciones de cada parcial y su amplitud medida sobre la superficie de la campana, organizándolas en cuanto al número de nodos circulares y meridionales. En cuanto a las frecuencias modales y sus configuraciones coinciden en general con Tyzzer, aunque su estudio profundiza más en la influencia del sonido en relación a la masa, material y forma del badajo. En cuanto a la amortiguación de los parciales se centran en tres factores: la amortiguación interna, la fricción del aire y la radiación del sonido.

Para poder describir de manera física el sonido de una campana, explican, son necesarios cuatro factores, (aunque en su estudio solo se fijan en los tres primeros). 1. Las frecuencias de los parciales, marcadas por el material y el perfil de la campana; 2. La amplitud relativa de los parciales tonales en el momento del golpeo, que dependen del lugar de la percusión, de la forma y masa del badajo, así como, posteriormente, de la duración de los distintos parciales; 3. La amortiguación de los parciales, que depende a su vez de tres factores: amortiguación interna del material, amortiguación debida a la fricción y amortiguación acústica, 4. el campo sonoro y difusión del sonido, determinados por la localización de las campanas, su construcción, las condiciones atmosféricas y las características propias del terreno.

Para estos autores, atendiendo a su perfil, la campana debería vibrar de una manera similar a un caparazón cilíndrico circular, añadiendo que en las investigaciones sobre campanas se acostumbra a especificar, junto a cada parcial, el modo de vibración concretando el número k de sus círculos nodales y el número n de sus nodos meridionales. Esto es diferente a los cilindros huecos, donde los modos vibracionales se describen por su número de semionda longitudinal i y la onda periférica m . El tamaño y número de áreas sobre la superficie de la campana que vibra en contrafase viene determinado por las líneas nodales, mientras que las amplitudes de las vibraciones de áreas vecinas son similares. De cualquier manera, las amplitudes de los campos acumulados dependen del perfil de la campana.

En cuanto a la relación entre la forma de la vibración y la frecuencia, para el espectro total son de gran importancia las series de frecuencias que tienen un anillo nodal alrededor del punto de percusión de la campana y que incrementan el número de meridianos. Esto se debe a que estas vibraciones tienen su máxima amplitud cerca de la boca y por lo tanto se encuentran muy distorsionadas por el golpeo del badajo. Las vibraciones más agudas, con 4, 5 y más círculos nodales, tienen menos importancia para el sonido, ya que sus amplitudes son pequeñas. Las frecuencias más graves, con dos nodos meridianos, aparecen en la proximidad de la décima o undécima, mientras que las agudas decrecen alrededor de intervalos de quintas, cuartas y terceras.

57. Grützmacher, M., Kallenbach, W., y Nellessen, E., «7. Acoustical Investigations on Church Bells», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 91-111.

Según su estudio, cualquier afinación de una campana puede ser obtenida a través de un perfil dado, mediante reducción o engrandecimiento y ello lo consiguen a través de una serie de fórmulas matemáticas.

Los esquemas de clasificación de los modos usados por Tyzzer y por Grützmacher, Kallenbach y Nellessen coinciden bastante, excepto por los modos que tienen un círculo modal o una línea de movimiento mínima en el punto de percusión de la campana. Así el primero lo designa como $(m,1\#)$, mientras que los otros como $(m,0)$, donde m es el número de meridianos nodales.

André Lehr es una de las grandes autoridades en el mundo de las campanas por sus estudios sobre su acústica. Ya en 1951⁵⁸ habla sobre la afinación de tres de los carillones de los hermanos Hemony del siglo XVII, concluyendo que utilizaban la afinación mesotónica (meantone tuning) que considera superior al temperamento igual pero que también permite tocar en todas las tonalidades.

En otro artículo, ya en 1965, Lehr⁵⁹ complementa lo tratado por Heuven sobre la afinación de las campanas. Para él, el proceso más sencillo, al menos de manera teórica, para conseguir una campana bien afinada sería hacer de manera correcta el perfil en el diseño de la campana, pero esto no es viable porque hay factores que no se pueden calcular, como la contracción del molde, por lo que es imposible darle a la campana el perfil exacto que exige la teoría. Por ello plantea que es más práctico hacer la campana más gruesa de lo necesario, como se viene haciendo desde inicios del siglo XVII y como ya hemos visto en otros autores. También considera evidente que haciendo más fina una parte de la campana no cambiará la frecuencia de todos los armónicos por igual, por lo que hay que conocer cómo afecta cada lugar. Por otra parte, hace referencia a que la afinación se hace siempre en la parte interna ya que la externa suele tener ornamentaciones e inscripciones, aspecto comentado por muchos de los teóricos.

En cuanto a la estructura tonal ideal, para el autor los parciales de las campanas están más comprimidos que en los instrumentos de cuerda o viento. Por ejemplo, en el caso de los instrumentos de cuerda, el quinto parcial es cinco veces la Fundamental, mientras que en una campana el quinto parcial está alrededor de ser solo cuatro veces el parcial más bajo.

Asimismo, Lehr plantea que después de la introducción del sistema temperado en el siglo XIV, la ciencia de las campanas se desarrolló e hizo posible, a principios del XVII, dar a las

58. Lehr, André, «10. The System of the Hemony-Carillons Tuning», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 187-90.

59. Lehr, André, «11. Contemporary Dutch Bell-Founding Art».

frecuencias más bajas de la campana las siguientes ratios 5:10:12:15:20, remarcando que la tercera menor resulta dominante en el sonido de la campana. A pesar de que se puede considerar que esta serie armónica solo se consigue para los cinco armónicos más graves, mientras que para las cuerdas o un órgano se mantiene sobre un considerable número de armónicos, Lehr mantiene que, en consonancia con otros factores del sonido de las campanas, no es tan importante como parece. Los armónicos más agudos tienen un volumen y una duración mucho menor y además, un gran número de los parciales agudos tienen un nodo donde golpea el badajo, lo que produce que el fundidor tenga como objetivo primario los cinco primeros parciales.

A pesar de que hace referencia a los cinco parciales más graves, no quiere decir que los superiores tengan menos importancia o que su posición espectral sea arbitraria. Al mismo tiempo, no todos tienen la misma relevancia, siendo el criterio su volumen durante el golpeo del badajo. De esta manera, es necesario medir la fuerza de cada armónico en cada campana para determinar cuáles son importantes, aunque desgraciadamente, añade, es imposible determinarlo durante la fundición.

Además, para completar la estructura de la vibración de la campana es necesario investigar los movimientos del perfil en relación a las líneas circulares que se producen a su alrededor, que por su simetría es más sencillo ya que, según él, es previsible que haya una gran analogía con la vibración de los anillos. Cada armónico se puede caracterizar por un número de nodos igualmente espaciados a lo largo de la circunferencia de la campana en donde es viable hacer una aproximación al movimiento del perfil entre los nodos por una función sinusoidal.

Esto tiene unas consecuencias musicales. Teniendo una clasificación de grupos no debería ser difícil predecir la distribución espectral de las distintas funciones propias de la campana. Los parciales que no tienen círculos nodales en el borde de la campana dominan de manera especial el espectro de sonido (parciales del grupo I y el parcial II-2). Esto le hace plantearse por qué solo se afinan los cinco parciales inferiores cuando los agudos también entran dentro de las consideraciones. Su conclusión es que en la práctica no es factible porque se ha visto que los parciales que tienen prácticamente las mismas funciones poseen también similares curvas de afinación. Esto hace que algunos parciales se puedan afinar mucho mientras que otros solo permiten pequeñas correcciones, factores que se tienen que tener en cuenta a la hora de diseñar una campana.

De esta manera concluye que el resultado final del diseño y del afinado de la campana pueden al menos asegurar que los parciales I-2, II-2, I-3, II-3 y I-4 son altamente puros, es decir, con una desviación de alrededor el 0,2% de la frecuencia correcta. Los armónicos superiores tendrán relación con los cinco más graves, dependiendo de sus funciones propias particulares, con una desviación entre el 0,5 al 5% de la frecuencia deseada. Por lo tanto, la clasificación en grupos de los parciales tiene mucha importancia en la afinación y diseño de la campana, así como en otros aspectos del sonido de la misma.

En cuanto a la manera de afinar una campana, Lehr considera que crear unos gráficos de afinación no es muy complejo, ya que el interior de la campana está dividido en un número de sectores en forma de anillo de la misma anchura y con ayuda de los mismos el fundidor podría fácilmente afinarla. Por esta razón, considera que es importante hacer el proceso paso a paso, porque quitar material en exceso cambiaría la campana de manera irreparable. Estos gráficos aunque son muy prácticos, tienen sus limitaciones. Afinar una campana no es una mera cuestión de frecuencias, sino que tiene relación con escuchar el color del sonido, o aplicar ciertas reglas que da la experiencia.

Lehr también se plantea la duda de la necesidad de buscar la pureza musical del instrumento como objetivo, manteniendo que este criterio tiene que ser puramente musical. Por lo tanto, llega a la conclusión de que en una campana escuchada de manera aislada, no en conjunto, los intervalos entre los primeros cinco parciales tienen que ser perfectos, y por lo tanto solo pueden tener una desviación máxima de tres centésimas. De todas maneras, añade que es arriesgado aplicar este criterio como regla sin más reflexión. En campanas graves se pueden producir pulsaciones entre los mismos parciales por lo que al final no depende solo de los aparatos de medida, sino que el oído musical tiene una relación directa con la afinación final.

Schouten y Hart⁶⁰, también en 1965, consideran que el espectro físico del sonido de una campana consiste en un gran número de frecuencias propias características, que se pueden conjuntar según su pertenencia a varios grupos determinados por el número y la posición de las líneas circulares nodales. Para cada grupo resultante, las frecuencias propias vienen determinadas por el número de nodos meridianos s , cuyo número mínimo es de dos. En su trabajo se centran especialmente en la nota de golpe, como veremos en el apartado 1.2.2.

Ese mismo año, **Perrin y Charnley**⁶¹ relacionan la teoría de grupos y las campanas. A través del trabajo que llevaron a cabo muestran que los modos de vibración de la campana se pueden clasificar en familias de acuerdo con su comportamiento, tomando como base campanas que tienen una simetría perfecta sin distorsiones de ningún tipo. Estas familias se caracterizan más por el número de meridianos nodales que por el número de círculos nodales usados en la clasificación habitual.

Con este trabajo demuestran que se puede obtener información acerca de las vibraciones de las campanas aplicando técnicas de teoría de grupos. La información que obtienen es de naturaleza cualitativa en su totalidad, pero, sin embargo, conduce a dos avances relevantes

60. Schouten, J. F. y Hart, J. t, «15. The Strike Note of Bells», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, *Benchmark papers in acoustics series*, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 245-55.

61. Perrin, R. y Charnley, T, «19. Group Theory and the Bell», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, *Benchmark papers in acoustics series*, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 327-34.

de la materia: en primer lugar, da un esquema significativo para clasificar los modos de vibración y en segundo lugar, ayuda a entender la raíz del problema de las pulsaciones, como veremos en el apartado 1.2.4, y conduce a varias ideas para eliminar este efecto en la práctica.

En 1979, **Ayres**⁶², al escribir un artículo sobre la restauración de un campanario del siglo XVIII, habla de que al voltear una campana, esta tiene una reacción del doble de su peso horizontalmente y hasta cuatro veces su peso verticalmente. En cuanto a la afinación, afirma que a diferencia de otros instrumentos, la frecuencia de la Nominal de la campana no tiene una relación directa con el peso. Como veremos más adelante, en su tesis doctoral, Ivorra demuestra otras cifras para nuestras campanas de volteo.

Posteriormente, **Perrin, Charnley y dePont**⁶³, en el año 1982, realizan una comparación de los parciales encontrados en una campana inglesa con los obtenidos a través de un ordenador, utilizando la técnica de elementos finitos. En 1972 **Banens** había aplicado por primera vez, en la Technical University of Eindhoven⁶⁴, este método a una campana. De esta manera, y por primera vez, el esquema de la clasificación de los parciales consigue tener una base física firme, proporcionando nuevas vías al diseño de las campanas.

Gracias a este avance consiguen hacer un análisis de una campana teórica, en la cual los patrones nodales consisten en $2m$ meridianos con azimuts igualmente espaciados y n círculos paralelos al borde, donde $n, m=0,1,2...$ De esta manera, pensando en una campana con una perfecta simetría al eje, los modos con $m>0$ pertenecen a dobletes degenerados cuyos miembros tienen los mismos patrones nodales. Cada par de modos constituye para el análisis de la campana un parcial y su localización absoluta es indeterminada por la simetría respecto al eje, haciendo que los azimuts sean dinámicamente equivalentes. Para $m=0$ resuelven que cada modo constituye un parcial, habiendo dos tipos, los llamados modos puro *respiradores* y los modos de pura *torsión*, siendo esto confirmado a través de los experimentos que llevaron a cabo.

El problema es que en las campanas reales siempre hay imperfecciones en relación a la geometría y la metalurgia. Esto provoca que se puedan situar las ubicaciones absolutas de los nodos meridianos y que no haya una conexión obvia entre aquellos de parciales diferentes; que se produzcan leves distorsiones de los patrones nodales y leves desdoblamiento entre las frecuencias de los dobles componentes. Asimismo, en este trabajo los autores recalcan

62. Ayres, R. M., «Rebuilding an XVIII century campanile», Chantered Mechanical Engineer, septiembre de 1979, 93-95.

63. Perrin, R., Charnley, T, y dePont, J., «8. Normal Modes of the Modern English Church Bell», en Acoustics of bells, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 112-32.

64. Banens, Jos, «Het frekwentie-spektrum van de klok». (Universidad Técnica de Eindhoven, 1972).

que, a excepción de los trabajos de Tytzer y Grützmacher, los estudios previos solo se han centrado en los primeros cinco parciales, quizás porque son los únicos deliberadamente afinados por los fundidores ingleses.

De esta manera, el primer paso en su investigación consiste en descubrir todos los parciales posibles, encontrando un total de 134. El segundo paso es coger cada uno de esos parciales e intentar identificarlo en términos de estructura degenerativa, número de meridianos nodales y número y posición de los círculos nodales. Como resultado y a efectos prácticos, dividen los parciales en tres categorías. La primera hace referencia a los componentes del parcial en relación a las frecuencias que aparecen con picos completamente separados en el espectro, teniendo de hecho todos estos parciales dos meridianos. En sus experimentos se dio el sencillo pero a la vez infrecuente caso en el que el impulsor estaba exactamente en el nodo meridiano de uno de los componentes, y por tanto aproximadamente en el antinodo meridiano del otro, el movimiento alrededor de la campana mostró el nodo meridiano del segundo de estos componentes como líneas de cero amplitud con una fase de cambio π a través de él. De esta manera se encontró, como se había predicho en los argumentos teóricos, que los círculos nodales de ambos componentes se sitúan siempre en la misma altura de la campana, mientras que los nodos meridianos de unos de los componentes siempre se sitúan aproximadamente a medio camino entre los dos.

La segunda categoría se puede llamar la de los pares degenerados, en cuanto a dos estados que comparten la misma energía. Cuando las frecuencias de los dobles componentes difieren menos que la mitad de la potencia del ancho de banda de cada miembro, independientemente de las posiciones del conductor y recolector de información, aparece un pico único en el espectro. Las posiciones nodales de ambos meridianos y círculos fueron bien definidas, pero el patrón completo se movió alrededor de la campana conforme se iba cambiando la posición del conductor. Esto era justo lo que se esperaba en el caso de verdadera degeneración, donde las posiciones relativas de los patrones nodales de los componentes se fijan, pero sus localizaciones absolutas son indeterminadas hasta que un agente externo, en este caso el conductor, se introduce.

En el estudio vieron que la mayor parte de los parciales se sitúan en una tercera categoría, que es intermedia y que es posible definir ya que hay diferencias aproximadamente en un tercio del poder del ancho de banda entre los componentes de las frecuencias. Hay dos picos cercanos separados por poca profundidad en el espectro, excepto cuando el conductor se sitúa exactamente en el nodo meridiano de uno de los pares. En ese caso sólo uno de los miembros puede ser afinado. Si el conductor se sitúa entre el meridiano antinodal de ambos componentes, entonces la afinación muestra dos picos iguales con una mínima distancia entre ellos. De esta manera, al hacer las medidas a través de los experimentos alrededor de un determinado círculo nodal consiguen obtener un valor claro para el número de meridianos nodales.

En este estudio también analizan el método del elemento finito, que es una técnica para que el ordenador pueda resolver numéricamente ecuaciones diferenciales muy complejas, con o sin solución analítica. Se basa en pasar de integrales a sumatorios de elementos muy pequeños pero finitos, no diferenciales, con lo que una estructura con una forma compleja se considera una estructura integrada por elementos simples, para pasar a una comparación entre los resultados del método experimental y el finito. A través de experimentos se dieron cuenta de que lo que en teoría debía poder hacerse con fiabilidad resultó más difícil a la hora de ponerlo en práctica.

Los modos calculados por el ordenador los describen como modos conducidos por el anillo de la campana, modos conducidos por el caparazón y modos de torsión del caparazón, estos últimos sin significado acústico. Tres de los más importantes a nivel musical son los pertenecientes al tipo de conducidos por el anillo. Para concluir el trabajo, se fijaron en la importancia que tiene que el punto donde golpea el badajo sea el más grueso de la boca de la campana, ya que, aunque en un principio quizás esto se hiciera para dar más consistencia a la campana, plantean que, una vez estudiado sus efectos en la transmisión de las vibraciones y sus contribuciones a los modos conducidos por el anillo, son muy importantes. De hecho, se dan cuenta de que algunos fundidores alemanes afinan no solo los cinco primeros parciales como hacen los ingleses, sino también los 17, 18 y 19 (Superquinta) relativos al Hum, aunque consideran que esto es innecesario una vez afinados los primeros cinco, como han visto en la campana Taylor, pero quizás lo hacen porque el perfil básico germano es más fino.

Terhardt⁶⁵, en su artículo de 1984 además de hablar sobre la nota de golpe sostiene que la campana representa un sistema vibratorio que posee múltiples modos naturales de vibración. La frecuencia y los factores de estos modos dependen solo de la forma y del material de la campana si se ignoran los efectos no lineales, en cuanto a la dependencia de las frecuencias naturales sobre la amplitud, y los efectos de la temperatura, donde el autor hace referencia a los estudios ya citados de Jones⁶⁶ y Kallenbach⁶⁷.

De esta manera, cuando las frecuencias naturales son estimuladas por el badajo tienen una oscilación inicial con una duración muy corta pero con una gran amplitud. Esa amplitud inicial de cada oscilación natural depende de la fuerza y del lugar del impacto, produciendo una onda sonora. Los componentes del espectro sinusoidal del sonido, que se pueden encontrar en el análisis espectrográfico, se llaman tonos parciales; la relación entre ellos no sigue un

65. Terhardt, E. y Seewann, M., «Auditive und objective Bestimmung der Schlagtonhöhe von historischen Kirchenglocken», *Acustica* 54 (1984): 129-44.

66. Jones, Arthur Taber, «12. The Strike Note of Bells».

67. Grützmacher, M., Kallenbach, W., y Nellessen, E., «7. Acoustical Investigations on Church Bells».

patrón simple o natural, y depende del perfil y grosor de la campana. Este autor sostiene que para que una campana se pueda considerar que está afinada, sus parciales deben respetar los ratios ya mencionados por otros autores, aunque al mismo tiempo señala que las campanas más antiguas se pueden desviar bastante de los mismos.

También en 1984, **Rossing**⁶⁸ escribe *“The Acoustics of Bells”*, libro en el que afirma que los parciales más prominentes en el sonido de una campana afinada de iglesia o carillón, como en la mayoría de los instrumentos, son armónicos de una fundamental, esto es, que sus frecuencias son múltiplos de una frecuencia fundamental. Pero, añade que, además de los parciales armónicos, en el caso de las campanas nos encontramos también con parciales inarmónicos.

Cuando una campana es golpeada por el badajo vibra de una forma compleja, de una manera similar a un plato circular. Así explica el hecho de que nos encontremos con regiones que permanecen relativamente estáticas, llamadas nodos, y otras donde el movimiento de ida y vuelta es máximo, llamadas antinodos, de manera que cada configuración de nodos y antinodos se asocia con un modo de vibración. Las líneas nodales se pueden plasmar de distintas formas, incluyendo ejes y círculos, que se suelen describir con dos números (m,n) que proporcionan la cifra de ejes nodales y círculos respectivamente.

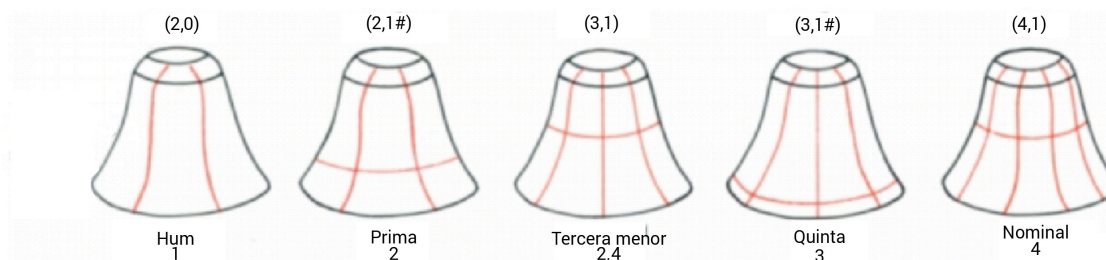
Este efecto es lo que se puede observar en los experimentos llevados a cabo por Chladni en 1787 en platos vibrantes. En ellos, esparciendo arena en la superficie, fue capaz de mostrar las líneas nodales que se formaban, ya que la arena se desplazaba de los antinodos y se situaba en los nodos. De esta manera observó que al añadirse un círculo nodal se aumentaba la frecuencia vibracional de un plato circular, de la misma manera que añadiendo dos diámetros nodales. Esta relación se conoce como ley de Chladni y se expresa con la siguiente fórmula: $f=c(m+2n)^p$, donde m y n son los números de los ejes y círculos nodales, y c y p son constantes apropiadas. En los platos, p es cercano a 2, pero en campanas, platillos y gongs puede variar entre 1.4 y 2.4.

En este sentido, añade que, en principio, la vibración compleja de una campana se puede describir en relación a los términos de los modos normales de vibración, de los cuales los más importantes son los de resistencia a la flexión, pero en menor grado de extensión y torsión. Asimismo, hay modos mixtos y otros complejos que dificultan el espectro vibracional, sobre todo en las frecuencias más agudas.

Prácticamente todos los parciales significativos del sonido de la campana proceden de modos vibracionales donde el movimiento se da principalmente en el plano axial, es decir,

68. Rossing, Thomas D., «The Acoustics of Bells: Studying the vibrations of large and small bells helps us understand the sounds of one of the World's oldest musical instruments».

Ilustración 10. Modos de la campana



que el movimiento es por flexión primaria. Asimismo, Rossing señala que hasta ese momento lo habitual ha sido clasificar estos modos en familias o grupos con propiedades comunes, siendo los más importantes aquellos cuyos antinodos se sitúan donde golpea el badajo. En la siguiente ilustración se pueden ver representados los cinco primeros parciales de la campana.

Otras familias importantes de modos normales son aquellas que tienen $n=2,3,4\dots$ al que algunos fundidores se refieren como grupos III, IV, V, etc. Los modos en el grupo III tienen un círculo nodal cerca de la cintura y también cerca del punto de percusión de la campana, mientras que los modos en el grupo II tienen un círculo nodal justo entre la mitad de los anteriores.

En cuanto a la afinación, debido a los patrones diferentes de vibración que hay para cada parcial, reducir la campana en un lugar determinado puede cambiar la frecuencia de varios parciales en medidas diferentes. Es por esta razón por la que el afinador debe conocer con exactitud qué frecuencias cambian modificando cada parte del perfil de la campana, utilizando para ello las curvas de afinación. Además, añade que los cuatro parciales más agudos, del 8 al 12, deben ser un 4% más agudos, justificando esta cifra porque ello contribuye a una mayor riqueza del sonido resultante, siguiendo la teoría de Slaymaker⁶⁹.

Respecto a la disminución del sonido, argumenta que la larga atenuación del Hum y por otra parte la relativa corta atenuación de los modos de las altas frecuencias se debe a una mayor eficiencia de radiación en los modos más altos.

En cuanto a la proporcionalidad de las campanas cita el método conocido como *1/f scaling*, que se puede ver en algunos carillones de los siglos XV y XVI. El problema es que este sistema causa que las campanas más pequeñas tengan en comparación mucha menos potencia, hecho que han evitado algunos fundidores a través de incrementar su tamaño, como explica Bigelow⁷⁰. Posteriores estudios de Lehr, algunos no publicados, han demostrado que familias de las frecuencias modales varían de manera diferente con el espesor de la campana, con lo que este método no sería óptimo.

69. Slaymaker, F. H., «Chords from tones having stretched partials», *The Journal of the Acoustical Society of America* 47 (1970): 1569-71.

70. Bigelow, A. L., «The Acoustically Balanced Carillon» (Princeton University School of Engineering, 1961).

En 1984, **Lehr** publica otro artículo⁷¹ en el que se centra en los grupos de parciales que conforman el sonido de la campana. Señala que las vibraciones de flexión se pueden clasificar en diferentes grupos, cada uno de los cuales consiste en parciales con el mismo número de círculos nodales en una posición parecida de la pared del perfil de la campana. Estos modos de flexión son oscilaciones en las que las fuerzas de recuperación son fuerzas normales en la superficie de la campana, resultantes de la resistencia a la flexión de la pared de la campana.

Para obtener una imagen completa de la vibración de la campana, añade, es necesario medir tres funciones de desplazamiento para cada parcial, correspondientes a las tres dimensiones en las que la campana vibra. Debido a que los desplazamientos tangenciales no irradian de manera muy eficiente, contribuyendo poco al sonido de la campana y siendo muy difíciles de medir, solo toma en cuenta los desplazamientos radiales. De esta manera, aunque sea aproximado el acercamiento a las amplitudes de la pared, el número de nodos y sus posiciones aportan suficiente información para un primer estudio de las características de los parciales y su clasificación en grupos.

Las vibraciones por flexión suelen establecer su movimiento en el punto de percusión de la campana y en la parte baja de la cintura. Los parciales que tienen nodos en la cintura y en la cabeza suelen mostrar esta tendencia y, de hecho, para algunos de ellos no es medible ninguna vibración en la región que comprende desde el círculo nodal de la cintura hasta la cabeza.

La campana también muestra vibraciones extensionales que raramente ocurren en frecuencias por debajo de la Nominal, excepto en las campanas de carillón que cuentan con un perfil más fino. Este tipo de vibraciones son importantes para el timbre de la campana, a pesar de que sus amplitudes son normalmente pequeñas, ya que las vibraciones extensionales tienen un antinodo en la cabeza de la campana. Desde un punto de vista musical, el grupo de parciales de flexión con un círculo nodal en la cintura de la campana es importante a la hora de conformar la nota de golpe y la nota secundaria de golpe, como veremos en el apartado 1.2.2.

El timbre de la campana depende de las amplitudes de los parciales relativos, los intervalos parciales entre los grupos y la posición relativa de los grupos parciales respecto unos de otros. De hecho, Lehr añade que conocer las frecuencias de los primeros cinco parciales es insuficiente para entender la física de las vibraciones de la campana, ya que su sonoridad se basa en la relación entre las frecuencias, intensidades y el tiempo de atenuación de los parciales.

Es interesante su observación acerca de la existencia de dos factores que son importantes para conformar el perfil de la campana. El primero de ellos establece que la parte más gruesa del perfil tiene que estar en el punto de percusión de la campana, lugar donde golpea el bada-

71. Lehr, André, «Partial groups in the bell sound», *The Journal of the Acoustical Society of America* 79, n.º 6 (s. f.): 2000–2011.

jo. El segundo tiene relación con la proporción del tamaño, aunque el problema surge con las campanas de carillón, ya que si siguen la concordancia las más agudas resultarían desproporcionadamente pequeñas, razón que imposibilita aplicar unas reglas generales.

En 1986, **Lehr** escribe otro trabajo "*The designing of swinging bells*"⁷², donde el objetivo principal es, a través de una perspectiva histórica, estudiar las frecuencias de los parciales para posteriormente analizar brevemente la potencia y la reverberación de esos parciales, y cómo pueden influir en el timbre de la campana.

En cuanto a las vibraciones extensionales e inextensionales de la campana, considera que esta es un medio que vibra como sistema conservador en el que no hay fuerzas externas que actúan y no hay atenuación, con lo que en cualquier momento la suma de la energía cinética T , que comprende el cuadrado de la frecuencia f , más la energía potencial V , permanecerá inalterable.

Para las vibraciones puras inextensionales las frecuencias de modo son proporcionales al espesor, mientras que las frecuencias de las vibraciones extensionales puras son independientes al espesor. Incrementando el espesor aumentan la vibraciones inextensionales pero no las extensionales, con lo que la posición de las últimas será relativamente más baja en el espectro de sonido.

De esta manera argumenta por qué en las campanas se dan los parciales inarmónicos: dice que una cuerda completamente elástica posee parciales armónicos, pero si un medio vibrante completamente elástico tiene alguna posibilidad más de que sus ondas se propaguen en más de una dirección, la estructura armónica se perderá. La conclusión es que los parciales armónicos solo pueden ocurrir si las vibraciones se propagan en una única dirección y si el medio vibrante es completamente elástico, no poseyendo la campana ninguna de estas condiciones.

Una vez asumido esto, se podría pensar que se puede modificar el perfil para cambiar la frecuencia de cada parcial de manera individual, pero como ya hemos visto en otros autores esto es incorrecto, siendo demostrable que hay grupos de parciales que reaccionan casi de idéntica manera a un modelo de cambio. La razón, sostiene Lehr sin dudas, es que dentro de un grupo de parciales el mismo tipo de modo vertical de vibraciones es válido. Por ello resulta que para grandes cambios en el perfil, los intervalos entre los parciales del mismo grupo solo cambian un poco, mientras que el cambio de las posiciones relativas entre los grupos, para los parciales con cuatro nodos meridianos, es mucho mayor.

La posibilidad de usar el modo de vibración para determinar a qué grupo pertenece un parcial se restringe al movimiento radial a lo largo del meridiano, que en principio puede ser

72. Lehr, André, «The designing of swinging bells and carillon bells in the past and present».

arbitrario, en tanto no sea un punto nodal meridiano. La elección para los nodos meridianos es también posible, como movimiento de un parcial a lo largo de un paralelo que puede ser descrito usando una función de seno o coseno. De cualquier manera, prosigue Lehr, está claro que tal función no será adecuada para identificar un grupo o parciales con características de perfil prácticamente iguales. Esa es la razón por la que nombrar los grupos de acuerdo a su patrón de vibración vertical con los números romanos I, II, etc. puede servir para estudiar las campanas occidentales

Los dos parciales más bajos, Hum y Fundamental, no se pueden clasificar en ningún grupo en particular, al menos en cuanto a los patrones de sus vibraciones. De todas maneras, existen otros criterios: uno consiste en que si no se les puede introducir en ningún grupo, el primero y segundo carecen de patrón de vibración con $s=2$. Este es el motivo por el cual, para que haya una coherencia en la nomenclatura el Hum, se indica como I-2 y la Fundamental como II-2. Otro criterio sería numerar el Hum y la Fundamental como un grupo individual cero, pero el hecho es que desde un punto de vista musical ambos parciales no tienen el mismo significado en el espectro de sonido de la campana.

Usando esta clasificación aprovecha para hablar del espectro del sonido de la campana, donde observa que los tonos que tienen un círculo nodal en el punto de percusión de la campana, es decir todos los parciales que pertenecen al segundo grupo o aquellos más altos, sonarán débiles después de ser golpeados. En contraste, todos los tonos del primer grupo dominarán el espectro, ayudando esto a entender el fenómeno de la nota de golpe.

Posteriormente, pasa a hablar de los distintos tipos de campanas en Europa occidental, donde obtiene los siguientes resultados de una muestra de 363 campanas europeas destinadas a toques litúrgicos⁷³.

73. Tomando esta tabla como punto de partida, hemos realizado la correspondiente a los resultados obtenidos en este trabajo en el capítulo 4 referido a las conclusiones.

Tabla 2. Resultados del experimento de Lehr con 363 campanas europeas

Tipo de campana	Estructura tonal			%
	Hum	Prima	Nominal	
Campana ideal	Do4	Do5	Do6	17,4
Prima st disminuida	Do4	Si4	Do6	14,3
Hum st disminuido	Si3	Do5	Do6	7,4
Hum st disminuido, Prima st aumentada	Si3	Do5#	Do6	7,2
Prima st aumentada	Do4	Do5#	Do6	6,9
Hum st aumentado	Do4#	Do5	Do6	5,8
Hum st aumentado, Prima st disminuida	DO4#	Si4	Do6	5,5
Hum st disminuido, Prima st disminuida	Si3	Si4	Do6	4,7
Hum st aumentado, Prima st disminuida	Do4#	Si4b	Do6	4,1
Prima tono disminuida	Do4	Si4b	Do6	3,6
Hum tono aumentado, Prima st disminuida	Re4	Si4	Do6	2,7
Hum tono aumentado, Prima tono disminuida	Re4	Si4b	Do6	2,5
Hum tono aumentado, Prima tono+st disminuida	Re4	La4	Do6	2,5

En cuanto a la razón de por qué las campanas tienen entre sus parciales una tercera menor que destaca tanto, Lehr razona que como los parciales I-3 y I-4 (Tercera y Nominal, respectivamente) pertenecen al mismo grupo de parciales, solo se podría dar una campana con la tercera mayor con cambios significativos en su perfil, cambios que no se han dado en la tradición de la fundición de las campanas occidentales. De hecho, uno de los objetivos de su investigación es, utilizando carillones, comparar las melodías en modo mayor y menor, tocadas con campanas con la tercera menor o mayor, para posteriormente analizar cómo fueron los primeros pasos para poder conseguir campanas que tuvieran la tercera mayor.

Al hablar del diseño de las campanas señala que los fundidores lo hacen a través de reglas empíricamente establecidas, buscando una relación, conocida o no, entre el timbre de la campana y su perfil. De esta manera parece probable que los hermanos Hemony con la ayuda de van Eyck buscaran una campana existente que tuviera una relación ideal entre los parciales y la copiaran y adaptaran.

En cuanto al método analítico para diseñar las campanas, Lehr dice que hay que esperar hasta Rayleigh, quien simplifica la campana asumiendo que al menos las frecuencias más bajas son vibraciones puramente inextensionales, y por lo tanto se debe abandonar el término para la energía extensional en la expresión para la energía potencial.

En 1989, **Parncutt**⁷⁴ busca explicar los principios occidentales de la armonía utilizando principios psicoacústicos. Su trabajo sigue los pasos de Terhardt, quien fue el primero en proponer la aplicación de su propio modelo de percepción de tono (pitch perception) para el análisis de todo tipo de sonoridades, aspecto por el cual puede ser interesante aplicarlo al sonido de las campanas.

El modelo de Parncutt toma como entrada una parte del espectro representando una sonoridad vertical o simultaneidad, como un acorde o tono complejo. Este espectro se reconstituye por el modelo utilizado de manera que se tienen en cuenta los efectos de enmascaramiento usados por parte del oyente, ya que este enmascaramiento tiende a eliminar o atenuar la audición de ciertos parciales.

En este modelo se pueden determinar varias propiedades de la sonoridad, como el tonalismo, la multiplicidad o la prominencia. Parncutt define el tonalismo como el grado en que una sonoridad evoca la sensación de una única nota. La multiplicidad es el aparente número de tonos que se evidencian en la sonoridad, y la prominencia es la importancia perceptual de un determinado tono con relación a la sonoridad. Una notable característica del modelo es que puede ser modificado para reflejar de una manera analítica el grado en el que el oyente se comporta.

Sin embargo, un problema con el modelo se evidencia en relación con la multiplicidad de la sonoridad, en cuanto al número de tonos simultáneos que se sienten en un sonido musical. La dicotomía entre tono y acorde se enlaza de esta manera y ambos se sitúan en una analítica integrada continua, mientras que el concepto de la fundamental del acorde se enlaza a la percepción del tono virtual o residual de una manera que es útil para el análisis de la armonía.

Keltek Trust⁷⁵, escribe una serie de artículos sobre el sonido de las campanas, basados en una publicación de David Kelly, en 1996, para Ringing World, revista de referencia para los campaneros ingleses.

A través de estos escritos se parte de que un instrumento musical tiene tres características básicas: 1. El volumen, que depende de la tasa de energía suministrada al oído. El oído humano tiene una respuesta logarítmica a los niveles de potencia en una determinada frecuencia, y una respuesta compleja a los niveles de potencia a través del espectro audible. La amplitud del sonido declina al aumentar el tiempo y esto se conoce como atenuación; 2. El tono que es la frecuencia de la nota principal; y 3. El timbre que es el nombre que se le da al espectro armónico del instrumento y sus intensidades relativas. De todas maneras, añade, la campana

74. Parncutt, Richard, *Harmony: A Psychoacoustical Approach* (Berlin: Springer-Verlag, 1989)

75. Kelly, David, «The Sound of Bells», accedido 25 de noviembre de 2015, <http://www.keltektrust.org.uk/index-soundofbells.html>.

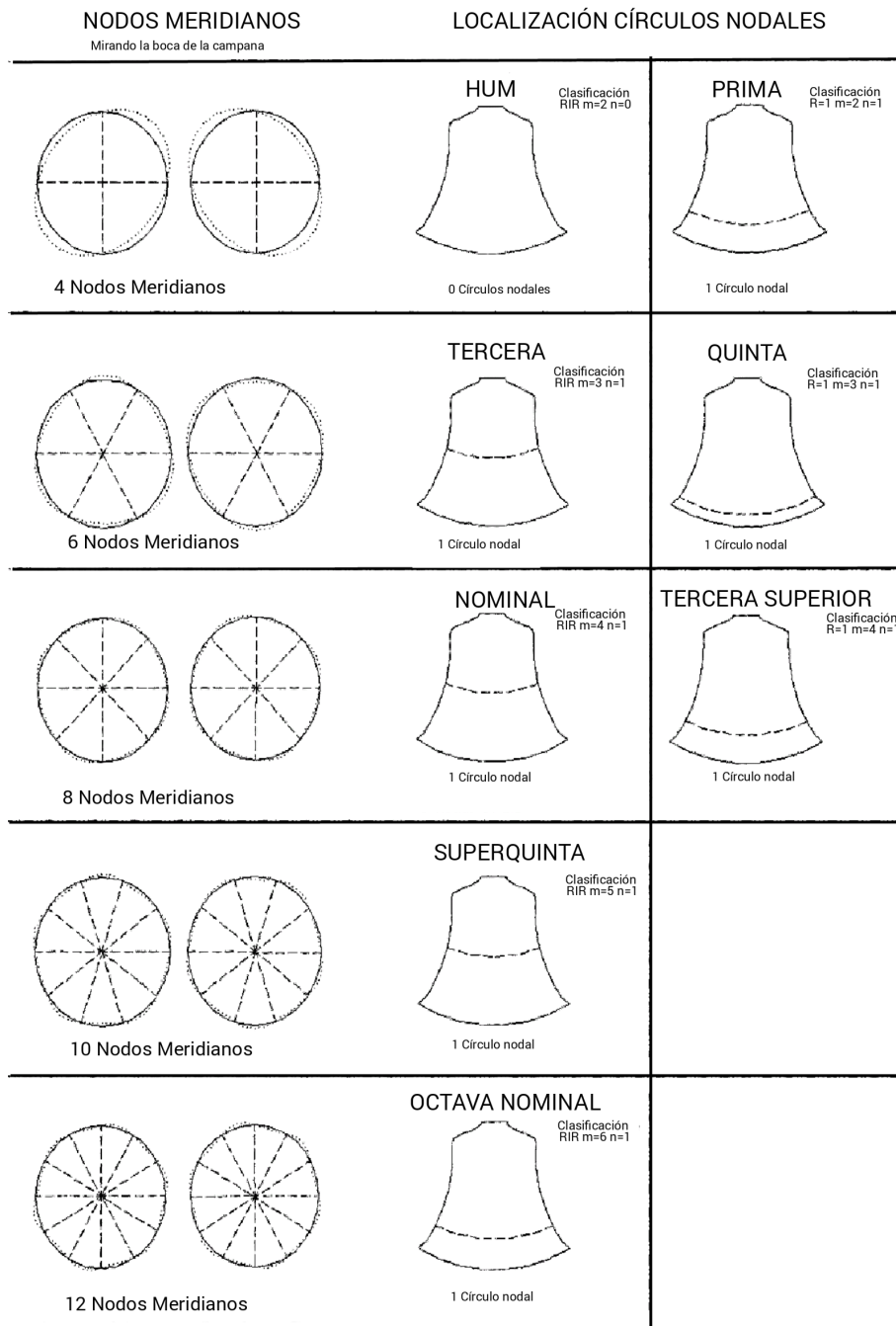
es una excepción ya que el armónico llamado Fundamental⁷⁶ no es la frecuencia más baja y el término parcial se usa con todos los armónicos en lugar de todos excepto la fundamental.

Cuando una campana es golpeada vibra todo el cuerpo excepto la corona superior. La teoría moderna separa los modos de vibración entre aquellos producidos por el punto de percusión de la campana y aquellos producidos por el restante caparazón de la campana, que vibra radialmente y axialmente, pudiéndose observar los modos de vibración en el esquema de Perrin con su correspondiente clasificación. Este esquema incluye el modo de vibración (*RIR-Ring Inextensional Radial*, *RA-Ring Axial*, $R=n$ – *Shell driven*), el número de meridianos (donde m es la mitad del número de meridianos) y el número de círculos nodales n . Para Trust, los modos principales de vibración son los de orden más bajo RIR y $R=n$, los cuales tienen nodos (puntos de mínimo movimiento) y antinodos (puntos de máximo movimiento) posicionados igualmente a lo largo del perímetro del punto de percusión de la campana. Ante cada uno hay un nodo meridiano entre el borde y la corona y muchos de los modos vibracionales tienen uno o más círculos nodales paralelos al borde, dependiendo la localización precisa del parcial y del perfil de la campana.

El Hum es el más simple de ellos ya que tiene cuatro meridianos nodales y cero círculos nodales (clasificación RIR, $m=2$, $n=0$). De esta manera, si consideramos dividir la campana en cuatro segmentos iguales, el límite de cada uno es un meridiano nodal. Así, los segmentos alternarán entre vibrar hacia dentro y hacia afuera, de forma que cuando uno vibre hacia dentro, los vecinos vibrarán hacia afuera y viceversa.

76. Por esta razón y para evitar confusiones se ha optado por la nomenclatura de Prima en este trabajo.

Ilustración 11. Principales modos de vibración de la campana



--- Localización de los nodos Meridianos y círculos nodales
 Modos de vibración

Esquema propuesto por Perfil et al.

© J. Kelly 8/3/06/96

La misma teoría se aplica a todos los modos principales de vibración, la Prima por ejemplo se comporta similar al Hum excepto en que la campana se divide en ocho segmentos, cuatro en la cintura y cuatro por debajo. Si un segmento más bajo vibra hacia dentro, los tres segmentos contiguos, incluido el superior, vibrarán hacia afuera y viceversa.

Cuando la campana vibra transmite energía al aire que le rodea, con lo que cuanto más grande sea la amplitud de la vibración, más fuerte sonará el parcial y cuanto más grande sea el área vibrante más fuerte sonará la campana. La frecuencia, intensidad y tasa de atenuación de cada parcial depende del diámetro de la boca, altura, perfil, grosor, la composición del metal y las imperfecciones al fundirla.

En cuanto al volumen del sonido que produce la campana, como la intensidad del sonido depende de la superficie de la misma, ocurre que las campanas más pequeñas suenan menos. Esto sería mucho más problemático de lo que en realidad se percibe si no fuera por la respuesta del oído humano a las frecuencias. Para niveles de presión de sonido entre 40-80 dB el oído humano tiene una respuesta al volumen/frecuencia que se incrementa desde 20 Hz hasta un pico de 450 Hz y decrece a 1.200 Hz, donde una vez más se incrementa con otro pico sobre 4.000 Hz.

Para incrementar la intensidad del sonido, los diámetros de las campanas más pequeñas se hacen más grandes y a veces los de las grandes se reducen para disminuir su intensidad. Para compensar ese aumento del diámetro, el grosor también se tiene que aumentar porque si no la campana tendría una nota más grave de lo requerido. Un problema que conlleva esto es que es necesario aportar más energía para mantener las vibraciones, y por ello el tiempo de atenuación es menor y por lo tanto los parciales más agudos se atenúan resaltando el sonido inferior. Para compensar, la proporción de estaño y cobre se reduce del normal 23-24% al 20%, para producir campanas con una aleación más blanda. Otra técnica frecuente es aumentar el peso a través de incrementar la altura de las agudas, pero el problema de esto es que se altera el espectro armónico.

Asimismo, en su *web* Trust señala que cambiando el perfil de la campana se permite que algunos círculos nodales de parciales inarmónicos, como la Quinta o Tercera Superior, se sitúen en o cerca del punto de percusión de la campana, reduciendo su intensidad cuando la campana es golpeada ahí, efecto que puede ser interesante a la hora de buscar un sonido más puro.

En 2004, Ivorra⁷⁷ hace un estudio mecánico del volteo de campanas, donde clasifica la forma de hacer sonar las campanas según la oscilación: sistema centroeuropeo, inglés o español. Es interesante este trabajo porque analiza los tres sistemas y compara los valores máximos de las fuerzas horizontales y verticales que aparecen sobre su estructura portante. Así como diversos autores habían estudiado hasta el momento los sistemas centroeuropeo e inglés, del sistema español no se tienen referencias previas. Las conclusiones reflejan que las fuerzas horizontales y verticales transmitidas a la estructura portante son menores en el sistema español, aunque no se ha evaluado el efecto de la amplificación dinámica por la

77. Ivorra Chorro, Salvador, «Estudio mecánico del volteo de campanas», *Boletín de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación* 2, n.º 1 (octubre de 2004): 21-29.

interacción entre las frecuencias propias de la estructura portante y de las frecuencias de oscilación de las campanas.

En otro trabajo, “*Simulación numérica del volteo de campanas tradicional en España*”⁷⁸, se evalúa el doble péndulo compuesto por campana y badajo, (los modelos analíticos tradicionales no tienen en cuenta el badajo al evaluar las fuerzas de inercia), comparando los resultados con el sistema centroeuropeo. El resultado muestra que las fuerzas ejercidas sobre el badajo en el modelo español son mayores que en el sistema centroeuropeo, pero sobre los puntos de apoyo son menores.

McLachlan y **Cabrera**⁷⁹ además de hablar de la nota de golpe como veremos más adelante, consideran que la causa de que la campana tenga parciales inarmónicos se debe a que las oscilaciones que conducen la producción del sonido son tridimensionales, a través de modos vibratorios de flexión. De hecho, nos muestran cómo los estudios vibratorios de cilindros simples revelan tres clases predominantes de vibraciones de flexión que irradian acústicamente y crean frecuencias audibles en las campanas. Dichas clases son: modos circunferenciales, en los cuales la onda viaja alrededor de la circunferencia del cilindro con las frecuencias resonantes naturales, produciendo líneas nodales en plano con el eje de simetría del cilindro; modos axiales, donde la onda viaja a través de la longitud del cilindro produciendo líneas nodales perpendiculares al eje de simetría; y modos mixtos que producen una combinación de ambos movimientos. Estos modos de vibración se describen como números de pares de onda m, n , donde m es un entero que describe las líneas nodales circunferenciales y n es un entero que describe el número de líneas nodales axiales.

Los autores argumentan que los armónicos de las campanas de carillón están afinados normalmente siguiendo los ratios 1:2:2.4:3:4, que producen dos sensaciones de tono, una en el mismo tono que la Fundamental y otra más débil en el ratio 2.4. El último es un intervalo de tercera menor agudo que el tono que se escucha más fuerte, efecto que ha limitado el uso de campanas en la orquestación occidental.

En 2003, McLachlan con otros colaboradores⁸⁰ realiza el diseño de campanas especiales que contienen hasta siete parciales en las series armónicas empezando con la frecuencia de la Fundamental. Esto lo consigue al elegir geometrías para el análisis de modelos del elemento finito en los que el máximo de modos de flexión puros de circunferencia ocurren en

78. Ivorra Chorro, Salvador, «Simulación numérica del volteo de campanas tradicional en España.» (Departamento de Ingeniería de la Construcción. Universidad de Alicante, 2006).

79. McLachlan, Neil y Cabrera, Densil, «Calculated pitch sensations for new musical bell designs» (Proceedings of the 7th International Conference on Music Perception and Cognition, Adelaide, Australia: Causal Productions, 2002).

80. McLachlan, Neil, Keramati Nigirh, Behzad, y Hasell, Anton, «The design of bells with harmonic overtones», *The Journal of the Acoustical Society of America* 114 (julio de 2003): 505-13.

las frecuencias por debajo de cualquier modo con un nodo de anillo axial. Los modelos de las campanas fueron afinados y los perfiles resultantes fueron producidos en bronce de silicio. Una vez hecho esto, los modos matemáticos de multiplicidad tonal se han desarrollado y comparado con las respuestas humanas subjetivas hacia timbres de campanas sintetizadas y un rango de acordes musicales y tonos armónicos complejos.

De hecho, en este artículo vuelve a hablar de los pares de números de onda (m,n) que se usan para describir los modos de flexión en los que el primer número hace referencia al número de líneas nodales en plano con el eje de simetría, y el segundo se refiere al número de anillos nodales perpendiculares a la longitud del cilindro. Los modos con el mismo número de nodos axiales (n) están en general relacionados con los cambios geométricos en su respuesta de frecuencia.

La frecuencia de los modos más bajos se puede disminuir reduciendo el grosor de la pared cerca de la copa, e incrementado el grosor de la pared cerca del borde. Estas frecuencias bajas se pueden disminuir sin afectar a los modos de las frecuencias altas, aunque aumentarlas haciendo más fino el grosor de la pared de la campana cerca del borde, provoca que la frecuencia de los modos de frecuencias más altos disminuyan. Si por el contrario se reduce la altura de la campana, aumentan todos los modos de frecuencia.

A pesar de que los instrumentos que consigue son experimentales y por lo tanto no comparables a los que encontramos analizados en este estudio, es interesante señalar que las campanas armónicas que logra diseñar y realizar tienen menos de un 2% de tasa de error para los primeros siete parciales, con lo que esto podría implicar expandir las aplicaciones musicales debido a la reducción de la complejidad de la percepción del tono.

De hecho este aspecto lo desarrolla en otro artículo, "*The secular bell*"⁸¹, en el que sigue hablando de las campanas politonales y muestra su uso a través de una escultura construida con las mismas, añadiendo que pocos tonos complejos inarmónicos se produjeron en el mundo antes del desarrollo de materiales modificados por el ser humano. Por lo tanto, no es sorprendente que la percepción humana de los tonos complejos inarmónicos sea altamente variable. A menudo, la persona que escucha no consigue percibir un tono definido, por ejemplo, ante el tintineo de un cristal, e incluso si se le insiste para que emita un juicio de valor de un contexto musical, para la realización del mismo se apoyará en un armónico importante de los que percibe.

En 2007, McLachlan realiza otro artículo⁸² en el que habla de la percepción de tonos simultáneos en sonidos ambiguos. En este estudio 18 músicos hicieron estimaciones del número

81. Hasell, Anton y McLachlan, Neil, «The Secular Bell» (Australian Bell Pty Ltd, s. f.).

82. Marco, David JT, McLachlan, Neil, y Wilson, Sarah J, «The perception of simultaneous pitches in ambiguous sounds» (The inaugural International Conference on Music Communication Science, Sydney, Australia, 2007).

de tonos y altura de los mismos para estímulos en los que se incrementaba la inarmonicidad y la densidad espectral. De esta manera, el sonido consistía en uno, dos o tres tonos simultáneos y tenían que contestar cuántos tonos habían escuchado y posteriormente, valorar la altura de los tonos que habían escuchado. A través de los resultados de este estudio, demuestra los efectos de la estructura de estímulos en la percepción del tono.

En 2008 nos encontramos con la tesis doctoral de **William A. Hibbert**, "*The Quantification of Strike Pitch and Pitch Shifts in Church Bells*"⁸³. La importancia de esta tesis reside en tres aspectos: 1. Provee de nuevas guías para el diseño y la afinación de las campanas; 2. El desplazamiento en las afinaciones virtuales, observadas como resultado de los cambios en los parciales más agudos, apoya la investigación reciente en cuanto a la generación de mecanismos de afinación en el oído humano; y 3. Genera el *software Wavanal*, que sirve para obtener los parciales de las campanas y que ha sido utilizado para el presente estudio.

El autor suscribe las teorías ya expuestas en otros estudios, que argumentan que los instrumentos de viento o de cuerda tienen parciales armónicos cuyas frecuencias están relacionadas por las proporciones de números enteros pequeños, mientras que las campanas tienen parciales inarmónicos. En su trabajo ocupa un lugar predominante el estudio de la nota de golpe, tal y como veremos en el apartado 1.2.2.

Además de esto, según el experimento que realiza en 533 campanas, llega a la conclusión de que al incrementar el peso de una campana pero manteniendo la misma frecuencia en la Nominal, a través de aumentar el grosor y el diámetro, provoca que la Octava nominal sea más grave.

El proceso de afinación de una campana debe tener dos objetivos: en primer lugar, obtener la nota de golpe, la nota que escuchamos, afinada en relación a las notas de las otras campanas, lo que él considera *outer tuning*, ya que se dedica a estudiar campanas de carillón o *chime*, que se utilizan para realizar melodías. En segundo lugar, conseguir que los distintos parciales internos de la campana tengan una relación armónica entre ellos, lo que llama *inner tuning*. La amplitud de sonido de los distintos parciales de la campana viene definida por las características mecánicas de la campana, como su perfil, su grosor y la composición del metal; por el material del badajo y las dinámicas producidas cuando el mismo golpea la campana, así como por la acústica del lugar donde la campana está situada. De hecho, en sus experimentos pudo comprobar que en las campanas que voltean o tocan a medio vuelo, los parciales más agudos suenan más que en aquellas campanas que se tocan repicando o como un carillón.

83. Hibbert, William A., «The Quantification of Strike Pitch and Pitch Shifts in Church Bells» (Department of Design, Development, Environment and Materials. Faculty of Mathematics, Computing and Technology. The Open University, 2008).

En cuanto al timbre, según los estudios de Hibbert, hay ciertos factores en el diseño de la campana y su afinación que influyen, como puede ser la afinación real de los parciales más graves, que se considera que provoca mejor calidad sonora que aquellas campanas donde están desafinados, así como también influye la calidad del metal y los parciales más agudos. Hay que tener en cuenta que aquellas campanas en las que la Nominal está por debajo de los 500 Hz, los parciales más graves, especialmente el Hum, se encuentran en un rango complicado de escuchar por el oído humano. Sin embargo, para campanas con Nominales agudas, de más de 1.500 Hz, hay conflicto entre el tono virtual provocado por la Nominal y los tonos espectrales basados en los parciales más graves. En el caso de que los parciales de la campana estén realmente afinados, Hum y Prima se encuentran a octavas de la Nominal, con lo que el tono virtual y espectral está alineado, provocando un sonido armonioso. Si la campana no tiene bien afinados sus parciales, los distintos tonos entrarán en conflicto unos con otros y el efecto resultante será disonante. Esto se nota sobre todo en pequeñas campanas que tienen el Hum más agudo de lo teórico, provocando un timbre estridente.

En cuanto a los esquemas de clasificación de los distintos parciales, Hibbert hace referencia a tres estudios clásicos que usan técnicas modernas, y a los cuales nos hemos referido antes. A modo de recordatorio, en el primero de ellos, Lehr⁸⁴ clasificó los parciales en función de los meridianos nodales (puntos estacionarios alrededor de la circunferencia de la campana) y el comportamiento de los parciales con relación a la máquina de afinar, que es equivalente a clasificar por el número de círculos nodales entre el borde y la corona de la campana. En otro estudio, Lehr⁸⁵ identifica 42 parciales que clasifica de nuevo en muchos casos por el número de meridianos nodales y círculos. En este identificó un número de parciales, que llama vibraciones extensionales, que involucran la extensión longitudinal de la campana en una dirección tangencial a la superficie. El tercero de los trabajos es el de Perrin, Charnley y DePont⁸⁶, que según Hibbert es la investigación más exhaustiva sobre los modos de vibración de la campana, llegando a encontrar 134 modos, identificándolos de cuatro maneras: 1. Aquellos donde el borde se deforma desde un círculo sin extensión (identificado como *Rim Inextensional Radial* o RIR); 2. Aquellos donde el borde permanece circular pero se mueve axialmente (identificado como *Rim Axial* o RA); 3. Aquellos donde el borde está quieto y solo el cuerpo de la campana tiene flexión (identificado como R=m, donde m es un número cuántico relacionado con el número de círculos nodales); y 4. Varios modos extensionales. De esta manera ellos proponen una clasificación alternativa a la de Lehr, aunque siguen usando números de meridianos y círculos nodales, pero incluyendo información adicional. A pesar de esto no tuvieron en cuenta hasta qué punto influían estos modos de vibración en la formación del sonido de la campana.

84. Lehr, André, «11. Contemporary Dutch Bell-Founding Art».

85. Lehr, André, «The designing of swinging bells and carillon bells in the past and present».

86. Perrin, R. y Charnley, T, «19. Group Theory and the Bell».

Gracias al análisis hecho por Hibbert de la campana que investigaron Perrin y Charnley Hibbert logra reconciliar las tesis de estos autores con las de Lehr, en tres aspectos: En primer lugar, existía una referencia cruzada de sus esquemas de clasificación, en donde el número de los meridianos nodales sacados por Lehr es la mitad de los reportados por Perrin; el grupo I de Lehr son los parciales RIR de Perrin; los números de grupo II, III, IV, etc. de Lehr son uno mayor que los de Perrin $R=x$ (número de círculos nodales) y que sobre la Nominal, los parciales destacados son los de Perrin RIR / grupo I de Lehr. En segundo lugar, ayuda a entender los detalles de los modos vibracionales estudiados por Lehr y finalmente, entender la base de la preeminencia física de ciertos parciales en el sonido de las campanas. De hecho, el conseguir unos resultados similares a los de Perrin a través del programa desarrollado por él, *Wavanal*, le sirve para justificar su uso.

De esta manera, llega a las siguientes conclusiones sobre los parciales RIR / grupo I: son los que más se estimulan con el golpe del badajo; tienen frecuencias relativas que vienen determinadas en parte por el perfil del borde / punto de percusión de la campana, ya que tienen un antinodo radial en ese lugar; y finalmente, son los parciales que determinan de manera primaria la nota de golpe de la campana a través de los efectos del tono virtual.

Otra de las finalidades del estudio de Hibbert es establecer una categorización basada en la ley de Chladni. Al respecto considera que es un buen ajuste al promedio hallado de las campanas investigadas en su estudio; a pesar de ello concluye que el modelo de Chladni no es bueno para clasificar las campanas, sobre todo en relación al efecto de los parciales en la nota de golpe.

En cuanto a las conclusiones de su investigación destaca el hecho de que no consigue establecer la importancia del Hum con respecto a la nota de golpe de la campana, ni la influencia en el timbre de la campana de los otros parciales. La experiencia le muestra que campanas con frecuencias relativamente similares en los parciales más graves del grupo I pueden sonar de manera muy diferente. En relación a la acústica de las campanas, los experimentos muestran la dependencia de la afinación virtual en las frecuencias relativas de los parciales que generan esa afinación. Y finalmente, el algoritmo de la afinación virtual de Terhardt falla para predecir lo que se escucha en la realidad, con lo que hay lugar para encontrar un nuevo modelo de afinación virtual que concuerde con los efectos observados en la práctica.

1.2.2 SOBRE LA NOTA DE GOLPE

Un apartado aparte merece la nota de golpe por su complejidad. Al hablar de la misma, nos referimos a la nota que al sonar la campana el oyente determina que es el tono que suena. La complejidad fundamental que atañe a dicho concepto es que la nota de golpe no se encuentra físicamente en ninguno de los parciales de la campana, aunque sí que puede coincidir con alguno, pero con un timbre distinto.

Como ya se ha dicho anteriormente, el primero en hablar concretamente sobre la nota de golpe fue **Strutt**⁸⁷, quien en 1890 considera que se encuentra una octava por debajo del quinto parcial.

Posteriormente, **Jones**⁸⁸ también se centra en la localización de la nota de golpe. Una de sus hipótesis continúa siendo válida en la actualidad para algunos investigadores. Según él, la nota de golpe viene determinada por el quinto parcial, aunque se escuche como una octava inferior. Jones coincide con Griesbacher⁸⁹, para quien la nota de golpe es audible a distancias en las que el resto de parciales no se pueden escuchar. Este autor también considera que en la producción de la misma el metal de la parte externa e interna de la campana vibra en direcciones opuestas, con lo que las ondas que producen la nota de golpe serían más por compresión que por flexión, explicación que Jones no comparte. Así es como llega a la hipótesis del quinto parcial, argumentando que la nota de golpe no se produce a través de una combinación de los otros parciales, ya que estos son producidos por la división de la campana en varias zonas de vibraciones transversales, separadas por líneas nodales. Jones también cita a Biehle⁹⁰ en referencia a este tema, para quien la nota de golpe recibe el nombre de *tono imaginario*.

Por lo tanto, para Jones la nota de golpe viene determinada por el quinto parcial, aunque el problema reside en que a la octava en la que se sitúa dicho parcial muchas veces no se le da la relevancia necesaria. El poco tiempo que permanece la nota de golpe refuerza este argumento; también apoyado por la tesis de Blessing, según la cual, el punto de percusión de la campana se vuelve cada vez más delgado y por eso la nota de golpe disminuye en intensidad.

87. Strutt, J. W. (Lord Rayleigh), «1. On Bells».

88. Jones, Arthur Taber, «12. The Strike Note of Bells».

89. Griesbacher, P., *Glockenmusic* (Alfred Coppenrath, 1927).

90. Biehle, J., *Archiv für Musikwiss*, vol. 1, 1919.

Tyzzzer⁹¹ también opinó sobre el conflicto relativo a la nota de golpe. Según él, viene generada por la unión de un sonido complejo que produce la sensación de cierta afinación a determinada altura, haciendo referencia a lo que concluye Jones. Sin embargo, en su estudio parecen ser los mismos del segundo parcial, la Prima, que no están lejanos de una octava baja del quinto parcial.

En cuanto a la definición de nota de golpe, Taber⁹² afirma que hay algunos parciales que se escuchan fácilmente, sin necesidad de resonadores o diapasones, dándose el caso de que no sea fácil decidir la afinación de la campana. En cambio, cuando suenan varias campanas en una sucesión rápida este problema no se da, distinguiéndose la nota con más claridad, y por lo tanto esa es la que se considera como nota de golpe. Para demostrar su teoría buscó a siete músicos que definieran las notas de golpe⁹³ de las distintas campanas de Dorothea Carlile, y en los resultados que obtuvo observó que la frecuencia media estaba cercana a la octava inferior del quinto parcial.

Según el método de Griesbacher, añade Taber, la nota de golpe puede ser suscitada por un diapasón con la misma afinación, golpeándolo y luego apoyándolo en la campana de manera que el área de contacto sea muy pequeña, a ser posible con un ángulo de 45°. De esta manera, el tono resonante es débil y corto, pero el efecto conseguido es mucho más real y sirve para demostrar, según el autor, que la nota de golpe viene determinada por el quinto parcial, a pesar de ser una octava más baja.

Posteriormente, muestra otros experimentos para reafirmar esta teoría, como la escucha a distancia. Los resultados, a pesar de que no son tan definidos como esperaba, son los siguientes: el cuarto y sexto parcial no se escuchan tanto como otros, debido a que no suenan tan fuertes cuando la campana es golpeada por el badajo. El segundo se puede escuchar a distancia, mientras que el primero no. Para finalizar, el tercero, quinto y séptimo son los que se detectan más fácilmente, destacando entre todos ellos el quinto.

A pesar de los experimentos realizados, Taber finaliza su estudio añadiendo que no consigue resolver por qué la nota de golpe es una octava baja del quinto parcial y cuánto interfiere la diferencia de frecuencias entre el quinto y séptimo parcial.

91, Tyzzzer, Franklin G., «4. Characteristics of Bell Vibrations».

92. Jones, Arthur Taber, «12. The Strike Note of Bells».

93. Como podremos ver en el capítulo 2, esta experiencia ha servido como punto de partida a la hora de elaborar el experimento en referencia a las notas de golpe de las campanas de las catedrales.

Meyer⁹⁴, en 1933, define la nota de golpe como el tono que es sentido por el oído en el momento del golpeo de la campana. Para él, este tono no coincide realmente con ninguno de los parciales de la campana, aunque se sitúa en el área del segundo, pudiendo llegar a coincidir del todo en algunas campanas. Es interesante la recopilación que realiza de las distintas teorías sobre la nota de golpe que se habían dado hasta el momento de escribir su artículo. A las ya conocidas de Rayleigh, Tyzzer y Jones añade las de Biehle, que considera que es un tono imaginario resultante de la combinación de la totalidad de las notas reales. También cita a Griesbacher, para quien, como músico, la nota de golpe y la octava siempre están interrelacionadas, pero definidas como entidad de sonido por sí mismas. Según este autor, la nota de golpe sería la mitad de las vibraciones de la frecuencia de la octava. Para finalizar, recoge las conclusiones de Jones y Alderman en relación a las formas mecánicas de vibración de la campana; y el análisis de Fourier de los oscilogramas de la campana que sostiene que cuando la campana se golpea de la forma habitual, el parcial que aparece más pronunciado en primer lugar es el quinto.

El objeto de Meyer es estudiar la nota de golpe usando nuevos procedimientos de electroacústica, análisis de sonido automáticos y filtros eléctricos. A través de estos métodos encuentra tres posibilidades para determinar el origen de la nota de golpe. En primer lugar, que esté físicamente presente. En segundo lugar, que se origine físicamente por las diferencias de tonos o en tercer lugar, que se cree psicológicamente representando una especie de octava-engaño. Para investigarlo utilizó una campana cuya nota de golpe y tono principal tenían frecuencias distintas. Con ella hizo un experimento en el que iban sonando por orden los parciales (1, 1-2, 1-2-3...). De esta manera, se dio cuenta que hasta que no sonaba el séptimo parcial no se escuchaba la nota de golpe con claridad, con lo que llega a la deducción de que se origina por la diferencia de tono entre dos parciales primarios.

Las conclusiones a las que llega Meyer son las siguientes: la nota de golpe no es observable físicamente y se origina como una diferencia de tono física entre distintos parciales, con lo que como tal puede ser determinada también objetivamente en su origen, su tamaño, y su duración en el tiempo, a través de arreglos apropiados. De esta manera, la nota de golpe tiene la ventaja, sobre otras combinaciones de tonos de origen similar, de que su armonía está en parciales presentes físicamente. Como estos resultados los consigue a través de una única campana, plantea la necesidad de extrapolarlos a otras campanas, utilizando la misma metodología.

94. Meyer, E. y Klaes, J., «13. On the Strike Note of Bells», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 229-37.

En 1937, Arts⁹⁵ inicia su trabajo resaltando que el séptimo parcial en combinación con el quinto es el que genera la nota de golpe. A pesar de esta afirmación, después de realizar su primer experimento, que consiste en escuchar la diferencia interválica entre dos campanas y compararlo con las frecuencias de sus distintos parciales, concluye que la hipótesis de la octava es mejor que la de la diferencia de tonos, siendo la nota de golpe originada por el quinto parcial, tanto en campanas grandes como en pequeñas. Al final de su trabajo añade que, a diferencia de los experimentos de Griesbacher, él sí que demuestra que la temperatura influye de manera significativa en el tono producido por la campana.

En otro de sus artículos⁹⁶, escrito dos años después, 1939, introduce la nota de golpe secundaria, que se da en campanas de 800 kg o más. Se produce al golpear la campana, con un carácter y timbre metálico y es de muy corta duración. Según el autor, la misma no puede ser originada por el parcial 6b, ya que su círculo nodal se encuentra en el lugar donde golpea el badajo, pero que al igual que la nota de golpe se escucha una octava inferior al parcial que la produce. Esta nota secundaria vendría originada por el parcial que es una octava superior, al que denomina *el 6b-octava parcial*, con lo que esta nota de golpe secundaria se escucha como una décima u onceava medida desde la nota de golpe primaria.

Al hablar de la nota de golpe, Heuven⁹⁷ la define como la sensación tonal que se da en el momento del golpeo, que se nota sobre todo cuando las campanas se tocan en rápida sucesión o cuando un carillón toca una melodía. Establece que la nota de golpe difiere de los parciales, tanto en timbre como en altura y que no se puede encontrar con medios físicos, como sí que ocurre con los distintos parciales. Heuven sigue la teoría de Rayleigh⁹⁸ al considerar que la nota de golpe se encuentra en las campanas bien afinadas una octava por debajo de la Nominal, coincidiendo por tanto con la Fundamental, aunque ambas serían distintas en el timbre. En el caso de campanas no afinadas, añade que será necesario que la persona que la analice esté formada musicalmente para poder distinguirla. En cuanto a las hipótesis de Schouten tiene las siguientes objeciones: en primer lugar, es poco probable que el residuo de un número de armónicos, cuya intensidad física es mayor de 40 dB sobre el nivel total, fuera la nota que más destacase del sonido. En segundo lugar, en la afinación de una buena campana de carillón influye la afinación de todos los parciales involucrados, y cabe tener en cuenta que en ese momento los

95. Arts, Jan, «14A. The Sound of Bells. Jottings from My Experiences in the Domain of the Sound of Bells», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 238-41.

96. Arts, Jan, «14B. The Sound of Bells. Jottings from My Experiences in the Domain of the Sound of Bells. The Secondary Strike Note», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 242-44.

97. Van Heuven, E. W., «Acoustical measurements on church-bells and carillons».

98. Strutt, J. W. (Lord Rayleigh), «1. On Bells».

diapasones ajustables existían solo en el rango de frecuencias por encima de 1.100 Hz, con lo que el cálculo tendría que hacerse de oído, con la dificultad que eso entraña.

De esta manera, atendiendo a las gráficas que incluye en su estudio sobre la intensidad relativa de los parciales, considera que la Fundamental y la Tercera Menor son los componentes que suenan más fuerte en el sonido inicial, por lo que tendría que ser una combinación de ambos, con predominio de la Fundamental por la presencia del Hum y la Nominal, que están a distancia de octava. En cuanto la acentuación de la Nominal disminuye, la nota de golpe es sustituida por la Fundamental. Para las campanas bien afinadas esta explicación está en línea con la teoría de Rayleigh, pero la duración del carácter agudo de la nota de golpe es más corto que aquel que indicaría la Nominal.

Slaymaker y Meeker⁹⁹, en su investigación sobre las campanas de carillón, de 1954, trataron la controversia existente, en los trabajos precedentes, sobre la nota de golpe, para lo que hicieron un estudio comparativo de las campanas de distintos carillones de Estados Unidos, Bélgica, Inglaterra y Alemania. Lo que caracteriza este estudio es que utilizaron un equipamiento más moderno que el empleado hasta la fecha, con el que analizaron las frecuencias y la tasa de atenuación del sonido de los parciales principales. Tal y como ellos mismos recalcan, los resultados obtenidos representan la afinación de los componentes individuales de cada campana, en relación a la nota de golpe, pero no representan la afinación en relación de una campana con otra.

En 1951¹⁰⁰, **André Lehr** sostiene que es la nota de golpe la que define la afinación de la campana, ofreciendo la primera impresión de la cualidad del tono, aunque este solo se pueda escuchar por poco tiempo. Para él, cuando la campana está bien afinada, el parcial llamado octava (Nominal) es siempre una octava clara por encima de la nota de golpe, y como esta octava se puede oír durante más tiempo sirve como referencia para medir la afinación de la campana. En cuanto a la Prima (o Fundamental) considera que sirve menos para definir la nota, ya que solo en campanas extraordinariamente bien afinadas la nota de golpe coincide con la Prima.

En el artículo que realizó **Pfundner**¹⁰¹, en 1962, prueba, a través de ejemplos de numerosos experimentos realizados, que las frecuencias de la nota de golpe que se obtienen partiendo

99. Slaymaker, Frank H. y Meeker, Willard F., «6. Measurements of the Tonal Characteristics of Carillon Bells».

100. Lehr, André, «10. The System of the Hemony-Carillons Tuning».

101. Pfundner, J., «16. On the Strike Note of Bells», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 256-62.

de la teoría de Schouten coinciden con aquellas que fueron comprobadas auditivamente, y que la teoría del residuo puede explicar diversos fenómenos del campo de las campanas.

En cuanto al problema de la nota de golpe plantea que, así como los parciales son una realidad física, la nota de golpe y la nota de golpe secundaria solo pueden ser establecidas auditivamente como impresiones de notas subjetivas, con lo que el problema radica en que escuchamos una nota que no existe objetivamente en la realidad. La intensidad de la misma es tan grande que tapa a los otros parciales, pero a pesar de esa intensidad, tiene muy poca duración, mientras que los parciales menos intensos duran mucho más tiempo.

En contra de la teoría de que los armónicos superiores conforman la nota de golpe, añade que muchos músicos y físicos, como Heuven, sostienen que esos parciales con tan poca intensidad no pueden conformar una impresión tan fuerte como la nota de golpe. Pero en el caso del residuo no son solo dos notas, sino más las que pueden crear esa impresión. De hecho, si se examinan las curvas de intensidad de Fletcher y Munson, se observa que para poder quedar un residuo depende mucho la altura de la afinación en la que se encuentran las notas. Por eso la cuarta nota de golpe solo aparece en campanas de determinado tamaño y por qué se nota más o menos en función de si movemos el espectro de sonido de una octava a otra. Del mismo modo ayuda a entender por qué el residuo es solo posible a partir de cierta altura: cuando la afinación de la nota de los parciales agudos va más allá del rango de sensibilidad no se puede tener esa impresión de residuo. Esto explica por qué las campanas de carillón no tienen el típico efecto de acordes en su sonido, sino que dan la impresión de una simple nota, ya que la brevedad de la nota de golpe viene determinada por la duración limitada de los parciales más agudos, al no poder tener el residuo una duración más larga que los componentes que lo producen.

Schouten y Hart¹⁰², en 1965, consideran que al escuchar una campana se dan las siguientes tres características: el sonido del golpe tiene un timbre metálico de metal sobre metal, es atonal y desaparece muy rápido; la nota de golpe tiene un timbre más agudo y también desaparece bastante rápido; y la Fundamental (o segundo parcial) tiene un timbre suave de un tono puro, con una afinación casi igual a la nota de golpe, y continúa su sonido más allá de la nota de golpe.

En su trabajo señalan que al escuchar un sonido que tenga gran número de armónicos solo se distinguen los ocho más graves, cada uno con su afinación propia y su distinta potencia, mientras que los agudos no se pueden escuchar por separado. De esta manera, el sonido que queda aparece en nuestro oído como un tono diferente, con un timbre más agudo y una afinación aproximadamente igual a la de la frecuencia de la Fundamental. Este sonido remanente

102. Schouten, J. F. y Hart, J. t, «15. The Strike Note of Bells».

lo llaman residuo, que es la percepción colectiva de un número de frecuencias muy cercanas que no pueden ser analizadas por el oído. Si estas frecuencias son muy inarmónicas, entonces el residuo es atonal.

Investigaciones contemporáneas a las de estos autores observaron que en un sonido periódico, en el que está ausente la frecuencia Fundamental, se percibe una afinación con una frecuencia cercana a la correspondiente de esa Fundamental. Según Fletcher y Békésy la culpa se debe a la distorsión no lineal en el oído interno, aunque esto lo rechazan estos autores.

Por lo tanto, utilizando esta teoría del residuo, algunas de las frecuencias forman series armónicas, que se perciben en conjunto como un residuo tonal con un timbre más agudo y con una afinación correspondiente a la frecuencia fundamental de la serie armónica. Esto significa que los parciales fuertes I-4, I-5 y I-6 del primer grupo, siendo la octava, la duodécima y la doble octava con unas ratios de frecuencia 2:3:4, serían audibles en conjunto como residuo. De hecho, consideran que el problema de la nota de golpe en la ciencia de las campanas va unido históricamente en paralelo al de la *fundamental desaparecida* en acústica.

En conclusión, dicen que, durante años, todos los investigadores han estado de acuerdo con que la octava y la duodécima son las principales originadoras de la nota de golpe y que su afinación viene dada en gran parte por la octava. La hipótesis de la distorsión en el oído interno daría lugar a una dependencia incorrecta de la nota de golpe en la posición de la octava y de hecho, los teóricos de la percepción han rebatido esta hipótesis. La hipótesis de la nota de golpe como residuo, de acuerdo con la fórmula que exponen, parece conducir a una dependencia correcta ya que experimentos con notas de golpe artificiales confirman la experiencia de los científicos con las campanas. Además, el conocimiento sobre el residuo fue enriquecido al constatarse casos en los que dos frecuencias armónicas dan lugar a una percepción tonal clara.

En el estudio también añaden una limitación sobre la nota de golpe secundaria, ya comentada por Arts. Tal y como habían indicado Van den Berk y Lehr, la nota secundaria de golpe solo sucede en campanas mayores de 800 kg, lo que da una nota de golpe alrededor de 370 Hz y por lo tanto, un rango entre la doble y la triple octava de 1.500-3.000 Hz. De esta manera señalan la relación que vio Pfundner¹⁰³ con la curva de sensibilidad del oído, y tratan de enmendar esto ya que el residuo tiene una región que se encuentra al límite de las frecuencias más agudas. Además, según ellos, no sería imposible que algunos parciales del grupo II estuvieran involucrados en la nota de golpe.

103. Pfundner, J., «16. On the Strike Note of Bells».

Terhardt¹⁰⁴, en su artículo de 1984, se plantea que la nota de golpe puede tener la misma afinación que uno de los parciales o puede ser un tono virtual. El autor busca determinar la afinación de las campanas a través de un método algorítmico, ya que si la nota de golpe es lo bastante pronunciada puede ser determinada de esta manera con una aproximación casi perfecta.

De hecho, señala que la experiencia muestra que la nota de golpe está estrechamente ligada con el sonido de la campana que se da durante el primer segundo después del golpeo del badajo. Algunas de las sensaciones que causa el sonido de la campana son de tipo *primario*, ya que corresponden directamente a ciertos parciales del sonido, los cuales se llaman tonos espectrales. Un segundo tipo resulta de la percepción holística del sonido, efecto aural, que son los llamados tonos virtuales. De esta manera, la nota de golpe según las condiciones puede ser un tono espectral o virtual, dependiendo del espectro de los parciales¹⁰⁵.

Además, añade que al escuchar una campana se percibe como un acorde formado por tonos puros, producido por intervalos que la teoría musical considera disonantes al encontrarse al mismo tiempo una tercera mayor y una tercera menor entre ellos. Por ello, señala que si se entiende por tono complejo un sonido que crea distintas sensaciones de afinación al mismo tiempo, la campana estaría en el límite de poder producirlo, ya que representa al mismo tiempo un tono complejo pero también una nota singular. En relación a este aspecto, nos encontramos campanas muy agudas, ya que su primer tono parcial por sí solo determina la afinación, si su intensidad y la posición de su frecuencia lo permite.

De todas maneras, hay otro mecanismo de percepción del tono, que se caracteriza por su efecto integrador, que hace que una nota se escuche bajo ciertas circunstancias desde un espectro de un tono parcial complejo, como ocurre con la voz humana, que pese a tener un espectro tonal parcial complejo, da una sensación de tono uniforme, llamando a este tipo de sensación tono virtual.

Por lo tanto, usando el programa del autor, los tonos virtuales se hallan determinando los tonos espectrales de los tonos parciales audibles y con suficiente peso espectral. Una vez hecho esto, posteriormente, se identifica el tono base, que corresponde con el parcial más grave en teoría de la serie armónica. El procedimiento para encontrar este tono básico lo llama *detección de la coincidencia subarmónica*.

De esta manera, Terhardt señala que nos podemos encontrar con tres casos: en el primero la nota de golpe es idéntica al tono espectral de un tono parcial, que puede ser el segundo, o el primero en las campanas más agudas; en el segundo de los casos, la nota de golpe es un

104. Terhardt, E. y Seewann, M., «Auditive und objective Bestimmung der Schlagtonhöhe von historischen Kirchenglocken».

105. Como veremos en el cruce de los resultados de los parciales de las campanas de las catedrales con los obtenidos en los experimentos, el tono virtual se da en un número considerable de veces.

tono virtual situado más o menos cerca del tono espectral de un tono parcial, que también se daría en el segundo o primer parcial; y finalmente, en el tercero, la nota de golpe es un tono virtual que no se encuentra cercano a ningún tono parcial¹⁰⁶.

Para calcular la nota de golpe utilizó dos métodos, el de comparación y el de reproducción vocal. En el primero de ellos, el test se ajustó en tres partes: la primera, en el sonido total, desde el golpeo hasta tres segundos después; la segunda en el sonido inicial, durante los 100ms iniciales desde el golpeo, y finalmente, la tercera, desde los 100ms hasta los 600ms desde el impacto.

En el segundo de los métodos, el de reproducción vocal, se pedía a los sujetos que reprodujeran el tono percibido cantándolo o a través de un tarareo. Este sonido fue grabado y analizado posteriormente por el programa informático. Comparando ambos métodos concluyeron que, en efecto, es posible determinar la nota de golpe de manera fiable a través del método de reproducción¹⁰⁷.

El autor concluye su trabajo exponiendo que la sensación tonal que causa la campana es básicamente ambigua, lo que provoca que, al realizar los test, los sujetos no se podían concentrar en un único tono¹⁰⁸. De esta manera, en las campanas que tienen una nota de golpe pronunciada sí que se les puede asignar una nota musical, pero no se puede decir lo mismo de la posición de esa nota respecto a la octava, ya que en muchas campanas que se utilizan para melodías la nota de golpe se sitúa en la región de la Prima o del Hum.

Según Terhardt, las tasas de determinación de la nota de golpe respecto al nombre de la nota y su posición en la octava, así como la buena afinación obtenidas con el procedimiento algorítmico son más altas que con la determinación auditiva del tono.

A través de estos experimentos llegaron a la conclusión de que el problema de la nota de golpe se podía considerar en gran medida resuelto, aunque como veremos Hibbert no comparte este hecho.

En 1984, **Rossing**¹⁰⁹ relata en *“The Acoustics of Bells”* que cuando se golpea con el martillo una campana grande, en primer lugar se escucha el sonido metálico agudo de metal sobre metal. Este sonido atonal incluye parciales inarmónicos que desaparecen muy rápido, dando lugar a la nota de golpe, que es dominada por los parciales más prominentes de la campana.

106. En el estudio de las campanas de las catedrales nos hemos encontrado con referencias a los tres casos.

107. Por esta razón se ha utilizado este método como base para el primer experimento realizado en esta Tesis Doctoral. Para más información consultar el capítulo 2.

108. Lo mismo ha ocurrido en nuestro experimento, tal y como se puede observar en los resultados del mismo. Para más información consultar la Tabla 6. Resultados del experimento 2.

109. Rossing, Thomas D., «The Acoustics of Bells: Studying the vibrations of large and small bells helps us understand the sounds of one of the World's oldest musical instruments».

Según Rossing, la nota de golpe es un tono creado por tres parciales muy cercanos: la octava, la duodécima y la octava superior, con unas relaciones de ratio de sus frecuencias cercanas a 2:3:4. De esta manera, el oído asume que son parciales de una Fundamental que no está, la cual escucha como nota de golpe, o quizás se debería decir como nota de golpe primaria. Este concepto lo introduce porque, como ya hemos visto en otros autores, en campanas muy grandes hay una nota de golpe secundaria que a veces se escucha, según él, una cuarta sobre la nota de golpe primaria, y que en algunas condiciones se puede escuchar incluso más fuerte. Esta nota de golpe secundaria es también un tono subjetivo, creado por cuatro parciales empezando por la octava superior. Estos parciales están producidos por los (6,1),(7,1),(8,1) y (9,1) modos de vibración, y tienen unas frecuencias cercanas a 3,4,5 y 6 veces la de la nota secundaria de golpe. En campanas grandes, de 800 kg o más, estos parciales se encuentran alrededor de los 300 Hz, lo que puede contribuir a un fuerte tono residual¹¹⁰.

En 1984, Lehr¹¹¹ añade que la nota de golpe habitualmente se encuentra una octava por debajo de la Nominal, aunque no tiene relación con el parcial llamado Fundamental. Esta regla establece una buena aproximación para las campanas afinadas, aunque añade que investigaciones que se estaban llevando a cabo en ese momento, como el artículo de Schouten and Hart¹¹², ya sugieren que la Nominal, la duodécima y la doble octava también influyen en la sensación de la nota de golpe. En cuanto a la nota de golpe secundaria, establece que hay veces que se escucha en campanas grandes una cuarta por encima de la nota de golpe. En referencia a Arts¹¹³ señala que el séptimo parcial juega un rol fundamental a la hora de crear esa sensación, aunque un estudio posterior de Schouten y Hart¹¹⁴ sugiere que viene creada por los parciales sexto y noveno, que normalmente tienen una relación de frecuencias muy cercana al 3:4:6:8. Además, destaca que hay evidencias de que la desviación de los parciales de una relación armónica debilita la sensación del tono o lo deja ambiguo¹¹⁵. También apunta que los parciales más bajos son los que transportan con más fuerza esta sensación de tono, ayudando esto a entender por qué es importante afinar bien los parciales del grupo I. La teoría de la afinación virtual de Terhardt¹¹⁶ es la única, según Lehr, que estaba suficientemente desarrollada en ese momento como para poder hacer predicciones sobre la percepción de la

110. Ritsma, R. J., «Frequencies dominant in the perception of the pitch of complex sounds», *The Journal of the Acoustical Society of America* 42 (1967): 191-98.

111. Lehr, André, «Partial groups in the bell sound».

112. Schouten, J. F. y Hart, J. t., «15. The Strike Note of Bells».

113. Arts, Jan, «14A. The Sound of Bells. Jottings from My Experiences in the Domain of the Sound of Bells».

114. Schouten, J. F. y Hart, J. t., «15. The Strike Note of Bells».

115. Schouten, J. F. y Hart, J. t., «15. The Strike Note of Bells».

116. Terhardt, E., Stoll, G., y Seewann, M., «Algorithm for extraction of pitch and pitch salience from complex tone signals», *The Journal of the Acoustical Society of America* 71 (1982): 679-90.

nota de golpe. Esta teoría no hace supuestos sobre la influencia de los distintos parciales de la campana en la nota de golpe, pero considera, en principio, todos los parciales disponibles acústicamente. De hecho, concluye que de las 137 campanas donde se probó esta teoría, en el 80% de los casos se predijo bien la nota de golpe.

Keltek Trust¹¹⁷, basándose en los escritos de David Kelly, de 1996, para Ringing World, se plantea que hay tres maneras de determinar cuál es la nota de una campana: la primera, por la nota; la segunda, por la nota de golpe, que según él, en las campanas afinadas tiene la mitad de la frecuencia de la Nominal y por lo tanto la misma frecuencia que la Prima¹¹⁸, y la tercera sería utilizando la frecuencia de la Nominal.

Señala que en los estudios de este siglo, y cita a Schouten y Hart¹¹⁹, la nota de golpe es una frecuencia que se escucha después del golpeo de la campana. El oído humano interpreta la combinación de la corta duración y gran intensidad de la Nominal y Quinta Superior, como una nota de la mitad de la frecuencia del parcial de la Nominal. La claridad de la nota de golpe se mejora gracias a parciales de órdenes más altos como por ejemplo la Octava nominal. Para que se escuche clara, señala que la relación entre la Nominal, Quinta Superior y Octava Nominal debe ser de 2:3:4.

En el año 2000, **Aldoshina** y **Nicanorov**¹²⁰, a través de una investigación sobre las características acústicas de las campanas rusas¹²¹, analizan las características de las frecuencias en distintos momentos: en el momento del golpeo, dos segundos después y diez segundos después. Estas medidas permitieron descubrir que en las campanas rusas, en el momento del golpeo, los niveles más altos los tenían los parciales 6 y 8 (101,5 dB y 102,5 dB), mientras que la Fundamental y el Hum eran menores (83,4 dB y 84,5 dB). Por el contrario, entre los segundos cuatro y cinco sus niveles empezaban a subir hasta ser los que quedaban. Al mismo tiempo, con la ayuda de músicos buscaron analizar la percepción de las campanas, comparando los resultados con las propiedades objetivas de dichas campanas.

Como conclusiones certifican que obtener las notas de las campanas tiene más obstáculos acústicos que otros instrumentos. Los músicos determinaron entre uno y ocho tonos, depen-

117. Kelly, David, «The Sound of Bells».

118. Simpson, A. B., «2A. On Bell Tones».

119. Schouten, J. F. y Hart, J. t., «15. The Strike Note of Bells».

120. Aldoshina, I. y Nicanorov, A., «The investigation of acoustical characteristic of Russian Bells», en *Journal of the Audio Engineering Society* (AES 108th Convention, Paris, France: Audio Engineering Society, 2000), 14.

121. En este estudio plantean que los perfiles de las campanas en la Iglesia ortodoxa se han ido perfeccionando durante siglos y señalan que desde el siglo XI se empezó a utilizar un estilo peculiar para tocar las campanas, donde el papel fundamental lo jugaba el ritmo y la armonía, no la melodía.

diendo del tamaño de la campana, el sonido de la campana en sí y sus propias habilidades, siendo imposible la asignación de los tonos por octavas. Las campanas más fáciles de situar fueron las que se encuentran entre los 400 y 1.600 kg, coincidiendo muchas veces con las características objetivas y los resultados del análisis del espectro. Las evaluaciones de los músicos de las notaciones de las campanas más pequeñas, hasta 480 kg y mayores, más de 4,800 kg, fueron muy distintas entre ellos y respecto al análisis del espectro. En muchas campanas del siglo XVI y XVII la novena aumentada y la décima aumentada del tono más bajo se podían identificar al ser más intensas y estables y no se pudieron obtener en las campanas rusas las relaciones entre las frecuencias como la octava, la tercera menor o la quinta, como es típico en las campanas occidentales, ni a través del oído ni de los medios técnicos.

Sobre las campanas rusas también encontramos la web [Blagovest Bells](#)¹²² donde plantean que este tipo de campanas tienen las paredes más gruesas y son más pesadas, lo que unido a que no se afinan hace que tengan un sonido particular, ya que ellos las consideran importantes por el ritmo y no por la melodía,

[McLachlan](#) y [Cabrera](#)¹²³ tratan las percepciones de la nota de golpe, utilizando el algoritmo virtual de tono de Terhardt para conseguir seis nuevos diseños de campanas, que se consiguieron aplicando la optimización de los algoritmos con los modelos de elementos finitos, realizando posteriormente las campanas y afinándolas en un torno. Las grabaciones de las campanas fueron analizadas para ver su contenido espectral por *Short Time Fourier Transforms* para comparar el resultado obtenido con el deseado. La importancia de cada tono (pitch weights) se calculó utilizando el software con el algoritmo de Terhardt.

Para estos autores, la percepción del tono de la campana tiene una compleja y sutil estructura multidimensional, que hace difícil su enumeración. Para ellos, el término *tono* denota más a la *altura de tono*, es decir, a la frecuencia de un tono puro, y viene condicionado en gran parte por la frecuencia, pero también por la presión del sonido, los efectos de enmascaramiento y otros aspectos de tipo individual.

La fuerza del tono es otro de los aspectos de la sensación de tono, y del mismo modo también es difícil cuantificarlo, entre otras cosas porque puede ser definido de varias maneras, como por ejemplo, una cierta altura de tono, o desde otro punto de vista como el número de tonos audibles simultáneamente. Añaden que hay una relación entre armonicidad y la unidad percibida del sonido espectro de sonido complejo, que está ligado a la noción de consonancia

122. Blagovest Bells— Intro to Bell Acoustics», accedido 7 de septiembre de 2016, <http://www.russianbells.com/acoustics/acoustics-intro.html>.

123. McLachlan, Neil y Cabrera, Densil, «Calculated pitch sensations for new musical bell designs».

musical. También la actitud del auditor es importante, sobre todo en este tipo de sonidos con multiplicidad de tonos.

En noviembre de ese mismo año, McLachlan¹²⁴ habla de la percepción del tono que depende de la variedad de atributos de la sensación, ya que la altura del tono se puede medir subjetivamente como la frecuencia de un tono puro, con la misma altura de tono que el sonido que sea medido. La fuerza del tono se puede definir como la certeza de la altura de sonido, reflejada por la desviación estándar de un tono puro subjetivo estableciendo resultados. Estas medidas están influenciadas por la frecuencia, la presión de sonido, el enmascaramiento, la complejidad espectral y la armonicidad espectral de la sensación. De todas maneras, son inapropiados donde se perciben en una misma sensación múltiples tonos fuertes. En este caso, la fuerza del tono se puede definir mejor como la prominencia y multiplicidad de los tonos audibles simultáneos y las sensaciones de tono que surgen en los distintos momentos. Junto a esto, la teoría del tono virtual de Terhardt intenta describir las percepciones de tono sintético que surgen donde los tonos complejos contienen un número de frecuencias parciales en ratios cercanos a subconjuntos de la serie armónica. La teoría del tono virtual predice que la percepción de tono será más fuerte cuando más frecuencias parciales de una sensación tienen relaciones armónicas.

En otro artículo de 2003, el mismo autor con otros colaboradores¹²⁵ considera que la nota de golpe se presenta habitualmente como la Fundamental, que viene influenciada en gran medida por las frecuencias del 5º, 6º y 7º parcial, cuando los sujetos intentan nombrar un tono para la campana. Esta percepción es un ejemplo de tono virtual o sensación tonal compleja, surgiendo de las diferentes actitudes de escucha o concentración en los parciales individuales. Asimismo, añaden que esta sensación dependerá del tipo de badajo y de la potencia con la que es golpeada la campana.

En la tesis doctoral de **William A. Hibbert**, *“The Quantification of Strike Pitch and Pitch Shifts in Church Bells”*¹²⁶, de 2008, su objetivo principal es demostrar que la afinación o la nota de golpe de una campana viene determinada por sus parciales. Para él, la afinación de las campanas es en general una afinación virtual o un efecto por la ausencia de Fundamental, generado en el oído en lugar de presentarse como una frecuencia en el sonido irradiado. De esta manera, la afinación exacta difiere de la esperada por la ausencia de la Fundamental debido a los cambios en la frecuencia de varios parciales.

124. McLachlan Neil, Keramati Nigjrh, Behzad, y Trivailo, Pavel, «Application of modal analysis to musical bell design» (Acoustics 2002 - Innovation in Acoustics and Vibration. Annual Conference of the Australian Acoustical Society, Adelaide, Australia, 2002).

125. McLachlan, Neil, Keramati Nigjrh, Behzad, y Hasell, Anton, «The design of bells with harmonic overtones».

126. Hibbert, William A., «The Quantification of Strike Pitch an Pitch Shifts in Church Bells».

La campana tiene diferentes modos de vibración, cada uno por cada frecuencia definida, que vienen dados por el grosor y el perfil de la campana, aunque las campanas suelen tener, al menos las de perfil occidental, una afinación o nota predominante. Así, el tono lo plantea como algo subjetivo ya que no es directamente medible, solo existe cuando se oye y puede cambiar de un oyente a otro. El autor llama a esto paradoja de la nota de golpe, refiriéndose a la ausencia de la nota de golpe entre las frecuencias de los distintos parciales.

De esta manera, en este trabajo se plantea que hay dos alternativas para sacar el tono de las campanas: el punto de vista de la frecuencia de los parciales, en el cual el tono es una octava por debajo de la Nominal; y el punto de vista holístico, en el cual el tono es un efecto general en la campana, sin estar unido a ningún parcial. La mayoría de los fundidores siguen el modelo definido por la Nominal, a pesar de que la evidencia científica apoya el modelo holístico¹²⁷. De hecho, Fletcher y Rossing¹²⁸ consideran que supone poca diferencia que el fundidor afine sobre la Nominal o sobre la nota de golpe, ya que la Nominal es uno de los parciales que determinan la afinación de la nota de golpe.

Los experimentos muestran que los tonos de las campanas son en general virtuales, ya que surgen del efecto de una Fundamental ausente, comúnmente basado en los parciales de la Nominal, Superquinta y Octava Nominal. Si estos parciales fueran exactamente armónicos, la nota de golpe estaría una octava por debajo de la Nominal, pero como son inarmónicos, el tono es un poco más agudo que la mitad de la Nominal. Este aumento puede ser una fracción de semitono, y por tanto musicalmente insignificante, mientras que en campanas cuyas Nominales están afinadas con exactitud puede producir tonos que se escuchen desafinados.

Para Hibbert es importante no confundir entre la medición de las frecuencias de los distintos parciales y la medida de la nota de golpe, ya que son problemas distintos. En cuanto al primero, en su trabajo recuerda cuáles han sido los procesos históricos para analizarlo, y demuestra que actualmente, se puede hacer a través del análisis del espectro mediante el uso de un ordenador. De hecho, para su tesis doctoral crea un programa informático llamado *Wavana*¹²⁹ específicamente diseñado para tal fin. En cuanto al análisis de la nota de golpe, o afinación de la campana, Hibbert remarca que no se pueden utilizar métodos simples, ya que requieren la intervención de una persona para poder realizarlos. De hecho, su método preferido es la reproducción vocal para conseguir una rápida estimación y es precisamente el que utiliza en dos experimentos en su investigación¹³⁰.

127. Por esta razón hemos optado por la realización de los experimentos relatados en el capítulo 2.

128. Fletcher, N. H. y Rossing, T. D., *The Physics of Musical Instruments*, (Springer, 1998).

129. Como veremos en el capítulo 2, dedicado a la Metodología, este es el software que ha sido utilizado para el análisis de los distintos parciales de las campanas de las catedrales que son objeto de la presente investigación

130. Hemos optado de igual manera por este sistema para el primero de los experimentos con el fin de poder contrastar los resultados del experimento 2 y poder cruzarlos con los resultados obtenidos con el software *Wavana*.

La nota de golpe para el autor se encuentra alrededor de una octava por debajo de la Nominal y este criterio sirve para todas las campanas con perfil occidental. Como ya hemos visto en otros autores, recalca que no hay ningún parcial físico que tenga esa frecuencia, tan solo la Prima se encuentra cerca, pero no lo determina. De esta manera, propone la explicación de la paradoja de la nota de golpe como un efecto virtual de afinación. El origen de este efecto depende del tamaño de la campana, ya que en las campanas medianas los parciales que influyen en la composición de la nota de golpe son la Nominal, la Superquinta, la Octava Nominal y los parciales más agudos. En las campanas más grandes, la afinación virtual basada en la Nominal cae por debajo de la región dominante, y los tonos virtuales basados en los parciales más agudos también se sienten, efecto que como hemos visto otros autores llaman *nota secundaria de golpe*. En el caso de las campanas pequeñas es distinto, ya que todas las afinaciones virtuales formadas por los parciales de la campana están sobre la región dominante, y la nota o notas que se sienten al escuchar la campana son afinaciones espectrales, basadas en la frecuencia de los parciales más graves. De hecho, este cambio en el mecanismo de la afinación es un problema a la hora de construir carillones, donde nos encontramos campanas de tamaños muy diversos y por lo tanto surge esa dicotomía.

Como podemos ver en su segundo experimento, por debajo de los 500 Hz, la mayoría de las afinaciones escuchadas de las campanas son tonos virtuales basados en el parcial I-7 o la Nominal, siendo más frecuente el primero. En el rango entre 500 y 1.600 Hz, la mayoría de las afinaciones son tonos virtuales, basados en la Nominal. De 2.000 Hz en adelante, parciales como la Prima, Tercera y Hum tienen el rol fundamental en la determinación de la afinación de las campanas, siendo, probablemente, afinaciones espectrales, ya que no hay series armónicas adecuadas en los parciales de la campana para soportar un modelo de afinación virtual.

1.2.3 ASPECTOS EXTERNOS QUE AFECTAN AL SONIDO DE LA CAMPANA

En 1890, **J. W. Strutt**¹³¹ (**Lord Rayleigh**), en “*On Bells*”, fue el primero en observar que cuando una campana es golpeada con un cuerpo duro, en un primer momento predominan los tonos más agudos, pero estos desaparecen muy rápido, siendo este efecto mucho menor si es golpeada con un objeto blando.

El primero en hablar de la influencia de la temperatura es **E. W. van Heuven**, en “*Acoustical Measurements on Church Bells and Carillons*”¹³², de 1949, donde concluye que respecto al coeficiente de los parciales, a no ser que la temperatura difiera más de 10°C de un valor medio de 15°C, el error sistemático en las medidas de las frecuencias no excede a los errores no sistemáticos.

Grützmacher, Kallenbach y **Nellessen**¹³³, en 1965, son los primeros en darle relevancia al material con el que se elaboran las campanas. Según ellos, las frecuencias de los modos individuales de vibración vienen determinadas por el material y el perfil. Desgraciadamente, señalaron que hasta la fecha de la publicación de su investigación no había estudios para comparar campanas con el mismo perfil y distinto material. A pesar de ello, consideran que es muy importante que el material sea uniforme porque contribuye de una manera muy determinante a la frecuencia de la ecuación.

En cuanto a la influencia de la masa, el material y la forma del badajo, en el sonido de la campana, mostraron cómo en función del tiempo de contacto del badajo en la campana se puede alterar el sonido. Los resultados sobre este tema se pueden resumir de la siguiente manera: doblando la masa del badajo se dobla aproximadamente el tiempo de contacto; disminuyendo la distancia del golpeo, el tiempo de contacto aumenta en todo tipo de badajos; en el caso de dos badajos cilíndricos, el que tenga mayor longitud en la dirección del golpeo tendrá más tiempo de contacto; el tiempo de contacto disminuirá incrementando la elasticidad del material del badajo. Los resultados, en cuanto al tiempo de contacto, están de acuerdo con la teoría de la presión de dos cuerpos de Hertz. Es decir, muestran que si el golpeo tiene un tiempo de contacto muy corto, el impulso estimulado también es muy corto, con lo que la

131. Strutt, J. W. (Lord Rayleigh), «1. On Bells».

132. Van Heuven, E. W., «Acoustical measurements on church-bells and carillons».

133. Grützmacher, M., Kallenbach, W., y Nellessen, E., «7. Acoustical Investigations on Church Bells».

estimulación del espectro se extiende hacia las frecuencias más altas, haciendo que los parciales más agudos de las campanas suenen más. Por el contrario, en el caso de un tiempo de contacto más largo, las vibraciones agudas se estimulan de manera más débil, con la consecuente repercusión en el sonido resultante.

Para estos autores, la amortiguación de los parciales se basa en tres partes: en primer lugar, una amortiguación interna, que depende predominantemente de la plasticidad del material. Según Van Heuven, la amortiguación interna del acero es menor que la del bronce. En segundo lugar, la fricción del aire, que de acuerdo con Voelz es proporcional a la raíz cuadrada de la densidad del medio que lo envuelve; y finalmente, en tercer lugar, la radiación del sonido, causada por la pérdida de energía al crear las ondas de sonido, aunque el problema es que su cálculo es extremadamente difícil por la complejidad del perfil de la campana.

En 1965, **Lehr**¹³⁴ también consideró las diferencias en el sonido que se producen con los distintos badajos: uno más blando disminuye los armónicos superiores, con lo que la amplitud es variable dependiendo de cómo entra en vibración la campana. Además, si se golpea en una línea nodal de un parcial tendrá menos amplitud, mientras que si se golpea el antinodo se enfatizará el parcial. Como el lugar de golpeo de la campana está fijado, los parciales con círculos nodales cercanos al punto de golpeo sonarán más suaves¹³⁵.

También es necesario, tener otros factores en cuenta, como la calidad del material, la manera en que se golpea, el sitio desde el cual se escucha y especialmente, la interpretación que el oyente da a los resultados obtenidos.

En 1973, **Schad** y **Warlimonts**¹³⁶ llevan a cabo una investigación sobre la influencia del material en el sonido de las campanas. Analizaron cinco campanas experimentales para determinar las cualidades sonoras según la aleación de la composición. A través de los resultados obtenidos, establecieron que la variación de las dimensiones y la masa de las campanas influyen mucho más en el sonido resultante que los posibles cambios en la aleación o el uso de un contenido más impuro.

134. Lehr, André, «11. Contemporary Dutch Bell-Founding Art».

135. Este aspecto se trata de manera más amplia en el apartado 1.2.4.

136. Schad, C. R. y Warlimont, H., «17. Acoustical Investigations of the Influence of the Material on the Sound of Bells», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 266-86.

También en 1973, la publicación **The Towers and Bells handbook**¹³⁷, profundiza sobre las torres y la oscilación de las mismas. Entre la extensa información aportada, explica que cuando el badajo golpea en campanas grandes, el rebote es considerable y dos o tres golpes separados pueden ser detectados, además de ese primer impacto que se escucha fuera de la torre. Esto puede producir estrés en el badajo y fatigar el metal, causando una abolladura profunda en donde golpea. A veces se añade caucho con lo que la campana resuena más libremente, siendo audibles más armónicos.

En cuanto al control del sonido, distinguen dos tipos. El primero concierne al que se produce en el interior de la torre, especialmente a la habitación desde donde se toca¹³⁸, y a la manera de tocar de los campaneros ingleses. El segundo tipo, el que provoca problemas con los vecinos, que se da en ocasiones por la sobredimensión de los badajos en relación al tamaño de la campana, provocando más potencia de la necesaria en el sonido.

Por otra parte, los factores que afectan al control del sonido son diversos y se pueden agrupar según con qué esté relacionado. Con las torres, los factores son: altura, materiales de construcción, altura de los parapetos y tipo de paredes. Con las ventanas: nivel y altura y tipo de las aperturas. Con las campanas: año, balance tonal, peso, método de afinación, estructuras intermedias y el nivel en el que están situadas, respecto a las aperturas de la torre y respecto a la sala de tocar. Finalmente, en relación a la sala desde donde se toca los factores son: altura, tamaño, tipo y materiales de construcción, su relación con las campanas y el cuerpo de la iglesia, posición del reloj, así como otros impedimentos.

Keltek Trust¹³⁹ considera que la amplitud relativa de cada parcial depende de la situación donde se produce el impulso, teniendo en cuenta que el sitio normal de golpeo es sobre el punto de percusión de la campana, aunque también depende de la masa del badajo, el material y el tiempo de contacto. Un tiempo de contacto menor hace más fuertes las frecuencias agudas y más débiles las graves. Incrementando la masa se produce un mayor tiempo de contacto; cambiar el material por uno con menos elasticidad también aumenta el tiempo de contacto.

137. The towers and belfries committee of the central council of church bell ringers, *The towers and bells handbook* (Brackley, Northamptonshire: Smart and Company Ltd, 1973).

138. El estudio se refiere a campanarios ingleses, en los que los campaneros están situados en una habitación separada de donde se encuentran las campanas.

139. Kelly, David, «The Sound of Bells».

Ya en el siglo XXI, **Boutillon** y **David**¹⁴⁰, a través de la restauración de carillones históricos, investigan cómo afecta esto en su afinación y en la atenuación del sonido. Grabando el sonido y las vibraciones durante cada etapa del proceso, los resultados que obtuvieron determinaron que se producían pequeños cambios de unas pocas centésimas en las frecuencias, apenas significativos; por el contrario, las campanas sonaban un 15% más de tiempo de promedio tras la restauración. Asimismo, la investigación mostró que las tasas de atenuación eran más consistentes a lo largo del rango del instrumento después de la intervención, teniendo relación esta curva con la sensibilidad del oído. Este incremento de la duración de las notas es audible, pero no tiene un efecto importante.

Según los autores, el lijado y el reajuste de las campanas en su soporte durante la restauración podrían ser los factores determinantes de las variaciones observadas.

En 2002, **Ivorra**¹⁴¹ desarrolla una tesis doctoral sobre las “*Acciones dinámicas introducidas por las vibraciones de las campanas sobre las torres-campanario*”. En ella se estudia la influencia del volteo de las campanas sobre la estructura de las torres o espadañas que las sustentan.

Una parte del estudio de este autor analiza la composición de las campanas. Hablando del bronce y del material para su construcción, son interesantes los datos del taller de Joaquín Guillamón Muñoz de la fundición del astillero Unión Naval de Levante, en los años cincuenta. Destaca la diferenciación de aleaciones según se busque hacer campanas con sonidos graves o con sonidos agudos, así como el punto de fusión.

Tabla 3. Composición de bronce para campanas, Unión Naval de Levante

Bronce	Cobre (%)	Estaño (%)	Punto de fusión
Campanas para sonidos graves	85	15	960°
Campanas para sonidos agudos	75	25	825°

Este autor también cita los análisis efectuados en la composición de diversas campanas por el Gremi de Campaners Valencians y el Dr. Alfonso Cárcel del Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales de la Universitat Politècnica de València.

De las tablas se desprende la similitud entre los bronce antiguos y modernos, aunque se ve un mayor porcentaje en peso plomo y zinc de las modernas, quizás por el menor precio

140. Boutillon, David y Bertrand, Xavier, «Assessing tuning and damping oh historical carillon bells and their changes through restoration», *Applied Acoustics* 63 (2002): 901-10.

141. Ivorra Chorro, Salvador, «Acciones dinámicas introducidas por las vibraciones de las campanas sobre las torres-campanario».

Tabla 4. Análisis de la composición de diversas campanas.

Campana	Año de fundición	Cu (%)	Sn (%)	Zn (%)	Pb (%)	Si (%)	Fe (%)	Sb (%)	P (%)
El Jaume (Catedral de València)	1429	73,09	21,94	0,25	4,05	0,40	0,20	-	-
El Micalet (Catedral de València)	1539	68,14	28,32	0,27	0,38	1,96	0,60	-	0,33
La Maria (Catedral de València)	1544	70,64	24,97	0,39	3,94	-	-	-	0,06
El Manuel (Catedral de València)	1621	72,73	21,84	0,36	4,54	0,40	0,06	-	0,05
Berenguela (Catedral de Santiago)	1982	68,29	22,01	1,78	5,56	0,47	0,53	-	1,36

del plomo frente al cobre o el estaño, y, en el caso del zinc, posiblemente por la facilidad de mecanizado al cual se someten las campanas modernas para su afinación.

En cuanto a las fuerzas que se ejercen sobre las campanas y los campanarios, hace referencia a la norma DIN 4178 que afecta a la construcción de campanarios, y donde se recogen los requisitos para evaluar la acción introducida por las fuerzas de las campanas sobre la torre, en el sistema de volteo a medio vuelo.

En esta tesis doctoral se destaca la importancia de considerar otros elementos a la hora de valorar la nota definitiva de una campana. Según el autor, no solo intervendrán la forma, dimensiones y propiedades del material de la campana, sino también otros componentes como el yugo-herrajes y badajo. La velocidad de transmisión del sonido en la madera varía 3.048-4.572 m/s y en el hierro y acero blando 5.000 m/s. La atenuación depende de la frecuencia y del material en el que se trasmite, con lo que el elemento que forma parte del instrumento musical hará que unos armónicos u otros suenen más pronunciados.

En 2007, Ivorra, junto con Vera y Francés¹⁴² realiza un estudio sobre una misma campana rematada con yugo de madera y posteriormente de hierro, en una sala acondicionada acústicamente en la Universidad de Alicante. Las conclusiones determinan que el yugo de hierro varía las características vibracionales de la campana; con ello se justifica la conservación

142. Ivorra Chorro, Salvador, «Vibro-acoustic behavior of Spanish Bells with Metallic and Wooden Yoke» (19th International Congress on Acoustics, Madrid, 2 de septiembre de 2007).

etnológica del patrimonio cultural.

El estudio se lleva a cabo excitando mecánicamente la campana en 40 puntos distintos, primero con el yugo de madera y luego con el de hierro, pudiendo comparar de esta manera los resultados obtenidos. Entre ellos destaca que la sonoridad de la campana con yugo de madera es superior en cuatro de los siete parámetros estudiados.

A continuación, se realizó un test psicoacústico a una serie de músicos profesionales, llegando a la conclusión de que bajo las condiciones de laboratorio, existen discrepancias entre una campana con el yugo metálico y con el yugo de madera, pudiéndose distinguir en un 70% de los casos. La sonoridad es mayor con el yugo de madera en los intervalos comprendidos entre 300-630 Hz y 2.200-3.000 Hz.

En 2008, **William A. Hibbert**, en *“The Quantification of Strike Pitch and Pitch Shifts in Church Bells”*¹⁴³, confirma que es poco probable que, pese a la polución atmosférica a lo largo de décadas o siglos, se pueda alterar tanto la superficie de la campana como para modificar las frecuencias de sus parciales. Verifica su hipótesis tras obtener la afinación de distintos parciales de campanas cuyos fundidores recogieron por escrito su afinación, y compararlas. Lo que sí que afecta a las frecuencias son los cambios importantes de temperatura, y señala el coeficiente dado por Terhardt, -1.5×10^{-4} por grado, que es equivalente a descender 2.6 centésimas de tono por cada 10 grados de diferencia. A pesar de esto, señala que en su trabajo lo importante es la relación que se establece entre los distintos parciales y por lo tanto no el valor absoluto de cada uno¹⁴⁴.

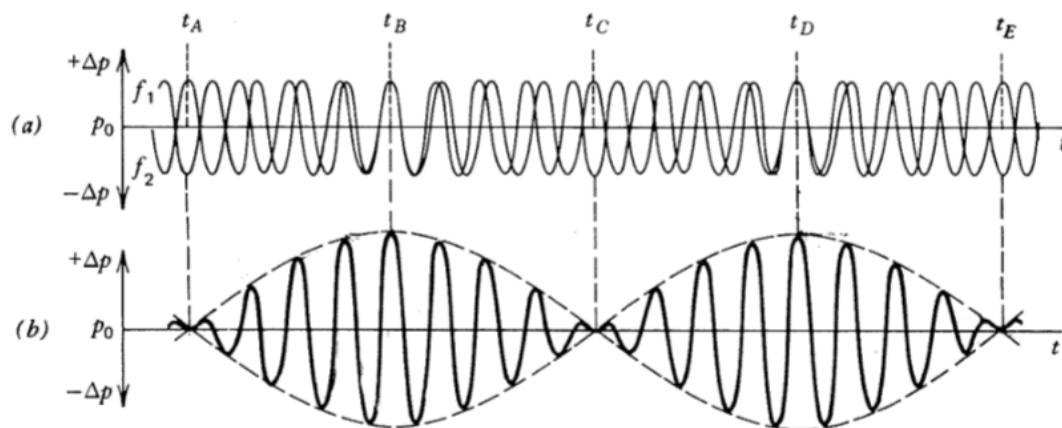
143. Hibbert, William A., «The Quantification of Strike Pitch and Pitch Shifts in Church Bells».

144. Al igual que en el presente trabajo realizado con las campanas de las catedrales, donde hemos dado más importancia a las relaciones entre los distintos parciales de todas las campanas que conforman el juego de los toques litúrgicos, que a la afinación absoluta de cada campana. Este aspecto será necesario desarrollarlo en futuros trabajos y ver cómo ha podido afectar en la construcción de los distintos toques tradicionales.

1.2.4 SOBRE LOS BATIMIENTOS O PULSACIONES

Como se explica en *Physics of Music* de Rogers¹⁴⁵, las pulsaciones se dan cuando dos tonos con casi la misma frecuencia suenan al mismo tiempo. Cuando ocurre, hay momentos en los que ambas ondas se encuentran en situación de fase y otras en las que se cancelan. Por lo tanto, la frecuencia de la pulsación es la diferencia de ambas frecuencias.

Ilustración 12. Representación gráfica de las pulsaciones



Cuando dos ondas difieren en su frecuencia menos de 15 Hz se escucha la combinación de su sonido como una única nota con pulsaciones. Cuando la separación es mayor de 15 Hz, la sensación de pulsos pasa a sentirse como un zumbido del tono fusionado.

De hecho, en 1877, Helmholtz¹⁴⁶ ya nota los efectos de las pulsaciones que se producen en ciertas campanas, al constatar que, si una campana no es perfectamente simétrica respecto a su eje, dos notas de afinación muy similar suenan al mismo tiempo.

En 1930, Franklin Tyzzer¹⁴⁷ hace referencia a lo que ya comentó en su día Rayleigh sobre la falta de simetría, destacando el hecho de que si se golpea en uno de los nodos se dejan de oír y por lo tanto, no se escucharán más esas pulsaciones.

145. Rogers, Warren F., *Physics of Music. Science and Art*.

146. Helmholtz, H., *On the Sensations of Tone*, (reimpreso de la traducción Inglesa de la 4ª edición alemana de 1877) (Dover Publications, 1954).

147. Tyzzer, Franklin G., «4. Characteristics of Bell Vibrations».

Taber¹⁴⁸, también en 1930, al hablar de las líneas nodales, señala que es frecuente que haya dos o más modos con el mismo número de segmentos vibratorios. Esto hace que, por ejemplo, cuando hay dos modos con las mismas líneas nodales que recorren arriba y abajo la campana, la afinación sea similar pero no idéntica, escuchándose las pulsaciones características de las campanas. Cuando dos o más modos tienen el mismo número de segmentos vibratorios, distribuidos de manera similar y con frecuencias muy cercanas, el autor lo considera como un tono parcial único.

En cuanto a las pulsaciones o tonos gemelos o duplicados, cuyo origen se encuentra en la falta de simetría de la masa de la campana, **Grützmacher, Kallenbach y Nellessen**¹⁴⁹, en 1965, señalan que, si la campana fuera perfectamente simétrica, la configuración nodal vendría dada sólo por el punto de golpeo, por lo que no habría esta duplicidad de tonos. En el caso de campanas con una simetría aceptable, la diferencia es de solo unos Hz, lo que produce que se oigan pulsaciones, pero en el caso de campanas con mayor asimetría produce la impresión de parciales impuros. En estos casos, la diferencia se nota especialmente en los parciales con dos nodos meridianos ($n=2$), con lo que para analizar la asimetría de una campana se puede utilizar el intervalo que hay entre dos tonos gemelos.

Ese mismo año, **Perrin y Charnley**¹⁵⁰ relacionan el fenómeno de las pulsaciones con el hecho de que las campanas reales, a pesar de que se acercan a la simetría, no la consiguen. En este trabajo buscan cómo lograr que estas pulsaciones desaparezcan. De hecho, es interesante que los autores sugieran que algunas campanas medievales fueron realizadas con formas peculiares, no tanto por una técnica deficiente, sino para buscar reducir las pulsaciones.

En cuanto a los patrones nodales del movimiento radial de la campana, que tienen importancia en la parte acústica, señalan que siempre consisten en n círculos con $n \geq 0$ y $2m$ meridianos con $m \geq 0$. Mientras que los círculos se sitúan en planos paralelos a la base y en varias distancias, los meridianos están en planos a través del eje de simetría y por azimuts separados de manera equidistante. Por lo tanto, el fenómeno de las pulsaciones surge cuando los meridianos nodales coinciden con los antinodos del otro modo, ya que los componentes de cada uno de estos batimientos golpean juntos, produciendo esas pulsaciones. El problema es que al quitar esa pulsación de un batimiento, que se realiza modificando la campana de una manera adecuada, puede incrementar las pulsaciones de otro par. Por lo tanto, la idea que persiguen es intentar compensar las perturbaciones intrínsecas, introduciendo otras, pero de manera controlada, aunque evidentemente los problemas prácticos que comporta esta técnica son considerables.

148. Jones, Arthur Taber, «12. The Strike Note of Bells».

149. Grützmacher, M., Kallenbach, W., y Nellessen, E., «7. Acoustical Investigations on Church Bells».

150. Perrin, R. y Charnley, T., «19. Group Theory and the Bell».

De esta manera, los autores proponen introducir una única perturbación que esté claramente localizada y que sea lo suficientemente grande como para tapar los efectos de las pequeñas perturbaciones intrínsecas, pero no como para que cambie los modos de la campana de manera significativa. Con esta solución, cada batimiento tendrá un meridiano nodal-antinodal cercano a esta situación. Si el badajo golpea sobre este meridiano común, prácticamente toda la energía irá a estos batimientos divididos, situados en ese lugar, con lo que solo un miembro de cada batimiento será excitado, y no se producirán pulsaciones. La manera más obvia de alcanzar una perturbación es crear un nervio que recorra la campana de manera vertical en toda su longitud, pero solo en un lateral, tanto por la parte interior como exterior.

Una manera más sofisticada de realizar esto, según los autores, es desplazar el interior de la campana con respecto al exterior, de manera que sus ejes simétricos aún siendo paralelos, no coincidan en más que eso.

En 1975, Perrin¹⁵¹ escribe sobre la supresión de las pulsaciones y la duración de las campanas. Algunos de los métodos que se sugerían en el momento para reducir las pulsaciones de las campanas podían afectar a su vida útil. En el texto argumenta que la durabilidad dependerá, sobre todo, del tipo de campana y del uso que se le dé. Partiendo del artículo escrito en 1973, divide las campanas en cuatro clases, según el uso al que están destinadas: las campanas de iglesia, las de carillón, las de reloj y finalmente, las que tienen un uso múltiple.

En cuanto a cómo afectan los usos, plantea diferentes casos y sus efectos. En el proceso de rotar las campanas un cuarto (*quarter-turning process*), considera que depende de cómo estén colgadas. Si se puede rotar x grados se prolongará mucho más su vida que si solo se puede hacer cuatro veces¹⁵².

En las campanas de iglesia, en las cuales el badajo golpea a dos azimuts diametralmente opuestos durante el toque, el uso estimado es de 150 años, ya que solo habría dos lugares en los que se podría encontrar de manera significativa un meridiano nodal y antinodal. Por lo tanto, cualquier giro fuera de esos 180° no obtendría el fin, con lo que la reducción de vida útil sí que es significativa.

En cambio, en las de carillón y las de reloj, al golpearse solo en un punto se incrementa al hacer un giro de 180° . Además, con esta manera de tocar las campanas no son golpeadas tan fuerte, con lo que considera que la vida útil es mucho mayor, siendo difícil de concretar, entre 500 y 1.000 años.

Esta técnica no se puede aplicar en el caso de las campanas destinadas a un uso de cam-

151. Perrin, R. y Ockelton, C. M. G., «Warble suppression and the lifetime of bells», *Journal of Sound and Vibration* 40 (1975): 431-33.

152. Si la campana está colgada de sus asas originales de la fundición, en forma de cruz, tan solo se pueden hacer giros de 90° respecto al eje. Con otros sistemas esa rotación puede ser libre, pudiendo variar los grados según las necesidades.

pana de iglesia y de reloj, ya que los martillos golpean en distintos lugares, y por lo tanto, en esos lugares distintos no es posible encontrar los meridianos nodal y antinodal.

Ya en 1984, **Rossing**¹⁵³ escribe “*The Acoustics of Bells*”, donde dice que, debido a las imperfecciones en la simetría de muchas campanas, un modo puede dividirse en batimientos o frecuencias relativas muy cercanas, dependiendo de dónde golpee el badajo. Esto causa las pulsaciones, que en teoría se pueden eliminar seleccionando el punto de golpeo para que sea en un nodo y un antinodo. Según Rossing, en la práctica esto no es posible porque esta situación suele ocurrir en más de un modo, por lo que seleccionando un punto en el que se minimice el efecto en uno de ellos es probable que se potencie en otro. Ante ello, cita procedimientos ya mencionados por otros autores, como añadir dos grandes costillas meridianas que modifiquen la simetría circular de la campana¹⁵⁴.

Keltek Trust¹⁵⁵ agrega a lo ya visto en otros autores que normalmente, las pulsaciones sólo se escuchan en los parciales que tienen una larga duración, como el Hum, la Tercera y la Prima, dependiendo del punto de golpeo, el volumen relativo de cada par de frecuencias. También se suma a la consideración de que es posible minimizar el efecto rotando la campana.

153. Rossing, Thomas D., «The Acoustics of Bells: Studying the vibrations of large and small bells helps us understand the sounds of one of the World’s oldest musical instruments».

154. Perrin, R., Charnley, T., y Banu, H., «Increasing the lifetime of warble-suppressed bells», *Journal of Sound and Vibration* 80 (1982): 298-303.

155. Kelly, David, «The Sound of Bells».

2 METODOLOGÍA

Esta investigación está orientada a realizar un análisis acústico de las campanas de las catedrales¹⁵⁶ hispanas. Por esta razón, inicialmente consideramos realizar un estudio cuantitativo de las características físicas propias de las campanas, a través de la catalogación de sus parciales; pero también cualitativo, estudiando por qué se ha llegado a esas características concretas y cómo han influido en su uso. Sin embargo, conforme avanzó el estudio y se fueron obteniendo resultados, ocurrió que - parafraseando a Maria José Albert cuando habla del conocimiento científico¹⁵⁷, “*su rumbo fue imprevisible*” y “*hallazgos casuales, fuera de los planificados*”, nos llevaron a plantear nuevas acciones, para poder profundizar en este medio sonoro tan poco estudiado y tan presente en nuestra cotidianidad.

Como el objeto de estudio de esta tesis es hacer un análisis acústico de las campanas de las catedrales hispanas, se ha utilizado el software desarrollado por Hibberts¹⁵⁸ denominado *Wavana*. Este sistema se ha elegido después del uso durante años de un excitador manual (Hand Held Exciter Type 5961, de la marca Brüel&Kjæ), unido a un generador de frecuencias, llamado Bellanalyser, construido por la empresa Clock-O-Matic en Holsbeek, Bélgica. A través de este sistema se creaban las distintas frecuencias indicando la nota musical correspondiente y su desviación en centésimas de semitono, procedimiento que denominaremos *manual* a partir de ahora, con el cual se podían obtener los distintos parciales¹⁵⁹.



Ilustración 13. Trabajo de campo con el sistema manual.

156. Para la denominación de las distintas catedrales hemos utilizado la nomenclatura del Ministerio de Cultura en su clasificación de los “*Edificios incluidos en el Plan de Catedrales*”.

157. Albert Gómez, M^a José, *La Investigación Educativa. Claves Teóricas*. (Madrid: Editorial McGraw Hill, 2007).

158. Hibbert, William A., «The Quantification of Strike Pitch and Pitch Shifts in Church Bells».

159. Tenemos numerosos ejemplos de ello en campanarios de la Comunitat Valenciana, así como en las catedrales de Valencia y Murcia.

El software *Wavanal* permite la obtención de los parciales de las campanas a través de una grabación de la onda sonora, que puede ser en formato *wav* o *mp3*. Al analizar el sonido desde el programa aparecen los resultados relativos a los distintos parciales y su intensidad en el momento del golpe.

Ilustración 14. Programa Wavanal. Menú principal

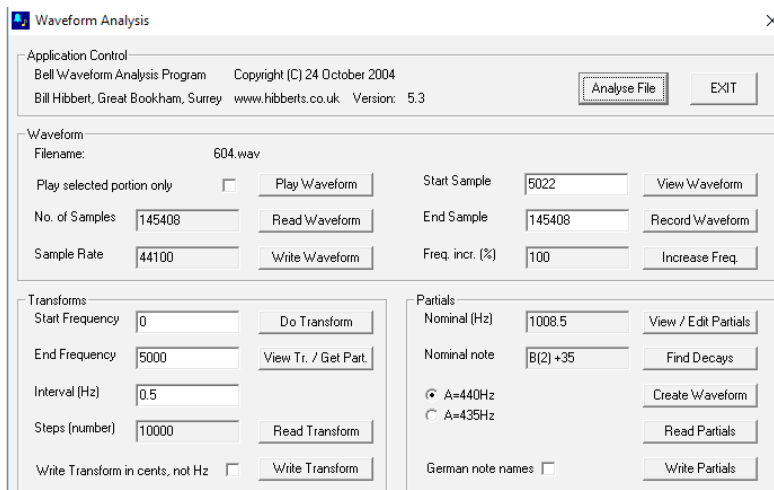
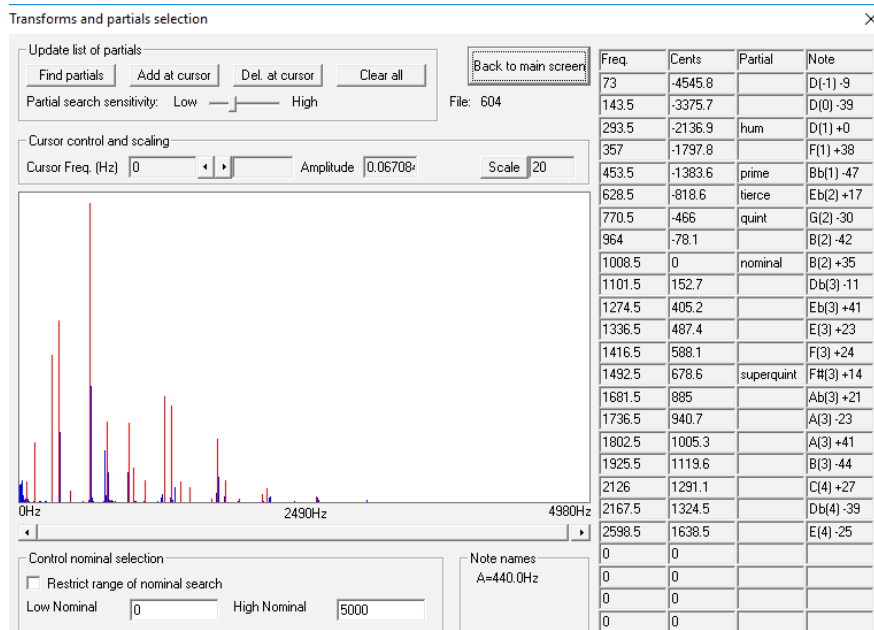


Ilustración 15. Análisis de “El Manuel”, Catedral de València



De esta manera, en condiciones óptimas, el programa obtiene de forma muy sencilla los resultados necesarios que requerimos para este estudio. Como podemos ver en la **Ilustración 15. Análisis de “El Manuel”, Catedral de València**, el programa muestra todas las frecuen-

cias que ha podido extraer del sonido y les asigna automáticamente los parciales. El inconveniente es que como las campanas analizadas no están afinadas, los parciales distan mucho de guardar las equivalencias relativas que hemos podido observar en muchos de los estudios teóricos. Por esta razón, una vez obtenidos los resultados, ha sido necesaria una revisión de cada campana para comprobar que los parciales propuestos automáticamente por el programa se ajustaban a la realidad. De esta manera, de las 855 campanas analizadas ha sido necesaria la revisión en profundidad de 282, lo que supone el 33% del universo estudiado. En ellas, se ha tenido que considerar sobre cada una las diferentes frecuencias que surgían de la onda sonora y asignar los distintos parciales, teniendo en cuenta las características físicas de la campana (diámetro, año, estilo) y su sonido.

El cambio al uso del software *Wavanal* en detrimento del procedimiento manual utilizado durante un largo transcurso de tiempo se debe a los siguientes motivos:

- En primer lugar, la accesibilidad: es mucho más sencillo realizar la grabación de un golpe de la campana, frente al sistema manual en el cual es necesario el contacto físico con la misma durante un periodo relativamente largo de tiempo. A ello hay que añadir el número de aparatos que es necesario portear en el sistema anterior, con su peso correspondiente, la necesidad de una toma de corriente, y la peligrosidad de la localización de las campanas, algunas a varias decenas de metros de altura.

- En segundo lugar, los datos obtenidos son similares, tal y como demuestra Hibbert¹⁶⁰ en su tesis doctoral. De hecho, por la experiencia del uso manual, podemos afirmar que los resultados son mucho más precisos con el sistema actual, porque en muchas ocasiones ante las dificultades técnicas no se podía acceder a la campana con la comodidad necesaria, provocando resultados defectuosos¹⁶¹.

- Finalmente, y quizás el motivo más importante, ha sido poder aprovechar el trabajo de campo realizado por Mari Carmen Álvaro y Francesc Llop i Bayo en su inventario¹⁶² sobre las campanas de las catedrales que se presenta ordenado por poblaciones. La primera fase de este inventario, encargo del Ministerio de Cultura entre 1990 y 1993, solo incluía 50 catedrales y fue realizada por miembros del Gremi de Campaners Valencians, coordinados por Francesc Llop i Bayo. Entre 2004 y 2007 el mismo Ministerio encarga la revisión del inventario, completándolo con el estudio de las 95 incluidas en el "*Plan de Catedrales*", momento que se

160. Hibbert, William A., «The Quantification of Strike Pitch and Pitch Shifts in Church Bells».

161. Una prueba de esta afirmación la hallamos en aquellas campanas de un mismo fundidor que hemos encontrado repetidas en las distintas catedrales, ya que los resultados aportados por el programa han sido prácticamente idénticos. De hecho, esas diferencias es más probable que se deban a pequeñas modificaciones en la fundición de la campana que a errores del programa.

162. Álvaro Muñoz, Mari Carmen y Llop i Bayo, Francesc, «Inventario de las campanas de las Catedrales de España».

aprovecha para realizar el trabajo de campo y la recogida de material utilizado en este estudio. Hay que ser conscientes de que si no hubiera sido por el encargo del Ministerio de Cultura no habría sido posible el acercamiento a muchas de las campanas de las catedrales, sobre todo debido a la dificultad de acceso a las torres.

Las grabaciones utilizadas para obtener los parciales de las campanas comprenden en su mayoría los años del trabajo de campo de dicho estudio, entre 2004 y 2007; salvo cinco casos, Tarragona, Murcia, Jaca, Santiago y Pamplona, en los que por razones técnicas se han utilizado otras grabaciones. En la Catedral de Jaca se emplearon fuentes analógicas, que corresponden a una entrevista a la campanera Concha del Cacho en 1980.

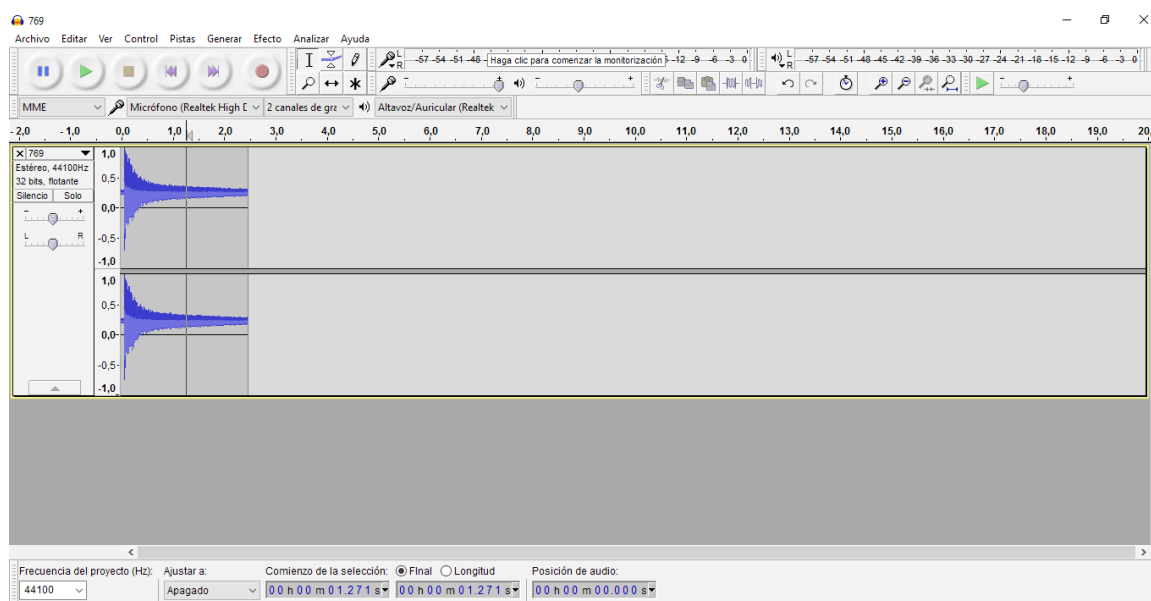
Para la mayor parte de las grabaciones realizadas durante el trabajo de campo se ha usado un Minidisc Sony MZ-N1 y un micrófono estéreo externo Sony ECM-719, mientras que las más actuales se han hecho utilizando una grabadora digital modelo Zoom H-5.

En general, las grabaciones corresponden a una toma de varios golpes por campana, aunque también nos encontramos casos, como el ya mencionado de Jaca o el de la Catedral de Ciudad Rodrigo, en los que se han extraído los diferentes sonidos de toques elaborados. En dichos casos se ha optado siempre por utilizar la grabación de la campana que sonaba en primer lugar, para así evitar el sonido residual de los armónicos de las campanas que acompañaban durante el toque. Se han conservado las tomas enteras de audio que se realizaron en cada campanario por si es necesario realizar comprobaciones.

El procedimiento en todas las grabaciones ha consistido en seleccionar un golpe de cada campana y extraerlo, convirtiendo así un fichero wav único para cada campana, utilizando el programa de software libre Audacity.

Con este programa se abría el fichero de audio, que en la mayor parte de los casos pertenecía al campanario completo, o a una de las torres, y de él se seleccionaban los distintos fragmentos correspondientes a cada campana. Una vez hecho esto, se ha cortado el momento del golpeo y se ha exportado a un archivo independiente con la referencia utilizada para cada campana en la web www.campaners.com. Con este portal se está colaborando desde el inicio de esta investigación y en él se han ido actualizando los datos conforme se iban obteniendo.

Ilustración 16. Análisis de “La Joaquina”, Catedral de Castelló



Dicho fichero es el que se ha utilizado con el software *Wavanal* para la obtención de los datos. En cada caso se ha usado el sonido más limpio que se podía obtener de cada campana, aunque es cierto que son numerosas las ocasiones en las que aparece ligeramente saturado o con algunos ruidos de fondo, como aire u obras en la calle, aunque no afectan al estudio ya que las frecuencias de la campana se mantienen y dichos ruidos se mueven en rangos distintos.

Como ya se ha comentado, el software *Wavanal* está diseñado para obtener los distintos parciales de campanas que, o bien están afinadas, o están cercanas a los parámetros óptimos. Por esta razón ha sido muy importante su verificación una a una, observando en primer lugar si los resultados obtenidos tenían cierta lógica. Para ello se ha tomado como referencia el parámetro del diámetro, ya que en muchos de los casos el parcial que el programa utilizaba como referencia era erróneo. En las ocasiones en las que se han observado anomalías se ha realizado un estudio en profundidad de todas las frecuencias que obtenía el programa, y se ha cruzado con la amplitud en el momento del golpeo para considerar las más importantes y poder obtener de esta manera los parciales deseados.

Posteriormente, para la realización de los experimentos se han convertido los 855 archivos a formato mp3, porque de esta manera es más cómodo el trabajo en red. Esto se ha hecho con una doble finalidad. Por un lado, facilita el manejo de los archivos porque ocupan menos, y, por otro, no menos importante, permite una divulgación mayor a través de la *web* www.campaners.com.

Inspirándonos en los trabajos realizados por Taber¹⁶³ y Marco¹⁶⁴, ambos vistos en el apartado 1.2, decidimos llevar a cabo una serie de experimentos para conseguir las notas percibidas en cada campana, más allá de los resultados obtenidos a través del software y medios mecánicos. De esta manera se efectuaron dos ensayos, con el fin de cruzar los datos entre ellos y poder evaluar la efectividad de ambos.

El primero se realizó en noviembre de 2016, una vez ya estaban todos los sonidos almacenados y procesados. Consistía en reproducir el tono de cada campana con la voz para así saber cuál era su sonido predominante. Este experimento, llevado a cabo por el autor de esta tesis, se realizó en tres fases. En la primera de ellas, se utilizó un auricular en el oído izquierdo, de manera que el derecho quedaba libre para escuchar el sonido cantado. Así se procedió sistemáticamente a escuchar cada campana y cantarla, siguiendo el orden de referencia dado a cada una de ellas en el inventario de las catedrales¹⁶⁵. Mientras se cantaba se utilizó un afinador¹⁶⁶ para plasmar la nota del tono emitido y se anotaron los resultados de cada campana en una tabla Excel. Para evitar condicionantes, en el registro se ocultaron todos los datos que pudieran aportar alguna pista, quedando visible solo el número de referencia.

Una vez hecho esto con todas las campanas, en una segunda fase se pasó a ocultar esa columna de la tabla y a realizar lo mismo, pero esta vez con el auricular en el oído derecho. Finalmente se contrastaron los resultados de ambas columnas para sacar las primeras conclusiones: en el 55,4% de los casos era la misma nota, en el 36,9% la diferencia entre ambas notas era de un solo semitono y en el 7,7% restante eran dos notas completamente distintas.

Estos resultados ponen de relieve que los sonidos de las campanas, al no afinarse con el sistema temperado, corren el riesgo de estar situados entre los límites de dos semitonos, lo que provoca que haya tantos resultados entre dos valores. Por esta razón se repitió una tercera vez el experimento, con el fin de obtener nuevos datos en todas aquellas campanas que habían dado resultados distintos y así poder elegir entre ellos.

163. Jones, Arthur Taber, «12. The Strike Note of Bells».

164. Marco, David JT, McLachlan, Neil, y Wilson, Sarah J, «The perception of simultaneous pitches in ambiguous sounds».

165. Álvaro Muñoz, Mari Carmen y Llop i Bayo, Francesc, «Inventario de las campanas de las Catedrales de España».

166. El afinador utilizado fue una aplicación para Android, el «*Tuner – gStrings*», disponible en la Play Store de Google.

Una vez recopilados todos los resultados se pasó a compararlos con los alcanzados a través del software *Wavanal*. Ante el problema ya comentado de la afinación no pura, se optó por contar con una desviación de ± 10 centésimas de semitono, lo que daría por ejemplo, que en un parcial que se haya obtenido Do 4 +42 se considere que el resultado es equivalente a un Re en el experimento. La siguiente tabla recoge los datos finales.

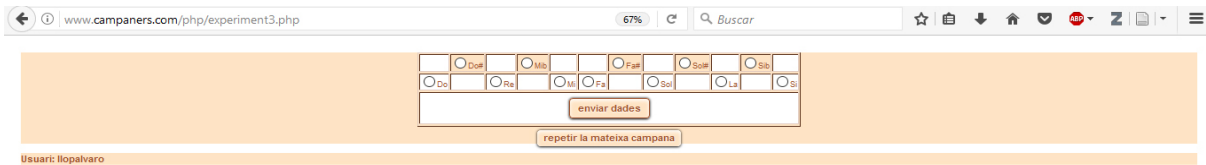
Tabla 5. Resultados del experimento 1

Las notas del experimento equivalen a:	Número de casos	%
Ninguno de los parciales	202	23,82
Octava	106	12,50
Hum	85	10,02
Hum / Octava	76	8,96
Prima	47	5,54
Tercera	46	5,42
Hum / Prima / Octava	44	5,19
Octava / Octava nominal	38	4,48
Prima / Octava	36	4,25
Hum / Prima	34	4,01
Hum / Octava / Octava nominal	27	3,18
Quinta	21	2,48
Prima / Octava / Octava nominal	18	2,12
Hum / Prima / Octava / Octava nominal	18	2,12
Quinta / Superquinta	9	1,06
Superquinta	7	0,83
Tercera / Superquinta	5	0,59
Prima / Quinta	5	0,59
Hum / Tercera	5	0,59
Octava nominal	4	0,47
Prima / Octava nominal	4	0,47
Hum / Quinta	2	0,24
Hum / Octava nominal	2	0,24
Tercera / Octava	2	0,24
Prima / Superquinta	2	0,24
Octava / Superquinta	1	0,12
Tercera / Octava / Octava nominal	1	0,12
Hum / Quinta / Octava nominal	1	0,12

En el segundo experimento, se contó con personas con amplios estudios y experiencia musical. De once candidatos voluntarios que se ofrecieron a participar en el ensayo, finalmente fueron ocho los seleccionados. El universo estaba formado por dos profesores de piano de Conservatorio, un pianista y estudiante de dirección de orquesta, un profesor de Lenguaje Musical, una estudiante de composición y piano y otra de clarinete, ambas en su último año de estudios superiores, un cantante y una afinadora de pianos.

Se les facilitó información inicial y posteriormente acceso *online* al experimento. Se programó una *web* en la que, previa identificación de usuario, iban escuchando en un orden aleatorio todas las campanas analizadas con un sonido previo de la nota La a 440 Hz para que tuvieran una referencia. Después debían seleccionar la nota que consideraban, quedando registrada en la base de datos.

Ilustración 17. Experimento 2, pantalla para la selección de la nota de la campana



Este experimento se llevó a cabo entre el 26 de diciembre de 2016 y el 10 de enero de 2017, permitiendo que cada uno de los participantes pudiera gestionar el tiempo como quisiera al ser un recurso *online*.

Con todos los datos, y a través de una hoja de cálculo, se obtuvieron los resultados para cada campana, marcando el porcentaje de individuos que habían seleccionado cada nota.

En la siguiente tabla vemos, en la primera columna, el porcentaje de gente que optó por la misma nota. En el primer caso tendríamos, por ejemplo, que cuatro personas habrían optado por un Re, dos por otra distinta, y finalmente siempre que marca 12,5% se refiere a elecciones aisladas de notas diferentes. Los resultados de dicho experimento son:

Tabla 6. Resultados del experimento 2

Porcentajes por cada nota	Número de casos	% del total
50-25-12,5%	131	15,32
37,5-25-12,5%	106	12,40
62,5-12,5-12,5%	82	9,59
62,5-25-12,5%	72	8,42
75-12,5-12,5%	68	7,95
25-25-12,5%	60	7,02
37,5-25-25%	49	5,73
37,5-37,5-12,5%	39	4,56
50-12,5-12,5%	38	4,44
25-25-25%	35	4,09
87,5-12,5%	34	3,98
50-37,5-12,5%	33	3,86
37,5-12,5-12,5%	25	2,92
75-25%	17	1,99
25-12,5-12,5%	15	1,75
100% una nota	11	1,29
62,5-37,5%	9	1,05
37,5-37,5-25%	7	0,82
42,86-28,6-14,3%	5	0,58
57,14-14,3-14,3%	4	0,47
85,71-14,29%	3	0,35
71,44-14,3-14,3%	2	0,23
42,86-14,3-14,3%	2	0,23
57,14-28,6-14,3%	1	0,12
57,14-42,9%	1	0,12
50-50%	1	0,12
42,86-42,9-14,3%	1	0,12
33,3-33,3-16,7%	1	0,12
28,57-14,3-14,3%	1	0,12
28,57-28,6-14,3%	1	0,12
12,5-12,5%	1	0,12

Esta tabla nos muestra la dificultad que supone decidir una nota para una campana, ya que solo en 11 casos los ocho coincidieron en la misma nota.

Una vez obtenidos los resultados de este segundo experimento, se pasó a compararlos con los conseguidos en el primero. Esto se hizo para ver si, ante dos propuestas diferentes con gente distinta, los datos similares eran lo suficientemente significativos como para alcanzar conclusiones válidas. Los resultados de esta comparación fueron:

- La nota obtenida en el experimento 1 concuerda con la de mayor porcentaje del 2: 65,61%
- La nota obtenida en el experimento 1 concuerda con la 2ª de mayor porcentaje del 2 (con menos de una distancia de semitono de la de mayor porcentaje): 13,96%
- La nota obtenida en el experimento 1 concuerda con la 3ª de mayor porcentaje del 2 (con menos de una distancia de semitono de la de mayor porcentaje): 4,81%
- La nota obtenida en el experimento 1 concuerda con la 2ª de mayor porcentaje del 2: 6,33%
- La nota obtenida en el experimento 1 concuerda con la 3ª de mayor porcentaje del 2: 3,87%
- La nota obtenida en el experimento 1 no concuerda con ninguna del experimento 2: 5,39%

De la comparativa de ambos experimentos resultan datos muy contundentes pues solo en un 5,39% de los casos no coinciden ninguna de las notas entre las dos pruebas. Aunque los resultados de ambos experimentos son válidos, finalmente serán los del segundo ensayo, por considerarlo más completo y contar con ocho participantes, los que se utilicen para cruzarlos con los recogidos en la catalogación; y poder sacar conclusiones en relación a las distintas catedrales, fundidores y épocas.

7-8 personas (+87,5%)	
5-6 personas (62,5-87%)	
3-4 personas (37,5-62%)	

Tras el cruce de resultados se ha optado por añadir a las propias tablas de los datos obtenidos con el programa *Wavanal*, distintas celdas que muestran la nota de golpe de cada campana, con la siguiente leyenda:

Como podemos observar, se ha estimado necesario que al menos tres personas coincidieran en una misma nota para poder tomar ese resultado en consideración.

Es muy importante precisar que, ante la dificultad que comporta el sonido de la campana por cómo está formado y sus características intrínsecas, sumado a que la afinación de la cual se parte no se basa en un sistema temperado, se ha optado por tener un margen de ± 10 centésimas de semitono. Con ello pretendemos corregir las limitaciones impuestas por el lenguaje, ya que por ejemplo, con una frecuencia de 508 Hz tenemos un Si 4, mientras que con 509 Hz ya nos encontramos con un Do 5.

No siempre ha sido posible encontrar un parcial en el que coincida el resultado de los experimentos con el obtenido por el software. Esto se debe principalmente a tres causas: en primer lugar, a campanas en las que el sonido final no está claramente definido, lo que provoca una gran dispersión en los resultados del experimento sobre la nota de golpe, produciendo que en ninguna de ellas coincidan tres personas o más. En segundo lugar, que la nota elegida sea vecina o cercana (a lo sumo una distancia de tono) a una de las notas representadas en los parciales, lo cual nos hace suponer que la suma de los mismos ha producido una pequeña modificación en alguno de ellos, alterando el sonido de manera ascendente o descendente produciendo el sonido final. En tercer lugar, que la nota resultante no tenga ninguna relación con los parciales, con lo que cual se concluye que la suma de los mismos ha creado un tono virtual diferente a todos ellos¹⁶⁷.

Para la realización de las gráficas que acompañan cada catedral y cada fundidor, se tomaron las referencias aportadas por los teóricos para la campana ideal¹⁶⁸ para posteriormente calcular las diferencias de cada campana. Para ello se ha tomado como punto de partida el parcial de la Prima, al considerar que era el que podía aportar un valor más estable y el más cercano a la nota de golpe¹⁶⁹. Es cierto que en algunos casos esta elección ha comportado algunas limitaciones. Un claro ejemplo de ello lo tenemos en aquellas campanas en las que la Prima es proporcionalmente más grave que el resto de los parciales, lo que provoca que visualmente todos los parciales, excepto la Prima, aparezcan representados más agudos.

También es importante señalar que hay casos en los que no se han podido analizar todos los parciales de la campana. Por esta razón se ha optado porque la gráfica marque una línea continua entre los dos parciales no conjuntos, lo que puede suponer en una primera aproximación una sensación errónea de desviación, producida sin duda por el efecto óptico.

Para el análisis de las distintas etapas históricas hemos utilizado las tablas con las desviaciones respecto a la campana ideal que veremos en el apartado 3.4, pero en este caso separando las campanas por tramos de tiempo. En los tres primeros siglos hemos agrupado las campanas en 100 años para poder tener datos significativos, mientras que a partir del

167. Toda la información referente a este tema se puede consultar en el apartado 1.2.2 sobre la nota de golpe.

168. Curtiss, A. N. y Giannini, G. M., «5. Some Notes on the Character of Bell Tones».

169. En relación a este tema consultar el apartado 1.2.2.

siglo XVI las hemos agrupado en fracciones de 50 años. Posteriormente, hemos calculado la varianza para poder hacer un análisis más en profundidad de los resultados. La fórmula para poder hallarla ha sido:

En el propio apartado 3.4, donde aparecen los resultados de las diferentes épocas históricas, se explica en detalle el proceso llevado a cabo.

Somos conscientes de que el análisis de cada Catedral no es exhaustivo, pero tal cometido era imposible ante la cantidad ingente de información con la que se ha trabajado en esta investigación; era un hecho del que partíamos. Desde el inicio, uno de nuestros objetivos ha sido que este trabajo pueda servir como base para muchos otros en un futuro. Pretendemos aportar una serie de datos, que junto a las conclusiones que se establecen en el capítulo 4 sean el punto de partida para nuevas investigaciones relacionadas con el mundo de las campanas.

3 RESULTADOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL UNIVERSO ESTUDIADO

Nos encontramos ante un universo de estudio muy amplio. Según el inventario realizado por Llop i Bayo¹⁷⁰, en las catedrales existen un total de 1.096 campanas, con características muy distintas entre sí. Una de las ventajas de este instrumento, tal y como hemos podido ver en el marco teórico, es que su sonido prácticamente no varía con el transcurso de los años, y por esta razón es muy interesante profundizar en su naturaleza.

Del número total de campanas ha sido posible el análisis de 855 (77,5%), cifra nada despreciable sobre todo teniendo en cuenta que del resto, 85 (7,8%), en especial las más pequeñas, no se encuentran en la torre, sino dentro del edificio, espadañas y museos catedralicios principalmente; 4 se ubican en el suelo de la torre y por lo tanto no era posible hacerlas sonar; 11 (1%) están rotas y en consecuencia es inviable su análisis, y 7 han sido refundidas por lo tanto solo queda la documentación que hay sobre ellas.

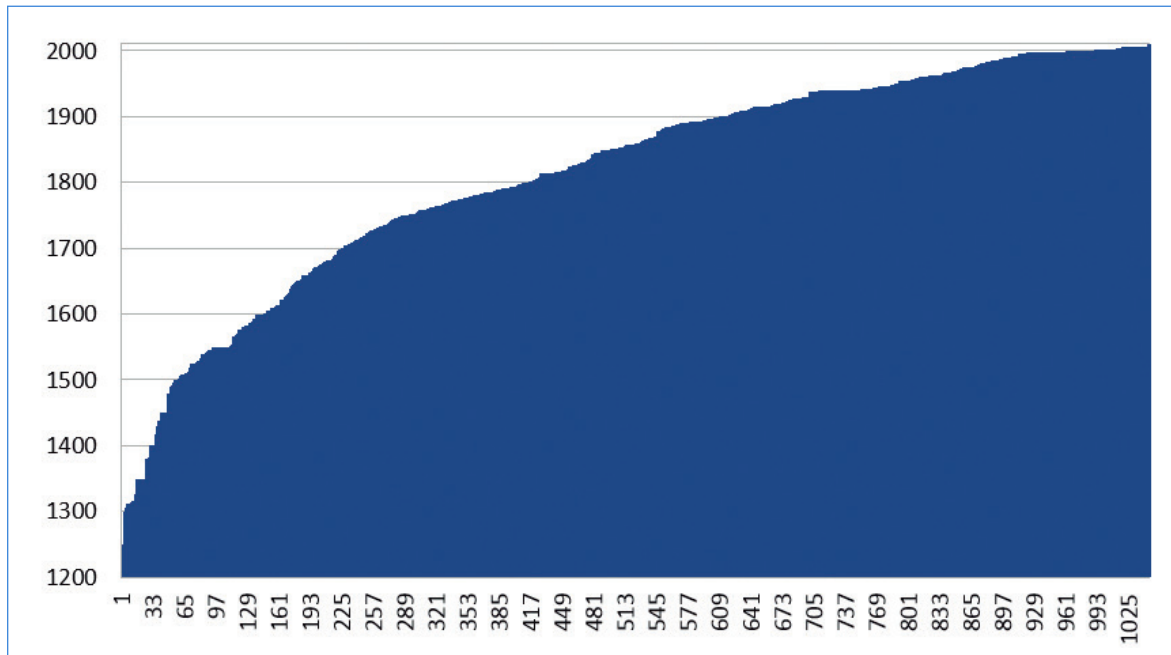
También hay que tener presente la dificultad añadida que supone su situación en el caso concreto de 21 campanas (casi un 2%); en ocasiones inaccesibles dentro del mismo campanario debido a obras acometidas, como en el caso de la “María” de la Catedral de Zamora que está detrás de una rejilla de madera que impide el acceso, o la campana del reloj de la Catedral de Segovia, la cual es imposible alcanzar sin medios extraordinarios como una grúa. Finalmente, a esto hay que sumar 28 campanas (2,5%) que no existían todavía en el momento de la recogida de datos.

Ha sido posible el análisis del juego completo de campanas en un 67% de los conjuntos que se encuentran en las torres de los campanarios de las catedrales. Esta cifra, aunque inicialmente no lo parezca, es muy elevada sobre todo si tenemos en cuenta que en gran número de campanarios del 33% restante nos encontramos con conjuntos en los cuales hay porcentajes muy altos de campanas analizadas.

Del análisis por años, se observa que encontramos campanas de todas las épocas; 792 años separan a la más antigua de la más moderna. La “Bamba”, de la Catedral de Oviedo, data de 1219, mientras que la “Virgen del Espino” de la Catedral de Burgo de Osma, es de 2011.

170. Álvaro Muñoz, Mari Carmen y Llop i Bayo, Francesc, «Inventario de las campanas de las Catedrales de España».

Gráfica 1. Campanas de las catedrales por años. Elaboración propia

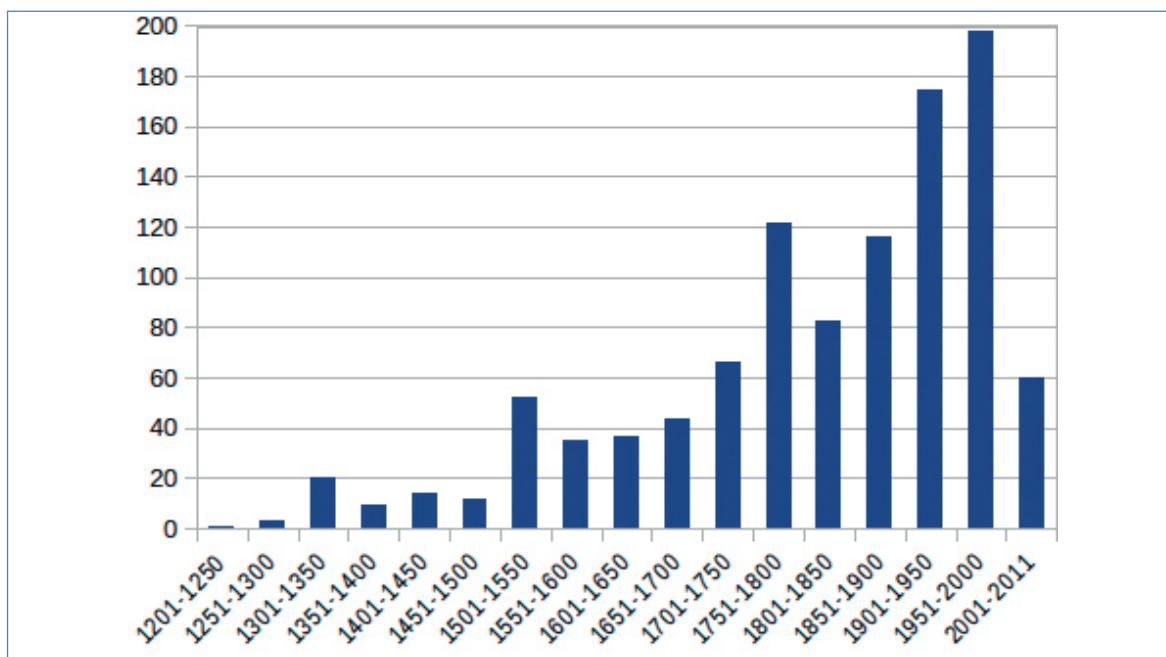


Por fracciones de 50 años:

Tabla 7. Campanas de las catedrales por fracciones de 50 años. Elaboración propia

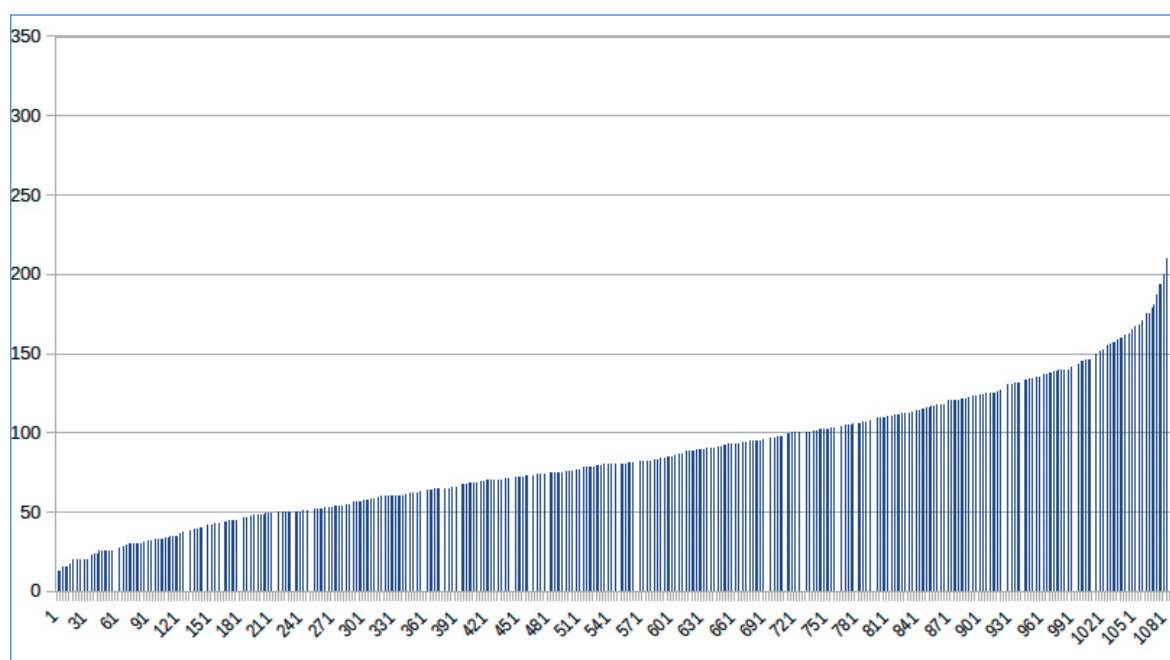
Años	Número de campanas
1201-1250	1
1251-1300	3
1301-1350	20
1351-1400	9
1401-1450	14
1451-1500	12
1501-1550	52
1551-1600	35
1601-1650	37
1651-1700	44
1701-1750	66
1751-1800	122
1801-1850	83
1851-1900	116
1901-1950	175
1951-2000	198
2001-2011	60

Ilustración 18. Campanas de las catedrales por fracciones de 50 años. Elaboración propia



Asimismo, encontramos grandes diferencias en cuanto al tamaño de los instrumentos estudiados, que se sitúan entre los 5 cm de las campanas de mano, como las de la Catedral de Santiago de Compostela, hasta los 293 cm de la campana “San Eugenio, la Gorda”, de la Catedral de Toledo.

Ilustración 19. Relación de las campanas de las catedrales por tamaño. Elaboración propia.

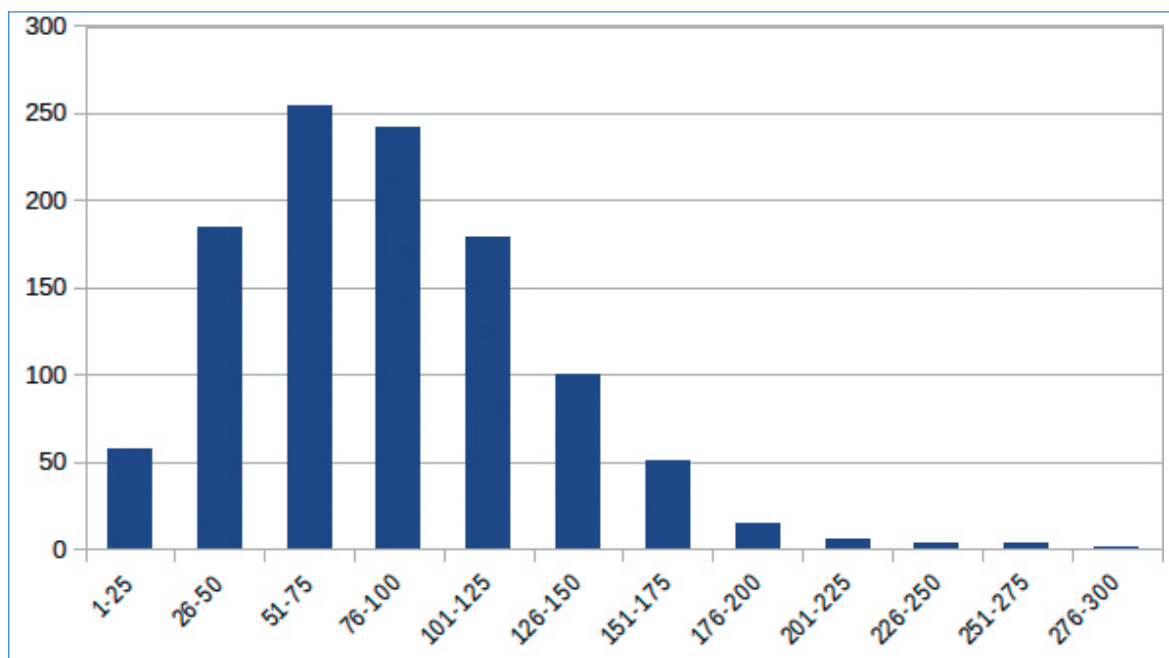


En fracciones de 25 cm:

Tabla 8. Número de campanas de las catedrales por rangos de tamaño. Elaboración propia

Medida	Número de campanas
1-25	57
26-50	185
51-75	254
76-100	242
101-125	179
126-150	100
151-175	51
176-200	15
201-225	6
226-250	3
251-275	3
276-300	1

Ilustración 20. Número de campanas de las catedrales por rangos de tamaño. Elaboración propia



En cuanto a los fundidores conocidos nos encontramos con 272 que desarrollan su trabajo a lo largo de todas las épocas. Muchos de ellos se encargaron de la elaboración de una sola campana, o al menos solo esa ha llegado hasta nuestros días, pero sin embargo, destacan algunos que han realizado más de 20 para distintas catedrales, como es el caso de Campa-

nas Quintana (35 entre 1984 y 2005), Eijsbouts (34 entre 1989 y 2010, en este caso debido a la realización de varios carillones), los Hermanos Portilla (26 entre 1989 y 2011), Constantino de Linares Ortiz (22 entre 1908 y 1940), Salvador Manclús (22 entre 1954 y 1991), Fernando Villanueva Sáenz (21 entre 1941 y 1968) y finalmente, Hijo de Manuel Rosas (20 entre 1961-1999). Como podemos observar, estos 7 casos se dan en el siglo XX, gracias a las nuevas posibilidades industriales y también, en algunos casos, a proyectos que no tuvieron demasiado en cuenta valores actuales a la hora de realizar las restauraciones.

En 344 campanas no ha sido posible averiguar la identidad del fundidor. En el Anexo I encontramos la relación completa de fundidores, el número de campanas que realizaron y en qué periodo, así como las catedrales donde se encuentran.

Otro aspecto interesante e inesperado que ha surgido de esta investigación ha sido encontrar campanas iguales, del mismo fundidor, en dos catedrales distintas. Esto se debe a la reutilización de los moldes, sobre todo en aquellos que han trabajado de manera más industrial. Lo sorprendente es que hay muchos casos, si tenemos en cuenta que las torres de las catedrales suelen ser muy representativas para las ciudades y por lo tanto se considera un orgullo poder realizar una campana con este fin. Los casos encontrados vienen especificados en el apartado 3.3, donde se analizan los resultados en relación a los fundidores.




3.2 RESULTADOS POR CATEDRALES

Las gráficas elaboradas representan los resultados de los parciales de las distintas campanas que forman parte del conjunto de toques litúrgicos en relación a una campana *modelo* o *ideal*, basada en las afinadas de carillón. De manera aislada no quiere decir que la campana tenga más o menos calidad, pero nos ha servido para establecer unos criterios de comparación, de manera que a través de ellos hemos encontrado distintos grados de coherencia y diversas afinaciones relativas entre muchos conjuntos de campanas.

Para presentar los datos obtenidos en las campanas se ha elaborado una tabla específica por catedral, con la siguiente leyenda:

En relación al cruce de los datos obtenidos de cada parcial con los resultados de los experimentos realizados en torno a la nota de golpe, se ha optado por sombrear aquellos parciales que coinciden, de la siguiente manera:

Por otra parte, se ha utilizado una serie de símbolos con este significado:

7-8 personas (+87,5%)	
5-6 personas (62,5-87%)	
3-4 personas (37,5-62%)	

(^) Campanas con perfil *gótico*.

(^) Campanas con perfil *romano*.

* Campanas que no forman parte del conjunto de toques litúrgicos.

3.2.1 ALACANT (COMUNITAT VALENCIANA). CONCATEDRAL DE SAN NICOLÁS

Gráfica 2. Desviación de las campanas de la Concatedral de San Nicolás, Alacant.
Elaboración propia.

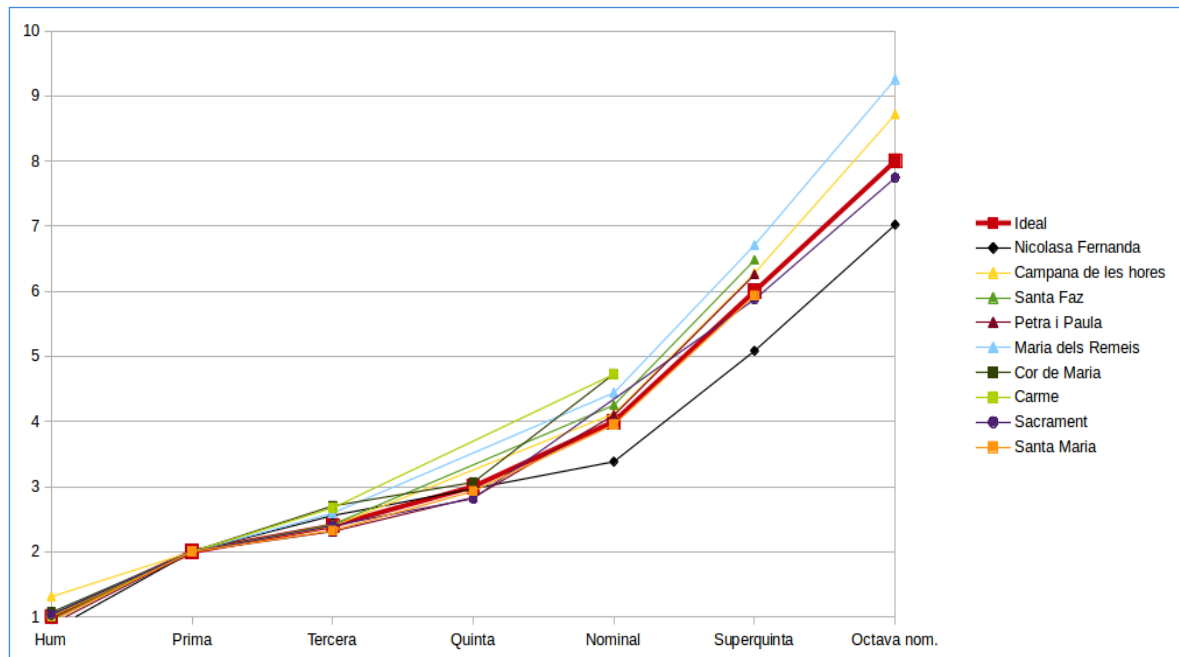


Tabla 9. Análisis de las campanas de la Concatedral de San Nicolás, Alacant. Elaboración propia.

Campana	Santa Maria	Sacrament	Carme	Cor de Maria	Maria dels Remeis	Petra i Paula	Santa Faz	Campana de les hores	Nicolasa Fernanda
Hum	Mi 5 -36	Sib 4 +16	Mib 4 +18	Mib 4 +18	Si 3 -13	Fa# 3 +37	Mi 3 +01	Fa 3 -01	Si 2 +41
Hum frec.	645,5	470,5	314,5	314,5	245	189	165	174,5	126,5
Prima	Fa 6 -17	Sib 5 -40	Mib 5 +06	Re 5 +04	Sib 4 -23	Lab 4 +39	Fa 4 -13	Do 4 +31	Mib 4 +43
Prima frec.	1382,5	911	624,5	589	460	425	346,5	266,5	319
3ª	Sol 6 +41	Reb 6 -24	Lab 5 +08	Sol 5 +26	Re 5 +26	Si 4 - 08	Lab 4 +15	Mib 4 +43	Lab 4 -32
3ª frec.	1606	1093	834,5	796	596,5	491,5	419	319	407,5
5ª	Si 6 +43	Mi 6 -47		La 5 +44		Re 5 +42			
5ª frec.	2026	1283		903		602			
Nominal	Fa 7 -38	La 6 +13	Fa# 6 -05	Fa 6 -04	Do 6 -41	La 5 -18	Fa# 5 -08	Reb 5 -16	Reb 5- 47
Nom. frec.	2732,5	1283	1475,5	1393,5	1021,5	870,5	736,5	549	539,5
Super 5ª	Do 8 -34	Mi 7 +25			Sol 6 -27	Mi 6 +13	Reb 6 +21	Lab 5 +12	Lab 5 -40
Super 5ª frec.	4102,5	2676			1543	1329	1122,5	836,5	811
8ª nom.		La 7 +03			Do 7 +29			Re 6 -19	Reb 6 +17
8ª nom. frec.		3527			2129			1161,5	1120
Año fund.	1846	1681	1865	1863	1978ca	1826	1826	1888	1978
Diámetro	34	38	55	64	74	93	112	139	144
Fundidor	PALLÉS, BUENAVENTURA (GRANOLLERS)		ROSES, JAIME	ROSES, JAIME	MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)	ROSES Y FERRI, VICENTE	ROSES Y FERRI, VICENTE		MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)

- **Número de campanas:** 10
- **Campanas analizadas:** 9
- **Campanas no analizadas:** La “Campana de quarts” de 1794 y 85 cm de diámetro está inaccesible.
- **Rango de tamaño:** 34-144 cm
- **Franja de fechas:** 1681-1978

Nos encontramos ante un grupo heterogéneo, que no sigue un patrón establecido común.

En cuanto a las características musicales, destaca la campana “Sacrament”, de 1681 y autor desconocido, quizás procedente de la Iglesia Reformada Holandesa. En ella observamos una clara adscripción a las campanas de carillón, afinadas según los parámetros de la campana ideal.

El resto de las campanas corresponden por parejas a distintos autores, salvo la “Santa Maria”, de Pallés, que al ser un fundidor industrial sigue asimismo la afinación estándar de las campanas de carillón.

En el caso de Vicente Roses, podemos ver que sus dos campanas no siguen ese criterio, con una Nominal y una Superquinta más agudas, pero con coherencia entre ellas.

Por el contrario, en el caso de las campanas de Jaime Roses y Salvador Manclús nos encontramos con pares de campanas completamente incoherentes entre ellas y sin referencias a las campanas afinadas. Destaca sobre todo la “Nicolasa Fernanda”, con una afinación muy alejada del resto del conjunto y escaso valor en sí misma. Como podemos ver en la Gráfica 133, dedicada a este fundidor, esta campana es la que más se desvía de la línea de toda su producción¹⁷¹.

En relación a los experimentos realizados, observamos que no hay ninguna campana en la que haya sido reconocida de una manera clara, por todos los participantes del experimento, la nota de golpe, ni siquiera la “Sacrament”; aunque es cierto que en ese caso los resultados fueron muy cercanos entre ellos (tres personas opinaron *Sib*, dos personas *Si* y otras dos *La*) y que el resultado mayormente elegido coincide con dos parciales entre los cinco principales.

En los tres casos con más coincidencias en la nota de golpe, cinco personas han identificado la misma nota, el parcial de la Nominal; reafirmando muchas de las teorías expuestas

171. Las campanas de Salvador Manclús tienen todas el mismo tipo de perfil, siguiendo cierta lógica, aunque su falta de coherencia interna provoca unos resultados muy lejanos de las campanas de carillón y con grandes diferencias en la afinación relativa entre ellas.

en el apartado 1.2.2. De hecho, este es el parcial que más predomina en la relación con los experimentos, destacado como nota de golpe en seis de las nueve campanas.

En el caso de la “Carme”, ha sido la única en la que el resultado del experimento no ha coincidido con ninguno de los parciales obtenidos de la campana. Es cierto que dos personas sí que dijeron el *Mib*, otra el *Fa#*, nota de la Nominal, mientras que el resto optó por otras notas, con lo que podemos deducir que su sonido no aporta con claridad la definición de la nota de golpe.

3.2.2 ALBACETE (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SAN JUAN BAUTISTA

Gráfica 3. Desviación de las campanas de la Catedral de San Juan Bautista, Albacete.
Elaboración propia.

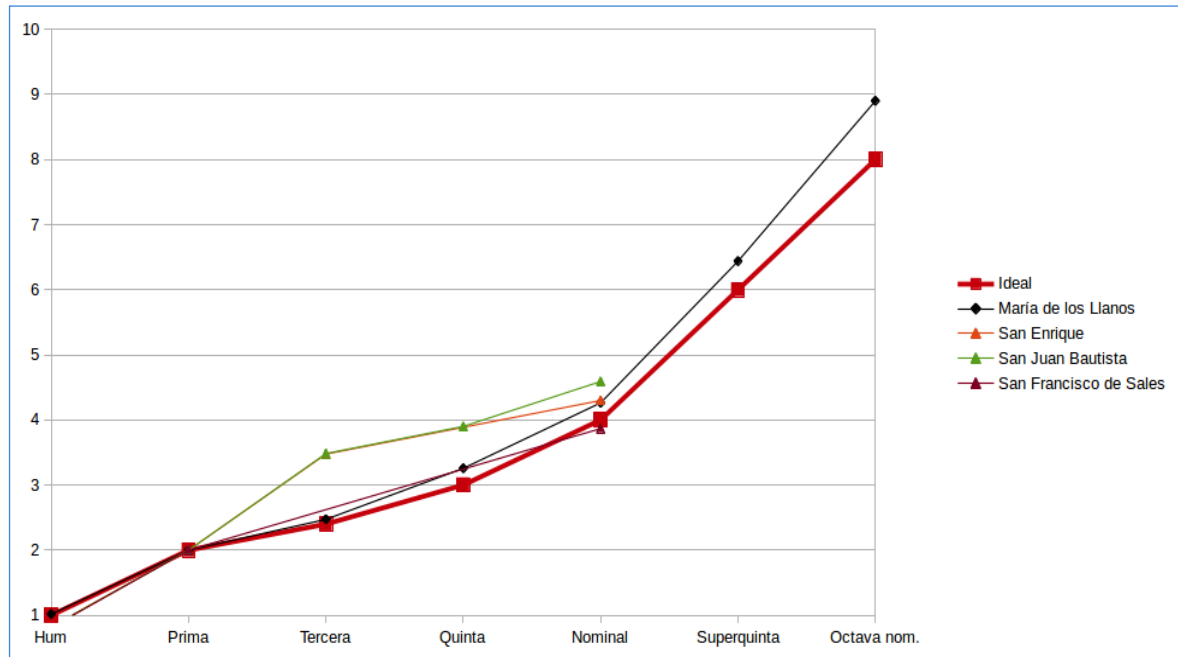


Tabla 10. Análisis de las campanas de la Catedral de San Juan Bautista, Albacete. Elaboración propia.

Campana	San Francisco de Sales	San Juan Bautista	San Enrique	María de los Llanos
Hum	Reb 4 -23	Sib 3 -45	Fa 3 -01	Re 3 +42
Hum frec.	273,5	227	174,5	150,5
Prima	Mi 5 +33	Reb 5 -07	Lab 4 +39	Re 4 +13
Prima frec.	672	552	425	296
3ª		Si 5 -46	Fa# 5 -03	Fa# 4 -18
3ª frec.		961,5	738,5	366
5ª		Do 6 +48		Si 4 -42
5ª frec.		1076,5		482
Nominal	Mi 6 -25	Mib 6 +31	Sib 5 -35	Mib 5 +24
Nom. frec.	1299,5	1267	913,5	631
Super 5ª				Sib 5 +37
Super 5ª frec.				953
8ª nom.				Mi 6 -01
8ª nom. frec.				1317,5
Año fund.	1947	1947	1947	1947
Diámetro	65	80	102	125
Fundidor	ROSES, HERMANOS (SILLA)			

- **Número de campanas:** 5
- **Campanas analizadas:** 4
- **Campanas no analizadas:** La campana “San José” no existía en el momento de realizar el trabajo de campo ya que ha sido añadida en 2016.
- **Rango de tamaño:** 65-125 cm
- **Año:** 1947

El conjunto está formado por cuatro campanas de los Hermanos Roses, fundidas en el mismo momento y con una diferencia de diámetro muy proporcional entre ellas. Pese a esto, el análisis muestra que cada campana tiene una relación distinta respecto a la ideal, lo que provoca que, más allá de la afinación propia de cada una de ellas, la relativa esté desproporcionada. La única que se acerca en cierta manera a las proporciones de la campana de carillón es la mayor. Como podemos ver en la Gráfica 126, referida a estos fundidores, la campana “San Juan Bautista” es una de las que más se distancian de la referencia de los parciales de la campana ideal. De todas maneras, podemos observar que sus campanas realizadas para las catedrales no presentan uniformidad.

En relación a los experimentos, es interesante señalar que en ninguna de las campanas hay una definición clara de la nota de golpe, ya que en ninguna coinciden más de cuatro personas en la misma nota¹⁷².

La campana que se acerca más a lo esperado con respecto a la nota de golpe es “San Francisco de Sales”, la cual, a pesar de haber obtenido pocos de los parciales más importantes, muestra con su sonido la definición de la Prima y la Nominal. De hecho, no sorprende que en la campana mencionada anteriormente por su dispersión de los parciales, “San Juan Bautista”, la nota de golpe haga referencia al parcial establecido en la Tercera, porque su relación interválica con el resto de los parciales no se acerca a lo habitual.

Ocurre de una manera parecida con “San Enrique”, en la que también el parcial que establecemos como nota de golpe tras los experimentos realizados es la Tercera, en la que si observamos la relación intrínseca entre los distintos parciales de esta campana no encontramos ninguna coherencia entre ellos.

Para finalizar el análisis, conviene añadir que será necesario, en un futuro, realizar el estudio de la nueva campana, que tiene una medida de 90 cm, para establecer cómo es la relación con el resto del conjunto.

172. A pesar de ello, es cierto que en todas las campanas, salvo en “San Francisco de Sales”, un par de personas sitúan la nota de golpe a una distancia de semitono de la mayoritaria, aunque en ningún caso, ni aún sumando ambos resultados, llegaría a producirse una situación clara de definición.

3.2.3 ALBARRACÍN (ARAGÓN). CATEDRAL DE EL SALVADOR

Gráfica 4. Desviación de las campanas de la Catedral de El Salvador, Albarracín. Elaboración propia.

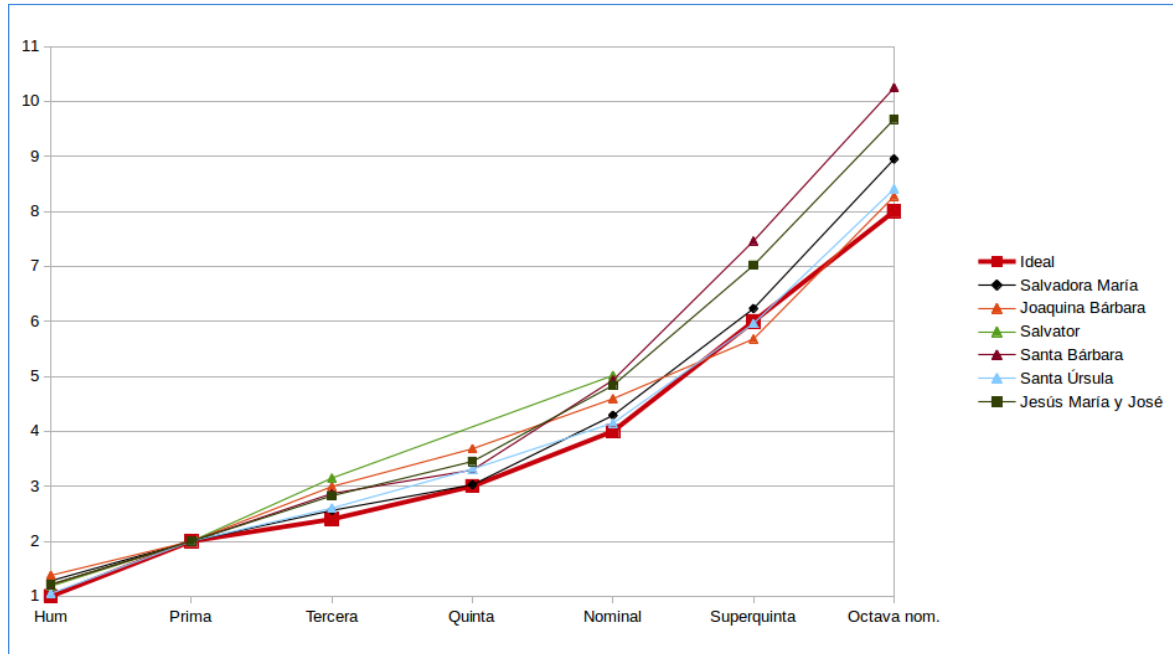


Tabla 11. Análisis de las campanas de la Catedral de El Salvador, Albarracín. Elaboración propia.

Campana	Jesús María y José	Santa Úrsula	Santa Bárbara	Salvator	Joaquina Bárbara	Salvadora María
Hum	Fa 4 -36	La 4 +15	Reb 4 +08	La 3 +42	Fa# 3 +14	Re 3 -33
Hum frec.	342	444	278,5	225,5	186,5	144
Prima	Reb 5 +25	Lab 5 +31	Sib 4 -23	Sol 4 -46	Reb 4 -42	La 3 +38
Prima frec.	562,5	846	460	381,5	270,5	225
3ª	Sol 5 +24	Reb 6 -12	Mi 5 +00	Re 5 +38	Lab 4 -43	Re 4 -33
3ª frec.	795	1101	659,5	600,5	405	288
5ª	Si 5 -30	Fa 6 +05	Fa# 5 +41		Si 4 +14	Fa 4 -43
5ª frec.	970,5	1401,5	758		498	340,5
Nominal	Fa 6 -46	La 6 -04	Reb 6 +39	Sib 5 +44	Mib 5 -03	Si 4 -40
Nom. frec.	1359,5	1755	1134	956,5	621	482,5
Super 5ª	Si 6 -01	Mib 7 +22	La 6 -43		Sol 6 +23	Fa 5 +06
Super 5ª frec.	1974	2521	1716		1589	701
8ª nom.	Fa 7 -45	La 7 +18	Re 7 +05		Re 7 +00	Si 5 +33
8ª nom. frec.	2721	3557	2357		2349,5	1007
Año fund.	1884	1899	1997	1571	1774	1898
Diámetro	52	65	72	79	113	122
Fundidor	CUESTA, MANUEL Y COMPAÑÍA (GUADALAJARA)	COLINA, RAMÓN E HIJOS (GUADALAJARA)	PORTILLA, HERMANOS (SANTANDER)	VILLANUEVA, PEDRO DE (GÜEMES)	CUESTA, PEDRO DE	COLINA, RAMÓN

- **Número de campanas:** 9
- **Campanas analizadas:** 6
- **Campanas no analizadas:** De las campanas no analizadas, la “Santa Bárbara” de 1612, 75 cm de diámetro y autor desconocido, fue refundida, y las otras dos no se encuentran en la torre (“Santa María” de 1658 y 34 cm y “Campanillo”, de 40 cm, ambas de autor desconocido) con lo que no forman parte del conjunto de los toques. Por esta razón se dan por analizadas el 100% de las campanas.
- **Rango de tamaño:** 52-122 cm
- **Franja de fechas:** 1571-1997

La campana “Salvator”, que estaba bien durante el proceso de documentación, ha sufrido una rotura desde entonces. Ante tal situación será necesario, bien optar por la soldadura de la campana, reponiendo la sonoridad original, o bien sustituirla por una nueva, dado su año de fundición (1571); pero siempre manteniendo la misma sonoridad que tenía la campana primigenia¹⁷³.

En cuanto al resto de campanas, todas pertenecen a fundidores diferentes. Este factor, unido a la diferencia tan grande de años entre una y otra, justifican que no haya ningún tipo de relación entre los parciales obtenidos de las campanas.

Tan solo en el caso de la “Salvadora María” y la “Úrsula” nos encontramos con un fundidor y sus descendientes, a pesar de lo cual tampoco encontramos una relación de sonido clara entre ambas campanas.

Sin embargo, cuando cruzamos los datos obtenidos con el software con los resultados de los experimentos, encontramos una relación sorprendente respecto la nota de golpe. En tres de las seis campanas, el parcial que destaca es la Tercera, lo cual es poco habitual y apenas mencionado en la documentación leída al respecto. De hecho, es más llamativo el caso de la campana “Joaquina Bárbara”, en la que la nota conseguida en el experimento alude a la Tercera, pero también al sexto parcial, la Superquinta.

En las campanas “Salvator” y “Salvadora María” no ha sido posible destacar ninguno de los parciales como el representativo de la nota de golpe. En el primero de los casos hallamos una dispersión entre el Si (dos personas), y el Sib (una persona), que coincidiría con el parcial

173. Nos encontramos con una de las utilidades del presente trabajo, ya que disponemos del análisis de dicha campana por si se opta por restituirla para poder buscar un sonido similar al original y por lo tanto que no desentone en el juego al cual está la gente acostumbrada.

de la Nominal, que de hecho se encuentra en el límite entre ambas notas (*Sib* 5 +44)¹⁷⁴. Asimismo, el resultado del primero de los experimentos daba un *Sib*. En el segundo de los casos, “Salvadora María”, la dispersión entre los resultados es mucho mayor, dividiéndose entre los cinco parciales principales, sin dominar ninguno de ellos sobre los otros.

174. Es necesario tener presente en todo momento que al hablar de la afinación de las campanas no hablamos de afinaciones puras, que se sitúan entre los valores del sistema temperado. Por eso, en muchas ocasiones la nomenclatura ofrece divisiones un tanto ficticias. Para más información consultar el capítulo 2, Metodología.

3.2.4 ALCALÁ DE HENARES (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL LA MAGISTRAL

Gráfica 5. Desviación de las campanas de la Catedral La Magistral, Alcalá de Henares.
Elaboración propia.

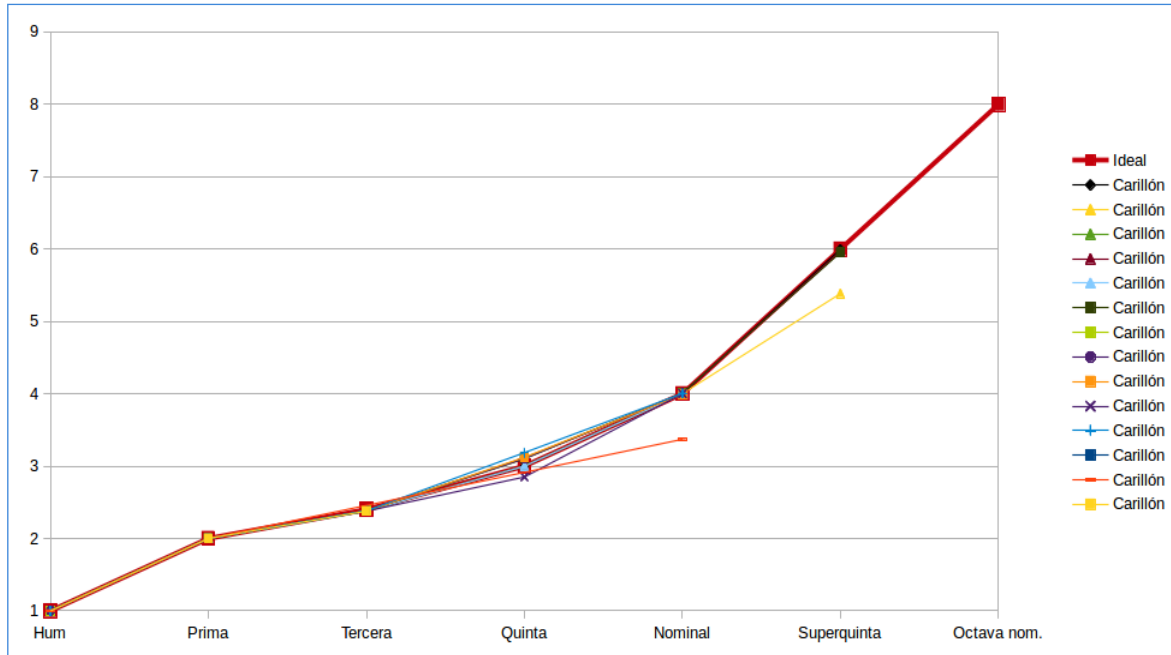


Tabla 12. Análisis de las campanas de la Catedral La Magistral, Alcalá de Henares. Elaboración propia.

Campana	Carillón (1)	Carillón (2)	Carillón (3)	Carillón (4)	Carillón (5)	Carillón (6)	Carillón (7)	Carillón (8)	Carillón (9)	Carillón (10)	Carillón (11)	Carillón (12)	Carillón (13)	Carillón (14)
Hum	Fa 6 +00	Mi 6 +00	Re 6 +00	Do 6 +00	Si 5 +00	Sib 5 +00	La 5 +00	Lab 5 +00	Sol 5 -01	Fa# 5 -02	Fa 5 -02	Mi 5 +00	Re 5 +00	Do 5 +00
Hum frec.	1396,5	1318	1174,5	1047	987,5	932,5	880	830,5	783,5	739	697,5	659	587	523
Prima	Fa 7 +00	Mi 7 +00	Re 7 +01	Do 7 +00	Si 6 +01	Sib 6 +04	La 6 -02	Lab 6 -02	Sol 6 -03	Fa# 6 -01	Fa 6 -03	Mi 6 +00	Re 6 -03	Do 6 +00
Prima frec.	2794,5	2635,5	2352	2092	1977	1869,5	1757,5	1659	1565	1479	1394	1318	1172,5	1046,5
3ª	Lab 7 +00		Fa 7 +03	Mib 7 +01	Re 7 +00	Reb 7 +03	Do 7 +01	Si 6 +00	Sib 6 -01	La 6 -01	Lab 6 -01	Sol 6 +00	Fa 6 +00	Mib 6 +00
3ª frec.	3323		2800	2491	2350	2222	2095	1975,5	1863,5	1758,5	1659,5	1567	1396,5	1245
5ª				Lab 7 +05	Fa 7 +13	Fa# 7 -24	Fa 7 -40	Mi 7 -35	Mib 7 -44	Do# 7 +00	Do 7 -01	Si 6 +03	La 6 -01	Sol 6 -01
5ª frec.				3332,5	2816	2918	2729	2583	2426	2217,5	2091,5	1980	1758	1567
Nominal		Reb 8 +02		Do 8 +00	Si 7 +01	Sib 7 +00	La 7 +00	Lab 7 +00	Sol 7 +00	Fa# 7 -01	Fa 7 -02	Mi 7 +00	Re 7 -02	Do 7 -01
Nom. frec.		4441		4188	3955	3731	3519,5	3321	3136	2957	2789	2635,5	2346	2091,5
Super 5ª									Re 8 -15		Do 8 -10		Sol 7 +11	Sol 7 +01
Super 5ª frec.									4658		4160		3157	3138
Año fund.	1998 ca	1998 ca	1998 ca	1998 ca	1998 ca	1998 ca	1998 ca	1998 ca	1998 ca	1998 ca	1998 ca	1998 ca	1998 ca	1998ca
Diámetro	20	21	22	24	26	28	30	31	32	33	35	36	39	42
Fundidor	QUINTANA, MANUEL (SALDAÑA)													

Gráfica 6. Desviación de las campanas de la Catedral La Magistral, Alcalá de Henares.
 Elaboración propia.

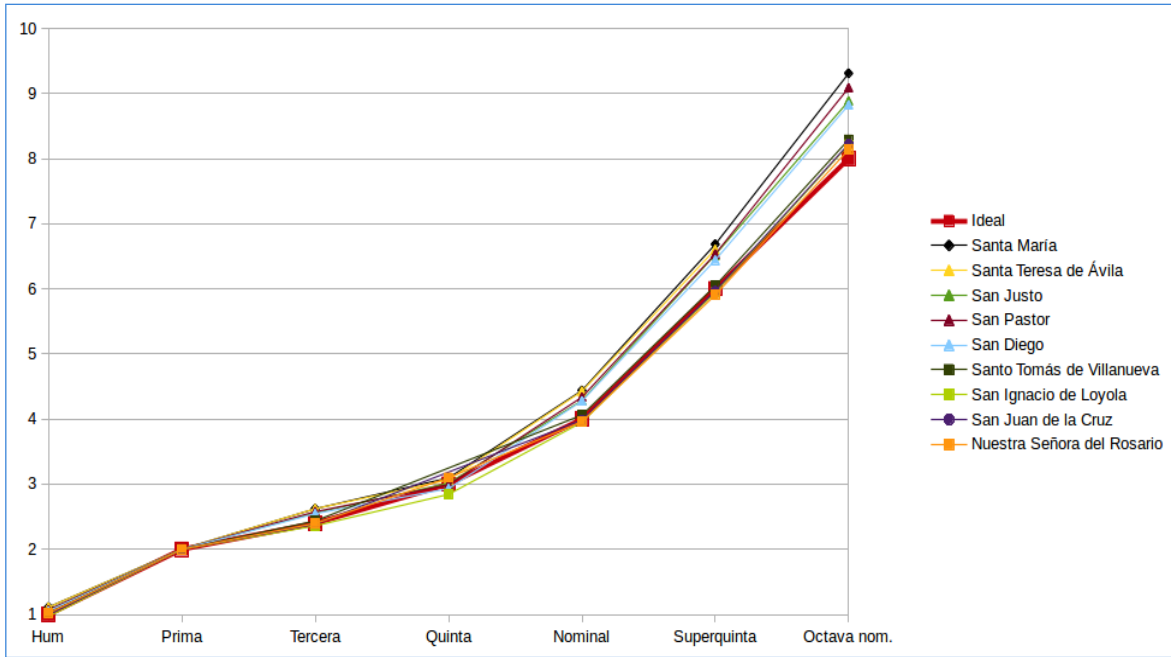


Tabla 13. Análisis de las campanas de la Catedral La Magistral, Alcalá de Henares. Elaboración propia.

Campana	Nuestra Señora del Rosario - Carillón	San Juan de la Cruz	San Ignacio de Loyola	Santo Tomás de Villanueva	San Diego	San Pastor	San Justo	Santa Teresa de Ávila	Santa María
Hum	Sol 4 +17	Re 4 -03	Do 4 -14	Si 3 -49	La 3 +11	Lab 3 -34	Fa 3 -36	Fa# 3 -04	Mib 3 -40
Hum frec.	396	293	259,5	240	221,5	203,5	171	184,5	152
Prima	Sol 5 -15	Re 5 +04	Do 5 +41	Sib 4 +16	Lab 4 +21	Fa# 4 +46	Mib 4 +48	Mi 4 +15	Reb 4 -23
Prima frec.	777	589	536	470,5	420,5	380	320	332,5	273,5
3ª	Sib 5 -01	Fa 5 +11	Mib 5 +28	Re 5 -42	Do 5 +40	Si 4 -15	Lab 4 -24	La 4 -15	Fa 4 +45
3ª frec.	931,5	703	632,5	573	535,5	489,5	409,5	436	358,5
5ª	Re 6 +43		Sol 5 -49		Mib 5 -16	Reb 5 +43	Si 4 -40	Do 5 -44	Lab 4 +33
5ª frec.	1204,5		762		616,5	568,5	482,5	510	423,5
Nominal	Sol 6 -31	Re 6 -01	Do 6 +20	Sib 5 +42	La 5 +37	Lab 5 -13	Fa 5 -32	Fa# 5 -09	Mib 5 -42
Nom. frec.	1539	1173,5	1059	955,5	899,5	824	685,5	736	607
Super 5ª	Re 7 -41	La 6 -02	Sol 6 +27	Fa 6 +31	Mi 6 +46	Mib 6 -04	Do 6 -04	Reb 6 -16	Sib 5 -34
Super 5ª frec.	2294	1757	1593	1422,5	1354,5	1241,5	1044	1098	914
Nominal nom.	Sol 7 +14	Mib 7 -47	Reb 7 -12	Si 6 -22	Sib 6 -08	La 6 -33	Fa 6 +30		Mib 6 +39
Nominal nom. frec.	3162	2422	2201,5	1950,5	1855,5	1726,5	1421,5		1273
Año fund.	1998	1998	1998	1998	1997	1997	1997	1998	1997
Diámetro	51	67	75	84	90	101	112	120	135
Fundidor	QUINTANA, CAMPANAS (SALDAÑA)								

- **Número de campanas:** 25
- **Campanas analizadas:** 23
- **Campanas no analizadas:** De las dos no analizadas, la “Campana de señales” de 50 cm de diámetro no se encuentra en la torre y la “Santa Dorotea” fue refundida. Ambas campanas son de José Luis Quintana, por lo que consideramos que se han analizado el 100% de las campanas pertenecientes al conjunto.
- **Rango de tamaño:** 20-135 cm
- **Franja de fechas:** 1997-1998

Estamos, sin lugar a dudas, ante uno de los conjuntos más homogéneos que podemos encontrar dentro de las catedrales hispanas. El hecho de que todas las campanas se fundieran en el mismo momento, en el transcurso de los años 1997 y 1998, y que todas sean obra del mismo fundidor, Campanas Quintana de Saldaña, le confieren una unidad única dentro de todos los campanarios estudiados en este trabajo.

Si dividimos las campanas de este conjunto en dos grupos, por un lado las utilizadas para los toques tradicionales y por otro lado las utilizadas para el carillón, podemos observar que las de este último grupo, salvo dos pequeñas desviaciones en la Nominal y en la Superquinta, se mantienen muy homogéneas. Es cierto que la Quinta no está tan cuidada como el resto de parciales, pero siguiendo la tradición europea a este es al que menos importancia se le da¹⁷⁵.

Un factor a destacar es que el sonido que aparece en las campanas de carillón es potencialmente agudo respecto a su diámetro, comparado con campanas litúrgicas del propio fundidor en otros campanarios. Este fenómeno es habitual en las campanas de carillón, ya que el grosor de las mismas acostumbra a ser mayor de lo habitual por dos razones: en primer lugar, para tener margen para la afinación y en segundo, más relevante, para conseguir un sonido más potente con campanas de una afinación aguda¹⁷⁶.

En cuanto a la nota de golpe, en las campanas del carillón se dan los resultados que se esperaban de antemano de una manera muy clara. En todas las campanas, la nota que surge como nota de golpe en el experimento hace referencia a los parciales Hum, Prima y Nominal, salvo en las tres más agudas donde ha sido muy difícil o imposible obtener el quinto, siendo los parciales que, según la teoría, más claramente marcan la nota de golpe¹⁷⁷.

175. Para más información al respecto consultar el apartado 1.2.1

176. En relación a este aspecto es interesante consultar en el apartado 1.2.1 la parte dedicada a la tesis doctoral de Hibbert.

177. Como podemos ver en el apartado 1.2.2, no es evidente si la nota de golpe surge de la frecuencia de estos parciales o se debe a la acumulación de diversos factores. Para más información al respecto se recomienda consultar dicho apartado.

Aun así, sorprende que tratándose de campanas afinadas, en las campanas 6, 8 y 10 solo la mitad de los participantes en el experimento han optado por esa nota. Por el contrario, la campana en la que se expresa de manera más clara la nota de golpe es la 5, en la que siete participantes coinciden en la misma nota, Sib, y la otra persona ha optado por una cercana, Si, tan solo un semitono por encima.

En el juego de campanas tradicionales sí que encontramos más diferencias, pudiendo dividirlo en dos grupos. Si nos fijamos en el gráfico vemos que se corresponden a las campanas de mayor tamaño y a las menores, respectivamente, lo que confiere que haya mucha coherencia entre ellas.

De hecho, esta división en dos grupos la encontramos también al ver los resultados de los experimentos. En las cuatro pequeñas la nota de golpe que surge del experimento concuerda con los mismos parciales que en las de carillón, Hum, Prima y Nominal, mientras que en las cuatro mayores tan solo concuerda con el Hum y la Nominal.

De este grupo de campanas cabe destacar “San Juan de la Cruz”, una de las once campanas de todo el universo analizado en la cual las ocho personas participantes en el experimento coincidieron en la nota. Por el contrario, en “San Pastor” observamos dos opciones mayoritarias en los resultados, cuatro personas optaron por el Sol# y tres por Sol. De hecho, en los datos obtenidos a través del análisis con el software *Wavanal* vemos que, sobre todo en el caso del Hum, la nota tiende a los registros graves (Lab 3 -34)¹⁷⁸.

178. Hay que recordar que, tal como se ha explicado en el capítulo 2 sobre la Metodología, si nos encontramos con uno de los parciales que se encuentre con ± 40 se le puede asignar cualquiera de las dos notas.

3.2.5 ALMERÍA (ANDALUCÍA).

CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LA ENCARNACIÓN

Gráfica 7. Desviación de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de la Encarnación, Almería. Elaboración propia.

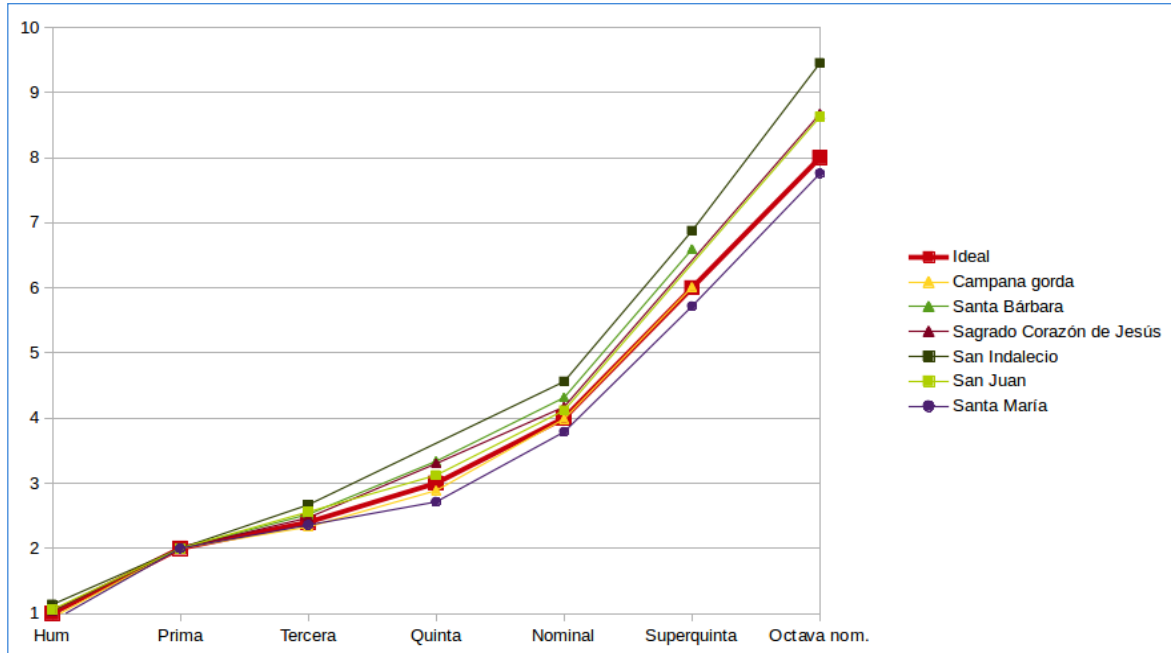


Tabla 14. Análisis de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de la Encarnación, Almería.
Elaboración propia.

Campana	Santa María	San Juan	San Indalecio	Cuartos del Reloj*	Sagrado Corazón de Jesús	Santa Bárbara	Campana gorda	Horas del reloj*
Hum	Mib 4 +24	Si 3 +07	Lab 3 +35	La 3 -39	Fa 3 +28	Fa 3 +28	Do 3 -10	Mib 3 -34
Hum frec.	315,5	248	212	215	177,5	177,5	130	152,5
Prima	Fa 5 +41	Sib 4 +10	Fa# 4 +16	Fa# 4 +41	Fa 4 -28	Fa 4 -26	Reb 4 +08	Si 3 -45
Prima frec.	715,5	469	373,5	379	343,5	344	278,5	240,5
3ª	Lab 5 +25	Re 5 +36	Si 4 +14	Do 5 -30	Lab 4 +35	La 4 -25	Mi 4 -29	Mib 4 +48
3ª frec.	843	600	498	514	424	433,5	324	320
5ª	Si 5 -30	Fa# 5 -18		Re 5 -08	Reb 5 +39	Re 5 -39	Sol 4 +43	Fa# 4 +41
5ª frec.	970,5	732		584,5	567	574	402	379
Nominal	Mi 6 +46	Si 5 -39	Lab 5 +43	La 5 +28	Fa 5 +44	Fa# 5 +04	Reb 5 +01	Reb 5 -19
Nom. frec.	1354,5	965,5	851,5	894,5	716,5	742	555	548
Super 5ª	Do 7 -40		Mi 6 -45			Reb 6 +39	Lab 5 +13	Lab 5 +00
Super 5ª frec.	2045		1284			1134	837	831
8ª nom.	Fa 7 -11	Si 6 +41	La 6 +04		Fa# 6 +11			
8ª nom. frec.	2775	2023	1765		1489,5			
Año fund.	1940	1942	1942	1781	1942	1942	1805	1781
Diámetro	56	69	87	88	94	100	133	145
Fundidor	TALLERES OLIVEROS (ALMERÍA)	VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)		CORONA, JOSÉ	VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)			CORONA, JOSÉ

- **Número de campanas:** 8
- **Campanas analizadas:** 8
- **Rango de tamaño:** 145-356 cm
- **Franja de fechas:** 1781-1942

De las seis campanas de la sala están rotas “San Juan”, “Sagrado Corazón de Jesús” y “Santa Bárbara”. A pesar de su deficiente sonido ha sido posible hacer el análisis con la grabación, obteniendo los datos arriba expuestos.

Nos encontramos ante un conjunto inicial de tres campanas: la “Campana Gorda” junto a las dos del reloj. La primera de ellas, de autor desconocido, sigue los criterios de la campana ideal. De hecho, es la única histórica del conjunto litúrgico, ya que el resto fueron destruidas en la guerra civil. Esta es la razón por la que se añadieron las campanas de Fernando Villanueva, que tal y como podemos observar en la gráfica no siguen unos criterios claros; cada una de ellas presenta una desviación diferente respecto a la campana ideal. El caso de este fundidor es parecido al de otros del siglo XX (ver Gráfica 130). Al haber una fundición industrial y seguir las campanas un modelo y perfil similar no se dan unos cambios drásticos en las relaciones entre los distintos parciales, pero no hay una intención clara para que haya una afinación relativa entre las campanas, siendo los resultados ciertamente fortuitos.

En cuanto a los datos relativos a la nota de golpe obtenidos a través de los experimentos hay dos factores que destacan por encima del resto. En primer lugar, que la campana en la que encontramos representada con más claridad la nota de golpe, en los parciales teóricos más frecuentes, se encuentra rota. A pesar de ello, al escucharla cinco de los participantes en el experimento coinciden en que la nota de esos parciales es la destacada¹⁷⁹.

En segundo lugar, destaca el gran número de campanas en las que no se ha podido establecer la nota de golpe, cinco de ocho. En ellas, los resultados del experimento muestran que los participantes se decantaban por distintas notas, situándose en ellas por parejas¹⁸⁰, lo que no ha permitido extraer conclusiones claras.

179. Sería interesante realizar el experimento con una campana en la cual se conozcan los parciales previos a la rotura, porque es cierto que los encuestados contestan de manera similar, pero eso no quiere decir que el sonido actual tenga nada que ver con el originario.

180. Aunque es cierto que en los casos de “San Indalecio”, “San Juan” y “Horas del Reloj” nos encontramos con dos personas optando por una nota y otras dos optando por el semitono inferior, en el resto de campanas sin nota de golpe especificada la variedad es mucho mayor.

3.2.6 ASTORGA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA

Gráfica 8. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Astorga. Elaboración propia.

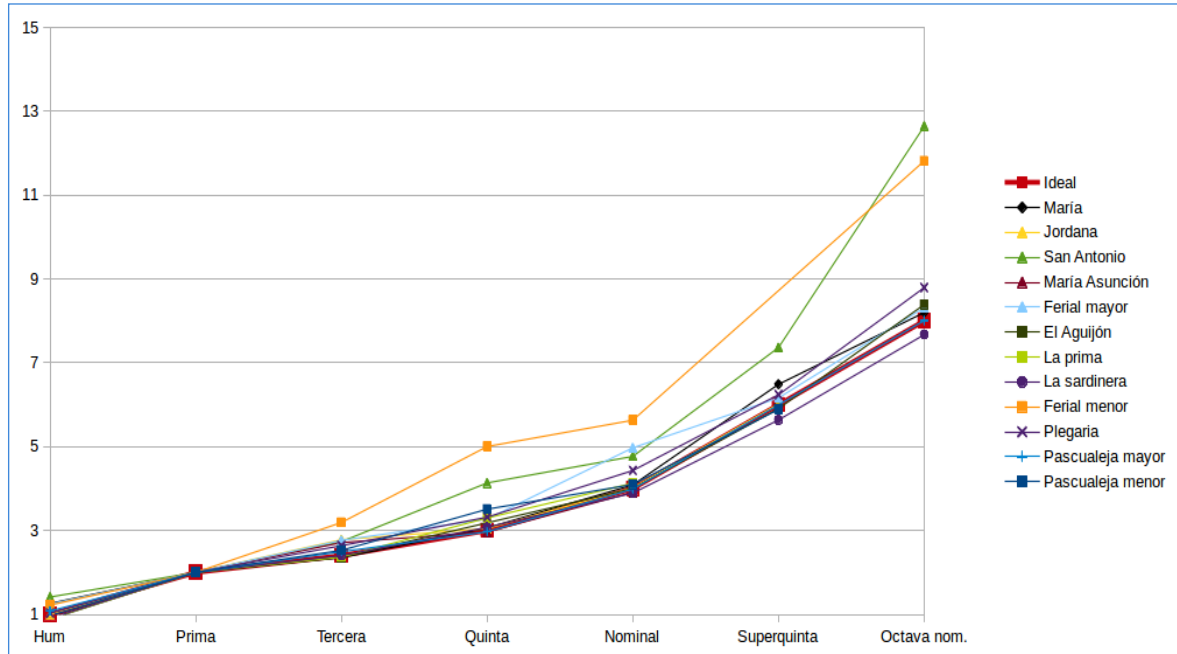


Tabla 15. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Astorga. Elaboración propia.

Campana	Tímbre carillón del reloj (a)*	Tímbre carillón del reloj (b)*	Tímbre carillón del reloj (c)*	Tímbre carillón del reloj (d)*	Tímbre carillón del reloj (e)*	Campana horas del reloj*	Pascualeja menor (∧)	Pascualeja mayor (∧)	Plegaría (∧)
Hum	La 5 +23	Re 5 +36	Fa# 5 +32	Fa# 5 +33	Mib 5 +39	Mi 5 +37	Sol 4 -46	Do 4 -07	Mib 4 -45
Hum frec.	892	600	754	754,5	636,5	673,5	381,5	260,5	303
Prima	Sol 6 -34	Sib 5 +25	Sol 5 +27	Sol 6 -30	Fa # 6 +16	Reb 6 +19	Sol 5 +08	Si 4 -38	Re 5 +06
Prima frec.	1537	946	796,5	1541	1494,5	1121	788	483	589,5
3ª	Re 7 +05	Re 6 +03	Si 5 +35	La 6 -04	Sol 6 -37	Lab 6 -27	Si 5 +13	Re 5 +44	Sol 5 -14
3ª frec.	2357	1177	1008	1755	1534,5	1635	995,5	602,5	777,5
5ª	Fa# 7 +00	Sol 6 -36	Reb 6 -15	Re 7 +05	Do 7 -20		Fa 6 -17	Fa 5 +45	Si 5 -17
5ª frec.	2959,5	1535,5	1099	2356,5	2068,5		1382,5	717	978
Nominal	Sib 7 +40	Si 6 +47	Sol 6 -32	Sol 7 +12	Mi 7 +13	Fa 7 +39	Lab 6 -49	Si 5 -43	Mi 6 -16
Nom. frec.	3457	2030	1538	3158,5	2657,5	2858	1614,5	963	1306
Super 5ª							Re 7 -21		Sib 6 -23
Super 5ª frec.							2320,5		1839
8ª nom.		Do 8 -36						Si 6 -37	Mi 7 -29
8ª nom. frec.		4099,5						1933,5	2592
Año fund.						1712	1580	1990ca	1350ca
Diámetro	11	13	13	15	16	26	52	60	65

Campana	Ferial menor (∧)	La prima (∧)	La sardinera (∧)	El Agujón (∧)	Ferial mayor (∧)	María Asunción (∩)	San Antonio (∩)	Jordana * Horas reloj (∩)	María (∩)
Hum	Re 4 -48	Reb 4 +17	Reb 4 +17	Lab 3 +19	Fa 3 +47	Do 3 -30	Do 4 +28	Do 3 +41	Sib 2 +14
Hum frec.	285,5	280	280	210	179,5	128,5	266	134	117,5
Prima	Sib 4 +08	Mib 5 +09	Mib 5 -07	Sib 4 +25	Re 4 -33	Reb 4 -10	Fa# 4 +30	Do 4 +38	Fa# 3 +14
Prima frec.	468,5	625,5	619,5	473	288	275,5	376,5	267,5	186,5
3ª	Fa# 5 +17	Fa# 5 +02	Fa# 5 +09	Reb 5 +14	Sol 4 +26	Fa# 4 +16	Do 5 -27	Fa# 4 +09	La 3 -03
3ª frec.	747,5	741	744	559	398	373,5	515	372	219,5
5ª	Re 6 -03	Do 6 -24	Sib 5 +37		Sib 4 +19	Lab 4 -28	Sol 5 -12	Lab 4 -32	Re 4 -48
5ª frec.	1172	1031,5	952,5		471,5	408,5	778,5	407,5	285,5
Nominal	Mi 6 +00	Mi 6 -36	Re 6 +44	Sib 5 +26	Fa 5 +42	Do 5 +49	La 5 +34	Do 5 +46	Sol 4 -49
Nom. frec.	1319	1291	1205,5	946,5	716	538,5	897,5	537,5	381
Super 5ª			La 6 -13	Fa 6 +00	La 5 +14		Fa 6 -12	Sol 5 +45	Mib 5 -48
Super 5ª frec.			1746	1397	887,5		1386,5	805	605
8ª nom.	Fa 7 -16		Re 7 +19	Si 6 +07	Re 6 +33		Do 7 +22		Sol 5 -43
8ª nom. frec.	2768		2376,5	1984	1197,5		2380,5		764,5
Año fund.	1350ca	1550ca	1550ca	1853	1699	1579	1750	1527	1893
Diámetro	70	78	78	81	101	131	135	140	187
Fundidor				DÍEZ PELLÓN, MANUEL; DÍEZ PELLÓN, NICOLÁS MARÍA (AJO)			BALLESTEROS, BARTOLOMÉ DE (MERUELO)		SIERRA, SILVERIO DE LA; BALLESTEROS, MANUEL DE (ASTORGA)

- **Número de campanas:** 18
- **Campanas analizadas:** 18
- **Rango de tamaño:** 11-187 cm
- **Franja de fechas:** 1350-1990

Conjunto muy amplio de campanas, en las que de las seis más pequeñas cinco son timbres y una es la de los cuartos. A estas hay que añadir fuera del uso litúrgico la “Jordana”, encargada de las horas.

Este campanario contiene dos de los tipos de campanas que aparecen en las catedrales hispanas: *góticas* y *romanas*. Las primeras, de menor tamaño, son: “Pascualeja menor”, “Pascualeja mayor”, “Plegaria”, “Ferial menor”, “La prima”, “La sardinera”, “El aguijón” y la “Ferial mayor”. Las segundas, de mayor tamaño, son: “María Asunción”, “San Antonio”, “Jordana” y “María”.

Aunque los datos de sus fundidores son desconocidos, observando los años de fundición se deduce que son distintos, pero pese a este factor, como vemos en la gráfica, se trata de un conjunto con unas características similares en sus campanas, salvo “San Antonio” y “Ferial menor”. Sobre todo destaca el primero de los dos casos, en el que ninguno de sus parciales tiene una relación clara con los siguientes.

En cuanto a los resultados relacionados con los experimentos vemos que hay bastante diversidad en cada caso, a la hora de situar la nota de golpe en uno u otro parcial.

Respecto a “Ferial mayor”, destaca la casi unanimidad; coincidieron en una misma nota, siete de los ocho participantes. La persona discrepante la situó en un semitono por encima. Lo curioso de este caso es que esa nota de golpe hace referencia al parcial de la Tercera, al igual que ocurre en “La prima” y la “Pascualeja mayor” aunque en este caso el grado de coincidencia es menor.

En el resto de las campanas la nota de golpe se mueve entre los parciales más previsibles, Hum, Prima y Nominal. En “El Aguijón”, aunque tan solo coincide plenamente el parcial de la Octava Nominal, con la nota Si, el cual es atribuido por la mitad de los participantes, es importante destacar que dos se decantaron por el Sib, que hace referencia a la Prima y a la Nominal.

En el caso de la “María”, vemos una división de opiniones. Mientras tres personas se decantaron por el Si, nota cercana a la definida para el Hum, dos lo hicieron por el Sol, que refleja la Nominal y la Octava Nominal; otros dos optaron por el Do, que no se encuentra en ninguno de los parciales. Esto podría ser producido por esa suma de los parciales a los que se hace referencia en el apartado 1.2.2.

3.2.7 ÁVILA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DEL SALVADOR

Gráfica 9. Desviación de las campanas de la Catedral del Salvador, Ávila. Elaboración propia.

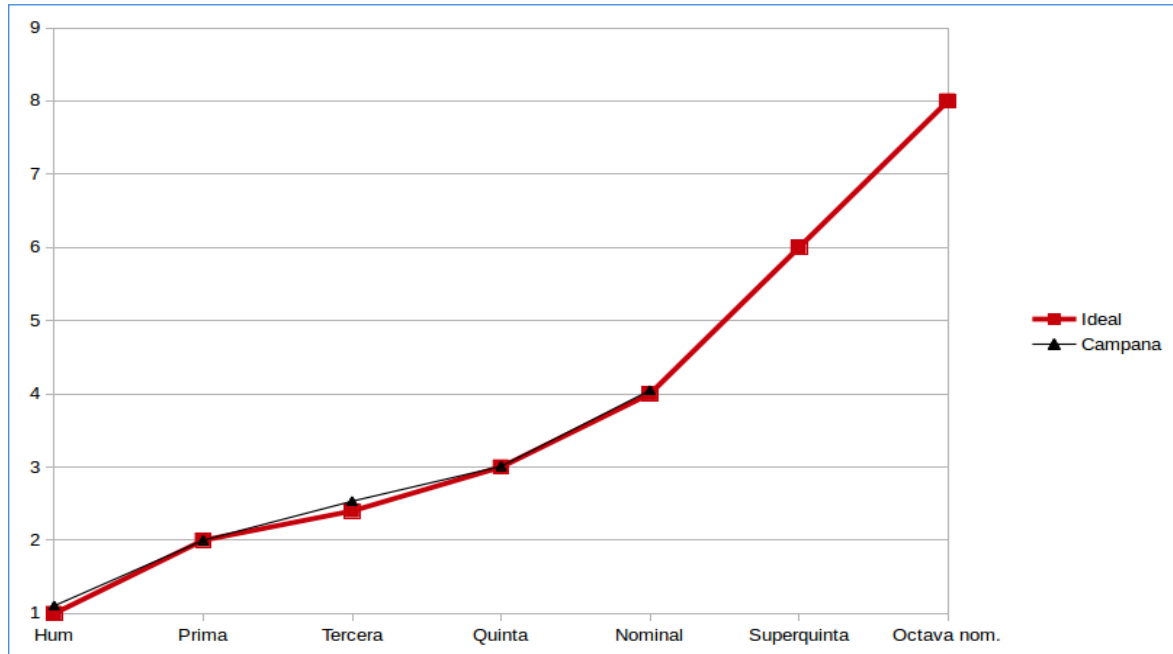


Tabla 16. Análisis de las campanas de la Catedral del Salvador, Ávila. Elaboración propia.

Campana	Cimbanillo de coro*	Campana	Campana de los cuartos*	La Jordana, de las horas* (♫)
Hum	Si 4 +03	Sib 4 +47	Fa 4 +45	La 2 +07
Hum frec.	495	479	358,5	110,5
Prima	Fa 5 +33	La 5 -26	Reb 5 +14	Re 4 +01
Prima frec.	712	866,5	559	294
3ª	Lab 5 -14	Reb 6 -17	Lab 5 +23	Fa 4 -36
3ª frec.	823,5	1097,5	842	342
5ª	Re 6 +36	Mi 6 -18	Sib 5 +42	Si 4 -38
5ª frec.	1199,5	1304,5	955,5	483
Nominal	Fa 6 -46	La 6 -06	Mi 6 +44	Re 5 +47
Nom. frec.	1359,5	1753,5	1352,5	603,5
Super 5ª			Si 6 +02	
Super 5ª frec.			1978,5	
8ª nom.				Do 6 -02
8ª nom. frec.				1045
Año fund.	1966	1704	1766	1427
Diámetro	58	69	78	139
Fundidor	CABRILLO (SALAMANCA)			MARTÍNEZ, JULIO (OLMEDO)

- **Número de campanas:** 14
- **Campanas analizadas:** 4
- **Campanas no analizadas:** Salvo la “Santa Teresa” de 1707 que fue refundida, el resto de las campanas no analizadas no pudieron ser grabadas.
- **Rango de tamaño:** 58-139 cm
- **Franja de fechas:** 1427-1966

“La Jordana” es una campana *romana*, y al igual que en el caso descrito de la catedral de Astorga, al pertenecer a los toques de las horas y no a uso litúrgico, no se ha tenido en cuenta su relación con la campana ideal.

Sin embargo, la “Campana” de 1704, con 69 cm de diámetro encaja casi a la perfección con el modelo de campana afinada. Tan sólo en el caso de la Tercera nos encontramos con una desviación ligeramente superior. En cuanto a la información obtenida a través de los experimentos, esta campana cumple con lo esperado respecto a la nota de golpe, ya que los valores que predominan son los que coinciden con la Prima y Nominal; aunque como señalamos con el color de referencia solo tres optaron por el La, es muy importante destacar que la mitad de los participantes en el experimento optaron por el Sol#, tan solo un semitono inferior, con lo que los datos son muy cercanos¹⁸¹.

De hecho, con la “Campana de los cuartos” también nos encontramos con esa dualidad de resultados. Cinco personas optaron por el Sib mientras que tres por el Si. Sorprende en esta campana la gran desviación en el Hum, aunque parece que no afecta a la hora de que la gente pueda optar por una nota de golpe bastante uniforme, que sorprendentemente se basa en la Quinta y la Superquinta¹⁸².

En relación al desvío del Hum, en “La Jordana” se da un caso bastante parecido, aunque en ella la nota de golpe sí que está situada en los dos parciales principales, la Prima y la Nominal.

181. En este caso el resultado del experimento 1 también era Sol#, con lo que todo hace pensar que la confluencia de los distintos parciales provoca que el resultado final de la nota de golpe sea ligeramente más grave que el obtenido en sus parciales más significativos.

182. Tan solo en ocho de los casos analizados se da que la nota de golpe se sitúe en estos parciales, lo que significa un 0,83% del total.

3.2.8 BADAJOZ (EXTREMADURA). CATEDRAL DE SAN JUAN BAUTISTA

Gráfica 10. Desviación de las campanas de la Catedral de San Juan Bautista, Badajoz.
Elaboración propia.

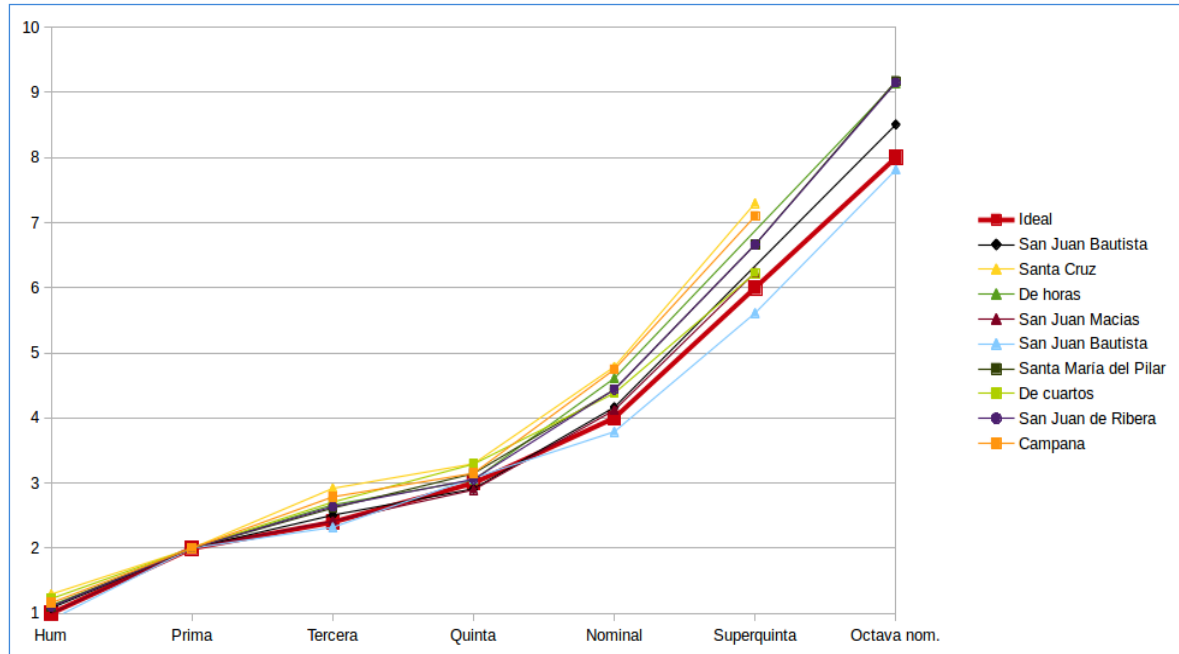


Tabla 17. Análisis de las campanas de la Catedral de San Juan Bautista, Badajoz. Elaboración propia.

Campana	Cuartos del reloj*	Esquión*	Horas del reloj*	Campana	San Juan de Ribera	De cuartos	Santa María del Pilar	San Juan Bautista	San Juan Macías	De horas	Santa Cruz (Λ)	San Juan Bautista
Hum	Sol 5 +15	Fa# 5 +20	Sib 4 +30	Si 3 +03	Do 4 +09	Sol 3 +17	La 3 +19	Lab 3 -39	Reb 3 +35	Re 3 +36	Si 3 -27	La 2 -23
Hum frec.	791	749	474,5	247,5	263	198	222,5	203	141,5	150	243	108,5
Prima	Mi 6 -08	Mib 6 -46	Sib 5 -48	Lab 4 +46	Sib 4 +39	Mi 4 -32	Sol 4 +45	La 4 +33	Reb 4 +39	Do 4 +38	Fa# 4 +25	Sol 3 +43
Prima frec.	1312	1211	906,5	426,5	477	323,5	402,5	448,5	283,5	267,5	375,5	201
3ª	Sol 6 +00	Sib 6 -36	Reb 6 +33	Re 5 +21	Mib 5 +20	La 4 -07	Do 5 +10	Do 5 -09	Fa 4 -33	Fa 4 +35	Reb5 -19	Si 3 +35
3ª frec.	1567,5	1825,5	1130,5	594,5	629,5	438	526,5	520,5	342,5	356,5	548	252
5ª	Do 7 +29	Si 6 +16	Mi 6 +42	Mi 5 +33	Fa# 5 -25	Do 5 +30	Mib 5 +31	Fa 5 -19	Lab 4 -20	Lab 4 -32	Mib 5 -07	Re 4 -06
5ª frec.	2129,5	1995	1351,5	672	729	532,5	633,5	690,5	410,5	407,5	619	292,5
Nominal	Mi 7 +08	Fa# 7 +33	Sol 6 +08	Si 5 +41	Do 6 +19	Fa 5 +24	La 5 +24	Lab 5 +38	Re 5 -09	Mib 5 -16	La 5 +36	Lab 4 +13
Nom. frec.	2650	3017	1575,5	1012	1058	708,5	892,5	849,5	584	616,5	898,5	418,5
Super 5ª				Fa# 6 +39	Sol 6 +23	Si 5 +33	Mi 6 +29	Mib 6 +19	La 5 +07		Fa 6 -33	
Super 5ª frec.				1514	1589	1007	1341	1258,5	884		1370,5	
8ª nom.			Sol 7 +20		Reb 7 -27		Sib 6 -16	La 6 -07		Mib 6 -36		La 5 -49
8ª nom. frec.			3174		2182,5		1846,5	1752		1223		855
Año fund.	1600 ca		1900 ca	1793	1975	1761	1957	1850	1975	1901	1549	1893
Diámetro	23	26	32	70	73	80	82	88	112	114	143	168
Fundidor					MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)		VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)		MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)	VILLANUEVA LINARES, ALFREDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)	BÁRCENA, JUAN DE LA	VILLANUEVA LINARES, ALFREDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)

- **Número de campanas:** 12
- **Campanas analizadas:** 12
- **Rango de tamaño:** 23-168 cm
- **Franja de fechas:** 1549-1975

El conjunto de las campanas de la Catedral de Badajoz no presenta demasiado interés. De hecho, lo más destacable es la presencia de campanas del siglo XX, que como podemos ver en la gráfica de las desviaciones, no presentan una relación clara con la campana ideal, pero tampoco entre ellas, lo que afecta a la afinación relativa. Esto lo podemos observar en las gráficas 118, 130 y 133, específicas de cada uno de los fundidores. Estas campanas son las típicas de un proceso industrial, que surgen de moldes parecidos con unos patrones similares, que no logran unos criterios claros sobre todo desde un punto de vista musical.

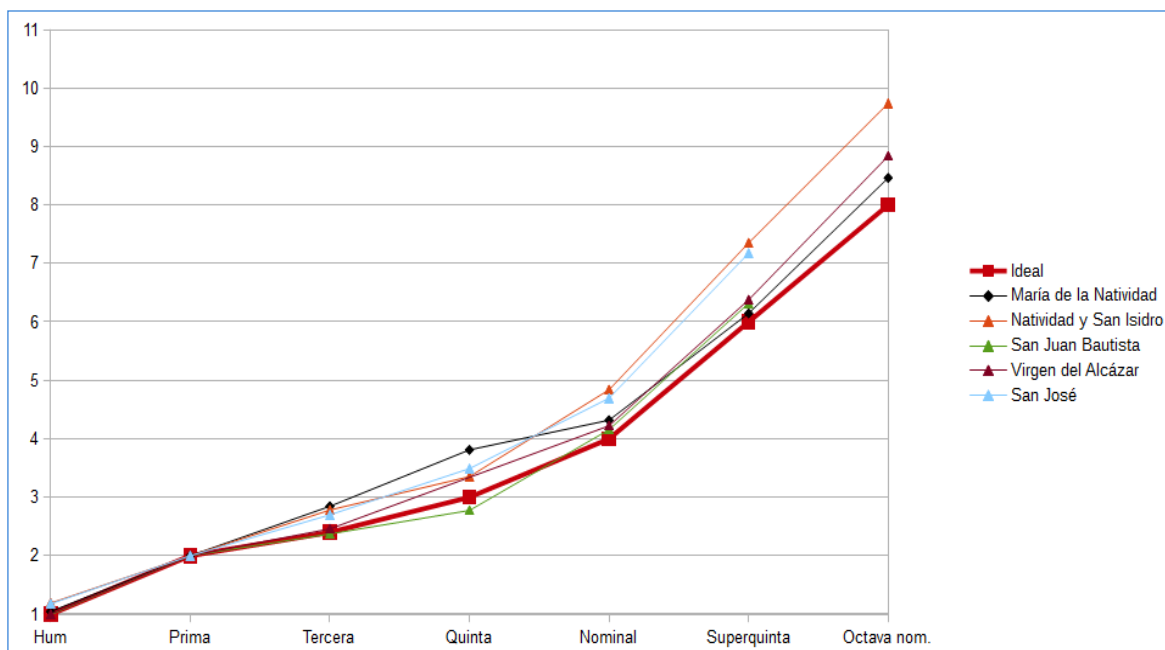
En relación a la nota de golpe, lo que sorprende es la concordancia relativa que hay entre la campana “Cuartos del reloj” y “Horas del reloj”, ya que en ambas la nota elegida como nota de golpe corresponde al parcial de la Quinta¹⁸³.

En cuanto al resto de las campanas hay que destacar “Santa María del Pilar”, en la que siete de los ocho participantes en el experimento han coincidido en nombrar el La como nota de golpe, aunque si observamos la gráfica no sigue del todo los patrones de la campana ideal. Por el lado contrario, destacan las dos campanas denominadas “San Juan Bautista”, en las cuales, en la mayor los resultados se acercan bastante al parcial de la Tercera, entre el Si y Sib, pero sin acabar de ser concluyentes; en la más pequeña encontramos opciones más diversas que no ayudan a clarificar el sonido predominante.

183. Hay que tener en cuenta que tan solo en 21 de las 855 campanas surge la Quinta como nota de golpe, lo que sugiere que, teniendo en cuenta que hay una diferencia de 300 años en ambas campanas, o bien el fundidor de la campana de las horas buscó deliberadamente un sonido parecido a través de la copia del perfil de la primera, o nos encontramos ante una fantástica coincidencia.

3.2.9 BAEZA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA NATIVIDAD DE NUESTRA SEÑORA

Gráfica 11. Desviación de las campanas de la Catedral de la Natividad de Nuestra Señora, Baeza. Elaboración propia.



B

LA NATIVIDAD DE NUESTRA SEÑORA

Tabla 18. Análisis de las campanas de la Catedral de la Natividad de Nuestra Señora, Baeza.
Elaboración propia.

Campana	San José	Virgen del Alcázar	San Juan Bautista	Natividad y San Isidro	María de la Natividad
Hum	Si 3 +28	Mi 3 +43	Fa# 3 +23	Mi 3 +17	Do 3 +28
Hum frec.	251	169	187,5	166,5	133
Prima	Lab 4 +44	Mi 4 +38	Fa# 4 +37	Reb 4 +17	Do 4 -47
Prima frec.	426	337	378	280	254,5
3ª	Re 5 -36	Lab 4 -03	La 4 +33	Sol 4 -11	Fa# 4 -37
3ª frec.	575	414,5	448,5	389,5	362
5ª	Fa# 5 +08		Do 5 +04	Sib 4 +12	Si 4 -31
5ª frec.	743,5		524,5	469,5	485
Nominal	Si 5 +21	Fa 5 +32	Sol 5 +03	Mi 5 +47	Reb 5 -15
Nom. frec.	1000	711,5	785,5	677,5	549,5
Super 5ª	Sol 6 -44	Do 6 +45	Re 6 +28	Do 6 -29	
Super 5ª frec.	1528,5	1074,5	1194	1029	
8ª nom.		Fa# 6 +16		Fa 6 -41	Do 6 +49
8ª nom. frec.		1489		1363,5	1077
Año fund.	1981	1982	1979	1999	1772
Diámetro	77	98	99	120	151
Fundidor	ROSAS, HIJO DE MANUEL (TORREDONJIMENO)				VENERO, BERNARDO



- **Número de campanas:** 5
- **Campanas analizadas:** 5
- **Rango de tamaño:** 77-151 cm
- **Franja de fechas:** 1772-1999

En este conjunto nos encontramos con cuatro campanas de finales del siglo XX que pertenecen a un mismo autor, Hijo de Manuel Rosas y la mayor, fundida por Bernardo Venero en 1772.

Respecto a las cuatro campanas del mismo fundidor, destaca el hecho de que no tienen prácticamente ninguna relación entre ellas, salvo el caso de la “Natividad y San Isidro” y “San José”, que sí mantienen un ligero paralelismo.

En “María de la Natividad”, campana del siglo XVIII, sorprende la desviación ascendente de la Tercera, pero sobre todo de la Quinta, que hace que alcance valores casi propios de la Nominal. Tanto por sus valores acústicos poco convencionales como por sí misma es una de las campanas más interesantes del conjunto.

Efectivamente, si acudimos a las gráficas comparativas por fundidores tanto en el caso de Hijo de Manuel Rosas (Gráfica 136) como en el de Bernardo Venero (Gráfica 101), observamos que las campanas de ambos autores tienen parámetros muy diversos entre ellas, sin poder encontrar una línea clara.

En cuanto a los resultados de los experimentos no encontramos ninguna sorpresa. En todas las campanas del conjunto la nota de golpe se mueve entre los parciales principales, sobre todo entre el Hum y la Nominal, con unas tasas de concordancia en general altas entre las distintas notas.

3.2.10 BARBASTRO (ARAGÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA

Gráfica 12. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Barbastro. Elaboración propia.

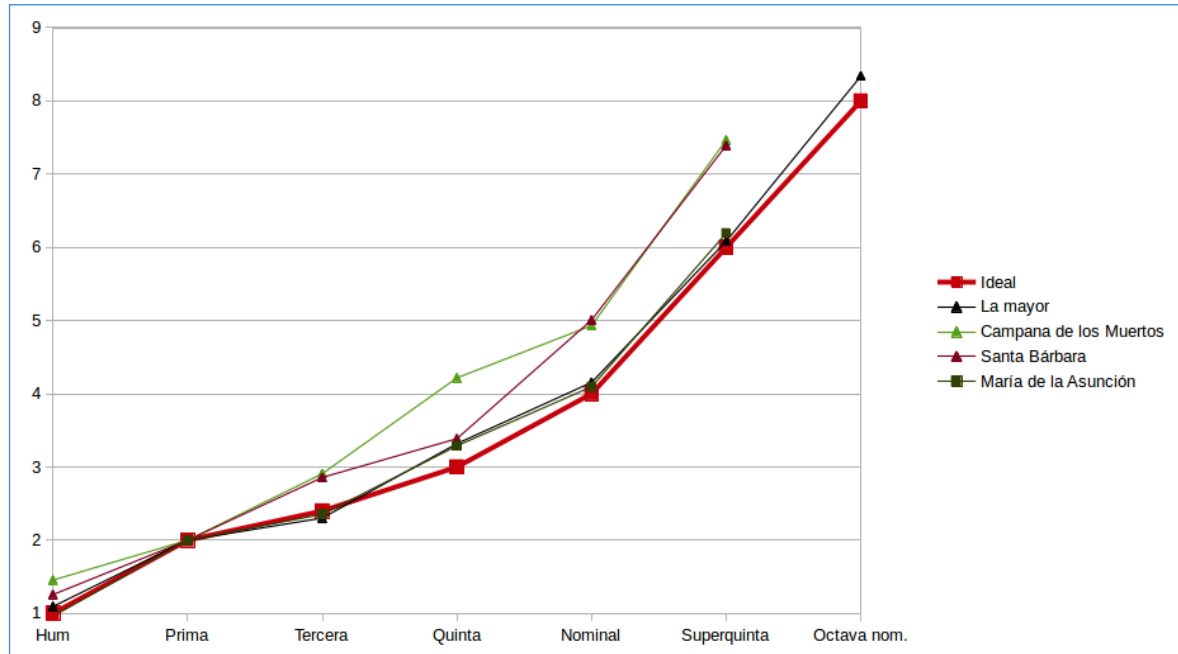


Tabla 19. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Barbastro. Elaboración propia.

Campana	María de la Asunción	Campana de los cuartos*	Santa Bárbara	Campana de los Muertos	La mayor	Raimunda, de las horas*
Hum	Si 4 +26	Fa# 4 -02	Mi 4 -05	Sib 4 +10	Fa# 4 +18	Re 3 +01
Hum frec.	501,5	369,5	328,5	469	374	147
Prima	Do 6 -07	Fa#5 -07	Do 5 -02	Mi 5 -39	Fa 5 -38	Mi 4 -11
Prima frec.	1042	737	522,5	644,5	683	327,5
3ª	Mib 6 -25	Si 5 +39	Fa# 5 +15	Sib 5 +09	La 5 -06	Sol 4 -35
3ª frec.	1226	1010,5	746,5	937,5	786,5	384
5ª	La 6 -46	Reb 6 +39	La 5 +09	Fa 6 -47	Reb 6 +38	Lab 4 +29
5ª frec.	1713,5	1134,5	885	1359	1133,5	422,5
Nominal	Do 7 +33	Mi 6 -01	Mi 6 -13	Sol 6 +23	Fa 6 +27	Mi 5 -23
Nom. frec.	2134	1317	1308,5	1589,5	1419	650,5
Super 5ª	Sol 7 +49	La 6 -31	Si 6 -39	Re 7 +41	Do 7 -12	Si 5 -23
Super 5ª frec.	3227	1728,5	1931	2406	2078	974,5
8ª nom.					Fa 7 +33	Mib 6 +26
8ª nom. frec.					2848	1264
Año fund.	1954		1941	1817	1941	1511
Diámetro	39	50	51	68	116	124
Fundidor	MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)		MENEZO (MERUELO)		MENEZO (MERUELO)	CLERGET, JOAN

- **Número de campanas:** 6
- **Campanas analizadas:** 6
- **Rango de tamaño:** 39-124 cm
- **Franja de fechas:** 1511-1954

Del conjunto de los toques litúrgicos, la campana más interesante es la llamada “Campana de los muertos”, que pese a estar rota se pudo estudiar su sonido. Al igual que en otros casos en los que se ha conseguido hacer el análisis, los datos obtenidos no tienen la fiabilidad de ser los del sonido original, debido a la distorsión de las vibraciones provocadas por la rotura; de hecho, como se muestra en la gráfica, hay poca relación con la campana ideal. Si cruzamos estos datos con los del experimento, vemos que la nota de golpe se sitúa entre el Hum y la Tercera, un resultado inusual, que solo obtenemos en cinco de todas las campanas analizadas en este estudio.

Asimismo, la “Santa Bárbara”, campana de 1941 de Menezo, también tiene unos valores muy desajustados, tanto respecto a la campana ideal como a las otras dos del conjunto, “La Mayor” y la “María de la Asunción”, de Menezo y Manclús respectivamente. Estas últimas, también fabricadas en el siglo XX, tienen al menos cierta lógica en cuanto a los parámetros estudiados.

Mención especial para la “Raimunda, de las horas”, fundida en 1511 por Joan Clerget¹⁸⁴, autor entre otras de la “María” de la Catedral de València o la campana de los cuartos del reloj de la Catedral de El Pilar de Zaragoza. En ella podemos ver que, aunque evidentemente no es una campana afinada y por lo tanto hay parciales en los cuales se aleja de la ideal, sobre todo en el caso de la Quinta, las proporciones entre los mismos se ajustan bastante a los criterios óptimos. De hecho, la nota de golpe la situamos en la Prima y la Nominal con los datos extraídos de los experimentos, los valores más decisivos según la teoría de las campanas.

En el resto de campanas la nota de golpe viene determinada por los parciales principales, aunque destaca el hecho de que en ninguna de ellas la nota haya sido decidida por más de la mitad de los encuestados, excepto en la “María de la Asunción”, donde las elecciones están repartidas, cuatro personas optaron por el Do y tres por el Si, lo que hace que virtualmente no haya una nota dominante cuando ambas son vecinas. En este caso podemos hablar de una campana en la que, con toda probabilidad, se dan pulsaciones¹⁸⁵ de una manera muy pronunciada.

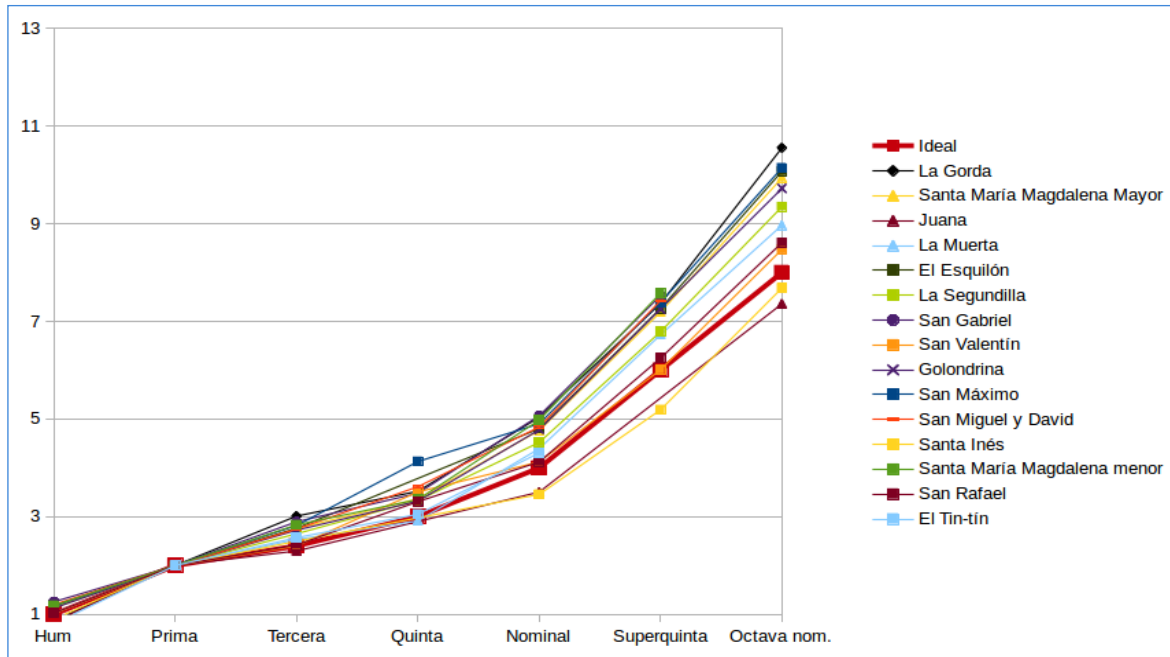
Por último, en la “Campana de los cuartos” los resultados están muy diversificados y por esta razón no se han podido extraer datos concluyentes.

184. En la Gráfica 95 podemos ver sus fundiciones de manera aislada.

185. En relación a este tema, el apartado 1.2.4 recoge las bases teóricas.

3.2.11 BARCELONA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA CREU I SANTA EULÀLIA

Gràfica 13. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Creu i Santa Eulàlia, Barcelona. Elaboración propia.



B

SANTA CREU
I SANTA EULALIA

Tabla 20. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Creu i Santa Eulàlia, Barcelona.
Elaboración propia.

Campana	Esquella xica*	Esquella gran**	L'Oleguera antiga*	L'Oleguera	La Severa (Seny del Lladre)	L'Angèlica (Ave Maria)	L'Esquella Xica*	L'Esquella de Prima*	La Paciana
Hum	Re 5 -21	Do 5 +02	Lab 4 -39	Re 4 -39	Mib 4 +13	Do 4 -10	Mi 4 -05	Re 4 +31	Sib 3 -23
Hum frec.	580	524	406	287	313,5	260	328,5	299	230
Prima	Mi 6 +40	Reb 6 -24	Fa 5 +00	Reb 5 +48	Re 5 +13	Si 4 +28	Do 5 +05	Sib 4 +01	La 4 +11
Prima frec.	1349,5	1093	698,5	570	592	502	525	466,5	443
3ª	Sol 6 +09	Mi 6 +49	Si 5 -46	Fa 5 -14	Fa# 5 +03	Mib 5 +00	Fa# 5 +00	Mi 5 -41	Reb 5 -34
3ª frec.	1576,5	1357	961,5	692,5	741,5	622	740	643,5	543,5
5ª		Sib 6 -18	Mib 6 -16				Sib 5 +29	Sib 5 +30	
5ª frec.		1845	1232,5				948,5	949	
Nominal			Lab 6 -06	Re 6 -07	Mib 6 +09	Do 6 -08	Mib 6 +21	Reb 6 -06	Sib 5 -21
Nom. frec.			1655	1169,5	1251,5	1041,5	1260	1104,5	921
Super 5ª			Mib 7 -03		Sib 6 +02		Sib 6 +20	Lab 6 -07	Fa 6 -19
Super 5ª frec.			2484		1867,5		1886,5	1654	1381,5
8ª nom.									Sib 6 +35
8ª nom. frec.									1903,5
Año fund.	1583		1529	1975	1975	1709	1545	1321	1975
Diámetro	32	33	57	60	64	72	74	83	84
Fundidor			FENODI, ANTONI	GUIXÀ		ANDREU, JOAN			GUIXÀ

Campana	La Narcisa	La Gregòria	Campana dels Quarts	La Dolors	L'Antònia (Amadea Antònia Joana)	La Mercè	La Tomasa	Campana de les hores*
Hum	La 3 -03	Lab 3 -47	Mib 3 -45	Fa 3 +47	Mib 3 +37	Reb 3 +17	Re 3 -15	Fa#3 -14
Hum frec.	219,5	202	151,5	179,5	159	140	145,5	183,5
Prima	La 4 +15	Fa# 4 -07	Reb 4 +23	Mi 4 -16	Reb 4 +11	Reb 4 -45	Do 4 +31	Re 4 +39
Prima frec.	444	368,5	281	326,5	279	270	266,5	300,5
3ª	Do 5 +10	La 4 +38	Mi 4 -19	Lab 4 -49	Fa 4 +21	Mib 4 +21	Fa 4 -23	La 4 +46
3ª frec.	526,5	450	326	403,5	353,5	315	344,5	452
5ª	Mi 5 +10	Mi 5 +39		Re 5 +28				Mib 5 +10
5ª frec.	651	674,5		597				626
Nominal	La 5 -18	Sol 5 -37	Reb 5 -34	Fa 5 -04	Mib 5 -23	Do 5 +27	Re 5 -11	Lab 5 -16
Nom. frec.	870,5	767	543,5	696,5	614	531,5	583,5	822,5
Super 5ª	Mi 6 -44	Re 6 -35	Lab 5 -31	Do 6 +09	Sib 5 +08		La 5 -21	Do 6 -22
Super 5ª frec.	1285	1151	815,5	1052	937		869	1033
8ª nom.	La 6 -17	Sol 6 +17	Reb 6 +31	Fa# 6 -30		Reb 6 -04	Re 6 +18	Fa# 6 +09
8ª nom. frec.	1742	1584	1129	1454		1106	1187	1488,5
Año fund.	1975	1943	1865	1958	1949	1946	1758	1865
Diámetro	90	94	109	114	118	137	157	232
Fundidor	GUIXÀ	BARBERÍ, H. DE E. (OLOT)	CALBETÓ, FRANCESC	BARBERÍ (OLOT)	BARBERÍ (RIUDELLOTS DE LA SELVA)	BARBERÍ, H. DE E. (OLOT)	BARNOLA, JOSEP	CALBETÓ, FRANCESC

- **Número de campanas:** 21
- **Campanas analizadas:** 17
- **Campanas no analizadas:** En este caso, de las 4 campanas no analizadas tres corresponden a campanas que no se encuentran en la torre (la “Campana petita” de 1851 y 30 cm de diámetro, la “Campana gran” de 1842 y 40 cm, ambas de Bonaventura e Isidro Pallés; y la “Vedada”, de 1709 y 38 cm de autor desconocido), siendo estas quizás las más interesantes de todo el conjunto. Por otra parte, “La Monserrat” de 1998 y 175 cm de Guixà no pudo ser grabada.
- **Rango de tamaño:** 32-232 cm
- **Franja de fechas:** 1321-1975

Este conjunto está formado por campanas principalmente de Barberí, tanto de Olot como de Riudellots de la Selva, y de Guixà. A pesar del gran número de campanas que entran en juego en los toques litúrgicos, del análisis de desviación se desprende un estilo bastante homogéneo. De hecho, si acudimos a la Gráfica 140 de la comparativa de las campanas fundidas por Guixà, observamos que el trabajo de este autor se distingue por la unidad.

Por importancia destaca “L’Esquella de Prima”, de 1321 y de autor desconocido. Como se observa en la tabla, sus valores son bastante desiguales y distan mucho de la campana ideal, pero si los ponemos en relación con “L’Esquella Xica” y “L’Oleguera Antiga” vemos que las tres tienen desviaciones similares¹⁸⁶.

En relación a los experimentos y el cruce de datos para obtener la nota de golpe, es interesante señalar que, en todas las campanas en las que se ha podido determinar, forma parte de los parciales principales que se esperan que la determine, Hum, Prima y Nominal. De hecho, en casi todas ellas coincide en más de uno. Especial relevancia tiene “La Narcisa”, en la cual siete de los ocho encuestados optaron por el La como nota de golpe, apareciendo en cuatro parciales. Además, podemos ver que la relación interválica de todos ellos es muy cercana a la esperada en una campana afinada, con lo que nos encontramos con una campana muy parecida a las utilizadas en los carillones.

En cuanto a la “Campana dels Quarts” y la “Campana de les Hores” destaca que, una vez hecho el experimento y extraídos los datos, en ambas están tan diversificados que no ha sido posible tomar una nota como la referente a la nota de golpe. En la mayor de ambas aún podemos encontrar cierta cercanía entre las notas propuestas, oscilando la mayoría de ellas en el

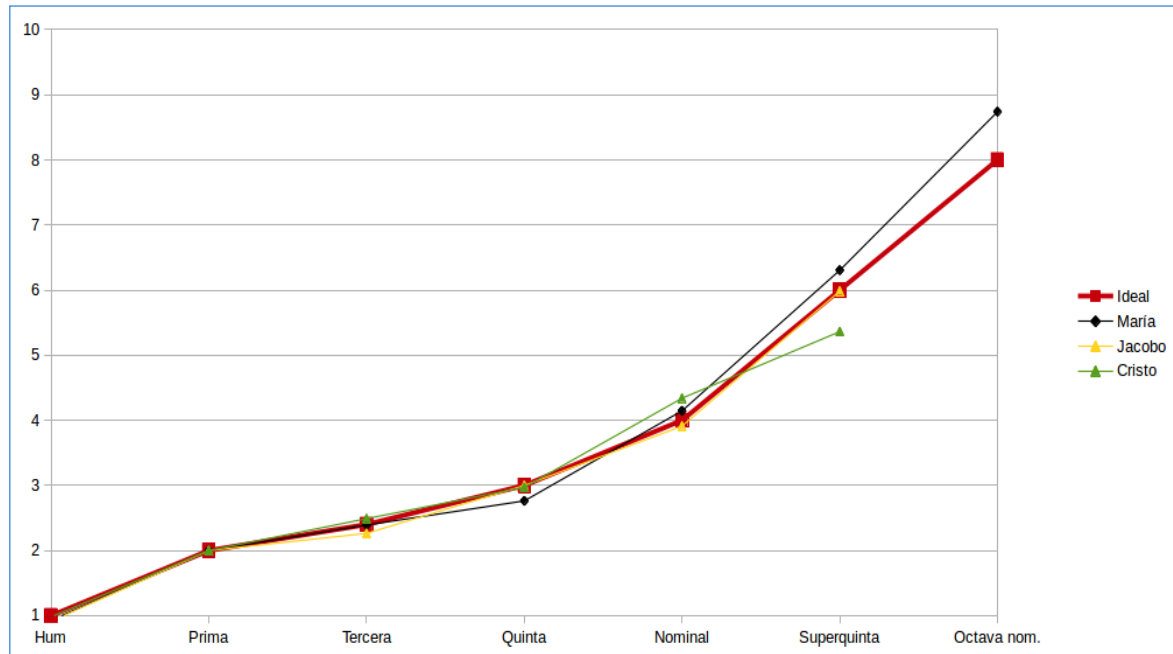
186. Por esta razón, esa *falta de afinación* relativa similar hace que entre ellas tengan una uniformidad muy interesante.

intervalo de Sol a La, pero en el caso de la pequeña es mucho más exagerada la diferencia al surgir tres notas completamente distintas, Fa#, Do y La, sin poder encontrar ninguna de ellas entre los parciales analizados a través del software.

En el caso de “Esquella xica”, de la cual solo se pudieron obtener tres parciales, la opción por la que optaron la mayoría de participantes, Sib, no se acerca a ninguno, así que no se ha podido determinar la nota de golpe.

3.2.12 BAZA (ANDALUCÍA). COLEGIATA DE LA ENCARNACIÓN

Gráfica 14. Desviación de las campanas de la Colegiata de la Encarnación, Baza.
Elaboración propia.



B

COLEGIATA DE LA ENCARNACIÓN

Tabla 21. Análisis de las campanas de la Colegiata de la Encarnación, Baza. Elaboración propia.

Campana	El Tin-tín	San Rafael	Santa María Magdalena menor	Santa Inés	San Miguel y David	San Máximo	Campana de los cuartos *	Golondrina	San Valentín	
Hum	Sib 5 -32	La 4 +42	Lab 4 -26	Lab 4 +39	Fa# 4 +34	Sol 4 -33	Mib 4 +10	Fa# 4 -30	Fa 4 +23	
Hum frec.	673	451	409	425	377,5	384,5	313	363,5	354	
Prima	Lab 6 +06	La 5 +00	Fa 5 -14	Sib 5 +19	Mib 5 +17	Mi 5 -08	Re 5 -05	Mi 5 -37	Fa 5 -06	
Prima frec.	1667	880	692,5	943	628,5	656	585,5	645	696	
3ª	Do 7 +40	Do 6 +30	Si 5 -11	Re 6 +03	La 5 -33	Sib 5 -14	Sol 5 -04	La 5 -03	Lab 5 +10	
3ª frec.	2142	1065	981	1177	863	924,5	782	878	835,5	
5ª	Mib 7 +36	Fa# 6 -28	Re 6 -20		Reb 6 +41	Mi 6 +46		Do 6 +39	Mib 6 -34	
5ª frec.	2542	1455,5	1160,5		1135,5	1354,5		1070,5	1220	
Nominal	La 7 +34	Sib 6 -48	La 6 -36	Lab 6 -33	Fa# 6 +46	Sol 6 +43	Fa 6 -46	Sol 6 -29	Fa 6 +45	
Nom. frec.	3591	1813,5	1723,5	1629,5	1520	1608	1360	1541,5	1434,5	
Super 5ª		Fa 7 -28	Mi 7 -08	Mib 7 -29	Re 7 -11	Mib 7 -46		Re 7 -07	Do 7 -01	
Super 5ª frec.		2748	2624	2446,5	2334	2423,5		2339	2091	
8ª nom.		Sib 7 +27		La 7 +49		Lab 7 +01		Sol 7 +00	Fa# 7 -06	
8ª nom. frec.		3789		3622,5		3326		3135	2948,5	
Año fund.	1920ca	1982	1984	1987	1991	1992	1759	1990	1982	
Diámetro	20	38	45	47	51	56	57	58	60	
Fundidor		ROSAS, HIJO DE MANUEL (TORREDONJIMENO)					CORONA, JOSÉ	ROSAS, HIJO DE MANUEL (TORREDONJIMENO)		



Campana	San Gabriel	La Segundilla	El Esquilón	La Muerta	Juana	Campana de las horas *	Santa María Magdalena Mayor	La Gorda
Hum	Reb 4 -26	Do 4 -37	Sib 3 +17	Lab 3 -43	Fa# 3 +09	Sol 3 -22	Mib 3 +21	Do 3 +31
Hum frec.	273	256	235,5	202,5	186	193,5	157,5	149,5
Prima	La 4 -21	La 4 +42	Sol 4 +32	Sol 4 +15	La 4 -07	Mi 4 -13	Reb 4 -26	Fa 4 -26
Prima frec.	434,5	451	399,5	395,5	438	327	273	344
3ª	Mib 5 +18	Re 5 +29	Reb 5 -07	Si 4 +24	Si 4 +31	La 4 +36	Fa# 4 +27	Do 5 -17
3ª frec.	629	597,5	552	501	503	449,5	376	518
5ª	Fa# 5 +37	Fa# 5 +26		Re 5 -33		Si 4 +31	Sib 4 -24	Mib 5 -47
5ª frec.	756	751,5		576		503	459,5	605,5
Nominal	Reb 6 -12	Do 6 -45	Sib 5 +49	La 5 -21	Sol 5 -36	Fa# 5 -10	Mi 5 -23	La 5 -26
Nom. frec.	1101	1019,5	959,5	869	767,5	735,5	650,5	866,5
Super 5ª	Lab 6 -27	Sol 6 -41	Fa# 6 -03	Mi 6 +14			Si 5 -11	Mib 6 +31
Super 5ª frec.	1635,5	1531	1451	1329,5			981,5	1267
8ª nom.		Do 7 +11	Si 6 +31	La 6 +13	Sol 6 +47		Mi 6 +49	Sib 6 -46
8ª nom. frec.		2107,5	2012	1773,5	1611,5		1356,5	1815
Año fund.	1985	1966	1976	1985	1985	1766	1893	1893
Diámetro	67	76	78	84	100	106	121	142
Fundidor	ROSAS, HIJO DE MANUEL (TORREDONJIMENO)	VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)	ROSAS, HIJO DE MANUEL (TORREDONJIMENO)			PEDRAJAS, DIEGO DE	LÓPEZ ANTRÁS, JOSÉ	



- **Número de campanas:** 19
- **Campanas analizadas:** 17
- **Campanas no analizadas:** Las dos campanas no analizadas no se encuentran en la torre, con lo que consideramos analizado el 100% del conjunto. Se trata del “Timbre de los cuartos”, de 20 cm y la “Campana de las horas”, de 25 cm, ambas de autor desconocido.
- **Rango de tamaño:** 20-142 cm
- **Franja de fechas:** 1759-1992

A pesar del gran número de campanas que forman este conjunto, nos encontramos con un grupo relativamente homogéneo de una calidad muy limitada. De las 15 campanas que componen los toques litúrgicos, once fueron fundidas por el Hijo de Manuel Rosas entre los años 1982 y 1992. Destaca al ver la gráfica de las desviaciones que es prácticamente imposible encontrar dos campanas que sigan los mismos criterios, mostrando grandes diferencias entre unas y otras¹⁸⁷.

Las dos campanas mayores fueron realizadas por José López Antrás, fundidor andaluz de finales del siglo XIX y entre ellas sí que se observan ciertas similitudes, sobre todo con unos valores muy agudos a partir del quinto parcial. Son valores muy descompensados respecto a la campana ideal, pero mantienen una coherencia entre ellas, aspecto que no hallamos en las de Rosas.

Respecto a las dos campanas del reloj a pesar de ser de fundidores distintos, José Corona y Diego de Pedrajas, no están muy alejadas entre ellas en cuanto a valores relativos, pequeñas diferencias que se diluyen por la gran desigualdad de tamaño entre ambas¹⁸⁸.

Es interesante en la “Campana de las horas” el hecho de que el parcial donde se escuche la nota de golpe sea la Tercera, sobre todo porque el La fue la elección de cuatro personas, pero es que tres más optaron por el Sol#, lo que hace que sea ese rango de frecuencias claramente el destacado. Tenemos un caso similar en “La Gorda”, pero aquí el Parcial es la Quinta, que aún es menos frecuente. En esta campana cuatro personas optaron por el Re¹⁸⁹, pero dos por el Do# y las dos restantes por el Mib.

187. En la Gráfica 136 dedicada a este fundidor podemos ver que esta es la tónica general en sus campanas, encontrando grandes desviaciones en todos los parciales.

188. Las medidas son de 106 cm la de las horas y 57 la de los cuartos.

189. El parcial destacado es un Mib 5 -47, a tan solo 3 centésimas del Re. Se puede consultar toda la información sobre los criterios metodológicos a la hora de elegir los parciales en el apartado 2.

En “Santa Inés” no se ha podido establecer la nota de golpe al estar los resultados divididos entre *Lab* y *Do*, sin poder llegar a determinar ninguno de ambos, aunque el primero lo podamos encontrar en parciales importantes como el *Hum* y la *Nominal*. El mismo caso lo tenemos con “San Rafael”, donde se dividen los resultados mayoritariamente entre *La*, que corresponde al *Hum* y a la *Prima*, y *Fa*, que curiosamente corresponde a la *Superquinta*. En “La Muerta” los resultados son interesantes porque se dividen entre el *La*, que corresponde a la *Nominal* y la *Octava nominal*, el *Sol*, que corresponde a la *Prima* y el *Si*, que hace referencia a la *Tercera*, sin ser ninguno de ellos mayoritario.

En el resto de las campanas la nota de golpe se sitúa en los parciales previsibles, *Hum*, *Prima*, *Nominal* e incluso *Octava Nominal*, destacando la “Juana”, en la que siete de los ocho encuestados optaron por el *Sol*, nota que coincide con los parciales superiores, pero que se encuentra justo en el punto medio entre el *Hum* y la *Nominal*.

3.2.13 BILBAO (PAÍS VASCO). CATEDRAL DE SANTIAGO APÓSTOL

Gráfica 15. Desviación de las campanas de la Catedral de Santiago Apóstol, Bilbao.
Elaboración propia.

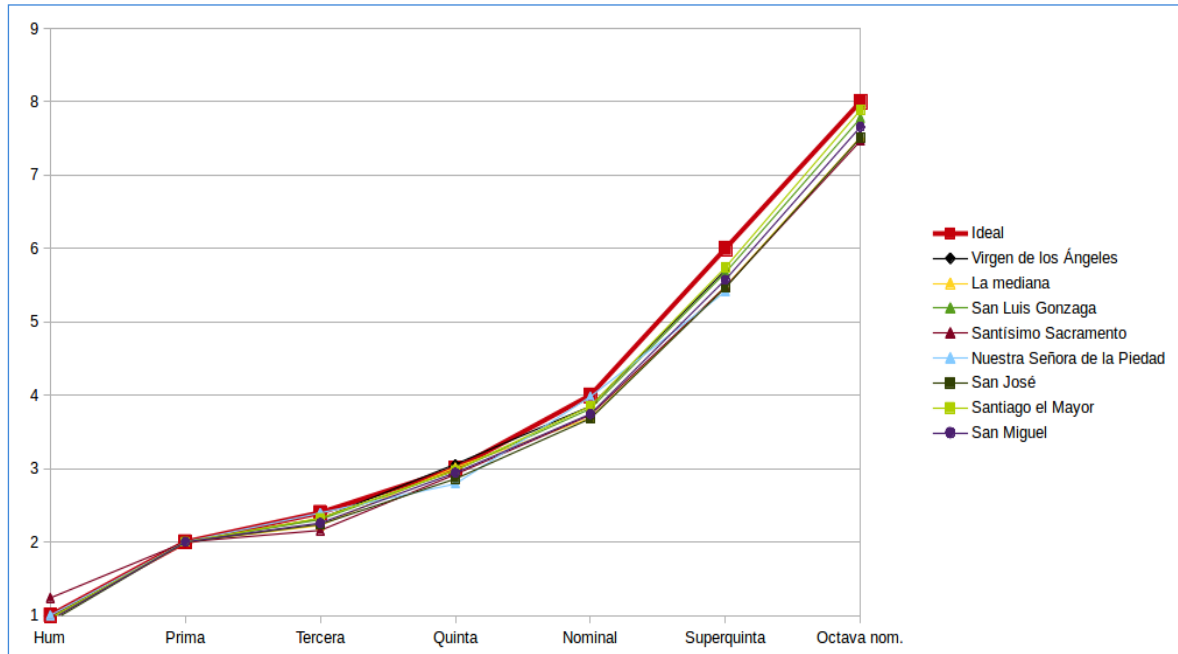


Tabla 22. Análisis de las campanas de la Catedral de Santiago Apóstol, Bilbao. Elaboración propia.

Campana	San Miguel	Santiago el Mayor	San José	Nuestra Señora de la Piedad	Santísimo Sacramento	San Luis Gonzaga	La mediana	Virgen de los Ángeles
Hum	Sol 4 -44	Fa 4 +03	Reb 4 +29	Re 4 +13	Si 3 -03	Fa# 3 -18	Mib 3 +15	Re 3 +31
Hum frec.	382	350	282	296	246,5	183	157	149,5
Prima	Lab 5 -29	Fa# 5 -35	Mib 5 -09	Re 5 +13	Sol 4 +28	Sol 4 -44	Mi 4 +33	Mib 4 -14
Prima frec.	816,5	725	619	592	398,5	382	336	308,5
3ª	Sib 5 -19	Lab 5 +25	Fa 5 -12	Fa 5 +27	La 4 -39	La 4 +01	Fa# 4 +18	Fa 4 +40
3ª frec.	922	843	693,5	709,5	430	440,5	374	357,5
5ª	Re 6 +39	Reb 6 -46	La 5 +10	Lab 5 -08	Re 5 -15	Reb 5 +43	Si 4 +45	Sib 4 +21
5ª frec.	1201,5	1079,5	885,5	826,5	582	568,5	507	472
Nominal	Sol 6 -43	Fa 6 -01	Reb 6 +48	Re 6 +05	Fa# 5 -12	Fa# 5 -25	Mib 5 -06	Re 5 +19
Nom. frec.	1529	1396	1140	1178,5	743,5	729	620	594
Super 5ª	Reb 7 +45	Do 7 -09	Lab 6 +03	Sol 6 +37	Reb 6 -27	Reb 6 -39	Sib 5 -21	La 5 +00
Super 5ª frec.	2276	2081,5	1692	1602,5	1091,5	1083,5	921	880
8ª nom.	Sol 7 -05	Fa 7 +40	Re 7 -18		Fa# 6 +09	Fa# 6 +06	Mib 6 +25	
8ª nom. frec.	3126,5	2859,5	2324,5		1488	1485,5	1263	
Año fund.	1916	1916	1916	1916	2000	1916		1916
Diámetro	55	60	72	74	91	118	134	151
Fundidor	MURUA, HIJOS DE (VITORIA)				PORTILLA, HERMANOS (SANTANDER)	MURUA, HIJOS DE (VITORIA)		

- **Número de campanas:** 20
- **Campanas analizadas:** 8
- **Campanas no analizadas:** De las 12 campanas no analizadas, dos eran inaccesibles (la de los “Cuartos pequeña”, de 1890 y 63 cm de diámetro y la “Kampaia” de 1916 y 136 cm). Por otra parte la campana del “Santísimo Sacramento” ha sido refundida al romperse.
- **Rango de tamaño:** 55-151 cm
- **Franja de fechas:** 1916-2000

Las campanas analizadas representan un grupo muy homogéneo. Siete de las ocho fueron fundidas en 1916 por Hijos de Murua¹⁹⁰, mientras que la campana añadida en 2000 de Portilla vino a sustituir a la que se rompió y llevaba el mismo nombre. Como podemos ver en la gráfica que muestra las desviaciones relativas, en este aspecto también se caracterizan como un grupo homogéneo, pese a la variación de tamaños. Sorprende que, a diferencia de muchas de las campanas analizadas en este trabajo, la desviación mayoritaria que se da en todas ellas a partir del quinto parcial, respecto a la campana ideal, es hacia sonidos más graves, mientras que lo habitual suele ser lo contrario.

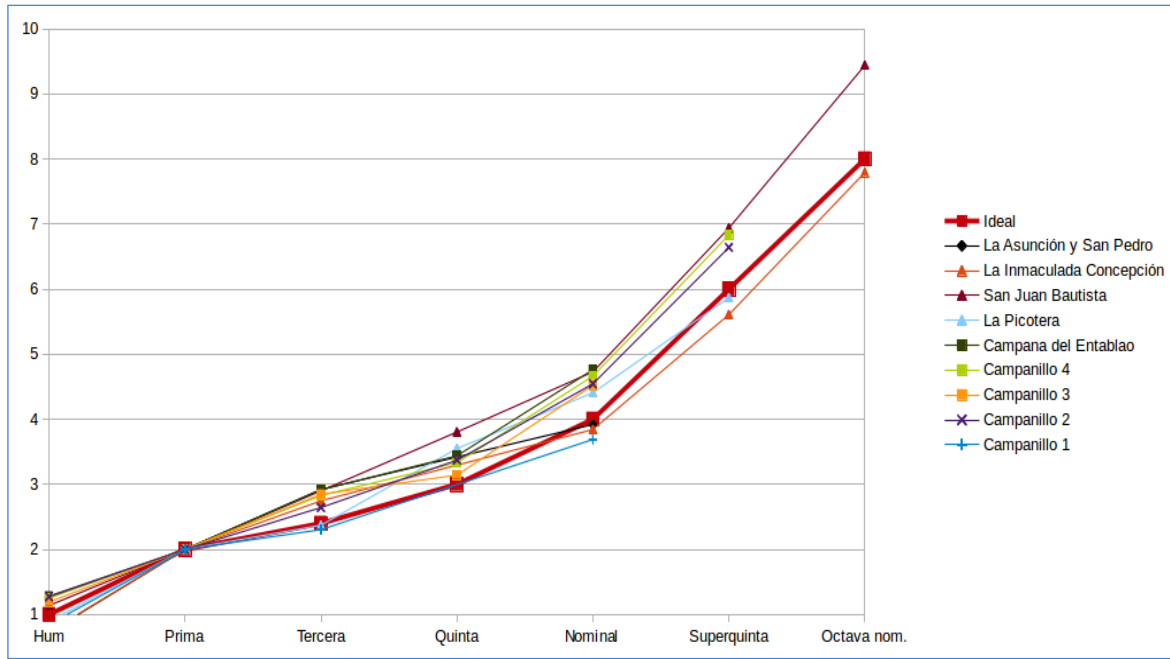
En cuanto al cruce con los datos obtenidos en el experimento, cabe destacar la gran similitud en los resultados aportados en las campanas de Hijos de Murua. “San José” es la campana donde mayor homogeneidad hay, optando siete de los ocho participantes por el *Reb*; en el resto de las campanas, incluso las que tienen el tono más claro, la mitad de las personas eligieron la nota resaltada, excepto en la mayor, “Virgen de los Ángeles”, donde sí que es cierto que los datos están más polarizados.

Además es importante resaltar que en todas las campanas, la nota que ha surgido de los experimentos que es la nota de golpe, forma parte de los parciales principales e incluso la podemos encontrar en varios de ellos. La única excepción a esto se da en el “Santísimo Sacramento”, pero no hay que olvidar que esta campana pertenece a otros fundidores, Hermanos Portilla.

190. En la Gráfica 123 podemos ver el análisis por separado de las campanas de estos fundidores.

3.2.14 BURGO DE OSMA – CIUDAD DE OSMA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN

Gráfica 16. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción, Burgo de Osma.
Elaboración propia.



B

LA ASUNCIÓN

Tabla 23. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción, Burgo de Osma. Elaboración propia.

Campana	Campanillo 1	Campanillo 2	Campanillo 3 (^)	Cuartos del reloj* (^)	Campanillo 4	Campana del Entablao (^)	La Picotera (^)	San Juan Bautista	Campana de las horas* (^)	La Inmaculada Concepción (^)	La Asunción y San Pedro (^)
Hum	Fa 4 -31	Mib 4 +45	Mi 4 +48	Re 4 +36	Mi 4 -08	Lab 3 +11	Fa# 3 +14	Sol 3 -13	Si 3 +21	La 2 +00	Fa 2 -36
Hum frec.	343	319,5	339	300	328	209	186,5	194,5	250	110	85,5
Prima	Lab 5 -47	Si 4 +29	Reb 5 +45	Si 4 +09	Do 5 +00	Mi 4 -19	Lab 4 +02	Fa 4 -36	Sol 4 -44	Re 4 +31	Sib 3 +10
Prima frec.	808	502,5	569	496	523,5	326	416	342	382	299	234,5
3ª	Sib 5 -03	Mi 5 +12	Lab 5 -43	Mi 5 -45	Fa# 5 +01	Sib 4 +34	Si 4 -01	Si 4 +07	Do 5 -02	Lab 4 -20	Fa 4 -33
3ª frec.	930,5	664	810	642	740,5	475,5	493,5	496	522,5	410,5	342,5
5ª		Lab 5 +33	La 5 +27	Sol 5 +44	La 5 -15	Reb 5 +19	Fa# 5 -03	Mi 5 -23	Mi 5 +11		
5ª frec.		847	894	804,5	872	560,5	738,5	650,5	663,5		
Nominal	Fa# 6 +12	Re 6 -49	Mi 6 -42	Do 6 -30	Mib 6 -33	Sol 5 -17	Sib 5 -29	Lab 5 -46	Lab 5 -14	Re 5 -38	Sib 4 -24
Nom. frec.	1490,5	1141,5	1286,5	1028,5	1220,5	776	916,5	808,5	823,5	574,5	459,5
Super 5ª		Lab 6 +07		Fa# 6 +17	La 6 +27		Mib 6 -33	Re 6 +17	Reb 6 +30	Lab 5 +16	
Super 5ª frec.		1668,5		1495	1788		1220,5	1186,5	1128,5	838,5	
8ª nom.								Lab 6 -49		Re 6 -14	
8ª nom. frec.								1614		1165	
Año fund.	1888	1763	1700	1691	1879	1539	1663	1966	1539ca	1908	1908
Diámetro	50	51	53	53	54	91	95	116	124	135	168
Fundidor		RASILLO		BÁRCENA II, ALONSO DE LA (GÜEMES)				PEREA (MIRANDA DE EBRO)		MENEZO, RAMON Y HERMANOS	MENEZO, RAMON Y HERMANOS



- **Número de campanas:** 16
- **Campanas analizadas:** 11
- **Campanas no analizadas:** De las 5 campanas no analizadas, en el momento del estudio la “Virgen del Espino”, de 110 cm de diámetro de Hermanos Portilla, no existía todavía, mientras que las cuatro campanas restantes no están situadas en la torre (“Campana de salida de misa”, de 1850 y 15 cm, “Campanillo de coro”, de 1450 y 50 cm, “Campana de los cuartos (a)”, de 25 cm y “Campana de las horas (b)”, de 26 cm, ambas de 1786 y autor desconocido”).
- **Rango de tamaño:** 50-168 cm
- **Franja de fechas:** 1539-1966

Del conjunto analizado destaca la presencia de los tres tipos de campanas que se pueden hallar en las catedrales hispanas: las llamadas *romanas*, representadas por las tres campanas mayores (incluida la del reloj), las *góticas* (“La Picotera”, “Campana del Entablao”, “Cuartos del reloj” y “Campanillo 3”) y el modelo más cercano a las campanas de carillón (“San Juan Bautista”, “Campanillos 1,2,4” y “Campana”).

Asimismo, en este grupo de campanas vemos un claro ejemplo de fundidores y épocas muy distintas, las cuales no están regidas por ningún tipo de patrón, como podemos ver en la gráfica de desviaciones. De hecho, las dos únicas que mantienen cierto criterio son las creadas por Ramón y Hermanos Menezo en 1908, en las que, a pesar de que en la mayor solo ha sido posible obtener hasta el quinto parcial, vemos un paralelismo interesante, con una Tercera por encima de la media y una Nominal que se queda más grave.

En cuanto a la nota de golpe, en la “Campana del Entablao”, de tipo *gótica*, no ha sido posible tomar una de ellas como referencia, ya que los resultados han sido muy dispersos, optando dos personas por el Mi, valor que corresponde con la Prima, pero dos con el Si, valor cercano al encontrado en la Tercera. Lo mismo ocurre con el “Campanillo 4”, donde los resultados se encuentran aún más divididos: dos personas señalaron el Mi, que coincide con el Hum, dos el Fa#, que coincide con la Tercera y finalmente dos el La, relacionado con la Quinta. En los “Cuartos del reloj” los resultados son todavía más dispersos, sin poder tener conclusiones claras. En “La Asunción y San Pedro” tampoco ninguna de las notas tiene un predominio claro, pero además, si nos fijamos en la propia desviación de los parciales de la campana corresponde con las distintas opciones que se dan en el experimento, ya que dos optan por el Sib que coincide con la Prima y la Nominal, y dos con el Fa, que coincide con el Hum y la Tercera.

3.2.15 BURGOS (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA

Gráfica 17. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Burgos. Elaboración propia.

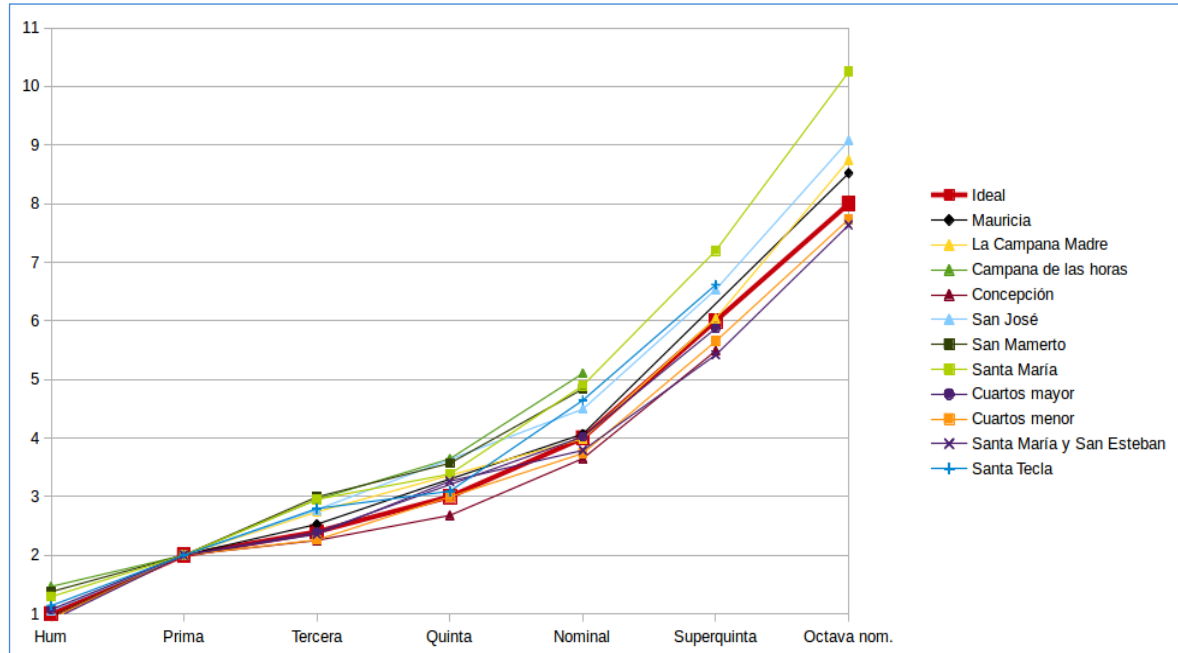


Tabla 24. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Burgos. Elaboración propia.

Campana	Campana del Cristo*	Santa Tecla	Santa María y San Esteban	Cuartos menor	Cuartos mayor	Santa María (^)	San Mamerto (^)	San José (^)	Concepción (°)	Campana de las horas * (°)	La Campana Madre (°)	Mauricia (°)
Hum	Mib 5 +04	Fa# 4 -25	Reb 4 -19	Sol 4 +00	Mi 4 -21	Si 3 +31	Si 3 +14	Mi 3 +12	Fa 3 +33	La 3 -27	Sib 2 -23	Reb 2 +05
Hum frec.	624	364,5	274	392	325,5	251,5	249	166	178	216,5	115	69,5
Prima	Re 6 -35	Mi 5 -47	Mib 5 -13	La 5 -47	Mib 5 -42	Sol 4 -11	Fa# 4 -37	Mib 4 +29	Fa# 4 +46	Re 4 +10	Si 3 -13	Re 3 -09
Prima frec.	1151	641	617,5	856	607	389,5	362	316,5	380	295,5	245	146
3ª	Sol 6 +00	La 5 +31	Fa# 5 -29	Si 5 -34	Fa# 5 -33	Re 5 -36	Reb 5 -39	La 4 -01	La 4 -47	La 4 -15	Mi 4 +30	Fa# 3 -04
3ª frec.	1568	896	727,5	968	726	575	542	439,5	428	436	335,5	184,5
5ª	Lab 6 +04	Si 5 +05	Si 5 +34	Mi 6 -47		Mi 5 +00	Mi 5 -35		Do 5 -47	Do 5 +49		
5ª frec.	1666	991	1007,5	1282,5		659	646		509	538,5		
Nominal	Fa 7 +15	Fa# 6 +09	Re 6 -06	Sol 6 +34	Mib 6 -34	Sib 5 +38	La 5 -08	Fa 5 +30	Fa 5 -12	Fa# 5 +32	Si 4 -18	Re 4 +19
Nom. frec.	2818	1488,5	1170	1600	1220	953,5	875,5	711	693,5	754	488,5	297
Super 5ª	La 7 +46	Do 7 +23	Lab 6 +12	Mib 7 -49	La 6 +21	Fa 6 +06		Do 6 -20	Do 6 -05		Fa# 5 +01	
Super 5ª frec.	3615	2121	1673	2419	1782	1402		1034	1043		740,5	
8ª nom.			Re 7 +06	Lab 7 -06		Si 6 +18		Fa 6 +48			Do 6 +40	Mib 5 +00
8ª nom. frec.			2357,5	3310		1996,5		1436,5			1071	622
Año fund.		1961	1816	1743	1950	1790	1844	1785	1856	1390ca	1591	1550ca
Diámetro	36	54	62	65	66	70	76	102	121	142	156	174
Fundidor		PEREA, VIUDA DE ÁNGEL (MIRANDA DE EBRO)			PEREA, VIUDA DE ÁNGEL (MIRANDA DE EBRO)		ALONSO, COSME, RUIZ, RUDESINDO E HIJOS	ACEBO; BALLELLA		GUNSAVO FAMUCENSE, PEDRO		ANDES

- **Número de campanas:** 20
- **Campanas analizadas:** 12
- **Campanas no analizadas:** De las 8 campanas no analizadas, 4 de ellas no se encuentran en la torre (“Cimbalillo de coro”, “Campana de los cuartos (a)”, “Campana de los cuartos (b)” y “Campana de las horas”); 2 se encuentran en el suelo de la torre (“Campana 4” y “Santa Bárbara”) y 2 no existían en el momento de la recogida de datos (“Santa María la Mayor”, de 140 cm fundida en 2010 por Eijsbouts y “San Antonio”, de 125 cm fundida en 2005 por Hermanos Portilla).
- **Rango de tamaño:** 34-144 cm
- **Franja de fechas:** 1681-1978

Al igual que en otros campanarios de la misma zona geográfica, en el conjunto de campanas de la Catedral de Burgos hallamos los tres tipos de campanas de los que hablamos en este trabajo. De esta forma nos encontramos con tres campanas *góticas* (“Santa María”, “San Mamerto” y “San José”, fundidas entre 1785 y 1844), cuatro *romanas* (“Concepción”, “Campana de las horas”, “La Campana Madre” y “Mauricia”) y las cinco más pequeñas que siguen el modelo que tiene el mismo perfil que las campanas de carillón. Según se desprende del análisis de la gráfica de las desviaciones, estamos ante un grupo heterogéneo, formado por elementos de épocas y fundidores muy distintos, pero si tenemos en cuenta los datos aportados en cuanto a los distintos tipos de perfil de cada campana, observamos que las tres campanas *góticas* sí que siguen un patrón similar con una Prima mucho más grave que el resto de los parciales.

Sin embargo, con las campanas que siguen el llamado modelo *romano* es más complicado encontrar un patrón común, aunque se acercan más al modelo de la campana ideal, salvo el caso de la “Concepción” en la cual la Prima es más aguda que el resto de los parciales, provocando que al ser la nota de referencia los otros queden proporcionalmente mucho más graves.

Por su parte, la “Campana de las horas”, pese a no entrar en el conjunto de los toques litúrgicos merece ser señalada por su antigüedad¹⁹¹. Es interesante porque tiene un perfil del tipo *romano*, pero en la colocación de sus parciales podemos ver que concuerdan mucho mejor con las campanas del tipo *gótico* y no con las de su mismo estilo. Evidentemente, la diferencia de casi 170 años con la siguiente *romana* del conjunto hizo que, pese a mantenerse el diseño exterior del perfil, las proporciones de grosor y altura cambiasen, lo que provoca ese cambio significativo del sonido.

191. Se trata de una campana de alrededor de 1390 fundida por Pedro Gunsalvo.

En cuanto a la nota de golpe, este es un conjunto con bastantes casos singulares. No ha sido posible establecer ninguna en la “Concepción” ya que los resultados están muy repartidos, con dos personas que han optado por el Fa, que concuerda con el Hum y la Nominal, y otras dos por el Do, que concuerda con la Quinta. El resto de los resultados se reparten entre otras notas.

“San José” es uno de los casos interesantes a los que se refiere la teoría¹⁹² al decir que hay veces que el resultado sonoro no se corresponde con ninguno de los parciales. En esta ocasión la mitad de los encuestados optaron por el Sol, y dos más por el Fa#, cuando no hay ningún parcial que se sitúe alrededor de esos tonos. Esto quiere decir que la combinación de ellos hace que el resultado sonoro sea una nota completamente distinta, un llamado tono virtual.

En “La Campana Madre” ocurre algo parecido, pero con una concreción menor por parte de los encuestados, ya que tres optaron por el Fa# y dos por el Fa. Sin embargo, en “Mauricia” hay tres personas que señalaron Do y tan solo dos el Do#, que es el parcial que nos encontramos en el Hum. Sin embargo, en la “Campana del Cristo” no hemos podido destacar ningún parcial porque dos personas se decantaron por el Mi y dos por el Mib, pero en este caso el resultado se encuentra muy cercano a uno de los parciales más importantes como es el Hum.

En la “Campana de las horas” podemos ver que están destacadas dos notas muy lejanas, el La, en el Hum y la Tercera, y el Re en la Prima. Esto se debe a que tres personas optaron por cada una de ellas, siendo el mínimo considerado para destacarlas¹⁹³. El resultado es interesante porque hacen referencia a parciales muy importantes que se salen de la lógica de la referencia de las campanas afinadas.

También en “San Mamerto” observamos un resultado no muy habitual, como es que la nota de golpe se encuentre en la Tercera. En el resto de las campanas los resultados son más comunes, como muestra la Tabla 24. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Burgos. Elaboración propia.

192. Para más información consultar el apartado 1.2.2.

193. Para más información consultar el capítulo 2 referente a la Metodología.

3.2.16 CÁCERES (EXTREMADURA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA

Gráfica 18. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Cáceres. Elaboración propia.

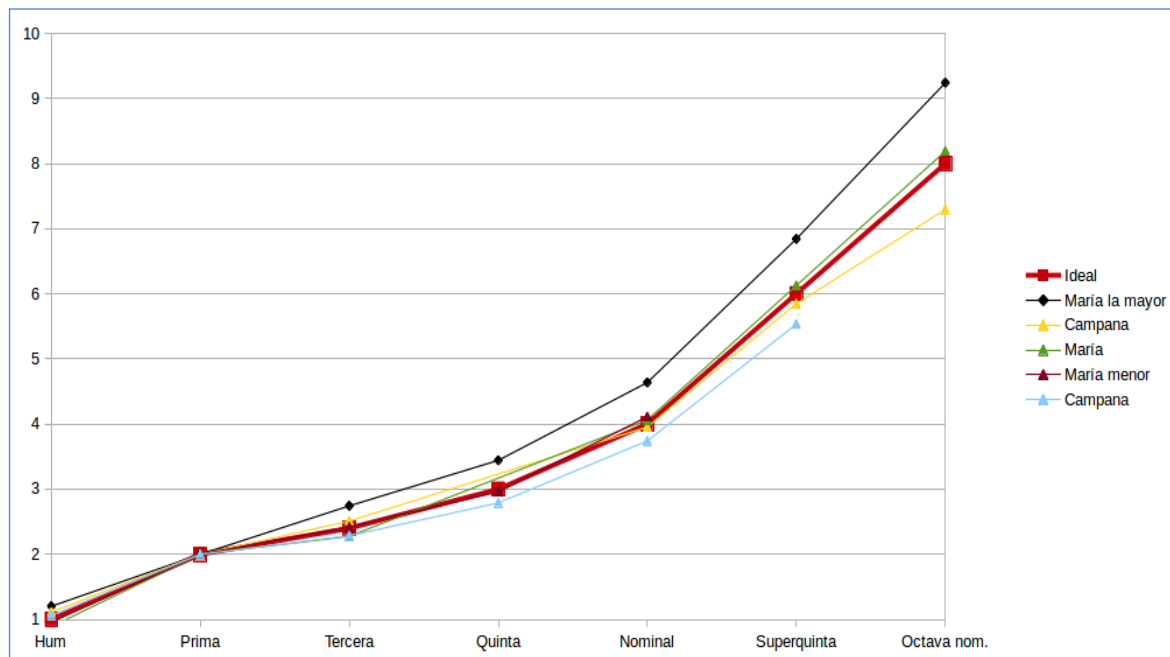


Tabla 25. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Cáceres.
Elaboración propia.

Campana	Campana	María menor	María	Campana (∩)	María la mayor
Hum	Fa# 4 +16	Si 3 +28	Lab 3 -43	Lab 3 -43	Lab 3 -13
Hum frec.	373,5	251	202,5	202,5	206
Prima	Fa 5 +11	Do 5 +02	Sib 4 -41	Fa# 4 -30	Fa 4 -31
Prima frec.	703	524	455	363,5	343
3ª	Sol 5 +41	Mib 5 +33	Do 5 -17	Sib 4 -38	Sib 4 +16
3ª frec.	803	634,5	518	456	470,5
5ª	Si 5 -12	Sol 5 -19			Re 5 +09
5ª frec.	980,5	775			590,5
Nominal	Mi 6 -04	Reb 6 -48	Sib 5 -14	Fa# 5 -49	Sol 5 +25
Nom. frec.	1315	1078	924,5	719	795,5
Super 5ª	Si 6 -26		Fa 6 -03	Do 6 +27	Re 6 -01
Super 5ª frec.	1945		1394	1063	1173,5
8ª nom.			Sib 6 -01	Mi 6 +09	Sol 6 +18
8ª nom. frec.			1863,5	1326	1585
Año fund.	1984	1892	1974	1991	1909
Diámetro	50	63	90	107	112
Fundidor	RIVERA DOMÍNGUEZ, GABRIEL (MONTEHERMOSO)	RIVERA E HIJOS (MONTEHERMOSO)	RIVERA DOMÍNGUEZ, GABRIEL (MONTEHERMOSO)		LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCEL BAJO)

- **Número de campanas:** 5
- **Campanas analizadas:** 5
- **Rango de tamaño:** 50-112 cm
- **Franja de fechas:** 1892-1991

Conjunto formado por tres campanas de Gabriel Rivera, una de ellas siguiendo el tipo de perfil *romano*, “Campana” de 107 cm; la “María menor” fundida por su abuelo y finalmente la “María la mayor” de principios del siglo XX de Constantino Linares. Partiendo de la base de que no forman un grupo excesivamente homogéneo, la que más se desvía del conjunto es esta última campana, sin duda porque es una manufactura realizada por un fundidor distinto al resto. De hecho, la “María la menor”, siendo la campana más antigua, es la que más se acerca a los valores propios de la campana ideal. Sería interesante para posteriores estudios ver cómo evolucionó la familia de fundidores y averiguar la transformación de las campanas, a priori da la impresión que continuaron con el trabajo hecho por los antepasados, pero lejos de perfeccionarlo, se limitaron a utilizar los recursos sin profundizar en los conocimientos.

En cuanto a la nota de golpe, es interesante el caso de la “María menor”, porque tres de los encuestados optaron por el Do, nota que se encuentra en la Prima, pero lo curioso es que tres optaron por el Fa, que no lo situamos ni cercano¹⁹⁴ a ninguno de los otros parciales. En el caso de la “María la mayor” los resultados oscilaron en el intervalo comprendido entre el Sol y el Fa, que son las notas entre las que se mueven la Prima, la Nominal y la Octava Nominal, sin poder ser ninguno concluyente.

En las otras tres campanas nos encontramos resultados más habituales, con la nota de golpe entre el Hum, la Prima y la Nominal, resaltando la “María”, en la cual podemos ver que la elección de la nota fue mayor y se da en tres de los parciales de la campana.

194. Al hablar de cercanía siempre nos referimos a una distancia no mayor de un semitono.

3.2.17 CÁDIZ (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE SANTA CRUZ

Gráfica 19. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Cruz, Cádiz. Elaboración propia.

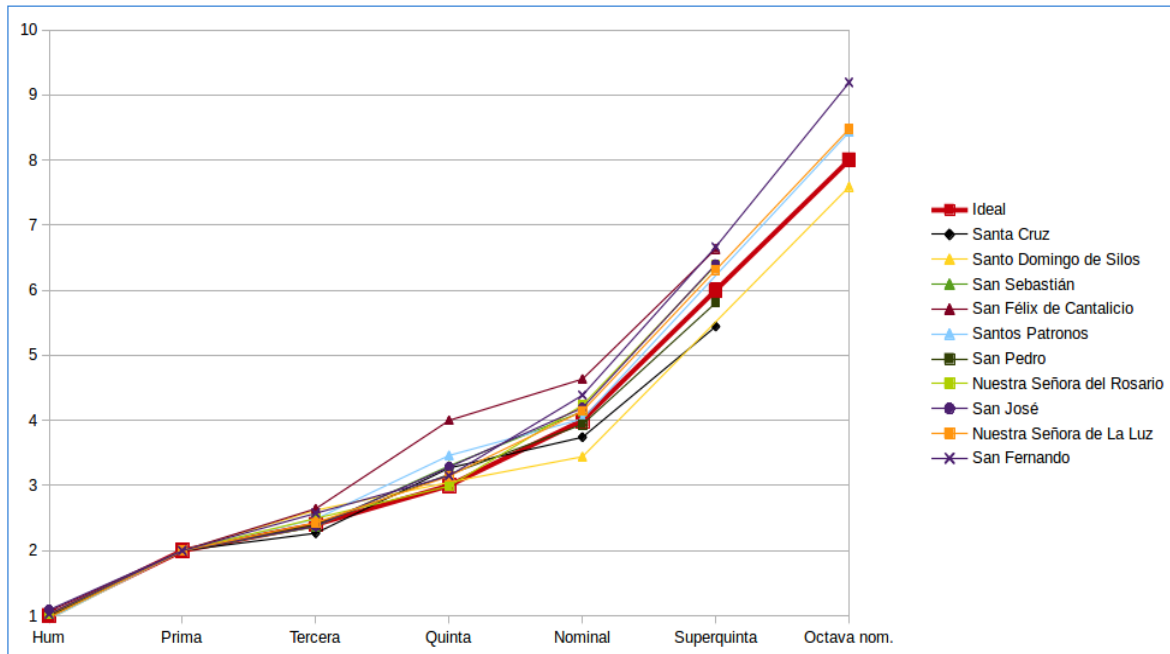


Tabla 26. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Cruz, Cádiz. Elaboración propia.

Campana	San Fernando	Nuestra Señora de La Luz	San José	Nuestra Señora del Rosario	San Pedro	San Félix de Cantalicio	Santos Patronos	San Sebastián	Santo Domingo de Silos	Santa Cruz
Hum	Mib 4 +32	Si 3 -34	Fa 3 +08	Lab 3 -47	Lab 3 +15	Fa# 3 +00	La 3 -11	Fa# 3 -42	Re 3 +42	Mi 3 -13
Hum frec.	317	242	175,5	202	209,5	185	218,5	180,5	150,5	163,5
Prima	Mib 5 -14	Si 4 +14	Mi 4 -40	Sol 4 +11	Lab 4 +41	Fa 4 -13	Sib 4 -21	Fa# 4 -09	Mib 4 +35	Mi 4 +15
Prima frec.	617	498	322	394,5	425,5	346,5	460,5	368	317,5	332,5
3ª	Sol 5 +21	Re 5 +49	Sol 4 -42	Si 4 -06	Do 5 -41	Sib 4 -30	Re 5 -45	La 4 -17	Lab 4 +02	Fa# 4 +32
3ª frec.	794	604,5	382,5	492	511	458	572	435,5	416	377
5ª	Si 5 -28	Sol 5 -02	Do 5 +17	Re 5 +07		Fa 5 -13	Sol 5 +28	Mib 5 -41	Si 4 -34	Reb 5 -34
5ª frec.	971,5	783	528,5	590		693	797	607,5	484	543,5
Nominal	Fa 6 -41	Do 6 -24	Mi 5 +40	Lab 5 +09	Lab 5 +15	Sol 5 +41	Sib 5 -10	Fa# 5 +48	Reb 5 -24	Mib 5 +00
Nom. frec.	1353,5	1031,5	675	835	838	803	926,5	761	546,5	622
Super 5ª	Do 7 -30	Sol 6 +03	Do 6 -27	Mib 6 +20	Mib 6 -12	Re 6 -37				La 5 +48
Super 5ª frec.	2056,5	1571,5	1030	1259	1235,5	1149,5				905
8ª nom.	Fa 7 +25	Do 7 +14	Reb 6 -08			Sol 6 +40	Si 6 -30		Re 6 +44	
8ª nom. frec.	2835,5	2111	1103				1941		1205	
Año fund.	1996	1996	1863	1996	1844	1957	1911	1957	1911	1846
Diámetro	63	77	81	98	103	105	105	106	143	160
Fundidor	QUINTANA, CAMPANAS (SALDAÑA)		HAYNES, THOMAS (CÁDIZ)	QUINTANA, CAMPANAS (SALDAÑA)	JAPÓN, FRANCISCO (SEVILLA)	MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)	LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANHELBAJO)	MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)	LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANHELBAJO)	JAPÓN, JOSÉ (SEVILLA)

- **Número de campanas:** 10
- **Campanas analizadas:** 10
- **Rango de tamaño:** 63-160 cm
- **Franja de fechas:** 1844-1996

Conjunto muy heterogéneo, con tres campanas añadidas en 1996 por Quintana, sin tener constancia de cuáles fueron las sustituidas, al igual que pasó en 1957 con las dos campanas de Salvador Manclús o en 1911 con sendas de Constantino Linares.

En teoría, en la Torre de Levante solo estaban situadas las campanas del reloj, pero ahora se encuentran tres de volteo, entre ellas la campana “Santa Cruz”, que es probable que formara parte de las del reloj. Esta campana se caracteriza por tener un perfil muy peculiar, que le confiere una Tercera más grave, una Quinta muy aguda y finalmente una Nominal y una Superquinta más graves de lo esperado.

El resto de las campanas, que quizás eran las que formaban parte del conjunto de toques litúrgicos originales no tienen excesivo interés, siendo las de Quintana las que tienen más cohesión entre ellas.

En relación a la nota de golpe destaca por encima de las demás “San Pedro”, en la que todos los encuestados¹⁹⁵ coincidieron en que era el *Lab* la nota escuchada y podemos ver que se da en los parciales más importantes, Hum, Prima y Nominal.

Por el contrario, en “Santos Patronos” no ha sido posible determinar ninguno de los parciales, ya que los resultados estaban demasiado repartidos, dos personas optaron por el *La*, otras dos por el *Sol#* y finalmente, dos más por el *Sol*.

En el resto de las campanas podemos observar que la nota de golpe se sitúa entre los parciales más habituales, Hum, Prima y Nominal, aunque hay algunas como “Nuestra Señora de la Luz” en la que se da en los cuatro, frente a otras como “Santa Cruz”, en la que la nota que surge de los experimentos solo coincide con uno de los parciales.

195. Tan solo en 11 campanas de las 855 ocurre que todos los participantes en el experimento opten por la misma nota, de ahí su importancia.

3.2.18 CALAHORRA (LA RIOJA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA

Gráfica 20. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Calahorra. Elaboración propia.

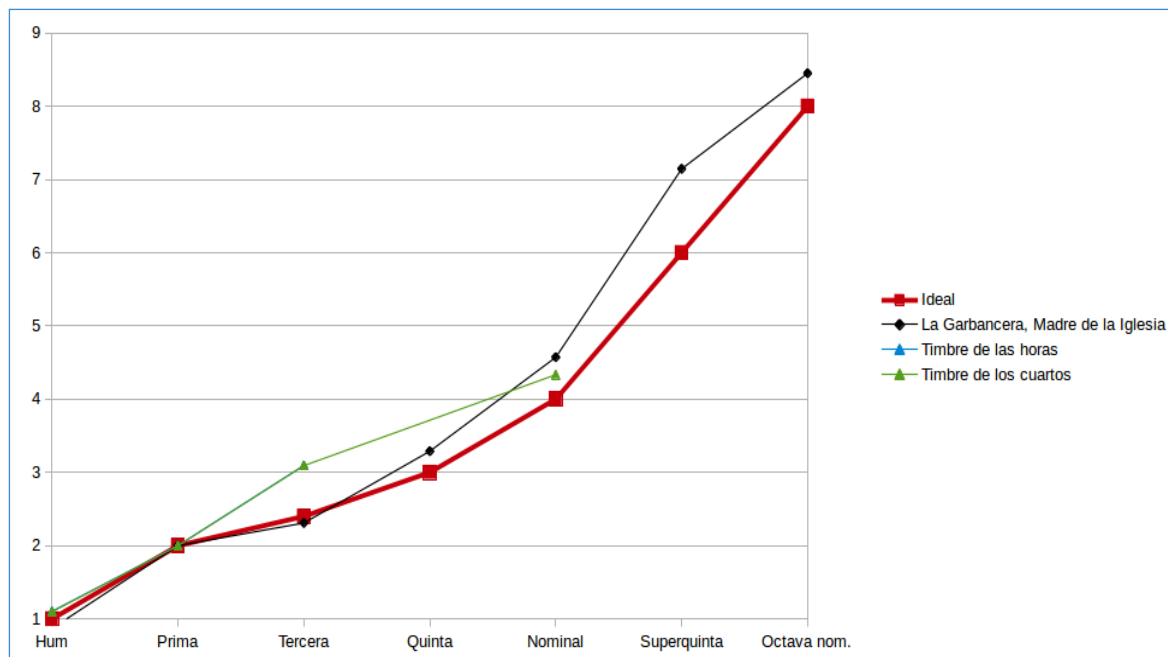


Tabla 27. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Calahorra.
Elaboración propia.

Campana	Timbre de los cuartos*	Timbre de las horas*	La Garbancera, Madre de la Iglesia (r)
Hum	Mib 6 -13	Re 6 +47	Sib 2 -38
Hum frec.	1235	1207,5	114
Prima	Reb 7 +25	Reb 7 -23	Do 4 +02
Prima frec.	2250	2188	262
3ª	La 7 -20	Lab 7 +33	Mib 4 -48
3ª frec.	3479	3386,5	302,5
5ª			La 4 -35
5ª frec.			431
Nominal	Mib 8 -36		Re 5 +34
Nom. frec.	4875		599
Super 5ª			Sib 5 +06
Super 5ª frec.			936
8ª nom.			Reb 6 +02
8ª nom. frec.			1107
Año fund.			1969
Diámetro	20	25	137
Fundidor			ERICE, VIDAL

- **Número de campanas:** 12
- **Campanas analizadas:** 3
- **Campanas no analizadas:** En el momento del análisis la “María Asunta”, de 1973, 113 cm de diámetro fundida por Erice Vidal, se encontraba desmontada fuera de la torre, así como la “Esquila de arriba”, de 1958 y 46 cm de Viuda de Ángel Perea. Lamentablemente, pese al interés de algunas de las campanas, no se pudo acceder a la grabación del resto.
- **Rango de tamaño:** 20-137 cm
- **Franja de fechas:** 1969

Este es uno de los conjuntos que necesitan un posterior estudio en profundidad debido a las dificultades que se dieron en el trabajo de campo.

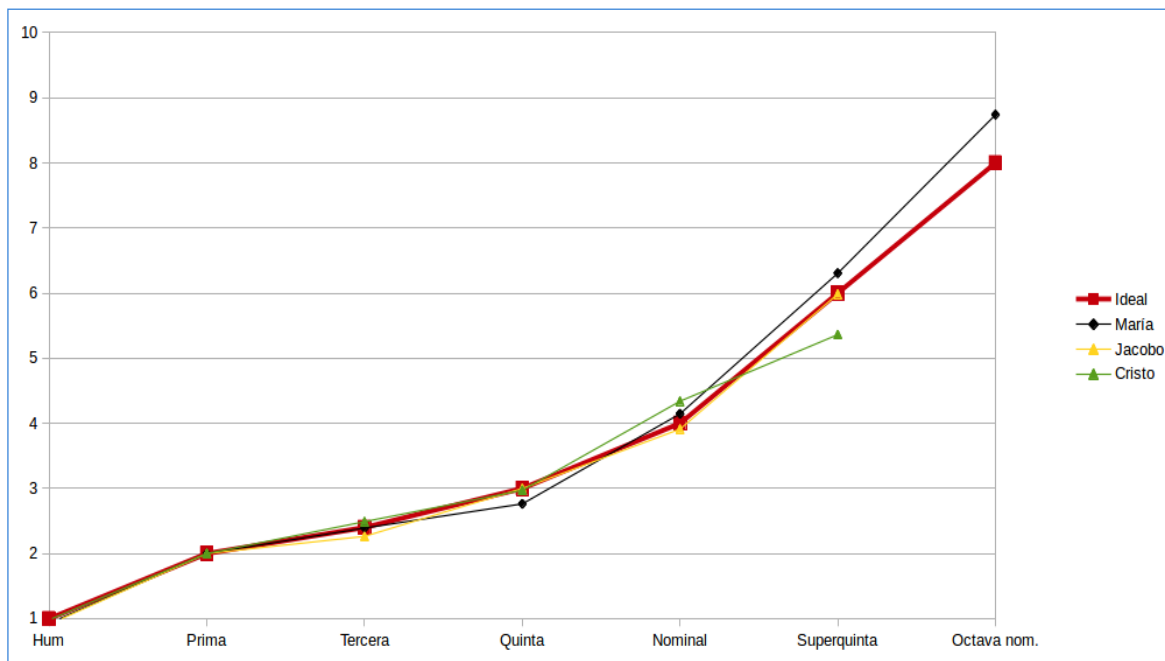
La única campana analizada de uso litúrgico es “La Garbancera, Madre de la Iglesia”, una campana sin gran relevancia fundida en 1969 por Vidal Erice con perfil *romano* y unos valores muy desiguales entre sus parciales. En cuanto a los resultados del experimento, vemos que en este caso el parcial destacado es el de la Quinta, pero que por la gran desviación de sus parciales estaría muy cerca de ser también el Hum¹⁹⁶.

Por otra parte, en ambos timbres la nota que se ha destacado corresponde al Hum, como suele ocurrir en muchas de las campanas pequeñas, y en el caso del “Timbre de los cuartos” coincide también con la Nominal.

196. Recordamos que a la hora de elegir las notas hemos optado por un desvío de ± 10 cts. por la afinación no pura de las campanas. Para más información consultar el capítulo 2.

3.2.19 CARTAGENA (REGIÓN DE MURCIA). SANTA MARÍA DE GRACIA

Gráfica 21. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María de Gracia, Cartagena.
Elaboración propia.



SANTA MARÍA
DE GRACIA

Tabla 28. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María de Gracia, Cartagena.
Elaboración propia.

Campana	Cristo	Jacobo	María
Hum	Sib 3 +17	Lab 3 +44	Reb 3 +17
Hum frec.	235,5	213	140
Prima	Sib 4 +48	Sib 4 +01	Re 4 +45
Prima frec.	479,5	466,5	301,5
3ª	Re 5 +28	Do 5 +15	Fa# 4 -45
3ª frec.	597	528	360,5
5ª	Fa 5 +34	Fa 5 +02	Lab 4 +04
5ª frec.	712,5	699,5	416,5
Nominal	Do 6 -09	Sib 5 -37	Mib 5 +07
Nom. frec.	1040,5	912,5	625
Super 5ª	Mi 6 -43	Fa 6 -01	Sib 5 +33
Super 5ª frec.	1285,5	1396	950,5
8ª nom.			Mi 6 -01
8ª nom. frec.			1317,5
Año fund.	1528	1797	1622
Diámetro	80	81	125
Fundidor			ROLDÁN, MIGUEL

- **Número de campanas:** 3
- **Campanas analizadas:** 3
- **Rango de tamaño:** 80-125 cm
- **Franja de fechas:** 1528-1797

En estas tres campanas destaca el hecho de que, a pesar de que son de tres siglos distintos y por lo tanto fundidores y momentos muy diferentes, si observamos la gráfica de las desviaciones podemos apreciar que hay cierta homogeneidad entre las tres. Salvo los parciales superiores del “Cristo” mantienen una línea bastante similar. Asimismo, es cierto que la Quinta de la “María” se queda más grave que el resto, pero es importante recordar que, tal y como hemos visto en la parte teórica del trabajo, este parcial es el menos relevante en cuanto a la consecución del sonido final de la campana.

Esta homogeneidad la encontramos también con la nota de golpe. A través de los resultados de los experimentos podemos contemplar que en las tres campanas hay un parcial en común, la Nominal, en la que se ve reflejada la nota que los encuestados asignan como nota de golpe, aunque en “Jacobo” también se de en la Prima y en “María” en la Octava Nominal¹⁹⁷.

197. Haciendo referencia a la teoría sobre la nota de golpe, apartado 1.2.2, es importante señalar la relevancia que muchos autores le dan a este parcial en relación al sonido final.

3.2.20 CASTELLÓ DE LA PLANA (COMUNITAT VALENCIANA). CAMPANAR DE LA VILA

Gráfica 22. Desviación de las campanas del Campanar de la Vila, Castelló de la Plana.
Elaboración propia.

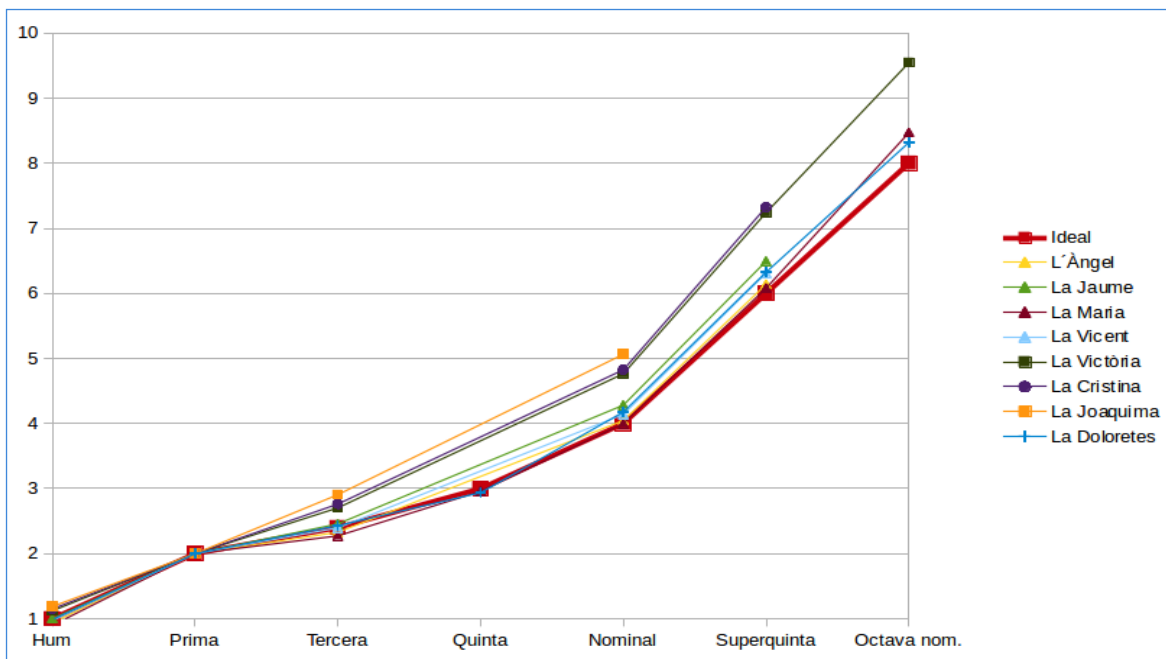


Tabla 29. Análisis de las campanas del Campanar de la Vila, Castelló de la Plana. Elaboración propia.

Campana	La Dolorettes	La Lledó; la menor dels quarts*	La Joaquina	La Cristina	L'Anna; la gran dels quarts*	La Victòria	La Vicent	La Maria	La Jaume	L'Àngel	La Tàfol; de les hores*
Hum	Fa# 4 -04	Sib 4 +10	Re 4 +04	Si 3 -20	Sib 3 +21	La 3 +11	Fa 3 -06	Mib 3 -45	Re 3 -15	Si 2 +14	Lab 2 -05
Hum frec.	369	469	294,5	244	236	221,5	174	151,5	145,5	124,5	103,5
Prima	Fa# 5 +17	La 5 -43	Si 4 +05	Lab 4 +35	Sib 4 +12	Sol 4 +13	Fa 4 +42	Mi 4 +38	Re 4 -15	Do 4 +25	Si 3 -31
Prima frec.	747,5	858	495,5	424	469,5	395	358	337	291	265,5	242,5
3ª	Sib 5 -44	Do 6 +24	Fa# 5 -47	Re 5 -05	Re 5 +10	Do 5 +35	La 4 -43	Sol 4 -40	Fa 4 +40	Mib 4 -11	Reb 4 -23
3ª frec.	908,5	1061,5	720	585,5	591	534	429	383	357,5	309	273,5
5ª	Reb 6 -17	Fa# 6 +37			La 5 -43			Si 4 +16			Mib 4 +18
5ª frec	1097,5	1512			858			498,5			314,5
Nominal	Sol 6 -08	La 6 -19	Mib 6 +13	Do 6 -39	Do 6 -21	Sib 5 +16	Fa# 5 +02	Mi 5 +37	Mib 5 +02	Do 5 +44	Sib 4 +12
Nom. frec.	1560,5	1740,5	1254,5	1023	1033,5	941	741	673,5	623	537	469,5
Super 5ª	Re 7 +10	Mi 7 -11		Sol 6 -16	Sol 6 +08	Fa 6 +40	Reb 6 +32	Do 6 -36	Sib 5 +23	Lab 5 -32	Fa 5 +22
Super 5ª frec.	2364	2619		1553	1576	1430	1130	1024,5	945	815	707,5
8ª nom	Sol 7 -14				Reb 7 -22	Sib 6 +18		Fa 6 +36			Sib 5 +40
8ª nom frec.	3109				2189	1885		1427			954,5
Año fund.	1824	1939	1939	1962	1921	1966	1939	1789	1939	1939	1604
Diám.	45	49	66	75	76	85	100	115	131	149	155
Fundidor		ROSES, HERMANOS (VALÈNCIA)	ROSES (VALÈNCIA)	ROSES (ATZENETA D'ALBAIDA)	ROSES SOLER, VICENTE DOMINGO (VALÈNCIA)	ROSES (ATZENETA D'ALBAIDA)	ROSES (VALÈNCIA)	ROSES, JOSEP; ROSES I TORMO, RAMON	ROSES, HERMANOS (SILLA)	ROSES, HERMANOS (SILLA)	GARCÍA, BERNABÉ

- **Número de campanas:** 11
- **Campanas analizadas:** 11
- **Rango de tamaño:** 45-155 cm
- **Franja de fechas:** 1604-1966

El factor más interesante de este conjunto es que todas las campanas, salvo la más grande, “La Tàfol, de les hores”, y la más pequeña, “La Dolorettes”, fueron fundidas por varias generaciones de los Roses, desde 1789 hasta 1966. A pesar de ello observamos en la gráfica que no siguen un modelo conjunto, por lo que los moldes y los perfiles fueron evolucionando y cambiando a lo largo de los años. En este sentido, destaca de manera particular el paralelismo evidente entre “La Victòria” y “La Cristina”, ambas de la última generación de Atzeneta d’Albaida, fundidas en 1966 y 1962, respectivamente¹⁹⁸. A pesar de la coherencia que tienen entre ellas, podemos ver que los parciales están claramente desviados, fruto de que la Prima es más grave de lo habitual.

En la parte opuesta destaca “La Maria”, la más antigua de la saga, que es la que más se acerca a las proporciones de la campana ideal.

En cuanto a la nota de golpe, nos encontramos con un campanario en el que en prácticamente todas las campanas viene definida por la Nominal o por alguno de los otros parciales principales, como son el Hum o la Prima. En este sentido, puede parecer curioso que en “La Maria” el único parcial de coincidencia sea la Octava Nominal, pero si lo analizamos con más detenimiento nos damos cuenta de que tanto en la Prima como en la Nominal, Mi 4 +38 y Mi 5 +37, respectivamente, tan solo nos hemos quedado a 2 y 3 centésimas del corte que hemos hecho¹⁹⁹, con lo que el resultado está muy cercano.

En el caso de “La Lledó; la menor dels quarts” no ha sido posible destacar ninguno de los parciales porque los resultados están bastante repartidos. Mientras dos personas han optado por el Sib y una por el Si, notas cercanas al Hum -pero que por falta de elecciones no se han destacado-, sorprende que dos personas hayan elegido el Re, cuando esta nota no se encuentra cercana a ninguno de los parciales. De esta manera estamos ante otro de los casos en los que la suma del sonido de los distintos parciales acaba creando un tono distinto a todos ellos²⁰⁰.

198. En la Gráfica 137, dedicada a estos fundidores, podemos ver todas las campanas que realizaron para las distintas catedrales.

199. Conviene recordar que hemos tomado un margen de ± 10 centésimas ante las características acústicas de las campanas. Se puede consultar toda la información al respecto en el capítulo 2 que versa sobre la Metodología.

200. Hay más información al respecto en el apartado 1.2.2, dedicado íntegramente al tema de la nota de golpe.

3.2.21 CEUTA (CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN

Gráfica 23. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción, Ceuta. Elaboración propia.

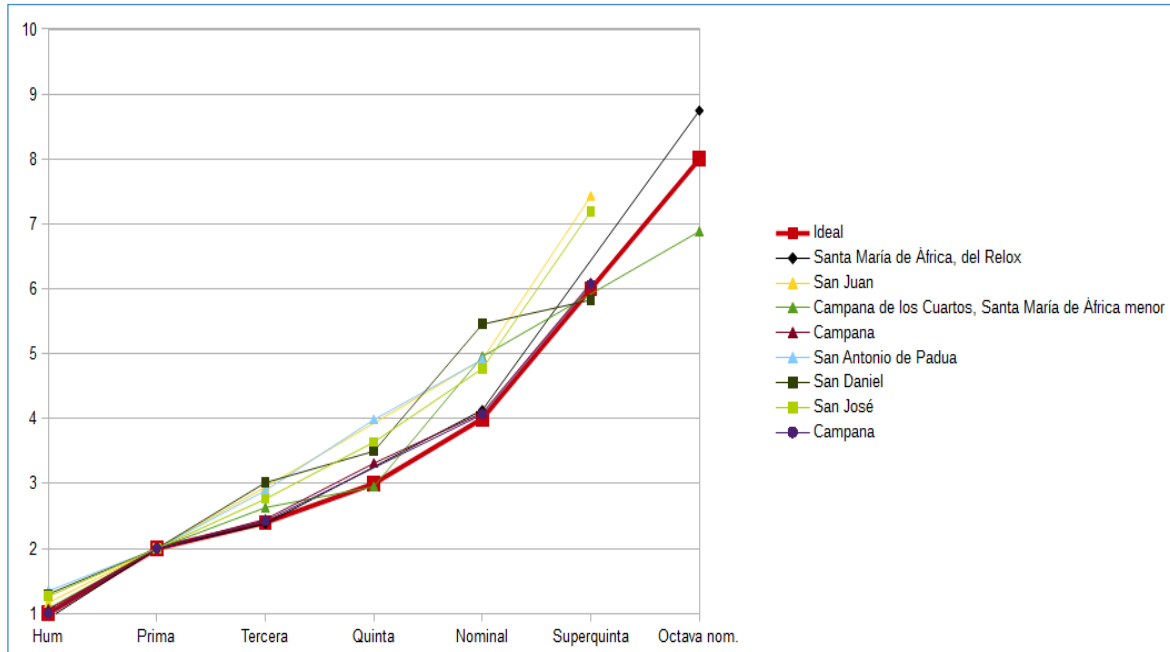


Tabla 30. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción, Ceuta. Elaboración propia.

Campana	Campana (1)	San José	San Daniel	San Antonio de Padua	Campana (2)	Campana de los Cuartos, Santa María de África menor	San Juan (^)	Santa María de África, del Relox
Hum	Fa# 4 +18	Fa# 4 +27	Reb 4 -35	Sol 4 - 35	Do 4 -34	Lab 3 +44	Si 3 +14	Re 3 +25
Hum frec.	374	376	271,5	384	256,5	213	249	149
Prima	Fa# 5 +16	Re 5 +23	Lab 4 +11	Reb 5 +48	Si 4 -34	Sol 4 +15	Lab 4 +48	Mi 4 -40
Prima frec.	747	595,5	418	570	484	395,5	427	322
3ª	La 5 +48	Lab 5 -16	Mib 5 +21	Lab 5 -11	re 5 +16	Do 5 -10	Mib 5 +20	Sol 4 -37
3ª frec.	905	822,5	630	825	593	520	629,5	383,5
5ª		Reb 6 -39	Fa# 5 -21	Reb 6 +41	Sol 5 +39	Re 5 -09		
5ª frec.		1083,5	731	1135,5	802	584		
Nominal	Fa# 6 +44	Fa 6 +28	Reb 6 +48	Fa 6 + 03	Si 5 +03	Si 5 -12	Do 6 +04	Mi 5 +16
Nom. frec.	1518,5	1420,5	1140	1399,5	989,5	980,5	1049	665,5
Super 5ª	Reb 7 +38	Do 7 +40	Mib 6 -37		Fa# 6 -06		Sol 6 +19	
Super 5ª frec.	2267,5	2142	1218		1474,5		1586	
8ª nom.						Fa 6 -44		Fa 6 +13
8ª nom. frec.						1361,5		1408
Año fund.	2001	1909	2000	1909	2001	1773	1826	1729
Diámetro	52	61	70	71	80	81	82	105
Fundidor	CARESA S. L. (VALLADOLID)	LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCHEL BAJO)	CARESA S. L. (VALLADOLID)	LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCHEL BAJO)	CARESA S. L. (VALLADOLID)	RODRÍGUEZ, MANUEL LUIS		

- **Número de campanas:** 8
- **Campanas analizadas:** 8
- **Rango de tamaño:** 52-105 cm
- **Franja de fechas:** 1729-2001

Las campanas de la Catedral de Ceuta forman un grupo un tanto caótico, distribuido en dos torres, aunque es probable que originalmente solo hubiera campanas en una de ellas. Las desviaciones completamente distintas que podemos observar en la tabla son fruto de esa heterogeneidad, lo que provoca que la afinación relativa entre ellas sea muy distante. La única excepción la encontramos entre “Campana (1)” y “Campana (2)”, ambas de Caresa, que a pesar de tener una diferencia entre ellas de casi 30 cm guardan unas proporciones muy similares y muy cercanas a la campana ideal.

Por otra parte, es interesante hacer una pequeña referencia a la campana “San Juan”, obra de autor desconocido, de 1826. Tiene un perfil muy peculiar, a medio camino entre las llamadas campanas *góticas* y las cercanas al tipo carillón. Esto produce que su resultado se aleje del estándar, sobre todo a partir del sexto parcial, aunque hasta ese guarda ciertas similitudes con la “San Antonio de Padua” de Constantino de Linares de 1909.

En cuanto a la nota de golpe, destaca sobre las demás campanas del conjunto la “Campana (1)”, en la que todos los participantes del experimento le otorgaron la nota que se da en el Hum, Prima y la Nominal²⁰¹.

En cambio, en la “Campana de los Cuartos” podemos observar que hay dos notas marcadas como representativas, ya que el *Lab* fue señalado por la mitad de los participantes, pero de los otros cuatro, tres optaron por el *Sol*. Lo mismo ocurre con la campana “San José”, con las notas *Fa#* y *Reb*, que hacen referencia al Hum y a la Quinta, mientras que en la Superquinta encontramos un *Do 7 +40*²⁰².

Por su parte, “San Juan” es uno de aquellos casos en los que la conjunción de los parciales acaba creando un sonido distinto, o tono virtual, al que podemos encontrar en los principales parciales por separado²⁰³. En este sentido vemos que el resultado del experimento revela que tres personas optaron por el *Do#* y dos por el *Mi*, ninguno de los cuales está entre los parciales, y finalmente, dos por el *Do*, que aparece en la Nominal.

201. Recordemos la dificultad de este hecho ante la escucha del sonido de las campanas, ya que solo ha ocurrido en 11 de las 855 campanas estudiadas, lo que representa el 1,29%.

202. El caso de la Superquinta se debe al margen de ± 10 centésimas, explicado en el capítulo 2.

203. Se puede leer más información sobre este tema en el apartado 1.2.2.

Otro caso curioso es “San Antonio de Padua”, en la que dos personas optaron por Fa# y otras dos por Fa, estando la Nominal en ese rango pero sin ser un número significativo de personas las que optaran por ellas.

En el resto de las campanas la nota de golpe se corresponde con los parciales principales.

3.2.22 CIUDAD REAL (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA DEL PRADO

Gráfica 24. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María del Prado, Ciudad Real.
Elaboración propia.

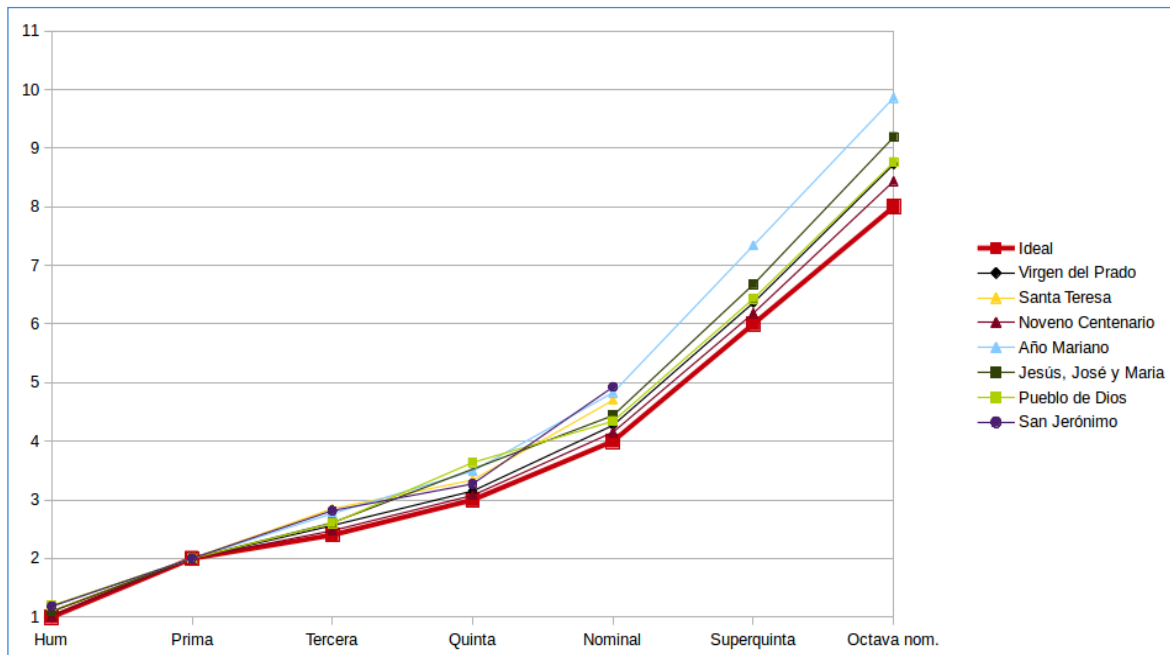


Tabla 31. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María del Prado, Ciudad Real.
Elaboración propia.

Campana	San Jerónimo	Pueblo de Dios	Jesús, José y María	Año Mariano	Noveno Centenario	De las horas* (∩)	Santa Teresa	Virgen del Prado
Hum	Fa# 4 -28	Sol 4 -02	Reb 4 +11	Si 3 -49	La 3 -43	Re 3 -39	Mib 3 -11	Mib 3 -45
Hum frec.	364	391,5	279	240	214,5	143,5	154,5	151,5
Prima	Mib 5 -17	Mi 5 -11	Do 5 -42	Lab 4 -45	Lab 4 +19	Mib 4 -06	Reb 4 +17	Reb 4 -10
Prima frec.	616	655	510,5	404,5	420	310	280	275,5
3ª	La 5 -24	Lab 5 +43	Mi 5 +17	Reb 5 +15	Do 5 -12	Do 5 -27	Sol 4 +30	Fa 4 +18
3ª frec.	867,5	851,5	666	559,5	519,5	515	399	353
5ª	Si 5 +35	Re 6 +23		Fa 5 +18	Mi 5 -35	Reb 5 -10	Sib 4 +04	La 4 -23
5ª frec.	1008	1191		706	646	551	467,5	434
Nominal	Fa# 6 +43	Fa 6 +30	Reb 6 +37	Si 5 -18	La 5 -14	Fa 5 -27	Mi 5 -03	Re 5 +03
Nom. frec.	1517,5	1422	1133	977	872,5	687,5	658	588,5
Super 5ª		Do 7 +11	Lab 6 +44	Fa# 6 +05	Mi 6 -25	Do 6 +28		La 5 -06
Super 5ª frec.		2106,5	1704	1484,5	1299	1064		876,5
8ª nom.		Fa 7 +45	Re 7 -02	Si 6 +16	La 6 +11	Fa# 6 +08		Re 6 +39
8ª nom. frec.		2868,5	2345,5	1994,5	1772	1487,5		1202
Año fund.	1802	1987	1967	1987	1988	1858	1967	1967
Diámetro	48	57	68	80	90	107	121	139
Fundidor		MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)	VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)	MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)	PRÁDANOS, JUAN; PRÁDANOS, SANTIAGO	VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)		

- **Número de campanas:** 9
- **Campanas analizadas:** 8
- **Campanas no analizadas:** La única campana no analizada es la “Campana de salida de misa”, que con un diámetro de 20 cm y autor desconocido no se encuentra en la torre.
- **Rango de tamaño:** 48-139 cm
- **Franja de fechas:** 1802-1988

Estamos ante un conjunto irrelevante de campanas modernas, con solo dos anteriores a la segunda mitad del siglo XX, “San Jerónimo” y “De las horas”. Siendo de autores distintos, ninguno de los cuales destaca por un trabajo homogéneo, es interesante la relación que se da entre el conjunto de campanas, lo que nos lleva a pensar que es fruto de la casualidad.

Lo mismo sucede con las campanas “Virgen del Prado” y “Pueblo de Dios” Más adelante, en el análisis por fundidores apreciaremos estas singularidades.

En cuanto a la nota de golpe, destaca la campana “Noveno Centenario”, en la que siete de los ocho participantes del experimento optaron por el La, siendo la nota que aparece en los parciales Hum, Nominal y Octava Nominal, ocurre lo mismo en la “Virgen del Prado”. Al igual que hablábamos antes respecto a la desviación, sorprende que se dé esto al ser también de autores distintos.

Por el contrario, en la campana “De las horas” no se ha podido determinar ninguna de las notas al estar muy diversificados los resultados. Es curioso que las dos únicas notas por las que ha optado más de una persona se encuentren entre el parcial de la Tercera y la Quinta. Aun así, es más peculiar el caso de la “Santa Teresa”, en la que cinco participantes señalaron el Fa, nota que no se da en ninguno de los parciales. Esto evidencia lo visto en el apartado 1.2.2 en relación a que en determinadas ocasiones el tono resultante es una construcción de los tonos producidos por los distintos parciales.

Distinto es el caso de “Jesús, José y María”, en la que dos personas optaron por el Re y otras dos por el Do#, impidiendo esa diversificación tomar partido por ninguna de las dos, pero siendo las notas sobre las que se sitúan el Hum, la Prima y la Nominal.

3.2.23 CIUDAD RODRIGO (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA

Gráfica 25. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Ciudad Rodrigo. Elaboración propia.

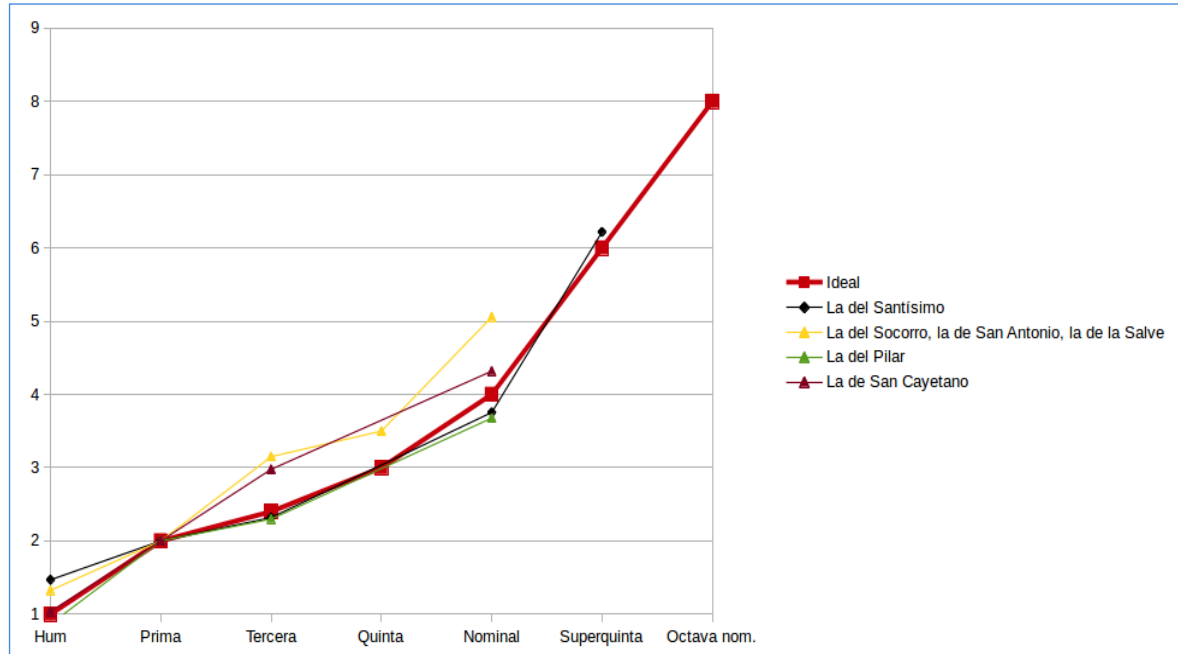


Tabla 32. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Ciudad Rodrigo. Elaboración propia.

Campana	La de San Cayetano (^)	La del Pilar (^)	La del Socorro, la de San Antonio, la de la Salve (^)	La del Santísimo (^)
Hum	Mi 4 +00	Sib 3 +28	Sib 3 +10	Si 3 -34
Hum frec.	329,5	237	234,5	242
Prima	Mib 5 +36	Reb 5 -21	Fa 4 +23	Mi 4 +00
Prima frec.	635,5	547,5	354	329,5
3ª	Sib 5 +25	Mib 5 +18	Reb 5 +09	Sol 4 -44
3ª frec.	946	629	557,5	382
5ª	LL		Mib 5 -07	
5ª frec.			619,5	
Nominal	Fa 6 -03	Si 5 +32	La 5 +30	Mib 5 -10
Nom. frec.	1372	1006,5	895,5	618,5
Super 5ª				Do 6 -36
Super 5ª frec.				1024,5
8ª nom.				
8ª nom. frec.				
Año fund.	1765	1766	1613	1752
Diámetro	68	74	88	92
Fundidor			ANTONIO, DAMIÁN	CAMINO

- **Número de campanas:** 13
- **Campanas analizadas:** 4
- **Campanas no analizadas:** Dos de las campanas no analizadas no se encuentran en la torre (“La de los cuartos”, de 1775, 65 cm de diámetro y autor desconocido y “La de las misas rezadas”, de 1954 y 40 cm, fundida por Cabrillo); por otra parte, “El Címbalo”, de 1949 y 75 cm, obra de Alfredo Villanueva, es inaccesible.
- **Rango de tamaño:** 68-92 cm
- **Franja de fechas:** 1613-1766

Las cuatro campanas analizadas siguen claramente el llamado perfil *gótico*, aunque son del siglo XVII-XVIII. A pesar de esta similitud no encontramos ninguna coherencia entre ellas. La mayor, “La del Santísimo”, y “La del Pilar” tienen cierta semejanza a partir del segundo parcial, pero son completamente distintas en el Hum y las otras dos no presentan ninguna línea análoga.

En cuanto a la nota de golpe, también podemos decir que nos encontramos ante un conjunto peculiar, caracterizado por la falta de coherencia y de valores habituales. Tan solo ha sido posible concretar en una campana la relación con los resultados obtenidos en los experimentos, siendo además una relación mínima basada en el parcial de la Tercera, que como podemos ver no es lo más habitual²⁰⁴. A ello hay que sumarle lo que sucede en las otras campanas: tanto en la “Del Pilar” como en la “Del Santísimo” no ha sido posible decantarse por una de las notas debido a la diferencia de resultados, sobre todo en la primera de ellas, con notas particularmente alejadas. Finalmente, es interesante el caso de “La de San Cayetano”, donde los resultados con más opciones han sido el Do, con tres elecciones, y el Do# con dos, siendo imposible encontrar ninguna de esas notas entre los parciales analizados.

204. Esta relación solo se da en el 6,89% del universo estudiado

3.2.24 CIUTADELLA (ILLES BALEARS). CATEDRAL DE LA PURIFICACIÓ DE LA MARE DE DÉU

Gràfica 26. Desviación de las campanas de la Catedral de la Purificació de la Mare de Déu, Ciutadella. Elaboración propia.

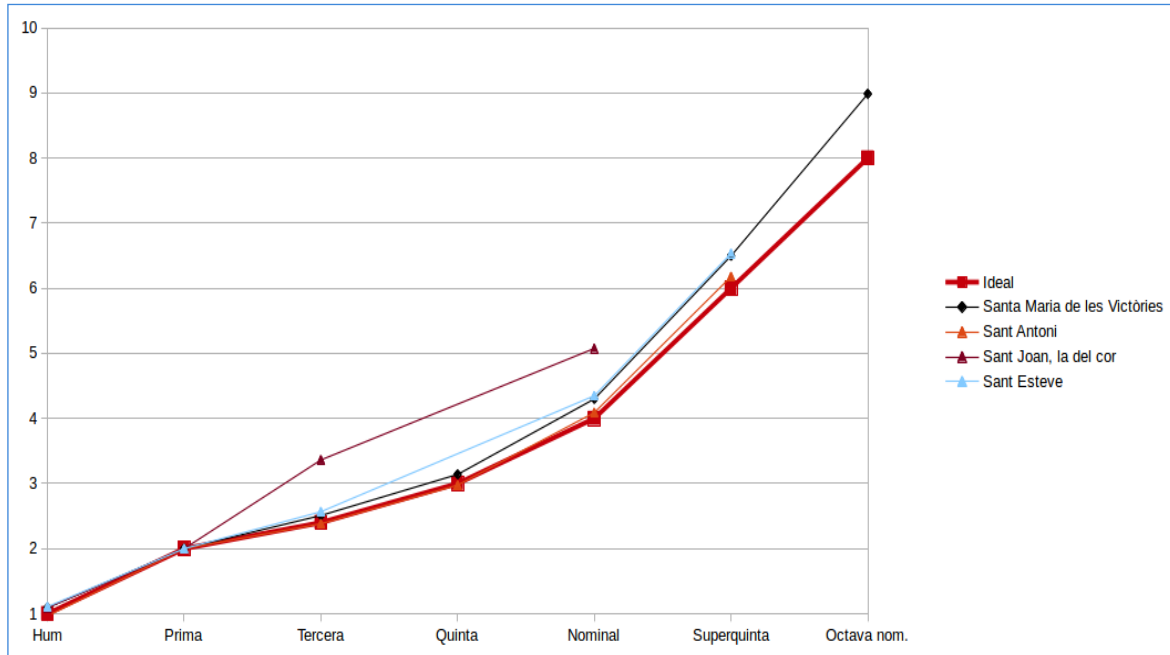


Tabla 33. Análisis de las campanas de la Catedral de la Purificació de la Mare de Déu, Ciutadella. Elaboración propia.

Campana	Campana dels quarts*	Sant Esteve	Sant Joan, la del cor	Campana del rellotge*	Sant Antoni	Santa Maria de les Victòries
Hum	Sol 4 -37	Fa# 4 -40	Re 4 -39	Reb 5 +37	Mi 3 -29	Re 3 +13
Hum frec.	383,5	361,5	287	566,5	162	148
Prima	Mi 5 +47	Mi 5 -19	Do 5 +07	Re 6 +11	Mi 4 +27	Reb 4 -39
Prima frec.	677,5	652	525,5	1182,5	335	271
3ª	La 5 +14	Lab 5 +13	La 5 +06	Fa 6 -32	Sol 4 +30	Fa 4 -46
3ª frec.	887,5	837	883,5	1371	399	340
5ª					Si 4 +16	Lab 4 +41
5ª frec.					498,5	425,5
Nominal	Fa# 6 +18	Fa 6 +25	Mi 6 +19	Sib 6 +16	Fa 5 -33	Re 5 -14
Nom. frec.	1496	1417,5	1333,5	1882	685	582,5
Super 5ª	Reb 7 +13	Do 7 +30			Do 6 -19	La 5 +00
Super 5ª frec.	2235	2130,5			1035	880,5
8ª nom.	Sol 7 -36					Mib 6 -37
8ª nom. frec.	3071					1217,5
Año fund.	2000	1920ca	1941	1950ca	1980	1980
Diámetro	50	53	74	75	106	125
Fundidor	PORTILLA, HERMANOS (GAJANO)	DÍEZ, MOISÉS (PALENCIA)	MESTRES, MANUEL (BARCELONA)		MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)	

- **Número de campanas:** 6
- **Campanas analizadas:** 6
- **Rango de tamaño:** 50-125 cm
- **Franja de fechas:** 1920-2000

Las seis campanas que forman este conjunto fueron elaboradas en el siglo XX por fundidores distintos, salvo las dos realizadas por Salvador Manclús. De las cuatro que forman parte de los toques litúrgicos destaca la “Sant Antoni” de Manclús, que sigue los parámetros de la campana ideal prácticamente en todos los parciales analizados²⁰⁵. Aun así, es curioso que a la hora de cruzar los resultados con el experimento sobre la nota de golpe, cinco de las personas optaron por la nota Fa, frente a dos el Mi, siendo la mayoritaria ligeramente superior a la de los parciales inferiores, e incluso en la Nominal que es donde coincide, se encuentra casi en el límite²⁰⁶. Esto se debe a que la suma de los parciales modifica el sonido final haciendo que no coincida del todo con ninguno de ellos.

Sin embargo, las otras tres campanas presentan unas desviaciones más pronunciadas, en el caso de “Sant Joan” desde el tercer parcial y en el caso de la campana más pequeña, “Sant Esteve”, desde el quinto. A pesar de ello la nota de golpe se encuentra en los parciales más propensos a ello.

205. Como podemos observar en la Gráfica 133 dedicada a este autor, esta alineación consideramos que se debe más a una coincidencia que a una búsqueda intencionada.

206. En este caso la Nominal es Fa 5 -33, a tan solo 17 centésimas del Mi.

3.2.25 CÓRDOBA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA

Gráfica 27. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Córdoba. Elaboración propia.

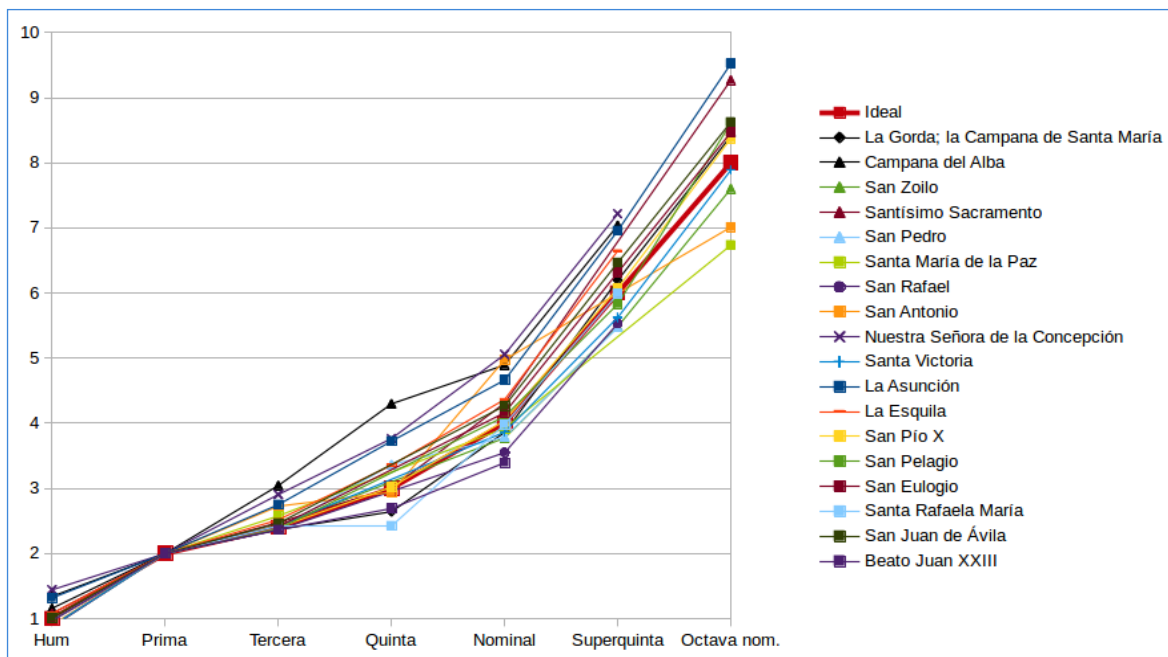


Tabla 34. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Córdoba.
Elaboración propia.

Campana	Beato Juan XXIII	Campana de los cuartos*	San Juan de Ávila	Santa Rafaela María	San Eulogio	San Pelagio	San Pío X	La Esquila	La Asunción	Santa Victoria
Hum	Fa# 4 -11	Sol 4 -13	Mib 4 -31	Mib 4 -11	Reb 4 -39	Sib 3 +39	Reb 4 -07	Sib 3 -45	Reb 4 +35	Sib 3 +06
Hum frec.	367,5	389	305,5	309	271	238,5	276	227	283	234
Prima	Fa# 5 +42	Sol 5 +38	Re 5 +41	Mib 5 +44	Reb 5 -40	Si 4 -17	Reb 5 -10	Lab 4 +23	La 4 -41	Do 5 +09
Prima frec.	758,5	801,5	601,5	638,5	541,5	489	551	421	429,5	526
3ª	La 5 +32	Do 6 +09	Fa# 5 +02	Sol 5 -23	Mi 5 -16	Re 5 -17	Mi 5 +05	Do 5 +22	Re 5 +09	Mib 5 +35
3ª frec.	896,5	1052	741	773,5	653	581,5	661,5	530	590,5	635
5ª	Do 6 -43			Sib 5 +17			Lab 5 +02	Fa 5 +19	Sol 5 +34	
5ª frec.	1020,5			773,5			832	706,5	800	
Nominal	Mi 6 -41	Lab 6 +31	Mi 6 -46	Mib 6 +37	Reb 6 +28	Si 5 +27	Reb 6 +05	Sib 5 -24	Si 5 +23	Si 5 +49
Nom. frec.	1287,5	1691	1283,5	1271,5	1127	1003,5	1112,5	919	1001,5	1016,5
Super 5ª			Si 6 -26	Sib 6 +43	La 6 -49	Fa 6 +35	Lab 6 +13	Fa 6 +03	Fa# 6 +16	Fa# 6 +00
Super 5ª frec.			1945	1912	1710	1425,5	1674,5	1399,5	1494	1479,5
8ª nom.			Mi 7 -28		Re 7 -42	Do 7 +10	Re 7 -31		Do 7 -40	Do 7 -14
8ª nom. frec.			2594		2292,5	2105,5	2307		2045	2075
Año fund.	2002	1605	1996	2002	1996	1996	2002	1981	1911	2005
Diámetro	52	54	54	58	61	67	71	81	82	83
Fundidor	CARESA S. L. (VALLADOLID)		BELLUCCI ECHI E LUCI SRL (MARTINA FRANCA)	CARESA S. L. (VALLADOLID)	BELLUCCI ECHI E LUCI SRL (MARTINA FRANCA)		CARESA S. L. (VALLADOLID)	ROSAS, HIJO DE MANUEL (TORREDONJIMENO)	LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANHEL BAJO)	QUINTANA, CAMPANAS (SALDAÑA)

Campana	Nuestra Señora de la Concepción	San Antonio	San Rafael	Santa María de la Paz	Santa Águeda, Campana de las horas*	San Pedro	Santísimo Sacramento	San Zolito	Campana del Alba	La Gorda; la Campana de Santa María
Hum	Lab 3 -18	Mi 3 -40	Sol 3 -22	Fa# 3 +00	Fa# 3 +14	Re 3 +31	Mib 3 -11	Reb 3 +48	Do 3 +15	Re 3 +31
Hum frec.	205,5	161	193,5	185	186,5	149,5	154,5	142,5	132	149,5
Prima	Reb 4 +48	Fa 4 +35	La 4 +05	Fa# 4 -21	Sol 4 -08	Fa 4 -48	Re 4 -42	Mi 4 -27	Sib 3 -38	La 3 +23
Prima frec.	285	356,5	441,5	365,5	390	339,5	286,5	324,5	228	223
3ª	Lab 4 -05	Si 4 -27	Do 5 -07	Sib 4 +17	Sib 4 +48	Lab 4 -49	Fa 4 +25	Sol 4 +06	Fa 4 -11	Do 4 +15
3ª frec.	414	486	521	471	479,5	403,5	354,5	393,5	347	264
5ª	Do 5 +43	Do 5 +02			Mib 5 +47	Re 5 -48	La 4 -37		Si 4 -13	Re 4 +04
5ª frec.	536,5	524			639,5	571	430,5		490	294,5
Nominal	Fa# 5 -46	La 5 +13	Sol 5 -01	Fa 5 +46	Sol 5 -41	Mi 5 -43	Mib 5 -13	Mib 5 -27	Reb 5 +11	La 4 -37
Nom. frec.	720,5	887	783,5	717	765,5	643	617,5	612,5	558	430,5
Super 5ª	Do 6 -30		Mib 6 -31		Reb 6 +11	Sib 5 -07		La 5 +19	Sol 5 +40	Fa 5 -18
Super 5ª frec.	1028,5		1222		1116	928,5		890	802,5	691
8ª nom.		Mib 6 +07		Mib 6 -18	Sol 6 -41		Mi 6 +12	Mib 6 -15		Sib 5 +10
8ª nom. frec.		1250		1231	1531		1328	1233,5		938
Año fund.	2005	1885	1915	1644	1495	1893	1765	1762	1691	1517
Diámetro	97	98	101	103	122	124	131	135	160	178
Fundidor	QUINTANA, CAMPANAS (SALDAÑA)		LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANHEL BAJO)	RIBAS, LOS	FERNÁNDEZ, CRISTÓBAL	LINARES, EDUARDO E HIJOS			SOLANO, MATÍAS	

- **Número de campanas:** 24
- **Campanas analizadas:** 20
- **Campanas no analizadas:** Las cuatro campanas no analizadas no se encuentran en la torre: “Campanillo del Altar Mayor”, de 1550 y 37 cm de diámetro, “Santa Victoria”, de 1769 y 82 cm, “Nuestra Señora de la Concepción”, de 1765 y 98 cm y el “Campanillo de la torre”, de 1605 y 44 cm, todas de autor desconocido.
- **Rango de tamaño:** 52-178 cm
- **Franja de fechas:** 1495-2005

El conjunto actual que analizamos se parece poco al conjunto que había originalmente. Las campanas de la sala segunda y tercera, obra de Caresa y Bellucci, no forman parte del conjunto original, que solo contaba con las doce de la primera estancia. De estas, dos fueron sustituidas por Quintana por tener la badajera suelta, ya que en su opinión, las campanas no pueden ser taladradas ni soldadas.

Por otra parte, respecto a los tipos de perfil utilizados, destaca que solo la “Santa María de la Paz” posee un perfil de los llamados *góticos*, en la que la Tercera se queda por debajo de los parámetros establecidos por la campana ideal y a partir del quinto parcial son relativamente mucho más graves.

Asimismo, la “Campana de los cuartos” tiene un perfil a medio camino entre romano y *gótico*, en la cual destaca que la Tercera es particularmente aguda²⁰⁷. De igual manera merece especial atención la campana más grande de todas, “La Gorda, la Campana de Santa María” de 1517 y 178 cm de diámetro, caracterizada por un Hum excepcionalmente agudo.

En cuanto al resto de campanas, podemos observar en la gráfica que forman una amalgama en cada parcial, sin ningún tipo de definición clara.

En relación a la nota de golpe, destaca el hecho de que hay tres campanas en las que coincide con los parciales más destacados, siendo además la opción de siete de los ocho encuestados. Se trata de la “Santa Rafaela María”, “San Pío X” y “San Eulogio”, en esta última la coincidencia se llega a dar en cuatro parciales.

De “La Asunción” cabe señalar que el parcial destacado es la Tercera, pero como podemos ver, por la desigualdad de sus parciales respecto a la campana ideal, se encuentra muy cercana a la nota del Hum (Reb 4 +35). Un caso parecido, en el que sí se destacan ambos parciales lo encontramos en “Nuestra Señora de la Concepción”, donde claramente seis personas optaron por la nota que coincide con ambos.

207. Esto provoca que nos encontremos con un intervalo de alrededor de una cuarta justa, cuando el ideal sería de una tercera menor, lo que viene a ser un tono menos.

Por otra parte, los resultados en “Santísimo Sacramento” están divididos entre Mib y Mi, con tres elecciones cada una, razón por la cual se han señalado ambas notas en el Hum, Nominal y Octava Nominal. Sin embargo, en “La Gorda” no ha sido posible optar por una nota, ya que los resultados están muy divididos, destacando que se dan en notas lejanas: La, Fa y en menor medida Si, que corresponden a la Prima y Nominal en el primer caso, a la Superquinta en el segundo y finalmente, a la Octava Nominal en el tercero.

En el caso de “San Rafael”, la nota que surge del experimento es Sol#, con tres elecciones, dos por el Sol y otras dos por el La, con lo que prácticamente todos los participantes del ensayo se mueven alrededor de la misma zona. Es curioso porque al final la predominante es la que se posiciona entre ambas, como justamente ocurre en los parciales de la campana que se sitúa entre el Hum y la Prima y por encima de la Nominal. Por esta razón no ha sido posible seleccionar ninguno de ellos a pesar de su cercanía. Un caso parecido lo tenemos en “San Pedro”, con tres elecciones al Mi, dos al Fa y otras dos al Mib, aunque en este caso sí que se da una coincidencia explícita en sus parciales.

Por el contrario, en “Santa María de la Paz”, seis personas optaron por el Sol#, nota que no podemos encontrar en ninguno de los parciales obtenidos de la campana ni de manera cercana, construyendo un tono virtual²⁰⁸. En la “Campana de los cuartos” vemos de nuevo un caso parecido, aunque aquí el resultado es menos rotundo, ya que las opciones de nota de golpe que surgen tras el experimento están más diversificadas.

Es interesante comprobar a través de este análisis, que campanas con tamaños tan diferentes como es el caso de “San Antonio”, de 98 cm de diámetro, y “Zoilo”, de 135 cm, tienen un sonido con un timbre muy distinto pero con un tono parecido²⁰⁹, ya que en ambos la nota que predomina en el experimento es el La, pero mientras que en la primera de las campanas esta nota se encuentra en el parcial de la Nominal, en la segunda se encuentra en la Superquinta.

De hecho, es llamativo que en dos de las campanas grandes como son “Zoilo” y la “Campana del Alba” el parcial que destaque de la nota de golpe sea la Superquinta²¹⁰, proporcionando homogeneidad y un timbre característico.

El resto de las campanas tienen la nota de golpe relacionada con los parciales más frecuentes.

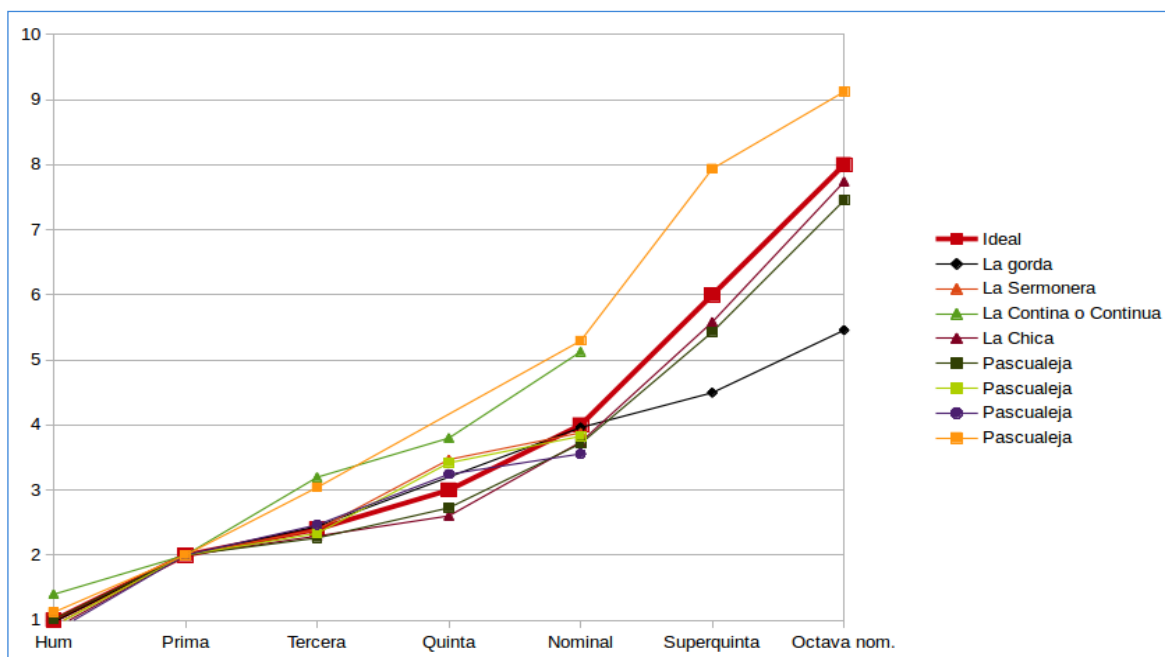
208. Esta es otra muestra de lo comentado en el apartado 1.2.2 acerca de campanas en las que la nota de golpe se construye a través de los distintos parciales pero sin ser igual a ninguno de ellos.

209. Recordamos que se pueden consultar todas las grabaciones, así como fotografías y todos los datos relacionados con la catalogación de las campanas en la web www.campaners.com

210. Que el parcial relacionado con la nota de golpe sea la Superquinta exclusivamente solo se da en 6 de los 855 casos, lo que supone un 0,71% del total.

3.2.26 CORIA (EXTREMADURA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA

Gráfica 28. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Coria. Elaboración propia.



LA ASUNCIÓN DE
NUESTRA SEÑORA

Tabla 35. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Coria.
laboración propia.

Campana	Pascualeja (3) (^)	Pascualeja (1) (^)	Pascualeja (2) (^)	Pascualeja (4) (^)	Esquilón*	La Chica	La Contina o Continua	La Sermonera	La Gorda
Hum	Mib 5 -47	Mi 5 -15	Mib 5 +39	Fa 4 +13	Do 4 +25	La 3 -47	Fa# 3 -04	Sol 3 +00	Sib 2 -45
Hum frec.	605,5	653,5	636,5	352	265,5	214	184,5	196	113,5
Prima	Reb 6 -46	Sol 6 +26	Fa 6 -04	Fa 5 -09	Lab 4 -24	Si 4 +00	Do 4 +15	Lab 4 +44	Sib 3 +06
Prima frec.	1079,5	1592	1393	694,5	409,5	494	264	426	234
3ª	Lab 6 -21	Si 6 -11	Lab 6 -37	Sol 5 +04	Reb 5 -01	Reb 5 +37	Lab 4 +27	Do 5 -46	Re 4 -48
3ª frec.	1641	1962,5	1626	786	554	566,5	422	509,5	285,5
5ª		Mi 7 -36	Re 7 +23	Sib 5 +27	La 5 -27	Mi 5 -43	Si 4 +26	Fa# 5 -02	
5ª frec.		2582	2381	947	866	643	501,5	739	
Nominal	Fa 7 +38	Fa 7 +22	Mi 7 +19	Mi 6 -38	Sib 5 -40	Sib 5 -17	Mi 5 +44	Lab 5 -08	Sib 4 -09
Nom. frec.	2857	2830,5	2666,5	1289,5	911	923	676,5	826,5	463,5
Super 5ª	Do 8 +40			Sib 6 +19	Fa 6 -29	Fa 6 -22			Do 5 +12
Super 5ª frec.	4284,5			1885,5	1373	1379			526
8ª nom.	Mib 8 -19			Mi 7 -32	Sib 6 -32	Sib 6 +42			Mib 5 +44
8ª nom. frec.	4923			2588	1829,5	1911,5			638,5
Año fund.	1973	1752		1862	1759	1750	1814	1758	1820
Diámetro	31	32	34	44	49	88	97	109	146
Fundidor	RIVERA DOMÍNGUEZ, GABRIEL (MONTEHERMOSO)			RIVERA			HOYO, JOSÉ		SANPEDRO

- **Número de campanas:** 11
- **Campanas analizadas:** 9
- **Campanas no analizadas:** Las dos campanas que faltan son la de las horas y la de los cuartos, por lo tanto no afecta al análisis de las campanas de uso litúrgico.
- **Rango de tamaño:** 31-146 cm
- **Franja de fechas:** 1750-1973

Nos encontramos ante un grupo muy heterogéneo de campanas, en el cual cada una de ellas procede de un fundidor distint. A pesar de ello es interesante el hecho de que las cuatro más pequeñas, todas ellas conocidas como “Pascualeja” tienen un marcado perfil de estilo *gótico*, aunque esta similitud no hace que posean ningún parecido, salvo la 2 y la 3, en las desviaciones de sus parciales.

Asimismo, destaca el caso de “La Gorda”, en la que a partir del quinto parcial sus valores decaen de manera muy notable, siendo mucho más graves de lo esperado.

En relación a la nota de golpe, en el conjunto de las campanas de Coria solo en cuatro de las nueve la nota resultante del experimento se encuentra en los parciales más propensos. Se trata de la “Pascualeja (2)”, la “Pascualeja (4)”, el “Esquilón” y “La Chica”. En cuanto al resto, sorprende que en las dos campanas más grandes, “La Sermonera” y “La Gorda”, el parcial destacado sea poco frecuente, la Quinta y la Superquinta, respectivamente. Este aspecto les confiere, dentro de la heterogeneidad y de las diferencias, cierta similitud, y hace que su sonido sea, en apariencia, ligeramente más agudo de lo esperado.

En cuanto a la “Pascualeja (1)”, puede resultar sorprendente que coincida con el Hum y la Quinta, pero este hecho se debe a que nos encontramos con una campana en la cual el primer parcial es muy grave en relación a la Prima, mientras que el cuarto, la Quinta, es más agudo de lo esperado, hecho que hace que coincidan ambos parciales aunque en octavas distintas, como es lógico.

“La Contina o Continua” es un claro ejemplo de campana donde el tono final es resultado de la unión del resto. Seis de las ocho personas participantes en el experimento optaron por un La, nota que no aparece en ninguno de los parciales, aunque sí que es cierto que se encuentra cercana a la Tercera. De hecho, uno de los encuestados optó por definir esta campana con un Lab.

Para finalizar, la “Pascualeja (3)” muestra en el experimento valores diversos. Dos personas optaron por el Sol#, que coincide con la Tercera, dos por el Do#, coincidente con la Prima, y el resto por otros valores distintos. Al no haber resultados concluyentes no se ha podido optar por ninguno.

3.2.27 CUENCA (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA Y SAN JUAN

Gráfica 29. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María y San Juan, Cuenca.
Elaboración propia.

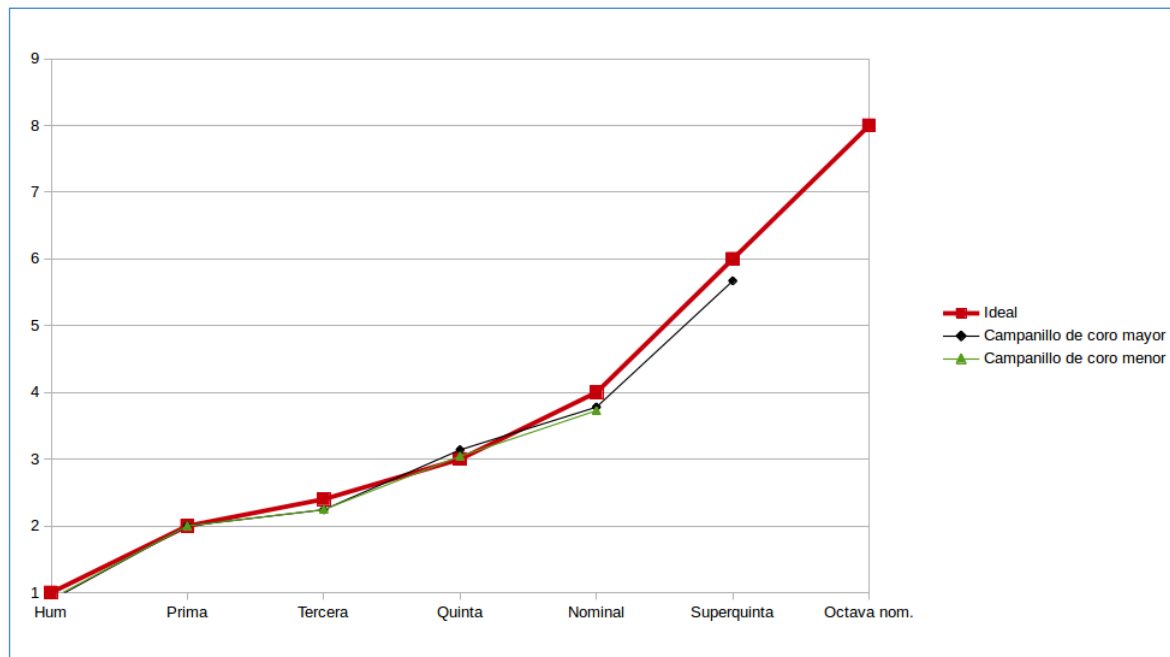


Tabla 36. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María y San Juan, Cuenca.
Elaboración propia.

Campana	Campanillo de coro menor (^)	Campanillo de coro mayor (^)
Hum	La 5 -36	Si 4 +12
Hum frec.	861,5	497,5
Prima	Sib 6 +31	Reb 6 +16
Prima frec.	1898,5	1119,5
3ª	Do 7 +30	Mib 6 +14
3ª frec.	2130,5	1255
5ª	Fa# 7 -41	La 6 -02
5ª frec.	2889,5	1757,5
Nominal	La 7 +09	Do 7 +18
Nom. frec.	3538,5	2116
Super 5ª		Sol 7 +21
Super 5ª frec.		3175
8ª nom.		
8ª nom. frec.		
Año fund.	1350ca	1400ca
Diámetro	23	48
Fundidor		

- **Número de campanas:** 2
- **Campanas analizadas:** 2
- **Rango de tamaño:** 23-48 cm
- **Franja de fechas:** 1350ca-1400ca

Las dos campanas de la Catedral de Cuenca destacan por su marcado perfil *gótico*. A pesar de esta clara adscripción, al contemplar la gráfica sobre las desviaciones observamos que se alejan muy poco respecto a la campana ideal, y, lo que es más importante si cabe, entre ellas hay muchas similitudes. Este aspecto, unido a la antigüedad de ambas campanas, hace que aun tratándose solo de dos elementos, sean de gran interés a nivel acústico.

En cuanto a la relación con la nota de golpe, los resultados de los experimentos muestran que ninguna de las dos campanas tiene un sonido que indique con claridad cuál es. En el caso de la pequeña es cierto que tres personas optaron por el La, pero tres más por el Sol#, nota vecina muy cercana al Hum²¹¹; en el caso de la mayor las opciones estuvieron más repartidas, dos señalaron el Si, otras dos el Sib y otras dos el Mib. Es verdad que las dos primeras opciones son muy cercanas o iguales al Hum, pero el otro caso hace referencia a la Tercera, con lo que no podemos sacar conclusiones²¹² claras.

211. El Hum es La 5 -36, lo que quiere decir que se encuentra a tan solo 14 centésimas del Sol#.

212. Conviene recordar que para que se señale coincidente con la nota de golpe uno de los parciales, es necesario que al menos tres personas hayan optado por dicha nota. Se puede consultar más información al respecto en el capítulo 2 sobre la Metodología.

3.2.28 DONOSTIA (PAÍS VASCO). ARTZAIN ONA KATEDRALEAN / CATEDRAL DE EL BUEN PASTOR

Gráfica 30. Desviación de las campanas de la Catedral del Buen Pastor, Donostia. Elaboración propia.

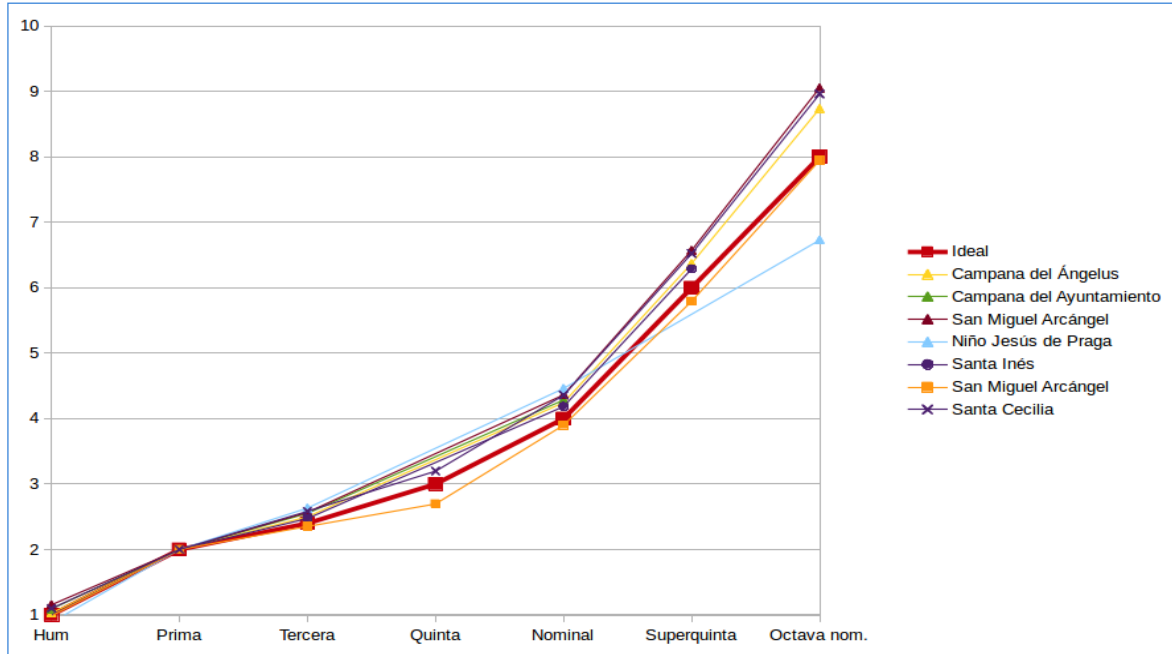


Tabla 37. Análisis de las campanas de la Catedral del Buen Pastor, Donostia. Elaboración propia.

Campana	Santa Cecilia	San Miguel Arcángel	Santa Inés	Cuartos pequeña*	Cuartos grande*	Niño Jesús de Praga	San Miguel Arcángel	Campana del Ayuntamiento	Campana del Ángelus	Campana de las horas*
Hum	Re 4 +28	Re 4 -15	Si 3 -13	Si 3 +35	Lab 3 +23	Si 2 +07	Mi 3 -45	Sib 3 -38	Fa# 3 -23	Re 3 -27
Hum frec.	298,5	291	245	252	210,5	124	160,5	228	182,5	144,5
Prima	Reb 5 -34	Re 5 +07	Si 4 -08	Fa# 4 -47	Lab 4 -07	Reb 4 +14	Reb 4 +05	Lab 4 +11	Fa 4 +30	Si 3 +31
Prima frec.	543,5	590	491,5	360	413,5	279,5	278	418	355,5	251,5
3ª	Fa 5 +08	Fa 5 -11	Mib 5 -40	Do 5 +20	Do 5 -14	Fa# 4 -09	Fa 4 +38	Do 5 +33	La 4 +17	Mi 4 -43
3ª frec.	702	694	608	529,5	519	368	357	533,5	444,5	321,5
5ª	La 5 -21	Sol 5 +25		Mib 5 +10	Mib 5 +10					
5ª frec.	869	795,5		626	626					
Nominal	Re 6 +13	Re 6 -35	Do 6 -30	Sib 5 -26	La 5 +00	Mib 5 +03	Mib 5 -44	La 5 +30	Fa# 5 +33	Reb 5 -27
Nom. frec.	1184	1150,5	1028,5	918	880,5	623,5	606,5	895,5	754,5	545,5
Super 5ª	La 6 +12	Lab 6 +49	Sol 6 -25		Mi 6 +09		Sib 5 -35		Reb 6 +36	Lab 5 -20
Super 5ª frec.	1772,5	1709	1545,5		1325,5		913,5		1132,5	821
8ª nom.	Mib 7 -37	Re 7 -03			Sib 6 -36	Sib 5 +15	Mib 6 +19		Sol 6 -16	Reb 6 +35
8ª nom. frec.	2435,5	2344,5			1825,5	940,5	1258,5		1553,5	1132
Año fund.	1999	1910	1940	1927	1941	1909	1940	1899	1941	1899
Diámetro	65	74	78	89	93	97	107	125	127	142
Fundidor	PORTILLA, HERMANOS (GAJANO)	MURGA Y ZULUETA, F. (ECHEBASTER)	ERICE, VIDAL	PEREA, ÁNGEL (MIRANDA DE EBRO)	ERICE, VIDAL	MURGA Y ZULUETA, F. (ECHEBASTER)	ERICE, VIDAL	DENCAUSSE, JUAN (BARCELONA)	ERICE, VIDAL	DENCAUSSE, JUAN (BARCELONA)

- **Número de campanas:** 10
- **Campanas analizadas:** 10
- **Rango de tamaño:** 65-142 cm
- **Franja de fechas:** 1899-1999

Conjunto en el que prácticamente todas las campanas pertenecen al siglo XX, siendo la única anterior la “Campana del Ayuntamiento”, de 1899. En cuanto a los fundidores, vemos que Vidal Erice realizó cuatro de ellas, teniendo la “Campana del Ángelus”, “Santa Inés” y “San Miguel Arcángel” unas características similares, basadas en la Prima, más grave respecto al resto de los parciales.

Esta cierta similitud no la encontramos en las dos campanas de Murga y Zulueta, ya que en cada una de ellas los valores obtenidos corresponden a diseños completamente distintos. De hecho, destaca que en la campana “San Miguel Arcángel” de estos autores, la Tercera y la Quinta están realmente próximas, y que en la campana “Niño Jesús de Praga” el último de los parciales analizado se percibe particularmente grave.

En relación a la nota de golpe, destaca que en dos de las campanas de este conjunto, todos los participantes en el experimento han coincidido en la misma nota. En el caso de “San Miguel Arcángel” es claramente sintomático que esa nota aparezca en cuatro de los parciales, que serían los esperados en una campana afinada. Por otro lado sorprende el caso de la “Campana del Ayuntamiento”, porque en ella solo hallamos esa nota en el parcial de la Nominal, mientras que se sitúa entre el Hum y la Prima, Sib y Lab, respectivamente, aunque parece que este hecho ayuda a definirla con más claridad.

Por el contrario, en la “Campana de las Horas” nos encontramos con que esa construcción del tono final entre los distintos parciales hace que no coincida con ninguno de ellos, ya que el Fa# es la opción más votada, con tres personas, y le sigue el Fa, con dos; ambas notas están distanciadas de todas las opciones encontradas en la campana. En “San Miguel Arcángel” es cierto que tampoco se ha podido designar un parcial coincidente, pero en este caso se debe a que seis personas se han decantado por las notas comprendidas entre el intervalo del Mi y el Re, lo que ha provocado que la falta de coincidencia nos impida tomar decisiones al respecto.

En el resto de las campanas, la nota que surge en el experimento coincide en mayor o menor medida con los parciales en los que se da más frecuentemente, Hum, Prima y Nominal.

3.2.29 EIVISSA (ILLES BALEARS). CATEDRAL DE SANTA MARIA LA MAJOR

Gráfica 31. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Maria la Major, Eivissa.
Elaboración propia.

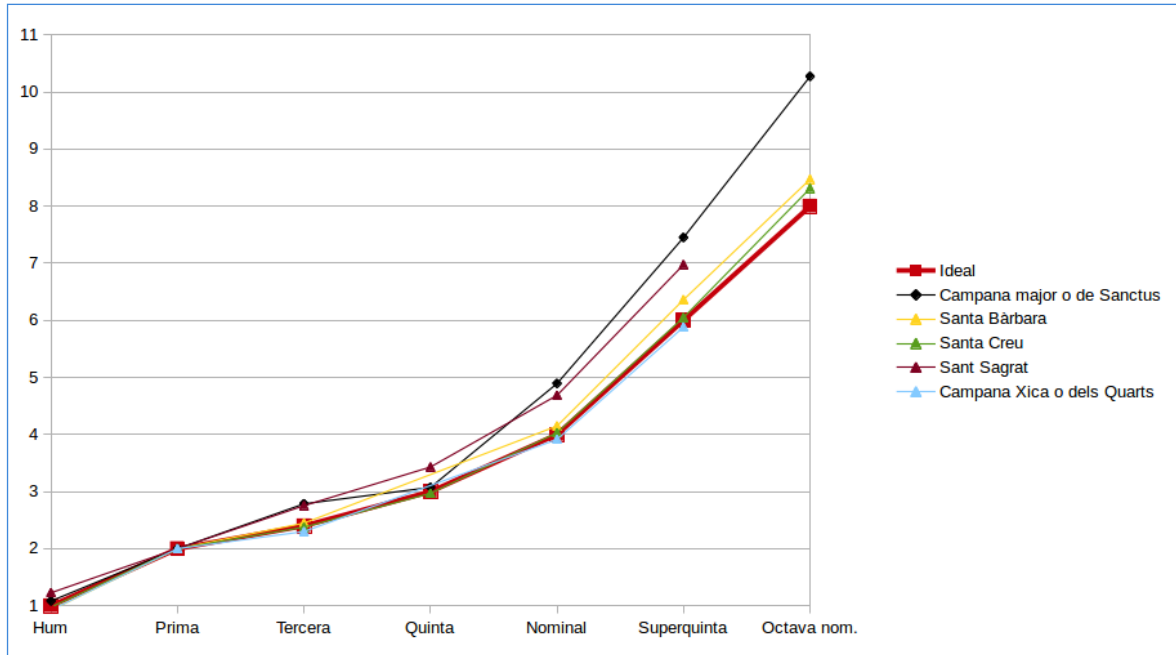


Tabla 38. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Maria la Major, Eivissa. Elaboración propia.

Campana	Campana Xica o dels Quarts	Sant Sagrat	Santa Creu	Santa Bàrbara	Campana major o de Sanctus
Hum	Mib 4 +37	Fa 4 -21	Do 4 -07	Fa# 3 +37	Fa# 3 +04
Hum frec.	318	345	260,5	189	185,5
Prima	Fa 5 -32	Reb 5 +23	Do 5 +31	Lab 4 -28	Fa 4 -33
Prima frec.	685,5	562	533	408,5	342,5
3ª	Sol 5 +09	Sol 5 -22	Mib 5 +31	Si 4 +21	Sib 4 +39
3ª frec.	788,5	774	633,5	500	477
5ª		Si 5 -42	Sol 5 +16		Do 5 +10
5ª frec.		964	791,5		526,5
Nominal	Mi 6 +29	Mi 6 -01	Do 6 +45	Lab 5 +34	Lab 5 +15
Nom. frec.	1341,5	1317	1074,5	847,5	838
Super 5ª	Si 6 +35	Si 6 -13	Sol 6 +48	Mi 6 -25	Mib 6 +43
Super 5ª frec.	2017	1960,5	1612,5	1299,5	1276
8ª nom.			Reb 7 -01	La 6 -29	La 6 +00
8ª nom. frec.			2215,5	1730,5	1759,5
Año fund.	1680	1565	1583	1630	1680
Diámetro	53	64	76	92	102
Fundidor	RIBOT, PERE		OMAR, MIQUEL		RIBOT, PERE

- **Número de campanas:** 5
- **Campanas analizadas:** 5
- **Rango de tamaño:** 53-102 cm
- **Franja de fechas:** 1565-1680

Aunque es probable que la “Campana Xica o dels quarts” no formara parte desde el inicio en los toques litúrgicos, la realidad es que ahora sí que consideramos que las cinco campanas analizadas forman el conjunto antiguo original.

Lo realmente interesante de este estudio es que estamos ante cinco campanas anteriores a 1680 que no han sido modificadas, y por lo tanto nos situamos ante el análisis acústico de los mismos sonidos que se vienen escuchando desde hace prácticamente cinco siglos²¹³.

A pesar de encontrarnos con cinco campanas distintas, tan solo la grande y la pequeña son del mismo autor, Pere Ribot. Se observa cierta cohesión entre ellas, sobre todo si tenemos en cuenta que la gráfica de desviación está planteada desde la Prima, la que la “Campana mayor o de Sanctus” y “Sant Sagrat” tienen ligeramente desviada hacia el grave, lo que produce que el resto de los parciales estén desencaminados, pero solo en apariencia, porque esa desviación solo se da en la Prima.

Pero las que realmente destacan, por su coherencia y similitud con la campana ideal, son la “Santa Creu” y la “Campana Xica o dels Quarts”, que prácticamente calcan la misma línea. Cabe recordar que estamos en el momento histórico en el que los hermanos Hemony hacían sus famosos carillones basados en esa campana ideal, por lo cual nos encontramos frente a una tendencia que probablemente se expandía por toda Europa, impregnando la forma de trabajar de aquellos fundidores conocedores de esa técnica.

De hecho, contrastando los resultados obtenidos del análisis de los parciales con los obtenidos a través de los experimentos, no nos sorprende que en todas las campanas del conjunto se sitúe la nota de golpe en el parcial de la Nominal. Es cierto que hay alguna en la que el grado de cohesión es mayor, como ocurre en “Santa Creu” respecto a “Sant Sagrat” o la “Campana mayor o de Sanctus”, pero en todas ellas se muestra también la coherencia anteriormente comentada.

213. En relación a la evolución del sonido de las campanas a través del tiempo hay más información en el estudio de Hibbert, apartado 1.2.3.

3.2.30 FERROL (GALICIA). CONCATEDRAL DE SAN XIAO

Gráfica 32. Desviación de las campanas de la Concatedral de San Xiao, Ferrol. Elaboración propia.

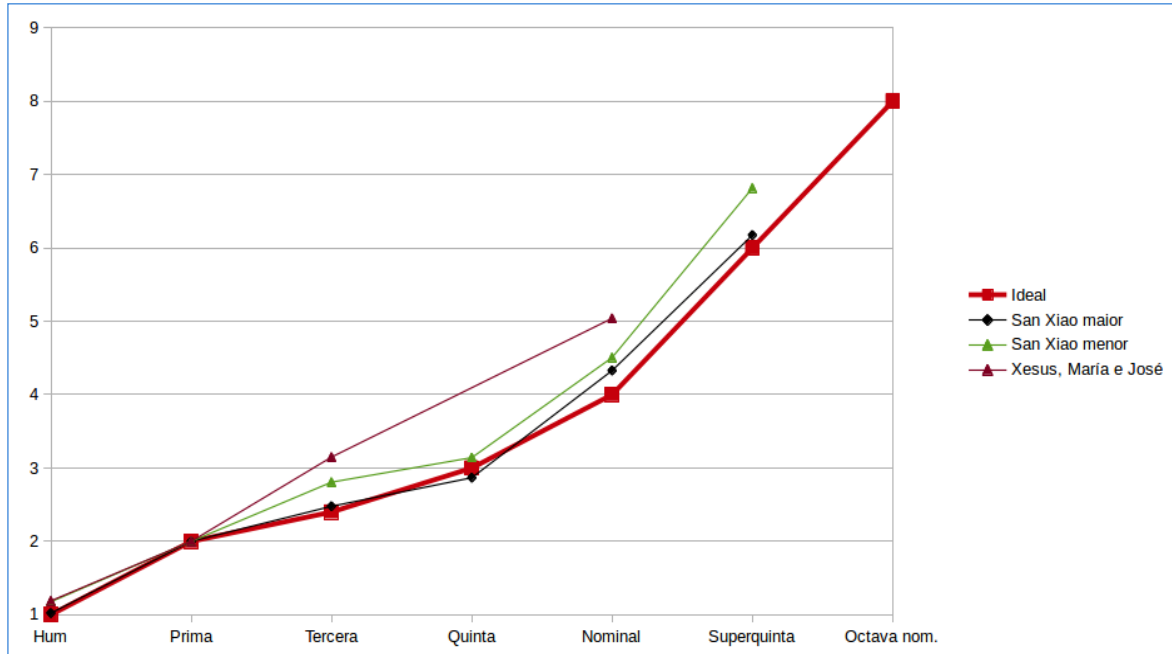


Tabla 39. Análisis de las campanas de la Concatedral de San Xiao, Ferrol. Elaboración propia.

Campana	Xesus, María e José	Campá do reloxo*	San Xiao menor	San Xiao maior
Hum	Fa# 4 +11	Re 4 +36	Fa 3 -26	Re 3 -45
Hum frec.	372,5	300	172	143
Prima	Mib 5 +11	Re 5 -26	Re 4 -06	Reb 4 +17
Prima frec.	626,5	578,5	292,5	280
3ª	Si 5 -2	Sol 5 -46	Lab 4 -20	Fa 4 -11
3ª frec.	986,5	763	410,5	347
5ª		Do 6 -08	Sib 4 -24	Sol 4 +41
5ª fslrec.		1041,5	459,5	401,5
Nominal	Sol 6 +12	Mib 6 -25	Mi 5 -03	Mib 5 -45
Nom. frec.	1579	1226	659	606
Super 5ª		Sib 6 -36	Si 5 +16	La 5 -30
Super 5ª frec.		1826	997	864,5
Año fund.	1959	1797	1961	1898
Diámetro	46	53	105	129
Fundidor	QUINTANA, MANUEL (SALDAÑA)		QUINTANA, MANUEL (SALDAÑA)	SOTA, JUAN MARÍA DE LA (LUGO)

- **Número de campanas:** 4
- **Campanas analizadas:** 4
- **Rango de tamaño:** 46-129 cm
- **Franja de fechas:** 1797-1961

Conjunto de escaso interés, con campanas de uso litúrgico relativamente modernas. Quizás destaca particularmente, pero por la gran desviación de sus parciales, la campana “Xesus, Maria e José”, fundida por Quintana en 1959. Como podemos observar en la gráfica de las desviaciones, cada una de las campanas tiene un dibujo propio, con lo que podemos afirmar que no hay ningún tipo de relación entre ellas, lo que repercute claramente en la afinación relativa del conjunto.

Esta falta de relación y la desviación que tienen queda patente también en el aspecto de la nota de golpe. Una vez cruzados los datos con el experimento, obtenemos unos resultados muy pobres²¹⁴. De hecho, solo en dos de las cuatro campanas ha sido posible encontrar un parcial que concuerde con los experimentos y, como podemos ver, no han sido elegidos por la mayoría. En “San Xiao maior” coincide con la Nominal y en la “Campá do reloxo” con el Hum y la Prima.

En “San Xiao menor” no ha sido posible destacar ninguno de los parciales porque cinco de los ocho participantes en el experimento optaron por el Sol, dos por el Fa# y uno solo por el Sol#, siendo esta última nota la que concuerda con alguno de los parciales, la Tercera. Por lo tanto, este caso es otro de los que el sonido final se construye gracias a la suma de los distintos parciales, como hemos podido ver en el apartado 1.2.2.

Para acabar, en la campana “Xesús, María e José” tampoco se ha podido destacar ninguno de los parciales porque los resultados estaban muy divididos, sin llegar al número mínimo que nos permitiera decantarnos por uno de ellos²¹⁵.

214. Quizás esta *pobreza* de resultados comporta un aspecto muy importante a tener en cuenta a la hora de valorar estas campanas y muchas otras que se hicieron contemporáneamente.

215. Para entender todos los aspectos de los experimentos, consultar el capítulo 2 sobre la Metodología.

3.2.31 FOZ (GALICIA). BASÍLICA DE SAN MARTIÑO DE MONDOÑEDO

Gráfica 33. Desviación de las campanas de la Basílica de San Martiño de Mondoñedo, Foz. Elaboración propia.

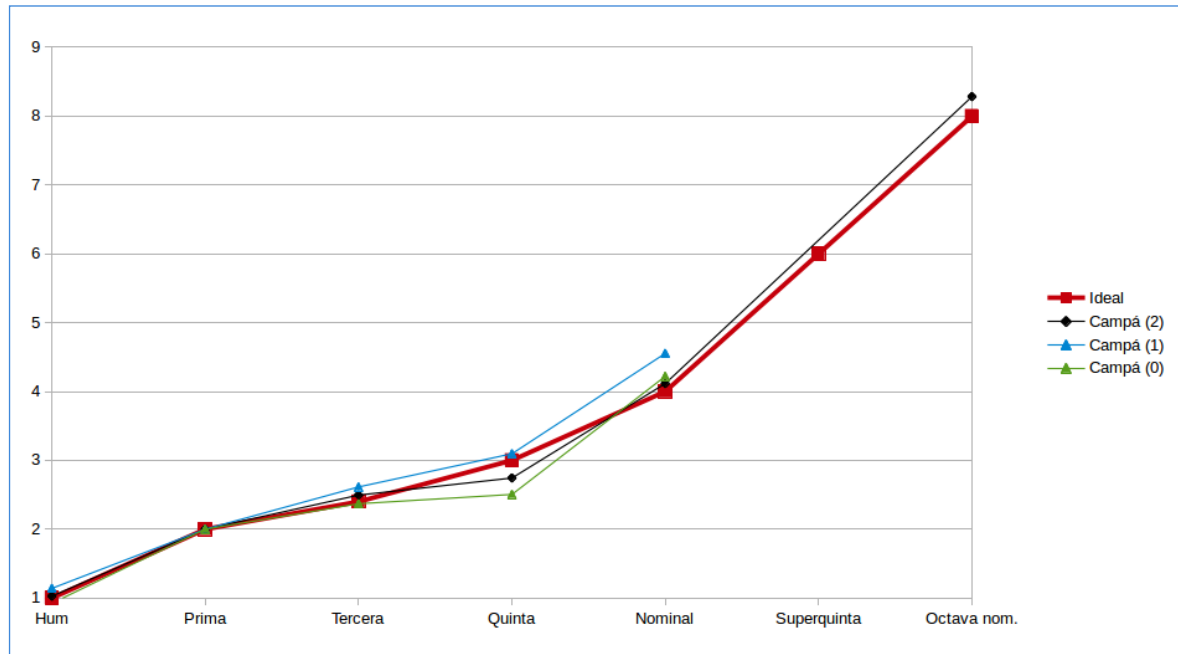


Tabla 40. Análisis de las campanas de la Basílica de San Martiño de Mondoñedo, Foz.
Elaboración propia.

Campana	Campá (0)	Campá (1)	Campá (2)
Hum	Sib 4 -04	Do 4 -41	Sol 3 +43
Hum frec.	465	255,5	201
Prima	Si 5 +31	La 4 +31	Sol 4 -02
Prima frec.	1006	448	391,5
3ª	Re 6 +25	Re 5 -05	Si 4 -18
3ª frec.	1192	585,5	488,5
5ª	Mib 6 +21	Fa 5 -12	Do 5 +44
5ª frec	1260	693,5	537
Nominal	Do 7 +24	Do 6 -44	Sol 5 +46
Nom. frec.	2123	1020	805,5
8ª nom.			Lab 6 -41
8ª nom. frec.			1621,5
Año fund.	1956	1813	1955
Diámetro	38	65	89
Fundidor	OCAMPO ARTESANOS CAMPANEROS (ARCOS DA CONDESA)	BLANCO PALACIO, FRANCISCO (MONDOÑEDO)	OCAMPO ARTESANOS CAMPANEROS (ARCOS DA CONDESA)

- **Número de campanas:** 3
- **Campanas analizadas:** 3
- **Rango de tamaño:** 38-89 cm
- **Franja de fechas:** 1813-1956

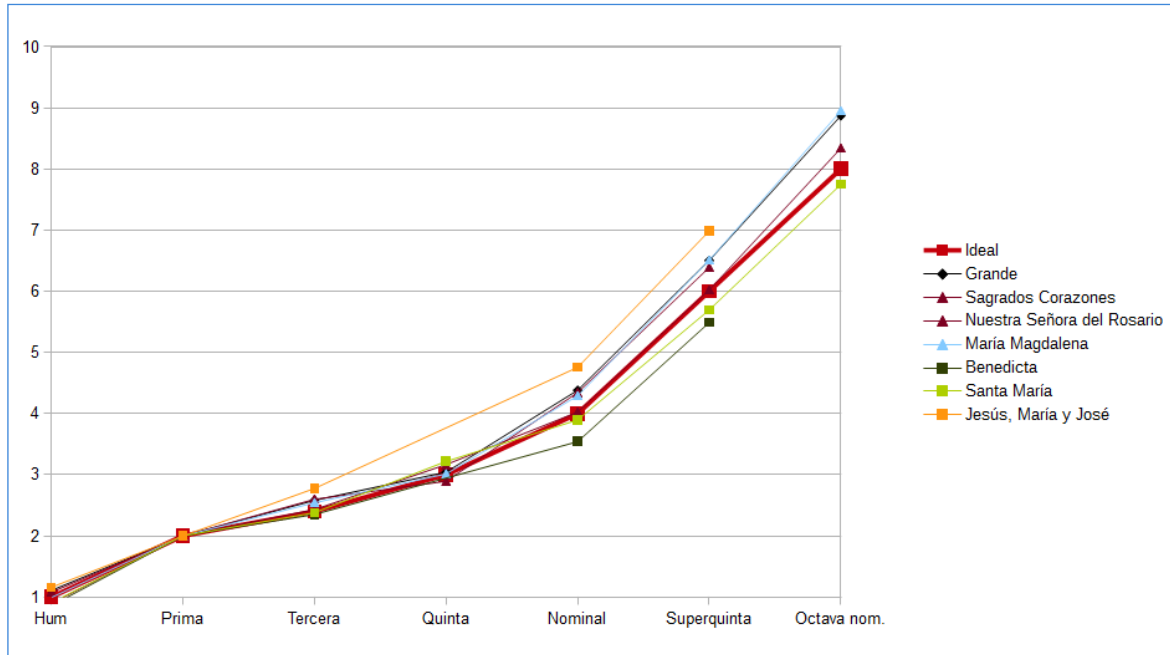
Conjunto de escaso interés, con dos campanas de Ocampo Artesanos Campaneros de los años 50 y otra de la primera mitad del siglo XIX.

Del análisis de la gráfica de las desviaciones es interesante observar cómo la campana grande y la pequeña, ambas del mismo fundidor, a pesar de que en la Quinta se alejan de los parámetros aportados por la campana ideal, mantienen cierta coherencia entre ellas, lo que produce que la afinación relativa sea mejor.

Este escaso interés se refleja también en los datos del experimento, ya que en ninguna de las tres campanas se ha conseguido que más de tres personas hayan optado por la misma nota, aunque es cierto que en la mayor de las tres al menos esa nota obtenida tras los experimentos coincide con cuatro parciales, Hum, Prima, Nominal y Octava Nominal. En las otras dos campanas la nota de golpe aparece en la Nominal, el parcial más previsible para ello.

3.2.32 GETAFE (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL DE SANTA MARÍA MAGDALENA

Gráfica 34. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María Magdalena, Getafe.
Elaboración propia.



SANTA MARÍA
MAGDALENA

Tabla 41. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María Magdalena, Getafe.
Elaboración propia.

Campana	Jesús, María y José	Cuartos*	Santa María	Benedicta	María Magdalena	Nuestra Señora del Rosario	Horas*	Sagrados Corazones	Grande
Hum	Fa# 4 -35	Re 4 +22	Do 4 -27	Sib 3 -38	Sol 3 -31	Fa# 3 +27	Fa# 3 +27	Do 3 -37	Mib 3 +32
Hum frec.	362,5	297,5	257,5	228	192,5	188	188	128	158,5
Prima	Mib 5 +10	Do 5 +36	Reb 5 +45	Do 5 +23	Sol 4 -17	Fa 4 -01	Fa 4 +21	Re 4 -48	Re 4 -45
Prima frec.	626	534,5	569	530,5	388	349	353,5	285,5	286
3ª	La 5 -21	Fa 5 +42	Mi 5 +45	Mib 5 +02	Si 4 -03	Sib 4 -47	Do 5 +00	Fa 4 -11	Fa# 4 -04
3ª frec.	869	716	677	623	493	453,5	523	347	369
5ª		Lab 5 +13	Sib 5 -31		Re 5 -08	Si 4 +38	Re 5 -27	La 4 +46	La 4 -19
5ª frec.		837	915,5		584,5	505	578	452	435
Nominal	Fa# 6 +10	Mib 6 +17	Reb 6 +00	Sib 5 +13	Lab 5 +03	Fa# 5 +41	Fa 5 +12	Re 5 -38	Mib 5 +11
Nom. frec.	1489	1257	1108,5	939,5	832,5	758	703,5	574,5	626,6
Super 5ª	Reb 7 -24	Sib 6 +13	Lab 6 -43	Fa# 6 -28	Mib 6 +24	Reb 6 +09		La 5 -40	Sib 5 -04
Super 5ª frec.	2186,5	1879,5	1620	1456	1262,5	1115		859,5	930
8ª nom.		Mib 7 -03	Reb 7 -10		La 6 -23		Do 6 +46	Re 6 +23	Mib 6 +33
8ª nom. frec.		2483,5	2204,5		1736		1075	1190,5	1268,5
Año fund.	1794	1860	1577	1831	1663	1783	1541	1897	1890ca
Diámetro	45	53	76	81	93	95	102	120	124
Fundidor				MAZÓN, PEDRO DE (NOJA)			MARTÍN, MIGUEL	LINARES, LOS	

Número de campanas: 9

Campanas analizadas: 9

Rango de tamaño: 45-124 cm

Franja de fechas: 1541-1897

Nos encontramos con un conjunto de campanas antiguas, de épocas y fundidores muy diversos. Este hecho se refleja en la gráfica que muestra las desviaciones, donde podemos observar que prácticamente cada campana tiene una línea distinta a las demás.

De hecho, la “Jesús, María y José” que es la campana que se ve más diferenciada del resto, realmente no lo está tanto si tenemos en cuenta que, al no haber conseguido obtener la Quinta en el análisis, el gráfico realiza una línea entre la Tercera y la Nominal, lo que produce un efecto óptico erróneo. En cuanto a similitud con la campana ideal destaca la “Santa María”, aunque solo en los parciales superiores, ya que si analizamos con detenimiento el Hum resulta muy grave respecto a la misma, siendo prácticamente una décima de diferencia.

En la campana “Jesús, María y José” no se ha podido establecer la nota de golpe a través de los experimentos porque los resultados estaban muy divididos entre distintas notas, siendo la única relevante con dos elecciones el Fa#, nota que corresponde al Hum, pero con demasiada poca incidencia en el experimento como para tomarla en consideración. El caso de “Nuestra Señora del Rosario” es distinto, porque en esta campana sí que hay una nota en el experimento que llega a los mínimos²¹⁶, el Sol#, pero no se encuentra entre los parciales, ni siquiera a distancia de semitono. Estamos ante un nuevo caso de campana en la que la nota de golpe es resultado de la construcción de los distintos parciales sin verse reflejada en ninguno de ellos. La misma circunstancia se da en la campana “Grande”, en la que el resultado del experimento, aunque por el mínimo, es un Fa. Sin embargo, en la campana de los “Cuartos” sí que hay opciones de notas representadas en los parciales, dos personas eligieron el Mi \flat , pero no es suficiente para determinarlo.

El resto de campanas sigue los criterios comunes en mayor o menor medida, viéndose reflejado sobre todo en “Sagrados Corazones”, donde el tono coincide con la Prima, Nominal y Octava Nominal, y ha sido elegido por una mayoría significativa de los participantes.

216. Para conocer las características del experimento y los criterios establecidos para elegir una nota, consultar el capítulo 2.

3.2.33 GIRONA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA

Gráfica 35. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Girona. Elaboración propia.

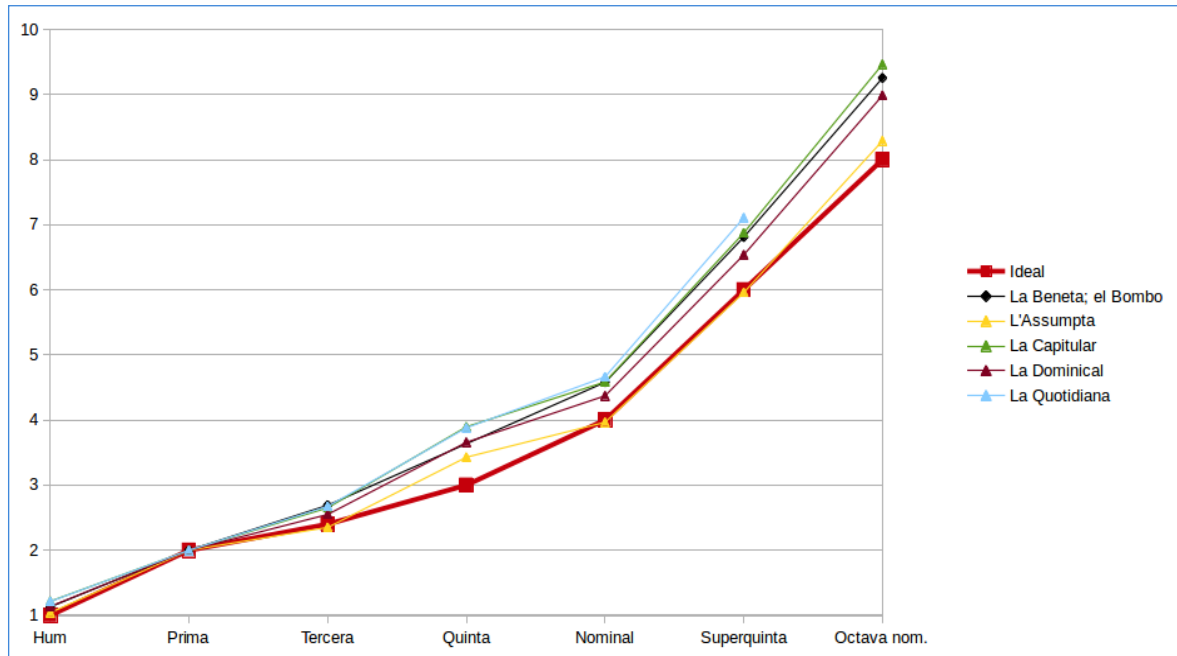


Tabla 42. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Girona. Elaboración propia.

Campana	Campana dels quarts*	Campana de les hores*	La Quotidiana	La Dominical	La Capitular	L'Assumpta	La Beneta; el Bombo
Hum	Re 6 +49	Fa 5 +06	La 3 +27	Sol 3 -13	Fa 3 -01	Reb 3 -26	Do 3 +22
Hum freq.	1208,5	701	223,5	194,5	174,5	136,5	132,5
Prima	Re 7 +15	Fa 6 +10	Fa#4 -07	Fa 4 -36	Re 4 -39	Do 4 +05	Sib 3 +10
Prima freq.	2371	1405,5	368,5	342	287	262,5	234,5
3ª	Fa 7 -40	Lab 6 +48	Si 4 -04	La 4 -15	Fa# 4 +48	Mib 4 -14	Mib 4 +24
3ª freq.	2729,5	1708,5	492,5	436	380,5	308,5	315,5
5ª	Sib 4 -46		Fa 5 +40	Mib 5 +09	Reb 5 +14	La 4 +38	
5ª freq.	3630		715	625,5	559	450	
Nominal	Re 8 +34	Fa# 7 +16	La 5 -41	Fa# 5 +17	Mi 5 -03	Do 5 -09	Do 5 +44
Nom. freq.	4793	2988,5	859	747,5	658	520,5	537
Super 5ª		Reb 8 +42	Mi 6 -11	Reb 6 +14	Si 5 -02	Sol 5 -04	Sol 5 +31
Super 5ª freq.		4545,5	1309,5	1118	986,5	782	798,5
8ª nom.				Sol 6 -35	Fa 6 -48	Reb 6 -32	Reb 6 -36
8ª nom. freq.				1536,5	1358	1088	1085
Año fund.		1500ca	1941	1941	1941	1946	1574
Diámetro	17	30	84	105	118	140	190
Fundidor		MARRO, BARTOMEU	BARBERÍ (RIUDELLOTS DE LA SELVA)				SEVER, ANTONI



- **Número de campanas:** 7
- **Campanas analizadas:** 7
- **Rango de tamaño:** 17-190 cm
- **Franja de fechas:** 1500-1946

El grupo de campanas que forman los toques litúrgicos está compuesto por cuatro campanas modernas fundidas por Barberí en los años 40 del siglo XX, más una campana de 1574 de Antoni Sever, de perfil *gótico*. Podemos observar que hay otra campana cercana a 1500 de Bartomeu Marro, pero solo se utiliza para tocar las horas.

En cuanto a la gráfica de las desviaciones, vemos que salvo el caso de “L’Assumpta”, con un diseño completamente distinto al resto, las campanas de Barberí sí que siguen un modelo similar al de la campana del siglo XVI, aunque como analizaremos en la Gráfica 125, es una característica propia de prácticamente todos los trabajos de este fundidor.

En relación a la nota de golpe, destaca la “Campana dels quarts”, donde todos los participantes optaron por el Re, nota que aparece en los tres parciales más representativos. De manera similar encontramos “La Quotidiana”, campana en la que siete de los ocho encuestados optaron por el La, y el octavo por el Sib, aunque esta nota solo se refleje en el Hum y la Nominal.

Es interesante destacar que, en relación a la nota de golpe y los resultados de los experimentos, se trata de un grupo muy homogéneo, ya que prácticamente en todas las campanas vemos que la nota representativa se encuentra en la Nominal. La única excepción es la “Campana de les hores”, pero en este caso se sitúa en el Hum y la Prima y ciertamente cercana a la Nominal. En la “Beneta; el Bombo”, podemos ver que se destacan dos notas distintas, pero esto se debe a los criterios de margen de error que hemos tomado²¹⁷.

217. Debido a la afinación de las campanas, que no toma de partida el sistema temperado, y a fin de no producir resultados engañosos debido a las limitaciones provocadas por el nombre de las notas, hemos optado por introducir un margen de ± 10 centésimas de tono. En el capítulo 2 referido a la Metodología está toda la información al respecto.

3.2.34 GRANADA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ANUNCIACIÓN

Gráfica 36. Desviación de las campanas de la Catedral de la Anunciación, Granada.

Elaboración propia.

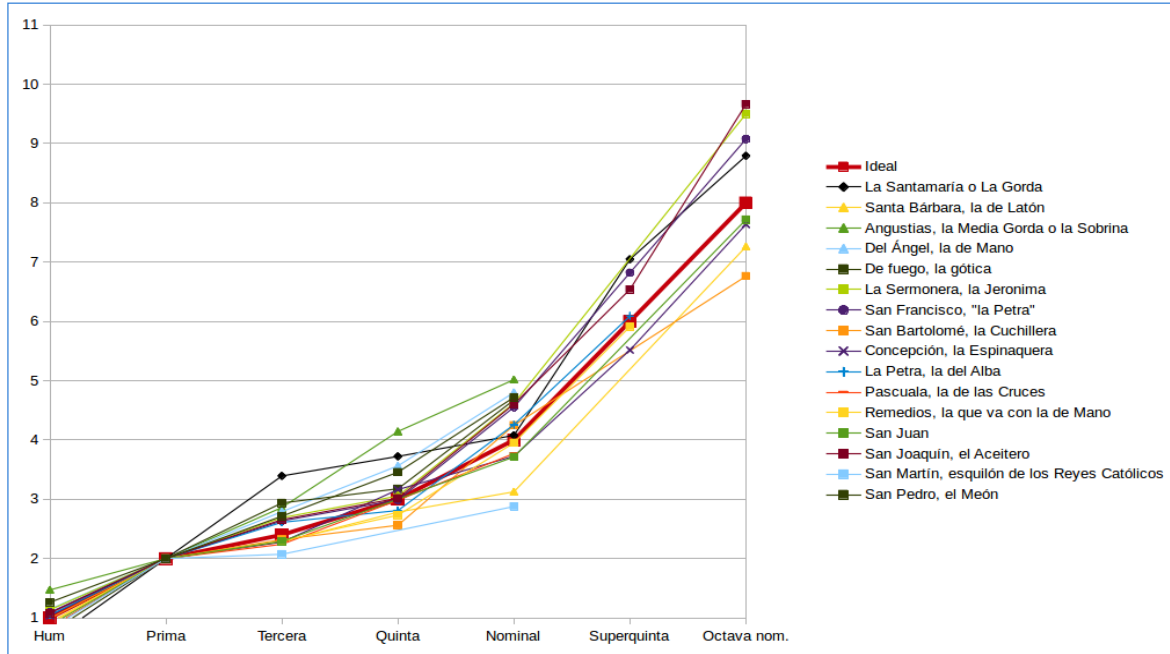


Tabla 43. Análisis de las campanas de la Catedral de la Anunciación, Granada. Elaboración propia.

Campana	San Pedro, el Meón	San Martín, esquilón de los Reyes Católicos	San Joaquín, el Aceitero	San Juan	Remedios, la que va con la de Mano	Pascuala, la de las Cruces	La de los Cuartos*	La Petra, la del Alba	Concepción, la Espinaquera
Hum	Fa# 4 -18	Mib 4 -14	Mi 4 +33	Re 4 -30	Sol 3 -26	Sib 3 -38	Lab 3 -39	Mib 3 -34	Fa# 3 +18
Hum frec.	366	308,5	336	288,5	193	228	203	152,5	187
Prima	Re 5 -21	Fa# 5 +32	Mib 5 +02	Mi 5 -03	Lab 4 +04	Reb 5 -32	Mi 4 +40	Re 4 -15	Fa# 4 -49
Prima frec.	580	754	623	658	416,5	544	337,5	291	359,5
3ª	Sol 5 +07	Sol 5 -05	Lab 5 -06	Fa# 5 +31	Sib 4 +45	Mib 5 -35	Si 4 -27	Fa# 4 +46	Lab 4 -24
3ª frec.	787,5	781,5	827,5	753,5	478,5	609,5	486	380	409,5
5ª	Si 5 +25		Sib 5 +14		Reb 5 +45	Lab 5 -39	Fa 5 +46	Lab 4 -26	Reb 5 +43
5ª frec.	1002,5		940		569	812	717,5	409	568,5
Nominal	Fa 6 -35	Reb 6 -36	Fa 6 +45	Mib 6 -31	Lab 5 -15	Do 6 -34	Lab 5 +43	Mib 5 -07	Mi 5 +27
Nom. frec.	1368,5	1085	1434,5	1222	823	1026	851,5	619,5	670
Super 5ª			Do 7 -46		Mib 6 -18		Mi 6 -23	La 5 +11	Si 5 +06
Super 5ª frec.			2037		1231		1300,5	886	991,5
8ª nom.			Fa# 7 +29	Mib 7 +34			La 6 -22		Fa 6 -29
8ª nom. frec.			3010	2539			1737		1373
Año fund.	1779	1495ca	1817	1778	1831	1716	1758	1704	1L764
Diámetro	46	51	53	61	78	82	91	112	114
Fundidor	VENERO, BERNARDO		PINEDA, FRANCISCO	VENERO, BERNARDO		DEL CAMPO DE LA VEGA Y PLAZA, BENITO DEL	CORONA, JOSÉ	DEL CAMPO DE LA VEGA Y PLAZA, BENITO DEL	CORONA, JOSÉ

Campana	San Bartolomé, la Cuchillera	San Francisco, "la Petra"	La Sermonera, la Jerónima	De fuego, la gótica	Del Ángel, la de Mano	La de las horas*	Angustias, la Media Gorda o la Sobrina	Santa Bárbara, la de Latón	La Santamaría o La Gorda
Hum	Fa# 3 -47	Re 3 +01	Reb 3 -26	Mib 3 +00	Si 2 -34	Do 3 -10	Do 3 -37	Sol 2 +34	Reb 2 +29
Hum frec.	180	147	136,5	155,5	121	130	128	100	70,5
Prima	Fa# 4 -33	Do 4 +48	Si 3 -45	Lab 4 -20	Lab 3 +27	Reb 4 +42	Fa 3 -06	La 3 +15	Si 3 -15
Prima frec.	363	269	240,5	410,5	211	284	174	222	231
3ª	Lab 4 +25	Fa 4 +25	Mi 4 -32	Re 5 +45	Re 4 +04	Fa 4 -06	Si 3 +14	Si 3 +45	Sol 4 +00
3ª frec.	421,5	354,5	323,5	603	294,5	348	249	253,5	392
5ª	Sib 4 -04	Sol 4 +43	Fa# 4 -11	Mi 5 -19	Fa# 4 +27	Si 4 +21	Fa# 4 -45	Mib 4 -11	La 4 -39
5ª frec.	465	402	367,5	652	376	500	360,5	309	430
Nominal	Sol 5 -28	Mib 5 -27	Reb 5 +03	Sib 5 +49	Si 4 +43	Reb 5 -05	La 4 -13	Fa 4 -11	Sib 4 +17
Nom. frec.	771	612,5	555,6	959,5	506,5	552,5	436,5	347	471
Super 5ª		Sib 5 -27							Lab 5 -34
Super 5ª frec.		917,5							814
8ª nom.	Mib 6 -23	Mib 6 -33	Re 6 -48					Sol 5 +47	Si 5 +47
8ª nom. frec.	1227,5	1220,5	1142,5					806	1015,5
Año fund.	1622	1772	1764	1550ca	1752	1791	1774	1622	1778
Diámetro	118	123	124	131	154	173	175	179	222
Fundidor	BALLESTEROS I, FRANCISCO DE (MERUELO)	CORONA, JOSÉ	CORONA, JOSÉ		CORONA, JOSÉ	CORONA, JOSÉ	CORONA, JOSÉ	BALLESTEROS I, FRANCISCO DE (MERUELO)	VENERO, BERNARDO

- **Número de campanas:** 18
- **Campanas analizadas:** 18
- **Rango de tamaño:** 46-222 cm
- **Franja de fechas:** 1495-1831

Nos encontramos con uno de los conjuntos de campanas más complejo, pero al mismo tiempo más interesantes de todos los analizados; quizás también el mejor conservado de las agrupaciones antiguas ya que ha tenido escasas intervenciones.

Las campanas pertenecen a épocas muy diversas, su cronología se remonta casi a la época de la Conquista de la ciudad por los Reyes Católicos; y han sido creadas por distintos fundidores. El que mayor número de campanas atesora es José Corona (7), Bernardo Venero (3), Francisco Ballesteros (2), Benito del Campo (2) y Francisco Pineda (1).

Si observamos la gráfica de las desviaciones respecto a la campana ideal, vemos que en este caso no hay ninguna campana que siga las pautas marcadas por la afinada. Esto no es un factor negativo por sí mismo, pero al no haber unos criterios de desvío claros entre todos los elementos, dificulta la armonización de las mismas a través de la afinación relativa.

Este es un claro ejemplo de cómo este trabajo puede propiciar posteriores estudios, ya que a través de los datos obtenidos sería muy interesante ver, en una torre con tantas campanas y mantenidas desde tantos años, la relación que se ha creado entre ellas y la manera de elaborar y evolucionar los toques de campanas.

En la campana “Remedios, la que va con la de Mano” no ha sido posible marcar ninguno de los parciales por la división en las respuestas. Destaca que dos participantes hayan optado por el *La*, cercano a la Prima y a la Nominal, y otros dos por el *Mib*, nota más sorprendente porque coincide con la Superquinta.

También es notable que en la campana “De fuego, la gótica”, el parcial relacionado con la nota de golpe sea el cuarto, la Quinta, hecho que se repite en “Concepción, la Espinaquera” y en “San Joaquín, el Aceitero” donde vemos destacado el mismo parcial. Es interesante que en un mismo conjunto este factor se repita en tres campanas distintas, sobre todo teniendo en cuenta que existe entre ellas una diferencia de casi 300 años.

Asimismo, es curioso que en otras dos campanas, en las dos grandes (“Santa Bárbara, la de Latón” y “La Santamaría o La Gorda”), se haya destacado un parcial no habitual, como es la Tercera; dada la diferencia de época entre ellas, 156 **años** para ser exactos.

En los casos de “San Martín, esquilón de los Reyes Católicos” y “La Petra, la del Alba”, se repite uno de esos ejemplos en los que a pesar de que hay un resultado bastante homogéneo

en el experimento, cuatro personas optan por Do, dos más por el Do# y una por el Si; por tanto, no podemos encontrar esa nota reflejada entre los parciales de la campana, siendo una nota construida con la fusión del resto de los parciales. Algo similar lo vemos en “Santa Bárbara, la de Latón”, donde el parcial destacado es la Tercera, pero estamos en el límite realmente, ya que tres personas optaron por el Do y otras tres por el Do#²¹⁸, al igual que ocurre en “Del Ángel, la de Mano”, con los resultados repartidos entre el Si, el Sol y el Do, que se acercan a los parciales Hum, Quinta y Nominal, aunque sin resultados que lleguen a ser relevantes.

También es necesario señalar el resultado en “Angustias, la Media Gorda o la Sobrina”, que concuerda con los parciales Hum y Quinta; y el de “La Sermonera, la Jerónima”, donde solo concuerda con la Octava nominal, pero es cierto que es realmente cercano a los parciales del Hum y de la Nominal.

En el resto de las campanas la nota de golpe está relacionada con los parciales que, según la teoría y lo observado, son los más habituales.

218. Es conveniente recordar, una vez más, el margen asumido de ± 10 centésimas de semitono.

3.2.35 GUADALAJARA (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA LA MAYOR

Gráfica 37. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María la Mayor, Guadalajara.
Elaboración propia.

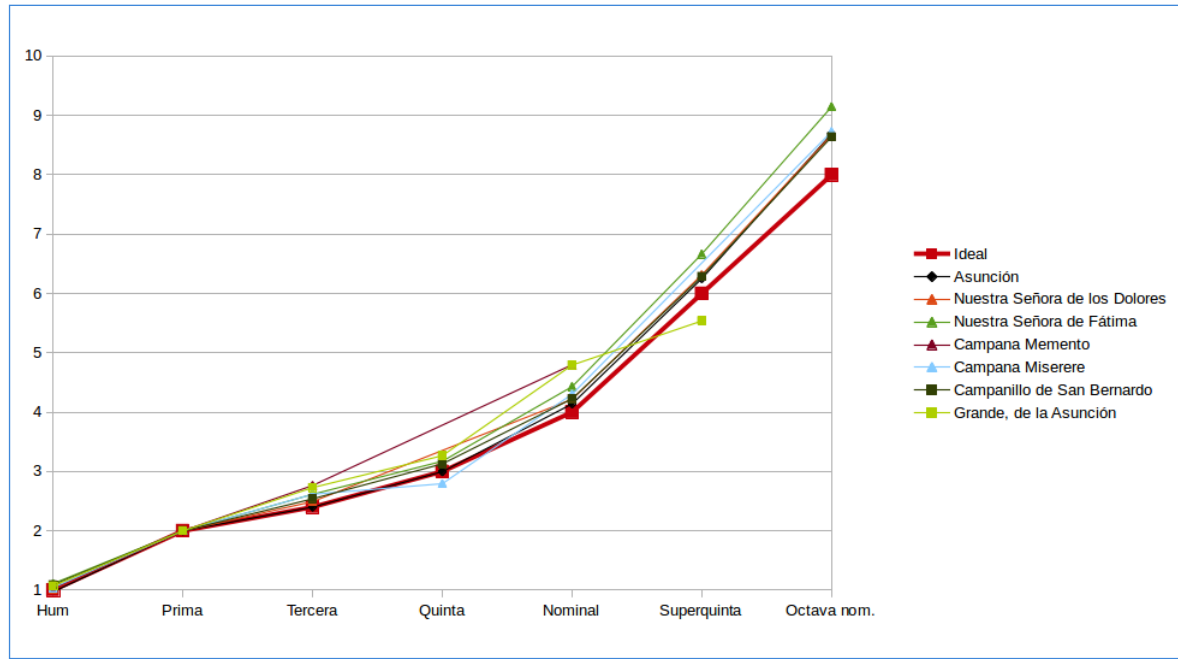


Tabla 44. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María la Mayor, Guadalajara
Elaboración propia.

Campana	Campanillo de San Bernardo	Campana Miserere	Campana Memento	Nuestra Señora de Fátima	Nuestra Señora de los Dolores	Asunción
Hum	Sol 4 -31	Mi 4 -40	Reb 4 +05	Reb 4 +05	Lab 3 -01	Mib 3 +15
Hum frec.	385	322	278	278	207,5	157
Prima	Fa 5 +19	Mib 5 -17	Reb 5 -40	Si 4 +23	Lab 4 -37	Mi 4 -35
Prima frec.	706,5	616	541	500,5	406,5	323
3ª	La 5 +33	Sol 5 +46	Fa# 5 +17	Mi 5 -12	Si 4 +43	Sol 4 -19
3ª frec.	897	805,5	747,5	654,5	506,5	387,5
5ª	Reb 6 -05	La 5 -38		Sol 5 +21		Si 4 -34
5ª frec.	1105	860,5		794		484
Nominal	Fa# 6 +14	Mi 6 +09	Mi 6 -27	Reb 6 +00	La 5 -45	Mi 5 +24
Nom. frec.	1492,5	1325,5	1298	1108,5	857	668,5
Super 5ª	Reb 7 +02			Lab 6 +07	Mi 6 -46	Si 5 +37
Super 5ª frec.	2220,5			1668	1283,5	1009,5
8ª nom.	Sol 7 -46	Mi 7 +33		Re 7 -45	La 6 +01	Fa 6 +08
8ª nom. frec.	3052	2688		2289	1762	1403,5
Año fund.	1940	1870	1870	1986	1986	1986
Diámetro	48	52	57	71	89	107
Fundidor	LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCHEL BAJO)			MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)		

- **Número de campanas:** 8
- **Campanas analizadas:** 6
- **Campanas no analizadas:** De las dos no analizadas una fue refundida (“Nuestra Señora del Rosario de Fátima” elaborada por Quintana en 1948) y otra está actualmente rota (“Reina de los Mártires” de Francisco Vidal de 1742), así que consideramos que está todo el conjunto analizado.
- **Rango de tamaño:** 48-107 cm
- **Franja de fechas:** 1780-1986

Debido a los fundidores y a la época en la que fueron hechas este conjunto es poco interesante. A pesar de que las tres mayores son del mismo autor, Salvador Manclús, tal y como podemos ver en la gráfica sobre las desviaciones, no presentan un patrón lógico entre ellas. De hecho, como apreciaremos en la Gráfica 133, en el grueso de su trabajo no encontramos ningún tipo de coherencia interna. En consecuencia estamos ante unas campanas con un valor acústico muy relativo, que no solo no potencian el conjunto, sino que entran en conflicto con otras campanas del mismo autor.

Las campanas “Miserere” y “Memento” son de autor desconocido, pero al ser ambas del mismo año se puede presuponer que fueron hechas por la misma persona, aunque tampoco ofrecen ninguna coherencia entre ellas. Por su parte, el “Campanillo de San Bernardo”, de Constantino Linares, es la que más se acerca a los parámetros de la campana ideal.

Los resultados de los experimentos en relación a la nota de golpe nos muestran unas campanas en las que viene determinada por los parciales principales, Hum, Prima, Nominal y Octava Nominal. En el caso de la “Campana Miserere” no ha sido posible determinar un parcial, porque cinco votos se los reparten entre el Fa# y el Fa, notas que no corresponden a ninguno de los parciales, con lo que podemos concluir que es una campana con un sonido final poco definido.

3.2.36 GUADIX (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ENCARNACIÓN DE LA ASUNCIÓN

Gráfica 38. Desviación de las campanas de la Catedral de la Encarnación de la Asunción, Guadix. Elaboración propia.

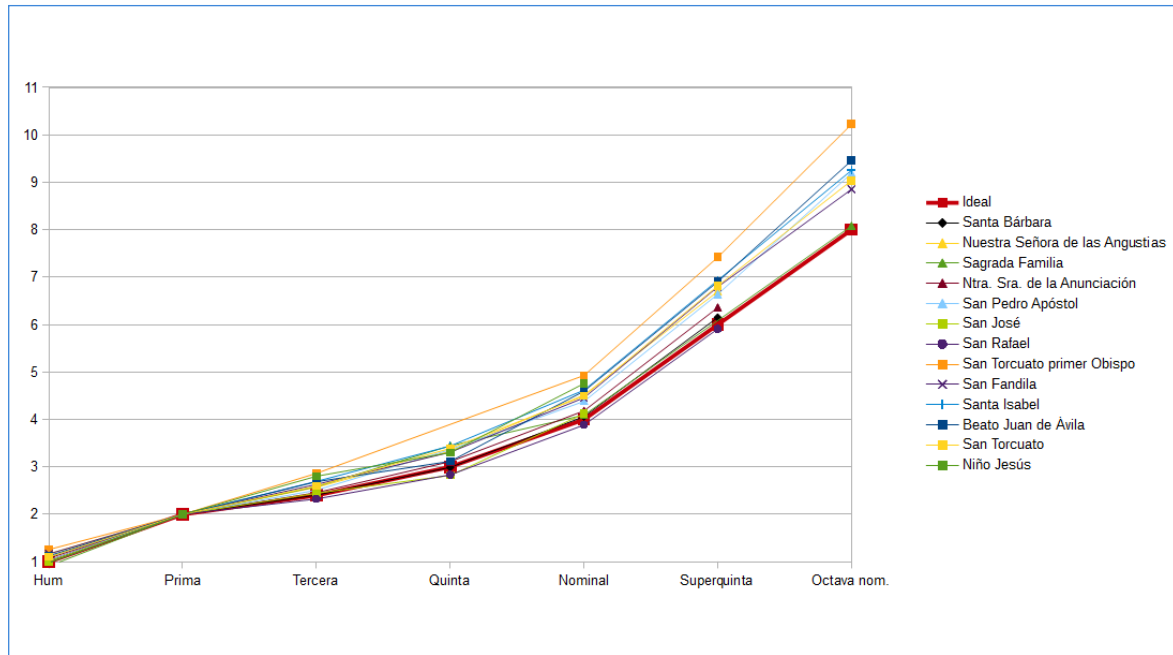


Tabla 45. Análisis de las campanas de la Catedral de la Encarnación de la Asunción, Guadix.
Elaboración propia.

Campana	Niño Jesús	San Torcuato	Campana de los cuartos*	Beato Juan de Ávila	Santa Isabel	San Fandila	San Torcuato primer Obispo	San Rafael
Hum	Do 5 +12	Mib 4 -37	Do 4 -30	Do 4 +44	Lab 3 +19	Mi 4 +12	Si 3 -20	Reb 4 -32
Hum frec.	527	304,5	257	268,5	210	332	244	272
Prima	Do 6 +44	Reb 5 -07	Sib 4 -17	Sib 4 +36	Sol 4 -49	Reb 5 +46	Sol 4 -19	Reb 5 -02
Prima frec.	1073,5	552	461,5	476	381	569,5	387,5	553,5
3ª	Fa# 6 +29	Fa 5 +45	Mib 5 +21	Mib 5 +48	Do 5 -32	Fa# 5 +22	Reb 5 +01	Mi 5 -41
3ª frec.	1505	717	630	640	513,5	749,5	555	643,5
5ª	La 6 +12	Sib 5 +06	Fa 5 +08	Fa# 5 +04	Mi 5 -09	Sib 5 +18		Sol 5 +01
5ª frec.	1772,5	936	702	742	655,6	942,5		784,5
Nominal	Mib 7 +45	Mib 6 -05	Reb 6 -13	Reb 6 -23	La 5 +00	Mib 6 +34	Sib 5 +41	Do 6 +46
Nom. frec.	2555	1240,5	1100	1094	880	1269,5	955	1075
Super 5ª		Sib 6 +15	Sol 6 +25	Lab 6 -19	Mi 6 +03	Si 6 -35	Fa 6 +49	Lab 6 -27
Super 5ª frec.		1881	1591	1643	1321	1935	1437,5	1635
8ª nom.		Mib 7 +03		Reb 7 +25	La 6 +02	Mib 7 +22	Si 6 +04	
8ª nom. frec.		2494,5		2251	1762,5	2521	1981	
Año fund.	1962	1961	1759	1962	1961	1962	1961	1962
Diámetro	33	56	70	71	81	82	84	86
Fundidor	MANLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)	ROSAS, HIJO DE MANUEL (TORREDONJIMENO)	CORONA, JOSÉ	MANLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)	MANLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)	VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)	ROSAS, HIJO DE MANUEL (TORREDONJIMENO)	VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)

Campana	San José	Campana de las horas*	San Pedro Apóstol	Ntra. Sra. de la Anunciación	Sagrada Familia	Nuestra Señora de las Angustias	Santa Bárbara
Hum	Si 3 +41	Lab 3 +15	Fa 3 -16	Sib 3 +47	Fa# 3 -42	Mi 3 +07	Mi 3 +17
Hum frec.	253	209,5	173	239,5	180,5	165,5	166,5
Prima	Si 4 +26	Fa# 4 -07	Mi 4 +25	La 4 +19	Sol 4 +15	Reb 4 +39	Mi 4 -24
Prima frec.	501,5	368,5	334,5	445	395,5	283,5	325
3ª	Mib 5 -24	Sib 4 -36	Lab 4 +19	Reb5 -23	Do 5 -41	Fa# 4 -25	Sol 4 -04
3ª frec.	613,5	456,5	420	547	511	364,5	391
5ª	Fa 5 +22	Reb 5 -15	Reb 5 +26	Fa 5 -14	Fa 5 -42	Sib 4 +25	Si 4 -27
5ª frec.	707,5	549,5	563	692,5	681,5	473	486
Nominal	Do 6 -21	Fa# 5 -21	Fa# 5 -16	Sib 5 -03	Lab 5 -44	Mi 5 -49	Mi 5 +01
Nom. frec.	1033,5	731	733	930,5	809,5	640,5	660
Super 5ª			Reb 6 +02	Fa 6 +22		Sib 5 +31	Si 5 +20
Super 5ª frec.			1110,5	1415		949,5	999,5
8ª nom.		Fa# 6 -32	Sol 6 -34		Sol 6 +32		
8ª nom. frec.		1452,5	1537		1598		
Año fund.	1962	1580	1961	1955	1962	1962	1962
Diámetro	94	96	101	107	116	125	150
Fundidor	VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)	BALABARCA, JUAN DE (VALDECILLA)	MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)	VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)			



- **Número de campanas:** 17
- **Campanas analizadas:** 15
- **Campanas no analizadas:** Los dos elementos no analizados corresponden a dos timbres, por lo que se consideran analizadas todas las campanas de uso litúrgico.
- **Rango de tamaño:** 33-150 cm
- **Franja de fechas:** 1580-1962

Nos encontramos ante un conjunto muy desigual, donde solo hay dos campanas anteriores al siglo XX y son las encargadas de tocar las horas y los cuartos, sin tener ninguna de las dos especial relevancia, respecto a los parciales obtenidos. Del resto del conjunto destacan las campanas de Villanueva Sáenz fabricadas en hierro. El análisis de las desviaciones nos muestra unos resultados muy cercanos a los proporcionados por la campana ideal, en los casos de las cuatro mayores (“Santa Bárbara”, “Nuestra Señora de las Angustias”, “Sagrada Familia” y “Nuestra Señora de la Anunciación”), y la de “San José”. A pesar de estos datos no significa que la sonoridad de la campana sea buena, porque al cambiar el material entran otros factores en juego, pero el perfil ayuda a la buena colocación de los distintos parciales²¹⁹.

En relación a la nota de golpe hay un caso que merece ser destacado de manera especial. Hablamos de la campana grande, “Santa Bárbara”, en la que tres personas han optado por el Mi, nota que se repite en los parciales principalmente involucrados en la creación del sonido final, pero otras tres personas han optado por el Sol, que se refiere a la nota que concuerda con el parcial de la Tercera. Vemos, por lo tanto, que en esta campana ambos sonidos tienen una importancia similar. Por el contrario, en la segunda campana por orden de tamaño, “Nuestra Señora de las Angustias”, el parcial que destaca con toda claridad es solo el de la Tercera, ya que seis personas optaron por esa nota. Esto hace que ambas campanas grandes formen un conjunto armónicamente interesante.

Por otra parte destaca la falta de resultado tangible en la “Campana de los cuartos”, en la que cinco personas optaron por el Re y dos por el Fa#, sin poder encontrar ninguna de las dos notas entre los distintos parciales, con lo que es otro claro ejemplo de tono creado a partir de los sonidos internos de la campana. En la “Campana de las horas” no ha sido posible comparar los resultados con el experimento porque no ha habido uniformidad en los datos obtenidos.

Como podemos observar en la tabla, el sonido de la nota de golpe del resto de las campanas viene originado por los parciales más importantes en su definición, el Hum, la Prima, la Nominal e incluso la Octava nominal, más allá del material con el que estén fabricadas. Esto no quiere decir que el sonido que tienen sea de la misma calidad que otras, pero como ya hemos dicho serán necesarios otros trabajos para poder profundizar sobre este tema.

219. Este es un factor a analizar en profundidad en futuros trabajos que se iniciarán más adelante.

3.2.37 HUELVA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LA MERCED

Gráfica 39. Desviación de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de la Merced, Huelva. Elaboración propia.

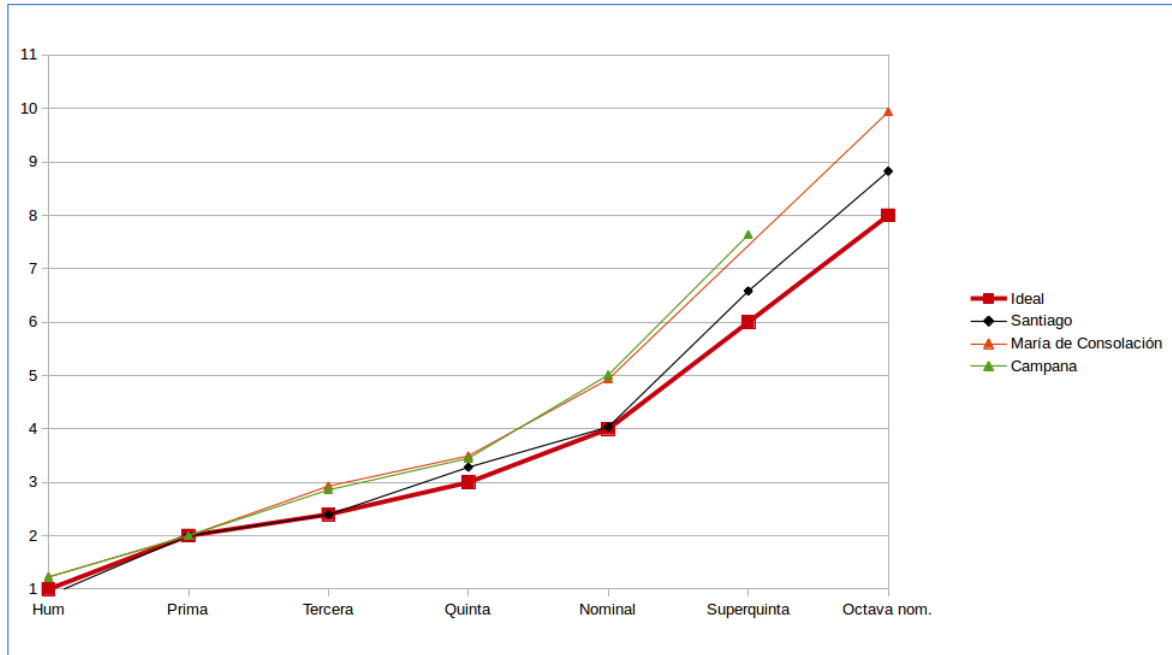


Tabla 46. Análisis de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de la Merced, Huelva.
Elaboración propia.

Campana	Campana (1)	María de Consolación	Santiago
Hum	Lab 4 -22	Re 4 -21	Lab 3 +39
Hum frec.	410	290	212,5
Prima	Mi 5 +24	Sib 4 +21	Si 4 -36
Prima frec.	668,5	472	483,5
3ª	Sib 5 +42	Fa 5 -17	Re 5 -24
3ª frec.	955,5	691,5	579
5ª	Re 6 -32	Lab 5 -11	Sol 5 +20
5ª frec.	1153	825	793,5
Nominal	Lab 6 +14	Re 6 -15	Si 4 -20
Nom. frec.	1675,5	1164	976
Super 5ª	Mib 7 +43		Sol 6 +25
Super 5ª frec.	2553		1591,5
8ª nom.		Re 7 -02	Do 7 +33
8ª nom. frec.		2346	2134
Año fund.		1647	1910
Diámetro	40	62	78
Fundidor			VILLANUEVA LINARES, ALFREDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)

- **Número de campanas:** 7
- **Campanas analizadas:** 3
- **Campanas no analizadas:** 4 campanas que no se encuentran accesibles.
- **Rango de tamaño:** 40-78 cm
- **Franja de fechas:** 1647-1910

De las tres campanas analizadas, la “Santiago” es la única que tiene unos valores cercanos a la campana ideal, aunque en el sexto y séptimo parcial se disparan hacia registros agudos. La “María de la Consolación”, de 1647 y autor desconocido, tiene una Prima y Hum estables, pero a partir de ahí los valores relativos son mucho más agudos, lo que hace que sean similares a los de la “Campana (1)”, provocando que dentro de la desafinación haya una armonía entre las dos campanas²²⁰.

En cuanto a la nota de golpe, la “Campana (1)” es la única en la que se ha podido relacionar los resultados de los experimentos con alguno de los parciales. En los otros dos casos nos encontramos con dos situaciones bastante recurrentes en este trabajo. Por un lado, en “María de Consolación” la mitad de los participantes optaron por un Mi, que es una nota que no podemos hallar entre los parciales y que como ya hemos comentado en diversas ocasiones, viene creada por la unión de los mismos. Por otro lado, en “Santiago” los resultados están muy divididos. Dos personas optaron por el Sol, que concuerda con la Quinta y la Superquinta, otras dos por el Do que es igual que la Octava nominal y finalmente dos por el Re, que es similar a la Tercera. Ante esta diversidad nos ha sido imposible poder llegar a conclusiones, salvo constatar que es una campana cuyo sonido no está claramente definido por la supremacía de uno de los parciales, pero tampoco llegan a unirse formando un sonido nuevo.

220. Para un análisis completo y poder sacar conclusiones será necesario en un futuro poder acceder al resto de las campanas.

3.2.38 HUESCA (ARAGÓN). CATEDRAL DE LA TRANSFIGURACIÓN DEL SEÑOR

Gráfica 40. Desviación de las campanas de la Catedral de la Transfiguración del Señor, Huesca. Elaboración propia.

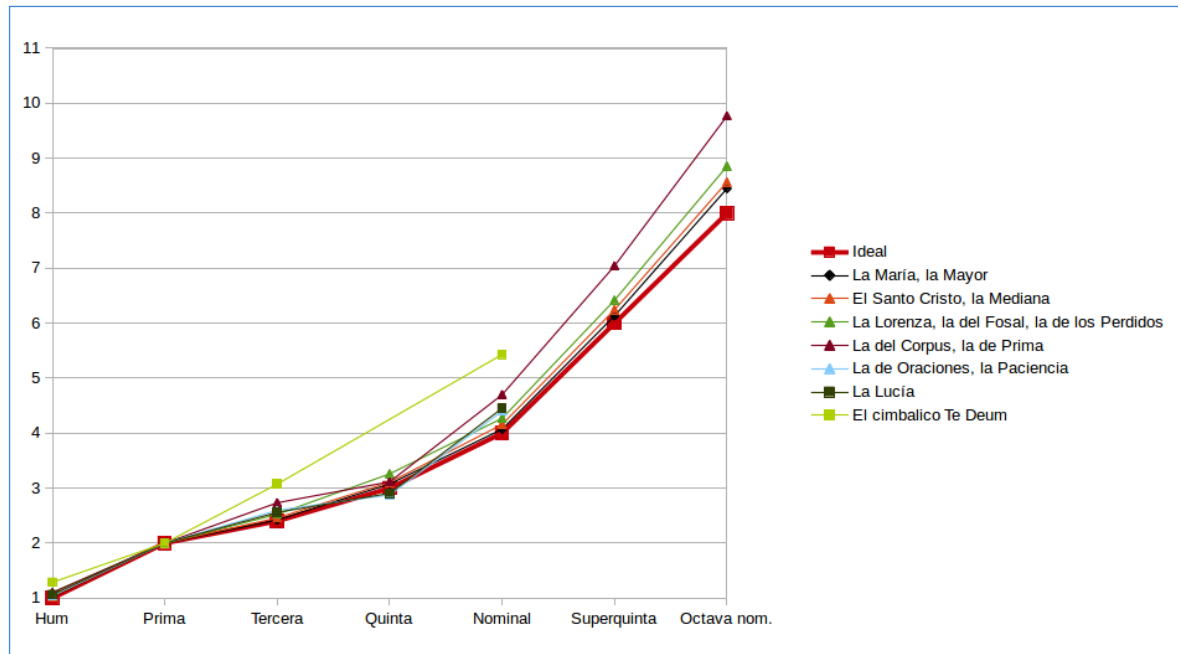


Tabla 47. Análisis de las campanas de la Catedral de la Transfiguración del Señor, Huesca.
Elaboración propia.

Campana	El cimbalico Te Deum	La Lucía	La de Oraciones, la Paciencia	La del Corpus, la de Prima	La Lorenza, la del Fosal, la de los Perdidos	El Santo Cristo, la Mediana	La María, la Mayor
Hum	Fa# 5 -43	Sib 3 -30	Si 3 -49	Si 3 -24	Fa# 3 +09	Mi 3 +22	Mib 3 +15
Hum frec.	721,5	229	240	243,5	186	167	157
Prima	Reb 6 +19	La 4 -37	Sib 4 -26	La 4 +11	Mi 4 +35	Mi 4 -37	Mib 4 -25
Prima frec.	1121,5	430,5	459	443	336,5	322,5	306,5
3ª	La 6 -36	Reb 5 -10	Re 5 +26	Mib 5 -47	Lab 4 +39	Sol 4 +19	Fa# 4 +04
3ª frec.	1723,5	551	596	605,5	425	396,5	371
5ª		Mib 5 +09	Mi 5 +03	Fa 5 -21	Reb 5 -18	Si 4 +24	Sib 4 +19
5ª frec.		625,5	660,5	690	548,5	501	471,5
Nominal	Fa# 7 +49	Sib 5 +47	Si 5 +38	Do 6 -09	Fa 5 +48	Mi 5 +29	Mib 5 +04
Nom. frec.	3045	958,5	1010	1041	718,5	670,5	624
Super 5ª				Sol 6 -08	Reb 6 -45	Si 5 +33	Sib 5 +14
Super 5ª frec.				1560	1080	1007	940
8ª nom.				Reb 7 -42	Fa# 6 +11	Fa 6 -19	Mi 6 -31
8ª nom. frec.				2163,5	1490	1381,5	1295
Año fund.	1915	1896	1818	1450ca	1928	1829	1850
Diámetro	32	68	75	85	102	120	126
Fundidor	ROSES SOLER, VICENTE DOMINGO (VALÈNCIA)	BALLESTEROS, PAULINO			LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCHEL BAJO)	BARNOLA, JACINTO (BARBASTRO)	BARNOLA, FRANCISCO; BARNOLA, JACINTO (BARBASTRO)

- **Número de campanas:** 8
- **Campanas analizadas:** 7
- **Campanas no analizadas:** La campana no analizada no se encuentra actualmente en la torre. Se trata del “Campanillo de señales” de 1850, 15 cm de diámetro y autor desconocido.
- **Rango de tamaño:** 32-126 cm
- **Franja de fechas:** 1450-1928

Las campanas que forman este conjunto proceden de varias épocas como podemos observar en la franja de fechas que ocupan, lo que le confiere un cierto interés. A pesar de la distinta procedencia tanto a nivel de fundidor como de fechas, vemos en la gráfica que, quitando “El cimbalico Te Deum”, el resto de las campanas tienen en los cinco primeros parciales bastante coherencia, lo que aporta consistencia al grupo, mientras que a partir de la Nominal, sobre todo “La del Corpus, la Prima”, se desvían.

Destaca asimismo el caso de “La Lucía”, en el que la Tercera y la Quinta tienen muy poca diferencia entre ellas, afectando a la sonoridad en general de la campana y a su relación con las del resto del conjunto.

Esta coherencia también se da con respecto a la nota de golpe. Si nos fijamos, en cinco de las campanas esta se encuentra en la Nominal, además de en otros parciales como el Hum, la Prima y la Octava nominal²²¹, destacando sobre todo “El Santo Cristo, la Mediana”.

Hay dos campanas en las que no es así, “La Lucía” y “La de Oraciones, la Paciencia” ya que, en la primera de ellas el sonido resultante final es una mezcla de los distintos parciales; cuatro personas optaron por el Do y dos por el Do#, aunque este ya hace referencia a la Tercera. En el caso de la segunda, los resultados se encuentran divididos en el intervalo Sib-Do, sin poder tomar ninguna de las notas como especialmente relevante²²².

221. Conviene recordar que en una campana afinada los parciales referidos tendrían una relación de octava, ya que estaríamos hablando siempre de la misma nota pero en alturas diferentes.

222. Como podemos ver en el capítulo 2 referente a la Metodología, hemos decidido que para que una nota sea relevante y por lo tanto señalada en las distintas tablas, al menos debe haber sido seleccionada por tres personas distintas.

3.2.39 ISÁBENA (ARAGÓN). CATEDRAL DE RODA DE ISÁBENA

Gráfica 41. Desviación de las campanas de la Catedral de Roda de Isábena. Elaboración propia.

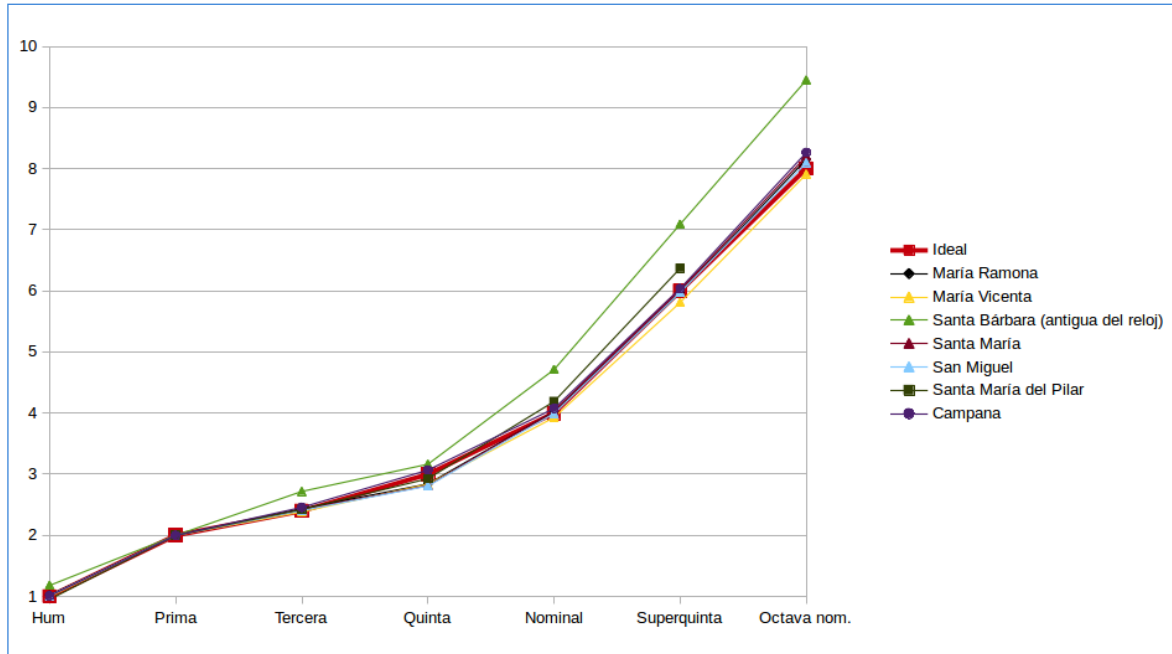


Tabla 48. Análisis de las campanas de la Catedral de Roda de Isábena. Elaboración propia.

Campana	Campana gótica*	Campana	Santa María del Pilar	San Miguel	Santa María	Santa Bárbara (antigua del reloj)	María Vicenta	María Ramona
Hum	Lab 4 -03	Reb 5 -07	Lab 4 +27	Sol 4 +11	Mib 4 +04	Reb 4 +32	Lab 3 +23	Fa 3 +03
Hum frec.	414,5	552	422	394,5	312	282,5	210,5	175
Prima	La 5 -11	Reb 6 -25	La 5 +09	Sol 5 -12	Mib 5 -23	Sib 4 +45	Lab 4 +25	Fa 4 -36
Prima frec.	874	1092,5	885	778,5	614	478,5	421,5	342
3ª	Do 6 +06	Mi 6 +31	Do 6 +42	Sib 5 +07	Fa# 5 +05	Mi 5 -23	Si 4 +29	Lab 4 +04
3ª frec.	1050,5	1343	1072,5	936,5	742,5	650,5	502,5	416,5
5ª		Lab 6 +15	Mi 6 -30	Reb 6 -24	La 5 -31	Fa# 5 +39	Re 5 +31	Si 4 -27
5ª frec.		1676	1295	1093	864	757	598	486
Nominal	La 6 +10	Reb 7 +07	Sib 6 -09	Sol 6 -14	Mib 6 -09	Reb 6 +29	Lab 5 -05	Fa 5 -26
Nom. frec.	1771	2226,5	1854	1555	1238	1127,5	828	688
Super 5ª	Mi 7 +41	Lab 7 -12	Fa 7 +15	Re 7 -17	Sib 6 -18	Lab 6 +36	Mib 6 -28	Do 6 -41
Super 5ª frec.	2701	3298	2818,5	2326	1844,5	1696,5	1224,5	1021,5
8ª nom.	Sib 7 -27	Reb 8 +30		Sol 7 +08	Mib 7 +20	Reb 7 +33	Lab 6 +06	Fa 6 -03
8ª nom. frec.	3670,5	4514		3151	2518	2260,5	1667	1394
Año fund.	1401	1997	1975	1800	1800	1879	1800	1799
Diámetro	39	39	44	48	61	62	97	118
Fundidor		QUINTANA, CAMPANAS (SALDAÑA)	MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)	SEL, AGUSTÍN		BALLESTEROS, PAULINO	SEL, AGUSTÍN	

- **Número de campanas:** 8
- **Campanas analizadas:** 8
- **Rango de tamaño:** 39-118 cm
- **Franja de fechas:** 1401-1997

La “Campana gótica” sufrió una rotura y fue soldada por Relojes Pallás, aunque al escucharla se puede apreciar que no ha recuperado la sonoridad original total; a pesar de que los parciales analizados dan buenos resultados, la vibración en conjunto no es total y por ello el resultado es desigual.

Como podemos ver en la gráfica, el conjunto de campanas muestra una línea bastante homogénea, salvo en el caso de “Santa Bárbara”, de Paulino Ballesteros, de escaso interés a nivel de sonido. De hecho no ha sido posible sacar un resultado concluyente de los experimentos, ya que se divide entre distintas notas, lo que confirma esa falta de calidad.

Del resto de campanas, destacan las cuatro fundidas por Agustín Sel, que como ya hemos mencionado se muestran muy cercanas a las proporciones de la campana ideal. De hecho, son las únicas cuatro campanas que realizó para catedrales, teniendo una manufactura a nivel de sonido muy interesante. En todas ellas la nota de golpe se sitúa de una manera muy clara en los cuatro parciales que se esperarían en una campana de carillón.

Es curioso el caso de la “María Ramona”, en la que la nota que surge en los experimentos la podemos encontrar en cuatro parciales, pero solo cuatro personas optaron por ella, mientras que dos lo hicieron por el semitono inferior, el Mi, y las otras dos por notas distintas. En cambio, en las otras de Agustín Sel sí que observamos que más gente señaló la misma nota, y los que no lo hicieron optaron por el semitono inferior o superior.

Es muy interesante ver que la “Campana” de Quintana también refleja la nota de golpe en los mismos parciales y de una manera muy similar, cosa que no podemos decir de la campana de Salvador Manclús, quien, como ya hemos comentado en otras catedrales, no tiene una línea clara en la realización de sus campanas, arrojando resultados muy diversos como podemos ver en la Gráfica 133.

3.2.40 JACA (ARAGÓN). CATEDRAL DE SAN PEDRO APÓSTOL

Gráfica 42. Desviación de las campanas de la Catedral de San Pedro Apóstol, Jaca.
Elaboración propia.

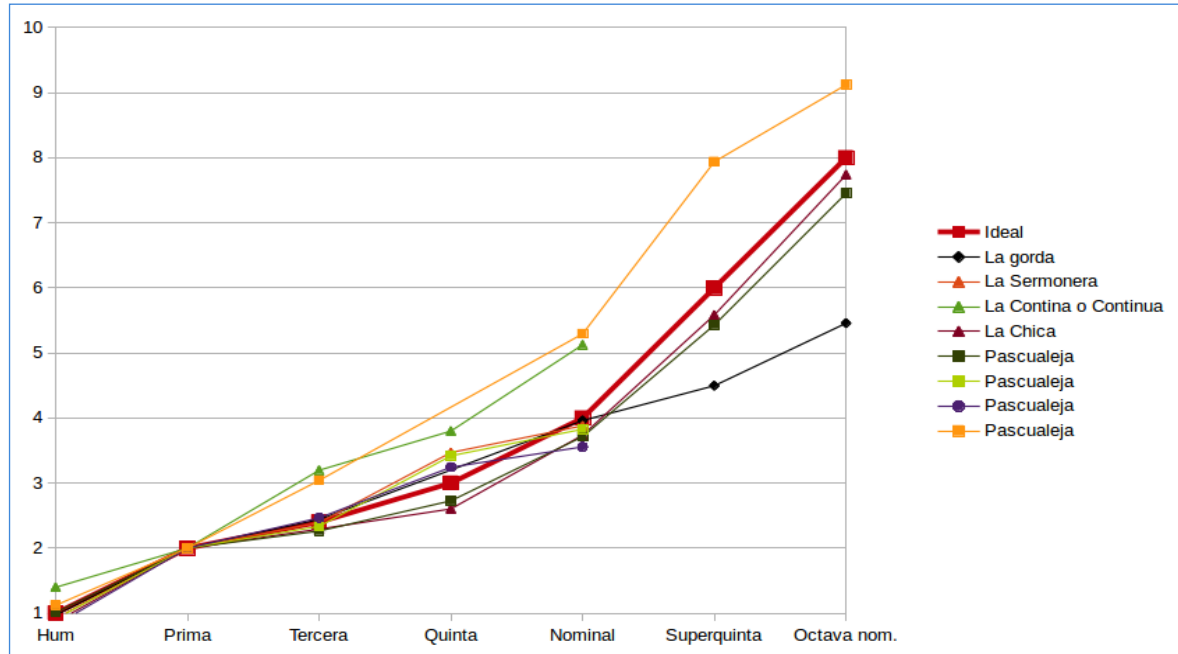


Tabla 49. Análisis de las campanas de la Catedral de San Pedro Apóstol, Jaca. Elaboración propia.

Campana	Parvulillo; Campana de los cuartos menor	Parvulillo; Campana de los cuartos mayor	La campana de las horas *	Santa Orosia	Santa Águeda	Petra-Josefa	La campana de las Agonías
Hum	Fa# 4 +37	Mi 4 -24	La 3 +15	Fa# 3 -37	Fa# 3 +32	Re 3 +36	Si 2 +21
Hum frec.	378	325	222	181	188,5	150	125
Prima	Mi 5 -39	Fa 5 -22	Lab 4 -22	Fa# 4 +48	Mi 4 -32	Mi 4 -45	Sol 3 +04
Prima frec.	644,5	689,5	410	380,5	323,5	321	196,5
3ª	La 5 -04	Lab 5 -02	Re 5 +47	La 4 +05	Lab 4 -01	Fa# 4 -25	Re 4 -30
3ª frec.	877,5	829,5	603,5	441,5	415	364,5	288,5
5ª	Si 5 +12	Si 5 -11		Si 4 +33		La 4 -05	Lab 4 +23
5ª frec.	995	981,5		503,5		438,5	421
Nominal	Fa# 6 -25	Fa 6 +49	La 5 -49	Fa 5 +28	Fa 5 +14	Mib 5 -24	Si 4 +31
Nom. frec.	1458	1437,5	855	710	704,5	613,5	503
Super 5ª					Sib 5 +24	Sib 5 -13	
Super 5ª frec.					945,5	925	
8ª nom.			Sol 6 -24	Fa 6 +46		Mib 6 +47	
8ª nom. frec.			1546	1435		1279	
Año fund.	1550ca	1718	1881	1750	1894	1885	1300ca
Diámetro	45	49	75	87	101	120	138
Fundidor		LÓPEZ, PEDRO (GÜEMES)	BALLESTEROS, PAULINO		DENCAUSSE, JUAN (BARCELONA)	PALLÉS I ARMENGOL, BUENAVENTURA (BARCELONA)	

- **Número de campanas:** 7
- **Campanas analizadas:** 7
- **Rango de tamaño:** 45-138 cm
- **Franja de fechas:** 1300-1894

En este caso el conjunto estaba formado por todas las campanas menos “La campana de las horas”, aunque es probable que las dos campanas “Parvulillos” se utilizaran conjuntamente para tocar los cuartos de las horas.

“La campana de las Agonías” tiene una pequeña rotura, lo que ocasiona una distorsión en los resultados de los parciales.

Por otra parte, a “Parvulillos; Campana de los cuartos menor” podemos considerarla gótica por partida doble, en primer lugar por la fecha en la que fue fundida, pero además por el tipo de perfil que tiene, siendo un típico modelo de este tipo de campanas.

En general, estamos ante el típico conjunto de campanas formado a través de los siglos, en el que no se da una coherencia entre los sonidos de las distintas campanas, ya que como señala la gráfica de las desviaciones, prácticamente cada una tiene un diseño distinto, siendo la de Pedro López la única que se acerca ligeramente a los valores establecidos por la campana ideal.

Esa falta de coherencia marca en gran medida el resultado de la confrontación de datos con los experimentos. Este es uno de los conjuntos en los que ha sido más complicado establecer relaciones. De hecho, tan solo en la “Petra-Josefa” encontramos una nota definida con una mínima claridad, en este caso señalada por la mitad de los participantes, y que se ve reflejada en varios parciales.

Respecto a las otras campanas tenemos: “Santa Águeda”, en la que la nota de golpe viene señalada en la Nominal, algo habitual; “Parvulillo; Campana de los cuartos mayor”, el parcial que aparece es claramente el Hum, aspecto que no se presenta en muchas de las campanas de menor tamaño. A partir de ahí ya no podemos sacar más conclusiones, ya que en “La campana de las horas” hay una nota claramente dominante, el Do, con seis de los ocho votos; los otros dos van al semitono superior e inferior, pero si miramos la tabla es imposible encontrar un parcial que le corresponda, siendo uno de los casos de sonido construido a través del resto de los parciales. En “La campana de las Agonías” ocurre algo similar, pero con los votos mucho más repartidos, tres para el Mi y otros tres para el Do, que tampoco se corresponden con los parciales.

Finalmente, en “Parvulillo; Campana de los cuartos menor” y “Santa Orosia” los resultados están tan distribuidos que no permiten sacar conclusiones de ningún tipo, salvo señalar que son campanas sin un sonido claramente definido.

3.2.41 JAÉN (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE LA VIRGEN

Gráfica 43. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de la Virgen, Jaén.
Elaboración propia.

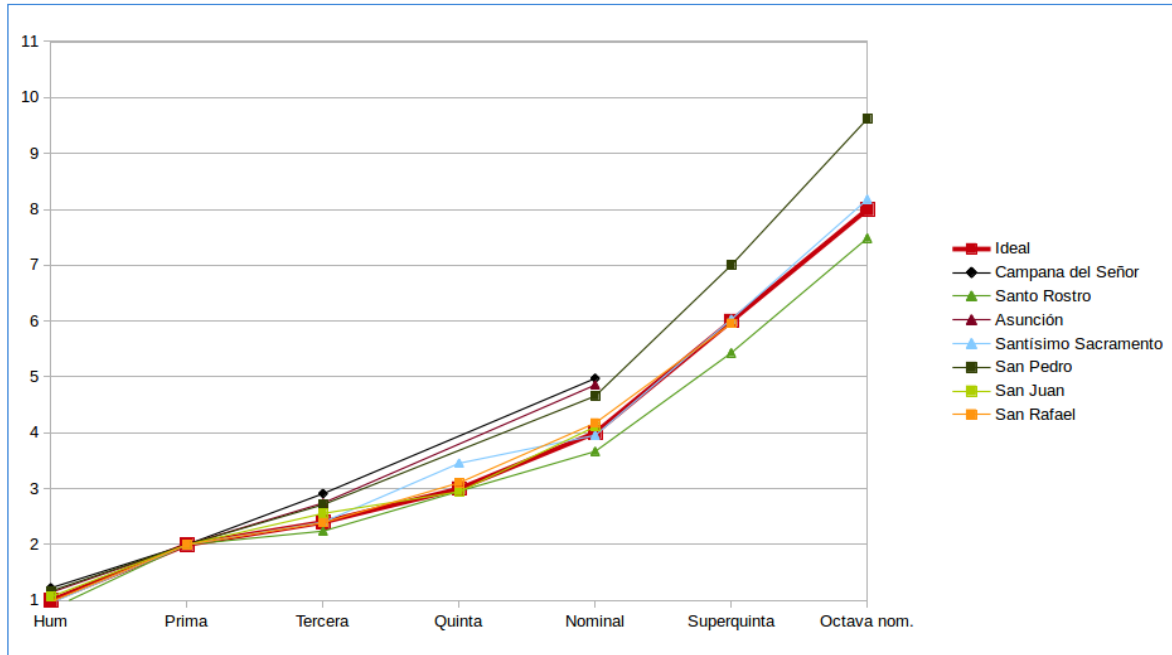


Tabla 50. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de la Virgen, Jaén. Elaboración propia.

Campana	Cuartos del reloj*	Horas del reloj*	San Rafael	Cuartos*	San Juan	San Pedro	Santísimo Sacramento	Asunción	Santo Rostro	Horas*	Campana del Señor
Hum	Lab 5 -03	La 5 -49	Fa 4 -48	Sib 4 +47	Si 3 -31	Sib 3 -34	Sib 3 +36	Mi 3 -19	Mi3 +22	Sol 3 -49	Reb3 +05
Hum frec.	829	855	339,5	479	242,5	228,5	238	163	167	190,5	139
Prima	Sib 6 +12	La 6 -31	Fa 5 -11	Sib 5 -35	Sib 4 -45	Sol 4 -06	Si 4 +14	Reb 4 +48	Sol4 +08	Do 4 -27	Sib3 -45
Prima frec.	1878,5	1728,5	694	913,5	454	390,5	498	285	394	275,5	227
3ª	Reb 7 +10	Reb 7 +06	Lab 5 -05	Re 6 +04	Re 5 -20	Do 5 +22	Re 5 +31	Sol 4 -04	La4 +05	Sol 4 -33	Mi4 +04
3ª frec.	2230,5	2225,5	829,5	1177	580,5	530	598	391	441,5	384,5	330,5
5ª	Mi 7 -35	Mi 7 -23	Reb 6 -48	Fa# 6 -37	Mi 5 +25		La 5 -38				
5ª frec.	2583	2601,5	1078	1448,5	669		860,5				
Nominal	La 7 +27	La 7 +19	Fa# 6 -38	Do 7 -34	Sib 5 +01	Sib 5 -42	Si 5 -04	Fa 5 -14	Fa#5 -41	Mi 5 -21	Reb5 +31
Nom. frec.	3575,5	3559	1448,5	2051,5	933	909,5	985	692	722,5	651	564,5
Super 5ª			Do 7 -21	Fa# 7 +08		Fa 6 -37	Fa# 6 +25		Do 6 +38	Si 5 -36	
Super 5ª frec.			2067,5	2975		1367	1502		1070	967	
8ª nom.						Sib 6 +12	Do 7 -47		Fa# 6 -06	Mi 6 +09	
8ª nom. frec.						1878,5	2036,5		1474,5	1326	
Año fund.			1943	1704	1770	1941	1980	1951	1713	1546	1941
Diámetro	23	27	49	56	77	88	90	108	120	135	149
Fundidor						VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)	ROSAS, HIJO DE MANUEL (TORREDONJIMENO)	ROSAS, MANUEL E HIJO			VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)

- **Número de campanas:** 11
- **Campanas analizadas:** 11
- **Rango de tamaño:** 23-149 cm
- **Franja de fechas:** 1546-1980

Las campanas que forman el conjunto de Jaén provienen de diversas épocas y autores distintos, aunque todas ellas tienen el mismo tipo de perfil. Tan solo “San Pedro” y “Santísimo Sacramento” provienen del mismo fundidor, y en el caso de “Asunción” y “Santo Rostro” son padre e hijo los autores. A pesar de ello, lo cierto es que estas campanas son las menos interesantes del conjunto y observando las desviaciones podemos ver que no tienen ninguna relación entre ellas.

La campana que destaca por tener sus parciales en mayor consonancia con la campana ideal es “San Rafael”, de autor desconocido y de reciente factura. A pesar de haber podido obtener los parciales, la “San Juan” y la “Campana del Señor” se encuentran rotas. En esta última este factor queda claramente reflejado en la gran desviación que proporcionan sus datos. De hecho, en esta campana no ha sido posible contrastar los resultados de sus parciales con los obtenidos en los experimentos, tan diversificados que no ha dado lugar a extraer conclusiones, sin duda debido a la rotura de la campana.

En las otras campanas vemos que, en la mayoría, el parcial que define el sonido final es el de la Nominal. A pesar de ello, solo en “Asunción” ese sonido fue asignado por más de la mitad de los participantes en el experimento, siendo en las otras una minoría. En conclusión, podemos afirmar que este conjunto de campanas no tiene en general un sonido definido con claridad, aunque el hecho de que eso ocurra en todas las campanas le aporta cierta homogeneidad.

En este aspecto conviene destacar las dos campanas más pequeñas, en las que el sonido viene determinado por el Hum, con una nota realmente similar entre ellas. Como ya hemos visto en otros conjuntos, esto es frecuente en las campanas de este tamaño.

La única campana que se sale de la norma al tener el sonido definido por alguno de los parciales principales es “Santísimo Sacramento”, en la cual se da en la Quinta.

En la campana de los “Cuartos” no ha sido posible señalar ninguno de los parciales. En este caso, a la gran variedad de resultados se le añade que el único ligeramente significativo, Mi, no se reflejaba entre los datos de los parciales de la campana.

3.2.42 JEREZ DE LA FRONTERA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE NUESTRO SEÑOR SAN SALVADOR

Gráfica 44. Desviación de las campanas de la Catedral de Nuestro Señor San Salvador, Jerez de la Frontera. Elaboración propia.

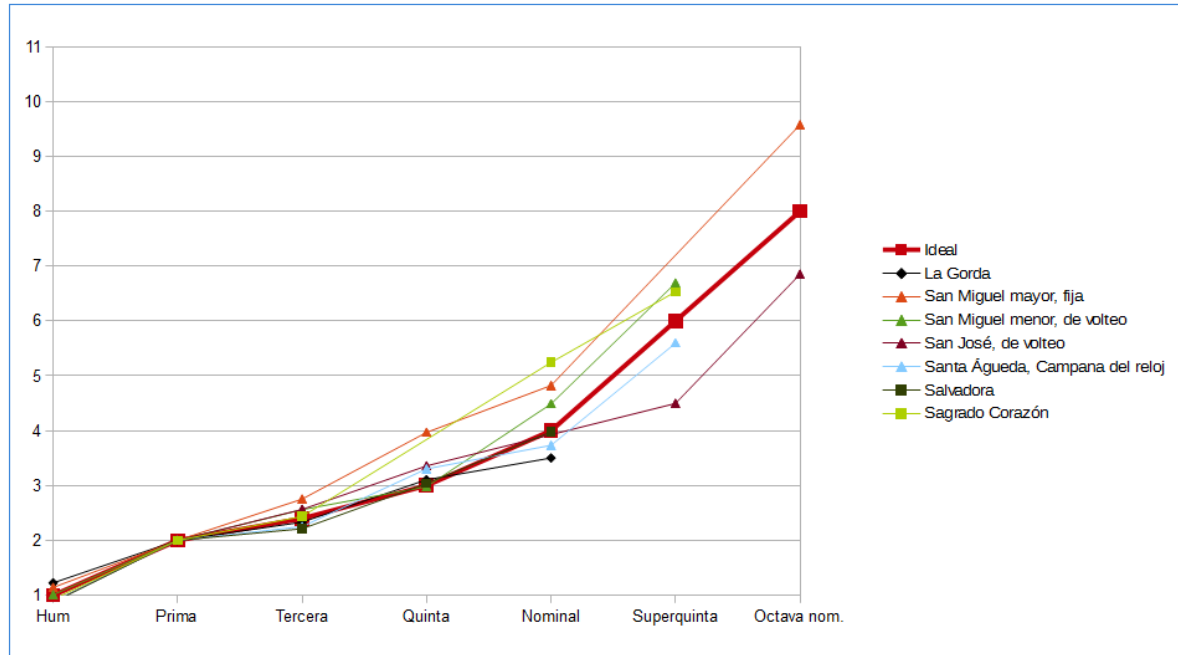


Tabla 51. Análisis de las campanas de la Catedral de Nuestro Señor San Salvador, Jerez de la Frontera. Elaboración propia.

Campana	Campana de salida de misa*	Campana de señales*	Sagrado Corazón	Salvadora	Santa Águeda, Campana del reloj * (Λ)	San José, de volteo	San Miguel menor, de volteo	San Miguel mayor, fija	La Gorda
Hum	Sib 5 +24	Fa 5 -17	Mib 3 +26	Mi 3 +38	Sib 3 -15	Fa# 3 -14	Re 3 +48	La 3 +27	Mi 3 -08
Hum frec.	945,5	691,5	158	168,5	231	183,5	151	223,5	164
Prima	La 6 -27	Mi 6 +14	Fa 4 -41	Sol 4 -28	Do 5 +00	Lab 4 +02	Re 4 +31	Sol 4 -02	Do 4 +38
Prima frec.	1732,5	1329,5	341	385,5	523,5	416	299	391,5	267,5
3ª	Mi 7 -05	Lab 6 +33	Lab 4 +00	Lab 4 +46	Re 5 +06	Do 5 +33	Sol 4 -40	Reb 5 -48	Mib 4 +04
3ª frec.	2628	1694	415,5	426,5	589,5	533,5	383	539	312
5ª	Fa 7 +48			Re 5 -05	La 5 -29		La 4 +21	Sol 5 -15	Lab 4 +00
5ª frec.	2873			585,5	865		445,5	777	415,5
Nominal	Lab 7 +06	Mi 7 +38	Fa# 5 +28	Sol 5 -37	Si 5 -18	Fa 5 +00	Mi 5 +31	Sib 5 +22	Sib 4 +08
Nom. frec.	3335,5	2696	894,5	767	977,5	698,5	671	944,5	468,5
Super 5ª		Do 8 -44	Reb 6 +08		Fa# 6 -17	Sib 5 +05	Si 5 +22		
Super 5ª frec.		4079	1114		1465	935,5	1000,5		
8ª nom.						Fa 6 +35		Sib 6 +09	
8ª nom. frec.						1425,5		1875	
Año fund.	1751	1751	1928	1885	1510	1885	1752	1797	1566
Diámetro	24	27	76	78	93	96	108	121	137
Fundidor				MARCO ROSAS, JOSÉ	CABRA, FERNANDO DE	MARCO ROSAS, JOSÉ		HERRERA, JOAQUIN DE	

- **Número de campanas:** 10
- **Campanas analizadas:** 9
- **Campanas no analizadas:** No ha sido posible realizar el análisis de “Salvador”, de 1682, fundida por Matías Solano.
- **Rango de tamaño:** 24-137 cm
- **Franja de fechas:** 1510-1928

Conjunto de campanas un tanto caótico, proveniente de varios siglos y fundidores distintos. Tan solo tenemos documentada la repetición de José Marco en la fundición de campanas, aunque es probable que el fabricante de las dos más pequeñas también realizara la “San Miguel menor, de volteo”.

Este factor lo vemos reflejado en la gráfica que nos muestra las desviaciones relativas respecto a la campana ideal, en la cual se observa que cada campana sigue unos patrones completamente distintos respecto a las otras.

La campana “Sagrado Corazón” se encuentra rota, aunque a pesar de ello se han podido encontrar unos parciales, pero sin poder afirmar que fueran los que tenía antes del quiebro.

Por otra parte, son interesantes dos campanas con perfil *gótico*: “La Gorda” en la cual destaca el Hum muy por encima de lo esperado, y la “Santa Águeda, campana del reloj”, que despunta por tener una Prima y una Quinta mucho más agudas de lo previsto.

La definición de grupo caótico la confirmamos tras cruzar los datos con los experimentos, ya que como podemos observar solo en una de las campanas es claro su sonido para más de la mitad de los participantes. En general vemos que el sonido está marcado por la Nominal, salvo en algunos casos. Por ejemplo, en la “Salvadora” la nota resultante de los experimentos solo coincide con el Hum; pero más interesante es el caso de “La Gorda”, en la cual el parcial que coincide es la Quinta²²³.

En “San Miguel mayor, fija” no hay ninguno de los parciales seleccionados, ya que el experimento señala el Si como nota principal, por la mínima, -tres de los ocho encuestados-, que pese a estar cercano a la Nominal²²⁴ no llega a estar definida en ninguno de los parciales. De igual modo, en la “Campana de salida de misa” se da una fragmentación muy grande de los resultados, sin poder sacar conclusiones respecto a ninguno.

223. El interés de este dato viene dado, según hemos visto en el apartado 1.2 que hace referencia al marco teórico de las campanas, porque el parcial de la Quinta es el que menos importancia se le da en las campanas que se afinan.

224. Esta nota se encuentra tan solo 28 centésimas de semitono por encima del resultado hallado en la Nominal.

3.2.43 LA SEU D'URGELL (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA

Gráfica 45. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, La Seu d'Urgell.
Elaboración propia.

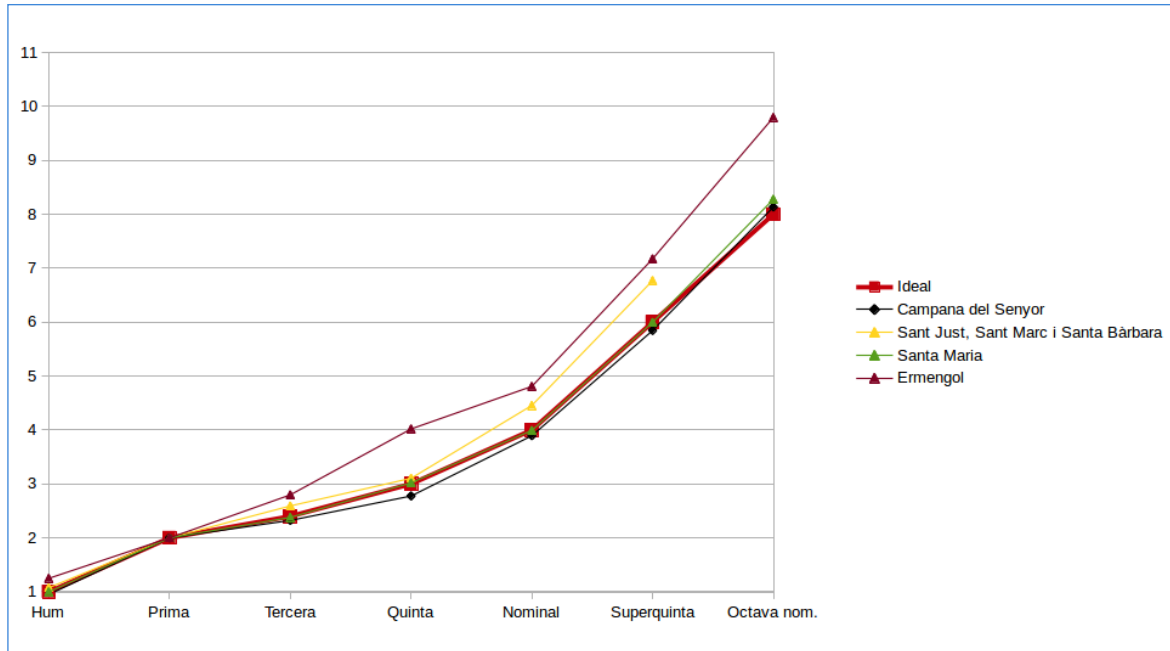


Tabla 52. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, La Seu d'Urgell. Elaboración propia.

Campana	Campana (1)*	Campana (2)*	Ermengol	Santa Maria	Sant Just, Sant Marc i Santa Bàrbara	Campana del Senyor
Hum	Lab 4 -34	Mi 4 -32	La 3 +31	Sol 3 +21	Sol 3 +47	Mi 3 +12
Hum frec.	407	323,5	224	198,5	201,5	166
Prima	Fa# 5 +42	Mi 5 +17	Fa 4 +45	Sol 4 +21	Fa# 4 +20	Fa 4 -01
Prima frec.	758,5	666	358,5	397	374,5	349
3ª	Sib 5 +33	Sol 5 +25	Si 4 +26	Sib 4 +23	Si 4 -29	Lab 4 -41
3ª frec.	950,5	795,5	501,5	472,5	485,5	405,5
5ª	Re 6 +12	Do 6 +15	Fa# 5 -46	Re 5 +35	Re 5 -17	Si 4 -33
5ª frec.	1183,5	1056	720,5	599,5	581,5	484,5
Nominal	Lab 6 -34	Mib 6 +41	La 5 -35	Sol 5 +18	Lab 5 +08	Fa 5 -47
Nom. frec.	1628	1274,5	862	792,5	834,5	679,5
Super 5ª	Mib 7 -13	Sib 6 -17	Mi 6 -43	Re 6 +23	Mib 6 +32	Do 6 -44
Super 5ª frec.	2469,5	1845,5	1286	1190,5	1268	1020
8ª nom.	Sol 7 +40	Mi 7 -26	La 6 -03	Lab 6 -18		Fa 6 +27
8ª nom. frec.	3210	2596,6	1756	1643,5		1419,5
Año fund.	1629	1350ca	1946	1992	1754	1507
Diámetro	40	60	89	100	103	118
Fundidor			BARBERÍ (RIUDELLOTS DE LA SELVA)	PACCARD (ANNECY)	MANZANA, VENTURA; MARCO FRANCISCO; PÉREZ JOAQUÍN	MESTRE ANTONI; MESTRE MIQUEL

- **Número de campanas:** 7
- **Campanas analizadas:** 6
- **Campanas no analizadas:** La campana “Sant Sadurní”, de 1696 y 50 cm de diámetro no se encuentra en la torre, sino en la espadaña y presenta una gran raja que impide su uso. Por esta razón se considera analizado el 100% de las campanas que forman parte de los toques.
- **Rango de tamaño:** 40-118 cm
- **Franja de fechas:** 1350-1992

Estamos ante dos conjuntos diferentes. Por una parte, tenemos las tres campanas de la espadaña, la gótica rota ya citada y las campanas sin nombre (1) y (2), que sí que están en buen estado, y por otra parte, las que se encuentran en la torre. La gráfica que muestra las desviaciones se ha elaborado partiendo de las cuatro situadas en la torre, en la que destaca la similitud entre la “Campana del Senyor” y la “Santa Maria”, campanas que siguen unas proporciones muy parecidas y que se acercan mucho a los parámetros marcados por la campana ideal. Ligeramente cercana a ellas se encuentra la “Sant Just, Sant Marc i Santa Bàrbara”, aunque como podemos observar se distancia en los parciales superiores. Se puede considerar que estas tres campanas forman un conjunto armónico en cuanto a la afinación relativa entre ellas.

La campana que no se rige por parámetros similares es “Ermengol” de Barberí, aunque como se observa en la Gráfica 125, sus campanas no siguen ningún criterio en relación a sus parciales, ya que cada una tiene diseños distintos.

La campana “Santa Maria” está fundida pensando claramente en los parámetros de las campanas afinadas de carillón, sobre todo si tenemos en cuenta que fue hecha por Paccard en 1992. Además de las proporciones ya comentadas, contrastando los datos con los experimentos vemos que siete de los ocho participantes tuvo claro que se trataba de un Sol, nota que corresponde con el Hum, la Prima y la Nominal.

En el resto de las campanas, salvo la “Campana (2)” el sonido final también viene definido por esos parciales principales; como en “Ermengol” en el cual hay también amplio consenso sobre su nota; en la “Campana (1)” y “Campana del Senyor” con menos, aunque aún bien definido.

Sin embargo, en “Sant Just, Sant Marc i Santa Bàrbara” este sonido solo coincide con el Hum, un detalle quizás sorprendente para una campana de ese tamaño, sobre todo si tenemos en cuenta que surgen dos notas de los experimentos, La y Sol, con tres elecciones cada una, y que a pesar de coincidir con el Hum, por las características de este parcial Sol 3 +47, casi se encuentra en la misma nota que la Nominal, La b .

Como ya hemos referenciado, en la “Campana (2)” no ha sido posible sacar conclusiones por la diversificación de sus datos, sin llegar a ser concluyente ninguno de ellos.

3.2.44 LAS PALMAS DE GRAN CANARIA (CANARIAS). CATEDRAL DE CANARIAS DE SANTA ANA

Gráfica 46. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Ana, Las Palmas de Gran Canaria. Elaboración propia.

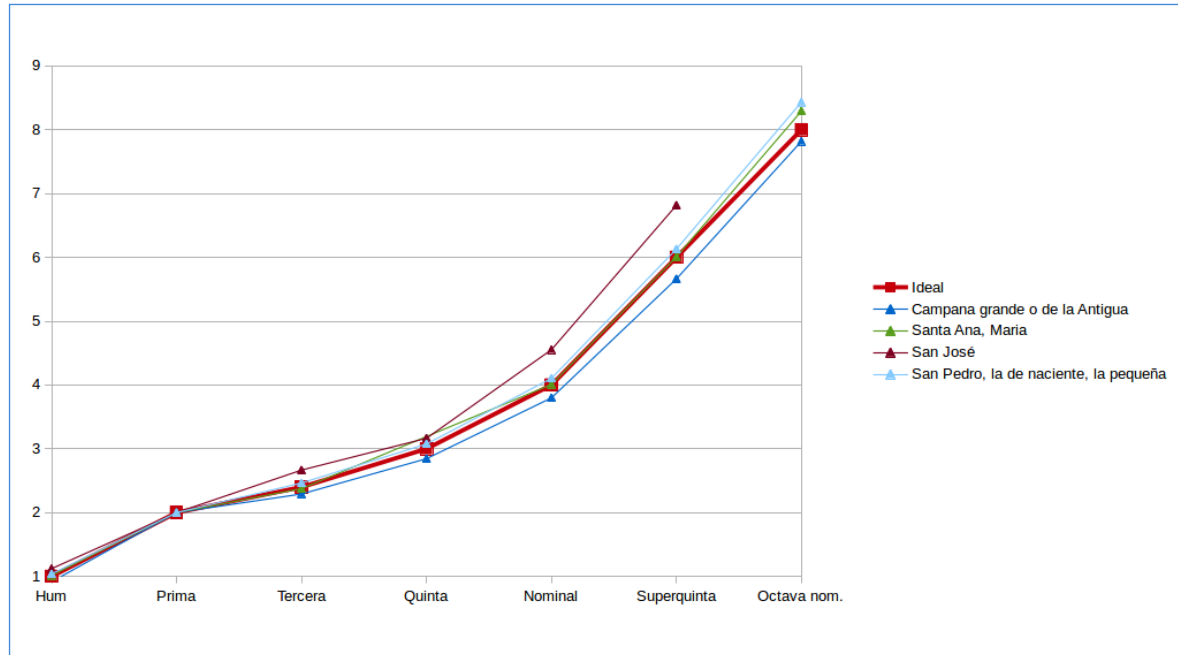


Tabla 53. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Ana, Las Palmas de Gran Canaria.
Elaboración propia

Campana	Campana holandesa*	San Pedro, la de naciente, la pequeña	San José	Santa Ana, Maria	Campana grande o de la Antigua	San Juan Bautista, campana del reloj*
Hum	La 3 -03	Sol 3 +17	Sol 3 -22	Fa 3 +47	Mib 3 -34	Fa# 3 -23
Hum frec.	219,5	198	193,5	179,5	152,5	182,5
Prima	La 4 -01	Sol 4 -49	Fa 4 -21	Fa 4 +23	Mi 4 +15	Fa 4 +25
Prima frec.	439,5	381	345	354	332,5	354,5
3ª	Do 5 -02	Sib 4 +12	Sib 4 -23	Lab 4 +21	Sol 4 -49	La 4 -11
3ª frec.	522,5	469,5	460	420,5	381	437
5ª	Mi 5 -01	Re 5 -03	Reb 5 -26		Sib 4 +25	Do 5 +43
5ª frec.	658,5	586	546		473	536,5
Nominal	La 5 -01	Sol 5 -04	Sol 5 +03	Fa 5 +27	Mib 5 +25	Fa# 5 -16
Nom. frec.	879	782	785,5	709,5	631,5	733
Super 5ª	Mi 6 +04	Re 6 -09	Re 6 +01	Do 6 +27	Sib 5 +16	Reb 6 -26
Super 5ª frec.	1322	1168	1176	1063,5	941,5	1092
8ª nom.		Sol 6 +42		Fa# 6 -16	Mi 6 -24	Fa# 6 +26
8ª nom. frec.		1606,5		1468	1300	1502,5
Año fund.	1999	1599	1852	1599	1599	1857
Diámetro	80	100	110	117	133	140
Fundidor	PETIT & FRITSEN (AARLE-RIXTEL)	RANSART, PIERRE DE (ARRAS)	JAPÓN, JOSÉ (SEVILLA)	GHEIN, PEETER III VAN DEN (MECHELEN)		WARNER AND SONS, JOHN (LONDON)

- **Número de campanas:** 6
- **Campanas analizadas:** 6
- **Campanas no analizadas:** El “Esquilón” de 1857 y 50 cm de diámetro fundido por Warner and Sons fue imposible registrarlo debido a su altura.
- **Rango de tamaño:** 80-140 cm
- **Franja de fechas:** 1599-1999

La “Campana holandesa”, la “San Juan Bautista, campana del reloj” y el “Esquilón” no forman parte del conjunto original. De las cuatro restantes, tres destacan especialmente por su antigüedad y calidad. Nos encontramos cerca de la época de los hermanos Hemony y las campanas sugieren una procedencia parecida. De hecho, por dentro se observan algo torneadas, lo que hace entender que hayan podido ser ligeramente afinadas, hecho que se constata al compararlas con la campana ideal, ya que a pesar de tener ligeras diferencias tienen criterios muy similares en todos sus parciales.

Este factor hace destacar la “San José”, y no precisamente por un aspecto positivo, como podemos comprobar, sus parámetros son muy diversos en comparación con el resto de las campanas.

Todo ello se ve claramente reflejado al buscar los datos sobre la nota que suena en cada campana. Como se observa en la tabla, pocos conjuntos son tan homogéneos como este y, sobre todo, pocos muestran una gama de colores tan oscuros, lo que indica que las notas que coinciden han sido elegidas por la gran mayoría.

Sin duda, la campana que destaca es la “Campana holandesa”, en la cual ninguno de los ocho participantes ha tenido dudas al identificar un La, y como vemos en la relación de sus parciales se trata de una campana que podría estar perfectamente situada en un carillón. Un caso realmente parecido lo tenemos con “San Pedro, la de naciente, la pequeña”, en la cual la decisión fue tomada por siete de los ocho participantes. En este caso es cierto que al hallar la Octava Nominal el resultado del experimento coincide con un parcial más, pero como podemos observar en los resultados, la afinación de los distintos parciales no es tan exacta como en la anterior.

En las dos campanas fundidas por Peter van den Ghein, a pesar de encontrar también unas muy buenas proporciones y que coincide la nota con parciales muy importantes, los datos no son tan perfectos como en las dos anteriores. “San Juan Bautista, campana del reloj” sí que se acerca en mayor medida.

En conclusión, sin duda nos encontramos con el conjunto más perfecto de las catedrales atendiendo a la relación de las campanas respecto a la campana ideal, a su relación intrínseca y teniendo en cuenta el año de fundición de muchas de ellas. Evidentemente, en esta afirmación tan rotunda dejamos de lado muchos factores que convierten a otros conjuntos en igual o más interesantes que al que estamos haciendo referencia.

3.2.45 LEÓN (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA

Gráfica 47. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, León. Elaboración propia.

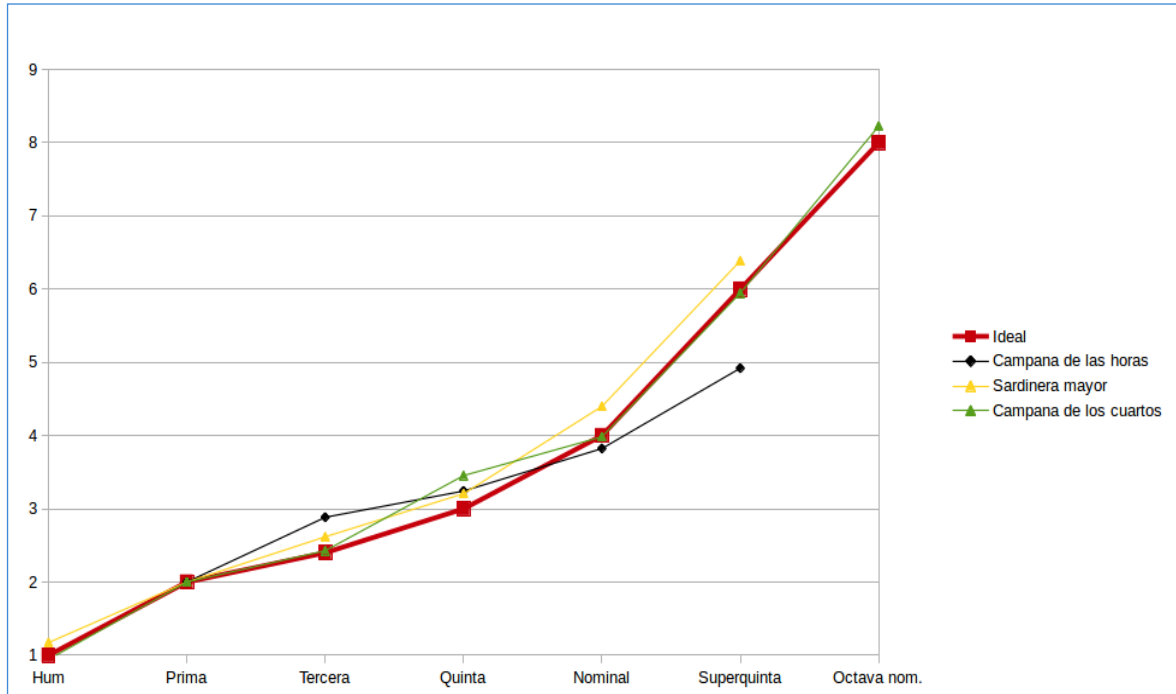


Tabla 54. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, León. Elaboración propia.

Campana	Campana de los cuartos*	Sardinera mayor	Campana de las horas*
Hum	La 3 +03	Sol 3 -13	
Hum frec.	220,5	194,5	
Prima	Sib 4 +03	Mi 4 +09	La 3 +03
Prima frec.	467	331,5	220,5
3ª	Reb 5 +39	La 4 -23	Mib 4 +37
3ª frec.	567	434	318
5ª	Sol 5 +49	Do 5 +27	Fa 4 +40
5ª frec.	806,5	531,5	357,5
Nominal	Sib 5 -04	Fa# 5 -25	Lab 4 +25
Nom. frec.	930	729	421,5
Super 5ª	Fa 6 -10	Do 6 +19	Reb 5 -37
Super 5ª frec.	1388,5	1058,5	542,5
8ª nom.	Si 6 -48		
8ª nom. frec.	1920,5		
Año fund.	1788	1835	1788
Diámetro	90	98	167
Fundidor	JUÁREZ, JOSÉ	LINARES, MANUEL (MERUELO)	Campana de las horas (B)

- **Número de campanas:** 15
- **Campanas analizadas:** 3
- **Campanas no analizadas:** Fue imposible grabar doce campanas por las dificultades de acceso y conservación. Será necesario en un futuro hacer un nuevo estudio para poder sacar conclusiones de este conjunto.
- **Rango de tamaño:** 90-167 cm
- **Franja de fechas:** 1350-1992

El análisis realizado en esta torre no es significativo ante las dificultades que hubo para poder hacerlo completo.

En cuanto a los datos respecto a la nota que suena en cada campana, destaca la “Sardiner Mayor”, con un predominio claro del parcial de la Tercera; mientras que en la “Campana de los cuartos” la nota que sobresale es la que coincide con los parciales que a priori son los que más determinan la nota de golpe de la campana.

En el caso de la “Campana de las horas” no ha sido posible llegar a ninguna conclusión por la fragmentación en los resultados del experimento.

3.2.46 LLEIDA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA DE LA SEU VELLA

Gráfica 48. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Lleida. Elaboración propia.

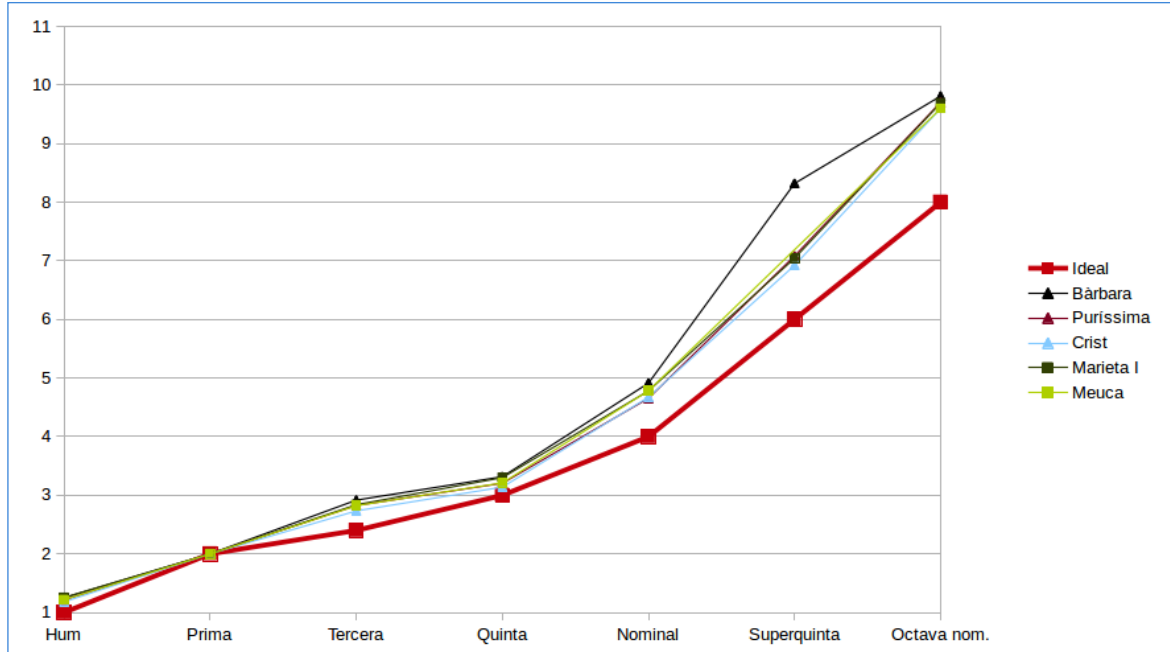


Tabla 55. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Lleida. Elaboración propia.

Campana	Meuca (^)	Marieta I (^)	Crist (^)	Puríssima (^)	Mònica, Campana dels Quarts*	Bàrbara (^)	Silvestra, Campana de les hores*
Hum	Mib 4 -45	Reb 4 -35	Sib 3 -38	Lab 3 -26	Re 3 +13	Fa# 3 +41	La 2 -07
Hum frec.	303	271,5	228	204,5	148	189,5	109,5
Prima	Si 4 +14	La 4 -27	Sol 4 -26	Mi 4 +38	Sol 4 -08	Mib 4 -45	Reb 4 +26
Prima frec.	498	433	386	337	390	303	281,5
3ª	Fa 5 +09	Mib 5 -21	Do 5 +14	Sib 4 +36	Mib 5 -21	La 4 +07	Fa# 4 -21
3ª frec.	702,5	614,5	527,5	476	614	442	365,5
5ª	Sol 5 +33	Fa 5 +39	Mib 5 -45	Reb 5 -45		Si 4 +29	
5ª frec.	799,5	714,5	606	540		502,5	
Nominal	Re 6 +23	Do 6 -19	La 5 +42	Sol 5 +01	Fa# 6 -49	Fa# 5 +10	Si 4 -33
Nom. frec.	1191	1035	902	784,5	1438,5	744,5	484,5
Super 5ª		Sol 6 -48	Mi 6 +22	Re 6 +27		Reb 6 -32	
Super 5ª frec.		1525	1336	1193,5		1260,5	
8ª nom.	Re 7 +29	Do 7 +04	Sib 6 -10	Lab 6 -27		Fa# 6 +07	
8ª nom. frec.	2390	2099	1853	1635,5		1486,5	
Año fund.	1946	1945	1945	1945	1486	1945	1418
Diámetro	55	69	75	86	89	95	200
Fundidor	MENEZO FALLA, BENIGNO	MENEZO FALLA, BENIGNO	MENEZO FALLA, BENIGNO	MENEZO FALLA, BENIGNO	BARROT, MESTRE NICOLAU	MENEZO FALLA, BENIGNO	ADAM, JOAN

- **Número de campanas:** 7
- **Campanas analizadas:** 7
- **Rango de tamaño:** 55-200 cm
- **Franja de fechas:** 1418-1946

Nos encontramos en este caso con una torre en la que el juego de campanas utilizado para los toques litúrgicos está formado por cinco campanas de perfil *gótico*, aunque de manufactura moderna a cargo de Benigno Menezo. Siendo un conjunto de campanas sin ninguna relevancia, podemos observar en la gráfica que al menos las campanas, a pesar de estar muy alejadas de las proporciones propuestas por la campana ideal, tienen cierta coherencia entre sí.

Por otra parte, las campanas del reloj que tienen mucha relevancia en aspectos como antigüedad y decoración, desprenden unos parciales sorprendentes. En el caso de la “Mònica, Campana dels Quarts” viene claramente explicado por la raja que marca su sonido; en la “Silvestra, Campana de les hores” destaca sobre todo su Hum, mucho más agudo de lo esperado según el resto de los parciales.

En cuanto a la nota de golpe, en este conjunto nos encontramos con datos un tanto llamativos. En primer lugar, no ha sido posible encontrar ninguna campana en la que podamos hallar dos parciales con la misma nota que nos arrojan los experimentos. En segundo lugar, solo hay una campana en la que la nota viene definida por la Nominal, la “Mònica, Campana dels Quarts” como vemos que pasa en la gran mayoría de los casos, pero no hay que olvidar que esta campana tiene una gran raja. En tercer lugar, tenemos una campana en la cual su sonido final viene marcado por la Tercera, la “Puríssima”, y otra en la que viene marcado por la Quinta, la “Meuca”. En cuarto lugar, la campana mayor de todas tiene tal variedad de resultados en los experimentos que no es posible buscar los parciales que puedan coincidir, siendo además estos resultados no cercanos²²⁵. Y para finalizar, en quinto lugar, las dos campanas resultantes, fundidas por Benigno Menezo, el “Crist” y la “Bàrbara” presentan unos datos muy claros en el experimento: seis personas optan por el Si en la primera y nada más y nada menos que siete optan por el Sol# en la segunda, los cuales no podemos relacionar con ninguno de los parciales que nos muestra la tabla. Nos encontramos por tanto, con dos claros ejemplos de campanas en las que el sonido final viene conformado por la unión de los distintos parciales sin poder situarlo en ninguno, creando un tono virtual.

225. Al hablar de resultados no cercanos nos referimos a notas que están más alejadas de un semitono, en este caso Si, La y Mib.

3.2.47 LOGROÑO (LA RIOJA). CONCATEDRAL DE SANTA MARÍA DE LA REDONDA

Gráfica 49. Desviación de las campanas de la Concatedral de Santa María de la Redonda, Logroño. Elaboración propia.

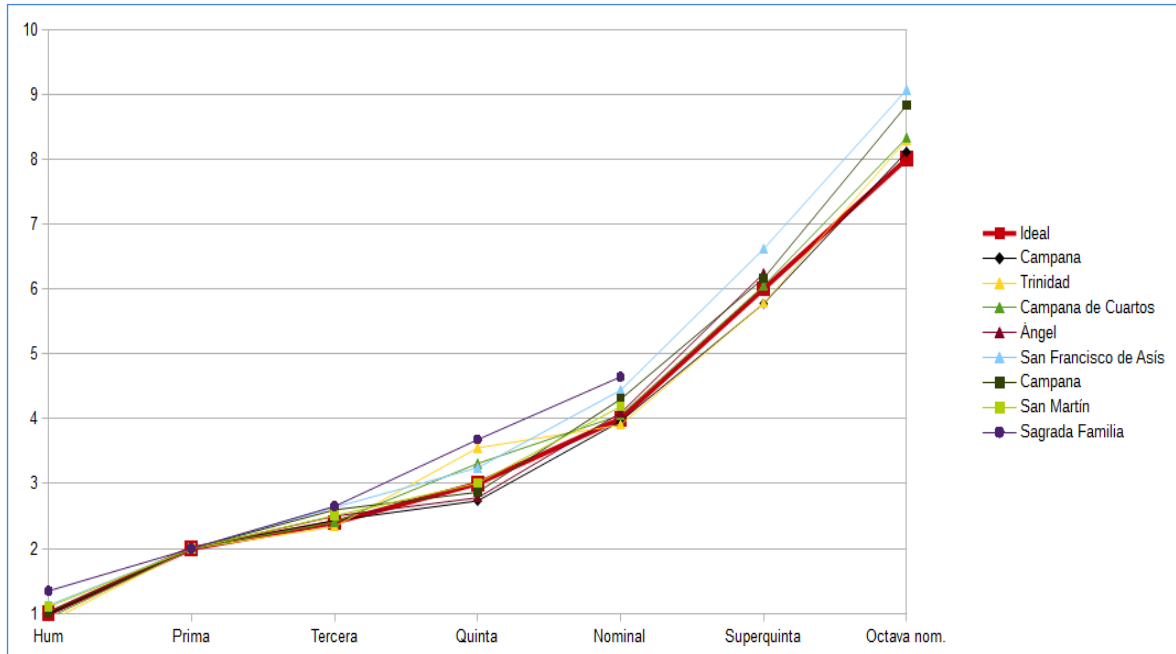


Tabla 56. Análisis de las campanas de la Concatedral de Santa María de la Redonda, Logroño.
Elaboración propia.

Campana	Sagrada Familia	San Martín (^)	Campana	San Francisco de Asís	Ángel	Campana de Cuartos (^)	Trinidad (^)	Campana (^)
Hum	Lab 4 -24	Do 4 -44	Re 4 +36	Re 4 -33	Si 3 +28	Re 4 -39	Lab 3 +02	Lab 3 -09
Hum frec.	409,5	255	300	288	251	287	208	206,5
Prima	Mib 5 -40	Sib 4 -11	Re 5 +04	Do 5 -39	Do 5 -20	Mib 5 -16	Sib 4 +36	Lab 4 -01
Prima frec.	608	463	589	511,5	517	616,5	476	415
3ª	Sol 5 +46	Re 5 -21	Sol 5 -43	Mi 5 +38	Mi 5 -36	Fa#5 +03	Reb 5 +05	Si 4 +36
3ª frec.	805,5	580	764,5	674	645,5	741,5	556	504,5
5ª	Reb 6 +14	Fa 5 -06	Lab 5 +28	Lab 5 -02	Fa# 5 -49	Do 6 -44	Lab 5 +29	Reb 5 +40
5ª frec.	1118	696	844,5	829,5	719	1020	845	567,5
Nominal	Fa 6 +18	Si 5 -33	Mib 6 +29	Reb 6 +40	Do 6 +16	Mib 6 +06	Sib 5 -05	Lab 5 -19
Nom. frec.	1412	969	1266	1135	1056,5	1249,5	929	821,5
Super 5ª			Sib 6 -46	Lab 6 +31	Sol 6 +49	Si 6 +00	Fa 6 -28	Re 6 +34
Super 5ª frec.			1815	1692	1613	1864,5	1374,5	1198
8ª nom.			Mi 7 -24	Re 7 -22		Mi 7 -46	Si 6 -01	Lab 6 +23
8ª nom. frec.			2600,5	2319		2566,5	1974	1683
Año fund.	1951	1818	1963	1986	1963	1786	2000	1923
Diámetro	45	61	64	67	70	71	81	87
Fundidor	PEREA, HIJO DE BENITO (LOGROÑO)	MAZÓN, PEDRO DE (NOJA)	PEREA (MIRANDA DE EBRO)	PORTILLA, HERMANOS (SANTANDER)	PEREA (MIRANDA DE EBRO)		QUINTANA, CAMPANAS (SALDAÑA)	PEREA, BENITO E HIJO (LOGROÑO)

- **Número de campanas:** 12
- **Campanas analizadas:** 8
- **Campanas no analizadas:** La “Santa María la Real” de 1986 de los hermanos Portilla, la “María” de Benito Perea e hijo, la “Campana (9)” de 1890 y la “Campana de las horas” de 1658, ambas de autor desconocido no han podido ser analizadas.
- **Rango de tamaño:** 45-87 cm
- **Franja de fechas:** 1786-2000

En este conjunto de la Catedral de Logroño nos encontramos con cuatro campanas con perfil *gótico* (“San Martín”, “Campana de los cuartos”, “Trinidad” y la “Campana” de 87 cm). Pese a tener el mismo estilo de perfil, podemos observar en la gráfica que muestra los desvíos relativos que estas campanas no comparten criterios en cuanto a las diferencias de los parciales, así que se deduce que el perfil por sí mismo no marca de manera absoluta la altura de los parciales, sino que hay que tener en cuenta otros factores muy importantes como el grosor o la altura. La campana de los cuartos, en la actualidad, forma parte del conjunto y por eso se ha introducido dentro de la muestra.

En relación a la nota que suena, destaca el caso de la “Campana”, la de mayor diámetro (87 cm). Llama la atención que los participantes en el experimento señalaron dos notas completamente diferentes. Por un lado, tres optaron por el Lab, que hace referencia a los parciales que suelen conformar con más claridad la nota de golpe; y por otro, cuatro apuntaron al Reb, que se corresponde con la Quinta; en esta ocasión podemos concluir que tiene mucha relevancia²²⁶ en el sonido final.

En cuanto al resto de componentes del conjunto, en la “Sagrada Familia”, “Campana”, “Ángel”, “Campana de Cuartos” y “Trinidad”, la nota de golpe viene definida por el Hum, Prima o Nominal. Más allá de esta normalidad, es importante señalar que en el caso de “San Martín” no ha sido posible seleccionar ninguno de los parciales ya que la nota más optada, aunque tan solo en tres de los ocho casos, ha sido *Mib*, la cual no encontramos en ninguno de ellos, estando entre medias de la Tercera y la Quinta, pudiendo ser los tonos encargados de conformarla. En el caso de “San Francisco de Asís” se debe, como en otros muchos casos ya vistos, a la falta de focalización de los resultados, lo que nos ha impedido sacar conclusiones en una u otra dirección.

226. Cabe recordar que al parcial de la Quinta es al que menos importancia se le da a la hora de afinar las campanas de carillón ya que, en teoría, es el que menos incide en la nota final, de ahí la peculiaridad de esta campana. Para más información al respecto consultar el apartado 1.2.

3.2.48 LUGO (GALICIA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA

Gráfica 50. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Lugo. Elaboración propia.

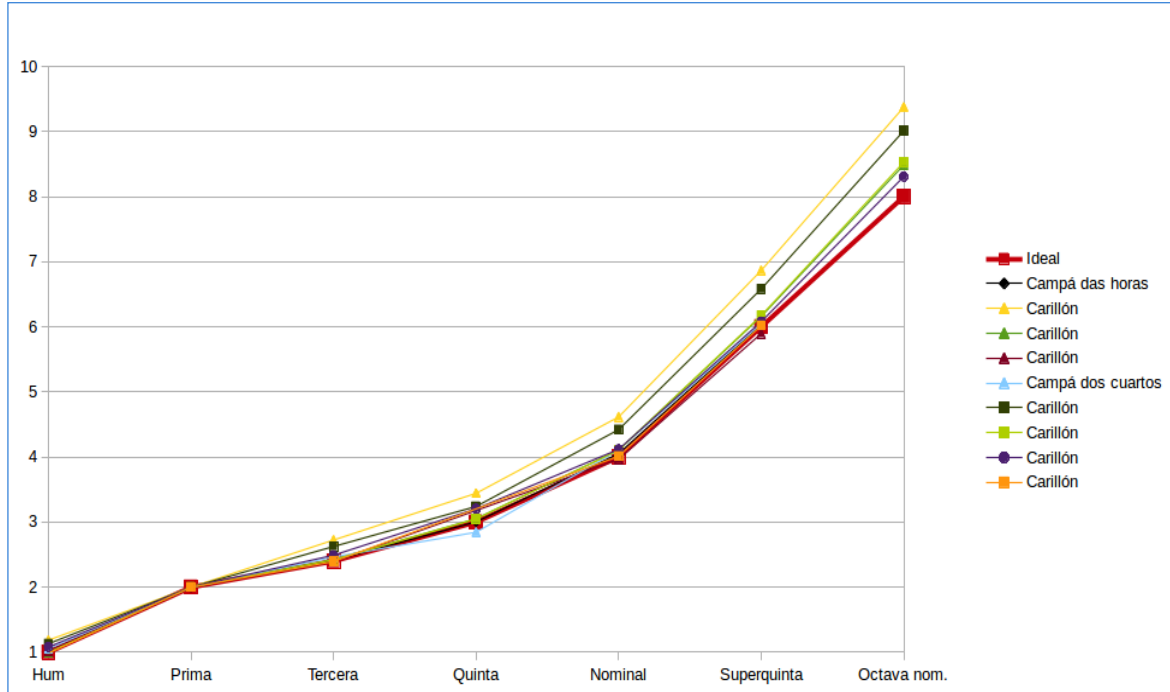


Tabla 57. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Lugo. Elaboración propia.

Campana	A Mariana menor (Λ)	A Mariana maior (Λ)	Carillón (1)*	Carillón (2)*	Carillón (3)*	Carillón (5)*	Campá dos cuartos*	Carillón (4)*	Carillón (6)*	Carillón (7)*	Campá das horas**
Hum	Sol 4 -06	Fa 4 -38	Mib 4 +04	Re 4 +25	Si 3 -06	Sib 3 +36	Fa# 3 +46	La 3 +07	Fa# 3 -14	Fa# 3 -09	Mi 4 -40
Hum frec.	390,5	341,5	312	298	246	238	190	221	183,5	184	322
Prima	Mib 5 -11	Lab 5 -45	Mib 5 +26	Reb 5 -07	Si 4 +00	Lab 4 +23	Fa# 4 -47	La 4 -23	Fa# 4 -14	Mib 4 -03	Mi 5 -49
Prima frec.	618	809	632	552	494	421	3660	434	367	310,5	640,5
3ª	Sib 5 +10	La 5 +35	Fa# 5 +38	Fa 5 -27	Re 5 +31	Reb 5 -05	La 4 +13	Do 5 -14	La 4 +19	Lab 4 +31	Sol 5 -26
3ª frec.	938	898	756,5	687,5	598	552,5	443,5	519	445	423	772
5ª	Do 6 -26	Mi 6 -07		La 5 +08	Fa# 5 +30	Fa 5 -41	Do 5 -37		Reb 5 +17	Do 5 +36	Si 5 -45
5ª frec.	1030,5	1313		884,5	753	682	512		560	534,5	962
Nominal	Sol 6 -04	Fa# 6 +00	Mib 6 +32	Reb 6 +42	Si 5 +45	Sib 5 -03	Fa# 5 -01	La 5 -38	Fa# 5 +31	Fa 5 +44	Mi 6 -27
Nom. frec.	1564	1479,5	1268	1136,5	1014	930,5	739,5	860,5	753,5	716,5	1297,5
Super 5ª		Do 7 +08	Sib 6 +34	Lab 6 +17	Sol 6 -48	Fa 6 -14	Reb 6 -31	Mib 6 +48	Reb 6 +33	Do 6 +31	Si 6 -39
Super 5ª frec.		2103,5	1902	1678	1525	1385,5	1089	1279,5	1130,5	1066	1931,5
8ª nom.		Sol 7 -40		Re 7 -42	Do 7 +11	Sib 6 +29			Sol 6 -12	Fa# 6 -28	
8ª nom. frec.		3063		2293	2106,5	1897			1557	1455,5	
Año fund.	1719	1719	1954	1954	1954	1954	1725	1954	1954	1954	1577
Diámetro	44	53	64	64	74	80	82	89	103	108	120
Fundidor	ALONSO DE VIADERO, DIONISIO		MURUA, VIUDA DE (VITORIA)				PALACIO, FRANCISCO DE (GÜEMES)	MURUA, VIUDA DE (VITORIA)			

- **Número de campanas:** 17
- **Campanas analizadas:** 11
- **Campanas no analizadas:** De las campanas no analizadas, la “Campá de sinais” de 1725, 45 cm de diámetro y autor desconocido no se encuentra en la torre. El resto (“San José, a Sardinera”, de 1920, 64 cm de José Cabrillo, “Santa María”, de 1864, 129 cm de Antonio Blanco, “De Prima”, de 1805, 106 cm de Domingo de Palacio y “Froilana”, de 1792, 140 cm de Andrés Cagigal) no han podido ser analizadas y será necesario un estudio posterior a este trabajo.
- **Rango de tamaño:** 44-120 cm
- **Franja de fechas:** 1577-1954

En el caso de esta torre hemos optado por estudiar la desviación de las campanas de carillón, pertenecen al mismo fundidor, Murua, y resulta interesante para analizar su coherencia. Estas campanas sí que tienen un criterio conjunto, a pesar de que haya dos en las que sus parciales se escapan hacia registros agudos. De hecho, si acudimos a la Gráfica 138, que recoge la desviación de todas las campanas de ese fundidor en ese periodo, podemos concluir que es una tónica general en sus fundiciones que sus parciales sean más agudos que los referentes de la campana ideal.

Del conjunto, también cabe señalar que las dos campanas más pequeñas (“A Mariana menor” y “A Mariana maior” de Alonso de Viadero”) tienen un perfil típico *gótico*. Sin embargo, a pesar de ser las dos del mismo fundidor y del mismo estilo, no comparten criterio alguno.

En cuanto a la nota de golpe, destaca la “Campá dos cuartos”. Como podemos ver en la tabla, es la única en la que no viene marcado uno de los parciales más influyentes en su conformación. Cinco personas consideraron que la nota correspondiente a la Tercera es la que predomina en su sonido.

En las dos campanas de menor tamaño el Hum es el parcial más relacionado con el sonido resultante final, hecho recurrente en muchos de los conjuntos analizados.

Las campanas de Murua del carillón, como ya hemos dicho, muestran gran coherencia y esto es aplicable también en relación a la nota de golpe. Como podemos ver, en todas ellas tenemos marcado el Hum, la Prima y la Nominal, salvo en la 7, que falla la Prima. Un aspecto curioso de los resultados obtenidos en los experimentos es que en las campanas 2, 3 y 7, hay dos notas distintas marcadas; eso se debe a que los datos daban que al menos tres personas optaban por cada una de esas opciones distintas.

3.2.49 MADRID (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL DE LAS FUERZAS ARMADAS

Gráfica 51. Desviación de las campanas de la Catedral de las Fuerzas Armadas, Madrid.
Elaboración propia.

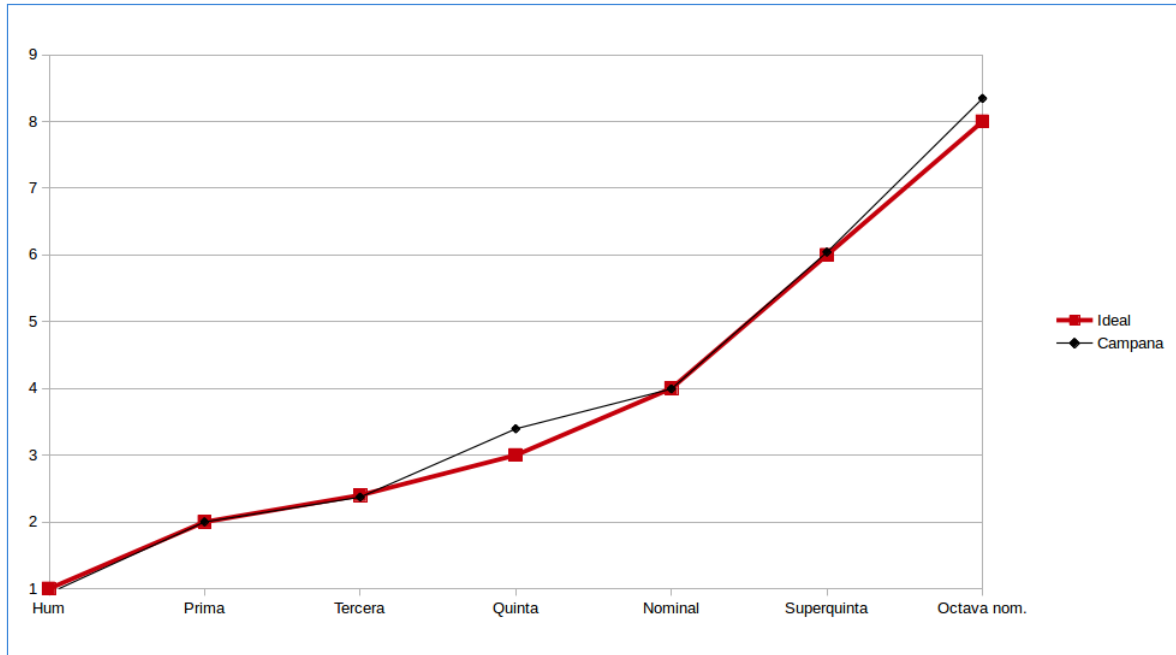


Tabla 58. Análisis de las campanas de la Catedral de las Fuerzas Armadas, Madrid. Elaboración propia.

Campana	Campana (1) (^)
Hum	Fa# 4 +34
Hum frec.	377,5
Prima	Lab 5 -43
Prima frec.	810
3ª	Si 5 -48
3ª frec.	960,5
5ª	Fa 6 -27
5ª frec.	1375
Nominal	Lab 6 -46
Nom. frec.	1617
Super 5ª	Mib 7 -29
Super 5ª frec.	2447
8ª nom.	Lab 7 +29
8ª nom. frec.	3379,5
Año fund.	1756
Diámetro	52
Fundidor	

- **Número de campanas:** 1
- **Campanas analizadas:** 1
- **Tamaño:** 52 cm
- **Fecha:** 1756

Catedral única en España con una sola campana. De 52 cm de diámetro y autor desconocido, sigue el perfil llamado *gótico* y, tal y como podemos apreciar en la gráfica comparativa, sus parciales se ajustan mucho a los proporcionados por la campana ideal. Tan solo en el caso del Hum, que resulta más grave que lo estimado, prácticamente una décima en lugar de una octava; y en el de la Quinta, que viene a ser una sexta en lugar de una quinta, el resto de los parciales concuerdan con lo que vendría a ser una campana afinada.

Sin embargo, en relación a la nota de golpe encontramos una curiosidad. A pesar de que vemos marcada la Prima, la Nominal y la Octava nominal, solo tres de las ocho personas optaron por seleccionar el *Lab* como nota principal, mientras que cuatro seleccionaron el Sol, nota que no aparece en ninguno de los parciales. Esto nos hace pensar que la influencia de los otros parciales, en este caso sobre todo el Hum y la Quinta, provoca esa confusión en el sonido final, unido a que como podemos observar, el parcial de la Nominal se encuentra en el límite de ambas notas.

3.2.50 MADRID (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL DE SAN ISIDRO

Gráfica 52. Desviación de las campanas de la Catedral de San Isidro, Madrid. Elaboración propia.

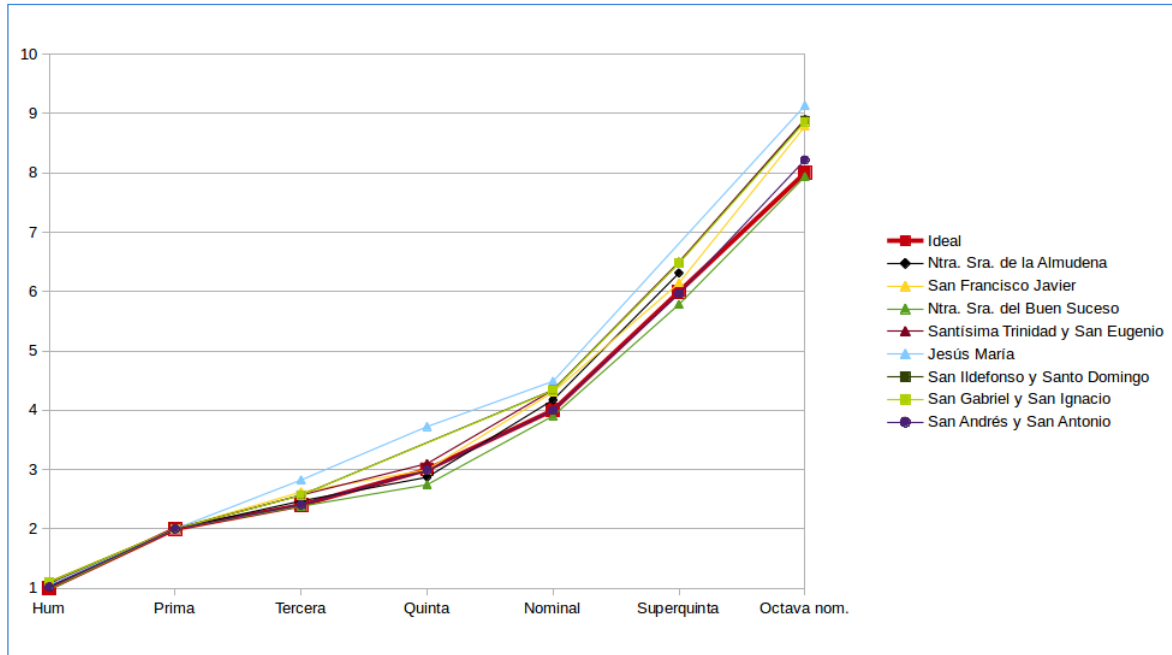


Tabla 59. Análisis de las campanas de la Catedral de San Isidro, Madrid. Elaboración propia.

Campana	San Andrés y San Antonio	San Gabriel y San Ignacio	San Ildefonso y Santo Domingo	Jesús María	Santísima Trinidad y San Eugenio	Ntra. Sra. del Buen Suceso	San Francisco Javier	Ntra. Sra. de la Almudena
Hum	Lab 4 -05	Mi 4 +07	Reb 4 -04	Sol 3 +08	La 3 -15	Sol 3 -31	Sol 3 -08	Mi 3 +22
Hum frec.	414	331	276,5	197	218	192,5	195	167
Prima	Lab 5 -37	Re 5 +39	Si 4 +23	Fa# 4 +16	Sol 4 +45	Sol 4 +06	Fa 4 +03	Mi 4 -35
Prima frec.	813	601	500,5	373,5	402,5	393,5	350	323
3ª	Si 5 -17	Sol 5 -27	Mi 5 -43	Do 5 +14	Do 5 -20	Sib 4 +08	Sib 4 -26	Sol 4 +30
3ª frec.	978	771,5	643	527,5	517	468,5	459	399
5ª	Mib 6 -42			Fa 5 -07	Mib 5 +04	Reb 5 -45	Do 5 +04	Sib 4 -09
5ª frec.	1214			695,5	624	540	524,5	463,5
Nominal	Lab 6 -37	Mi 6 -21	Reb 6 -35	Lab 5 +15	La 5 -12	Sol 5 -35	Fa# 5 +31	Mi 5 +38
Nom. frec.	1625,5	1302	1086	838	873,5	768	753,5	674
Super 5ª	Mib 7 -45	Si 6 -25	Lab 6 -40		Mi 6 -13	Reb 6 +45	Do 6 +47	Do 6 -45
Super 5ª frec.	2424,5	1947	1622,5		1308	1138	1075,5	1019,5
8ª nom.	Lab 7 +09	Mi 7 +16	Reb 7 +05	Lab 6 +46	La 6 +31	Sol 6 -06	Sol 6 -33	
8ª nom. frec.	3340,5	2663	2224	1706	1792	1562	1537,5	
Año fund.	1927	1927	1927	1587	1927	1960	1960	1960
Diámetro	47	60	74	90	92	96	102	114
Fundidor	LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCHEL BAJO)				LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCHEL BAJO)	LINARES, VIUDA DE CONSTANTINO (CARABANCHEL BAJO)		

- **Número de campanas:** 8
- **Campanas analizadas:** 8
- **Rango de tamaño:** 47-114 cm
- **Franja de fechas:** 1587-1960

En este caso, a pesar de realizar un análisis de todas las campanas, nos encontramos con dos conjuntos que se pueden considerar por separado. Por una parte, tenemos la Torre Norte, con cuatro campanas de Constantino de Linares Ortiz de 1927 (“San Andrés y San Antonio”, “San Gabriel y San Ignacio”, “San Ildefonso y Santo Domingo” y “Santísima Trinidad y San Eugenio”) y por otra parte la Torre Sur, con tres campanas de los continuadores del fundidor, Viuda de Constantino Linares, de 1960 (“Nuestra Señora del Buen Suceso”, “San Francisco Javier” y “Nuestra Señora de la Almudena”). A estas tres últimas campanas hay que añadir la “Jesús María”, de 1587 que posiblemente era la del reloj y hasta la creación de sus compañeras se encontraba sola en la torre.

Acudiendo a la gráfica de las desviaciones, podemos comprobar que, en este caso, las campanas sí que presentan cierta coherencia entre ellas. El único elemento en el que claramente no se da es en la citada campana ajena a los fundidores principales, la “Jesús María”, que como ya hemos dicho pertenece a otra época distinta. Hay que tener presente que en el caso de “San Gabriel y San Ignacio” parece que sí que hay una desviación respecto al resto, pero en realidad es ficticia al no poder concretar la Quinta en el análisis y optar por realizar la gráfica de manera que se dé una continuidad aunque no estén todos los elementos presentes.

Sí que es cierto que en las campanas fundidas en 1960 la desviación es menor, respecto a la campana ideal, que en las fundidas en 1927. Si observamos la Gráfica 121 que hace referencia a las campanas fundidas por Constantino Linares en las catedrales, vemos que no hay uniformidad en su obra, mientras que en la de sus sucesores, Gráfica 132, sí que mantiene coherencia; aunque hay que tener presente que estamos hablando de solo tres campanas y de un tamaño similar, con lo que no podemos concluir que fuera un hecho buscado o debido a la evolución de la técnica o maquinaria.

En cuanto a la nota de golpe, destaca “Nuestra Señora del Buen Suceso”, en la que seis de los ocho participantes en el experimento optaron por el Sol, y los otros dos uno por cada semitono vecino, estando además esa nota reflejada en los cuatro parciales que serían más representativos en una campana de carillón, es decir el Hum, la Prima, la Nominal y la Octava Nominal. Algo parecido se da en “Nuestra Señora de la Almudena”, aunque en esta, los que no optaron por la nota principal se desviaron a la nota que nos encontramos en el parcial de

la Tercera. Es cierto que en el resto de las campanas hallamos valores muy homogéneos respecto a los parciales señalados, tan solo en la campana de 1587, "Jesús María", no vemos una coherencia tan grande, al igual que pasaba con la relación entre sus parciales.

En el caso de "San Francisco Javier" no ha sido posible destacar ninguno de los parciales porque en el experimento cuatro personas optaron por el Sol#, mientras que solo dos por el Sol, que es la nota que aparece en el Hum, la Octava nominal y se encuentra cercana a la Nominal, debiéndose, sin duda, este resultado anómalo a la intervención de los otros parciales.

3.2.51 MADRID (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL DE LA ALMUDENA

Gráfica 53. Desviación de las campanas del carillón de la Catedral de la Almudena, Madrid.
Elaboración propia.

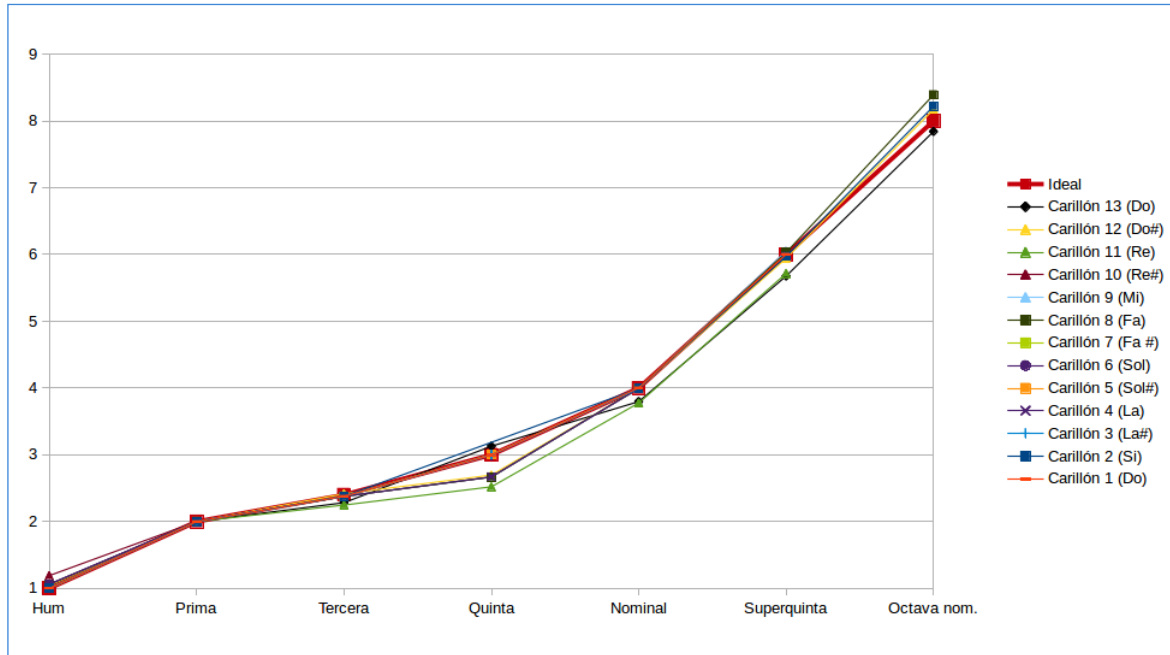


Tabla 60. Análisis de las campanas del carillón de la Catedral de la Almudena, Madrid.
Elaboración propia.

Campana	Carillón 1 (Do)	Carillón 2 (Si)	Carillón 3 (La#)	Carillón 4 (La)	Carillón 5 (Sol#)	Carillón 6 (Sol)	Carillón 7 (Fa #)	Carillón 8 (Fa)	Carillón 9 (Mi)	Carillón 10 (Re#)	Carillón 11 (Re)	Carillón 12 (Do#)	Carillón 13 (Do)
Hum	Do 5 +00	Si 4 -01	Sib 4 +00	Sib 4 +00	Sol# 4 -01	Lab 4 -01	Fa# 4 +00	Fa# 4 +00	Mi 4 +00	Fa# 4 +00	Re# 4 +00	Re 4 -42	Re 4 -42
Hum frec.	523,5	493,5	466	466	415	415	370	370	329,5	370	311	286,5	286,5
Prima	Do 6 +00	Si 5 -02	Sib 5 +00	La 5 -01	Sol# 5 +00	Sol 5 -02	Fa# 5 -01	Fa 5 -01	Mi 5 +00	Re# 5 +00	Re# 5 +00	Do# 5 -18	Do 5 -49
Prima frec.	1046,5	986,5	932,5	879	830,5	783	739,5	698	659,5	622	622	548,5	508
3ª	Mib 6 +00	Re 6 -01	Reb 6 +00	D 6 -02	Si 5 -01	Sib 5 -03	La 5 +00	Lab 5 -02	Sol 5 +00	Fa# 5 -01	Fa 5 +01	Mi 5 +08	Mib 5 +10
3ª frec.	1244,5	1173,5	1108,5	1045	987	930,5	880	829,5	784	739,5	699	662,5	626
5ª	Sol 6 +01	Mib 6 -04	Fa 6 +02	Re 6 -01	Mib 6 +04	Re 6 -05	Reb 6 +00	Sib 5 -02	La 5 +00	Sol# 5 -02	Sol 5 +00	Fa# 5 -01	La 5 -43
5ª frec.	1569	1970,5	1399	1173,5	1247,5	1171	1109	931	879,5	829,5	784	739,5	858
Nominal	Do 7 +01	Si 6 -04	Sib 6 -02	La 6 -04	Sol# 6 -02	Sol 6 -02	Fa# 6 -01	Fa 6 -01	Mi 6 +00	Re# 6 -01	Re 6 +00	Do# 6 -21	Do 6 -08
Nom. frec.	2094,5	1970,5	1862	1755,5	1659	1566	1479	1395,5	1318	1243	1174,5	1095	1041,5
Super 5ª	Sol 7 +03	Fa# 7 -08						Do 7 +09	Si 6 +16	La# 6 +14	La 6 +17	Lab 6 -33	Sol 6 -12
Super 5ª frec.	3142	2945,5						2105	1995	1880,5	1778	1629,5	1557
8ª nom.		Si 7 +44						Fa# 7 -18				Do# 7 +18	Do 7 +47
8ª nom. frec.		4055						2929				2241,5	2151
Año fund.	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003
Diámetro	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Fundidor	QUINTANA, CAMPANAS (SALDAÑA)												

Gráfica 54. Desviación de las campanas de la Catedral de la Almudena, Madrid. Elaboración propia.

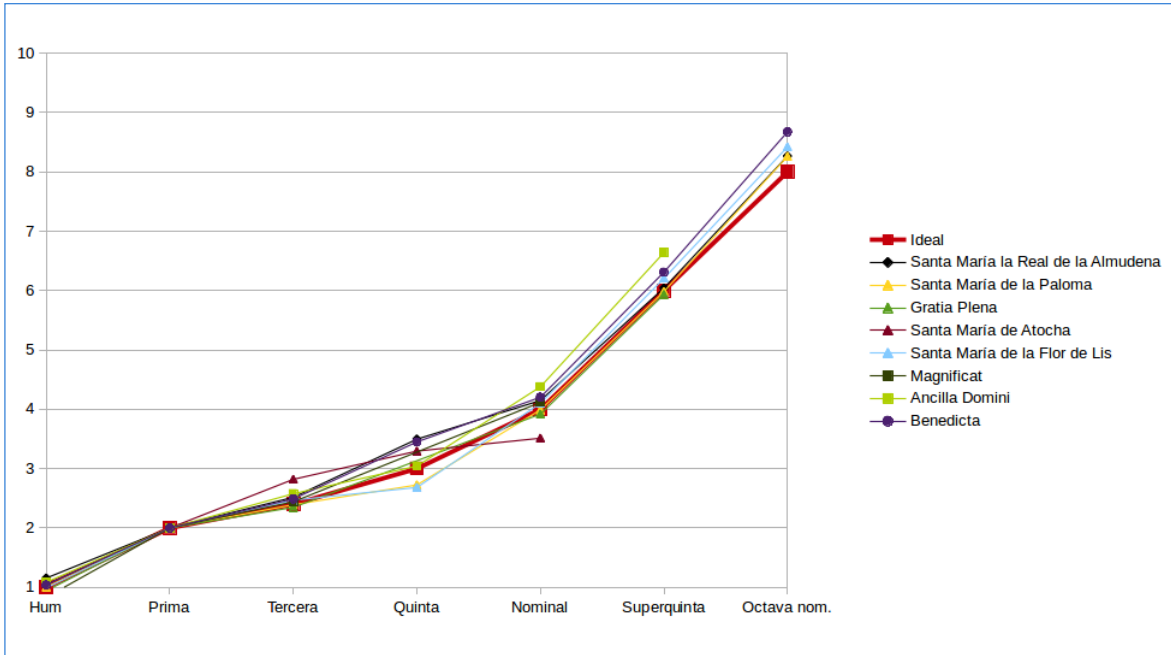


Tabla 61. Análisis de las campanas de la Catedral de la Almudena, Madrid. Elaboración propia.

Campana	Benedicta	Ancilla Domini	Magnificat	Santa María de la Flor de Lis	Gratia Plena	Santa María de Atocha	Santa María de la Paloma	Santa María la Real de la Almudena
Hum	Sol 3 -44	Fa 3 -46	Do 3 +02	Si 2 +28	Do 3 -24	Fa 3 +03	Si 2 -42	Do 3 +15
Hum frec.	191	170	131	125,5	129	175	120,5	132
Prima	Fa# 4 -11	Mib 4 +13	Mib 4 +21	Si 3 +45	Reb 4 -23	Mi 4 +04	Si 3 -49	Sib 3 -34
Prima frec.	367,5	313,5	315	253,5	273,5	330,5	240	228,5
3ª	Sib 4 -32	Lab 4 -47	Sol 4 -33	Mib 4 +10	Mi 4 -45	Sib 4 +00	Re 4 -39	Re 4 -36
3ª frec.	457,5	404	384,5	313	321	466	287	287,5
5ª	Mib 5 +32	Sib 4 +39		Fa 4 -46		Reb 5 -31	Mi 4 -13	Sol 4 +32
5ª frec.	634	477		340		544,5	327	399,5
Nominal	Sol 5 -25	Fa 5 -29	Mi 5 -28	Do 5 -10	Do 5 +41	Re 5 -20	Sib 4 +47	Sib 4 +28
Nom. frec.	772,5	686,5	648,5	520	536	580,5	479	474
Super 5ª	Re 6 -22	Do 6 -09		Sol 5 +05	Lab 5 -40		Fa 5 +47	Fa 5 -19
Super 5ª frec.	1159,5	1041		786,5	811,5		718	690,5
8ª nom.	Sol 6 +28			Do 6 +34			Si 5 +06	Sib 5 +22
8ª nom. frec.	1594			1067,5			991,5	944,5
Año fund.	2003	2003	2003	1998	2004	1998	1998	1998
Diámetro	105	117	131	138	140	140	146	155
Fundidor	QUINTANA, CAMPANAS (SALDAÑA)			OCAMPO ARTESANOS CAMPANEROS (ARCOS DA CONDESA)	QUINTANA, CAMPANAS (SALDAÑA)	OCAMPO ARTESANOS CAMPANEROS (ARCOS DA CONDESA)		

- **Número de campanas:** 24
- **Campanas analizadas:** 21
- **Campanas no analizadas:** Las tres campanas no analizadas (“María Agustina”, de 1835 y 74 cm de diámetro, “María de la Almudena” de 1773 y 135 cm, y “Jesús, María y José” de 1743 y 138 cm, todas de autor desconocido) no han podido ser localizadas. Por esta razón se consideran analizadas el 100% de las campanas que forman parte de los toques.
- **Rango de tamaño:** 40-155 cm
- **Franja de fechas:** 1998-2004

En esta catedral en realidad nos encontramos con tres conjuntos diferentes: en primer lugar, las campanas del carillón de Quintana, fundidas en 2003; en segundo lugar, las campanas de volteo del mismo fundidor y del mismo año (salvo “Gratia Plena” de 2004); y para acabar, las cuatro campanas de Ocampo Artesanos, fundidas en 1998.

En relación a las campanas del carillón, vemos que, tal y como es de esperar, forman un conjunto equilibrado respecto a la campana ideal, que como recordamos, es aquella afinada según los criterios de las campanas de carillón. El desnivel mayor lo encontramos en la Quinta, pero como hemos visto en las referencias teóricas de este trabajo, es el parcial al que los fundidores dedican menos atención, en parte por su menor importancia y también por su dificultad de afinación sin variar otros parciales mucho más trascendentales para el sonido final. Como se aprecia, a partir del quinto parcial existe una pequeña desviación de las campanas agudas hacia registros más graves. Esto podría haberse realizado intencionadamente para conseguir un sonido más potente, como también hemos visto en la parte teórica²²⁷. Las 13 campanas del carillón comprenden una escala cromática, desde el Do 5 al Do 6, partiendo de la Prima como referencia.

En el caso de las campanas de volteo del mismo fundidor, no hay la misma coherencia entre ellas que en las campanas de carillón. De hecho, en la Gráfica 142, donde se recogen todas las campanas de las catedrales hechas por este fundidor, vemos que no sigue de ninguna manera un criterio claro en cuanto a la colocación de los parciales.

Para finalizar, el conjunto formado por las campanas de Ocampo parece que sí que tiene un poco más de homogeneidad, salvo en el caso de “Santa María de Atocha”, campana en la que la Nominal es mucho más grave de lo que debería ser.

227. En el apartado 1.2.2 hay mucha más información al respecto.

En cuanto a la nota de golpe obtenida a través de los experimentos, también dividimos el conjunto de campanas en tres grupos. Respecto a las del carillón sorprende en gran medida que en la campana mayor no hayamos podido obtener un resultado claro, ya que dos personas optaron por el Do, pero cuatro se debatieron entre el Fa y Fa#, lo que nos lleva a pensar que en este caso la afinación ha provocado que el resultado sonoro nos haga escuchar un parcial virtual²²⁸. En el resto de las campanas destacan los parciales que son previsibles y lógicos en campanas dedicadas a realizar melodías, pero un dato que no esperábamos es que en ninguna de ellas, el total de los participantes del experimento haya optado inequívocamente por la misma nota. De hecho, en la campana 8, así como en las tres más pequeñas, tan solo la mitad se ha inclinado por la nota que teóricamente tiene asignada esa campana.

En las campanas de volteo de Quintana destaca sobre las demás “Magnificat”, en la que las ocho personas del experimento le han asignado un Mi²²⁹, aunque es curioso que esta nota solo la encontramos en el parcial de la Nominal. En el resto de campanas de este autor vemos que, a pesar de coincidir con otros parciales, la Nominal es el parcial que marca la nota de golpe de estas campanas.

Sin embargo, en las campanas de Ocampo Artesanos, de las cuales hemos comentado que tienen más coherencia interna, los resultados del experimento han sido más pobres. De hecho, en “Santa María de la Paloma” el resultado hace referencia a un Do, nota cercana a los parciales más influyentes, pero que no podemos encontrar en ninguno de ellos. En “Santa María de la Flor de Lis” ocurre algo parecido, pero de manera más pronunciada; la mitad de los encuestados optaron por el Sol#, nota que tan solo está cercana a la Superquinta y que claramente es el resultado de la unión de los distintos parciales que conforman la campana.

228. Hay mucha más información sobre este tema en concreto en el apartado 1.2.2 que habla específicamente sobre la nota de golpe.

229. Es importante recordar la trascendencia de este hecho, ya que en tan solo 11 de las 855 campanas analizadas se da esta focalización en una misma nota.

3.2.52 MÁLAGA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ENCARNACIÓN

Gráfica 55. Desviación de las campanas de la Catedral de la Encarnación, Málaga.
Elaboración propia.

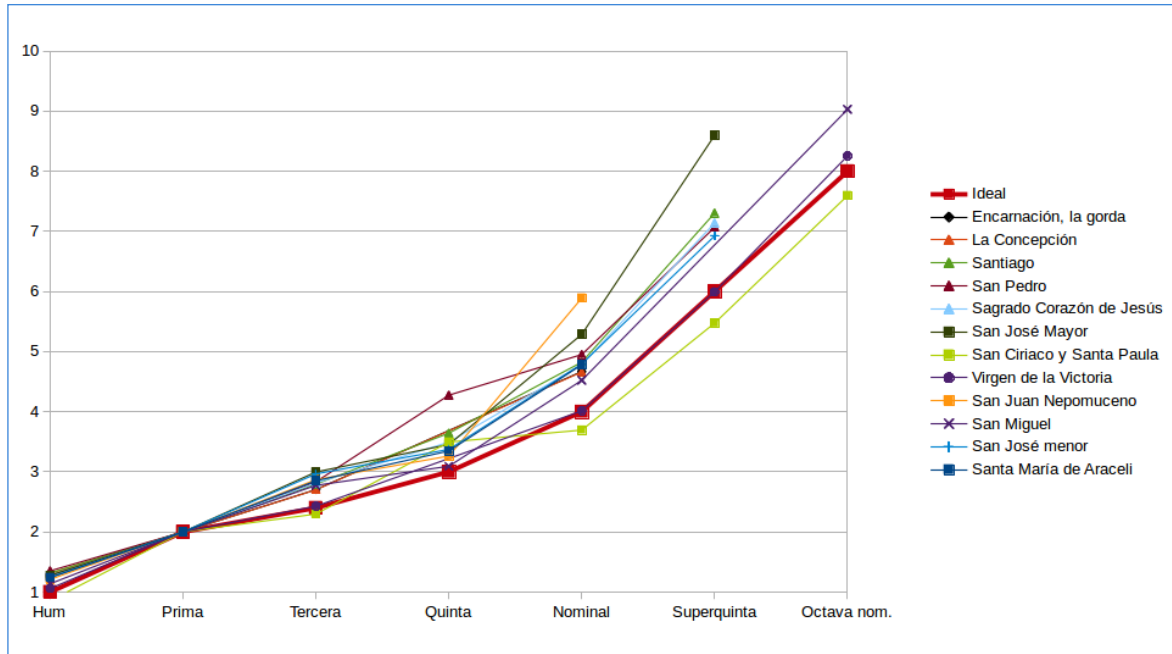


Tabla 62. Análisis de las campanas de la Catedral de la Encarnación, Málaga. Elaboración propia.

Campana	Santa María de Araceli	San José menor	San Miguel	San Juan Nepomuceno	Virgen de la Victoria	San Ciriaco y Santa Paula	San José Mayor	Sagrado Corazón de Jesús	San Pedro	Santiago	La Concepción	Encarnación, la gorda
Hum	Reb 4 +08	Reb 4 +11	Si 3 +17	Sib 3 -30	La 3 +46	Lab3 +27	La 3 -19	Sol 3 +13	Re 3 -21	Reb 3 -26	Sib 2 -38	La 2 -27
Hum frec.	278,5	279	249,5	229	226	211	217,5	197,5	145	136,5	114	107
Prima	La 4 +35	La 4 +33	La 4 -05	Fa# 4 +39	Lab 4 +48	Si 4 -01	Fa 4 -41	Mib 4 -03	La 3 -43	Lab 3 -01	Fa 3 -06	Mi 3 +27
Prima frec.	449	448,5	438,5	378,5	427	493,5	341	310,5	214,5	207,5	174	167,5
3ª	Mib 5 +48	Mi 5 +15	Mib 5 -38	Reb 5 -35	Do 5 -15	Reb 5 +39	Do 5 -41	La 4 -11	Mib 4 -40	Re 4 -21	Sib 3 +14	Sib 3 -49
3ª frec.	640	665	608,5	543	518,5	567	511	437	304	290	235	226,5
5ª	Fa# 5 +26	Fa# 5 +38	Mi 5 +48	Mib 5 -13		La 5 -34	Re 5 +04	Reb 5 -37	Sib 4 -28	Fa# 4 +37		
5ª frec.	751,5	756,5	678	617,5		862,5	589	542,5	458,5	378		
Nominal	Do 6 +44	Do 6 +47	Si 5 +06	Reb 6 +10	La 5 -45	Sib 5 -39	La 5 +41	Fa# 5 +05	Do 5 +25	Si 4 +23	Lab 4 -41	Sol 4 -04
Nom. frec.	1073,5	1075,5	991,5	1115	857	911,5	901,5	742,5	531	500,5	405,5	391
Super 5ª		Sol 6 -16			Mib 6 +48	Mi 6 +42	Fa# 6 -15	Reb 6 +00	Fa# 5 +41	Fa# 5 +41		
Super 5ª frec.		1553			1280	1351	1466	1108,5	758	758		
8ª nom.			Si 6 +03		La 6 +02	Sib 6 +09						
8ª nom. frec.			1980		1762,5	1874,5						
Año fund.	1892	1818	1851	2006	1973	1887	1887	1908	1901	1908	1785	1785
Diámetro	65	71	80	85	88	93	95	112	137	160	181	193
Fundidor	LINARES, EDUARDO E HIJOS	CORONA, FRANCISCO	MARCOS, JOSÉ	PORTILLA, HERMANOS (GAJANO)	MURUA (VITORIA)	RIVAS, RAMÓN; RIVAS, MANUEL		LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCHEL BAJO)		VENERO, FERNANDO DE (MERUELO)		

- **Número de campanas:** 40
- **Campanas analizadas:** 12
- **Campanas no analizadas:** Las 24 campanas del carillón fundidas por Eijsbouts no existían en el momento de la recogida de datos. A esto hay que añadir que la “San Juan Nepomuceno” de 1887 y 85 de diámetro, fundida por Ramón Rivas, está rota y las tres campanas de Robert Stainbank, de 1868, son inaccesibles.
- **Rango de tamaño:** 65-193 cm
- **Franja de fechas:** 1785-2006

Es una lástima que cuando se llevó a cabo el trabajo de campo de este conjunto estuvieran realizando el montaje de las campanas del carillón y por lo tanto no fuera posible analizarlo. Será importante hacerlo en un futuro, para así compararlo con otros carillones de otros fundidores que se encuentran en nuestra geografía. Asimismo, es una pena no haber podido analizar las campanas del reloj de Stainbank, ya que por sus características inglesas hubieran aportado resultados interesantes para el análisis.

El resto de las campanas proceden de autores y épocas distintas, y esto se ve reflejado en la gráfica de las desviaciones, donde se observa que cada campana sigue un criterio propio, aunque destaca claramente que, salvo “San Ciriaco y Santa Paula”, sí que existe una cierta homogeneidad en la desviación ascendente de todas ellas.

En relación a la nota de golpe, encontramos cinco campanas en las que el resultado de los experimentos se refleja en el parcial de la Nominal. Destaca la “Virgen de la Victoria”, en la que coincide con los cuatro parciales principales. Por el contrario, en la campana “San Ciriaco y Santa Paula” vemos que el parcial con el que coincide el resultado es el de la Quinta, hecho poco frecuente²³⁰

De las campanas “San Miguel”, “San José Mayor”, “Sagrado Corazón de Jesús” y “La Concepción” no ha sido posible extraer datos concluyentes debido a la variedad de los resultados obtenidos en los experimentos, que hace que ninguno predomine sobre el resto. Por otra parte, en la campana “San José menor” estamos ante otro caso en el que el resultado alcanzado no concuerda con ninguno de los parciales. Es cierto que en esta ocasión no es un dato muy contundente, pero nos indica que la campana al sonar no tiene un tono claro que predomine. Sin embargo, donde sí que encontramos un resultado más rotundo y de nuevo no vemos re-

230. De hecho este resultado tan solo se da en 21 campanas de las 855 analizadas, lo que supone un 2,49% del total.

lación con los parciales es en “San Juan Nepomuceno”, donde cuatro personas optaron por el Si, mientras que dos por el Do y otras dos por el Sib, siendo notas que se sitúan en la tabla a medio camino entre el Hum y la Quinta.

Es sorprendente la cantidad de campanas de este conjunto en las que no hemos podido especificar uno de los parciales, siendo quizás este el aspecto que otorga más coherencia al mismo, dentro de la complejidad que ello comporta.

3.2.53 MÉRIDA (EXTREMADURA). CONCATEDRAL DE SANTA MARÍA

Gráfica 56. Desviación de las campanas de la Concatedral de Santa María, Mérida.
Elaboración propia.

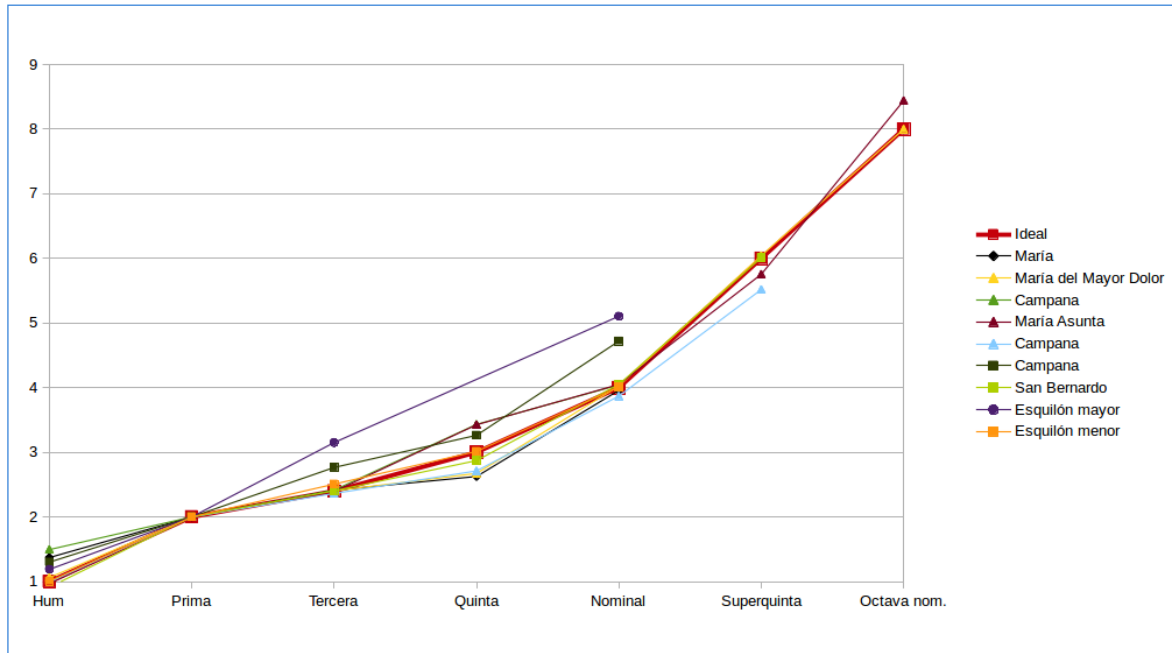


Tabla 63. Análisis de las campanas de la Concatedral de Santa María, Mérida. Elaboración propia.

Campana	Esquilón menor (^)	Esquilón mayor (^)	San Bernardo	Campana (^)	Campana	Campana	María Asunta	María del Mayor Dolor	María
Hum	Do 5 -29	Fa# 4 -16	Re 4 -18	Mib 3 +43	Sol 3 +21	Fa# 3 -47	Sol 3 -26	Re 3 +36	Fa# 3 -18
Hum frec.	514,5	366,5	290,5	159,5	198,5	180	193	150	183
Prima	Do 6 -37	Mib 5 -14	Mib 5 +39	Si 3 -10	Sol 4 +34	Si 3 -42	Sol 4 +30	Reb 4 +32	Do 4 +35
Prima frec.	1024	617	636,5	245,5	400	241	399	282,5	267
3ª	Mi 6 -46	Si 5 -27	Sol 5 -42	Fa 4 -48	Sib 4 +23	Re 4 -15	Sib 4 +41	Fa 4 -48	Mi 4 -40
3ª frec.	1283,5	972	765	339,5	472,5	291	477,5	339,5	322
5ª	Sol 6 -27		Sib 5 -34	Sol 4 +37	Reb 5 -37	Lab 4 -07	Fa 5 -37	Fa# 4 +34	Fa 4 +06
5ª frec.	1543		914	400,5	542,5	413,5	683,5	377,5	350,5
Nominal	Do 7 -33	Sol 6 +07	Mi 6 -39	Re 5 -23	Sol 5 -22	Si 4 -24	Lab 5 -47	Reb 5 +43	Do 5 +17
Nom. frec.	2052,5	1575	1289	579,5	774	487	808	568,5	528,5
Super 5ª			Sib 6 +44		Reb 6 -08		Re 6 -39	Lab 5 +47	
Super 5ª frec.			1913		1103,5		1148	853,5	
8ª nom.							Lab 6 +24	Reb 6 +32	
8ª nom. frec.							1684	1130	
Año fund.	1850ca	1798	1775	1768	1666	1550ca	1832	1768	1650ca
Diámetro	34	47	66	73	79	94	94	107	121
Fundidor							CERECEDA VILLANUEVA, BENITO DE LA (GÜEMES)		

- **Número de campanas:** 10
- **Campanas analizadas:** 9
- **Campanas no analizadas:** La campana sin analizar no se encuentra en la torre (“Campana de misa”, de 1750 y 50 cm de diámetro), con lo que se considera analizado el 100% del conjunto.
- **Rango de tamaño:** 34-121 cm
- **Franja de fechas:** 1550-1850

Conjunto formado por campanas de épocas muy diversas, con solo un autor conocido. Las cuatro pequeñas se encuentran ubicadas en la planta superior, teniendo perfil *gótico*, salvo “San Bernardo”. De hecho, vemos que estas cuatro campanas forman la parte más heterogénea de todo el conjunto, destacando por una parte la gran desviación del “Esquilón mayor” y, en el sentido opuesto, la gran afinidad con la campana ideal del “Esquilón menor”.

En la planta inferior se sitúan las campanas de mayor tamaño. En este caso sí que se observa una línea más parecida entre ellas, salvo en el caso de la Quinta, donde se dan, como suele ser habitual, las mayores diferencias. Destaca el Hum de la “María”, en proporción tan agudo que, en vez de ser una octava inferior a lo que se esperaría, se queda en menos de un intervalo de quinta.

En este conjunto vemos que, en general, en cuanto a la relación con la nota de golpe, son campanas que no tienen un sonido claramente identificable, siendo la de 73 cm de diámetro la única en la que la mayoría ha optado por una misma nota, que, curiosamente, no se encuentra en la Nominal, sino en el Hum. Asimismo, en la “Campana” de 79 cm y la “María del Mayor Dolor”, esa nota de referencia coincide con el parcial de la Tercera, hecho que como ya hemos visto no suele ser muy habitual.

En la “María” no ha sido posible optar por ninguno de los parciales. A pesar de que en el resultado de los experimentos había un cierto predominio del Re, no hay ningún parcial que concuerde, salvo la Tercera que es ligeramente más aguda y que es el que presuponemos que conforma la base de la nota de golpe, aunque modificado por la actuación en conjunto de los otros parciales. Por otra parte, en el caso de “San Bernardo” no ha sido posible por la gran variabilidad de los resultados, que además se enfocan hacia notas distintas y alejadas entre sí.

3.2.54 MONDOÑEDO (GALICIA). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LOS REMEDIOS

Gráfica 57. Desviación de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de los Remedios, Mondoñedo. Elaboración propia.

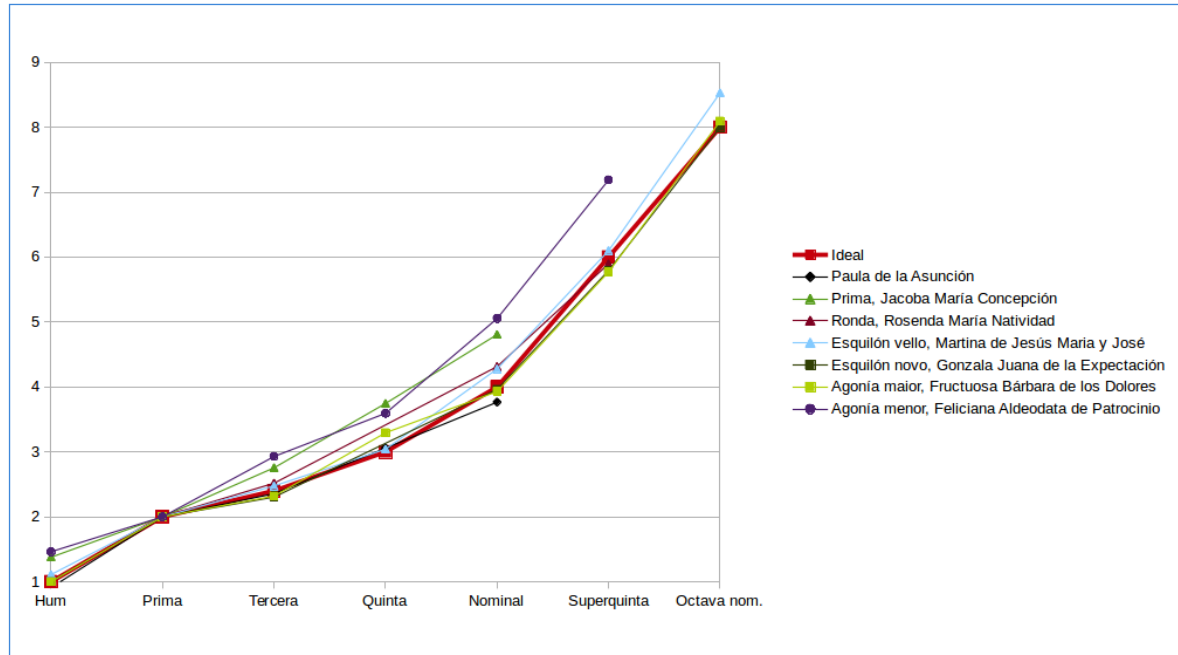


Tabla 64. Análisis de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de los Remedios, Mondoñedo. Elaboración propia.

Campana	Dos Cuartos*	Agonía menor, Feliciano Aldeodata de Patrocinio (^)	Agonía mayor, Fructuosa Bárbara de los Dolores (^)	Esquilón novo, Gonzala Juana de la Expectación (^)	Esquilón vello, Martina de Jesús María y José	Ronda, Rosenda María Natividad	Prima, Jacoba María Concepción	Das Horas*	Paula de la Asunción (~)
Hum	Fa# 4 -02	Si 4 -40	Fa# 4 +00	Mib 4 +45	Lab 3 +35	Mib 3 -11	Fa# 3 +18	Fa# 3 +32	Fa 2 +42
Hum frec.	369,5	482,5	370	319,5	212	154,5	187	188,5	89,5
Prima	Mi 5 +44	Mi 5 +01	Fa# 5 +00	Mib 5 +45	Sol 4 -44	Mib 4 -11	Reb 4 -35	Fa# 4 +04	Sol 3 +04
Prima frec.	676,5	660	740	639	382	309	271,5	371	196,5
3ª	Lab 5 -04	Si 5 -37	La 5 -42	Fa# 5 -09	Sib 4 +25	Sol 4 -13	Fa# 4 +18	La 4 +29	Sib 3 -11
3ª frec.	828,5	966,5	858,5	736	473	389	374	447,5	231,5
5ª	Si 5 +39	Re 6 +16	Mib 6 -35		Re 5 -18		Do 5 -49	Reb 5 +39	Re 4 +39
5ª frec.	1010,5	1186	1219		581		508,5	567	300,5
Nominal	Sol 6 -04	Lab 6 +07	Fa# 6 -31	Mib 6 +29	Lab 5 -28	Mi 5 +18	Mi 5 -17	Fa 5 +41	Fa# 4 +00
Nom. frec.	1563,5	1668	1453,5	1266	817	666,5	652,5	715,5	370
Super 5ª		Re 7 +16	Do 7 +34	Sib 6 -12	Re 6 -14	Sib 5 -40		Reb 6 -29	
Super 5ª frec.		2372	2135,5	1851	1165	911		1090	
8ª nom			Fa# 7 +20	Mib 7 +45	Lab 6 -33				
8ª nom frec.			2994,5	2555	1629				
Año fund.	1728	1350ca	1851	1792	1816	1813	1851	1720	1885
Diám.	47	55.2	57	69	82	110	111	117	157
Fundidor			BLANCO PALACIO, FRANCISCO (MONDOÑEDO)	HAZA Y PALACIO, FRANCISCO	BLANCO PALACIO, FRANCISCO (MONDOÑEDO)	HAZA Y PALACIO, FRANCISCO	BLANCO PALACIO, FRANCISCO (MONDOÑEDO)	ALONSO DE VIADERO, DIONISIO	ECHEBASTER, ESTEBAN (VITORIA)

- **Número de campanas:** 12
- **Campanas analizadas:** 9
- **Campanas no analizadas:** Las tres campanas no analizadas no se encuentran en la torre. Se trata de la campana “Das horas”, de 1850 y 30 cm de diámetro, la campana “Dos cuartos”, de 20 cm y la “Campá da Traizón” de 1800 y 50 cm, las tres de autor desconocido.
- **Rango de tamaño:** 47-157 cm
- **Franja de fechas:** 1350-1885

Las campanas que forman este conjunto son un grupo bastante coherente del siglo XIX, junto a una campana posiblemente gótica. Las cuatro menores están ubicadas arriba, mientras que las tres mayores se encuentran abajo. En cuanto al estilo del perfil, tenemos las tres campanas menores que siguen el estilo *gótico*, “Agonía menor, Feliciano Aldeodata de Patrocinio”, “Agonía maior, Fructuosa Bárbara de los Dolores” y “Esquilón novo, Gonzala Juana de la Expectación”, mientras que la mayor, “Paula de la Asunción”, sigue el estilo *romano*.

En cuanto a las desviaciones, salvo la “Agonía menor” y la “Prima”, siguen un criterio bastante similar. Cabe destacar que la primera de estas dos no está tan desviada como puede parecer en la gráfica ya que realmente el parcial que se sale de lo esperado es la Prima; esto provoca que al ser el punto de referencia en la gráfica, parezca mucho más desajustada en conjunto de lo que realmente es.

En cuanto a la nota de golpe, destaca sobre las demás la “Ronda, Rosenda María Natividad”, en la que siete de los ocho participantes del experimento optaron por el *Mib*, nota que coincide con el Hum y la Prima.

Además del “Esquilón vello, Martina de Jesús Maria y José”, campana en la que el parcial resaltado es la Tercera, llama la atención por su excepcionalidad la “Agonía menor, Feliciano Aldeodata de Patrocinio”, en la que los datos del experimento concuerdan con la Quinta y la Superquinta²³¹.

231. Hablamos de excepcionalidad porque esta coincidencia tan solo se da en 7 de los 855 casos analizados, lo que supone el 0,83% del total.

Es curioso que en la “Agonía maior, Fructuosa Bárbara de los Dolores”, -en la que vemos que la nota resaltada en cuatro parciales es el Fa#-, los resultados de los experimentos señalan que tres personas votaron por esa nota, pero al mismo tiempo, otras tres votaron por el semitono inmediatamente superior, el Sol; esto nos lleva a pensar que la conjunción de los parciales provoca un sonido ligeramente más agudo del que realmente tiene²³².

En el caso del “Esquilón novo, Gonzala Juana de la Expectación”, donde están resaltados los parciales que marcan Mib, vemos que el similar de la Nominal no está destacado, ya que la nota resultante de los experimentos es un Mi, pero en los otros parciales el margen de desviación es menor a 10 centésimas²³³.

Para finalizar, en el caso de las campanas del reloj, así como en la mayor de todas, no ha sido posible encontrar relación entre los parciales y los experimentos aunque por distintos motivos. En la “Paula de la Asunción” los datos que aportan los experimentos están tan diversificados que no dan la posibilidad de destacar ninguna nota como la representante del sonido final de la campana. En cuanto a las campanas del reloj, a pesar de que en ambas sí que encontramos una nota destacada, aunque sea por evidente minoría, no podemos relacionarla con la obtenida en ninguno de los parciales, lo que nos lleva a pensar que en ambos casos la nota de golpe es un tono virtual construido con el resto de los sonidos que conforman la campana.

232. Sobre todo si nos fijamos en los valores centesimales de los parciales resaltados, ya que tan solo en la Octava nominal es superior al +00.

233. En los tres parciales destacados nos encontramos Mib +45, cada uno en una octava diferente.

3.2.55 MONZÓN (ARAGÓN). CONCATEDRAL DE SANTA MARÍA DEL ROMERAL

Gráfica 58. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María del Romeral, Monzón.
Elaboración propia.

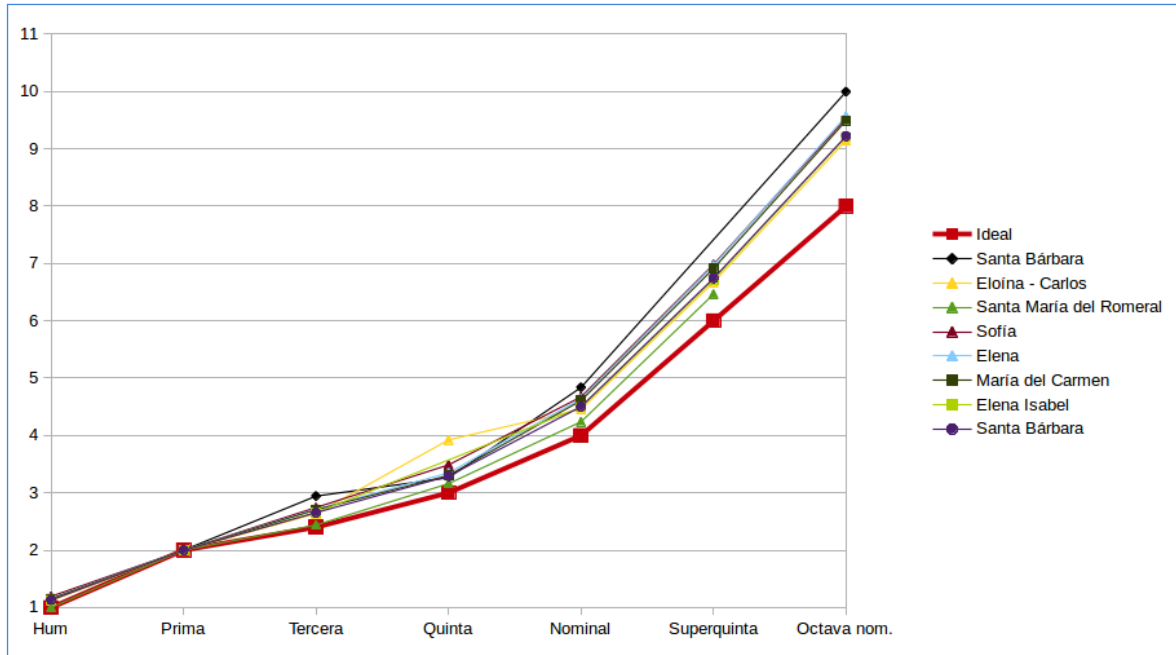


Tabla 65. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María del Romeral, Monzón.
Elaboración propia.

Campana	Cuartos*	Santa Bárbara	Horas*	Elena Isabel	María del Carmen	Elena	Sofía	Santa María del Romeral	Eloína – Carlos	Santa Bárbara
Hum	Sol 4 -15	Sib 4 -15	Mi 4 -45	Mi 4 +2	Reb 4 +26	Do 4 -44	Do 4 -27	Fa 3 -11	Fa# 3 +37	La 3 -47
Hum frec.	388,5	462	321	335	281,5	255	257,5	173,5	189	214
Prima	Lab 5 +11	Lab 5 -28	Fa 5 -13	Re 5 +18	Si 4 -17	La 4 -01	La 4 -35	Fa 4 -13	Mi 4 +38	Fa# 4 +04
Prima frec.	836	817	693	593,5	489	439,5	431	346,5	337	371
3ª	Si 5 -45	Reb 6 -38	Sol 5 +03	Sol 5 +08	Mi 5 +05	Re 5 +25	Re 5 +12	Lab 4 +29	La 4 +17	Reb 5 -26
3ª frec.	962	1084,5	785	788	661,5	596	591,5	422,5	444,5	546
5ª	Re 6 +32	Mi 6 +34			Lab 5 -47	Fa# 5 -09	Fa# 5 +26	Reb 5 -21	Mi 5 +04	Mib 5 -47
5ª frec.	1197	1345			808	736	751,5	547,5	661	605,5
Nominal	Lab 6 -49	Sib 6 -23	Mi 6 -07	Mi 6 +18	Reb 6 +28	Do 6 -44	Si 5 +33	Fa#5 -12	Fa# 5 +26	La 5 +34
Nom. frec.	1614,5	1839,5	1313	1333	1127	1020	1007	734,5	751	897,5
Super 5ª	Re 7 +47	Fa 7 -25	Si 6 -10	Si 6 +16	Lab 6 +29	Sol 6 -41	Fa# 6 +29	Reb 6 +17	Reb 6 +23	
Super 5ª frec.	2414	2753,5	1963	1994	1690	1530,5	1505	1120	1124	
8ª nom.	Lab 7 -01	Sib 7 +16	Mi 7 +40	Fa 7 -38	Re 7 -21	Do 7 +08	Do 7 -32		Sol 6 -30	Sib 6 -09
8ª nom. frec.	3320	3766	2700	2732,5	2320,5	2103	2054		1541	1854
Año fund.	1904	1930	1904	1999	1999	1999	1999	1984	1999	1941
Diámetro	40	43	50	56	68	80	86	101	110	130
Fundidor	BESSES, JOSÉ	BARNOLA, BERNARDINO	BESSES, JOSÉ	PORTILLA, HERMANOS (GAJANO)			MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)	PORTILLA, HERMANOS (GAJANO)	CABRILLO MAYOR, JOSÉ (SALAMANCA)	

- **Número de campanas:** 11
- **Campanas analizadas:** 10
- **Campanas no analizadas:** La única campana no analizada, la “Santa María del Romeral” de 1941, ha sido refundida.
- **Rango de tamaño:** 40-130 cm
- **Franja de fechas:** 1904-1999

Conjunto formado por campanas del siglo XX con amplia presencia de manufacturas de los hermanos Portilla. Curiosamente, la campana que más se acerca a las cifras de la ideal es “Santa María del Romeral”, obra de Salvador Manclús. Al decir curiosamente remitimos a la Gráfica 133, donde podemos ver todas sus campanas y constatamos cómo prácticamente cada una tiene un dibujo distinto pese a seguir una progresión ligeramente similar.

El resto de las campanas de Portilla, observamos que se sitúan por encima de la línea marcada por los parciales de la campana ideal. De hecho, según la Gráfica 146 que hace referencia a estos fundidores, el grueso de sus campanas creadas para las catedrales sigue una tendencia similar.

En cuanto a los datos cruzados con el experimento sobre la nota de golpe, reflejan que se trata de un conjunto muy coherente, ya que en casi todas las campanas la nota de golpe viene marcada por los parciales que en teoría están más relacionados con su creación²³⁴. Destaca la “Elena Isabel”, en la cual siete de ocho personas optaron por el Mi, nota que coincide con el Hum y la Nominal.

De hecho, la única campana que se sale de esta lógica es la grande, de José Cabrillo, en la cual el resultado del experimento nos revela que en este caso el parcial que marca la nota de golpe es la Quinta²³⁵.

234. Según algunas de las distintas teorías vistas en el apartado 1.2.2, interviene sobre todo la Nominal, pero en las campanas afinadas, al ser la misma nota en distintas octavas, el Hum, la Prima y la Octava Nominal también coinciden con ella.

235. Como ya se ha comentado en otros casos similares, la particularidad reside en que es el parcial al que se le presta menos atención a la hora de afinar las campanas. Esto es debido a su situación próxima a otros parciales importantes, que hace que al modificarlo haya una reacción en cadena y, sobre todo, a su menor relación con la nota de golpe.

3.2.56 MURCIA (REGIÓN DE MURCIA). CONCATEDRAL DE SANTA MARÍA

Gráfica 59. Desviación de las campanas de la Concatedral de Santa María, Murcia.
Elaboración propia.

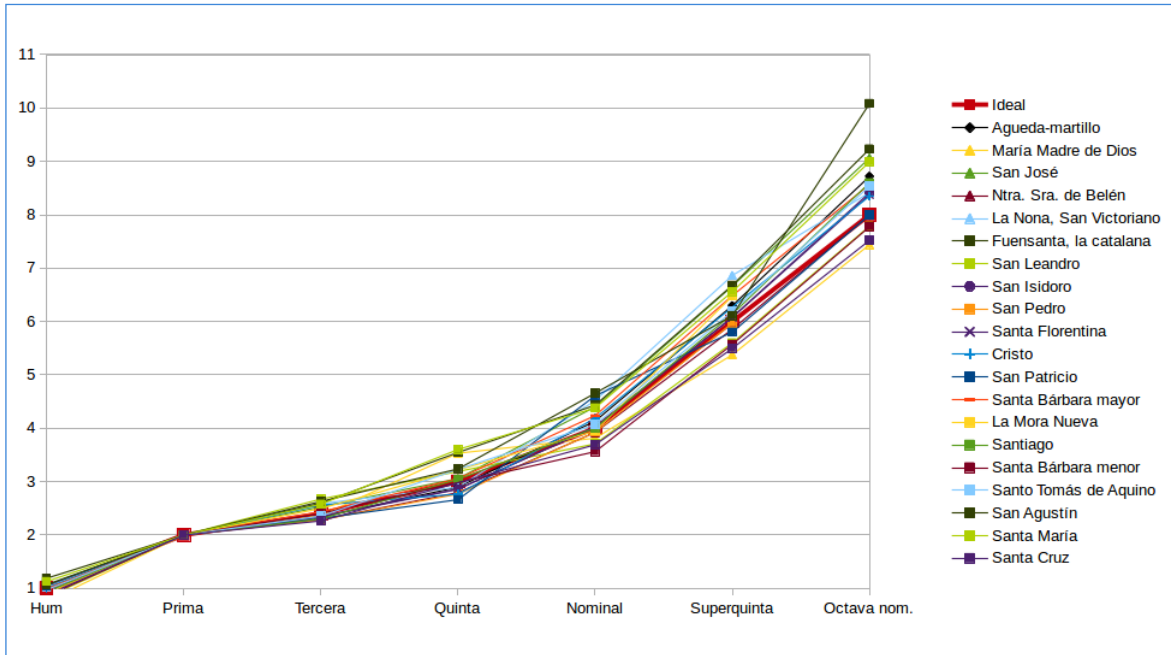


Tabla 66. Análisis de las campanas de la Concatedral de Santa María, Murcia. Elaboración propia.

Campana	San Gregorio; campana de señales*	Santa María	Santa Cruz	San Agustín	Santo Tomás de Aquino	Santa Bárbara menor	Santiago	Santa Bárbara mayor	La Mora Nueva	San Patricio
Hum	Mi 5 -44	La 4 -49	La 4 +17	Re 4 -39	Re 4 +42	Sib 3 -19	La 3 +38	La 3 +07	La 3 +15	Fa# 3 +32
Hum frec.	642,5	427,5	444,5	287	301	230,5	225	221	222	188,5
Prima	Reb 6 -47	Fa# 5 +41	Si 5 +43	Do 5 +43	Mib 5 -11	Do 5 +49	Si 4 -49	La 4 +21	Si 4 -42	Fa 4 +35
Prima frec.	1078,5	758	1013	536,5	618	538,5	480	445,5	482	356,5
3ª	Fa# 6 +39	Si 5 -18	Re 6 -42	Fa 5 +16	Fa# 5 -29	Mi 5 -32	Reb 5 -05	Reb 5 -37	Re 5 +41	Lab 4 -13
3ª frec.	1514,5	977	1146,5	705	727,5	647	552,5	542,5	601,5	412
5ª	Sib 6 +01	Fa 6 -40		La 5 -22	Si 5 +17		Fa# 5 -22	Fa 5 -45		Sib 4 +30
5ª frec.	1866	1365		868,5	998		730,5	680,5		474,5
Nominal	Mi 7 -08	Lab 6 +00	Sib 6 +04	Mib 6 +06	Mib 6 +17	Sib 5 +48	Si 5 -47	Sib 5 +21	Sib 5 +35	Lab 5 -19
Nom. frec.	2624,5	1660,5	1869,5	1249	1257	959	961	944	951,5	821,5
Super 5ª	Si 7 -02	Mib 7 -01	Fa 7 -06	Lab 6 -22	Sib 6 +44	Fa# 6 +23	Fa# 6 -07	Fa# 6 -42	Sol 6 -08	Do 6 -20
Super 5ª frec.	3945	2486,5	2783,5	1639,5	1913,5	1500	1473,5	1444,5	1560,5	1034
8ª nom.		Lab 7 +44	Sib 7 +37	Mi 7 +44	Mi 7 +00	Do 7 +00	Do 7 -24	Sib 6 +40		Fa 6 +35
8ª nom. frec.		3408	3810	2705	2638	2094	2064	1908,5		1425,5
Año fund.	1609	1901	1609ca	1815	1902	1762	1815	1815	2002	1815
Diámetro	33	49	49	57	67	72	73	76	76	81
Fundidor		ALBALADEJO, JUAN		ROSAS, MANUEL (ALMERÍA)	ALBALADEJO, JUAN	MUÑOZ AGÜERA, JOSÉ FRANCISCO		ROSAS, MANUEL (ALMERÍA)	EJIBOUTS (ASTEN)	ROSAS, MANUEL (ALMERÍA)

Campana	Cristo	Santa Florentina	San Pedro	San Isidoro	San Leandro	Fuensanta, la catalana	La Nona, San Victoriano	Ntra. Sra. de Belén	San José	María Madre de Dios	Agueda-martillo
Hum	Sol 3 -04	Sol 3 -40	Fa 3 -01	Fa 3 +42	Mib 3 -45	Fa 3 +13	Mib 3 -06	Re 3 +19	Si 2 -27	Fa 2 +03	Fa# 2 -28
Hum frec.	195,5	191,5	174,5	179	151,5	176	155	148,5	121,5	87,5	91
Prima	Sol 4 -19	Lab 4 -39	Sol 4 -11	Sol 4 -44	Fa# 4 -35	Re 4 +13	Mib 4 -42	Mi 4 +25	Sib 3 +43	Sib 3 -15	Sol 3 +47
Prima frec.	387,5	406	389,5	382	362,5	296	303,5	334,5	239	231	201,5
3ª	Si 4 +09	Sib 4 +39	La 4 +19	La 4 +29	Si 4 -33	Sol 4 -33	Sol 4 +04	Sol 4 -44	Re 4 +48	Reb 4 -26	Sib 3 +17
3ª frec.	496,5	477	445	447,5	484,5	384,5	393	382	302	273	235,5
5ª	Do 5 +41	Re 5 -17	Reb 5 -48	Reb 5 -27		Do 5 +05	La 4 -01	Sib 4 +04	Fa# 4 -21		Re 4 -09
5ª frec.	536	581,5	539	545,5		525	439,5	467,5	365,5		292
Nominal	Lab 5 -40	Lab 5 -30	Sol 5 -43	Sol 5 -32	Mi 5 +33	Mi 5 -08	Fa 5 -32	Mi 5 -08	Do 5 +09	Lab 4 -30	Lab 4 +04
Nom. frec.	811,5	816	764,5	769,5	672	656	685,5	656	526	408	416,5
Super 5ª		Mib 6 -15	Re 6 -17	Re 6 -18	Si 5 +47	Si 5 +01	Do 6 -08	Si 5 -14	Sol 5 +27	Mib 5 -03	Mib 5 +33
Super 5ª frec.		1233,5	1163	1162	1015	988,5	1041,5	979,5	796,5	621	634,5
8ª nom.	Lab 6 -45	Lab 6 +40		Sol 6 +42	Fa 6 +17	Fa 6 -38	Mib 6 +44	Mi 6 +24	Reb 6 -40	La 5 -40	La 5 -02
8ª nom. frec.	1618	1701		1607	1411,5	1366,5	1277	1337	1083	859,5	878,5
Año fund.	1794	1815	1815	1901	1902	1889	1889	1969	1818	1790	1790
Diámetro	88	93	95	100	107	112	124	130	161	202	223
Fundidor	MUÑOZ, FRANCISCO	ROSAS, MANUEL (ALMERÍA)	R(ALMERÍA)	ALBALADEJO, JUAN	DENCAUSSE, JUAN (BARCELONA)	SENAC, LUIS; ORTEGA, JOSÉ	EMPRESA NACIONAL BAZÁN (CARTAGENA)	ROSAS, MANUEL (ALMERÍA)	VENERO, FERNANDO DE (MERUELO)		

- **Número de campanas:** 25
- **Campanas analizadas:** 22
- **Campanas no analizadas:** De las tres campanas no analizadas, (“San Antonio” y “Santa Eulalia”, ambas de 1969 de la Empresa Nacional Bazán), fueron refundidas y la otra, (“La Mora”, de 1383, 76 cm de diámetro y autor desconocido), no se encuentra en la torre.
- **Rango de tamaño:** 33-223 cm
- **Franja de fechas:** 1609-2002

Complejo conjunto de varias épocas, sobre todo de los siglos XIX y XX. Destaca el grupo formado por las campanas fundidas por Manuel Rosas en 1815. Como podemos ver en la Gráfica 108, estas son las únicas campanas que este fundidor hizo para catedrales. En general mantienen cierta coherencia, sobre todo en la relación Hum-Prima, aunque es cierto que a partir de esos parciales sí que surgen desviaciones.

Por otra parte, las dos campanas de Fernando Venero son más desiguales, mientras la “Águeda-martillo” sí que sigue el patrón de la campana ideal, el caso de la “María Madre de Dios” es completamente aleatorio. De hecho, como refleja la Gráfica 105, cada campana sigue una relación distinta frente a la línea marcada por la campana ideal.

Observando los datos de los experimentos, y después de cruzarlos con los obtenidos con el software, destaca la campana “Santa María”, en la que siete de los ocho participantes optaron por el *Lab*, y el octavo por el *La*, nota que coincide con el Hum, la Nominal y la Octava Nominal.

La campana “San Isidoro” es un caso peculiar. Como mostramos en la tabla marcando de un color más intenso la Prima, la Nominal y la Octava nominal, y de un color más claro el Hum, los resultados de los experimentos estaban polarizados entre esas dos notas. Cinco personas optaron por el Sol y tres por el Fa²³⁶, destacando que entre ellas hay un tono de diferencia. Ocurre algo parecido con la campana “San Leandro”, aunque con resultados menos sorprendentes, ya que en este caso tres personas señalaron el Fa y tres el Mi, cuya distancia es de tan solo un semitono.

En las campanas “San José”, “Águeda martillo”, “La Mora Nueva”, “Cristo” y “San Agustín”, no ha sido posible sacar conclusiones debido a que los datos obtenidos en el experimento se sitúan en muchas notas, sin posibilidad de tomar ninguna como más relevante. Esto nos muestra que son campanas con un sonido sin un tono claramente definido.

236. Para conocer todas las características del experimento y las leyendas, consultar el capítulo 2 sobre la Metodología.

En el resto de los casos hay una disposición bastante usual de la nota de golpe en la Nominal y en otros parciales relacionados con esta. Sin embargo, en “San Patricio”, se sitúa el tono en la Nominal, pero también en el parcial de la Tercera, sin duda debido a la extraña correspondencia de sus parciales, ya que con una relación interválica cercana al modelo esto sería imposible²³⁷.

237. En una relación interválica de ese tipo estaríamos hablando de un intervalo de sexta mayor, mientras que en este caso se trata de una octava.

3.2.57 ORIHUELA (COMUNITAT VALENCIANA). CATEDRAL DE EL SALVADOR Y SANTA MARÍA

Gráfica 60. Desviación de las campanas de la Catedral de El Salvador y Santa María, Orihuela.
Elaboración propia.

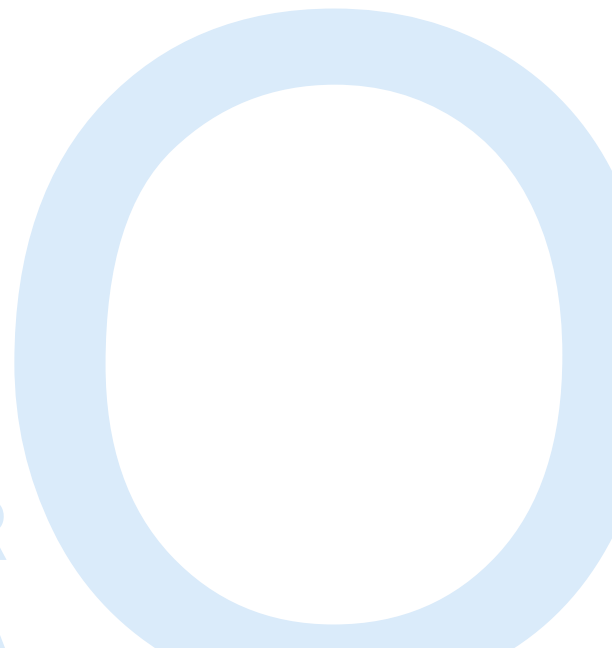
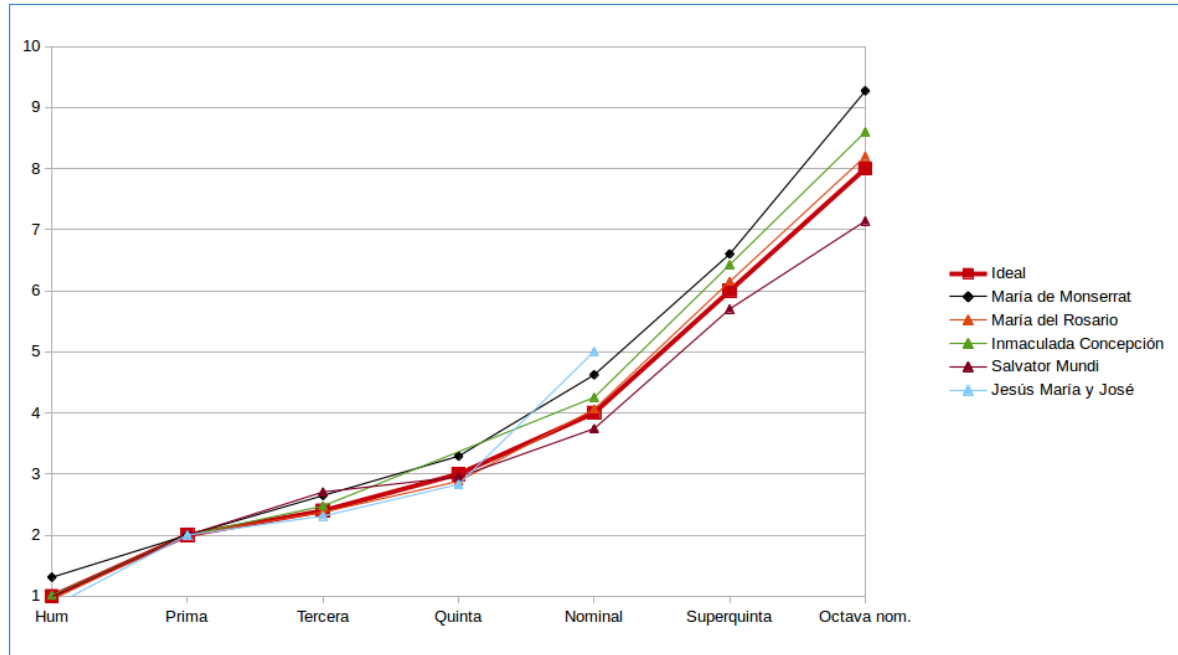


Tabla 67. Análisis de las campanas de la Catedral de El Salvador y Santa María, Orihuela.
Elaboración propia.

Campana	Jesús, María y José	Salvator Mundi	Inmaculada Concepción	María del Rosario	María de Monserrat
Hum	Re 4 -48	Si 3 -03	Lab 3 +48	Mi 3 +17	Fa# 3 +00
Hum frec.	285,5	246,5	213,5	166,5	185
Prima	Fa 5 -27	Si 4 +05	Lab 4 +25	Fa 4 +11	Reb 4 +32
Prima frec.	687,5	495,5	421,5	351,5	282,5
3ª	Sol 5 +23	Mi 5 +29	Do 5 -04	Lab 4 +09	Fa# 4 +18
3ª frec.	794,5	670,5	522	417,5	374
5ª	Si 5 -26	Fa# 5 -19		Si 4 +43	Sib 4 +18
5ª frec.	973	731,5		506,5	465
Nominal	La 6 -38	Sib 5 -09	La 5 +32	Fa 5 +36	Mi 5 -16
Nom. frec.	1721	927	896,5	713,5	653
Super 5ª		Fa 6 +19	Mi 6 +46	Reb 6 -43	Sib 5 +00
Super 5ª frec.		1412,5	1354,5	1081	932,5
8ª nom.		La 6 +09	Sib 6 -49	Fa# 6 -46	Mi 6 -11
8ª nom. frec.		1769,5	1812,5	1441	1309,5
Año fund.	1716	1697	1925	1925	1782
Diámetro	50	68	86	102	133
Fundidor					ROSES, PASCUAL

- **Número de campanas:** 9
- **Campanas analizadas:** 5
- **Campanas no analizadas:** Las campanas no analizadas se debe a que dos no se encuentran en la torre (“Campana del Coro o de Alzar a Dios”, de 1619 y 36 cm de diámetro y la “Campana de salida de misa”, de 30 cm), otra se trata de un timbre (“Timbre de los cuartos”, de 1740 y 80 cm) y otra no pudo ser grabada (Campana “De horas” de 1550, 125 cm). Todas ellas son de autor desconocido.
- **Rango de tamaño:** 50-133 cm
- **Franja de fechas:** 1697-1925

En este grupo encontramos campanas de varios siglos, que pese a ello conforman un conjunto con unas líneas bastante equilibradas. La que más se distancia del resto es la “María de Monserrat”, fundida en 1782 por Pascual Roses, en la que destaca sobre todo una Prima especialmente grave en relación con el resto de los parciales. Asimismo, cabe destacar el caso de la Nominal de la campana más pequeña “Jesús, María y José”, que en vez de ser una octava ascendente respecto a la Prima se sitúa en una décima. Por otra parte, tenemos la campana “María del Rosario”, que prácticamente subraya la línea marcada por la campana ideal.

En relación a la nota de golpe, la campana que más definición ha tenido en los experimentos ha sido la “Inmaculada Concepción”, ya que siete de las ocho personas optaron por el La²³⁸ y de hecho la octava optó por el semitono descendente, el Sol#.

La campana “María del Rosario” es la única de las 855 analizadas en la que en el experimento, cuatro personas optaron por una nota, el Fa que concuerda con la Prima y la Nominal, y las cuatro restantes optaron por otra, el Fa#, que coincide con la Octava nominal.

El caso de “Salvator Mundi” también es interesante, ya que en los resultados, cuatro personas optaron por el Si, nota que concuerda con el Hum y la Prima, y sorprendentemente, tres optaron por el Re, nota que no podemos encontrar en los parciales. De esta manera comprendemos que, pese a escucharse con claridad el Si, puesto que es la opción mayoritaria, surge un tono virtual en el Re, debido a la unión de los distintos parciales.

En “Jesús, María y José” observamos una clara elección de la nota que coincide con el parcial de la Tercera, mientras que en la campana mayor, la “María de Monserrat”, la nota de golpe coincide con la Nominal y la Octava nominal, parciales muy relacionados en la teoría con el resultado sonoro final.

238. En la tabla podemos comprobar que se ha destacado también el Hum, cuyo parcial es Lab 3 +48. Esto se debe al margen dado de ± 10 centésimas de semitono para corregir los límites establecidos por el lenguaje. Para más información, consultar el capítulo 2 sobre la Metodología.

3.2.58 OURENSE (GALICIA). CATEDRAL DE SAN MARTIÑO

Gráfica 61. Desviación de las campanas de la Catedral de San Martiño, Ourense. Elaboración propia.

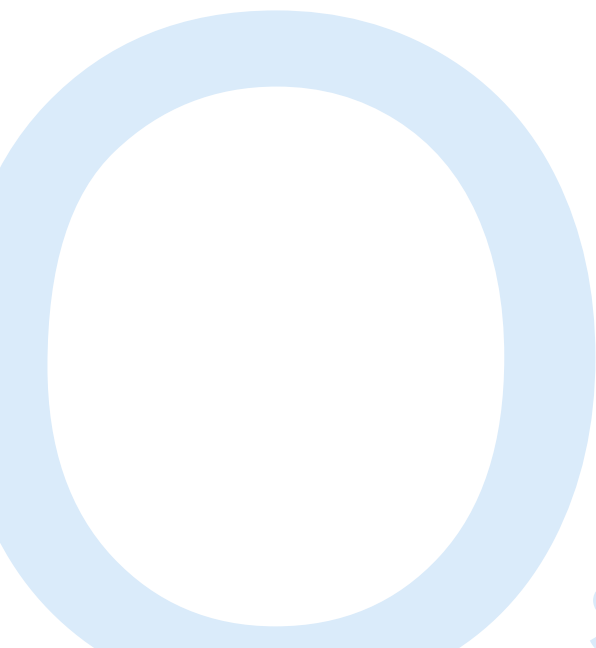
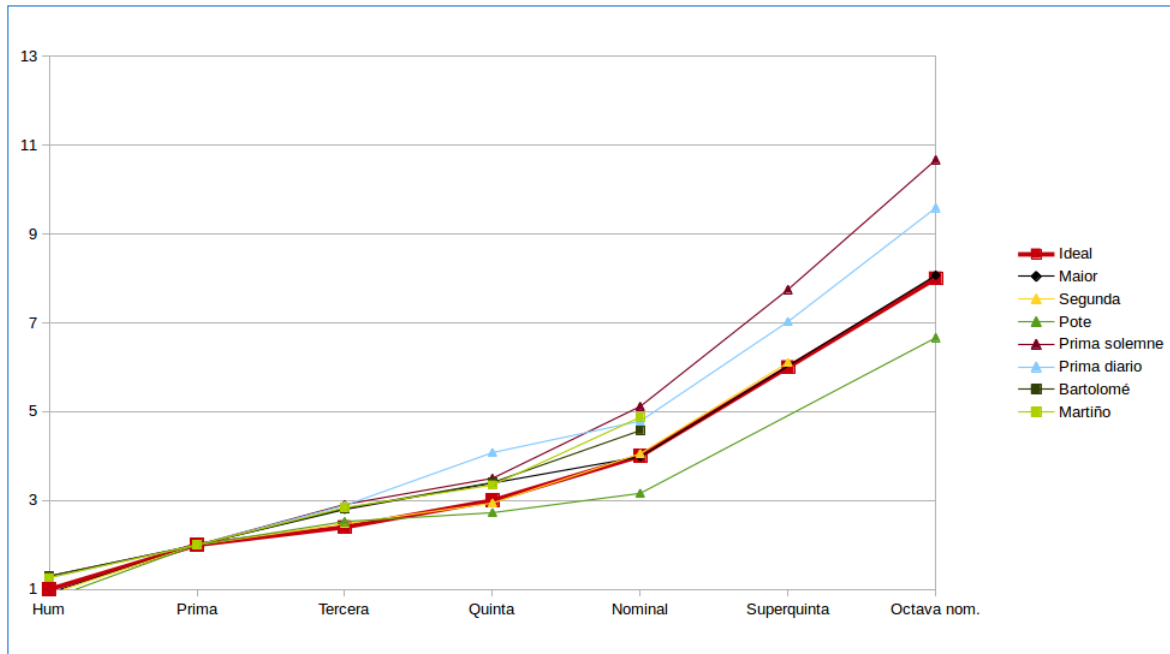


Tabla 68. Análisis de las campanas de la Catedral de San Martiño, Ourense. Elaboración propia.

Campana	Campá dos cuartos*	Martiño (^)	Bartolomé (^)	Prima diario (^)	Prima solemne (^)	Pote (°)	Segunda (°)	Maior (°)
Hum	Fa 4 -31	Mib 4 -48	Reb 4 -42	Sib 3 +32	La 3 +00	Re 3 +01	Sib 2 +21	Sib 2 +28
Hum frec.	343	302,5	270,5	237,5	220	147	118	118,5
Prima	Reb 5 -24	Si 4 -47	Lab 4 +02	Fa# 4 +23	Fa 4 -48	Fa# 4 +30	Do 4 +18	Do 4 -24
Prima frec.	546,5	480,5	416	375	339,5	376,5	264,5	258
3ª	Fa# 5 +49	Fa 5 -40	Re 5 -02	Reb 5 -40	Si 4 +00	Sib 4 +34	Mi 4 -11	Fa# 4 -42
3ª frec.	761,5	682,5	586,5	541,5	494	475,5	327,5	361
5ª	La 5 +19	Sol 5 +43	Fa 5 +24	Sol 5 -43	Re 5 +19	Do 5 -34	Sol 4 -13	
5ª frec.	890	804	708,5	764,5	594	513	389	
Nominal	Mib 6 -07	Re 6 -05	Sib 5 +35	La 5 +34	La 5 -22	Re 5 +22	Do 5 +41	Do 5 -30
Nom. frec.	1239	1171	951,5	897,5	868,5	595	536	514
Super 5ª				Mi 6 -01	Mi 6 -03		Lab 5 -48	
Super 5ª frec.				1317,5	1315,5		807,5	
8ª nom.				La 6 +36	La 6 +49	Mib 6 +13		Do 6 -08
8ª nom. frec.				1798	1811	1254,5		1041
Año fund.	1728	1815	1795	1614	1879	1780	1828	
Diámetro	50	58	68	88	90	108	129	145
Fundidor	VEGA		CAGIGAL, ANDRÉS DEL (VALLE DE HOZ)		SOTO		PELLÓN TABOADA, HERMANOS	

- **Número de campanas:** 11
- **Campanas analizadas:** 8
- **Campanas no analizadas:** Dos de las campanas no se encuentran en la torre (“Campá das horas” de 1551 y 132 cm de diámetro, “Campá da sinaís” de 25 cm, ambas de autor desconocido), mientras que la campana “Nova”, de Moisés Díez, fundida en 1925 y 72 cm de diámetro, no pudo ser grabada.
- **Rango de tamaño:** 50-145 cm
- **Franja de fechas:** 1614-1879

En este conjunto nos encontramos con cuatro campanas de corte *gótico*, que se corresponden con las cuatro menores, y tres con perfil *romano*, que son las tres mayores. En cuanto a estas últimas, si acudimos a la gráfica de las desviaciones, podemos comprobar que las dos campanas de los hermanos Pellón Taboada tienen unos criterios similares, salvo en la Tercera y la Quinta; por su parte, la tercera de este grupo, “Pote”, de autor desconocido, presenta, a partir del cuarto parcial, una desviación excepcional hacia regiones más graves.

Respecto a las campanas de perfil *gótico*, vemos que tienen una Prima proporcionalmente más grave que el resto de los parciales, lo que produce que parezcan mucho más agudos respecto a los marcados por la campana ideal.

Con “Pote” estamos ante uno de esos casos interesantes en los que los experimentos nos proporcionan dos notas válidas que se relacionan con distintos parciales. Tres personas optaron por el Do y otras tres por el Mib. A esto hay que sumarle que estas notas coinciden con dos parciales que habitualmente no se suelen identificar con la nota de golpe, como son la Quinta y la Octava nominal.

El conjunto en sí tiene muchas particularidades, porque quitando la “Prima diario” y la “Segunda”, en las cuales destaca la Nominal, en el resto vemos valores poco habituales, como la Quinta en “Martíño” o la Tercera en la “Prima Solemne”.

Como en otros muchos casos parecidos, en la “Campá dos cuartos” y la “Maior” ha sido imposible sacar conclusiones. Los datos encontrados físicamente no han podido ponerse en relación con los obtenidos en el experimento porque resultaron demasiado fragmentados. Es cierto que en la primera campana seis de las personas optaron por el intervalo Fa-Sol, pero en la segunda, los resultados son notas con poca relación entre ellas.

3.2.59 OVIEDO (ASTURIAS). CATEDRAL DE SAN SALVADOR

Gráfica 62. Desviación de las campanas de la Catedral de San Salvador, Oviedo. Elaboración propia.

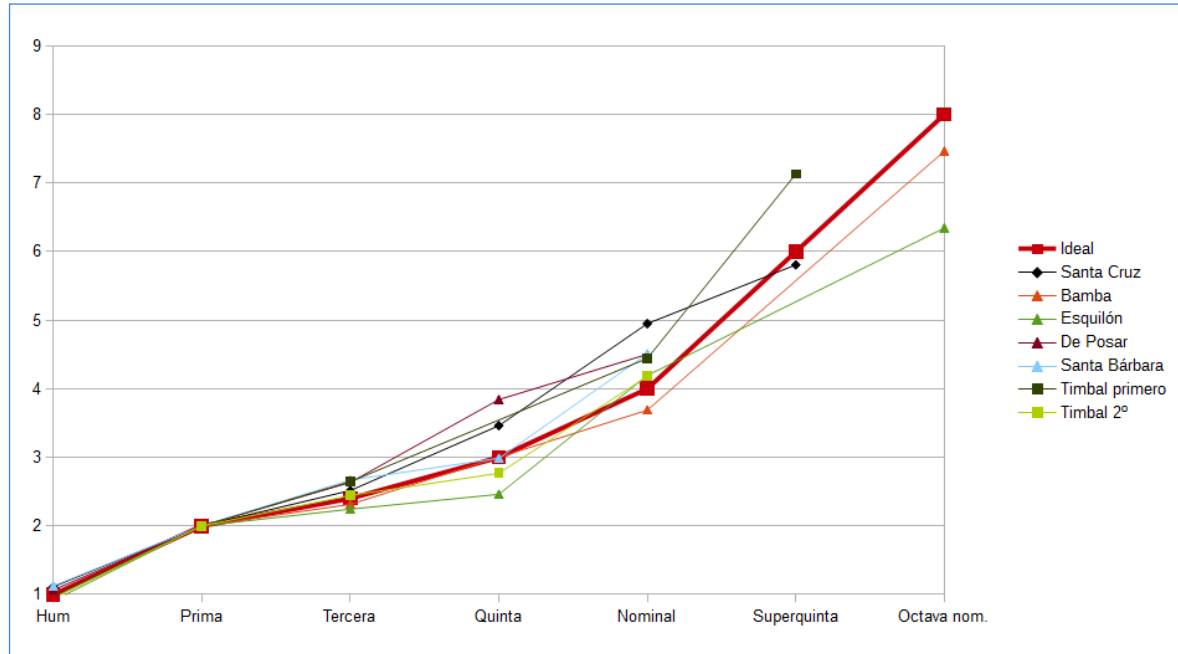


Tabla 69. Análisis de las campanas de la Catedral de San Salvador, Oviedo. Elaboración propia.

Campana	Timbal 2º (^)	Timbal primero (^)	Santa Bárbara (^)	De Posar (^)	Esquilón (^)	Bamba (^)	Santa Cruz (^)
Hum	Mi 4 +17	Reb 4 +08	Do 4 -17	Si 3 -49	Sol 3 -04	Sib 2 +43	Lab 2 +44
Hum frec.	333	278,5	259	240	195,5	119,5	106,5
Prima	Fa 5 +05	Reb 5 +46	Sib 4 -23	La 4 +38	La 4 -43	Si 3 +24	Sol3 -40
Prima frec.	700,5	569,5	460	450	429	250,5	191,5
3ª	La 5 -46	Fa# 5 +31	Mib 5 -21	Re 5 +16	Si 4 -43	Re 4 -21	Si 3 -42
3ª frec.	856,5	753,5	614	593	481,5	290	241
5ª	Si 5 -32		Fa 5 -28	La 5 -30	Do 5 +15		Mi 4 +09
5ª frec.	969,5		687	864,5	528		331,5
Nominal	Fa# 6 -18	Mib 6 +28	Do 6 -15	Si 5 +43	La 5 +37	Sib 4 -15	Sib4 +28
Nom. frec.	1464,5	1265	1037	1013	899,5	462	474
Super 5ª		Si 6 +47					Reb 5 +05
Super 5ª frec.		2031					556
8ª nom.					Fa 6 -45	Sib 5 +04	
8ª nom. frec.					1361	935	
Año fund.	1893	1830	1818	1817	1678	1219	1539
Diámetro	52	54	66	78	94	130	154
Fundidor	SOTA, JOSÉ			VENERO, JOSÉ DE			

- **Número de campanas:** 14
- **Campanas analizadas:** 7
- **Campanas no analizadas:** Las campanas que no se han analizado se debe a que tres no se han podido localizar (“Mayor del reloj”, de 1794 y 43 cm de diámetro, “Sonería”, de 1733 y 80 cm y “Menor de cuartos” de 1607 y 32 cm); tres no están en la torre (“Campana (1)” de 1872 y 30cm, “Campana (2)” de 1327 y 60 cm y “Campana de salida de misa” de 20 cm), y en otro caso solo está el yugo de la campana “De enlace”, que se debió quitar para permitir el paso del pararrayos. Todas estas campanas son de autores desconocidos.
- **Rango de tamaño:** 52-154 cm
- **Franja de fechas:** 1219-1893

Se trata de un conjunto muy antiguo. Las dos campanas mayores tienen perfil *romano*, mientras que las cinco pequeñas tienen perfil *gótico*, algo que resulta muy habitual en esta zona geográfica.

Evidentemente destaca la “Bamba”, la campana más antigua de las catedrales de España, de 1219, importante también por su tamaño, 130 cm de diámetro. Es interesante el análisis de esta campana por sí misma, ya que tenemos unos primeros parciales que se ajustan bastante a los esperados por la campana ideal, pero en el quinto parcial cambia la tendencia, quedándose tanto en la Nominal como en la Octava nominal ligeramente por debajo de lo esperado.

En conjunto podemos ver que las líneas de desviación de cada campana son distintas, con diseños muy diversos, propios de campanas con perfiles y épocas tan diferentes. Esto también se observa en relación a la nota de golpe, ya que lo que más llama la atención en este conjunto es la poca concreción obtenida a través de los experimentos²³⁹, lo que nos muestra que son campanas con un sonido poco definido.

En el caso del “Esquilón” destacan dos notas distintas que tienen una distancia de más de un semitono, un Sol y un La. Esto se debe a que el resultado de los experimentos ha validado las dos notas, tres personas optaron por una de ellas y otras tres por la otra, siendo los otros dos resultados intrascendentes.

En cuanto a las campanas “Santa Bárbara” y “De Posar” no ha sido posible optar por ninguna de las notas obtenidas en los distintos parciales porque los resultados de los experimentos están muy diversificados.

239. En todos los casos que ha sido posible relacionar algún parcial con los datos de los experimentos ha sido con el mínimo de los votos planteado en el capítulo 2, lo que supone tres de las ocho personas optando por una misma nota.

3.2.60 PALENCIA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SAN ANTOLÍN

Gráfica 63. Desviación de las campanas de la Catedral de San Antolín, Palencia. Elaboración propia.

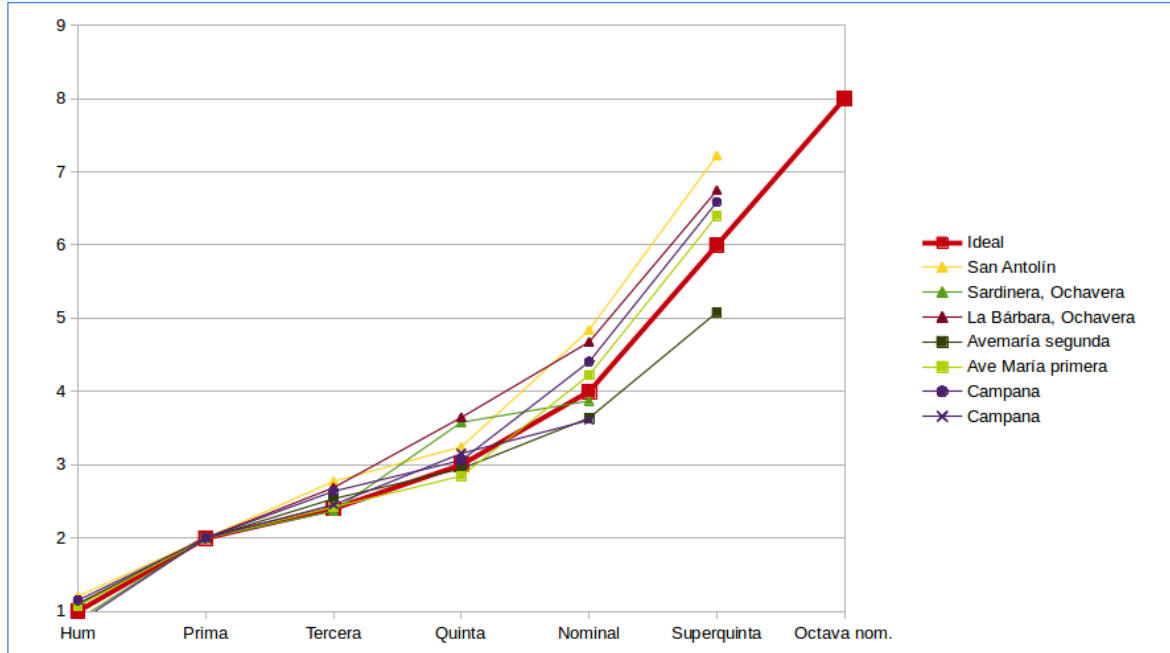


Tabla 70. Análisis de las campanas de la Catedral de San Antolín, Palencia. Elaboración propia.

Campana	Campana (2) (^)	Cimbalillo* (^)	Campana (1) (^)	Ave María primera (^)	Ave María segunda (^)	Cimbalillo del reloj* (^)	La Bárbara, Ochavera (^)	Sardinera, Ochavera (^)	San Antolín (^)	Zarambombón, del reloj* (^)
Hum	Fa 4 +40	Mib 4 +48	Si 3 +48	Re 4 -24	Si 3 +00	Reb 4 +26	Re 3 +36	Mib 3 +10	Do 3 +41	Sib 3 -45
Hum frec.	357,5	320	254	289,5	247	281,5	150	156,5	134	227
Prima	Lab 5 +29	Mib 5 -13	La 4 +07	Reb 5 -45	La 4 +44	Re 5 +16	Reb 4 -32	Fa 4 +18	La 3 +19	Re 4 -06
Prima frec.	845	617,5	442	540	451,5	593	272	353	222,5	292,5
3ª	Do 6 -15	Lab 5 -04	Re 5 -12	Mi 5 -13	Re 5 -44	Fa# 5 -12	Fa# 4 -21	Lab 4 +11	Mib 4 -14	Fa 4 +33
3ª frec.	1037	828,5	583	654	572,5	734,5	365,5	418	308,5	356
5ª	Mi 6 +18	Re 6 +41	Mi 5 +44	Sol 5 -34	Mi 5 +15	Do 6 +00	Si 4 +07	Mib 5 +26	Fa# 4 -42	La 4 +36
5ª frec.	1333	1203	676,5	768,5	665	1046,5	496	632	361	449,5
Nominal	Sol 6 -48	Fa 6 -33	Si 5 -24	Reb 6 +48	Lab 5 -19	Mib 6 -45	Mib 5 +37	Fa 5 -37	Do 5 +49	Re 5 +19
Nom. frec.	1525	1370,5	974	1140,5	821,5	1212,5	636	683,5	538,5	594
Super 5ª		Do 7 -43	Fa# 6 -28	La 6 -31	Re 6 -41	La 6 +43	Sib 5 -27		Sol 5 +42	
Super 5ª frec.		2041	1456	1728,5	1147	1805	917,5		803,5	
8ª nom.		Fa 7 +20				Mib 7 -09				
8ª nom. frec.		2826,5				2475,5				
Año fund.	1801	1524ca	1854	2004ca	1858	1524ca	1854	1941	1941	1524
Diámetro	52	65	65	66	70	72	106	119	134	161
Fundidor		DÍEZ. JUAN	RUIZ SAN PEDRO, RUESINDO, E HIJOS (BAREYO)	CARESA S. L. (VALLADOLID)		DÍEZ. JUAN	RUIZ SAN PEDRO, RUESINDO, E HIJOS (BAREYO)	CABRILLO MAYOR, JOSÉ (SALAMANCA)		DÍEZ. JUAN

- **Número de campanas:** 12
- **Campanas analizadas:** 10
- **Campanas no analizadas:** De las dos campanas no analizadas, una no se encuentra en la torre (“Campana del viático o de los difuntos”, de 1524, con 50 cm de diámetro de Juan Díez) y la otra (“Ave María primera” de 1941) fue refundida,
- **Rango de tamaño:** 52-161 cm
- **Franja de fechas:** 1524-2004

Todas las campanas, excepto la del reloj, tienen un perfil que sigue más o menos el estilo *gótico*, incluso las más recientes. A pesar de ello, atendiendo a los datos de la gráfica que presta atención a las desviaciones, podemos afirmar que no siguen ningún parámetro similar entre ellas, ni parecido a la campana ideal en ningún caso.

En relación a la nota de golpe, sorprende en primer lugar la campana “San Antolín”, en la que los experimentos dan un claro predominio de la nota Re, pero cuando acudimos a buscarla entre los parciales obtenidos, no es posible encontrarla, ni siquiera un semitono vecino. Por lo tanto, se confirma que estamos ante otro caso en el que la suma de los distintos parciales crea un tono virtual, distinto a todos ellos, pero muy identificable a la hora de escucharlo.

Otro caso interesante es el de la “Sardinera, Ochavera”, en la cual surgen como responsables de la nota de golpe los parciales del Hum y la Quinta²⁴⁰. También destaca la relación de los parciales en la “Ave María segunda”, en la que encontramos la nota de golpe otorgada en la Tercera y la Superquinta.

De hecho, podemos observar que todos los parciales destacados lo están con un color muy claro, a excepción del “Cimbalillo del reloj”, campana en la que siete de los ocho participantes en el experimento han tenido por seguro que se trataba de esa nota, estando además en dos de los parciales más relevantes para la nota de golpe, según algunas teorías, como son la Prima y la Nominal.

En la “Campana (2)”, los datos nos llevan a la conclusión de que hay dos parciales representativos, en este caso el Hum y la Nominal.

240. Esta coincidencia solo la encontramos en 4 de los 855 casos estudiados, lo que supone un 0,48% del total.

En los casos de la “Bárbara, Ochavera”, “Zarambombón, del reloj” y “Ave María primera” no ha sido posible cruzar los datos por la dispersión producida en el experimento. A pesar de ello, destaca la segunda campana, en la cual seis de las ocho personas se han posicionado entre el intervalo Re-Mi, que como vemos en la tabla, concuerda con los parciales principales, pero también con el de la Tercera²⁴¹.

241 . El hecho de que un intervalo de tan solo un tono se pueda relacionar con la Prima y la Tercera, que en la teoría de una campana afinada debería ser un intervalo de una tercera menor, nos hace ver claramente la extraña disposición de los distintos parciales de esta campana.

3.2.61 PALMA (ILLES BALEARS). CATEDRAL DE SANTA MARÍA DE PALMA

Gràfica 64. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María de Palma, Palma.
Elaboración propia.

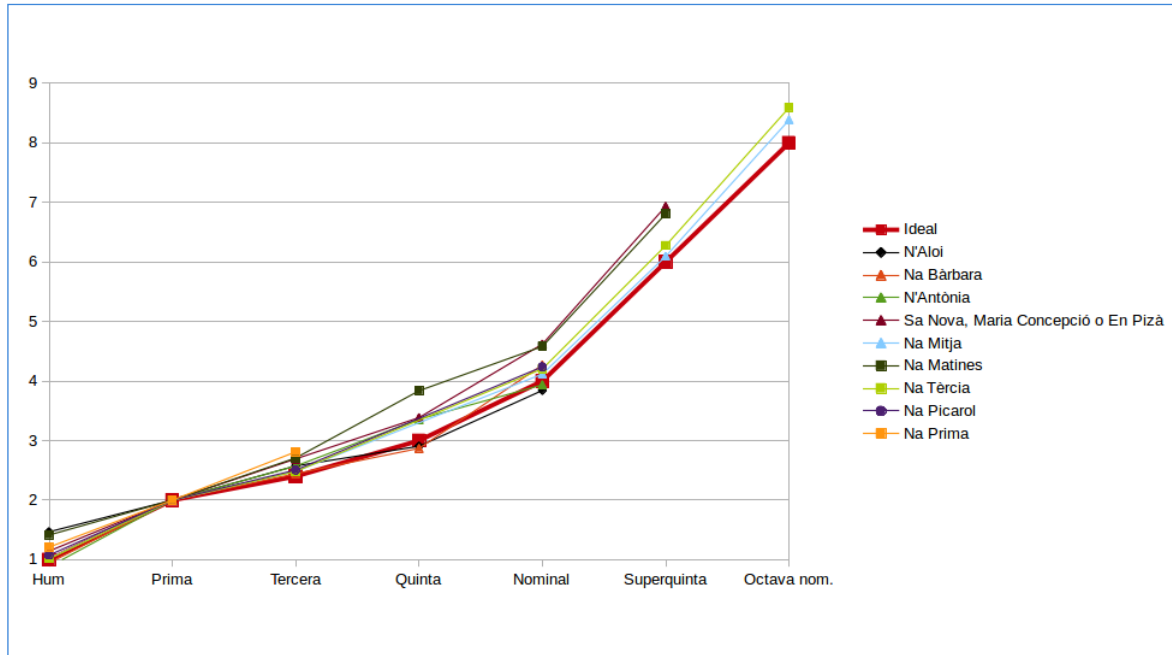


Tabla 71. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María de Palma, Palma. Elaboración propia.

Campana	Campaneta de quarts*	Na Prima (Λ)	Na Picarol (Λ)	Na Tèrcia	Na Matines (Λ)	Na Mitja (Λ)	Sa Nova, Maria Concepció o En Pizà	N'Antònia (Λ)	Na Bàrbara	N'Aloi (Λ)
Hum	Do 5 +49	Mi 4 +12	Mi 4 +09	La 3 +19	Do 4 -14	Lab 3 -01	Sol 3 +04	Sol 3 +17	Reb 3 +17	La 3 +35
Hum frec.	538,5	332	331,5	222,5	295,5	207,5	196,5	198	140	224,5
Prima	Re 6 +44	Reb 5 -18	Mib 5 -17	La 4 -05	Lab 4 +11	Lab 4 -41	Fa 4 -28	La 4 +33	Re 4 +16	Mib 4 -28
Prima frec.	1205,5	548,5	616	438,5	418	405,5	343,5	448,5	296,5	306
3ª	Fa 6 -19	Sol 5 -28	Sol 5 -26	Reb 5 -32	Reb 5 +39	Si 4 +33	Sib 4 -13	Re 5 -30	Fa# 4 -35	Sol 4 +08
3ª frec.	1381,5	771	772	544	566	503,5	462,5	577	362,5	394
5ª					Sol 5 +39		Re 5 -17	Fa# 5 +30	Lab 4 +41	La 4 +17
5ª frec.					802		581,5	753	425,5	444,5
Nominal	Re 7 +09		Mi 6 -17	Sib 5 -19	Sib 5 +46	Lab 5 +09	Sol 5 +20	La 5 +05	Mib 5 +29	Re 5 +01
Nom. frec.	2362,5		1305,5	922	957,5	835	793,5	883	633	588
Super 5ª				Fa 6 -26	Fa 6 +32	Mib 6 -11	Re 6 +23			
Super 5ª frec.				1376	1423	1236	1191			
8ª nom.				Sib 6 +17		Lab 6 +39				
8ª nom. frec.				1884		1700				
Año fund.	1642	1312	1312	1991	1312	1312	1769	1642	1673	1592
Diámetro	33	75	76	90	93	100	105	129	145	200
Fundidor	GENER, RAFAEL			MANCLÚS, SALVADOR (VALÈNCIA)			CARDELL, JOAN	GENER, RAFAEL	MESTRE, MIQUEL	ALOMAR, MIQUEL; BONNIN, JOAN BENET

- **Número de campanas:** 13
- **Campanas analizadas:** 10
- **Campanas no analizadas:** De las tres campanas no analizadas, dos no se encuentran en la torre (“Campana de senyals (1)”, de 1800 y 33 cm de diámetro y “Campana de senyals (2)”, de 1315 y 42 cm, ambas de autor desconocido) y el tercer caso hace referencia al “Tintinnabulum” diseñado por Gaudí y que se encuentra en la Sacristía.
- **Rango de tamaño:** 33-200 cm
- **Franja de fechas:** 1312-1991

Conjunto formado por cinco campanas de estilo *gótico* (“Na Prima”, “Na Picarol”, “Na Matines” y “Na Mitja”, todas ellas de 1312 y “N’Antònia” de 1642), una que se acerca al perfil *romano* pero sin llegar a serlo del todo, “N’Aloi”, y otras cuatro con el perfil de las campanas de carillón.

Como podemos observar en la gráfica sobre las desviaciones, las cuatro campanas *góticas*, a pesar de estar fundidas presumiblemente por la misma persona, no comparten un criterio en cuanto a sus parciales. Esto nos predispone a pensar que los moldes y perfiles utilizados para cada una eran distintos y sin grandes relaciones entre ellos.

Por otra parte, en la campana con el perfil casi *romano*, desde el segundo hasta el quinto parcial sí que sigue una proporción bastante cercana a la que correspondería a la campana ideal, pero el Hum permanece sorprendentemente agudo respecto a la Prima, siendo el intervalo entre ambos parciales de menos de una quinta cuando debería ser una octava. De hecho, seguramente fruto de esta desigualdad entre sus parciales, en esta campana no ha sido posible destacar ninguno de ellos en relación a la nota de golpe, ya que en el experimento no se ha optado por ninguna nota por la falta de concreción.

En el caso de “Na Bàrbara”, tras los experimentos queda definido el Mi como nota de golpe por minoría, aunque no se ha llegado a relacionar esta nota con ningún parcial. En este caso no hablaríamos tanto de un tono virtual creado fuera de las notas de los parciales, sino que la unión de los mismos produce una cierta desviación, ya que en el experimento dos personas también optaron por el Mib, nota muy cercana a la nombrada y que podemos encontrar en la Nominal.

En “N’Antònia” el parcial que destaca es la Quinta, hecho no habitual, mientras que en el resto de las campanas nos encontramos con que la nota de golpe se ubica en los parciales habituales, sobre todo la Nominal. En las dos pequeñas se sitúa en el Hum, algo relativamente frecuente como ya hemos visto en otros casos en campanas de ese tamaño. De hecho, en “Na Prima” y “Na Picarol” el sonido es muy parecido entre ellas, algo similar a lo que ocurre entre “Na Tèrcia” y “Na Matines”.

3.2.62 PAMPLONA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA

Gráfica 65. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Pamplona. Elaboración propia.

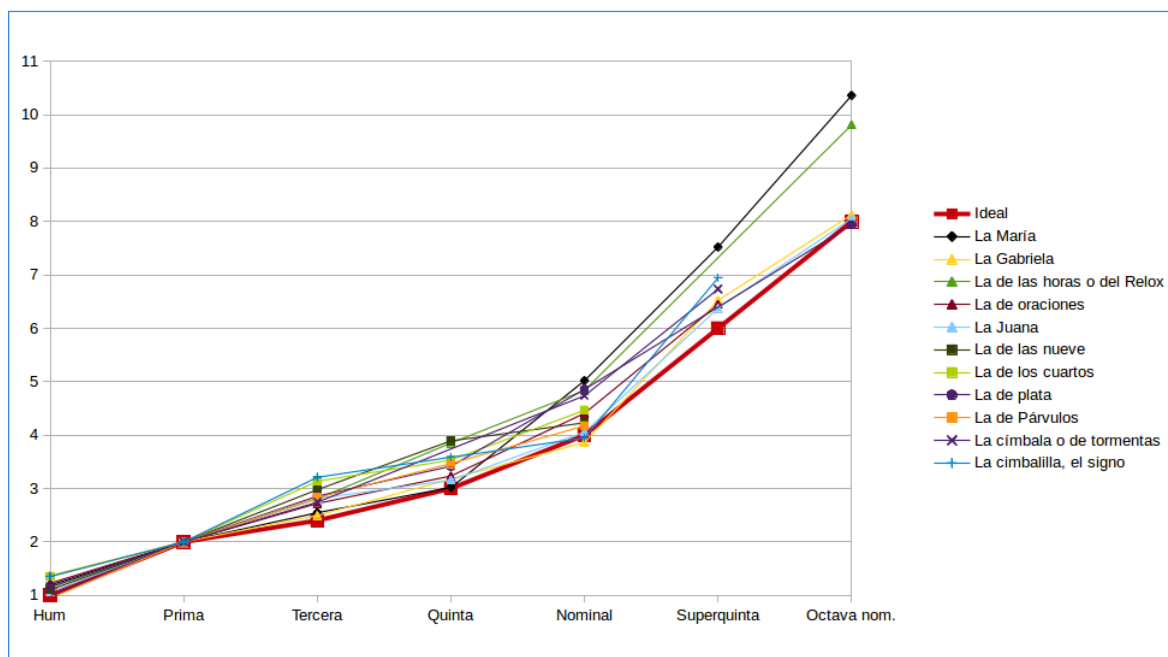


Tabla 72. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Pamplona.
Elaboración propia.

Campana	La cimbaililla, el signo (Λ)	La cimbala o de tormentas	La de Párvulos	La de plata	La de los cuartos* (Λ)	La de las nueve (r)	La Juana (r)	La de oraciones (r)	La de las horas o del Relox* (r)	La Gabriela	La María*
Hum	Fa 4 +33	Mi 4 +0	Sol 3 -31	Sol 3 -17	La 3 +35	La 2 -31	Do 3 +35	Fa# 2 -09	Reb 3 -01	Fa# 2 +37	Mib 2 +37
Hum frec.	356	331	192,5	194,5	224,5	108	133,5	92	138,5	94,5	79,5
Prima	Do 5 +09	Re 5 -47	Lab 4 -37	Sol 4 -04	Mi 4 +15	Sol 3 -04	Si 3 +21	Re 3 +36	Si 3 -38	Reb 3 -13	Do 3 +35
Prima frec.	526	571,5	406,5	391	332,5	195,5	250	150	241,5	1375	133,5
3ª	Lab 5 +27	Sol 5 +00	Re 5 -38	Reb 5 +12	Do 5 -05	Re 4 -15	Fa 4 +11	Lab 3 -30	Mi 4 +48	Fa 3 -31	Fa 3 -46
3ª frec.	844	784	574,5	558,5	521,5	291	351,5	204	339	171,5	170
5ª	Sib 5 +19		Fa 5 +14	Mi 5 +22	Re 5 +00	Fa# 4 +48	Sol 4 +11	Si 3 -31	Sib 4 -04		Sol 3 +47
5ª frec.	943		704,5	668	587	380,5	394,5	242,5	465		201,5
Nominal	Do 6 -14	Mi 6 +4	Lab 5 +35	Sib 5 +31	Fa# 5 +05	Lab 4 -07	Si 4 +45	Mi 4 +04	Re 5 -09	Do 4 +25	Mi 4 +27
Nom. frec.	1038	1353,5	848	949,5	742,5	413,5	507	330,5	584	265,5	335
Super 5ª	Sib 6 -35	Si 6 -45					Sol 5 +28	Si 4 -36		La 4 +33	Si 4 +28
Super 5ª frec.	1826,5	1924					797	483,5		448,5	502
8ª nom.				Sol 6 -17			Si 5 +32		Re 6 +14	Reb 5 +12	Fa 5 -17
8ª nom. frec.				1552			1006,5		1184,5	558,5	691,5
Año fund.	1609	1836	1792	1792	1592	1609	1792	1802	1576	1519	1584
Diámetro	50	51	73	82	91	122	130	152	162	167	259
Fundidor	VILLANUEVA		MARCOUT, JOSÉ			VILLANUEVA	MARCOUT, JOSÉ	MENDOZA, BERNARDO (ISLA)			VILLANUEVA, PEDRO DE (GÜEMES)

- **Número de campanas:** 13
- **Campanas analizadas:** 11
- **Campanas no analizadas:** Las dos campanas no analizadas (“Campana de señales” de 1990 y la “Campana de salida de misa”, ambas de 15 cm de diámetro y autor desconocido) no se encuentran en la torre
- **Rango de tamaño:** 50-259 cm
- **Franja de fechas:** 1519-1836

En el conjunto de la Catedral de Pamplona tenemos cuatro campanas de estilo claramente *romano* (“La de las nueve”, “La Juana”, “La de oraciones” y “La de las horas o del Relox”), y “La María”, la mayor, que se acerca a la forma y al sonido de estas sin llegar a tener ese perfil tan definido.

Encontramos también dos campanas de corte claramente *gótico*, las cuales tienen el mismo diámetro que altura. Se trata de “La cimbalilla, el signo” y “La de los cuartos”, de 1609 y 1592, respectivamente. El resto de las campanas se aproximan bastante a ese modelo, salvo “La Gabriela”, que fue soldada en 2010 para reparar la rotura que sufría.

En cuanto a los toques, identificamos dos conjuntos claros. Por una parte, tenemos las siete campanas de la torre, -“La cimbalilla, el signo” no entra propiamente en los toques sino que los anuncia como una campana de señales-, y por otra parte nos encontramos con “La de las horas o del Relox” que toca en contrapunto con “La María”, repicando siempre mientras suena la mayor. Si nos fijamos en la tabla con los datos de las campanas, destaca que entre estas dos se dan unas proporciones semejantes: la distancia del Hum a la Prima en ambas es aproximadamente una sexta y de la Prima a la Tercera es una cuarta.

Observando la gráfica que nos muestra la desviación respecto a la campana ideal, la conclusión es que se trata de un conjunto heterogéneo, en el cual la relación entre los distintos parciales refleja la variedad de fundidores y de momentos históricos en los que fueron fabricadas las campanas. No hay ninguna que se acerque a las proporciones de esa campana ideal, pero sí que guardan coherencia entre ellas porque poseen una Prima proporcionalmente grave respecto a los otros parciales, lo que hace que, al representarlos tomando ese como modelo, muestre unas líneas muy separadas de la marcada por la campana de referencia.

Es interesante el caso de “La de las horas o del Relox”. En esta campana el parcial que resulta destacado es el de la Tercera, aunque podría ser un dato ficticio. En los experimentos tres personas optaron por el Mi, y por ello se resalta ese resultado, pero al mismo tiempo dos personas optaron por el Si y otras dos por el Sib, valores que en realidad están cercanos a la

Prima y a la Quinta. Sin embargo, en “La de plata” sí que destaca de manera más evidente el parcial de la Tercera, ya que las opciones oscilan entre el Do y el Reb.

Asimismo, en el caso de “La de los cuartos” ocurre que la nota resultante de los experimentos es un Si, ya que la mitad de los participantes optaron por ella, pero esta no la podemos encontrar entre los datos obtenidos, siendo una nota construida a través de la unión de los distintos sonidos.

Sobre la nota de golpe, ha sido imposible extraer conclusiones en “La Gabriela”, “La María” y “La Juana”. En estos tres casos, en el sonido escuchado el tono no llega a estar claro, lo que produce que los resultados aportados en los experimentos fluctúen entre distintas notas sin poder tomar ninguna como referencia²⁴².

Todo lo contrario ocurre en “La cimbala o de tormentas” en la que prácticamente todos los encuestados tuvieron claro que el Mi era la nota de golpe de la misma, siendo la nota que nos encontramos en la Nominal y en el Hum. Sin embargo, en “La de Párvulos” los experimentos dan un resultado también claro hacia otra nota, en este caso un Do#, la cual no podemos encontrar nítidamente entre los distintos parciales. En este caso, más que hablar de un tono virtual, quizás sería más acertado decir que la influencia de los parciales ha modificado el sonido principal, que se situaría en el parcial de la Tercera, provocando que suene un poco más grave del resultado propio del parcial²⁴³. Algo similar ocurre en “La cimbaliña, el signo” en la que la nota principal resultante es el Sol, la cual no se refleja en ninguno de los parciales, pero se sitúa muy cercana a la Tercera, sobre todo teniendo en cuenta que dentro de los resultados de los experimentos había opciones, que no siendo representativas, optaban por el Lab y también por el Fa#.

Para finalizar, cabe destacar los resultados de “La de oraciones”, que indican que los parciales que marcan la nota de golpe son la Quinta y la Superquinta, lo cual es bastante excepcional en el conjunto del estudio²⁴⁴.

242. A pesar de ello es cierto que en algunas encontramos dos notas vecinas que tienen dos votos cada una, pero no llegan a ser el mínimo dispuesto que podemos ver en el capítulo 2 sobre la Metodología.

243. De todas maneras no hay que olvidar que el resultado obtenido del parcial es Re 5 -38, a tan solo dos centésimas de lo que hubiéramos considerado como válido.

244. Lo podemos encontrar en otras seis campanas a lo largo de los análisis, lo que representa el 0.83% del total.

3.2.63 PLASENCIA (EXTREMADURA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA

Gráfica 66. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Plasencia.
Elaboración propia.

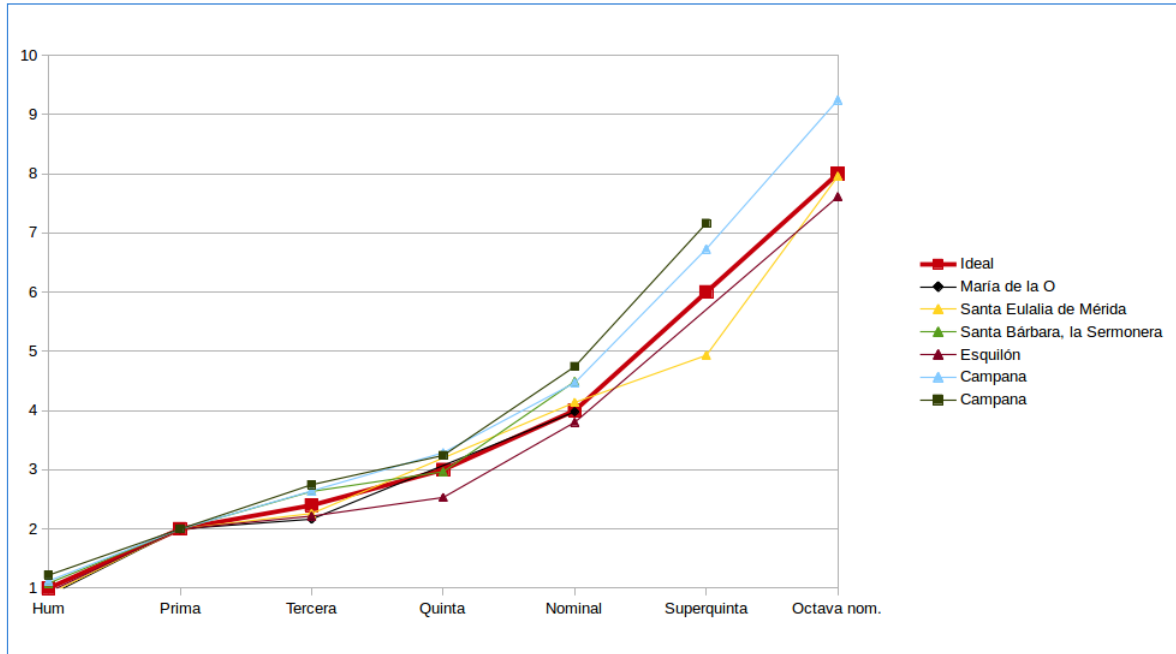


Tabla 73. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Plasencia. Elaboración propia.

Campana	Campana (1) (^)	Campana (2)	Esquilón	Santa Bárbara, la Sermonera	Santa Eulalia de Mérida	María de la O
Hum	Sib 3 -34	Lab 3 +15	Mi 3 +48	Reb 3 +17	Sib 2 -15	Do 3 -24
Hum frec.	228,5	209,5	169,5	140	115,5	129
Prima	Fa# 4 +20	Fa# 4 +16	Fa# 4 -35	Do 4 -20	Do 4 -34	Re 4 +04
Prima frec.	374,5	373,5	362,5	258,5	256,5	294,5
3ª	Do 5 -29	Si 4 -01	Sol 4 +43	Fa 4 -43	Re 4 -21	Mib 4 +43
3ª frec.	514,5	493,5	402	340,5	290	319
5ª	Mib 5 -42	Mib 5 -23	Sib 4 -26	Sol 4 -37		
5ª frec.	607	614	459	383,5		
Nominal	La 5 +15	Lab 5 +08	Fa 5 -23	Re 5 -20	Do 5 +23	Re 5 -03
Nom. frec.	888	834,5	689	580,5	530,5	586
Super 5ª	Mi 6 +29	Mib 6 +16			Mib 5 +28	
Super 5ª frec.	1341	1256,5			632,5	
8ª nom.		La 6 -33	Fa 6 -21		Do 6 -43	
8ª nom. frec.		1726,5	1379,5		1020,5	
Año fund.	1746	1960	1524	1746	1894	1491
Diámetro	80	98	106	125	161	168
Fundidor	HERNÁNDEZ, GAMINIO	VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)	BÁRCENA, JUAN DE LA	HERNÁNDEZ, GAMINIO	VILLANUEVA LINARES, ALFREDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)	

- **Número de campanas:** 10
- **Campanas analizadas:** 6
- **Campanas no analizadas:** Tres de las campanas no analizadas no se encuentran en la torre (“Esquilón de misa”, de 1800 y 50 cm de diámetro, el “Esquilón de misa (1)”, de 1895 y 45 cm y la “Campana de cuartos” de 50 cm) y por otra parte la “Campana de las horas” de 1400 y 100 cm no es accesible. Todas son de autor desconocido.
- **Rango de tamaño:** 80-168 cm
- **Franja de fechas:** 1491-1960

Conjunto de campanas de diversas épocas en el que destacan la “Esquilón”, de 1524 y “María de la O”, de 1491, ambas góticas pero con un perfil normal. La única campana que se acerca ligeramente al corte de perfil de estilo gótico es la “Campana (1)”, fundida por Gaminio Hernández en 1746.

Si observamos las desviaciones respecto a la campana ideal que recoge la gráfica, vemos que no hay dos campanas que tengan líneas paralelas, reflejo de la intervención de distintos autores y momentos en los que fueron fundidas. De hecho, la más cercana a los parámetros de esa campana ideal es el “Esquilón”, en apariencia desviado porque posee una Prima en proporción un tanto aguda, lo que hace que, al ser el parcial que tomamos de referencia, el resto de los parciales se queden más bajos de lo esperado.

En este conjunto destaca por su definición de la nota de golpe la “Santa Eulalia de Mérida”, tanto por la cantidad coincidencias en la misma nota como por los parciales donde se sitúa la misma.

La única campana de la que no se pueden sacar conclusiones respecto a la nota de golpe es la “María de la O”. Los resultados del análisis aportan notas muy distintas separadas por más de un semitono. En el caso de la “Campana (1)” se ha obtenido un resultado concluyente, el Si, aunque por el mínimo exigido. No es posible relacionarlo de manera clara con ninguno de los parciales, pero como se encuentra a medio camino entre el Hum y la Tercera, nos hace suponer su resultado final.

Una situación similar ocurre en la “Esquilón” aunque en esta campana el resultado, *Mib*, sugiere que la nota que suena se da en parciales importantes como la Prima y la Nominal, en el resultado global resulta más grave por la suma de todos los sonidos que forman la campana.

3.2.64 SALAMANCA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL NUEVA DE LA ASUNCIÓN DE LA VIRGEN

Gráfica 67. Desviación de las campanas de la Catedral Nueva de la Asunción de la Virgen, Salamanca. Elaboración propia.

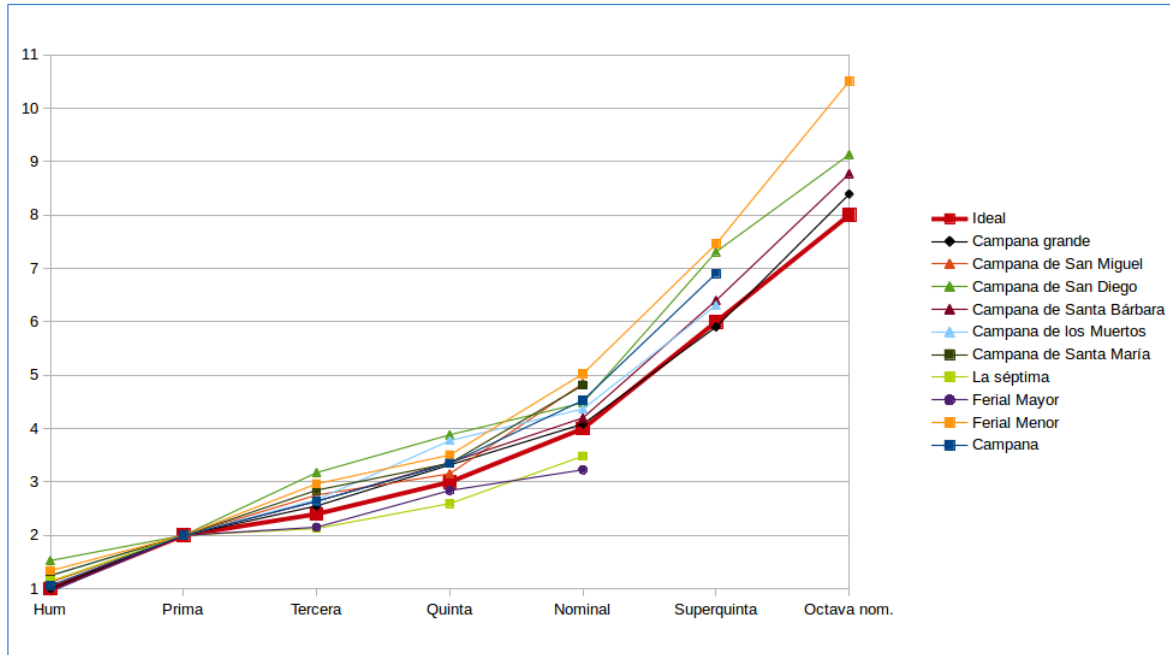


Tabla 74. Análisis de las campanas de la Catedral Nueva de la Asunción de la Virgen, Salamanca.
Elaboración propia.

Campana	Campana (10) * (^)	Campana de señales*	Campana de señales*	Ferial Menor (^)	Ferial Mayor (^)	La séptima (^)	Campana de Santa María	Campana de los Muertos (^)	Campana de Santa Bárbara (^)	Campana de San Diego (^)	Campana de San Miguel	Campana grande (^)
Hum	Sib 4 -36	Mi 4 +35	Sib 4 -41	Mib 4 +04	Fa 4 -48	Sib 4 +47	Sib 3 -15	Fa# 3 +00	Fa 3 +23	Sol 3 +1	Mib 3 +15	Mib 3 +15
Hum frec.	456,5	336,5	455	312	339,5	479	231	185	177	197,5	157	157
Prima	La 5 -36	Reb 5 +09	La 5 +42	Sib 4 +01	Fa 5 +47	Lab 5 +16	Fa# 4 +00	Re 4 +25	Fa# 4 -28	Do 4 -20	Reb 4 +20	Mib 4 +10
Prima frec.	861,5	557,5	902	466,5	718	838,5	370	298	364	258,5	280,5	313
3ª	Reb 6 +43	Fa# 5 +41	Reb 6 +45	Fa 5 -16	Sol 5 -24	La 5 +24	Do 5 +1	Sol 4 +24	Si 4 -49	Lab 4 -20	Sol 4 -24	Sol 4 +32
3ª frec.	1137	758	1138,5	692	773	892,5	526,5	397,5	480	410,5	386,5	399,5
5ª	Fa# 6 -46	Lab 5 -38	Fa# 6 -02	Lab 5 -27	Do 6 -44	Reb 6 -31	Mib 5 -06	Reb 5 +25	Mib 5 -27	Si 4 +28	La 4 +09	
5ª frec.	1441	812,5	1477,5	817,5	1020	1088,5	620	562,5	612,5	502	442,5	
Nominal	Si 6 -21	Si 5 +36	Si 6 -06	Re 6 -03	Re 6 -23	Fa# 6 -22	La 5 +20	Mi 5 -21	Sol 5 -43	Re 5 -23	Fa 5 -46	Mib 5 +47
Nom. frec.	1951	1009	1968,5	1172,5	1159	1460,5	890,5	651	764,5	579,5	680	639,5
Super 5ª	Fa# 7 +08		Fa# 7 -02	La 6 -20				Sib 5 +15	Re 6 -14	Sib 5 +23		Sib 5 -15
Super 5ª frec.	2974		2956,5	1739,5				940,5	1165	945		924
8ª nom.			Do 8 -24	Mib 7 -26					Sol 6 +31	Re 6+08		Mi 6 -06
8ª nom. frec.			4126	2451					1597	1180,5		1313,5
Año fund.	1350ca	1350ca	1790ca	1781	1550ca	1647	1959	1750ca	1745	1745	1879	1705
Diámetro	48	48	51	56	58	69	74	103	105	109	117	200
Fundidor							CABRILLO (SALAMANCA)		VILLA, LORENZO DE	SIERRA MAZO, FRANCISCO ANTONIO DE LA (MERUELO)		DE LA SIERRA MAZO, FRANCISCO ANTONIO; GÜEMES, PEDRO

- **Número de campanas:** 15
- **Campanas analizadas:** 12
- **Campanas no analizadas:** Entre las campanas que no han podido ser analizadas, la “Campana (11)” de 1770 se encuentra en el suelo de la torre; la “Campana de los cuartos” fue inaccesible y la “Campana de San Francisco” de 1747 y 109 cm de diámetro, fundida por Lorenzo de Villa, no se pudo grabar.
- **Rango de tamaño:** 48-200 cm
- **Franja de fechas:** 1350-1959

Entre las campanas analizadas, la “Campana (10)” gótica y con perfil adscrito claramente a ese estilo, datada alrededor de 1350, se encuentra actualmente en el museo sin formar parte del conjunto.

El resto de las campanas también tienen, prácticamente todas, un corte de perfil *gótico*, excepto la “Campana de Santa María”, “Campana de San Miguel” y la “Campana grande”. Esta última está ubicada en otro piso, pero se utilizaba en los toques de una manera similar a un bajo continuo. De hecho, esta campana es la más cercana a las proporciones de la campana ideal. En contrapunto a ella, observamos en la gráfica cómo el resto de las campanas siguen patrones distintos, fruto de las diferencias de fundidores y épocas en las que fueron hechas.

En cuanto a la nota de golpe, es relevante destacar que en este conjunto se dan dos campanas en las que el 100% de los encuestados han coincidido²⁴⁵ en la nota. A pesar de ello, lo que más sorprende no es la coincidencia, sino los parciales en los que se ve reflejada dicha nota. En la “Campana de Santa María” se da en la Tercera, y en la “Campana de San Diego” solo en el Hum, que es cierto que es un parcial que a priori tiene más relevancia, pero en ninguna de las dos resulta destacada la Nominal.

Asimismo, en las tres campanas más pequeñas la nota reflejada en los experimentos coincide con el Hum, factor que se repite en muchas ocasiones en las campanas de este tamaño.

Es curioso que la “Ferial Menor” y la “Ferial Mayor” tengan resultados distintos en los parciales, pero al sonar más en la primera campana la Tercera, y en la segunda el Hum y la Prima, hace que el resultado final sonoro sea similar.

Una de las campanas en las que no hemos logrado relacionar los datos de los parciales y los de los experimentos respecto a la nota de golpe ha sido la “Campana grande”, a pesar de

245. Ante este hecho, es importante recordar que en tan solo 11 de los 855 casos hay una coincidencia absoluta entre las ocho personas participantes en el experimento.

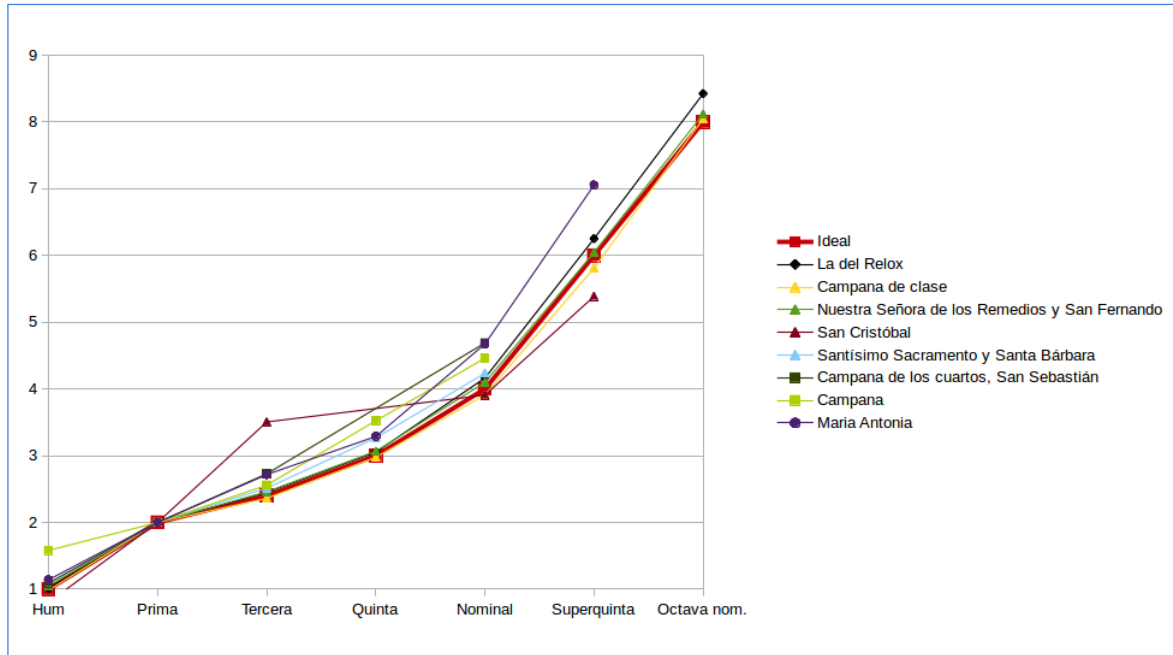
que el resultado era concluyente, ya que siete de las ocho personas optaron por el Fa#, nota que pese a estar cercana a la Tercera no es la misma.

Otro caso lo tenemos en la “Campana de San Miguel”, en la que tampoco se han sacado conclusiones por la falta de concreción. Los resultados están alejados entre ellos, con relación a la Tercera y la Nominal.

Distinta es “La Séptima”, en la cual tampoco hay conclusiones en relación a sus parciales, pero en esta ocasión porque cinco de las ocho personas participantes optaron por el Fa, nota que no podemos encontrar entre los datos obtenidos a través del software, salvo en el caso de la Nominal que resulta una nota un poco más aguda, con lo que vemos un claro ejemplo de modificación entre los parciales del resultado final. Lo mismo ocurre con la “Campana de los Muertos”, con la única diferencia que el parcial más cercano en esta ocasión es la Quinta, que es ligeramente más aguda al resultado que hemos obtenido en los experimentos.

3.2.65 SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA (CANARIAS). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LOS REMEDIOS

Gráfica 68. Desviación de las campanas de la Catedral de Ntra. Sra. de los Remedios, San Cristóbal de la Laguna. Elaboración propia.



NUESTRA SEÑORA
DE LOS REMEDIOS

Tabla 75. Análisis de las campanas de la Catedral de Ntra. Sra. de los Remedios, San Cristóbal de la Laguna. Elaboración propia.

Campana	Maria Antonia	Campana	Campana de los cuartos, San Sebastián	Santísimo Sacramento y Santa Bárbara	San Cristóbal	Nuestra Señora de los Remedios y San Fernando	Campana de clase	La del Relox
Hum	La 4 +21	La 4 -07	Reb 4 -26	Sol 3 +26	Mi 3 +01	Mi 3 -08	Mi 3 +12	Mi 3 -45
Hum frec.	445,5	438	273	199	165	164	166	160,5
Prima	Sol 5 -06	Reb 5 +00	Si 4 +19	Fa# 4 -02	Lab 4 -22	Mib 4 +02	Mi 4 +38	Mib 4 +37
Prima frec.	781	554,5	499,5	369,5	410	311,5	337	318
3ª	Do 6 +23	Fa 5 +27	Fa 5 -42	Sib 4 -06	Fa 5 +48	Sol 4 -40	Sol 4 +26	Sol 4 -11
3ª frec.	1061	709,5	681,5	464,5	718,5	383	398	389,5
5ª	Mi 6 -45	Si 5 -18		Re 5 +47		Sib 4 +41	Si 4 +26	Si 4 -29
5ª frec.	1284	977		603,5		477,5	501,5	485,5
Nominal	Sib 6 -37	Mib 6 -11	Re 6 -05	Sol 5 -03	Sol 5 +37	Mib 5 +44	Mi 5 +00	Mi 5 +07
Nom. frec.	1825	1236,5	1171	782,5	801	638,5	659	662
Super 5ª	Fa 7 -24				Reb 6 -06	Sib 5 +16	Si 5 -14	Si 5 +10
Super 5ª frec.	2755				1104,5	941,5	979,5	994
8ª nom.						Mib 6 +27	Mi 6 +48	Mi 6 +27
8ª nom. frec.						1264,5	1356	1339,5
Año fund.	1914	1707	1893	1776	1893	1777	1649	1777
Diámetro	30	35	60	95	98	111	112	115
Fundidor	PUIG, ESTEVE (GIRONA)		MARCO Y RAGEL, CARLOS	HARDOUIN, LOUIS	MARCO Y RAGEL, CARLOS	HARDOUIN, LOUIS	HEMONY, FRANÇOIS; HEMONY, PIETER (ZUTPHEN)	HARDOUIN, LOUIS

- **Número de campanas:** 8
- **Campanas analizadas:** 8
- **Rango de tamaño:** 30-115 cm
- **Franja de fechas:** 1647-1976

Interesante conjunto que aparentemente conserva aún los toques manuales aunque las campanas son difícilmente accesibles desde la tarima central. Destacan las tres campanas de Hardouin, fundidor del que solo hemos encontrado las creadas para esta catedral. Como podemos ver en la Gráfica 102, sus tres campanas siguen claramente el modelo de la ideal.

A estas tres campanas de Hardouin hay que añadir la de uno de los hermanos Hemony, François, referente absoluto en la teoría de la afinación de las campanas²⁴⁶. La “Campana de clase” también sigue los criterios de la campana ideal, ya que cabe recordar que estos fundidores fueron los que crearon este modelo.

De esta manera nos encontramos con un conjunto formado por estas cuatro campanas, con una afinación relativa entre ellas muy armónica, que se enfrentan al resto que, como podemos observar en la gráfica, tienen criterios completamente aleatorios. De hecho, la “Maria Antonia” de Esteve Puig, ha sido la única campana de este conjunto en la que no hemos podido contrastar los resultados de los parciales con los de los experimentos porque, debido a su indefinición en el sonido final, no ha habido resultados concluyentes.

Como podemos ver, en casi todo el resto de campanas la nota de golpe viene señalada por los parciales más significativos al respecto, sobre todo en las campanas de Louis Hardouin y la de François Hemony. Es cierto que nos ha sorprendido que en esta última no fuera una coincidencia del 100% por el peso histórico que tiene su fundidor.

También es llamativo el caso de “San Cristóbal”, donde hemos destacado los parciales de la Tercera y la Superquinta, pero a diferencia de otras campanas donde sucede lo mismo²⁴⁷ aquí no se trata solo de una desviación inusual de sus parciales, sino que sobre todo el experimento ha tenido una bipolaridad en sus resultados, consiguiendo que hayamos considerado el Fa y el Reb como válidos.

246. Para entender la importancia de estos fundidores ver el apartado 1.2.1.

247. Como ocurre con la “San Juan Bautista” de Sevilla o la “Tèrcia Gran” de Solsona, por poner dos ejemplos.

3.2.66 SANT FELIU DE LLOBREGAT (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANT LLORENÇ

Gráfica 69. Desviación de las campanas de la Catedral de Sant Llorenç, Sant Feliu de Llobregat. Elaboración propia.

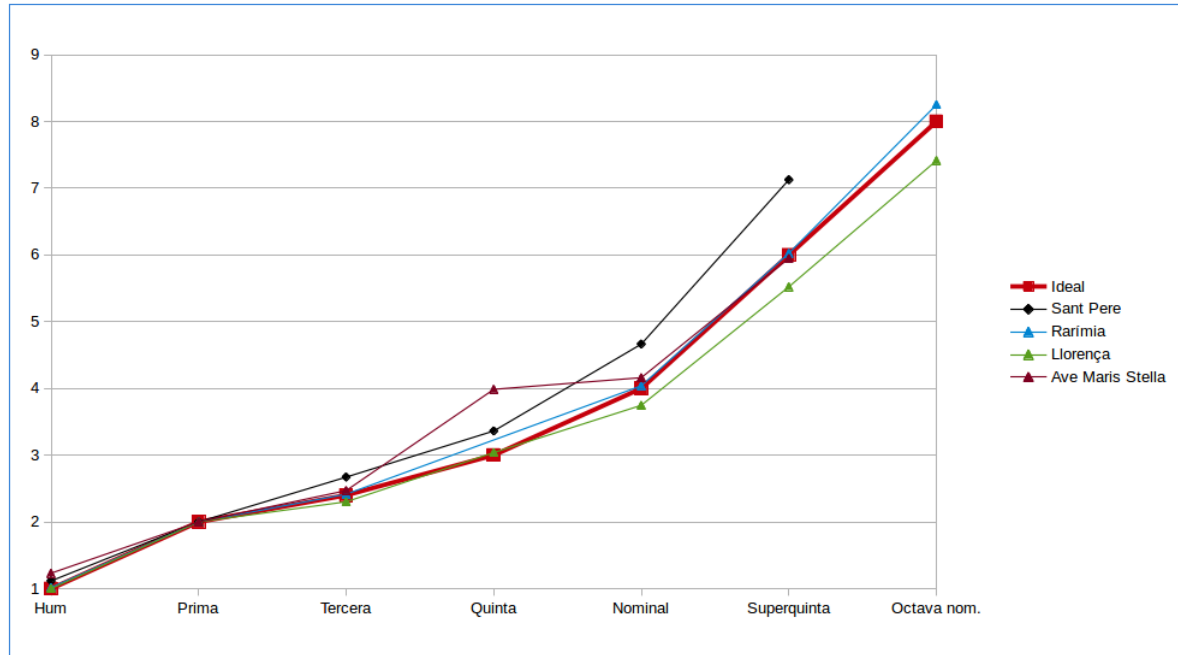


Tabla 76. Análisis de las campanas de la Catedral de Sant Llorenç, Sant Feliu de Llobregat.
Elaboración propia.

Campana	Ave Maris Stella	Llorença	Rarímia	Sant Pere
Hum	Si 4 +07	Do 4 -30	La 3 -07	Mi 3 +07
Hum freq.	496	257	219	165,5
Prima	Sol 5 +46	Do 5 -30	La 4 -37	Re 4 +16
Prima freq.	805,5	514	430,5	296,5
3ª	Si 5 +11	Re 5 +12	Do 5 -10	Sol 4 +17
3ª freq.	994,5	591,5	520	396
5ª	Sol 6 +40	Sol 5 -06		Si 4 +16
5ª freq.	1605,5	781		498,5
Nominal	Lab 6 +15	Si 5 -43	La 5 -20	Fa 5 -17
Nom. freq.	1676	963	869,5	691,5
Super 5ª	Re 7 +33	Fa 6 +27	Mi 6 -28	Do 6 +16
Super 5ª freq.	2395,5	1419,5	1297	1056,5
8ª nom.		Sib 6 +37	La 6 +15	
8ª nom. freq.		1905,5	1776	
Año fund.	1946	1946	2000	1791
Diámetro	50	75	95	108
Fundidor	BARBERÍ (RIUDELLOTS DE LA SELVA)		PACCARD (ANNECY)	BORRÁS, ANDRÉS

- **Número de campanas:** 4
- **Campanas analizadas:** 4
- **Rango de tamaño:** 50-108 cm
- **Franja de fechas:** 1791-2000

INos encontramos con un conjunto muy irregular, en el cual la campana de Andrés Borrás, “Sant Pere” de 1791, tiene unos criterios completamente distintos al resto. Destaca, con relación a la nota de golpe, que siete de las ocho personas participantes en el experimento coincidieran en el Fa, a pesar de tener una línea tan distinta a la de la campana ideal.

Las otras tres campanas sí que tienen similitudes y cierta coherencia, aunque no debemos obviar la Quinta de la “Ave Maris Stella”, parcial extremadamente agudo que casi se confunde con la Nominal. De hecho, cruzando los datos de los parciales con los obtenidos en el experimento, podemos ver que en esta campana sale destacada la Prima y la Quinta, un resultado sorprendente que solo se puede explicar por la anomalía de este elemento²⁴⁸.

También destaca, sin lugar a dudas, la campana de Paccard “Rarímia”, que sí que sigue claramente los criterios de la campana ideal. La desviación que observamos se debe a no haber podido analizar la Quinta y por esa razón la gráfica realiza la unión entre la Tercera y la Nominal, produciendo un efecto óptico que no se ajusta con la realidad. Sus resultados respecto a la nota de golpe son los esperados en una campana de este tipo, situándose en los parciales más influyentes (Hum, Nominal y 8ª nominal).

En el caso de la “Llorença” no ha sido posible resaltar ningún parcial a través de los resultados del experimento, ya que dos personas optaron por el Sib, dos por el Si y otras dos por el Do, lo que nos indica claramente que el sonido se sitúa en el entorno de la Nominal, pero no lo marcamos como claro al no haber coincidencia de tres personas en una misma nota.

248. Lo que tendría que ser en la teoría una distancia interválica de una quinta se ha convertido en casi una octava.

3.2.67 SANTANDER (CANTABRIA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE LA VIRGEN

Gráfica 70. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de la Virgen, Santander.
Elaboración propia.

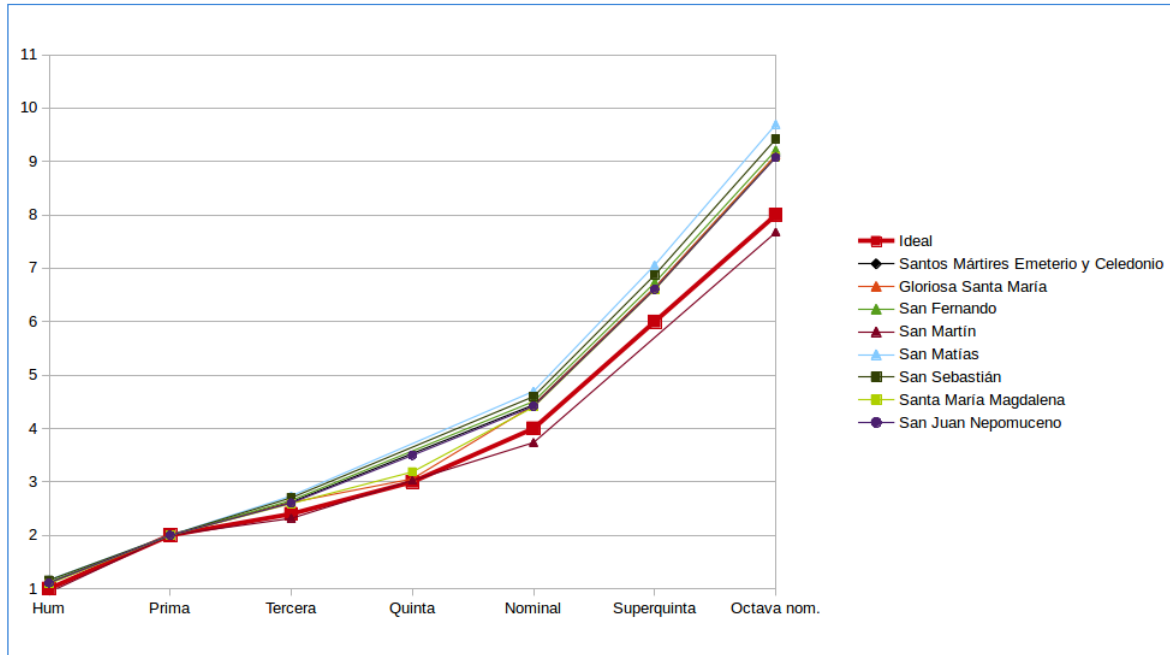


Tabla 77. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de la Virgen, Santander.
Elaboración propia.

Campana	San Juan Nepomuceno	Santa María Magdalena	San Sebastián	San Matías	San Martín	San Fernando	Gloriosa Santa María	Santos Mártires Emeterio y Celedonio
Hum	Reb 4 +23	Si 3 +48	Do 4 -37	La 3 -07	Re 3 -45	Sol 3 -40	Mi 3 +12	Re 3 -21
Hum frec.	281	254	256	219	143	191,5	166	145
Prima	Si 4 +47	Sib 4 +00	La 4 +05	Fa# 4 +27	Mib 4 -23	Fa 4 -46	Re 4 +36	Do 4 +02
Prima frec.	507,5	466	441,5	376	307	340	300	262
3ª	Mi 5 +04	Re 5 +49	Re 5 +26	Do 5 -29	Fa 4 +30	La 4 +42	Sol 4 +00	Fa 4 -28
3ª frec.	661	604,5	596,5	514,5	355,5	451	392	343,5
5ª	La 5 +14	Fa# 5 +05			Sib 4 -06		Sib 4 -28	
5ª frec.	887,5	742,5			464,5		458,5	
Nominal	Reb 6 +18	Do 6 -34	Si 5 +47	La 5 +05	Re 5 -41	Sol 5 -40	Mi 5 +15	Re 5 -15
Nom. frec.	1120,5	1026	1015	883	573,5	766	665	582
Super 5ª	Lab 6 +15	Sol 6 -33	Fa# 6 +43	Mi 6 +11		Re 6 -45	Si 5 +13	La 5 -20
Super 5ª frec.	1676,5	1538	1517,5	1327		1144	995,5	869,5
8ª nom.	Re 7 -34	Do 7 +20	Do 7 -11	Sib 6 -39	Re 6 +04	Sol 6 -02	Fa 6 -36	Re 6 +26
8ª nom. frec.	2303,5	2117,5	2079,5	1823	1178	1566	1368	1192,5
Año fund.	1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999
Diámetro	70	79	83	93	103	110	123	140
Fundidor	PORTILLA, HERMANOS (GAJANO)							

- **Número de campanas:** 11
- **Campanas analizadas:** 8
- **Campanas no analizadas:** Las tres campanas que no se han podido analizar son inaccesibles (“Campana de los cuartos menor”, de 50 cm de diámetro, “Campana de los cuartos mayor”, de 60 cm y “Campana de las horas”, de 80 cm). Las tres son de autor desconocido.
- **Rango de tamaño:** 70-140 cm
- **Franja de fechas:** 1999

Nos encontramos ante un conjunto único dentro de los analizados en las catedrales hispanas ya que todas las campanas que forman parte de los toques litúrgicos fueron realizadas por el mismo fundidor en el mismo año.

El conjunto de los hermanos Portilla forma un grupo homogéneo. De hecho, solo destaca la desviación de la “San Martín”, ya que el resto sigue una línea bastante similar. Es cierto que en el parcial de la Quinta sí que se producen variaciones, pero como ya se ha comentado en otras ocasiones este es el parcial al que los fundidores prestan menos atención debido a su relativa importancia en el sonido final y que al modificarlo es difícil no afectar a parciales mucho más importantes.

Si atendemos a la Gráfica 146, que hace referencia a todas las campanas de estos fundidores, la desviación que se observa en esta catedral respecto a la línea marcada por la campana ideal, es una característica propia de estos autores. Como ya se ha dicho en otras ocasiones, esto no obedece a que todos los parciales sean demasiado agudos, sino a que la Prima es más grave respecto al conjunto. Esto produce que, al realizar estas gráficas en relación a la Prima de la campana ideal, el resto de los parciales se representen mucho más agudos de lo esperado.

Un aspecto destacable en este conjunto es que, en relación a la nota de golpe, todas las campanas han tenido una focalización suficiente en los resultados lo que nos permite sacar conclusiones. De hecho, fruto de la homogeneidad antes mencionada, vemos claramente que en todas las campanas el Hum y la Nominal son los principales parciales que marcan la tendencia de la nota de golpe. “San Martín” es el único caso en el que no es así, campana que, como ya se ha explicado, tiene una desviación diferente al resto. En ella, el resultado del experimento da un valor claro, el Sol, elegido por seis de las ocho personas; pero esta nota no la podemos encontrar en ninguno de los parciales, ni siquiera notas vecinas, con lo que volvemos a estar ante una *nota virtual*²⁴⁹.

249. Para más información al respecto consultar el apartado 1.2.2 sobre la nota de golpe.

Hay que señalar también lo que ocurre con la campana “San Fernando”, en la que hay dos notas distintas marcadas, la primera que hace referencia al Hum, Nominal y Octava nominal, y la segunda que corresponde a la Tercera. Esto se debe a que los resultados en los experimentos se han dividido entre las dos notas, consiguiendo ambas las menciones suficientes como para ser representativas. Esto demuestra que en esta campana el sonido no está tan claramente definido como en las otras, oscilando por una parte entre el Hum, Nominal y Octava nominal y por otra la Tercera.

3.2.68 SANTIAGO DO COMPOSTELA (GALICIA). CATEDRAL BASÍLICA METROPOLITANA

Gráfica 71. Desviación de las campanas de la Catedral Basílica Metropolitana, Santiago de Compostela. Elaboración propia.

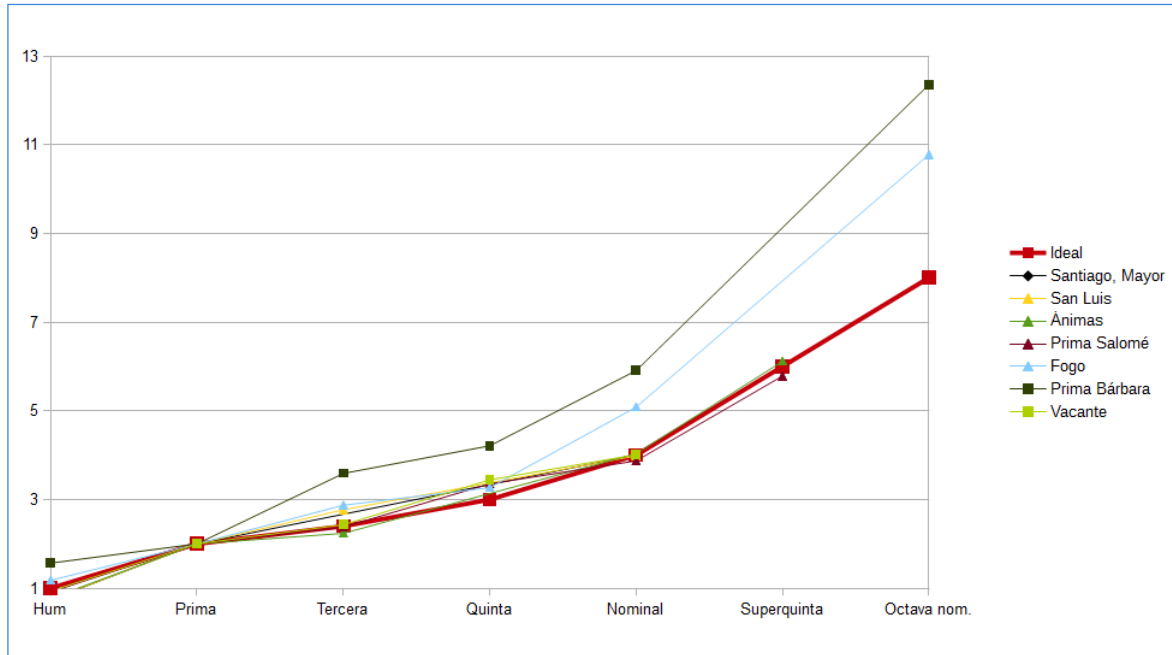


Tabla 78. Análisis de las campanas de la Catedral Basílica Metropolitana, Santiago de Compostela.
Elaboración propia.

Campana	campanil (1) (^)	campanil (2) (^)	Laus Deo, campá de sinais* (^)	campanil (3) (^)	campanil (4) (^)	campanil (5) (^)	campanil (6) (^)	campanil (7) (^)	Vacante (^)	Prima Bárbara (^)	Fogo (^)	Prima Salomé (^)	Ánimas (°)	San Luis (°)	Santiago, Mayor (°)		
Hum	Re 5 +12	Sib 4 +48	Sib 4 +43	Fa 4 -41	Sol 4 -28	Fa 4 +35	Mi 4 -35	La 3 +23	Lab 3 +48	Fa 3 -46	Mi 3 -24	Mi 3 +33	Sib 2 +00	Sol 2 +00	Si 1 +21		
Hum frec.	591,5	479,5	478	341	385,5	356,5	323	223	213,5	170	162,5	168	116,5	98	62,5		
Prima	Mi 6 +16	Lab 5 +30	Sib 5 +43	Mi 5 -28	Fa 5 -37	Mib 5 -24	Reb 5 -16	Sol 4 -46	Sib 4 -40	Mib 4 +32	Reb 4 -07	Fa# 4 -11	Re 4 +45	Do 4 +00	Mi 3 +27		
Prima frec.	1331	845,5	956	648,5	683,5	613,5	549	381,5	455,5	217	276	367,5	301,5	261,5	167,5		
3ª	Sol 6 +19	Reb 6 +32	Mib 6 +13	La 5 -48	Sib 5 +04	Lab 5 -28	Sol 5 -14	Si 4 +10	Reb 5 -01	Sol 4 -11	Sol 4 +19	La 4 -11	Mi 4 +40	Fa# 4 -37			
3ª frec.	1585,5	119,5	1254,5	855,5	934,5	817	777,5	497	554	389,5	396,5	437	337,5	362			
5ª	Do 7 -19	Mi 6 -02		Sib 5 -06		Sib 5 +13		Re 5 +18	Sol 5 +01	Sib 4 -34	La 4 +42	Mib 5 -16					
5ª frec.	2070	1316,5		929		939,5		593,5	784,5	457	451	616,5					
Nominal	Re 4 +27	Si 6 -39	Si 6 +24	Fa# 6 -24	Lab 6 -46	Fa 6 -35	Fa 6 -37	Lab 5 +17	Sib 5 -35	Mi 5 -48	Fa 5 +07	Fa 5 +3	Mib 5 -40	Do 5 -07	Mi 4 +30		
Nom. frec.	2387	1931,5	2003,5	1459,5	1617,5	1368,5	1367	839	913,5	641	701,5	711,5	608	521	335,5		
Super 5ª				Do 7 +31	Mib 7 -14		Do 7 -19	Mib 6 -14				Do 6 +27	Sib 5 -19				
Super 5ª frec.				2132	2468,5		2070	1234				1063	922				
8ª nom.				Fa# 7 -03						Mi 6 +28	Fa# 6 +08						
8ª nom. frec.				2953,5						1340,5	1487						
Año fund.	1831	1886	1550ca	1916	1919	1671	1916	1671	1541	1997	1749	1734	1672	1675	1675		
Diámetro	35	36	44	45	48	49	50	75	103	106	109	113	141	147	211		
Fundidor	AZA Y CEDRÚN, JOSÉ ANTONIO DE		LISTE, J. (A ESTRADA)		LISTE, J. (A ESTRADA)		OCAMPO ARTESANOS CAMPANEROS (ARCOS DA CONDESA)			LISTE, J. (A ESTRADA)		OCAMPO ARTESANOS CAMPANEROS (ARCOS DA CONDESA)		PALACIO, FERNANDO DE		PALACIO, FRANCISCO DE (GÜEMES)	

- **Número de campanas:** 29
- **Campanas analizadas:** 15
- **Campanas no analizadas:** De las catorce campanas no analizadas, nueve no se encuentran en la torre (“Campá de espadaña (1)”, de 1380 y 40 cm de diámetro, “Reproducción da campá do Abad Samson”, de 1997 y 20 cm, “Reproducción da campá dos Caídos de Rovereto”, de 1996 y 5 cm, “Campá no presbiterio”, de 1844 y 30 cm, “Campá do museu” de 1831 y 35 cm, “Campá da espadaña (2)” de 1772 y 50 cm), todas estas de autor desconocido. “Campà de man (1)” y “Campà de man (2)”, ambas de 1554 y de 5 cm, fabricadas por Jan van den Eynde). Dos no se pudieron grabar (“Campás dos cuartos”, de 1990, 147 cm y “Campá das horas”, de 1989 y 257 cm), ambas fundidas por Eijsbouts), y tres campanas están rotas (“Santa Bárbara”, de 1734, 105 cm, fundida por Francisco Palacio, “De cuartos”, de 147 cm, y “De horas, Berenguela”, de 254 cm, ambas de 1729, fundidas por Pedro de Güemes).
- **Rango de tamaño:** 35-211 cm
- **Franja de fechas:** 1541-1997

En realidad las campanas del carillón, todas las que se denominan “Campanil”, son un grupo separado pero que no actúa realmente como conjunto ya que se tocan contraponiendo la mayor contra las restantes.

Salvo las tres campanas mayores que utilizan el llamado perfil *romano*, el resto son esquilonadas, por lo tanto utilizan el perfil *gótico*.

De las campanas mayores, la “Fogo” no forma parte de los toques a no ser que sean extraordinarios, y de hecho, como podemos observar en la gráfica de las desviaciones es la que más se aleja del conjunto. Este factor seguro que ha contribuido a que su sonido no sea el de una nota clara, lo que ha provocado una gran dispersión en los resultados del experimento con la consecuencia de no poder atribuir a ninguna nota concreta los valores de la nota de golpe. A pesar de ello, los resultados se centran en el intervalo comprendido entre Fa y el Sol, lo que nos conduce claramente a las notas que encontramos en el parcial de la Tercera y la Nominal.

Aunque pareciera que la “Prima Bárbara” está más alejada en la gráfica, tal y como ya hemos comentado en otros casos se debe a que posee una Prima proporcionalmente más grave que el resto.

Para los toques de la Misa del peregrino se utiliza la “Vacante” y “Santiago, mayor”, que como vemos son dos campanas con un diseño muy similar, por lo que tienen una afinación

relativa ajustada. Para los toques de fiesta se usan la “Vacante”, la “Prima Salomé”, la de “Ánimas” y “Santiago, Mayor” y si hay suficiente gente, el contrapunto del carillón. Para los toques de muerto se utilizan las grandes, menos “Fogo” y “Prima Salomé”.

En relación a la nota de golpe, hablamos primero sobre las campanas que forman un grupo diferente. En el “Campanil (1)” observamos que hay dos notas distintas en relación a la nota de golpe, debido a que, como en otros ejemplos de otros campanarios, los resultados están polarizados entre ambos resultados. Sin embargo, con el “Campanil (2)” no hemos podido reflejar los datos porque no coinciden con los obtenidos en los parciales, ya que en el experimento surge el La, nota muy cercana a la Prima. En el “Campanil (3)” y “Campanil (4)” los resultados están muy divididos entre campanas distantes, hecho que, en este caso, no nos permite sacar conclusiones al no haber ninguna nota con las elecciones mínimas necesarias. Frente al “Campanil (5)” que ofrece datos que concuerdan con los más frecuentes de este trabajo, el “Campanil (6)” nos aporta otro ejemplo de tono virtual, ya que el resultado de los experimentos es un La, nota que no aparece ni de manera cercana entre los distintos parciales. El último de este grupo, el “Campanil (7)” nos muestra claramente cómo es la Tercera la que define en mayor medida la nota de golpe de la campana.

En la campana “Santiago, Mayor” solo se obtuvieron tres parciales del total, razón por la cual no ha sido posible establecer relaciones con los resultados de los experimentos. En el caso de la “Prima Bárbara” ocurre lo mismo que con los campaniles 3 y 4, ya que por la dispersión de los resultados de los experimentos no es posible hacer relaciones con las notas de los parciales.

En el resto de campanas, “Prima Salomé”, “Ánimas” y “San Luis”, el sonido final viene determinado en gran medida por la Nominal, sobre todo en la primera de ellas, en la que siete de los ocho participantes en el experimento optaron por esa nota.

3.2.69 SANTO DOMINGO DE LA CALZADA (LA RIOJA). CATEDRAL DEL SALVADOR

Gráfica 72. Desviación de las campanas de la Catedral del Salvador, Santo Domingo de la Calzada. Elaboración propia.

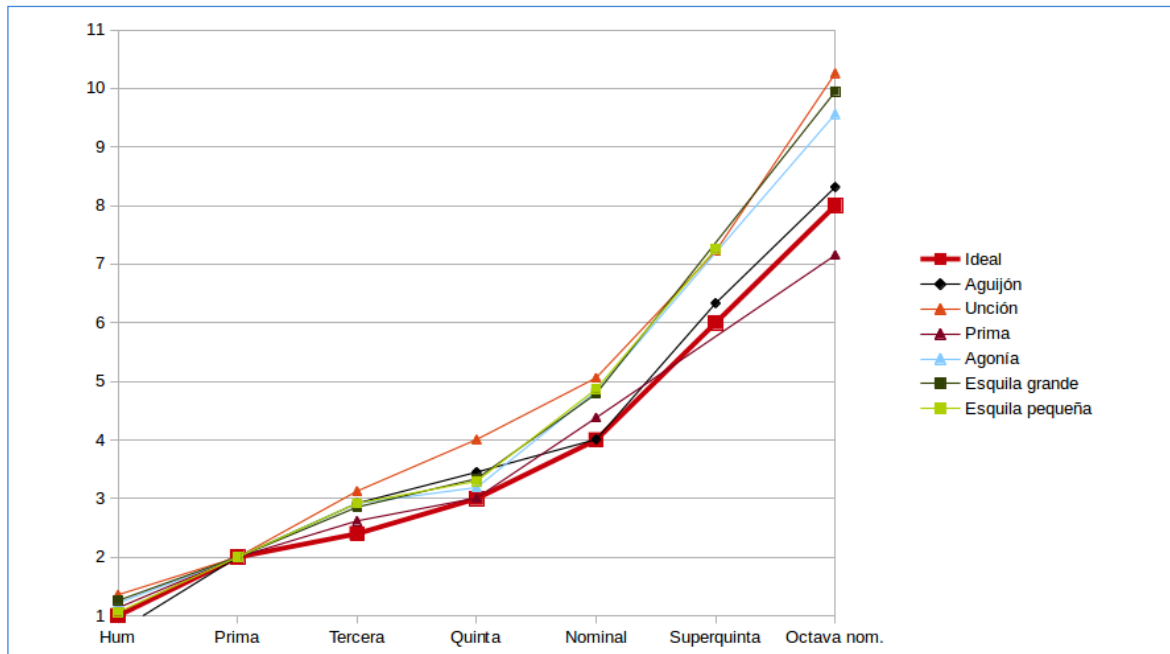


Tabla 79. Análisis de las campanas de la Catedral del Salvador, Santo Domingo de la Calzada.
Elaboración propia.

Campana	Campana de avisos*	Esquila del reloj* (Λ)	Esquila pequeña (Λ)	Esquila grande (Λ)	Agonía (Λ)	Prima (Λ)	Reloj* (∩)	Unción (∩)	Agujón (∩)
Hum	Lab 4 -01	Mib 4 +43	Sol 4 +34	Do 4 +00	Lab 3 -22	Sol 3 +08	Re 4 +07	Fa 3 -36	Mi 2 -40
Hum frec.	415	319	400	261,5	205	197	295	171	80,5
Prima	Fa 5 -37	Reb 5 -10	Fa# 5 +32	Lab 4 +00	Mi 4 +40	Fa 4 -08	Lab 4 -34	Si 3 +35	La 3 -11
Prima frec.	683,5	551	754	415,5	337,5	347,5	407	252	218,5
3ª	Si 5 -44	Fa# 5 -27	Reb 6 -12	Re 5 +16	Si 4 -06	Sib 4 -41	La 4 +15	Sol 4 +08	Mib 4 +43
3ª frec.	962,5	728,5	1100,5	593	492	455	444	394	319
5ª	Fa 6 +48	Lab 5 +49	Mib 6 -02	Fa 5 -12	Do 5 +48	Do 5 +00	Re 5 +01	Si 4 +38	Fa# 4 +32
5ª frec.	1437	854,5	1242,5	693,5	538	523	588	505	377
Nominal	Lab 6 +33	Mib 6 -34	Sib 6 -27	Si 5 +12	Lab 5 -32	Fa# 5 +48	Sol 5 +14	Mib 5 +41	La 4 .07
Nom. frec.	1694	1220	1835,5	995	815	761	790,5	637,5	438
Super 5ª		La 6 +43	Fa 7 -34					Sib 5 -41	Fa 5 -16
Super 5ª frec.		1805	2738					910	692
8ª nom.				Do 7 -22	Lab 6 -49	Mib 6 -02		Mi 6 -34	Sib 5 -44
8ª nom. frec.				2066,5	1614	1243		1292,5	908,5
Año fund.	1921	1673	1801	1817	1582	1780	1582	1780	1921
Diámetro	43	53	60	65	93	98	120	146	161
Fundidor	CABRILLO MAYOR, JOSÉ (SALAMANCA)		MENEZO ORENZANA, PEDRO DE			MENEZO ORENZANA, PEDRO DE		MENEZO ORENZANA, PEDRO DE	CABRILLO MAYOR, JOSÉ (SALAMANCA)

- **Número de campanas:** 9
- **Campanas analizadas:** 9
- **Rango de tamaño:** 43-161 cm
- **Franja de fechas:** 1582-1921

Conjunto de campanas en las que las tres mayores (“Aguijón”, “Unción” y “Reloj”) siguen el perfil *romano* mientras que las pequeñas tienden a ser esquilonadas. En cuanto a los toques litúrgicos no entran en el juego ni la “Campana de avisos” ni las dos del reloj.

Actualmente, con la instalación hecha por Quintana, las mayores tocan a balanceo mientras que las pequeñas lo hacen a volteo.

Como se observa en la gráfica de las desviaciones, las campanas provienen de momentos y fundidores diversos, lo que provoca que no apreciemos ninguna unidad entre ellas. Ni siquiera en el caso de las campanas fundidas por Pedro de Menezo encontramos una coherencia interna, como podemos ver de manera concreta en la Gráfica 104. Esto nos lleva a concluir que cada campana sigue un criterio completamente distinto, sin proporcionalidad ni afinación relativa hacia el resto.

En cuanto a los resultados de los experimentos, sorprende que en tan solo dos de las nueve campanas destaquen la Nominal y el Hum o la Prima (“Campana de avisos” y “Aguijón” respectivamente), ya que en el resto es la Tercera o la Quinta. Esto confiere al conjunto una singularidad destacable entre los campanarios de las catedrales.

En el caso de la campana del “Reloj” observamos un dato curioso: aparecen realizados los parciales del Hum y la Quinta. Esto se debe a que el Hum es desproporcionalmente agudo y las relaciones entre los distintos parciales no tienen ninguna lógica respecto a la campana ideal.

La única campana de la que no hemos podido obtener conclusiones por la cantidad de resultados distintos es la “Agonía”, donde los datos varían entre una nota cercana a la Tercera y una nota no presente entre los otros parciales.

3.2.70 SEGORBE (COMUNITAT VALENCIANA). CATEDRAL

Gráfica 73. Desviación de las campanas de la Catedral, Segorbe. Elaboración propia.

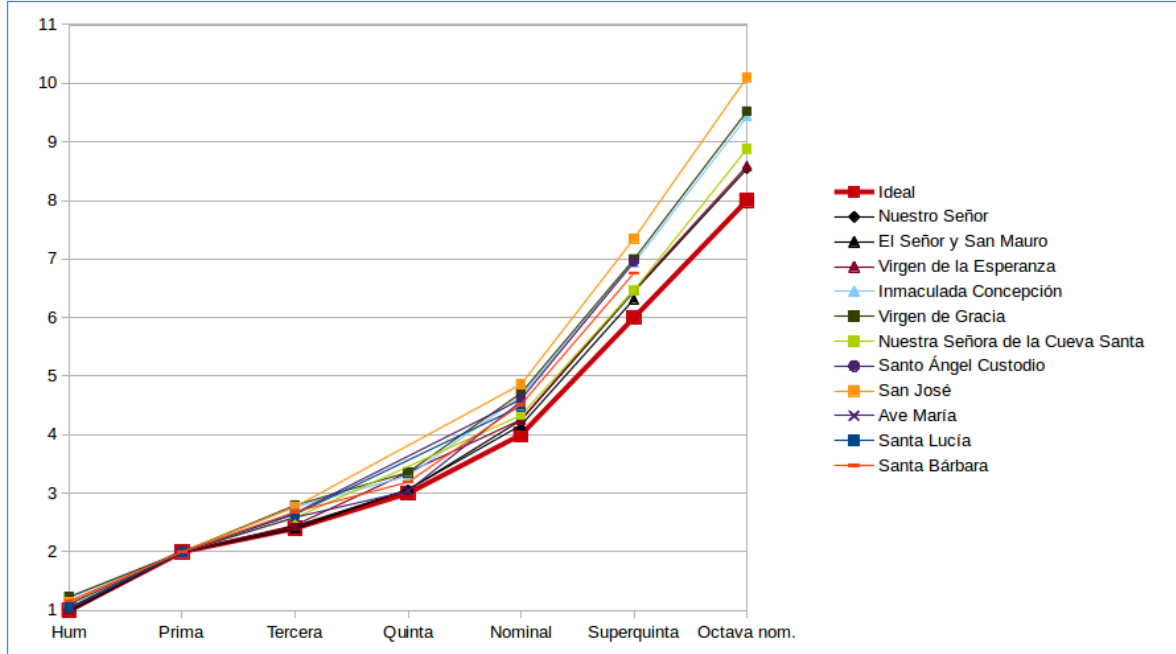


Tabla 80. Análisis de las campanas de la Catedral, Segorbe. Elaboración propia.

Campana	Santa Bárbara	Santa Lucía	Ave María	De cuartos*	San José	Santo Ángel Custodio	Ntra. Sra. de la Cueva Santa	Virgen de Gracia	Inmaculada Concepción	Virgen de la Esperanza	De horas*	El Señor y San Mauro	Nuestro Señor
Hum	Do 5 +33	La 4 -11	Fa 4 -18	Fa# 4 +00	Fa 4 +42	Mib 4 -25	Re 4 +00	Mib 4 -09	Do 4 -34	Fa# 3 +00	Fa 3 -46	Mib 3 +04	Re 3 -39
Hum frec.	533,5	437	345,5	370	358	306,5	293,5	309,5	256,5	185	170	156	143,5
Prima	Sib 5 -20	Lab 5 +04	Mi 5 +08	Mi 5 +11	Mib 5 +07	Reb 5 -10	Do 5 +36	Si 4 +28	Lab 4 +35	Fa# 4 -25	Mib 4 +35	Mib 4 +48	Re 4 -30
Prima frec.	921,5	833	662,5	663,5	625	551	534,5	502	424	364,5	317,5	320	288,5
3ª	Mib 6 -11	Reb 6 -12	La 5 -44	La 5 -47	La 5 -27	Fa# 5 -15	Fa 5 -21	Fa 5 +07	Re 5 -05	La 4 +29	Sib 4 -21	Sol 4 -42	Fa 4 +13
3ª frec.	1236,5	1100,5	857,5	856	866	733,5	690	701,5	585,5	447,5	460,5	382,5	352
5ª	Fa# 6 -11		Si 5 +32	Do 6 +31				Lab 5 +25	Fa 5 +01			Si 4 -10	La 4 +03
5ª frec.	1470		1006,5	1066				843	699			491	441
Nominal	Do 7 -09	Sib 6 +04	Fa# 6 +38	Fa# 6 -40	Fa# 6 +45	Mib 6 +33	Re 6 -25	Re 6 +11	Si 5 +00	Sol 5 -17	Fa 5 +18	Mi 5 +17	Mib 5 -25
Nom. frec.	2081	1869	1513,5	1446	1519	1268,5	1157,5	1182,5	988	776	706	666	613
Super 5ª	Sol 7 -11			Reb 7 -41	Re 7 -39	Sib 6 +47	La 6 -32	La 6 -03	Fa# 6 -12	Re 6 +07		Si 5 +39	Sib 5 -04
Super 5ª frec.	3115			2165,5	2296,5	1916	1727,5	1756	1469,5	1179,5		1010,5	930
8ª nom.				Fa# 7 +14	Sol 7 +11		Re 7 +17	Re 7 +29	Si 6 +20	Sol 6 -02			Mib 6 -17
8ª nom. frec.				2984	3157		2373,5	2389,5	1999	1565,5			1232
Año fund.	1989	1749	1918	1968	1790	1964	1991	1989	1989	1941	1659	1941	1941
Diámetro	39	43	48	48	49	62	68	73	88	96	100	116	132
Fundidor	PORTILLA, ABEL (GAJANO)			VILLANUEVA SÁENZ, FERNANDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)		ROSES (ATZENETA D'ALBAIDA)	PORTILLA, ABEL (GAJANO)	PORTILLA, HERMANOS (GAJANO)	PORTILLA, ABEL (GAJANO)	ROSES, HERMANOS (SILLA)		ROSES, HERMANOS (SILLA)	

- **Número de campanas:** 13
- **Campanas analizadas:** 13
- **Rango de tamaño:** 39-132 cm
- **Franja de fechas:** 1659-1991

Conjunto formado por trece campanas en las que a pesar de pertenecer a fundidores y momentos distintos sí que podemos observar un dibujo similar entre ellas en la gráfica. Eso se debe a que todas comparten un mismo tipo de perfil, el característico en toda esta zona geográfica, lo que también provoca que tengan una línea similar a la de la campana ideal.

Entre ellas destacan las añadidas a finales del siglo XX, fundidas por Portilla, que pese a tener un dibujo parecido se caracterizan por tener la Prima un poco más grave y el resto de los parciales un tanto agudos. Tal y como hemos visto en todos los ejemplos que tiene este autor en colaboración con su hermano y que se recogen explicados aisladamente en la Gráfica 144.

Cabe añadir que la campana “De horas”, de 1659, es la última documentada en las catedrales de España en la que podemos encontrar epigrafía gótica.

En cuanto a la nota de golpe, nos encontramos ante un conjunto en el que claramente domina la Nominal como generadora de la misma. Pese a ello, sorprende que en las campanas más grandes no aparezca el Hum y prácticamente tampoco la Prima, lo que nos refuerza el argumento sobre la Nominal. De hecho, en tan solo dos campanas, “Santa Lucía” y “Santo Ángel Custodio”, ambas del siglo XVIII, es la Tercera el parcial destacado después de contrastar los resultados con los de los experimentos.

Asimismo, es curioso que ha sido imposible establecer conclusiones en tres de las trece campanas por la variedad en los resultados. Hablamos de la “Santa Bárbara”, la “Virgen de la Esperanza” y la campana “De horas”.

3.2.71 SEGOVIA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA

Gráfica 74. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Segovia. Elaboración

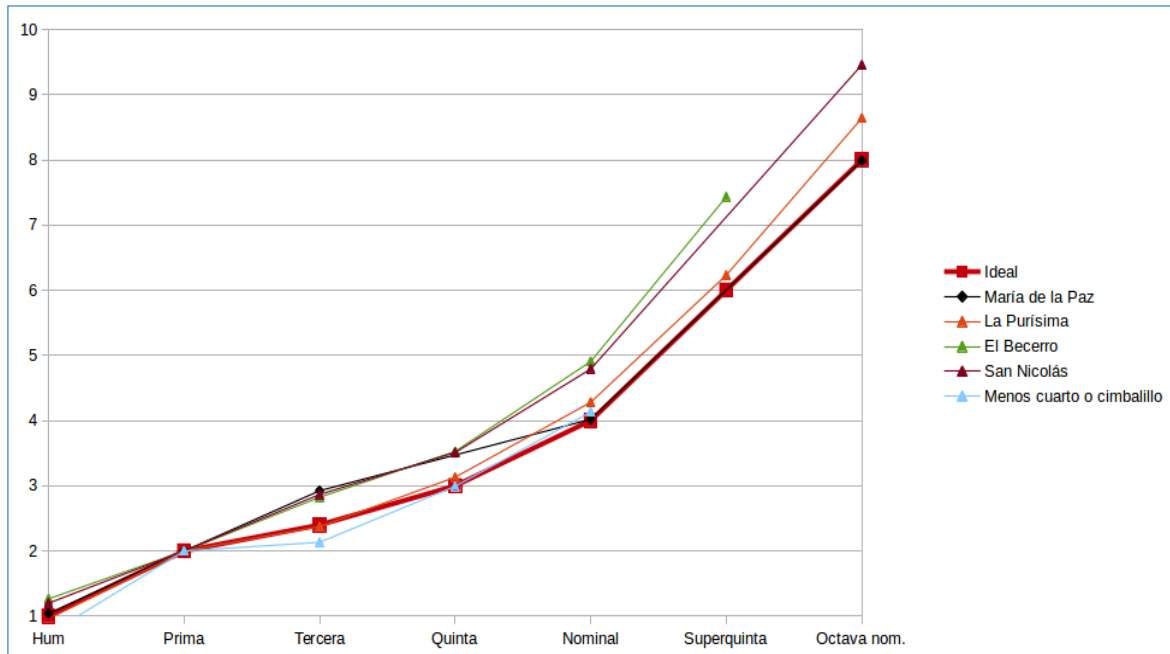


Tabla 81. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Segovia. Elaboración propia.

Campana	Menos cuarto o cimbalillo	San Nicolás (^)	El Becerro	La Purísima (^)	María de la Paz (v)
Hum	Reb 4 -04	La 3 +42	Fa# 3 +37	La 3 +31	Do 3 -30
Hum frec.	276,5	225,5	189	224	128,5
Prima	Fa# 5 +46	Fa# 4 +27	Re 4 +28	Sib 4 -02	Si 3 -03
Prima frec.	760	376	298,5	465,5	246,5
3ª	Lab 5 -41	Reb 5 -48	Lab 4 +25	Reb 5 -04	Fa# 4 -45
3ª frec.	811	539	421,5	553	360,5
5ª	Reb 6 +44	Mi 5 +01	Do 5 +10	Fa# 5 -25	
5ª frec.	1137,5	660	526,5	729	
Nominal	Sol 6 +02	La 5 +40	Fa# 5 -17	Si 5 +15	Si 4 +05
Nom. frec.	1570,5	901	732,5	996,5	495,5
Super 5ª			Reb 6 +01	Fa# 6 -34	
Super 5ª frec.			1109,5	1450,5	
8ª nom.		La 6 +17		Si 6 +30	Si 5 -05
8ª nom. frec.		1778		2011	984,5
Año fund.	1942	1602	1998	1513	1736
Diámetro	60	82	100	109	154
Fundidor	CABRILLO MAYOR, JOSÉ (SALAMANCA)		RIVERA, CAMPANAS (MONTEHERMOSO)	MARTÍNEZ, FRANCISCO (TRETTO)	MUNAR, JOSÉ

- **Número de campanas:** 11
- **Campanas analizadas:** 4
- **Campanas no analizadas:** De las siete campanas no analizadas, cuatro fue imposible por su inaccesibilidad (“Sermonera”, de 60 cm de diámetro, “Fuencisla”, de 131 cm, ambas de 1942 fundidas por José Cabrillo, “Mediana”, de 1480 y 140 cm de García, y “Campana del reloj”, de 120 cm de autor desconocido); otra por su altura (“Esquilón para entierros”, de 1714 y 50 cm, de autor desconocido) y finalmente, la “Santa Bárbara”, de 1785 y 103 cm de Pedro de Fontagud, no pudo ser grabada.
- **Rango de tamaño:** 60-154 cm
- **Franja de fechas:** 1513-1998

Conjunto en el que hubo muchas dificultades para realizar el trabajo de campo. Entre esta circunstancia y la variedad de fechas y fundidores es difícil sacar conclusiones, por lo que será necesario un estudio posterior para analizar en profundidad las características de este grupo de campanas.

En cuanto a los tipos de perfiles, como es frecuente en esta zona, la campana grande, “María de la Paz”, tiene un perfil *romano*, mientras que entre las otras encontramos dos con un perfil normal, “Menos cuarto o cimbalillo” y “El Becerro”, y otras dos con perfil *gótico*, “La Purísima” y “San Nicolás”. De hecho, destaca que sea la primera de estas dos con estilo *gótico* la que más se acerca en la gráfica a los valores ofrecidos por la campana ideal, en oposición a las campanas con un perfil normal, que están más alejadas.

En cuanto al cruce de datos con los experimentos sobre la nota de golpe, tenemos un resultado muy particular. Si observamos la columna de la campana “Menos cuarto o cimbalillo” podemos ver que la Prima y la Tercera están resaltadas, se debe a que realmente estamos hablando de la misma nota²⁵⁰, un Sol.

Salvo “San Nicolás”, en la cual es la Tercera la que tiene más relación con el sonido final, en el resto de las campanas se rigen por los parciales más frecuentes, destacando entre ellos la Nominal, sobre todo en las tres campanas mayores.

Cuando se realice el estudio que englobe a todas las campanas será necesario ver si esta coherencia se mantiene en el resto del conjunto.

250. Aunque los valores de la Prima, Fa# 5 +46, y los de la Tercera, Lab5 -41, aparentemente estén a una distancia interválica de tercera, el margen de ± 10 centésimas de semitono que hemos tenido en cuenta a la hora de cruzar los datos hace que ambas se puedan considerar como la nota Sol.

3.2.72 SEVILLA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA

Gráfica 75. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María de la Sede, Sevilla.
Elaboración propia.

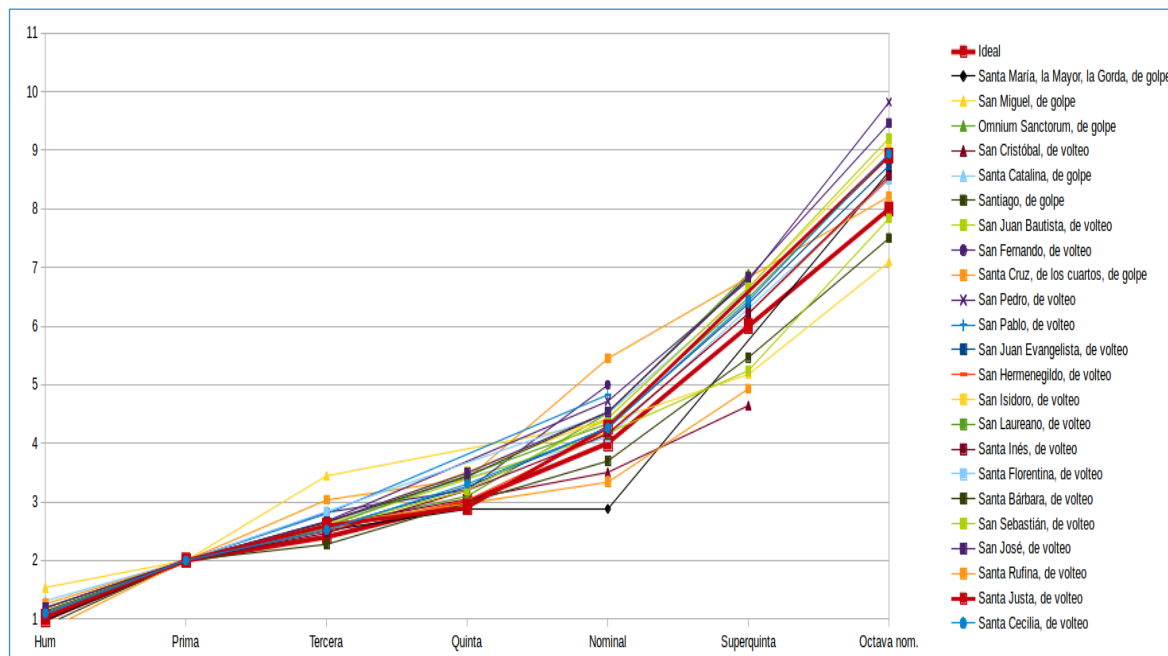


Tabla 82. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María de la Sede, Sevilla. Elaboración propia.

Campana	Santa Cecilia	Santa Justa	Santa Rufina	Santa Lucía*	San José	San Sebastián	Santa Florentina	Santa Bárbara	Santa Inés	San Laureano	Campana pequeña*	Campana grande*	San Isidoro
Hum	Re 4 +34	Mib 4 +37	Mi 4 +27	Reb 4 +32	Do 4 -04	La 3 +23	Sol 3 +43	Sib 3 +14	Si 3 -24	Lab 3 +44	Lab 3 -13	Fa 3 +18	Lab 3 -47
Hum frec.	299,5	318	335	282,5	261	223	201	235	243,5	213	206	176,5	202
Prima	Reb 5 -27	Mib 5 -25	Lab 5 +13	Si 4 -42	La 4 -07	La 4 -33	Fa# 4 +30	Sol 4 +11	La 4 +42	Fa# 4 +48	Fa 4 +35	Mi 4 +04	Fa 4 -38
Prima frec.	545,5	613	837	482	438	431,5	376,5	394,5	451	380,5	294	330,5	341,5
3ª	Fa 5 -27	Sol 5 +23	Reb 6 -23	Mib 5 +47	Re 5 -15	Reb 5 -05	Do 5 +33	Do 5 +00	Reb 5 +06	Si 4 -13	Reb 5 -43	Fa# 4 +37	La 4 +35
3ª frec.	687,5	794,5	1093,5	639,5	582	552,5	533,5	523	556,5	490	540,5	378,5	449
5ª	La 5 +40	La 5 +20		Lab 5 -32	Sol 5 -42	Fa 5 -19		Mi 5 +47	Fa# 5 -45		Sol 5 -11	La 4 +31	Re 5 +36
5ª frec.	901	890,5		815	765	690,5		677,5	721		779	448	600
Nominal	Re 6 -1	Mi 6 -11	Fa 6 -01	Reb 6 -21	Si 5 +09	Sib 5 +39	Lab 5 +35	La 5 +26	Sib 5 +09	Lab 5 -11	La 5 +14	Reb 5 -42	Fa# 5 +38
Nom. frec.	1162	1310	1395,5	1095	993	954	848	893,5	937,5	825	887,5	541	756,5
Super 5ª	La 6 -06		Do 7 -24	Lab 6 +02	Fa# 6 +16	Fa 6 +48	Mib 6 +02	Mi 6 +41	Fa 6 +06	Mib 6 -15	Mi 6 -33	Sol 5 +08	Reb 6 +45
Super 5ª frec.	1755		2063	1664	1494	1436,5	1246,5	1350,5	1402	1233,5	1293,5	788	1138
8ª nom.	Mib 7 -34	Fa 7 -40		Reb 7 +42	Do 7 -17	Si 6 +09			Si 6 -39	Lab 6 +33		Re 6 +37	Sol 6 -18
8ª nom. frec.	2440	2729,5		2272	2072	1986,5			1931	1694		1200,5	1551,5
Año fund.	1992	1851	1714	1998	1998	1851	1763	1998	1998	1962	1775ca	1778	1788
Diámetro	62	63	74	78	83	87	88	88	89	94	100	101	107
Fundidor	ROSAS, HIJO DE MANUEL (TORREDONJIMENO)	JAPÓN, FRANCISCO (SEVILLA)	SOLANO, MATÍAS	EJUSBOUTS (ASTEN)		JAPÓN, FRANCISCO (SEVILLA)	RIVA, JOSÉ DE LA	EJUSBOUTS (ASTEN)		MURUA (VITORIA)			DITRICH, ZACARIAS (SEVILLA)

Campana	San Hermenegildo	San Juan Evangelista	San Pablo	San Pedro	San Fernando	Santa Cruz (^)	San Juan Bautista	Santiago (^)	Santa Catalina	San Cristóbal	Omnium Sanctorum	San Miguel	Santa María, la Mayor, la Gorda
Hum	Sol 3 -35	Fa# 3 -14	Mi 3 -29	Fa# 3 -23	Mi 3 -08	Fa# 3 -09	Re 3 +19	Fa# 3 -04	Re 3 +42	Reb 3 +11	Reb 3 -26	Sol 3 +39	Sib 2 -23
Hum frec.	192	183,5	162	182,5	164	184	148,5	184,5	150,5	139,5	136,5	200,5	115
Prima	Fa# 4 -23	Mi 4 -05	Mib 4 +04	Mi 4 -40	Re 4 +19	Re 4 -06	Do 4 -07	Lab 4 -13	Sib 3 -26	Do 4 +41	Do 4 +05	Do 4 -07	Sib 3 +17
Prima frec.	365	328,5	312	322	297	292,5	260,5	412	229,5	268	262,5	260,5	235,5
3ª	Sib 4 -24	Lab 4 +17	La 4 -13	La 4 -41	Lab 4 +13	La 4 +13	Mi 4 +45	Sib 4 +08	Mib 4 -45	Fa 4 -11	Mi 4 +40	La 4 +33	Re 4 +10
3ª frec.	459,5	419,5	436,5	429,5	418,5	443,5	338,5	468,5	303	347	337,5	448,5	295,5
5ª	Reb 5 -05	Do 5 +36			Sib 4 +36	Si 4 +07			Sol 4 -02	Sib 4 +12	Lab 4 -37		Mi 4 +48
5ª frec.	552,5	534,5			476	496			391,5	469,5	406,5		339
Nominal	Sol 5 -49	Fa 5 +06	Fa# 5 +30	Fa# 5 +45	Fa# 5 +03	Sol 5 +27	Reb 5 -32	Fa# 5 +49	Sib 4 +17	Mib 5 +00	Re 5 +15	Reb 5 +43	Si 4 +28
Nom. frec.	762	701	753	759,5	741,5	796,5	544	761,5	471	622	592,5	568,5	339
Super 5ª	Reb 6 +38	Do 6 +03		Re 6 -27			Fa 5 -40	Reb 6 +25		Sib 5 +37	La 5 +48	Mi 5 +38	
Super 5ª frec.	1133,5	1048,5		1091			682,5	1125,5		953	905	674	
8ª nom.	Sol 6 -14	Fa 6 +47		Sol 6 +14		Re 6 +38	Do 6 -42	Sol 6 -25	Si 5 -21			Sib 5 -15	Do 6 -49
8ª nom. frec.	1555	1435,5		1581		1201	1021	1545	975,5			924	1017
Año fund.	1814	1793	1998	1773	1763	1500	1908	1438	1599	1998	1764	1792	1588
Diámetro	108	110	111	115	118	118	122	132	133	139	142	183	210
Fundidor	FERNÁNDEZ, FRANCISCO	DITRICH, ZACARIAS (SEVILLA)	EISBOUTS (ASTEN)	GUERRERO, MIGUEL	RIVA, JOSÉ DE LA	FERNANDES, FRANCISCO	VILLANUEVA LINARES, ALFREDO (VILLANUEVA DE LA SERENA)	AUBRI, JUAN		EISBOUTS (ASTEN)	RIVA, JOSÉ DE LA	RODRÍGUEZ, MANUEL LUIS	BALABARCA, JUAN DE (VALDECILLA)

- **Número de campanas:** 29
- **Campanas analizadas:** 26
- **Campanas no analizadas:** De las tres campanas no analizadas, dos no se encuentran en la torre (“Santa Lucía”, de 1914, 78 cm de diámetro, fundida por Antonio Márquez y “Campana del altar mayor”, de 1509 y 35 cm, de Cristobal Cabrera), mientras que hay otra no grabada, la “Campana de las horas del reloj”, de 1400 y 156 cm, de Alfonso Domínguez. Como podemos ver, estas campanas no forman parte de los toques litúrgicos, así que consideramos analizadas el 100% de las campanas.
- **Rango de tamaño:** 62-210 cm
- **Franja de fechas:** 1438-1998

Conjunto que sufrió una compleja intervención por parte de Eijsbouts, quien organizó las campanas en cuatro grupos, alrededor de las campanas fijas situadas en las cuatro esquinas, “Santa Catalina”, “Omnium Sanctorum”, “Santa Cruz” y “Santiago”. La base de esta intervención era crear conjuntos que por separado tuvieran lógica interna. Hay que tener en cuenta que por la distribución física de la sala de campanas, cada ángulo de la torre tiene una sonoridad propia y prácticamente aislada del resto. De esta manera, partiendo de esas campanas de referencia se buscó que las cuatros campanas colindantes formaran un grupo homogéneo a su alrededor. Esta es la razón por la que las campanas fundidas por Eijsbouts de manera individual no siguen el modelo de las campanas de carillón, como se recoge en la Gráfica 145. De hecho fue el primer caso, y único hasta ahora en el conjunto de las catedrales hispanas, en las que se realizaron nuevas campanas con una afinación en función del conjunto precedente.

En relación a la nota de golpe, estamos ante un grupo de campanas en las que predomina la influencia de los parciales principales. A pesar de ello, al haber tantas campanas hay muchos ejemplos en los que no se dan estas circunstancias.

En el caso de la “Santa María, la Mayor, la Gorda”, vemos que la nota de golpe coincide con la Octava nominal, aunque está realmente cercana a otros parciales, sobre todo de la Nominal, de la que se sitúa a tan solo 12 centésimas. Sin embargo, en la “San Fernando”, el resultado obtenido, aunque con un margen mínimo, es un Fa, nota que no podemos encontrar en ninguno de los parciales. Sin duda, la unión de los tonos de los distintos parciales ha provocado la modificación en el sonido final, sonando la Nominal un poco más grave que el parcial por sí mismo, o por el contrario, el Hum más agudo.

Lo mismo ocurre en “San Pablo”, donde el resultado es Sol, decidido por más de la mitad de los participantes en los experimentos, siendo una nota que se encuentra, salvando la diversidad de octavas, entre la Tercera y la Nominal, con lo que el resultado final consideramos que es por la unión de ambas.

El último caso en el que se da algo similar es “San Cristóbal”, campana en la que la mitad de los encuestados optaron por el La, nota que no encontramos ni de manera cercana²⁵¹ entre los parciales. Por lo tanto, aquí, volveríamos a hacer referencia al tono virtual, es decir, que la combinación de los distintos parciales crean un sonido que no se da de manera aislada en ninguno de ellos.

Si nos fijamos en los resultados de “Omnium Sanctorum”, apreciamos que se trata de dos notas distintas, aunque cercanas, que no se hallan dentro de los límites contemplados²⁵². Esto se debe a que los resultados en el experimento se han decantado hacia esas dos notas vecinas el *Reb* y el *Re*.

La campana “San Juan Bautista” es uno de los casos en los que coincide la nota resultante de los experimentos con la Tercera y la Superquinta, aunque en esta ocasión estamos hablando prácticamente de la misma nota²⁵³. Con ello comprobamos que los parciales, están lejanos de la campana ideal. En la “Campana grande” el resultado parece idéntico, pero no podemos afirmarlo por una mínima distancia de 3 centésimas en la Tercera.

De hecho, un caso similar se da en la campana “Santa Catalina”, en la que los parciales que coinciden con el sonido final son el *Hum* y la Tercera. Esto es posible, sin ninguna duda, a que el *Hum* es mucho más agudo de lo esperado.

De todo el conjunto, las únicas campanas en las que no se ha podido señalar ninguno de los parciales en relación a la nota de golpe han sido “Santa Florentina” y “San Sebastián”. En ambos casos se debe a que los resultados estaban tan divididos entre distintas notas que no permitían tomar ninguna de referencia. A pesar de ello, en las dos campanas destacan las notas *Si* y *Sib* sobre el resto, aunque la conclusión a la que llegamos es que no tienen un sonido tan definido como para que tengan un tono característico.

251. Recordamos que al hablar de nota cercana hacemos referencia a aquellas que están a una distancia de semitono.

252. Al marcar los parciales que tienen relación con la nota de golpe hemos tenido en cuenta un margen de ± 10 centésimas de semitono para suplir de esta manera los límites que nos marca el lenguaje. Toda la información al respecto está en el capítulo 2 que trata sobre la Metodología de este trabajo.

253. La Tercera se trata del *Mi* 4 +45, mientras que la Superquinta del *Fa* 5 -40, con lo que, salvando la distancia de octava, la nota tan solo tiene una diferencia de 15 centésimas entre una y otra.

3.2.73 SIGÜENZA (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA

Gráfica 76. Desviación de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora, Sigüenza.
Elaboración propia.

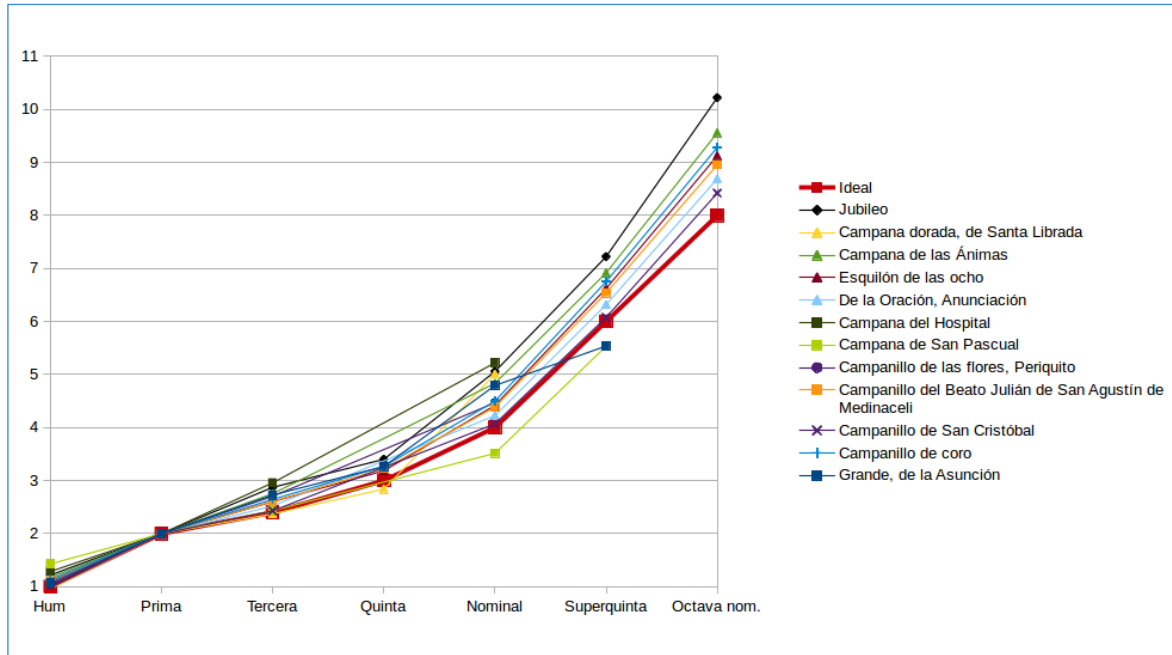


Tabla 83. Análisis de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora, Sigüenza. Elaboración propia.

Campana	Timbre de los cuartos*	Timbre de las horas*	Campanillo de coro, Pascualín* (^)	Campanillo de San Cristóbal	Campanillo de coro	Campanillo de los cuartos menor*	Campanillo del Beato Julián de San Agustín de Medinaceli	Campanillo de las flores, Periquito	Campana del Santísimo*	Campanillo de los cuartos mayor*
Hum	Fa# 5 -19	Sol 5 +43	Mib 5 +44	Si 4 +12	Re 5 +09	La 4 +09	Sib 4 -30	Mib 4 +35	Reb 4 +11	Reb 4 +29
Hum frec.	731,5	804	638,5	497,5	590,5	442,5	458	317,5	279	282
Prima	La 6 +36	Do 6 -06	Reb 6 -16	Si 5 +42	Do 6 -12	Fa# 5 -22	Lab 5 -26	Mib 5 -20	Reb 5 -05	Re 5 -24
Prima frec.	1797	1042,5	1098	1012,5	1039	730,5	818	615	552,5	579
3ª	Sol 7 +47	Fa 6 -33	Sol 6 +34	Mib 6 -20	Fa 6 -27	La 5 +06	Do 6 +32	Lab 5 +01	Fa 5 -19	Mi 5 +27
3ª frec.	3223	1370	1600	1230	1375	883,5	1066,5	831,5	690,5	670
5ª		Mib 7 -09			Lab 6 +38	Reb 6 +05	Mi 6 +00		Lab 5 -03	La 5 -48
5ª frec.		2476			1698,5	1112,5	1319		829	855,5
Nominal	Mib 8 -07		Fa 7 -21	Do 7 -26	Re 7 -09	Fa# 6 -01	La 6 +33	Fa 6 -28	Re 6 +00	Reb 6 +00
Nom. frec.	4956		2759	2061	2337	1478,5	1794	1374	1174,5	1109
Super 5ª				Sol 7 -32	La 7 -05	Reb 7 -06	Mi 7 +24			Lab 6 -05
Super 5ª frec.				3077	3508,5	2209	2674,5			1655,5
8ª nom.				Do 8 +31	Re 8 +45	Sol 7 -48	Sib 7 -31			Reb 7 +46
8ª nom. frec.				4263	4822,5	3049	3663			2277,5
Año fund.			1450ca	1698	2002	1679	1941	1762	1941	1941
Diámetro	20	30	33	33	33	45	45	55	56	60
Fundidor					PORTILLA, HERMANOS (GAJANO)		MURUA, VIUDA DE (VITORIA)		MURUA, VIUDA DE (VITORIA)	

Campana	Campana de San Pascual	Campana del Hospital	De la Oración, Anunciación	Esquilón de las ocho	Campana de las Ánimas	Campana del reloj*	Campana dorada, de Santa Librada	Jubileo	Grande, de la Asunción
Hum	La 4 -33	Sib 3 +21	Fa# 3 -28	Fa 3 -21	Mi 3 +12	Fa 3 -46	Fa 2 +03	La 2 +46	Sol 2 +08
Hum frec.	431,5	236	182	172,5	166	170	87,5	113	98,5
Prima	Re 5 +47	Fa# 4 -14	Mi 4 +40	Mib 4 +10	Reb 4 +32	Do 4 -44	Fa# 3 -28	Fa# 3 +04	Fa# 3 -09
Prima frec.	603,5	367	337,5	313	282,5	255	182	185,5	184
3ª	Fa# 5 -14	Reb 5 -35	Lab 4 +41	Lab 4 -32	Sol 4 -13	Fa# 4 -40	La 3 -31	Do 4 +31	Si 3 +28
3ª frec.	734	543	425,5	407,5	389	361,5	216	266,5	251
5ª				Si 4 +16		Si 4 +07	Si 4 -06	Mib 4 +24	Re 4 +39
5ª frec.				498,5		496	492	315,5	300,5
Nominal	Do 6 +23	Sib 5 +47	Fa 5 +35	Fa 5 -17	Fa 5 -38	Re 5 +09	Fa 5 +44	Sib 4 +10	La 4 +03
Nom. frec.	1060,5	958	713	691,5	683	590,5	716,5	469	441
Super 5ª	Lab 6 +09		Do 6 +32	Do 6 -16	Si 5 -18		Si 5 +16	Mi 5 +27	Do 5 -46
Super 5ª frec.	1670		1066,5	1036,5	977		997	670	509,5
8ª nom.			Fa# 6 -15	Fa 6 +38	Mi 6 +40	Re 6 +18		Sib 5 +28	
8ª nom. frec.			1466,5	1428	1350	1187,5		948	
Año fund.	1924	1733	1941	1941ca	1817	1684	1924	2001	2001
Diámetro	67	82	103	108	109	139	160	166	168
Fundidor	FERNÁNDEZ COLINA, FRANCISCO Y HERMANOS (SIGÜENZA)		MURUA, VIUDA DE (VITORIA)		CORRAL, PEDRO DEL; GARGOLLO, GREGORIO DE	SOLANO, PEDRO DE	COLINAS, LOS (SIGÜENZA)	PORTILLA, HERMANOS (GAJANO)	

- **Número de campanas:** 23
- **Campanas analizadas:** 19
- **Campanas no analizadas:** De las cuatro campanas no analizadas, tres no se encuentran en la torre (“Campana de los cuartos”, de 25 cm de diámetro, “Campana de las horas”, de 35 cm, ambas de 2007, fundidas por los hermanos Portilla y la “Campana de salida de misa”, de 1650 y 20 cm, de autor desconocido) y una se encuentra en el suelo de la torre (“San Felipe Neri”, de 1941 y 42 cm).
- **Rango de tamaño:** 20-168 cm
- **Franja de fechas:** 1450-2002

Se trata de un conjunto de numerosas campanas, de las que solo dos siguen el perfil gótico, la “Campana del Hospital” y el “Campanillo de coro, Pascualín”. De hecho, esta última estaba en la torre hasta que en la primera fase del inventario en 1988 se recomendó su sustitución, estando en 2008 en la caja fuerte de la catedral.

Como podemos observar en la gráfica que nos muestra la desviación respecto a la campana ideal, este conjunto sí que tiene un cierto criterio común al poseer, prácticamente todas, una prima proporcionalmente grave respecto al resto de los parciales. De hecho, ninguna sigue una línea similar a la de esa campana afinada, porque la “Campana dorada”, que está cercana en los primeros parciales, en la Nominal escapa hacia valores más agudos.

Cabe destacar el paralelismo entre las dos campanas grandes, “Jubileo” y “Grande, de la Asunción”, que realizan toques simultáneos, aunque es cierto que la primera se encuentra en otra torre. De hecho, como podemos ver en la tabla, las notas de sus parciales son muy similares hasta el sexto, donde sí que existe una desviación significativa.

En general, salvo las excepciones que nombraremos a continuación, el grueso de las campanas de este conjunto forman su nota de golpe a través de los parciales que normalmente predominan, como son el Hum, la Prima, la Nominal y la Octava nominal. Como suele ser habitual, en las campanas más pequeñas no es tanto la Nominal como el Hum la que destaca, factor que en general se intercambia en cuanto aumenta el tamaño de la campana.

La “Campana dorada, de Santa Librada” tiene una característica particular en relación a la nota de golpe, ya que los parciales significativos son la Quinta y la Superquinta. En el caso de la “Grande, de la Asunción” también nos encontramos con una relación poco habitual, como es el hecho de que coincidan Tercera y Superquinta.

Es interesante también el caso del “Timbre de los cuartos”, en el que hay dos parciales destacados, el Hum y la Prima, pero con dos notas completamente distintas, Fa# y La, respectivamente. Esto se debe a que los resultados de los experimentos estaban claramente polari-

zados entre ambas notas, lo que ha producido que las dos hayan sido consideradas válidas.

En el conjunto de las campanas de la Catedral de Sigüenza no hemos podido determinar el parcial relevante en la nota de golpe en “Campanillo de los cuartos menor”, “Campanillo de las flores, Periquito”, “Jubileo” y “Campana del reloj”, porque los datos de los experimentos no son lo suficientemente concluyentes para decidirse por una nota. De hecho, en este aspecto es muy destacable la “Campana del reloj”, en la cual no ha habido dos personas que coincidieran en el mismo tono²⁵⁴.

Sin embargo, en el caso de “Campanillo de coro, Pascualín” no hay ningún parcial destacado, pero por otro motivo. En el experimento, cinco de las ocho personas optaron por un Do, y otras dos por un *Reb*. Mientras esta última sí que se encuentra en la Prima, el Do no es posible hallarlo en ningún parcial, con lo que claramente en esta campana el sonido final viene formado a través de una construcción y una influencia de los otros parciales, haciendo que la Prima, que probablemente sea el parcial más importante, tenga un sonido más grave en el resultado final.

Lo mismo ocurre con el “Timbre de las horas”, aunque en este caso el resultado fue un Mi y por lo tanto el parcial más influyente es el de la Tercera, aunque no llega a coincidir.

254. De las 855 campanas analizadas este es el único caso en el que se da esa particularidad. Sin duda se debe a un sonido que no está nada determinado y eso ha creado gran confusión entre los participantes del experimento.

3.2.74 SOLSONA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA

Gráfica 77. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Solsona. Elaboración propia.

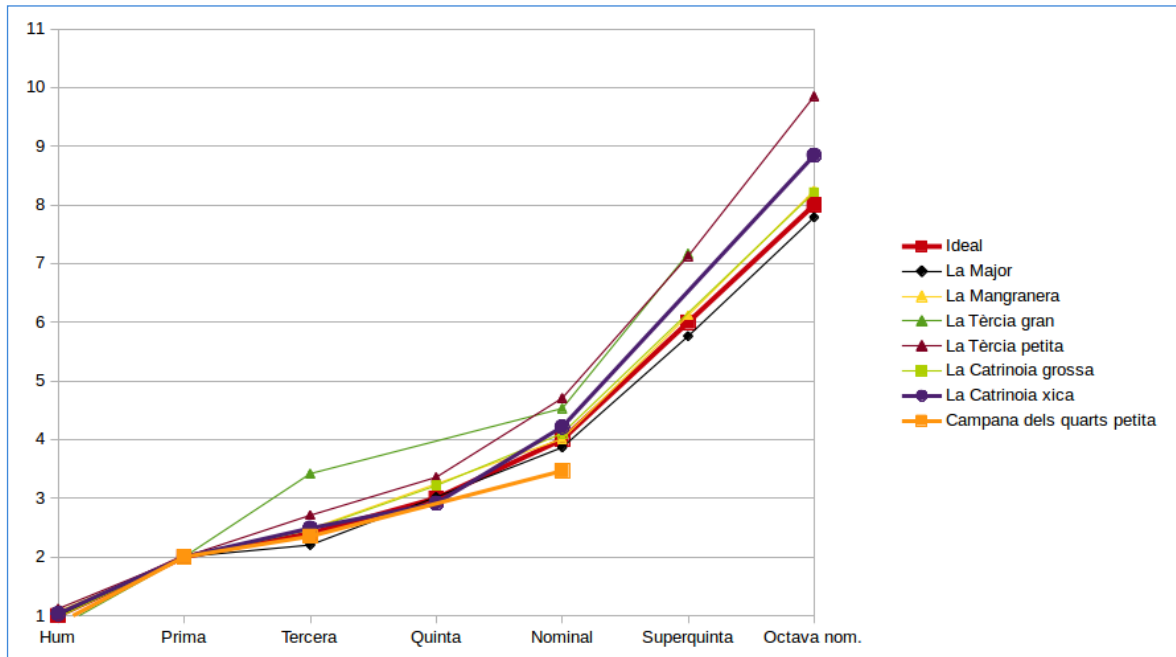


Tabla 84. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Solsona. Elaboración propia.

Campana	Campana dels quarts petita*	La Catrinoia xica	La Catrinoia grossa	Campana dels quarts gran*	Campana de les hores*	La Tèrcia petita	La Tèrcia gran	La Mangranera (∧)	La Major (∧)
Hum	La 4 +07	Fa 4 -13	Reb 4 +45	Do 4 -27	Fa 3 -36	Sol 3 -04	Do 3 -44	Do 3 +22	Si 2 +28
Hum freq.	442	346,5	284,5	257,5	171	195,5	127,5	132,5	125,5
Prima	Do 6 -45	Mi 5 +29	Re 5 -06	Lab 4 +11	Do 4 -27	Fa 4 +03	Mib 4 +40	Si 3 +03	Si 3 +35
Prima freq.	1019,5	670,5	585	418	257,5	350	318,5	247,5	252
3ª	Re 6 +34	Lab 5 +08	Fa# 5 -47	Mib 5 +29	Sib 4 -36	Sib 4 +28	Reb 5 -31	Mib 4 -25	Reb 4 +01
3ª freq.	1198	834,5	720	633	456,5	474	544,5	306,5	277,5
5ª		Si 5 -18	Sib 5 +15	Mi 5 +38	Do 5 -44	Re 5 +00			Fa# 4 +48
5ª freq.		977	940,5	674	510	587,5			380,5
Nominal	La 6 +06	Fa 6 +20	Re 6 +37	La 5 -29	Reb 5 +08	Lab 5 -14	Fa# 5 -43	Si 4 +09	Si 4 -24
Nom. freq.	1767	1413,5	1200,5	865	557	823,5	721,5	496,5	487
Super 5ª		Do 7 +43			Sol 5 +21	Mib 6 +03	Re 6 -48	Fa# 5 +39	Fa# 5 -33
Super 5ª freq.		2146			794	1247	1142	757	726
8ª nom.		Fa# 7 +02	Re 7 +38	Lab 6 -27	Re 6 +44	La 6 -35		Do 6 -44	Si 5 -11
8ª nom. freq.		2965	2402,5	1635,5	1205,5	1724		1020	981,5
Año fund.	1450ca	1733	1660	1807	1820	1941	1941	1940	1940
Diámetro	46	53	57	70	81	93	114	151	179
Fundidor		PINTOR, PERE MARIA (SOLSONA)		CLARIS, BONAVENTURA	MESTRES, JOSEP (CALAF)	ROSES SOLER, JUAN BAUTISTA		ERICE, VIDAL	

- **Número de campanas:** 9
- **Campanas analizadas:** 9
- **Rango de tamaño:** 46-179 cm
- **Franja de fechas:** 1450-1941

Las cuatro campanas mayores que forman el conjunto fueron fundidas tras la guerra civil por Vidal Erice y Juan Bautista Roses sin ningún tipo de criterio respecto a las que podía haber previamente. De hecho, si miramos la gráfica sobre las desviaciones, sorprende lo cercanas que se encuentran “La Major” y “La Mangranera” de Vidal respecto a la campana ideal, ya que estas dos campanas tienen un perfil *romano*. Pese a ello, como se puede ver, no hay un criterio uniforme entre las campanas, sobre todo por las importantes desviaciones de las de Roses, lo que provoca que la afinación relativa entre las campanas que forman el conjunto sea escasa.

Por otro lado, las dos campanas antiguas que forman parte de los toques litúrgicos, “La Catrinoia Xica” y la “Catrinoia grossa”, destacan por las proporciones de sus parciales y el paralelismo entre ellas, lo que nos hace suponer que quizás las campanas precedentes sí que tenían unos criterios homogéneos.

En este caso no ha sido posible obtener resultados concluyentes en los experimentos relacionados con la nota de golpe en dos campanas, “La Catrinoia grossa” y “Campana dels quarts petita”, debido a que no ha habido una fijación suficiente sobre una nota concreta que puede ser destacada en ninguna de las dos campanas.

El caso de la “Tèrcia gran” es particular, ya que el dato de los experimentos coincide con el resultado de dos parciales que no suelen coincidir, la Tercera y la Superquinta²⁵⁵, al igual que pasaba en la Catedral de Sigüenza.

Asimismo, en “La Major”, a pesar de tener los parciales en consonancia con la campana ideal, sorprende que los que más influyen en la nota de golpe sean los de la Quinta y la Superquinta.

En el resto de campanas se siguen los criterios habituales, aunque no es frecuente que en dos de ellas, la “Campana dels quarts gran” y “La Mangranera”, la Nominal no forme parte de las notas destacadas con relación a la nota de golpe.

255. La distancia lógica entre estos dos parciales sería una décima menor, mientras que en este caso el resultado es una octava. Esto se debe a la distribución de los distintos parciales en la campana, muy lejanos para lo esperado en una campana afinada.

3.2.75 SORIA (CASTILLA Y LEÓN). CONCATEDRAL DE SAN PEDRO

Gráfica 78. Desviación de las campanas de la Catedral de San Pedro, Soria. Elaboración propia.

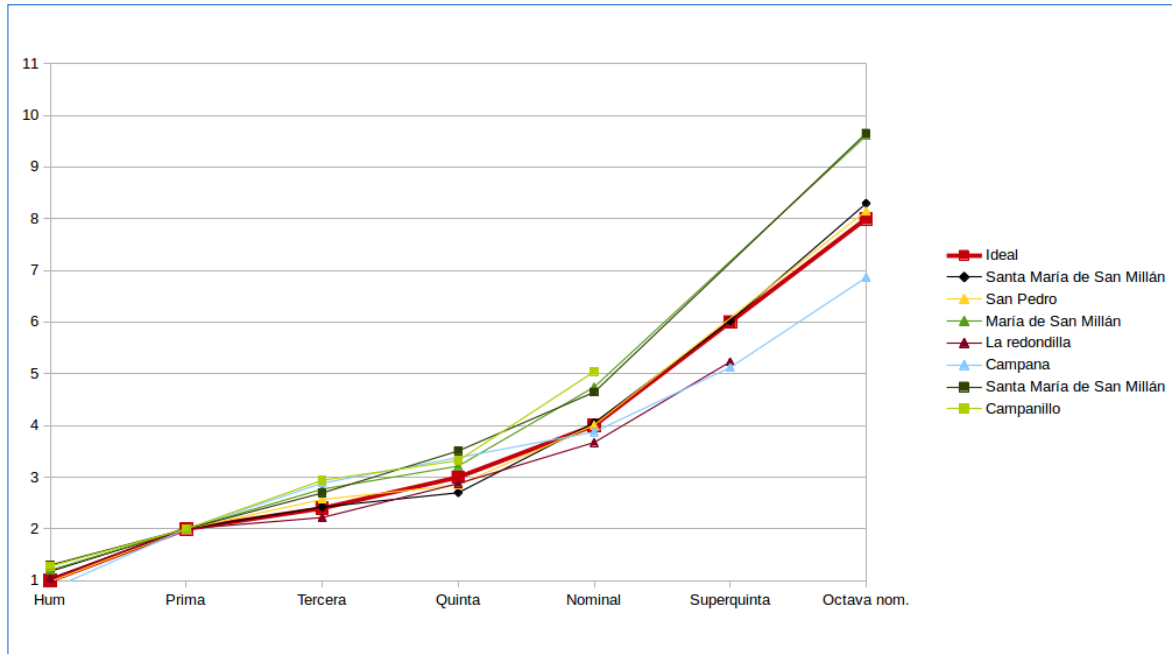


Tabla 85. Análisis de las campanas de la Catedral de San Pedro, Soria. Elaboración propia.

Campana	Campanillo (^)	Santa María de San Millán (^)	Campana	La redondilla	María de San Millán (^)	San Pedro (v)	Santa María de San Millán
Hum	Sol 4 +39	Lab 3 -30	La 3 +03	Re 4 -21	Lab 3 -47	La 2 -23	Fa 3 +23
Hum frec.	401	204	220,5	290	202	108,5	177
Prima	Mib 5 +15	Mib 4 +13	Do 5 +20	Reb 5 +00	Mi 4 +30	La 3 +07	Re 4 +36
Prima frec.	628	313,5	529,5	554,5	335,5	221	300
3ª	Sib 5 -16	Lab 4 +29	Sol 5 -44	Mib 5 -18	Sib 4 -06	Reb 4 +42	Fa# 4 -30
3ª frec.	923,5	422,5	764	615,5	464,5	284	363,5
5ª	Do 6 -05	Reb 5 -13	La 5 +29	Sol 5 +30	Reb 5 -47	Mib 4 +21	Lab 4 -43
5ª frec.	1043	550	895	798	539,5	315	405
Nominal	Sol 6 +17	Fa# 5 -28	Do 6 -34	Do 6 -47	Sol 5 +26	La 4 +11	Mib 5 -40
Nom. frec.	1583,5	728	1026	1018	796	443	608
Super 5ª			Mi 6 +49	Fa# 6 -34			La 5 +45
Super 5ª frec.			1356,5	1450,5			903,5
8ª nom.		Fa# 6 +38	Sib 6 -44		Sol 6 +47	La 5 +39	Mib 6 +00
8ª nom. frec.		1513	1817		1611,5	900,5	1244,5
Año fund.	1350 CA	1657	2000	1984	1700	1601	1666
Diámetro	53	77	80	83	86	112	126
Fundidor			QUINTANA, CAMPANAS (SALDAÑA)		ALABYANO, JUAN		

- **Número de campanas:** 7
- **Campanas analizadas:** 7
- **Rango de tamaño:** 53-126 cm
- **Franja de fechas:** 1350-2000

Conjunto formado por siete campanas de diversos momentos históricos y fundidores. Destaca el “Campanillo”, gótico por la época ya que a pesar de ser anepígrafo se calcula que sea de mitad del siglo XIV, pero también por el estilo del perfil, que comparte con la “Santa María de Millán” y “María de San Millán”, posteriores en el tiempo. A esto hay que añadir una campana con perfil *romano*, como es “San Pedro”, que está muy equilibrada con el resto que tienen un perfil normal.

Es interesante que, al igual que sucede en Cáceres, nos encontramos con que de las dos campanas mayores una tiene perfil *romano* y la otra *normal*, aunque en este caso el sonido de ambas es muy diferente.

A pesar de todas las diferencias que vemos en las campanas que forman este conjunto, al ver la gráfica podemos observar que dentro de las desviaciones y las diferencias sí que poseen un estilo similar entre ellas.

Estos criterios parecidos dentro de la diversidad los encontramos también en relación a la nota de golpe. De hecho, es sorprendente que de todo el conjunto de campanas, la única en la que el sonido final se rige por los parciales más frecuentes sea la campana grande “Santa María de San Millán”, de 126 cm de diámetro.

En la campana “Santa María de San Millán” de 77 cm de diámetro no ha sido posible destacar ninguno de los parciales debido a que los experimentos dieron como resultado la nota Si, aunque con el mínimo de votos para tenerlo en cuenta, ya que dos personas optaron por Do#. Esto nos muestra que el sonido final de esta campana está conformado en gran medida por la Tercera y la Quinta, aunque no llega a estar definido del todo por ninguna de las dos.

Sin embargo, en el resto de las campanas sí que es uno de estos dos parciales el que define claramente el sonido final. En el caso del “Campanillo”, “San Pedro” y “María de San Millán” podemos observar que es la Tercera el parcial destacado, sobre todo en la última de las tres campanas, donde es elegido por la mayoría.

Por otra parte, en “La redondilla” y “Campana”, el parcial destacado es la Quinta, aunque en esta última campana destaca también el Hum, sin duda por la relación interválica no habitual que tiene esta campana entre sus parciales.

Podemos considerar que dentro de la particularidad del conjunto por los parciales realzados en cada campana, es esa misma particularidad la que dota de cierta coherencia al conjunto.

3.2.76 TARAZONA (ARAGÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA

Gráfica 79. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Tarazona.
Elaboración propia.

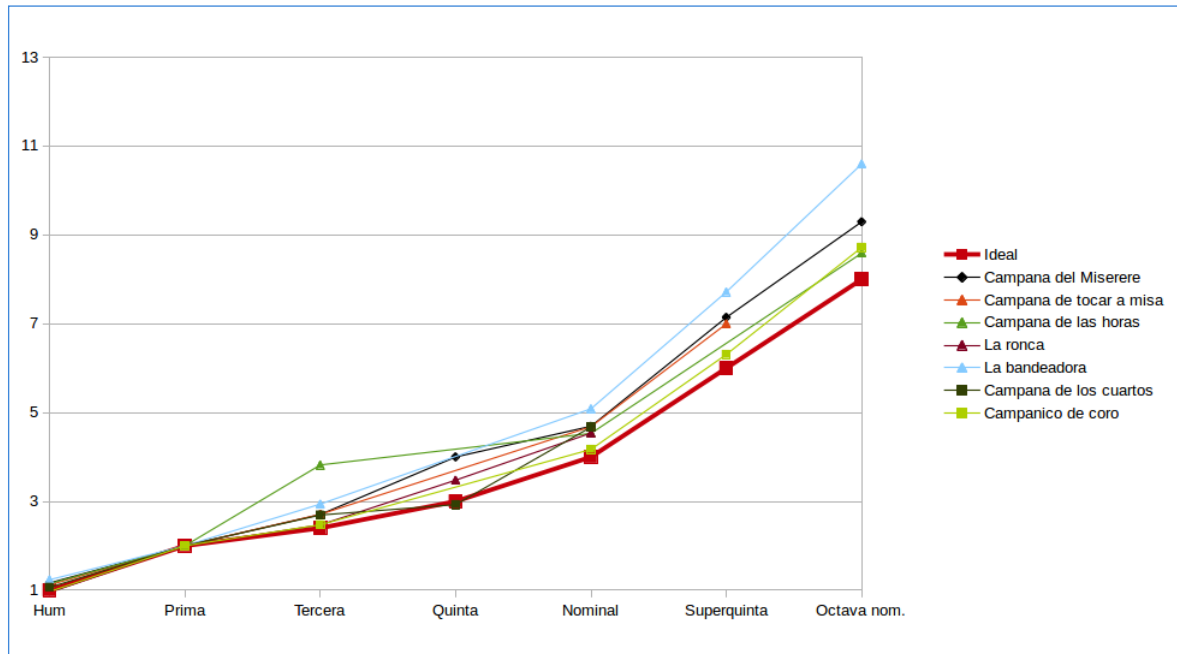


Tabla 86. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Tarazona. Elaboración propia.

Campana	Campanico de coro	Campana de los cuartos	La bandeadora (Λ)	La ronca (Λ)	Campana de las horas	Campana de tocar a misa	Campana del Miserere
Hum	Mib 4 -11	Re 4 +13	Re 4 -09	Reb 4 +08	Do 3 -04	Mi 3 -29	Fa 3 -21
Hum frec.	309	296	292	278,5	130,5	162	172,5
Prima	Mib 5 +43	Reb 5 +03	Sib 4 +23	Re 5 -03	Sib 3 -41	Re 4 -24	Re 4 +16
Prima frec.	638	555,5	472,5	586	227,5	289,5	296,5
3ª	Sol 5 +11	Fa# 5 +18	Fa 5 -09	Fa# 5 -37	La 4 -21	Sol 4 +00	Sol 4 +39
3ª frec.	789	748	694,5	724	434,5	392	401
5ª		Lab 5 -37		Do 6 -46			Re 5 +16
5ª frec.		813		1019			593
Nominal	Mi 6 +15	Mi 6 -26	Re 6 +39	Mi 6 +15	Do 5 -25	Mi 5 +48	Fa 5 -07
Nom. frec.	1330,5	1298	1201,5	1330	515,5	678	695,5
Super 5ª	Si 6 +31		Sib 6 -39			Si 5 +43	Do 6 +20
Super 5ª frec.	2012		1823			1013	1059
8ª nom.	Fa 7 -07		Mib 7 +10		Si 5 -18		Fa 6 -23
8ª nom. frec.	2781,5		2503,5		977		1378
Año fund.	1858	1587	1638	1711	1565	1851	1786
Diámetro	60	62	66	72	100	110	117
Fundidor	VELASCO, FRANCISCO DE	BELEZ, JUAN			TUJARON, GUILLERMO DE	CORRALES, VENTURA DE LOS; ARGOS, FERMÍN DE; QUINTANA, FERMÍN DE	ARGOS, ANTONIO DE (CALATAYUD)

- **Número de campanas:** 8
- **Campanas analizadas:** 7
- **Campanas no analizadas:** La campana no analizada (“Campanillo”, de 50 cm de diámetro y autor y fecha desconocida) no se encuentra en la torre.
- **Rango de tamaño:** 60-117 cm
- **Franja de fechas:** 1565-1858

En realidad, nos encontramos con un conjunto dividido en dos pisos, estando separadas “La bandeadora”, “La ronca”, la “Campana de tocar a misa” y “Campana del miserere”. En los repiques solo entraban estas cuatro, y es probable que solo se bandearan las dos mayores y en casos extraordinarios entrase en el repique la “Campana de las horas”. De hecho, en la gráfica sobre las desviaciones vemos cómo destaca en esta campana el parcial de la Tercera, mucho más agudo de lo que cabría esperar; esto hace que no haya sido posible analizar la Quinta ya que casi se solapa con la Nominal sin dejar apenas espacio entre ambos. Por las características del parcial no sorprende que al cruzar los datos con los de los experimentos sea la Tercera la nota que concuerda con ellos. Por lo tanto, podemos afirmar que la excepcionalidad de su afinación influye claramente en el sonido de la campana.

En cuanto a la relación entre todas las campanas, las diferencias se acentúan a partir del cuarto parcial, salvo el caso ya nombrado de la “Campana de las horas”, lo que confiere cierta unidad al conjunto.

En relación a la nota de golpe, en la “Campana de los cuartos” no hemos podido cruzar los datos al no obtener el mínimo de cohesión en los resultados de los experimentos. Dos personas optaron por el $Fa\#$ y una por el Sol, notas que corresponden al entorno de la Tercera, mientras que otras dos optaron por el Mib , nota cercana a la Nominal. Con ello suponemos que en esta campana destacan ambos parciales, pero sin llegar a tener ninguno de ellos un predominio claro sobre el otro.

Por lo tanto, cabría dividir el conjunto en dos grupos. En primer lugar tendríamos aquellas campanas en las que la importancia en el sonido final se encuentra en el parcial de la Tercera, la “Campana de las horas” y a medio camino la “Campana de los cuartos”, ambas ya comentadas, a las que habría que añadir la “Campana de tocar a misa”. En segundo lugar estarían las campanas en las que la nota de golpe viene dada por los parciales que, tal y como hemos visto en muchas hipótesis teóricas, influyen normalmente más en el sonido final, como son el “Campanico de coro”, “La bandeadora”, “La ronca” y la “Campana del miserere”.

Así pues, aunque podamos hablar de estos dos grupos, en relación a la nota de golpe también podemos considerar que nos encontramos ante un conjunto ciertamente homogéneo.

3.2.77 TARRAGONA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA

Gràfica 80. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Tarragona.
Elaboración propia.

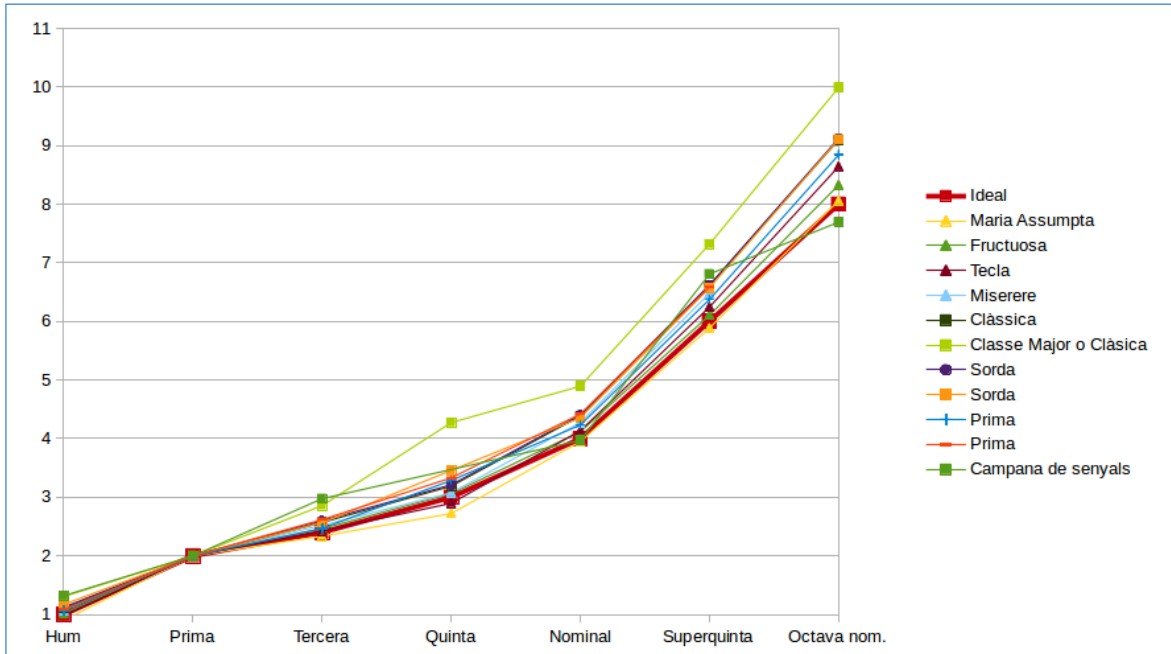


Tabla 87. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Tarragona. Elaboración propia.

Campana	Campana de senyals (Λ)	Vedada* (Λ)	Prima (Λ)	Maria Bàrbara*	Prima	La campana dels Quarts*	Sorda	Sorda	Classe Major o Clàssica	Clàssica	Miserere	Tecla	Fructuosa	Maria Assumpta	La Capona, d'hores*
Hum	Sol 5 +05	Sib 4 +34	Fa# 4 -49	Fa 4 -38	Mi 4 +04	Fa# 4 +14	Si 3 -38	Si 3 +38	Mi 4 +30	Lab 3 +11	Mi 3 -13	Mib 3 +48	Fa# 3 -04	Re 3 +42	La 2 +07
Hum freq.	786,5	475,5	359,5	341,5	330,5	373	241,5	252,5	335,5	209	163,5	160	184,5	150,5	110,5
Prima	Re 6 +26	Fa 5 -37	Mi 5 +11	Fa 5 +02	Mib 5 +00	Sol 5 +02	Lab 4 -11	La 4 +36	Do 5 -30	Fa# 4 +46	Mib 4 -34	Mi 4 -16	Fa# 4 -35	Mi 4 +20	Do 4 -44
Prima freq.	1192,5	683,5	663,5	699,5	622	785	412,5	449,5	514	380	305	326,5	362,5	333,5	255
3ª	La 6 +14	Re 6 -38	La 5 -22	Lab 5 +47	Sol 5 -35	Do 6 -11	Do 5 +18	Re 5 -09	Fa# 5 -14	Si 4 -20	Sol 4 -33	Sol 4 +15	La 4 +25	Sol 4 -11	Re 4 -15
3ª freq.	1774,5	1149	868,5	853,5	768	1039,5	529	584	734	488	384,5	395,5	446,5	389,5	291
5ª			Reb 6 -05	Do 6 +48	Do 6 -40	Mib 6 -04	Fa 5 +35	Fa# 5 -42	Reb 6 -16	Mib 5 -45	Sib 4 +10	Sib 4 +25	Reb 5 +01	Sib 4 -45	Mi 4 -43
5ª freq.			1105	1076,5	1022,5	1241,5	713	722	1098,5	606	469	473	555	454	321,5
Nominal	Re 7 +13	Fa 6 +43	Fa# 6 -15	Fa# 6 -08	Mi 6 -02	La 6 -32	La 5 +36	Si 5 +03	Mib 6 +18	Lab 5 +06	Mi 5 -19	Mi 5 +40	Fa# 5 +15	Mi 5 -01	Fa# 5 +38
Nom. freq.	2367,5	1432,5	1467	1473	1316,5	1727,5	898,5	990	1258	833,5	652	675	746,5	658,5	756,5
Super 5ª	Si 7 +46	Si 6 +42	Reb 7 -25	Reb 7 +10	Si 6 +06		Mi 6 +47	Fa# 6 +09	Sib 6 +15	Mib 6 +15	Si 5 +00	Do 6 -45	Reb 6 -03	Si 5 -11	
Super 5ª freq.	4059,5	2024,5	2185,5	2231,5	1982,5		1355,5	1488	1881	1256	988	1019,5	1106,5	981,5	
8ª nom.	Re 8 -41	Fa 7 +26	Fa# 7 +20	Sol 7 -31	Fa 7 -27		Sib 6 +12	Do 7 -35	Mi 7 -46	La 6 -30		Fa 6 +17	Fa# 6 +34	Mi 6 +33	Do 6 +07
8ª nom. freq.	4587,5	2836,5	2995ç	3080	2750		1878,5	2050,5	2567,5	1729		1411	1509,5	1344	1051
Año fund.	1250ca	1728	1859	1772	1753	1509	1905	1867	1315ca	1867	1892	1777	1313	1314	1509
Diámetro	32	42	50	52	59	62	77	80	83	95	115	118	134	140	157
Fundidor		SORELLO, JOAN	POMAROL, JOSEP (REUS)	MESTRES, JAUME (REUS)	FAGES, ISIDRE (BARCELONA)	FENODI, ANTONI	POMEROL, JOSÉ (REUS)		POMAROL, JOSEP (REUS)	POMEROL, RAMÓN E HIJO (REUS)	PALLÉS, JAUME (GRANOLLERS)			FENODI, ANTONI	

- **Número de campanas:** 19
- **Campanas analizadas:** 15
- **Campanas no analizadas:** Las cuatro campanas no analizadas no se encuentran en la torre. Se trata de la campana de “Hores”, de 1380 y 25 cm de diámetro, la de “Quarts”, de 20 cm, la “Tecla II”, de 25 cm, todas ellas de autor desconocido, y la “Tecla I”, de 1867 y 25 cm, fundida por Josep Pomarol.
- **Rango de tamaño:** 33-157 cm
- **Franja de fechas:** 1250-1905

Sin duda nos encontramos ante uno de los conjuntos con más valor de las catedrales por la importancia de sus campanas medievales.

Entre ellas vemos que las tres campanas más pequeñas son de perfil *gótico* (“Campana de senyals”, “Vedada” y “Prima”), en las que su altura llega a superar al diámetro. Esto ocurre también en las dos campanas “Tecla”, no analizadas por no estar en la torre.

Según la gráfica sobre las desviaciones, podemos concluir que sí que buscan seguir unos parámetros similares, aunque se den las grandes desviaciones de la campana “Classe major o Clàssica” o el parcial de la Tercera en la “Campana de senyals”. A pesar de ello es un grupo bastante homogéneo, que contiene una afinación relativa muy grande entre sus distintos elementos.

Esta afinidad también la podemos ver cuando cruzamos los datos obtenidos en los experimentos con los de los parciales. De hecho, salvo en dos campanas, en todas hay una gran coherencia en relación a los parciales que originan el sonido final. De esta manera, consideraremos la Nominal como el más importante, sobre todo en el caso de las campanas más grandes, ya que en las más pequeñas se reparte con el Hum e incluso con la Prima. En cuanto a la concreción del tono final, destaca la “Maria Assumpta”, en la que siete de los ocho encuestados coincidieron con la nota final.

“La Vedada” no tiene ningún parcial marcado porque en los resultados predomina, aunque por minoría, el Do#, nota cercana al parcial de la Tercera, pero que a pesar del margen de ± 10 centésimas no llega a coincidir plenamente.

En este conjunto de campanas, la única en la que no se han podido obtener resultados en relación a los experimentos es “La Capona, d’hores”, en la que el análisis muestra una gran diversificación en cuanto a los datos, lo que imposibilita definir cuál de los parciales influye más en la nota de golpe.

3.2.78 TERRASSA (CATALUÑA). CATEDRAL DEL SANT ESPERIT

Gráfica 81. Desviación de las campanas de la Catedral del Sant Esperit, Terrassa. Elaboración propia..

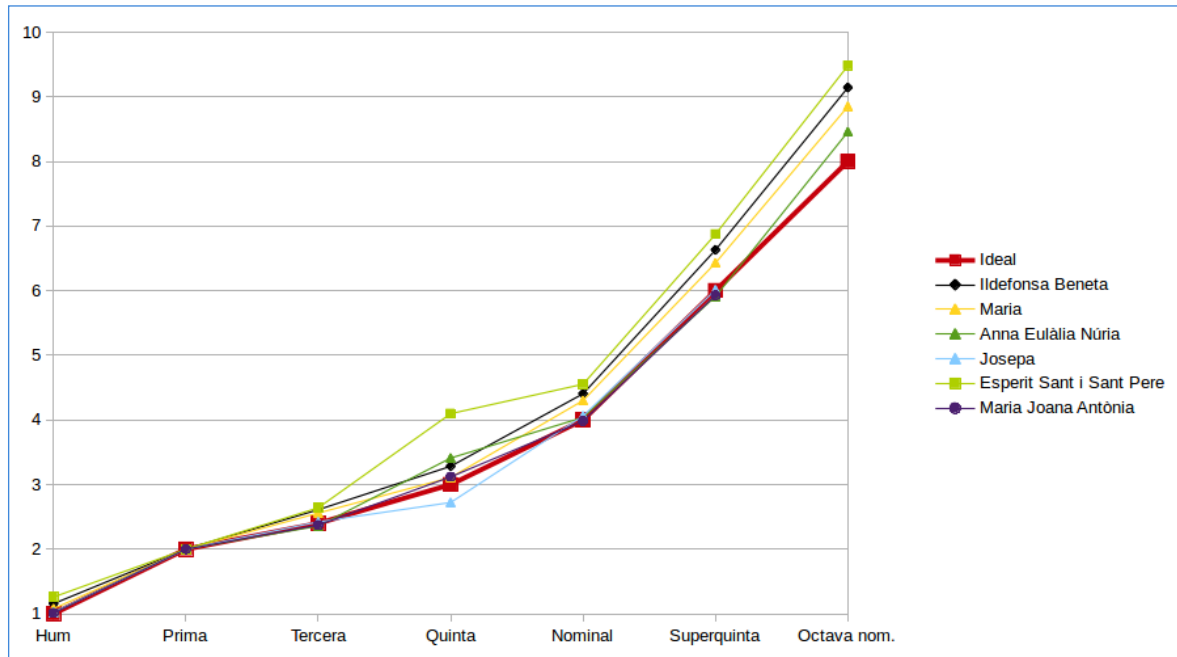


Tabla 88. Análisis de las campanas de la Catedral del Sant Esperit, Terrassa. Elaboración propia.

Campana	Josepa Oriola, Campana de quarts menor*	Maria Joana Antònia	Esperit Sant i Sant Pere	Ildefonsa, Campana de quarts major*	Josepa	Miquela, Campana de les hores*	Anna Eulàlia Núria	Maria	Ildefonsa Beneta
Hum	Reb 4 -13	Re 4 +13	Reb 4 -39	Si 3 -27	La 3 -43	Sol 3 +17	Fa 3 +33	Mib 3 -11	Reb 3 +29
Hum freq.	275	296	271	243	214,5	198	178	154,5	141
Prima	Re 5 -41	Re 5 -08	La 4 -37	Sib 4 -47	Lab 4 +17	Sol 4 -40	Fa 4 -01	Re 4 -42	Si 3 -20
Prima freq.	573,5	584,5	430,5	453,5	419,5	383	349	286,5	244
3ª	Mi 5 +31	Fa 5 -12	Reb 5 +43	Reb 5 -13	Si 4 +48	Sib 4 +08	Lab 4 -15	Fa# 4 -16	Mib 4 +40
3ª freq.	671	693,5	568,5	550	508	468,5	411,5	366,5	318,5
5ª	Sol 5 +42	Sib 5 -39	La 5 +03	Mi 5 +30	Re 5 -48		Re 5 +22	La 4 +21	Sol 4 +37
5ª freq.	803,5	911,5	882	671	571		595	445,5	400,5
Nominal	Re 6 -38	Re 6 -15	Si 5 -12	Sib 5 +26	Lab 5 +44	Lab 5 -48	Fa +16	Mib 5 -17	Do 5 +46
Nom. freq.	1148,5	1164	980	946	852	807,5	705	616	537,5
Super 5ª	Lab 6 +35	La 6 -27	Fa# 6 +00	Fa 6 +03	Mib 6 +22	Mib 6 -42	Do 6 -24	Sib 5 -21	Lab 5 -45
Super 5ª freq.	1695,5	1732,5	1479,5	1400	1261	1214,5	1031,5	921	809
8ª nom.			Do 7 -43	Si 6 +04		Lab 6 +06	Fa# 6 -04	Mib 6 +32	Reb 6 +10
8ª nom. freq.			2041	1981		1667	1476	1268	1115,5
Año fund.	1893	1998	1939	1893	1984	1893	1998	1939	1939
Diámetro	63	70	72	77	97	98	106	124	146
Fundidor	BARBERÍ, ESTEBAN (OLOT)	GUIXÀ	BARBERÍ (RIUDELLOTS DE LA SELVA)	BARBERÍ, ESTEBAN (OLOT)	GUIXÀ	BARBERÍ, ESTEBAN (OLOT)	GUIXÀ	MURUA, VIUDA DE (VITORIA)	

- **Número de campanas:** 11
- **Campanas analizadas:** 9
- **Campanas no analizadas:** Las dos campanas no analizadas no se encuentran en la torre. Se trata de la “Campaneta interior dels quarts”, de 15 cm de diámetro, y la “Campaneta interior de les hores”, de 20 cm, ambas de fecha y autor desconocido.
- **Rango de tamaño:** 63-146 cm
- **Franja de fechas:** 1893-1998

Como en el caso de otras catedrales, nos encontramos con un conjunto creado en gran parte tras la Guerra Civil, que se suma a las tres campanas pertenecientes al reloj, realizadas por Esteban Barberí en 1893. Como podemos observar, este nuevo grupo de campanas fundidas por la Viuda de Murua, Guixà y Barberí (Riudellots de la Selva), no forma en sus parciales principales un conjunto homogéneo, viendo distintas perspectivas en relación a la campana ideal. De hecho, esto se hace patente sobre todo en la relación entre el Hum y la Prima, donde existe poca unión en las líneas y en el caso de la Quinta, donde, a pesar de que es uno de los parciales menos importantes y al que los fundidores prestan menos atención, se dan las diferencias más grandes. El conjunto actualmente toca *a lancé*²⁵⁶ después de la intervención de Guixà en 1984, un estilo de toque que no es el tradicional en la zona.

En cuanto a la nota de golpe ocurre un hecho muy curioso y es que toda la heterogeneidad que podíamos ver en los datos de los parciales se vuelve en homogeneidad. La Nominal destaca en todas las campanas y a ello se suman el Hum, la Prima o la Octava Nominal alternándose en cada caso. Además, en cuatro de las ocho campanas vemos que la mayoría de los participantes en el experimento han decidido la misma nota, lo que señala que el sonido que producen tiene un tono claramente definido.

256. En esta manera de tocar, la campana tiene un badajo de gran tamaño, que hace un movimiento pendular de más duración que la campana, así que cuando esta llega a su punto más alto (unos 70°), el badajo la percute de manera breve, y empieza a caer con la misma campana, que sigue sonando en movimiento, consiguiéndose una sonoridad muy distinta a la tradicional.

3.2.79 TERUEL (ARAGÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA DE MEDIAVILLA

Gráfica 82. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María de Mediavilla, Teruel.
Elaboración propia.

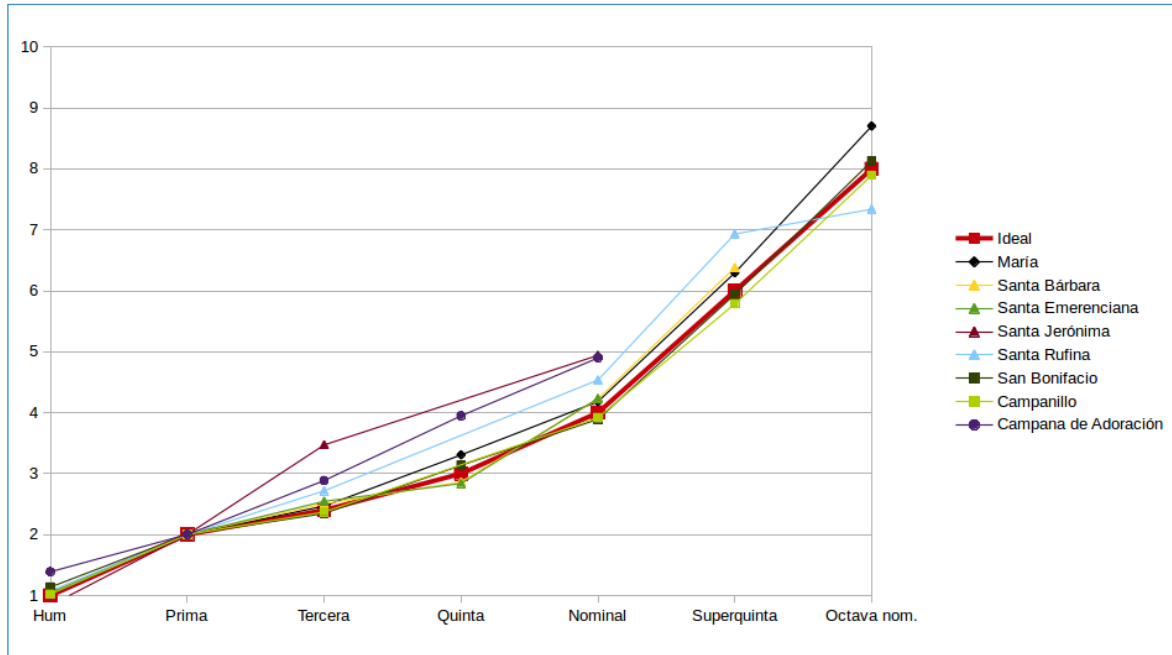


Tabla 89. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María de Mediavilla, Teruel.
Elaboración propia.

Campana	Campana de Adoración	Campanillo	San Bonifacio	Campana de los cuartos*	Santa Rufina	Santa Jerónima	Santa Emerenciana	Santa Bárbara	Campana de las horas*	María
Hum	Sib 5 +48	Do 5 -27	Mib 4 -31	Fa 4 -31	Do 4 +28	Si 3 -31	Sol 3 -44	Mi 3 +17	Reb 3 -01	Reb 3 -13
Hum frec.	959	515	305,5	343	266	242,5	191	166,5	138,5	137,5
Prima	Fa 6 -20	Si 5 +35	Do 5 +44	Re 5 -06	Si 4 +02	Re 5 -30	Fa# 4 -23	Mib 4 +45	Mi 4 -27	Reb 4 -45
Prima frec.	1380,5	1008,5	537	585	494,5	577	365	319,5	324,5	270
3ª	Si 6 +14	Re 6 +29	Mib 5 +21	Sol 5 +23	Mi 5 +33	Si 5 +23	Sib 4 -06	Sol 4 +34	Fa# 4 +39	Mi 4 +17
3ª frec.	1992,5	1195	630	794,5	672	1001,5	464,5	400	378,5	333
5ª	Fa 7 -42		Lab 5 +23	Si 5 +23			Do 5 -17	Sib 4 -32		La 4 +25
5ª frec.	2725,5		842	1001			518	457,5		446,5
Nominal	Lab 7 +30	Si 6 +00	Do 6 -02	Fa 6 -48	Reb 6 +19	Fa 6 +35	Sol 5 -25	Mi 5 +40	Mib 5 +37	Reb 5 +31
Nom. frec.	3381	1976	1045	1358,5	1121,5	1425,5	772,5	675	636	564,5
Super 5ª		Fa# 7 -25	Sol 6 +30	Do 7 -49	La 6 -45			Do 6 -45	Sib 5 +37	Lab 5 +39
Super 5ª frec.		2917,5	1595,5	2033,5	1714			1019,5	953	850
8ª nom.		Si 7 +12	Reb 7 -27	Fa 7 -05	Si 6 -46				Mi 6 -04	Re 6 +00
8ª nom. frec.		3980,5	2182,5	2785	1815				1315	1175
Año fund.	1883	1946	1688	1600	1660	1883	1946	1946	1502	1857
Diámetro	24	45	59	63	68	73	102	111	124	134
Fundidor	QUILES, MANUEL	LINARES, HIJOS DE CONSTANTINO (CARABANCHEL BAJO)				QUILES, MANUEL	LINARES, HIJOS DE CONSTANTINO (CARABANCHEL BAJO)			QUINTANA, FERMÍN DE; ORTIZ, ANTONIO DE

- **Número de campanas:** 11
- **Campanas analizadas:** 10
- **Campanas no analizadas:** El “Campanillo de señales”, de 35 cm de diámetro, de 1890 y autor desconocido, no se encuentra en la misma planta de la torre que el resto y por esta razón no se pudo analizar.
- **Rango de tamaño:** 24-134 cm
- **Franja de fechas:** 1502-1946

Nos encontramos con un conjunto heterogéneo, con campanas de épocas y fundidores distintos. Lo podemos apreciar claramente en la gráfica sobre las desviaciones, en la que destaca por su similitud a la campana ideal el “Campanillo” y “San Bonifacio”. Por el lado opuesto tenemos la “Santa Jerónima” de Manuel Quiles, que muestra unos parciales completamente diferentes a los esperados tratándose de una campana con un perfil *normal*.

Es importante haber realizado el análisis de la “Campana de Adoración”, que actualmente se encuentra desaparecida, porque gracias a estos datos será viable restituirla en un futuro con una sonoridad similar, uno de los objetivos que pretende este trabajo. De hecho, al cruzar los datos con los obtenidos en el experimento vemos que sigue la característica de muchas de las campanas de este tamaño, siendo el Hum el principal responsable del sonido final.

En cuanto al resto de las campanas, destaca sin ninguna duda la “Santa Rufina”, ya que a pesar de que siete de los ocho participantes optaron por el Re, y el octavo por el semitono superior vecino, *Mib*, no ha sido posible encontrar relación con ninguno de los parciales obtenidos. Estamos ante un claro ejemplo de tono virtual, donde la fusión de la sonoridad de todos los parciales consigue que el resultado final sea un tono que no se puede encontrar físicamente en la campana.

Las otras campanas se construyen en gran medida a través de los parciales principales, sobre todo la Nominal y la Prima, salvo el caso de la “Santa Jerónima”, campana que como ya hemos comentado tiene unos parciales sin ningún tipo de lógica interna, lo que provoca que salgan reflejados los parciales del Hum y la Tercera²⁵⁷.

De las campanas “San Bonifacio” y “Santa Bárbara” no ha sido posible extraer conclusiones del experimento por la diversificación de los resultados. Sin embargo, en la primera de ellas casi todas las opciones se concentran en el intervalo *Fa#-Sol#*, que se encontraría entre la Tercera y la Quinta. Esto nos lleva a pensar que el sonido final es producto de la suma de todos los parciales, aunque los nombrados puedan tener más importancia y por eso la nota resultante se sitúa en torno a ellos.

257. Nos encontramos con un intervalo de octava cuando tendría que ser una décima menor. Ocurre algo similar con la relación Hum-Prima, que en lugar de ser una octava podemos observar que se trata de una sexta.

3.2.80 TOLEDO (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA

Gráfica 83. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Toledo. Elaboración propia.

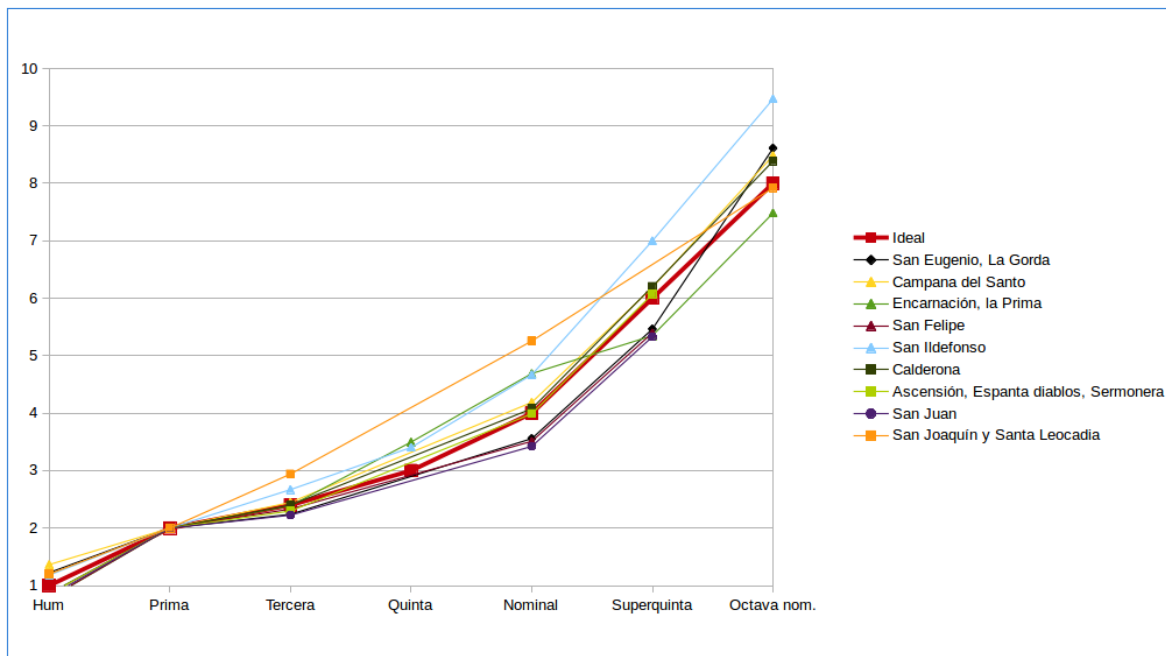


Tabla 90. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Toledo. Elaboración propia.

Campana	Cuartos menor*	Cuartos mayor*	Horas*	San Joaquín y Santa Leocadia	San Juan	Ascensión, Espanta diablos	Calderona	San Ildefonso	San Felipe	Encarnación, la Prima	Campana del Santo	San Eugenio, La Gorda
Hum	Re 4 -09	Re 4 -09	Reb 3 +29	Mi 3 +22	Mi 3 -13	Si 2 +35	Si 2 +41	Si 2 -49	Sol 2 +17	Sol 2 +17	Do 3 +41	Sol 2 -17
Hum frec.	292	292	141	167	163,5	126	126,5	120	99	99	134	97
Prima	Re 5 +13	Do 5 -12	Reb 4 -23	Reb 4 +08	Sol 4 +41	Re 4 +13	Re 4 +00	Lab 3 -39	Si 3 +45	Do 4 -44	Sol 3 +04	Mib 3 +32
Prima frec.	592	519,5	273,5	278,5	401,5	296	293,5	203	253,5	255	196,5	158,5
3ª	Fa# 5 +15	Fa# 5 +12	Fa 4 +33	Lab 4 -24	La 4 +25	Fa 4 -46	Fa 4 +13	Reb 4 -39	Re 4 +10	Mib 4 -37	Si 3 -45	Fa 3 +28
3ª frec.	746,5	745,5	356	409,5	446,5	340	352	271	295,5	304,5	240,5	177,5
5ª	Si 5 +19	La 5 +15						Fa 4 -18		La 4 +23		
5ª frec.	999	888						345,5		446		
Nominal	Re 6 -39	Mi 6 +48	Mib 5 -27	Fa# 5 -18	Fa 5 -28	Re 5 +09	Re 5 +32	Sib 4 +28	La 4 +19	Re 5 +31	Lab 4 -15	Reb 4 +29
Nom. frec.	1148	1356	612,5	732	687	590,5	598,5	474	445	598	411,5	282
Super 5ª	Lab 6 +34				Do 6 +38	La 5 +36	Sib 5 -41	Fa 5 +29	Fa 5 -36	Fa 5 -41	Mib 5 -40	La 4 -27
Super 5ª frec.	1694				1070	898,5	910,5	710,5	684	682	608	433
8ª nom.	Re 7 -03			Reb 6 -08			Mib 6 -18	Si 5 -47		Sib 5 +39	Lab 5 +06	Fa 5 -40
8ª nom. frec.	2344,5			1103			1231	961		954	833,5	682,5
Año fund.	1890 ca	1700 ca	1677	1731	1652	1545	1479	1760	1860	1850	1682	1753
Diámetro	60	70	120	123	137	146	162	164	169	171	200	293
Fundidor	LINARES, EDUARDO E HIJOS	SOLAR, BERNARDINO DEL		DE LA VIÑA, JUAN ANTONIO	SOTA, PEDRO DE LA	TORRE, SEBASTIÁN DE LA	GARCÍA (CÓRDOBA)	GÜEMES, PEDRO DE; VÉLEZ DE FONCUEVA, ANTONIO	HEDILLA; MAZÓN; ALONSO		BARCIA, GREGORIO DE	GARGOLLO, ALEJANDRO

- **Número de campanas:** 16
- **Campanas analizadas:** 12
- **Campanas no analizadas:** De las cuatro campanas no analizadas, una no se encuentra en la torre (“Campanillo de señales”, de 1737, 56 cm de diámetro y autor desconocido), otra se encuentra rota (“Resurrección”, de 1545, de 121 cm, de Sancho de Isla), y dos no fue posible su grabación (“El Ángel”, de 1913, 50 cm y autor desconocido y “San Sebastián”, de 1681, 216 cm de Gregorio de Barcia)
- **Rango de tamaño:** 60-293 cm
- **Franja de fechas:** 1479-1913

En esta torre tenemos un claro ejemplo de conjunto en el que se han añadido nuevos elementos a través del tiempo y por fundidores distintos, resultando un grupo heterogéneo. Este hecho, unido a que las campanas no siguen un perfil tan claro y definido como en otras zonas de España, hace que el resultado sonoro no sea uniforme y la afinación relativa sea escasa.

La campana “San Eugenio, La Gorda”, a pesar de estar rota se pudo analizar, aunque los resultados obtenidos no son plenamente fiables ni podemos afirmar que fueran los de antes de su rotura. De hecho, vemos poca distancia entre el Hum y la Prima y aún menos entre la Prima y la Tercera, que en vez de ser una tercera menor como se podría esperar en una campana ideal, prácticamente no llega a una segunda.

En relación a la nota de golpe, en primer lugar es necesario destacar la campana de los “Cuartos menor”, en la cual el 100% de los participantes en el experimento coincidieron en la misma nota²⁵⁸. Efectivamente, podemos hallar esa nota en los parciales más representativos según muchos teóricos, en relación a la nota de golpe, Hum, Prima, Nominal y Octava nominal.

En cuanto al resto de campanas, tenemos el caso de la “Encarnación, la Prima”, la única del conjunto en la que destaca la Tercera, porque en las otras el sonido final viene claramente determinado por la Nominal.

Es interesante el caso de la campana mayor, “San Eugenio, La Gorda”, en la que los resultados de los experimentos se encuentran sobre todo entre el Re, siendo la opción de la mitad de los participantes, y el Do#, con tres elecciones más. Si nos fijamos en la tabla con los parciales detallados, podemos ver que solo ha sido posible hallar la opción con menos resultados en la Nominal, lo que nos hace presuponer que el sonido final resulta un poco más agudo de lo encontrado en ese parcial y un poco más grave del encontrado en la Prima por la intervención de todos los componentes de la campana.

258. La importancia de este hecho viene reafirmada al comprobar que de las 855 campanas analizadas, tan solo en 11 se ha obtenido un resultado similar.

También cabe resaltar el caso de la campana de las “Horas”, en la cual en los experimentos destaca la nota La, que no podemos situar entre los parciales. Sin embargo, este caso es distinto al anterior porque lo más probable es que esa nota corresponda a la Quinta, que aquí no ha podido dilucidarse a través del análisis.

Sobre las campanas “San Ildefonso” y “Cuartos mayor” no hay datos conclusivos debido a la gran variedad de resultados obtenidos en los experimentos que han provocado una gran dispersión en los mismos.

3.2.81 TORTOSA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA

Gráfica 84. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Tortosa. Elaboración propia.

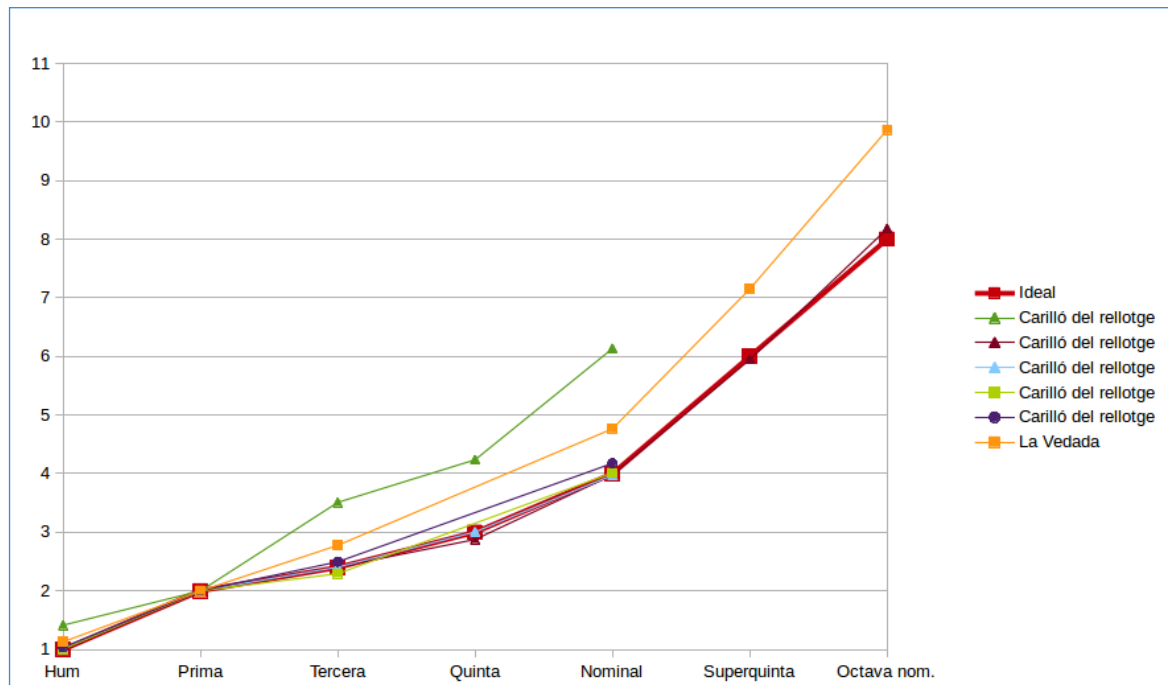


Tabla 91. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Tortosa. Elaboración propia.

Campana	La Vedada*	Carilló del rellotge (A)*	Carilló del rellotge (B)*	Santa Bàrbara	Carilló del rellotge (C)*	Carilló del rellotge (D)*	Carilló del rellotge (E)*	La Córdula Càndia	La Cinta
Hum	Sib 4 -26	Fa 4 -33	Mi 4 +17	Mi 4 -29	Reb 4 -32	Do 4 -04	Fa# 3 -04	Fa# 3 -28	La 3 +19
Hum frec.	459	342,5	333	324	27	261	184,5	182	222,5
Prima	Lab 5 -37	Mi 5 +08	Mi 5 +08	Sol 5 +16	Do 5 +17	Do 5 +15	Do 4 -04	Re 4 +22	Do 4 -44
Prima frec.	813	662,5	662,5	791,5	528,5	528	261	297,5	255
3ª	Reb 6 +31	Lab 5 -08	Fa# 5 +45	Lab 5 +43	Mib 5 +36	Mib 5 +36	Sib 4 -30	Lab 4 +15	Mib 4 +37
3ª frec.	1129	826,5	759,5	851,5	635,5	635,5	458	419	318
5ª					Sol 5 +21	Fa# 5 +45	Reb 5 -04	Do 5 -02	
5ª frec.					794	759,5	553	522,5	
Nominal	Si 6 -33	Fa 6 -16	Mi 6 +15	Fa# 6 -46	Do 6 +06	Do 6 +06	Sol 5 +36	Fa# 5 -49	La 4 +01
Nom. frec.	1937,5	1383,5	1330	1441	1050,5	1050,5	800,5	719	440,5
Super 5ª	Fa# 7 -31					Sol 6 +02		Reb 6 -49	Mi 5 +20
Super 5ª frec.	2907					1570		1077,5	667
8ª nom.	Si 7 +26			Mib 7 -11		Reb 7 -45		Fa# 6 -01	Sib 5 -16
8ª nom. frec.	4011			2472,5		2159,5		1478,5	923,5
Año fund.	1894	1940ca	1940	1824	1940	1940	1940	1995	1952
Diámetro	44	54	59	60	65	80	95	119	173
Fundidor	TRAVER, VALENTIN Y HERMANO	LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCHEL BAJO)	ROSES, HERMANOS (SILLA)	GUILLEM, ANTONIO	ROSES, HERMANOS (SILLA)	LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCHEL BAJO)	ROSES, HERMANOS (SILLA)	PORTILLA, HERMANOS (GAJANO)	ROSES, HERMANOS (SILLA)

- **Número de campanas:** 9
- **Campanas analizadas:** 9
- **Rango de tamaño:** 44-173 cm
- **Franja de fechas:** 1824-1995

En este caso hemos optado por fijarnos en la relación entre las campanas del carillón del reloj, ya que el resto de las campanas tiene un valor menor al formar un conjunto muy diferenciado.

En el caso de las campanas del carillón, vemos que, excepto la campana “Carilló del rellotge (E)”, el resto sí que presenta ciertas similitudes a pesar de que son campanas fundidas por autores distintos, que no se caracterizan por realizar campanas con unas proporciones exactas, como podremos observar en las distintas gráficas dedicadas a cada uno de ellos.

A pesar de esto, si omitimos la campana del carillón ya mencionada y “La Vedada”, podemos afirmar que sí que hay una coherencia entre el resto del conjunto.

Esta analogía se mantiene cuando buscamos los valores de la nota de golpe porque en todas las campanas viene definida por los valores principales, la Nominal o la Prima, añadiendo más parciales en alguna de las campanas. La única excepción la encontramos en “La Vedada”, la campana más pequeña de todo el conjunto, en la que solo resalta el Hum, característica muy común en campanas de ese tamaño²⁵⁹, debido al gran número de vibraciones por segundo de sus parciales superiores.

En este caso, la única campana en la que no hemos podido cruzar los datos obtenidos en los parciales con aquellos de los experimentos ha sido la “Santa Bàrbara”, aunque se sitúan prácticamente todos entre el Mi \flat y el Fa, lo que nos hace pensar que el sonido final viene dado sobre todo por los parciales Hum y Octava nominal.

259. La razón de esto se explica con detalle en el apartado 1.2.2 sobre la nota de golpe.

3.2.82 TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA). CATEDRAL DE LA VIRGEN MARÍA

Gráfica 85. Desviación de las campanas de la Catedral de la Virgen María, Tudela.
Elaboración propia

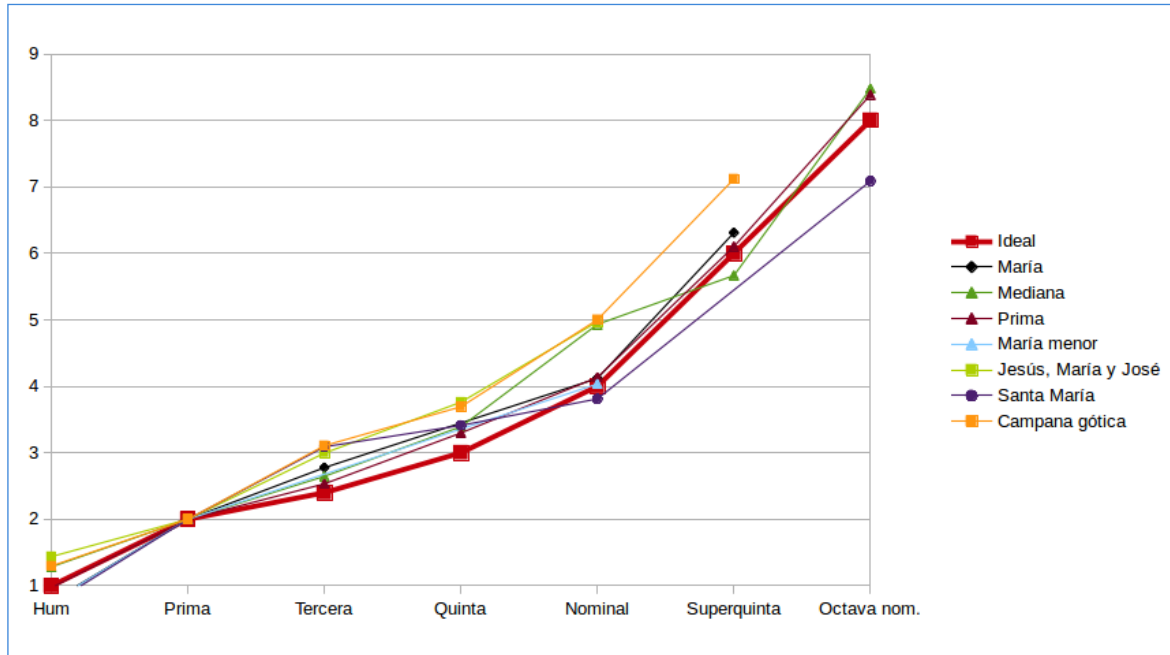


Tabla 92. Análisis de las campanas de la Catedral de la Virgen María, Tudela. Elaboración propia.

Campana	Campana de los Cuartos de la Catedral*	Timbre de las horas*	Santa María	Campana gótica (^)	Jesús, María y José (^)	Campana de los cuartos*	María menor (r)	Prima	Mediana	Campana de las horas* (r)	María (r)
Hum	Fa# 5 -24	Mib 4 -31	Do 4 +12	Sib 4 +30	Sib 3 +17	Do 4 -20	Reb 3 +42	Sol 3 +30	Mi 3 +12	Mi 3 +07	Sol 2 -26
Hum frec.	729,5	305,5	263,5	474,5	235,5	258,5	142	199,5	166	165,5	96,5
Prima	Fa# 6 +39	Sol 5 -09	Fa# 5 -29	Fa# 5 -19	Mi 4 -11	Sol 4 -22	Fa# 4 +11	Lab 4 -20	Do 4 -20	Re 4 -27	Si 3 +28
Prima frec.	1514	779,5	727,5	731,5	327,5	387	372,5	410,5	258,5	289	251
3ª	La 6 +00	Fa 6 -02	Reb 6 +23	Reb 6 +42	Si 4 -11	Re 5 -42		Do 5 -10	Fa 4 -36	Fa# 4 -35	Fa 4 -03
3ª frec.	1759	1395	1124	1136,5	490,5	573		520	342	362,5	348,5
5ª	Re 7 -01		Mib 6 -04	Mi 6 +41	Mib 5 -17	Mi 5 +03		Mi 5 +45	La 4 -05	Lab 4 -07	
5ª frec.	2347,5		1241	1350,5	616	660,5		677	438,5	413,5	
Nominal	Fa# 7 -02	Do 7 +38	Fa 6 -13	Sib 6 -32	Lab 5 -34	Si 5 +34	Fa# 5 +26	Lab 5 +36	Mib 5 +41	Re 5 +00	Do 5 -20
Nom. frec.	2956	2140,5	1386	1829,5	814	1007,5	751,5	848,5	637,5	587,5	517
Super 5ª	Reb 8 -11			Mi 7 -22		Reb 6 +08		Mib 6 +11	Fa# 5 -17		Sol 5 +17
Super 5ª frec.	4406,5			2603,5		1114,5		1252,5	732,5		792
8ª nom.			Mi 7 -39			Lab 6 +08		La 6 -38	Reb 6 -20		
8ª nom. frec.			2578			1669		1721	1095,5		
Año fund.	2002ca		1853	1352	1707	1747	1614	1891	1891	1747	1708
Diámetro	28	30	60	60	78	80	93	100	111	127	152
Fundidor	RIVERA DOMÍNGUEZ, GABRIEL (MONTEHERMOSO)			GENARO, MARTÍN (VITORIA)		GÜEMES, PEDRO DE	CASAS, JUAN DE		MURUA, IGNACIO (VITORIA)	GÜEMES, PEDRO DE	QUINTANA

- **Número de campanas:** 14
- **Campanas analizadas:** 11
- **Campanas no analizadas:** Las tres campanas no analizadas no se encuentran en la torre. Se trata de la “Campana de señales (1)”, de 1780, 33 cm de diámetro, obra de José Marcout, la “Campana de señales (2)”, de 1400 y 43 cm, y la “Campana de señales (3)”, de 1858 y 46 cm, estas dos de autor desconocido.
- **Rango de tamaño:** 28-152 cm
- **Franja de fechas:** 1352-2002

Conjunto formado por dos campanas de perfil *gótico* (“Jesús, María y José” y “Campana gótica”), la segunda de las cuales también lo es en cuanto a época de fundición. También nos encontramos con tres campanas con perfil *romano* (“María menor, “Campana de las horas” y la mayor de todas, “María”) y el resto con un contorno *normal*.

Fruto de estas diferencias de perfil y de los distintos fundidores y épocas en que las fabricaron, no se aprecia en la gráfica una línea homogénea entre las campanas, siendo la “Prima” de Ignacio Murua la más cercana a los parámetros de la campana ideal.

Por el contrario, en la “Campana gótica” aparece una Prima por debajo de lo esperado, lo que provoca que el resto de los parciales parezcan mucho más agudos de lo que realmente son²⁶⁰.

En todas las campanas, salvo en la más pequeña, ha sido posible relacionar los datos de sus distintos parciales con los resultados obtenidos en los experimentos. Sin duda alguna, lo más significativo de este grupo es la cantidad de campanas, seis, en las que la Tercera es el parcial que más relación tiene con el sonido final, lo que supone una cierta homogeneidad dentro de las diferencias previamente comentadas.

En la “Campana de los cuartos”, unido a la Tercera, también tiene relevancia la Superquinta, lo que denota una extraña relación interna entre sus parciales. Algo similar ocurre en el caso de la “Mediana” donde la Superquinta es el único parcial en el que se pueden reflejar los resultados de los experimentos.

La “Campana de los Cuartos de la Catedral” aporta como notas más relevantes el Fa# y el Fa, aunque sin poder determinar ninguna, ya que también se ha optado por el Re. Sin duda nos encontramos ante una campana en la que el sonido final viene marcado por la Nominal y el resto de parciales similares, pero con una Quinta muy potente, que, aunque no llega a marcar por sí sola el sonido de la campana, hace que haya una gran confusión al respecto.

260. Esto se debe a que hemos tomado la Prima como referencia para realizar estas gráficas, ya que si hubiéramos utilizado en este caso otro de los parciales el resultado sería, salvo en la propia Prima, mucho más ajustado a la campana ideal.

3.2.83 TUI (GALICIA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN

Gráfica 86. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción, Tui. Elaboración propia.

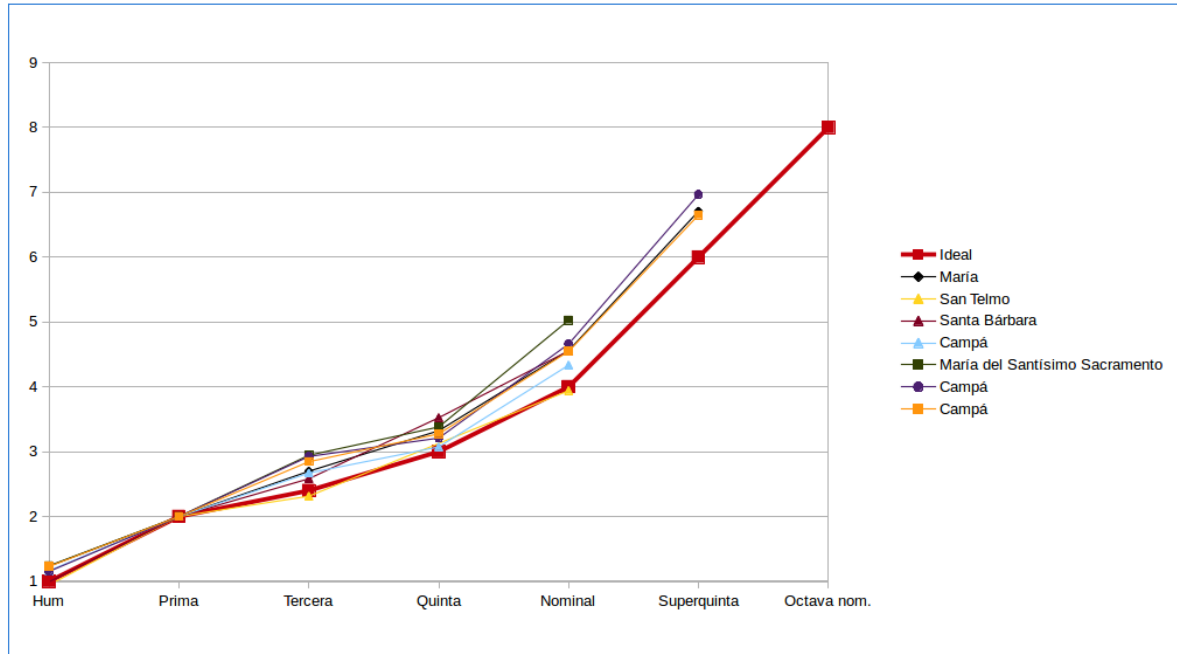


Tabla 93. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción, Tui. Elaboración propia.

Campana	Campá (1) (^)	Campá (2)	San Telmo e Santa Bárbara, campá dos cuartos* (^)	María del Santísimo Sacramento	Campá (3)	Santa Bárbara (^)	Santa Ana, campá das horas* (^)	San Telmo (^)	María
Hum	Sib 4 -45	Fa 4 +47	Reb 4 +42	Si 3 -31	Si 3 -17	Lab 3 +23	Fa# 3 -33	Re 3 -45	Sib 2 +43
Hum frec.	454	359	284	242,5	244,5	210,5	181,5	143	119,5
Prima	Fa# 5 -01	Mib 5 +00	Lab 4 +37	Sol 4 -04	Lab 4 +17	Lab 4 +35	Mi 4 -35	Mib 4 -45	Sol 3 -22
Prima frec.	738,5	622,5	424,5	391	419,5	424	323	303	193,5
3ª	Do 6 +06	Sib 5 -41	Mi 5 +17	Re 5 -35	Reb 5 +17	Reb 5 -21	Sol 4 +45	Fa 4 +06	Do 4 -04
3ª frec.	1050,5	910,5	666	575,5	560	547,5	402,5	350,5	261
5ª	Re 6 +49	Si 5 +19	Fa# 5 +08	Mi 5 +04	Mi 5 -39	Fa# 5 +16	Do 5 -41		Mi 4 -43
5ª frec.	1209	999	743,5	661	644,5	747	511		321,5
Nominal	Lab 6 +18	Fa# 6 -34	Do 6 +28	Si 5 -08	Sib 5 -43	Si 5 -39	Fa 5 +00	Re 5 +28	La 4 +03
Nom. frec.	1679	1450,5	1064	983	909	965,5	698,5	597	441
Super 5ª	Mib 7 -23	Reb 7 -39	Sol 6 +37				Do 6 +28		Mi 5 -27
Super 5ª frec.	2455	2168	1602,5				1064		649
8ª nom.							Fa 6 -14		
8ª nom. frec.							1385		
Año fund.	1813	1813	1723	1779	1887	1828	1511	1825	1826
Diámetro	39	42	69	75	77	85	104	126	165
Fundidor			VEGA		SILVA SANTOS, MIGUEL JOSE DA	PEREIRA DOS SANTOS, JOSÉ FELIX (BRAGA)		PEREIRA DOS SANTOS, JOSÉ FELIX (BRAGA)	

- **Número de campanas:** 12
- **Campanas analizadas:** 9
- **Campanas no analizadas:** De las tres campanas no analizadas, dos no se encuentran en la torre (“Campana de cuartos”, de 50 cm de diámetro y autor y fecha desconocida y “Campá de sinais”, de 1850 y 25 cm) y la “María de la Soledad”, de 96 cm, fundida por Rucabado en 1850, que está rota.
- **Rango de tamaño:** 39-165 cm
- **Franja de fechas:** 1511-1887

Todas las campanas de la Catedral de Tui tienen un perfil cercano al estilo *gótico*, sobre todo la “Santa Ana, campá das horas”, que es de la época, pero también la “Campá (1)”, la “San Telmo e Santa Bárbara, campá dos cuartos”, la “Santa Bárbara” y la “San Telmo”, que son muy posteriores en el tiempo.

Esta similitud en los perfiles hace que, pese a que no sea uniforme, sí que encontremos cierta direccionalidad en la gráfica de las desviaciones, donde destaca sobre todo la campana “San Telmo” por su cercanía a la campana ideal.

En el caso de la campana “Campá (3)” no hemos podido destacar ninguno de los parciales porque el resultado de los experimentos es Do, nota que no podemos encontrar entre ellos. Al situarse cercana del Hum y la Tercera, se trata de un sonido formado por la unión de los distintos parciales, sin ser igual a ninguno. Algo similar ocurre en “Santa Bárbara”, siendo el resultado de los experimentos el La, nota ubicada entre el Hum, la Prima y la Nominal, que unidas provocan ese resultado final.

En “Santa Ana, campá das horas” la unión de los distintos parciales crea un tono virtual, ya que el resultado de los experimentos es La, valorado por cinco de los ocho participantes, y no podemos encontrar en los parciales ni siquiera tonos vecinos.

Asimismo, destaca el hecho de que en tres campanas, “Campá (2)”, “María” y “San Telmo”, no haya sido posible cruzar los datos con los experimentos por la gran diversificación de estos últimos. Aun así, en el primero de los casos es interesante porque la mayoría de los resultados los tenemos entre el Sol# y el Sol, que son notas que no podemos encontrar entre los distintos parciales, mientras que hay opciones que se decantan más por notas cercanas a la Prima. Podríamos estar hablando de una campana en la que se produce un tono virtual, pero que no llega a ser tan intenso como para anular el parcial más potente.

En el segundo caso, “María”, los resultados oscilan entre el Hum, la Quinta y la Prima, lo que nos indica que es una campana sin un tono claramente definido, en la cual se escuchan con relativa claridad, y parecida importancia, los tres parciales mencionados.

Para finalizar, en la campana “San Telmo”, destaca que se producen de manera muy evidente fuertes pulsaciones²⁶¹, ya que los resultados de los experimentos oscilan sobre todo entre el intervalo Re-Mi, pero sin poder definirse en ninguna de las notas. Por ello, si acudimos a la tabla donde están reflejados los distintos parciales, vemos que esas notas corresponden al Hum, Prima y Nominal.

En las tres campanas en las que sí que se ha logrado cruzar los datos se da un resultado distinto en cada una. En “San Telmo e Santa Bárbara, campá dos cuartos” el parcial con más relevancia es el Hum, como es frecuente en campanas de este tamaño, mientras que en “María del Santísimo Sacramento” es la Tercera y en “Campá (1)” es la Quinta.

261. En relación a este tema hay bastante información disponible en el apartado 1.2.4.

3.2.84 VALÈNCIA (COMUNITAT VALENCIANA). CATEDRAL DE SANTA MARIA

Gràfica 87. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Maria, València.
Elaboración propia.

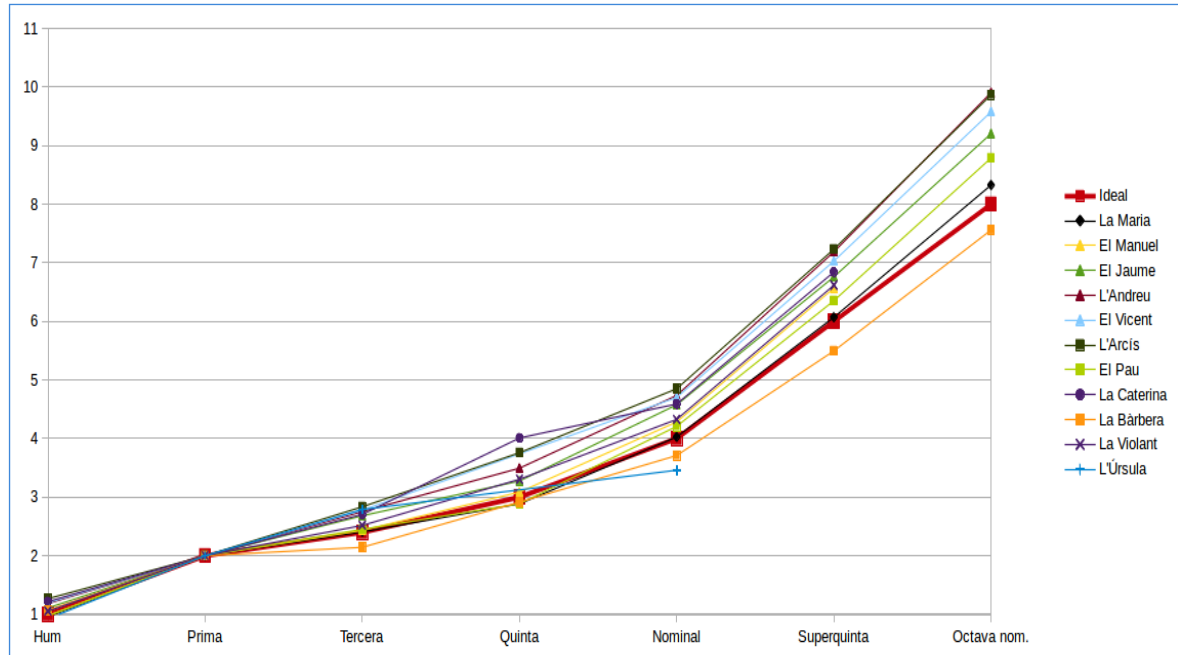


Tabla 94. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Maria, València. Elaboración propia.

Campana	L'Úrsula	La Violant	La Caterina	La Bàrbera (^)	El Pau	L'Arcís	De quarts*	El Vicent	L'Andreu	El Jaume	El Manuel	La Maria	El Micalet*
Hum	Sol 4 -40	Sib 3 +28	Mi 4 -29	Fa 4 +33	La 3 -23	Do 4 -14	Sol 3 +21	La 3 -11	Mi 3 +27	Fa# 3 +18	Re 3 -39	Re 3 -33	Mib 2 +26
Hum frec.	383	237	324	356	217	259,5	198,5	218,5	167,5	187	143,5	144	79
Prima	Lab 5 -06	La 4 +38	Do 5 +30	Mi 5 +17	La 4 +23	Lab 4 -24	Mi 4 -43	Fa# 4 -23	Reb 4 +35	Mi 4 +38	Re 4 +00	Re 4 +36	Mi 3 +48
Prima frec.	827,5	450	532,5	666	446	409,5	321,5	365	283	337	293,5	300	169,5
3ª	Re 6 -30	Reb 5 +37	Fa# 5 -46	Fa 5 +38	Reb 5 -24	Re 5 -20	Sol 4 +08	Si 4 +45	Sol 4 -11	La 4 +48	Fa 4 +38	Fa# 4 -42	Sol 3 +30
3ª frec.	1154	566,5	720,5	714	546,5	580,5	394	507	389,5	452	357	361	199,5
5ª		Fa# 5 +08	Do 6 +34	Si 5 -29	Mi 5 -40	Sol 5 -32			Si 4 +02	Reb 5 -07	Sib 4 -47	La 4 -27	Si 3 -45
5ª frec.		743,5	1067,5	971	644	769,5			494,5	552	453	433	240,5
Nominal	Fa 6 +42	Si 5 -25	Mib 6 -31	Mib 6 -12	Sib 5 +11	Si 5 +09	Fa 5 -31	La 5 -43	Mi 5 +27	Sol 5 -28	Mib 5 +17	Re 5 +48	Mi 4 +40
Nom. frec.	1431,5	973,5	1222	1235,5	938,5	993	686	858	670	771	628,5	604	337,5
Super 5ª		Fa# 6 +10	Sib 6 -40	Sib 6 -32	Fa 6 +24	Fa# 6 +01	Do 6 +06	Mi 6 -47	Do 6 -49	Reb 6 +46	Fa# 6 +14	Sib 5 -41	Si 4 +47
Super 5ª frec.		1489	1822	1830	1417	1481	1050,5	1283	1017	1139	1492	910,5	507,5
8ª nom.				Mib 7 +19	Si 6 -13	Si 6 +38	Fa# 6 -21	La 6 -11	Fa 6 +05	Sol 6 -18		Mib 6 +06	Fa 5 +02
8ª nom. frec.				2517,5	1960	2020	1462	1748	1401,5	1551		1249	699,5
Año fund.	1438	1735	1305	1681	1489	1529	1736	1569	1605	1429	1621	1544	1539
Diámetro	65	79	84	84	90	94	109	113	129	134	139	145	235
Fundidor	MARTÍ, ANTONI	DE LA VIÑA, JUAN ANTONIO		CASTAÑER, LLUÍS		TRILLES, LLUÍS	CASTAÑER, LLUÍS	BALLE, JOAQUIM	MARTÍNEZ, VICENT	MOREL, TOMÁS	VIELSA, MIQUEL DE	CLERGET, JOAN	TRILLES, LLUÍS

- **Número de campanas:** 16
- **Campanas analizadas:** 13
- **Campanas no analizadas:** Las tres campanas no analizadas no se encuentran en la torre. Se trata de la “Campaneta de senyals”, de 1600, 21 cm de diámetro, la “Campaneta dels Morts”, de 1250 y 20 cm, ambas de autor desconocido y “El Cimboriet”, de 1805, 30 cm, obra de Cristóbal García.
- **Rango de tamaño:** 65-235 cm
- **Franja de fechas:** 1305-1736

En la Catedral de Valencia nos encontramos con otro de los conjuntos más característicos de las catedrales, debido a la antigüedad de las campanas, el estado de conservación y el uso tradicional que hoy en día se sigue haciendo.

A pesar de ser un conjunto formado por campanas de distintos fundidores y construido a lo largo de más de cuatrocientos años, existe un cierto paralelismo entre todas las campanas que lo forman. Sin embargo, de antiguo proviene la referencia: “L’Úrsula” no dice bien”, en relación a las mayores; y efectivamente, en la gráfica vemos que en el parcial de la Nominal esta campana es la que más se desvía del resto, lo que explicaría esa afirmación.

Por otra parte, la otra campana que no sigue tan claramente la línea del conjunto es “La Bàrbera”, de perfil *gótico*, quedándose por debajo del resto. Si nos fijamos, la otra pieza que destaca, pero en este caso por el lado opuesto al tener los parciales más agudos, es “La Caterina”. De hecho, esta puede ser la razón por la que estas dos campanas no entran en el toque de muertos en el cual tocan todas las demás.

Sin duda, en el caso de “La Caterina” esto ha producido que los resultados de los experimentos fluctúen entre distintas notas, haciendo que no podamos elegir ninguna como referencia de su sonido, ya que gira en torno a la nota que encontramos en el Hum y en la Tercera. Sin embargo, en “La Bàrbera” sí que se da esa referencia explícita en ambos parciales, lo que provoca que tengan un sonido en cierta manera similar y por ello se les considerara aparte en el toque de muertos.

En cuanto al resto de las campanas, hay coherencia en la Nominal como parcial con mayor incidencia en el sonido final. Esto aporta al conjunto estabilidad, ya que todas las campanas se mueven en torno a esa altura, sin grandes diferencias de sonido provocadas por escuchar determinados parciales de octavas diferentes en las distintas campanas.

En el caso de “L’Úrsula”, hay dos notas marcadas que no son vecinas debido a los márgenes tomados²⁶² y que la nota resultante de los experimentos ha sido Fa#. Otro caso distinto es el de la campana “De quarts”, en la que se han destacado dos notas dispares, Fa y Fa#, porque los resultados de los experimentos se polarizaron hacia ambas.

262. Es necesario recordar, una vez más, que a la hora de relacionar los parciales con las notas resultantes de los experimentos hemos optado por un margen de ± 10 centésimas de semitono para evitar los límites que supone utilizar las notas como referencia y no las frecuencias.

3.2.85 VALLADOLID (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN

Gráfica 88. Desviación de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de la Asunción, Valladolid. Elaboración propia.

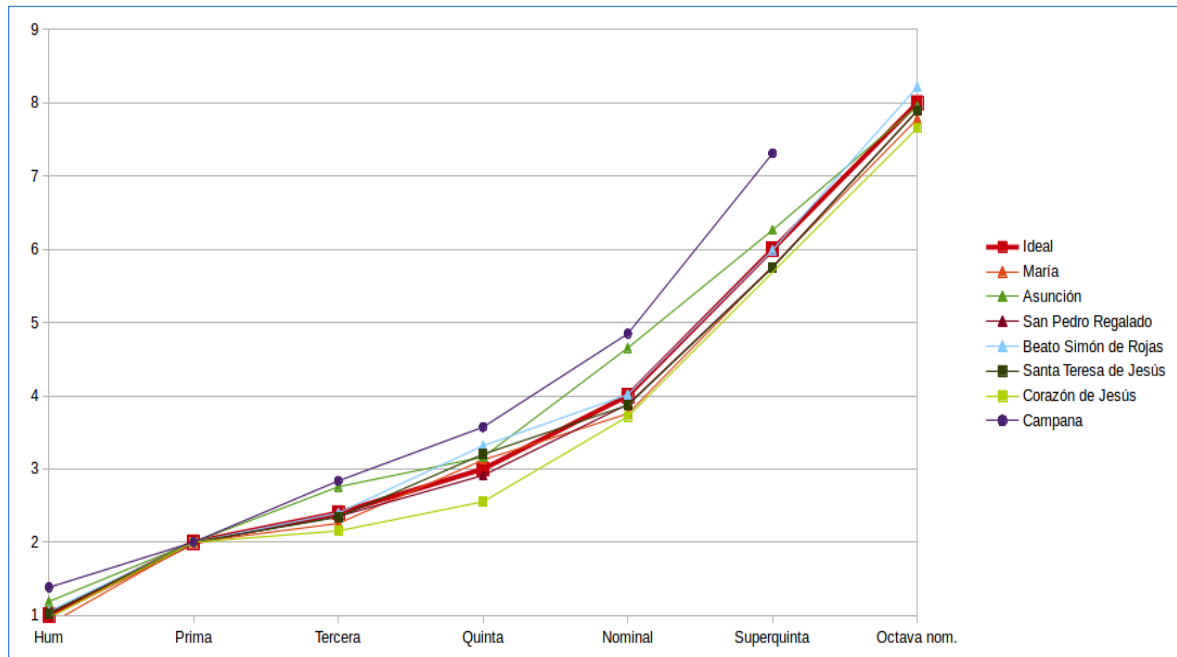


Tabla 95. Análisis de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de la Asunción, Valladolid.
Elaboración propia.

Campana	Cuartos menor*	Cuartos mayor*	Campana (^)	Corazón de Jesús (^)	Santa Teresa de Jesús	Beato Simón de Rojas	San Pedro Regalado	Asunción	María	Horas*
Hum	Fa 4 +08	Mib 4 -48	Re 4 -09	La 3 +27	La 3 +00	Lab 3 -34	Fa# 3 -47	Mib 3 -17	Mib 3 -40	Reb 3 -32
Hum frec.	351	302,5	292	223,5	220	203,5	180	154	152	136
Prima	Fa 5 +16	Mi 5 -44	Lab 4 +29	Sib 4 -17	La 4 -41	Sol 4 -31	Fa 4 -01	Do 4 -17	Fa 4 -13	Do 4 +31
Prima frec.	705	642,5	422,5	461,5	429,5	385	349	259	346,5	266,5
3ª	La 5 -49	Fa# 5 +12	Re 5 +35	Si 4 +10	Si 4 +31	Sib 4 -15	Lab 4 -20	Fa 4 +38	Sol 4 -04	Mib 4 +02
3ª frec.	855	745,5	599,5	497	503	462	410,5	357	391	311,5
5ª	Do 6 +27	La 5 -48	Fa# 5 +33	Re 5 +04	Fa 5 -27	Mib 5 +44	Si 4 +48	La b 4 -24	Reb 5 -42	La 4 -45
5ª frec.	1063,5	855,5	754,5	589	687,5	638,5	508	409,5	541	428,5
Nominal	Fa# 6 -42	Mib 6 +11	Do 6 -37	La 5 -44	Lab 5 +00	Sol 5 -24	Mi 5 +47	Re 5 +44	Mi 5 -23	Do 5 -24
Nom. frec.	1444	1252,5	1024	857,5	831	773	677,5	602,5	650,5	516
Super 5ª	Reb 7 -39	Sib 6 +12	Sol 6 -26		Mib 6 -13	Re 6 -32	Si 5 +29	Lab 5 -41		Sol 5 -39
Super 5ª frec.	2167	1878,5	1544		1234,5	1153	1005	811		766,5
8ª nom.	Fa# 7 +13	Mi 7 -30		La 6 +06	Lab 6 +34	Sol 6 +15	Fa 6 -23	Do 6 -27	Mi 6 +38	Do 6 +07
8ª nom. frec.	2983	2590,5		1767	1694,5	1582	1378	1030	1348	1051
Año fund.	1920ca	1920ca	1920ca	1922	1896	1896	1896	1922	1896	1896
Diámetro	56	56	72	80	92	97	109	113	126	152
Fundidor	TERRAILLON, L.; PETITJEAN, J. (PERRIGNY)			PORTILLA LINARES, EDUARDO (VALLADOLID)	DELTA ESPAÑOL (BILBAO)			PORTILLA LINARES, EDUARDO (VALLADOLID)	DELTA ESPAÑOL (BILBAO)	

- **Número de campanas:** 10
- **Campanas analizadas:** 10
- **Rango de tamaño:** 56-152 cm
- **Franja de fechas:** 1896-1922

Conjunto formado por campanas fundidas por Delta Español a finales del siglo XIX y Eduardo Portilla y Terraillon en el primer cuarto del siglo XX, aunque estas dos últimas forman parte del reloj.

Como podemos ver en la Gráfica 119, el conjunto de las campanas producidas por Delta Español tiene un criterio uniforme, fruto de su trabajo industrial. Las campanas que más desentonan en todo el conjunto son las producidas en 1922 por Eduardo Portilla.

En este conjunto solo hay dos campanas cuyo parcial destacado como nota de golpe sea la Tercera. Se trata de “Corazón de Jesús” y “Campana”. De hecho, el caso de esta última es significativo, como se refleja en la tabla donde resaltamos el Hum, lo que nos muestra claramente que la relación entre sus parciales dista mucho de ser como los de una campana afinada²⁶³.

En el resto de campanas el parcial que más destaca es el de la Prima, aunque influenciado por otros afines como Hum, Nominal e incluso Octava nominal. Destaca la “Santa Teresa de Jesús”, en la que hubo un acuerdo casi total en relación a qué nota sonaba al escucharse su sonido.

Los resultados de los experimentos en la campana “Asunción” no han sido lo suficientemente concluyentes como para establecer una nota de referencia con la cual cruzar los datos de los parciales.

263. Nos encontramos entre ambos parciales un intervalo de poco más de una octava, cuando lo esperado sería una décima menor.

3.2.86 VIC (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANT PERE

Gráfica 89. Desviación de las campanas de la Catedral de Sant Pere, Vic. Elaboración propia.

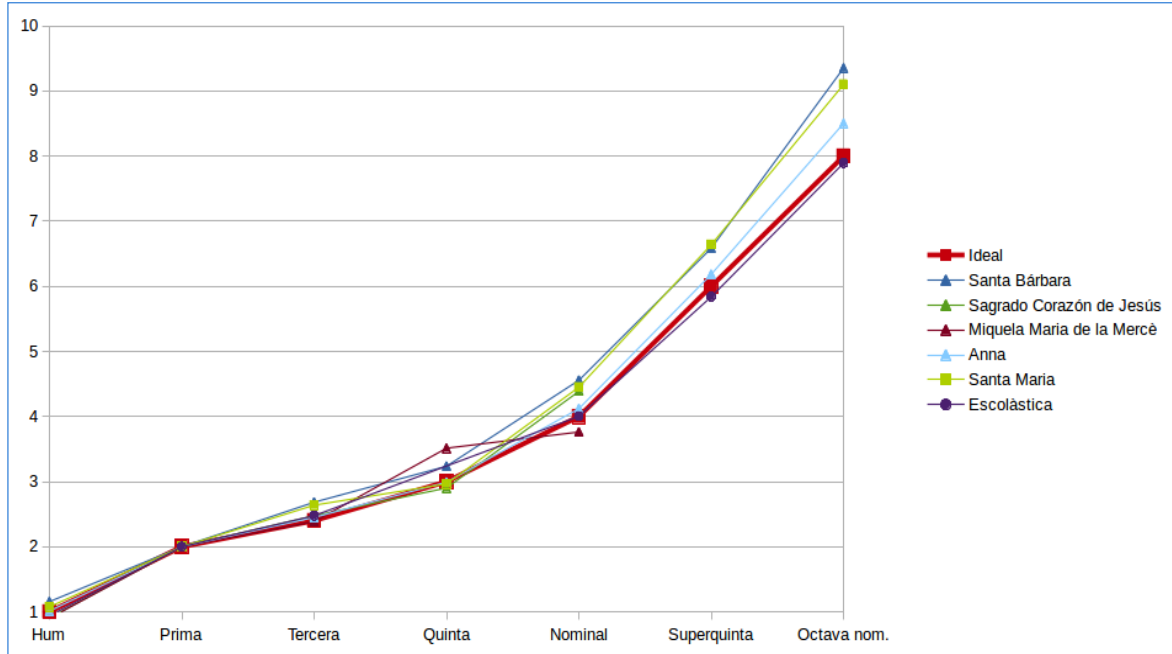


Tabla 96. Análisis de las campanas de la Catedral de Sant Pere, Vic. Elaboración propia.

Campana	Campana petita de les hores *	Campana petita dels quarts *	Escolàstica	Santa Maria	Campana dels quarts*	Anna	Miquela Maria de la Mercè (^)	Sagrado Corazón de Jesús	Santa Bárbara	Campana de les hores*
Hum	Do 6 +08	La 5 -02	Fa# 4 -07	Sol 4 +37	Mi 4 -40	Fa# 3 -09	Si 3 -45	Do 3 -37	Mib 3 +37	Reb 3 +29
Hum frec.	1051,5	878,5	368,5	400,5	322	184	240,5	128	159	141
Prima	Re 7 +00	Reb 7 -33	Sol 5 +02	Fa# 5 +09	Si 4 -31	Fa# 4 -28	Do 5 +35	Reb 4 +26	Reb 4 -13	Re 4 -33
Prima frec.	2348,5	2175,5	785	744	485	364	534	281,5	275	288
3ª	Mib 7 +37	Fa# 7 -25	Si 5 -27	Si 5 -11	Fa# 5 -34	La 4 +23	Mib 5 +40	Fa 4 -03	Fa# 4 -04	Fa 4 -41
3ª frec.	2543,5	2916	972	981,5	725,5	446	637	348,5	369	341
5ª				Reb 6 -08	La 5 +46	Reb 5 -31	Sib 5 +10	Lab 4 -28	La 4 +19	Lab 4 +11
5ª frec.				1103	904	544,5	938	408,5	445	418
Nominal	Do 8 -24	La 7 +34	Sol 6 +03	Lab 6 -05	Re 6 -14	Fa# 5 +23	Si 5 +29	Mib 5 -13	Mib 5 +11	Re 5 -47
Nom. frec.	4126,5	3591	1571	1655,5	La 6 -33	750	1004,5	617,5	626,5	571,5
Super 5ª			Re 7 -42	Mib 7 -13	La 6 -33	Reb 6 +25			La 5 +49	La 5 -49
Super 5ª frec.			2292	2470	1726,5	1125,5			905,5	855
8ª nom.			Sol 7 -21	Lab 7 +32	Re 7 -23	Sol 6 -22			Mi 6 -43	Re 6 +0
8ª nom. frec.			3098	3385,5	2318	1547,5			1286	1178
Año fund.	1450ca	1550ca	1954	1532	1724	1942	1942	1941	1941	1803
Diámetro	19	20	50	52	67	70	77	109	124	137
Fundidor					COROMINA, MIQUEL (OLOT)	PEREA, VIUDA DE ÀNGEL (MIRANDA DE EBRO)		ERICE, VIDAL		VENTULA, DAMIÀ (VIC)

- **Número de campanas:** 10
- **Campanas analizadas:** 10
- **Rango de tamaño:** 19-137 cm
- **Franja de fechas:** 1450-1954

Conjunto muy desigual, que fue reconstruido tras la Guerra Civil, como ocurrió en Solsona, compuesto por dos campanas grandes, dos medianas y dos pequeñas. En este caso, las mayores también son obra de Vidal Erice, aunque un año posteriores a las leridanas, siendo quizás esta la razón por la cual las hizo con perfil *normal* en vez de *romano*. Este fundidor es original de Pamplona y en esa zona geográfica es habitual que las dos campanas grandes sean con perfil *romano*. La única campana que no tiene un perfil *normal* es la “Miquela, Maria de la Mercè”, que sigue el modelo de perfil *gótico*.

A pesar de ser un conjunto remodelado, en la gráfica podemos observar que sí que existe homogeneidad entre las campanas, siendo la “Escolàstica” aquella que sigue de manera más cercana los parámetros de la campana ideal. Por el lado contrario, la “Miquela, Maria de la Mercè” es la que menos se ajusta a esos puntos establecidos.

Ha sido posible definir a través de los experimentos una nota de referencia en todas las campanas, excepto en la “Sagrado Corazón de Jesús”, en la que no se ha encontrado ninguno de los parciales, aunque el resultado sea Sol y esté muy cercano a la Quinta.

Salvo la “Santa Maria”, en la cual el parcial destacado es el de la Tercera, en el resto de las campanas es sobre todo la Nominal la que marca en gran medida el sonido final. Esto lo vemos de manera acentuada en la “Campana petita dels quarts” y en la “Campana de les hores”, en las cuales siete de los ocho participantes tuvieron clara la nota de mayor incidencia. En el caso de la “Santa Bàrbara”, en la que solo está destacada la Octava nominal, se trata de un resultado un tanto engañoso, ya que tanto el Hum como la Nominal tienen valores realmente cercanos.

El resultado que más sorprende es el de la “Campana dels quarts”, en la que solo coincide el Hum, hecho que es frecuente en campanas pequeñas, pero no tanto con el tamaño de esta, que ronda los 67 cm.

3.2.87 VIGO (GALICIA). CONCATEDRAL

Gráfica 90. Desviación de las campanas de la Concatedral, Vigo. Elaboración propia.

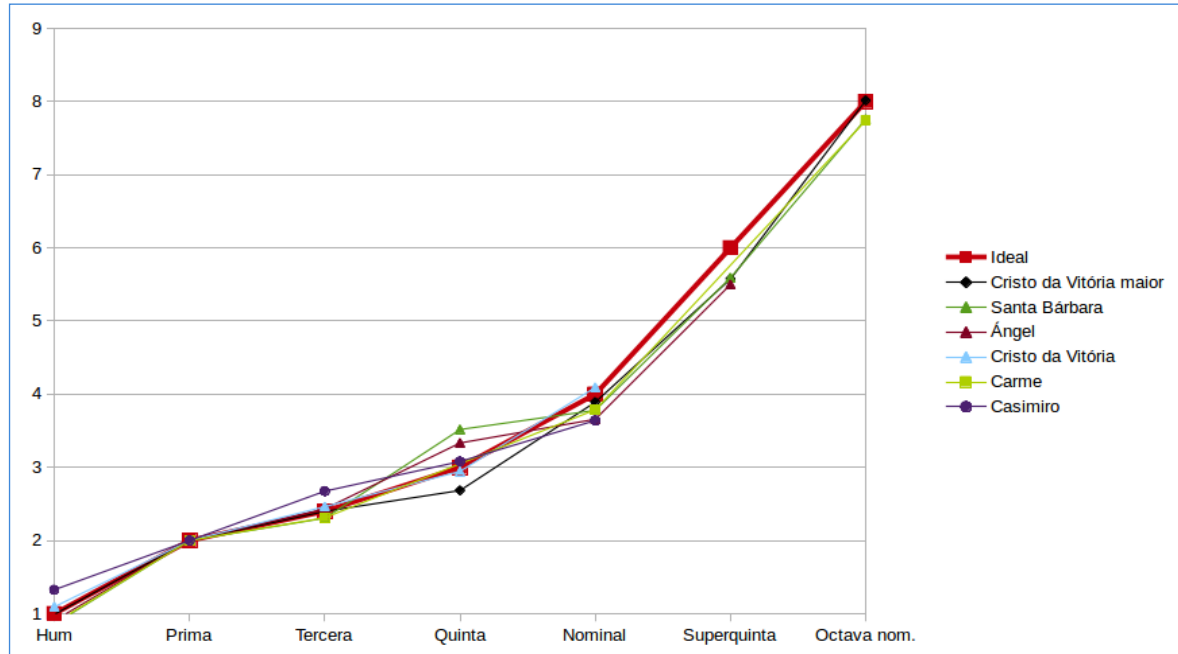


Tabla 97. Análisis de las campanas de la Concatedral, Vigo. Elaboración propia.

Campana	Casimiro	Carme	Campá dos cuartos*	Cristo da Vitória	Ángel	Santa Bárbara	Campá das horas*	Cristo da Vitória maior
Hum	Lab 4 +02	Sol 4 -26	Sol 4 -26	Sol 3 -08	Sol 3 +08	Fa# 3 -47	Fa# 3 -47	Reb 3 +42
Hum frec.	416	386	386	195	197	180	180	142
Prima	Mib 5 +13	La 5 +10	Mib 5 +13	Fa 4 +35	La 4 -19	Lab 4 +13	Fa# 4 +00	Re 4 -42
Prima frec.	627	885,5	627	356,5	435	418,5	370	286,5
3ª	Lab 5 +16	Do 6 -38	Si 5 -41	La 4 -03	Do 5 +18	Si 4 -40	La 4 +35	Fa 4 -28
3ª frec.	838,5	1023,5	964,5	439	529	482,5	449	343,5
5ª	Si 5 -39		Do 6 -38	Do 5 +05	Fa# 5 -35	Fa# 5 -09		Sol 4 -33
5ª frec.	965,5		1023,5	525	725	736		384,5
Nominal	Re 6 -49	Lab 6 +16	Sol 6 -05	Fa# 5 -24	Sol 5 +25	Sol 5 +15	Sol 5 -46	Reb 5 +09
Nom. frec.	1141,5	1677	1563	729,5	795,5	791	763	557,5
Super 5ª			Re 7 +18		Re 6 +31	Re 6 -06	Re 6 -26	Sol 5 +31
Super 5ª frec.			2374		1196	1170	1157	798,5
8ª nom.		La 7 -46	Lab 7 -29			Lab 6 -39	Sol 6 +32	Re 6 -39
8ª nom. frec.		3427	3266			1623,5	1598	1148
Año fund.	2000	2000	1630ca	1927	1807	1782	1860	1943
Diámetro	48	55	70	92	95	97	100	123
Fundidor	CARESA S. L. (VALLADOLID)		MUNAR I, JUAN DE (MERUELO)	OCAMPO ARTESANOS CAMPANEROS (ARCOS DA CONDESA)	RUCABADO, JOSÉ	RODRÍGUEZ, JUAN ANTONIO	PALLÉS, YSIDRO (BARCELONA)	OCAMPO, JUAN (ARCOS DA CONDESA)

- **Número de campanas:** 8
- **Campanas analizadas:** 8
- **Rango de tamaño:** 48-123 cm
- **Franja de fechas:** 1630-2000

En realidad, el conjunto estaba formado por las cuatro campanas grandes de la planta baja de la torre sur (“Cristo da Vitoria”, “Ángel”, “Santa Bárbara” y “Cristo da Vitória maior”); pero en el año 2000 la empresa Caresa S.L.²⁶⁴, para conseguir este cliente hizo lo mismo que en Córdoba, poner dos campanas de manera gratuita en la planta alta. Si observamos la gráfica, la campana “Casimiro” desentona en gran medida al hablar de la afinación relativa con el resto, mientras que la otra de las añadidas, la “Carme”, sí que sigue un dibujo similar.

Las cuatro campanas originales tienen un diseño parecido, aunque en el parcial de la Quinta, como es habitual, se divide mucho sin encontrar una coherencia clara.

Sin embargo, esta cohesión no la encontramos en relación a la nota de golpe, ya que en tres campanas hay una clara intervención de la Nominal en el sonido final, pero en las dos con nombre similar, “Cristo da Vitória” y “Cristo da Vitória maior”, no ha sido posible encontrar una relación con ninguno de los parciales, a pesar de que en ambas los resultados han sido bastante claros. En la primera de ellas, cinco de los ocho encuestados optaron por el Sol#, nota que se sitúa entre el Hum/Prima y la Tercera, lo que nos hace pensar que es la unión de esos sonidos la que produce el sonido final. En cuanto a la segunda, la campana mayor, ocurre lo mismo alrededor del Mib, siendo causado por los mismos motivos.

264. En la Gráfica 148 podemos ver las campanas producidas por esta empresa.

3.2.88 VITORIA - GASTEIZ (PAÍS VASCO). CATEDRAL VIEJA DE SANTA MARÍA

Gráfica 91. Desviación de las campanas de la Catedral Vieja de Santa María, Vitoria.
Elaboración propia.

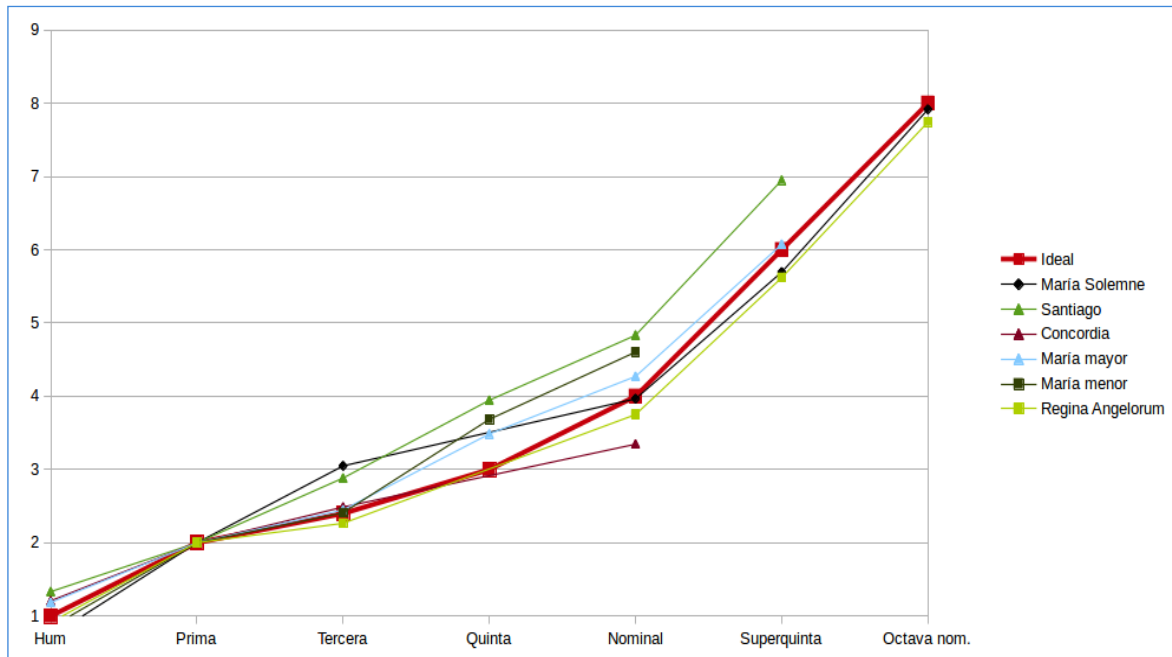


Tabla 98. Análisis de las campanas de la Catedral Vieja de Santa María, Vitoria. Elaboración propia.

Campana	Cuartos mayor* (^)	Regina Angelorum	María menor (^)	María mayor (^)	Concordia (v)	Santiago (v)	Campana de las Horas* (v)	María Solemne (v)
Hum	La 3 +15	Sol 3 -31	Fa 3 +03	Mi 3 +12	Si 3 +03	Fa 3 -26	Fa 2 -36	Re 2 +01
Hum frec.	222	192,5	175	166	247,5	172	85,5	73,5
Prima	Si 4 -38	Lab 4 +21	Lab 4 -11	Reb 4 +17	Lab 4 -22	Do 4 -24	Mi 4 +17	Lab 3 -39
Prima frec.	483	420,5	412,5	280	410	258	333	203
3ª	Re 5 +15	Sib 4 +37	Si 4 +10	Fa 4 -31	Do 5 -44	Fa# 4 +09	La 4 +38	Mib 4 -09
3ª frec.	592,5	476,5	497	343	510	372	450	309,5
5ª	La 5 -25		Fa# 5 +46	Si 4 -20		Do 5 -47	Reb 5 +06	
5ª frec.	867		760	488		509	556,5	
Nominal	Si 5 -33	Sol 5 +09	Sib 5 +31	Re 5 +31	Fa 5 -31	Mib 5 +03	Re 5 -05	Sol 4 +45
Nom. frec.	969	788,5	949,5	598	686	623,5	585,5	402,5
Super 5ª	Fa 6 +39	Re 6 +10		Lab 5 +40		La 5 +32		Re 5 -27
Super 5ª frec.	1429	1181,5		850,5		896,5		578
8ª nom.	Si 6 +07	Lab 6 -34						Sol 5 +42
8ª nom. frec.	1984,5	1628						803,5
Año fund.	1856	1945 CA	1860	1857	1850	1962	1596	1857
Diámetro	80	91	94	99	133	144	160	187
Fundidor	ECHEBASTER, ESTEBAN (VITORIA)	MURUA, VIUDA DE (VITORIA)	ECHEBASTER, ESTEBAN (VITORIA)			MURUA (VITORIA)		ECHEBASTER, ESTEBAN (VITORIA)

- **Número de campanas:** 9
- **Campanas analizadas:** 8
- **Campanas no analizadas:** La campana de los “Cuartos menor”, de 1843, 69 cm de diámetro y autor desconocido no pudo ser grabada.
- **Rango de tamaño:** 80-187 cm
- **Franja de fechas:** 1596-1962

Como es habitual en el País Vasco, nos encontramos con que las tres campanas mayores tienen perfil *romano* (“Concordia”, “Santiago” y “María Solemne”), mientras que de las pequeñas dos tienen forma de esquila, perfil *gótico* (“María menor” y “María mayor”), y finalmente hay una, situada en un lugar más alto, con perfil *normal*.

A pesar de haber podido analizar la “María Solemne”, esta campana sufre una pequeña rotura, lo que evidentemente afecta a su sonido y a los parciales obtenidos, teniendo relaciones incoherentes entre ellos.

Como podemos ver en la gráfica, esta diversidad de perfiles hace que sea un conjunto poco homogéneo a pesar de que Esteban Echebaster sea el fundidor principal. Lo cierto es que si miramos la Gráfica 111, que hace referencia a este autor, no encontraremos dos campanas con la misma relación entre sus parciales.

Las campanas “Concordia”, “María mayor” y “Santiago” ofrecen unos datos tan dispersos en los experimentos que no permiten sacar conclusiones respecto a los parciales obtenidos. Pese a ello, en “Concordia” vemos que la mayoría de resultados oscilan entre el intervalo Fa# y Sol#, lo que nos muestra claramente que la Prima y la Nominal tienen mucha influencia en el sonido final, pero sin llegar a ser ninguna de las dos tan clara como para definirlo del todo. En el caso de las otras dos, los resultados se dispersan más entre diferentes notas, lo que indica que el sonido en esas campanas no está lo suficientemente definido como para que los participantes en el experimento optaran por uno u otro.

En el resto de las campanas es la Nominal la que claramente define el sonido, reforzada en algunos casos por otros parciales importantes, como Hum, Prima u Octava nominal.

3.2.89 ZAMORA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE LA TRANSFIGURACIÓN

Gráfica 92. Desviación de las campanas de la Catedral de la Transfiguración, Zamora.
Elaboración propia.

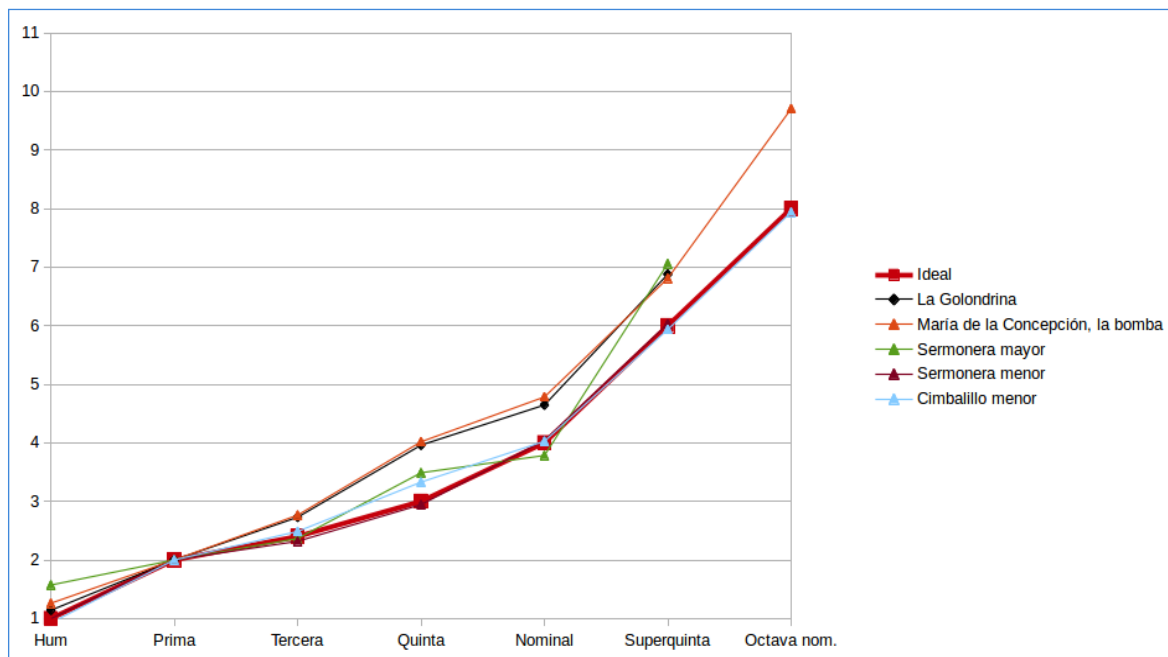


Tabla 99. Análisis de las campanas de la Catedral de la Transfiguración, Zamora. Elaboración propia.

Campana	Cimbalillo menor (Λ)	Sermonera menor(Λ)	Sermonera mayor (Λ)	María de la Concepción, la bomba	La Golondrina (∩)
Hum	Do 4 +15	Sol 3 +13	Fa 3 +33	Re 2 -21	Sib 2 -23
Hum frec.	264	197,5	178	72,5	115
Prima	Reb 5 +46	Sol 4 +17	Sib 3 -49	Sib 2 -23	Sol 3 +47
Prima frec.	569,5	396	226,5	115	201,5
3ª	Fa 5 +23	Sib 4 -26	Do 4 +41	Mib 3 +37	Reb 4 -13
3ª frec.	708	459	268	159	275
5ª	Sib 5 +28	Re 5 -12	Sol 4 +13	Sib 3 -15	Sol 4 +30
5ª frec.	948	583	395	231	399
Nominal	Re 6 -42	Sol 5 +34	La 4 -45	Reb 4 -13	Sib 4 +06
Nom. frec.	1146,5	800	428,5	275	468
Super 5ª	Lab 6 +29	Re 6 +28	Sol 5 +33	Sol 4 -02	Fa 5 -13
Super 5ª frec.	1690	1194,5	799,5	391,5	693
8ª nom.	Reb 7 +33			Reb 5 +11	
8ª nom. frec.	2260,5			558	
Año fund.	1550ca	1650ca	1749	1908	1669
Diámetro	66	100	105	159	193
Fundidor				DÍEZ, MOISÉS (PALENCIA)	BARCIA, DIEGO DE

- **Número de campanas:** 11
- **Campanas analizadas:** 5
- **Campanas no analizadas:** Otro de los lugares en los que la inaccesibilidad impidió hacer un análisis en profundidad de todas las campanas, con lo que será necesario una nueva aproximación.
- **Rango de tamaño:** 66-193 cm
- **Franja de fechas:** 1550-1908

Las propias características de la torre hicieron que la documentación en este caso fuera imposible²⁶⁵. De las campanas analizadas, nos encontramos con una mayor de perfil *romano*, “La golondrina”, mientras que las tres más pequeñas tienen forma esquilonada, perfil *gótico*.

A pesar de estar incompleto el análisis, vemos que la “Sermonera menor” tiene unos parciales prácticamente iguales a los de la campana ideal. De hecho, podríamos dividir el conjunto de campanas en tres grupos. La ya comentada y por otra parte dos grupos de dos campanas con ciertos paralelismos: por un lado, las dos campanas mayores, caracterizadas por tener una Prima grave respecto a los otros parciales, efecto que hace que el resto parezca desproporcionalmente agudo; y por otro lado la “Sermonera mayor” y el “Cimbalillo menor”, que dentro de sus desigualdades tienen cierto paralelismo hasta el quinto parcial.

En cuanto a los datos de la nota de golpe también será necesario contrastarlos cuando se analicen todas las campanas. La única campana en la que destacan la Prima y la Nominal es el “Cimbalillo menor”, ya que en el resto nos encontramos un caso distinto en cada una de ellas. En el de la “Sermonera mayor” tenemos una campana en la que sobresalen la Quinta y la Superquinta, mientras que en “María de la Concepción, la bomba” hay un resultado particular al destacar la Prima y la Quinta²⁶⁶.

Con la “Sermonera menor” los resultados del experimento son claros hacia un La. Cinco personas optaron por ella y tres por el Sol#, pero esta nota no coincide con ninguno de los parciales, lo que nos lleva a pensar que el sonido final está condicionado por la Prima y la Tercera, siendo un sonido intermedio.

Para finalizar, “La Golondrina” no tiene resultados por la gran diversificación de los datos conseguidos en el experimento, que provoca que no se pueda considerar ninguna nota más importante que las demás.

265. Hacemos referencia a campanas tras puertas de vidrio o rejas de madera, entre otras cosas.

266. Sin duda este resultado viene dado por la desviación hacia el grave de la Prima, provocando que haya un intervalo de octava cuando lo esperado sería de quinta.

3.2.90 ZARAGOZA (ARAGÓN). CATEDRAL BASÍLICA DE NUESTRA SEÑORA DEL PILAR

Gráfica 93. Desviación de las campanas de la Catedral Basílica de Nuestra Señora del Pilar, Zaragoza. Elaboración propia.

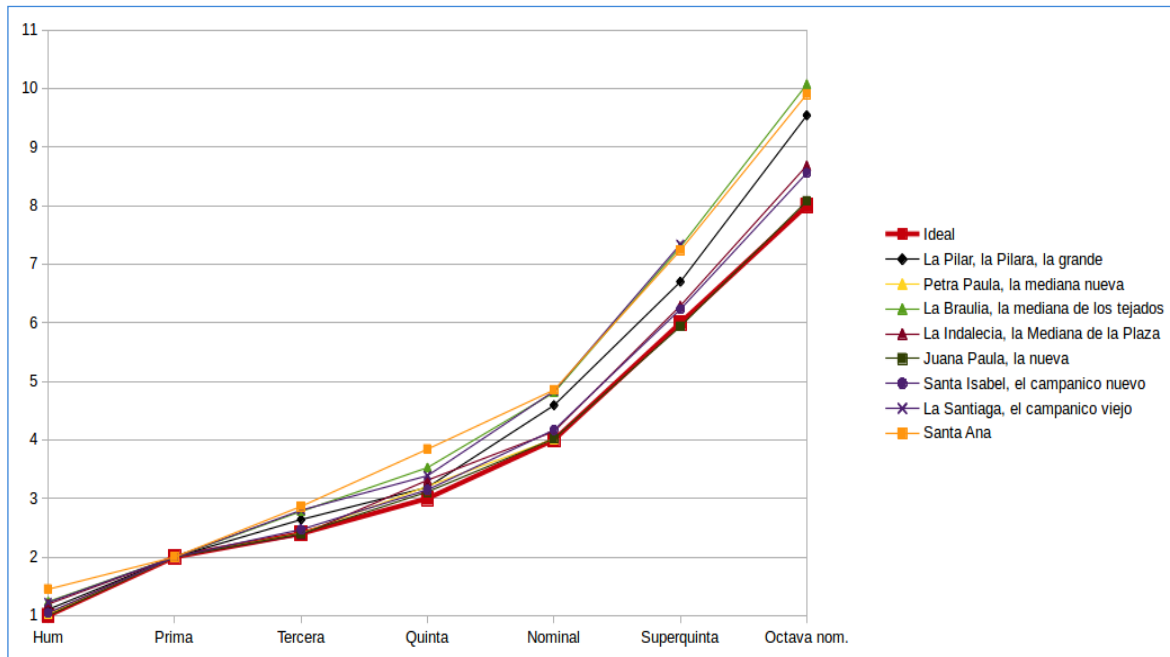


Tabla 100. Análisis de las campanas de la Catedral Basílica de Nuestra Señora del Pilar, Zaragoza.
Elaboración propia.

Campana	Santa Ana	Carillón de Correos (A)*	Campana del reloj*	Carillón de Correos (B)*	La Santiago	Carillón de Correos (C)*	Santa Isabel	Carillón de Correos (D)*	Juana Paula	Campana de los Cuartos*	La Indalecia	La Braulia	Petra Paula	La Pilar, la Pílara
Hum	La 4 +31	Fa 4 -08	Sol 4 +19	Reb 4 +26	Reb 4 -01	Si 3 -13	Si 3 -24	Lab 3 -05	Lab 3 -09	Fa 3 -06	Fa 3 +08	Mi 3 -19	Reb 3 +17	Sib 2 -23
Hum frec.	448	347,5	396,5	281,5	277	245	243,5	207	206,5	174	175,5	163	140	115
Prima	Mib 5 -10	Mi 5 +21	Fa 5 -07	Re 5 -11	La 4 +48	Sib 4 +01	Sib 4 -02	Fa# 4 +46	Lab 4 -07	Fa# 4 +46	Re 4 +00	Do 4 +12	Reb 4 -23	Lab 3 +07
Prima frec.	618,5	667,5	695,5	583,5	452,5	466,5	465,5	380	413,5	380	293,5	263,5	273,5	208,5
3ª	La 5 +10	Lab 5 +13	La 5 +25	Fa 5 -45	Mib 5 +29	Re 5 -35	Re 5 -38	Si 4 -08	Si 4 +07	La 4 +21	Fa 4 -03	Fa# 4 -18	Mi 4 -05	Reb 4 -13
3ª frec.	885,5	837	893	680,5	633	575,5	574,5	491,5	496	445,5	348,5	366	328,5	275
5ª	Re 6 +19	Si 5 -02	Re 6 -38	Lab 5 +07	Sol 5 -39		Fa# 5 -17	Fa 5 -45	Mi 5 -41	Si 4 +14	Si 4 -27	Sib 4 -06		Mi 4 +15
5ª frec.	1188	986,5	1149	834	766,5		732,5	680,5	643,5	498	486	464,5		332,5
Nominal	Fa# 6 +23	Fa 6 +03	Fa# 6 +12	Reb 6 +26	Reb 6 -24	Si 5 -40	Si 5 -30	Lab 5 -02	Lab 5 +00	Fa# 5 +15	Mib 5 -40	Mib 5 +31	Reb 5 -16	Sib 4 +45
Nom. frec.	1500	1400	1491	1125	1093	965	970,5	829,5	831	746,5	608	633,5	549	478,5
Super 5ª	Reb 7 +15	Do 7 +07	Reb 7 -05	Lab 6 +16	Lab 6 +00	Fa# 6 -49	Fa# 6 -35	Mib 6 -06	Mib 6 -23	Reb 6 +21	Sib 5 -17	Si 5 -47		Fa 5 +00
Super 5ª frec.	2238	2102,5	2210	1678,5	1660,5	1438,5	1450	1239,5	117,5	1122,5	923	961		698,5
8ª nom.	Sol 7 -41	Fa# 7 -46		Re 7 -32		Si 6 +00	Si 6 +14	Lab 6 +43	Lab 6 +09	Sol 6 -24	Mib 6 +41	Mi 6 +11		Si 5 +11
8ª nom. frec.	3062,5	2882		2306		1974,5	1992	1703	1670	1546	1274,5	1327		994,5
Año fund.	1884	1940	1764	1940	1804	1940	1971	1940	1983	1508	1794	1783	1971	1866
Diámetro	52	54	62	70	73	76	80	96	100	100	130	130	140	157
Fundidor		LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCHEL BAJO)	LESTER & PACK (LONDON)	LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCHEL BAJO)	ARGOS, ANTONIO DE (CATAYUD)	LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCHEL BAJO)	GUIXÀ	LINARES ORTIZ, CONSTANTINO DE (CARABANCHEL BAJO)	GUIXÀ	CLERGET, JOAN	ARGOS, FERMÍN DE (NAVARRA)	ARGOS YGUAL, ANTONIO DE ARGOS; ARGOS, FERMÍN DE; ARGOS HELGUEROS, ANTONIO DE	GUIXÀ	ARGOS, ANDRÉS DE; ZUVIETA, EUGENIO DE

- **Número de campanas:** 16
- **Campanas analizadas:** 14
- **Campanas no analizadas:** De las dos campanas no analizadas, la “Campana de señales”, de 30 cm de diámetro, de 1900 y autor desconocido no se encuentra en la torre, mientras que “La Campana de los Sitios”, de 1711, 220 cm, obra de Andrés de Asín, no pudo ser grabada.
- **Rango de tamaño:** 52-157 cm
- **Franja de fechas:** 1508-1983

Podemos afirmar que el juego original de campanas del Pilar no existe. Estaba formado por la “Ana fija”, que solo tocaba un par de fiestas al año, y las habituales dos pequeñas, “El campanico viejo” y otra que fue refundida; las dos medianas de la plaza y de los tejados y el contrapunto de “La Pilar, la Pilara”. Las otras tres fueron añadidas por Guixà, de manera que las situó todas en el interior *a lancé*, incluyendo alguna del reloj y alguna suya. En la actualidad vuelven a tocar a bandeado o a repique. De hecho, cuando bandeado “La Pilara” las demás repican, o por el contrario cuando el resto bandeado “La Pilara” no toca.

Si observamos la gráfica de las desviaciones, vemos que se trata de un conjunto equilibrado y homogéneo, en el que tan solo destacan de manera importante las desviaciones de la “Santa Ana” y los valores que tienden hacia notas agudas desde el cuarto parcial de “La Pilara”.

Esta homogeneidad también se muestra cuando cruzamos los datos de los parciales con los obtenidos en los experimentos referentes a la nota de golpe. En pocos conjuntos de campanas vemos tan claramente que se sitúe la nota de golpe principalmente en la Nominal, aunque en alguna también se encuentre en otros parciales principales. De hecho, nos encontramos dos campanas, “La Santiaga” y “La Campana de los Cuartos”, en las que prácticamente todos los miembros del experimento coincidieron en la misma nota; y otras seis en las que el grado de coherencia también fue muy alto.

El único caso donde no se cumple esta homogeneidad es en la “Campana del reloj”, en la que vemos que el parcial destacado coincide con la Tercera. A esto hay que añadir que en el caso de “La Braulia, la mediana de los tejados” no ha sido posible decantarse por ninguna de las notas porque los resultados de los experimentos no son concluyentes debido a su dispersión.

3.2.91 ZARAGOZA (ARAGÓN). CATEDRAL DEL SALVADOR

Gráfica 94. Desviación de las campanas de la Catedral del Salvador, Zaragoza. Elaboración propia.

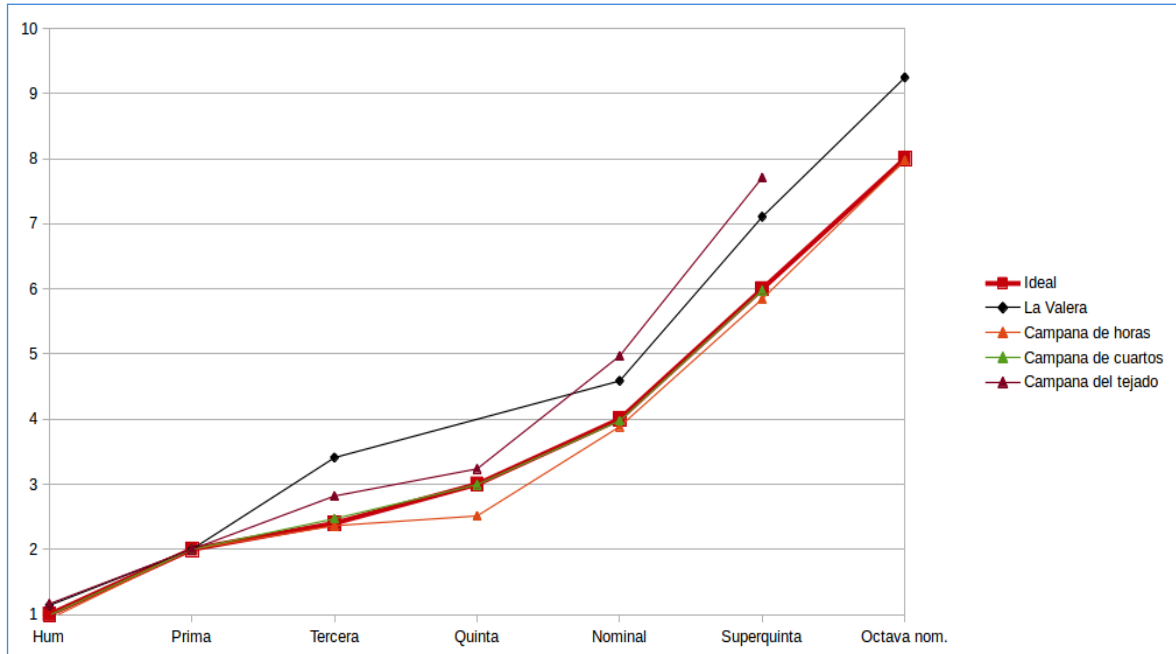


Tabla 101. Análisis de las campanas de la Catedral del Salvador, Zaragoza. Elaboración propia.

Campana	Campana del tejado*	Campana de cuartos*	Campana de horas*	La Valera (7)
Hum	Mib 5 -25	Fa 4 -31	Sib 3 -49	Mib 3 +32
Hum frec.	613	343	226,5	158,5
Prima	Do 6 +14	Fa 5 -09	Si 4 -26	Reb 4 +08
Prima frec.	1055	694,5	486,5	278,5
3ª	Fa# 6 +07	La 5 -44	Re 5 -38	Sib 4 +30
3ª frec.	1486,5	857,5	574,5	474,5
5ª	Lab 6 +46	Do 6 -11	Mib 5 -31	
5ª frec.	1706,5	1039,5	611	
Nominal	Mi 7 -10	Fa 6 -21	Sib 5 +22	Mib 5 +44
Nom. frec.	2621	1379,5	944,5	638,5
Super 5ª	Si 7 +49	Do 7 -14	Fa 6 +30	Si 5 +03
Super 5ª frec.	4066,5	2076	1422	989,5
8ª nom.			Si 6 -31	Mi 6 -41
8ª nom. frec.			1940	1287,5
Año fund.	1757	1661	1450ca	1901
Diámetro	29	38	82	167
Fundidor				BALLESTEROS, BENITO F.; BLANCO, AVELINO (MERUELO)

- **Número de campanas:** 10
- **Campanas analizadas:** 4
- **Campanas no analizadas:** De las seis campanas no analizadas, dos están rotas (“La pequeña, Santo Dominguito de Val”, de 80 cm de diámetro y “La otra pequeña”, de 89 cm, ambas de 1900, obra de Antonio Averly) y el resto no pudieron ser grabadas. Como en el caso de otras catedrales, para poder realizar un estudio en profundidad de la misma será necesario una nueva aproximación para poder obtener todos los datos.
- **Rango de tamaño:** 29-167 cm
- **Franja de fechas:** 1450-1901

La falta de datos hace muy difícil el análisis de las campanas de esta catedral. Como ya se ha mencionado, será necesario un nuevo acercamiento para poder sacar conclusiones. A pesar de ello, es importante mencionar el paralelismo que se da entre la “Campana de horas” y la “Campana de cuartos”, que, salvo en el caso de la Quinta, siguen muy de cerca los valores de la campana ideal.

Esta dificultad la hemos encontrado también a la hora de relacionar los experimentos sobre la nota de golpe con los resultados de estas campanas. Tan solo en dos de ellas, en las del reloj, se ha observado alguna equivalencia, pero con el mínimo de las selecciones para poder tenerlas en cuenta²⁶⁷. Mientras que en la “Campana de los cuartos” sí que se dan dos de los parciales más frecuentemente señalados; en la “Campana de horas” sorprende que coincida con la Tercera. Para finalizar, en las otras dos campanas no ha sido posible encontrar equivalencias debido a la diversificación de los resultados.

267. Nos referimos a tres de los ocho participantes del experimento. Para más información al respecto consultar el capítulo 2 que hace referencia a la Metodología.

3.3 RESULTADOS POR FUNDIDORES

Para analizar los resultados de las desviaciones de las campanas realizadas por cada fundidor hemos seleccionado aquellos que tienen en la actualidad, dentro del universo investigado de las campanas de las catedrales hispanas, un mínimo de tres campanas.

Debemos tener en cuenta que esto no es un estudio sobre los fundidores, sino sobre el resultado del trabajo de los fundidores en cada catedral, a través del análisis de sus campanas, documento físico que nos ocupa en esta tesis²⁶⁸.

El criterio a la hora de ordenar a los distintos autores ha sido según la fecha de fundición de la primera campana de cada uno de ellos. De hecho, es interesante como punto de partida ver la diferencia en cuanto a la cantidad de campanas realizadas por cada uno, ya que es evidente la introducción en el siglo XX de elementos industriales que permiten un mayor número de creaciones. Además, no podemos obviar que con el paso del tiempo se han ido rompiendo campanas, lo que provoca que cuanto más antiguo sea el fundidor menos probabilidades existen de encontrar obras suyas.

A esto hay que añadirle el proceso de electrificación que se llevó a cabo en toda España, que supuso una gran pérdida en relación al patrimonio material, ya que muchas campanas fueron descartadas y refundidas sin ningún tipo de criterio establecido; y asimismo, una pérdida aún mayor del patrimonio inmaterial por la destrucción de los modos, maneras y toques tradicionales, a través de una falsa unificación de los mismos, basada en la comodidad de las empresas instaladoras.

Joan Clerget

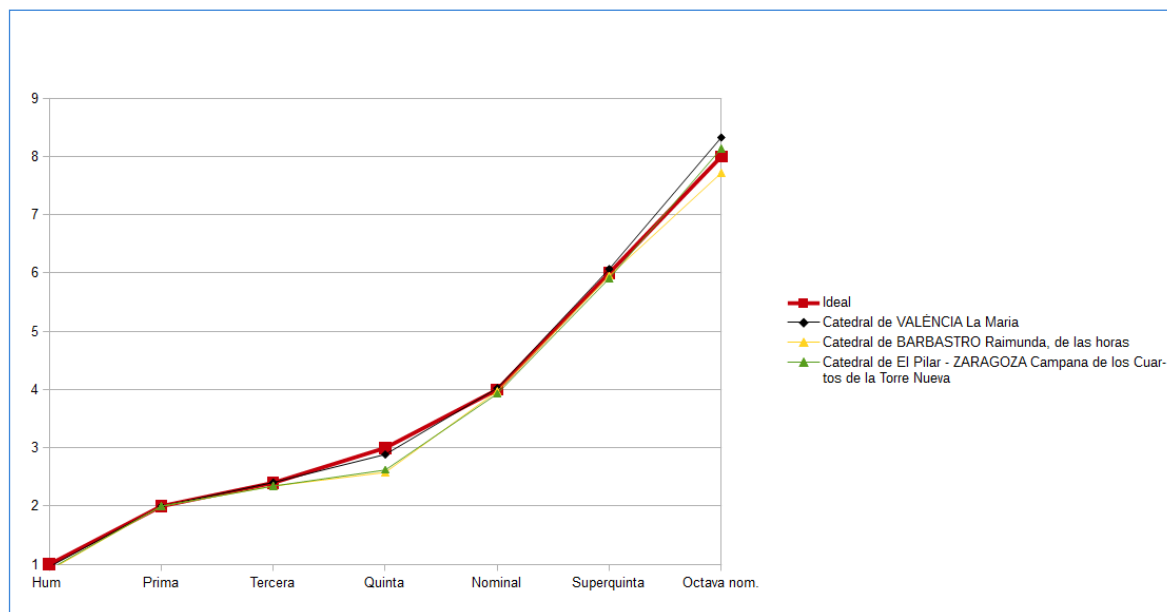
Hasta el siglo XVI no encontramos ningún caso en el que coincidan tres campanas o más de un mismo fundidor. El primero en aparecer es **Joan Clerget**, autor de tres campanas, cada una en una Catedral distinta, entre 1508 y 1544. Observando la gráfica, asombra cómo prácticamente dibujan la misma línea que la campana ideal. Tan solo en el parcial de la Quinta se produce una desviación significativa en la campana de Zaragoza²⁶⁹, pero realmente esto es intrascendente sobre todo si tenemos en cuenta que estas campanas, que se sitúan entre los 100 y los 145 cm, no han sido torneadas una vez fundidas, al igual que ocurre con prácticamente la mayoría de las analizadas en este estudio. Esto significa que el autor tenía muy claro cómo debía realizarse la fundición y sobre todo cómo tenía que ser el perfil de la campana para conseguir tales re-

268. Sería muy interesante un estudio en profundidad de cada fundidor para poder entender cómo llega al resultado estudiado, es decir la campana fundida, pero ello significaría probablemente un monográfico por cada uno de los fundidores y en muchos casos incluso un trabajo de investigación como el actual para cada uno de ellos.

269. Es necesario recordar que el parcial de la Quinta es al que menos importancia se le da, incluso hoy en día a la hora de afinar una campana, debido a que es el que menos interviene en el resultado del sonido final.

sultados. Sin duda, su más que posible origen francés hizo que estuviera más próximo a las corrientes europeas en cuanto a la construcción de campanas.

Gráfica 95. Desviación de las campanas fundidas por Joan Clerget (1508-1544). Elaboración propia.



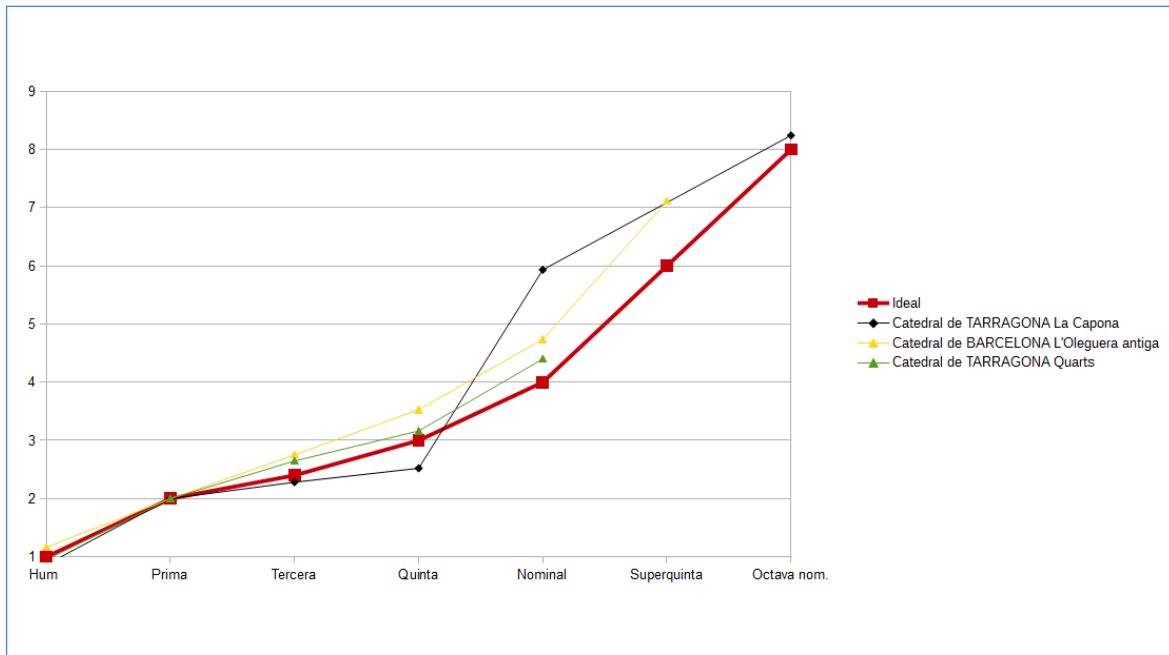
Antoni Fenodi

Tan solo un año después, **Antoni Fenodi** realiza dos campanas de la Catedral de Tarragona. Habrá que esperar veinte años para poder encontrar otra obra suya, concretamente en la Catedral de Barcelona. Si observamos la gráfica, claramente se ve que sus campanas no tienen la perfección de Clerget, sobre todo en el caso de “La Capona”, de 157 cm, campana en la que la desviación de sus parciales es muy grande. A pesar de ello, las otras dos, de 62 y 57 cm, tienen un resultado más cercano a la campana ideal.

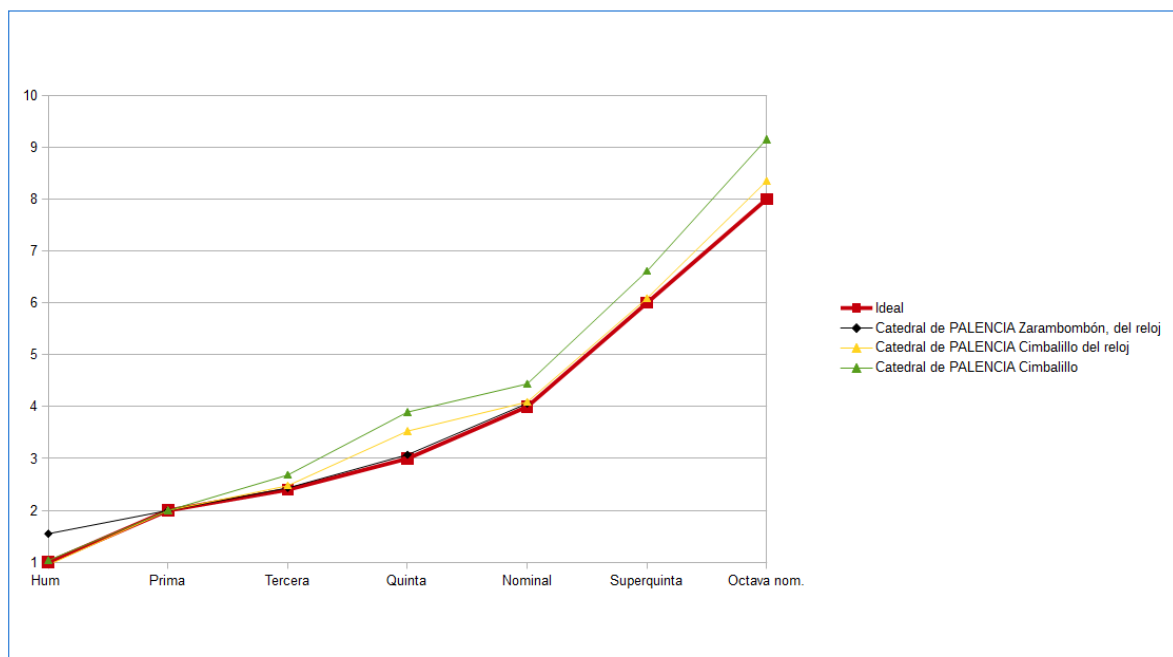
Juan Díez

Es interesante el caso de **Juan Díez**, quien en 1524 realiza tres campanas para la Catedral de Palencia, que oscilan entre los 65 y los 161 cm. Aunque fundió las tres para el mismo lugar y fueron realizadas en el mismo momento, consideramos que este autor no tenía unos criterios definidos a la hora de buscar el sonido interno de las campanas. Los antiguos fundidores, hasta la llegada de los industriales, no emplean perfiles de metal que les sirven para realizar varias campanas, sino que los calculan cada vez dibujándolos en una pared y haciendo los perfiles de madera según el cálculo del trazado, de un solo uso. Por lo tanto, podemos llegar a la conclusión de que este fundidor no sabía trazar con precisión perfiles, o lo hacía de una manera ciertamente aleatoria, ya que la coherencia del perfil es la que transmite una afinidad en el sonido.

Gráfica 96. Desviación de las campanas fundidas por Antoni Fenodi (1509-1529). Elaboración propia.



Gráfica 97. Desviación de las campanas fundidas por Juan Díez (1524). Elaboración propia.



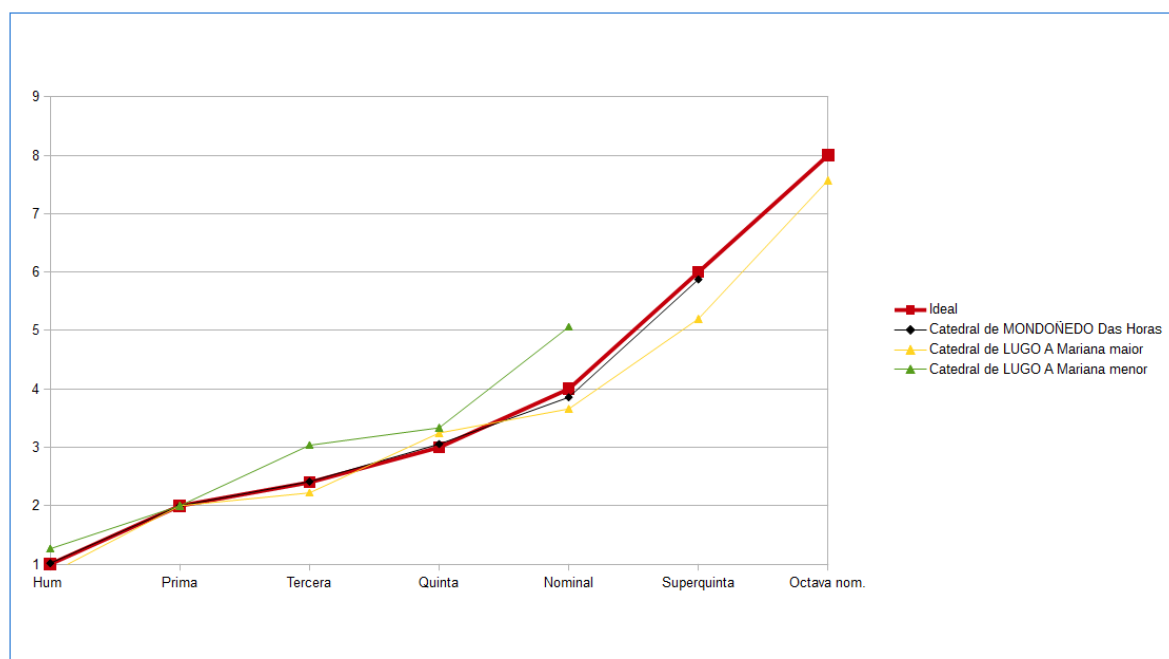
Es realmente curioso que en todo el siglo XVII no encontremos ningún fundidor del que hayamos analizado tres campanas. El único que realizó tres es **Matías Solano**, con campanas en Córdoba, Sevilla y Jerez de la Frontera, pero esta última no ha podido ser estudiada, con lo que contamos solo con dos, insuficiente para poder realizar un mínimo análisis comparativo.

Dionisio Alonso de Viadero

Ya en el siglo XVIII, **Dionisio Alonso de Viadero** elabora entre 1719 y 1720

tres campanas, todas ellas situadas en Galicia, dos en Lugo, de 44 y 53 cm, y una en Mondoñedo, de 117 cm. Si observamos la gráfica, es interesante que las dos campanas en las que la línea está más próxima son aquellas ubicadas en torres diferentes. De hecho, las dos que se encuentran en Lugo no tienen nada en común, comprobable a través del parcial de la Quinta, ya que mientras en “A Mariana maior” se queda proporcionalmente agudo, en el caso de “A Mariana menor” ocurre todo lo contrario, siendo proporcionalmente mucho más grave respecto a la Tercera y la Nominal, situación que se repite en la Prima.

Gráfica 98. Desviación de las campanas fundidas por Dionisio Alonso de Viadero (1719-1720).
Elaboración propia.

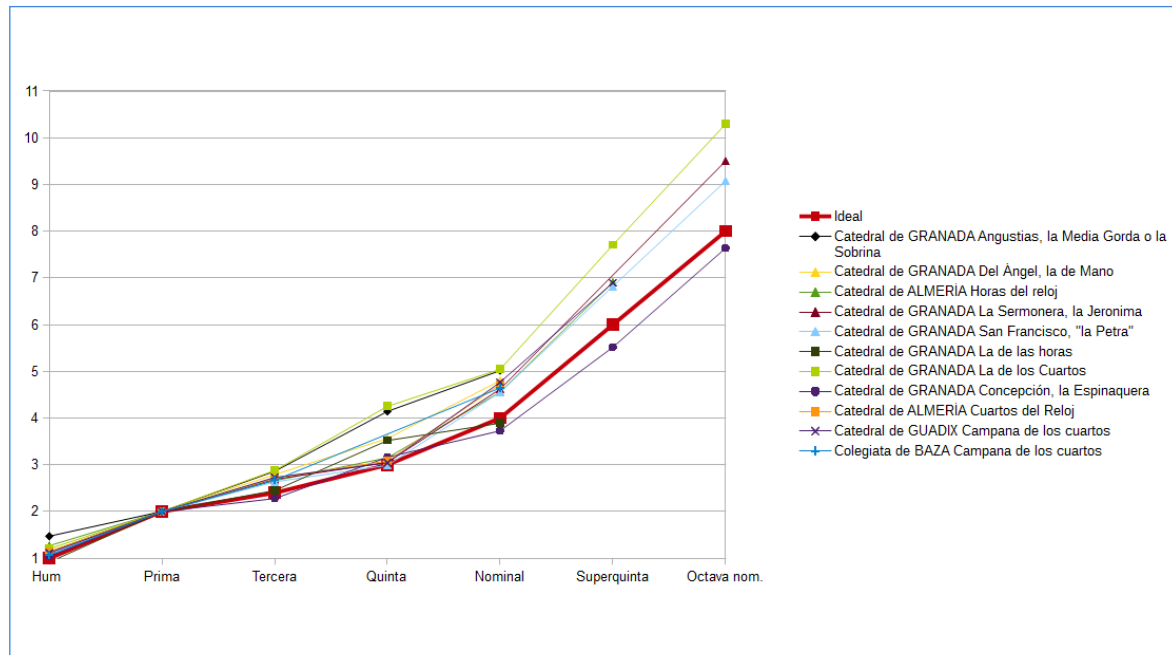


José Corona

En la segunda mitad del siglo XVIII, **José Corona** realiza once campanas, todas ellas en la zona de Andalucía, en las catedrales de Almería, Baza, Granada y Guadix. Su obra comprende un rango muy amplio de tamaños, que van desde los 57 cm de la “Campana de los cuartos” de Baza hasta los 175 de “Angustias, la Media Gorda o la Sobrina” de Granada; realizadas a lo largo de 39 años. La primera es “De Ángel, la de Mano” de 1752, y la última, ya en 1791 “La de las horas”, ambas

en la misma Catedral de Granada. Al igual que en el caso anterior, no hay unos criterios establecidos en cuanto al sonido. Como podemos observar, en las siete campanas realizadas para la Catedral de Granada los parciales fluctúan alrededor de la línea marcada por la campana ideal, sin tener ninguna lógica interna.

Gráfica 99. Desviación de las campanas fundidas por José Corona (1752-1791). Elaboración propia.



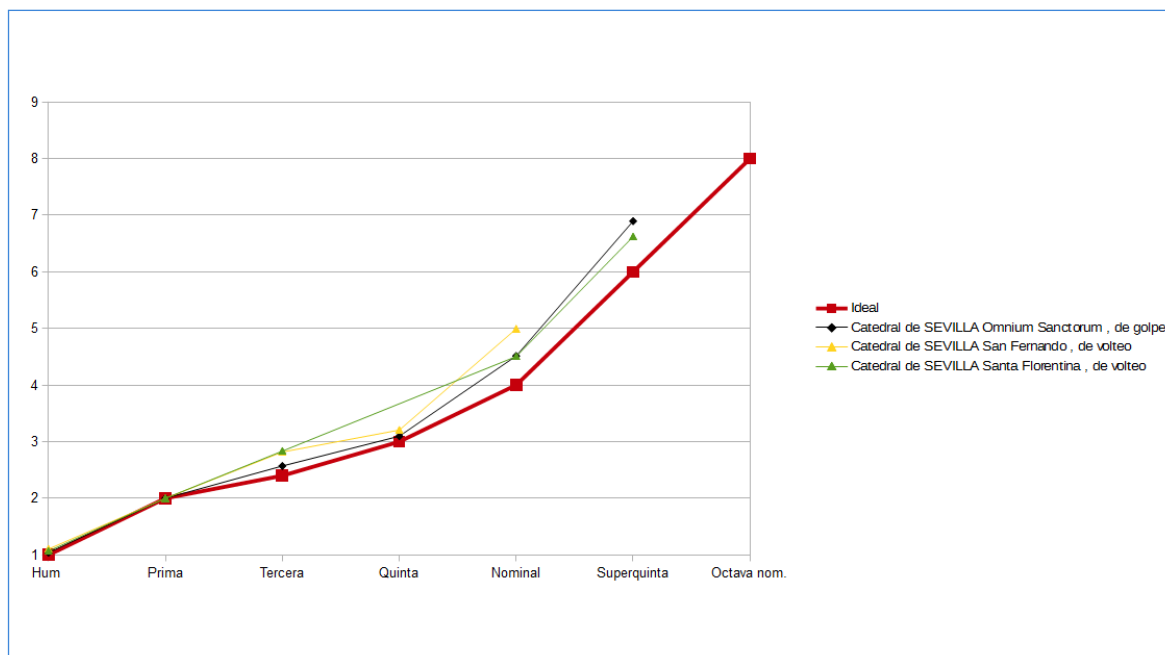
José de la Riva

En el caso de **José de la Riva** estamos ante otro ejemplo centrado en la zona de Andalucía, con tres campanas realizadas para la Catedral de Sevilla entre los años 1763 y 1764, siendo tres campanas grandes, entre 88 y 142 cm. En ellas, sin embargo, sí que podemos encontrar una cierta lógica interna ya que si nos fijamos, Hum y Prima mantienen las proporciones, con una desviación desde el tercer parcial hacia registros agudos. En el caso de la “Santa Florentina” hay que señalar las limitaciones²⁷⁰ de la gráfica al no haber podido analizar el parcial de la Quinta, lo que provoca un falso efecto de desviación mucho mayor de lo real al unir con una línea recta desde la Tercera a la Nominal. De haber existido dicho parcial, las tres campanas tendrían una línea relativamente similar.

270. En el capítulo 2, referente a la Metodología, se pueden consultar todas las decisiones tomadas respecto al uso de los datos en los experimentos, así como las limitaciones a la hora de plasmarlo en las gráficas.

Gráfica 100. Desviación de las campanas fundidas por José de la Riva (1763-1764).

Elaboración propia.



Bernardo Venero

Con **Bernardo Venero** ocurre algo similar a lo visto con José Corona, ya que de hecho ambos son artífices de campanas para la Catedral de Granada, aunque en este caso datan entre 1772 y 1779. En sus campanas no encontramos ningún tipo de lógica interna ni de coherencia entre sus parciales. Es cierto que en la campana “San Juan” de la Catedral de Granada, de 61 cm, vemos cierta afinidad con la campana ideal, pero si comparamos con el resto, que rondan entre los 56 y los 222 cm, podemos llegar a la conclusión de que este resultado es fruto de la casualidad más que un hecho empíricamente buscado.

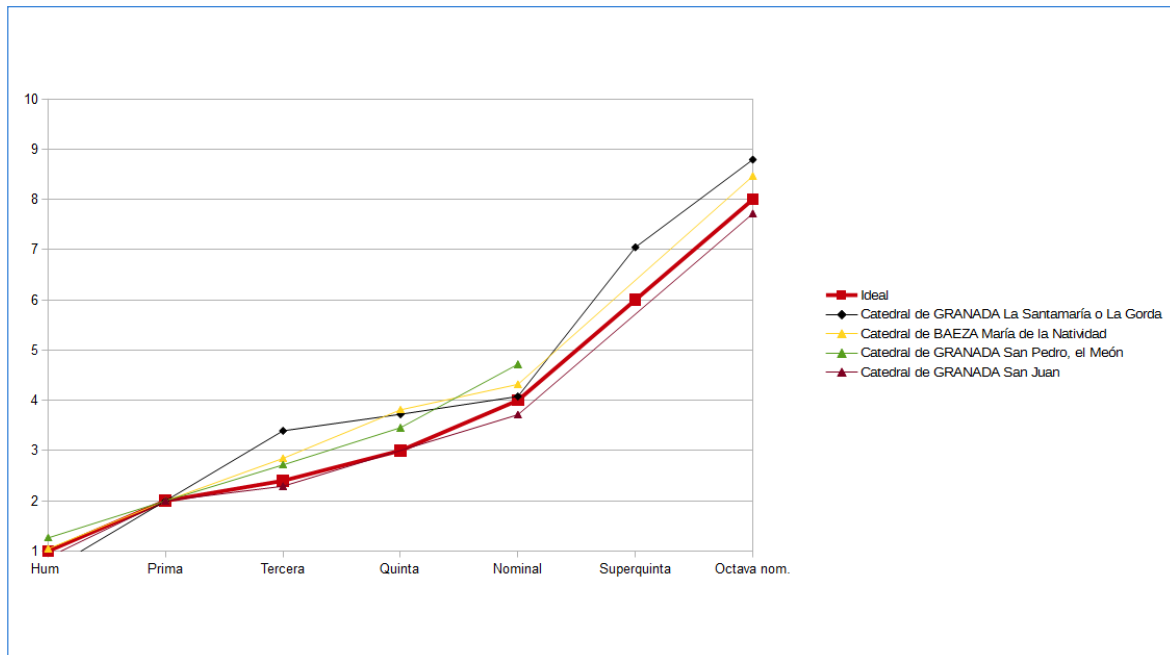
Louis Hardouin

Un caso diametralmente opuesto es el de **Louis Hardouin**, quien elabora tres campanas para la Catedral de San Cristóbal de la Laguna en los años 1776 y 1777; con un diámetro muy proporcionado en todas ellas, desde 95 a 115 cm. En estos tres ejemplos vemos claramente el diseño de campanas propias de carillón, con desviaciones prácticamente imperceptibles. De esta manera podemos constatar que, tal como hemos visto en los ejemplos anteriores y en otros tantos que veremos más adelante, a pesar de que muchos fundidores no tenían conocimientos claros sobre el di-

seño del perfil para lograr campanas equilibradas²⁷¹, sí que había una tendencia, sobre todo en el norte de Europa, de trabajar de una manera más sistemática y en muchos casos científica, para obtener los resultados deseados de antemano y no lo que surgiera aleatoriamente según la cantidad de material utilizado.

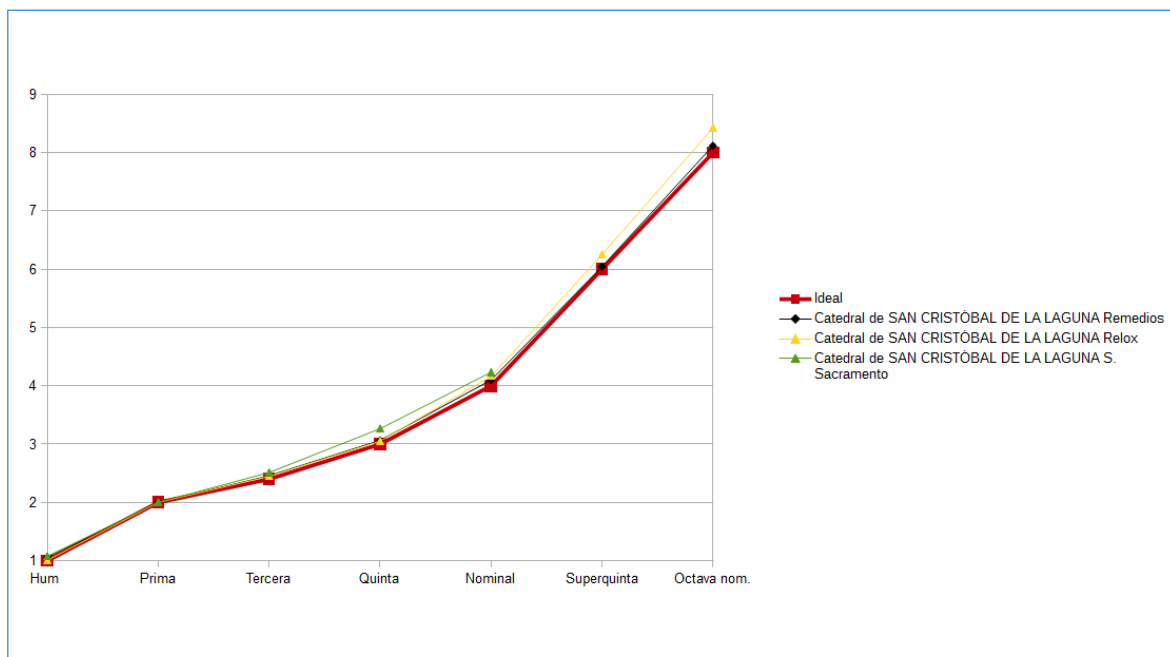
Gráfica 101. Desviación de las campanas fundidas por Bernardo Venero (1772-1779).

Elaboración propia



Gráfica 102. Desviación de las campanas fundidas por Louis Hardouin (1776-1777).

Elaboración propia.

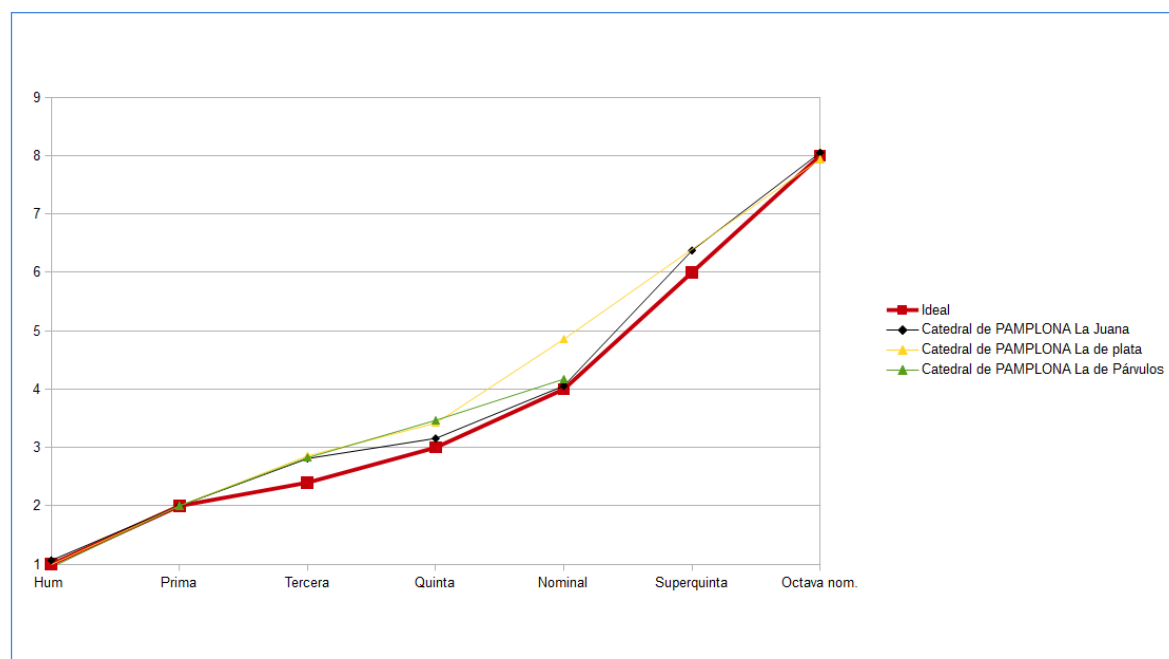


271. Al hablar de campanas equilibradas no queremos decir que tengan que ser idénticas a la campana ideal y por tanto a las campanas afinadas de carillón, sino que guarden una relación y una afinación entre ellas y las que les rodean en los distintos conjuntos.

José Marcout

De hecho, en el caso de las campanas fundidas por **José Marcout** para la Catedral de Pamplona, entre 1780 y 1792, encontramos un buen ejemplo de campanas con cierta coherencia interna y eso que hablamos de una diferencia de tamaño muy grande, ya que la pequeña mide tan solo 33 cm, aunque en este caso no ha sido posible realizar el análisis, y la mayor 130 cm. Es cierto que no son campanas afinadas, que no siguen la línea marcada por la campana ideal, pero podemos observar que dentro de ciertas desviaciones tienen unos parámetros similares, como es un Hum y Prima equilibrados y una Tercera mucho más aguda de lo esperado²⁷². A partir del cuarto parcial ya es difícil encontrar unos criterios comunes, pero la semejanza hasta ese provoca un sonido similar en las tres campanas.

Gráfica 103. Desviación de las campanas fundidas por José Marcout (1780-1792). Elaboración propia.



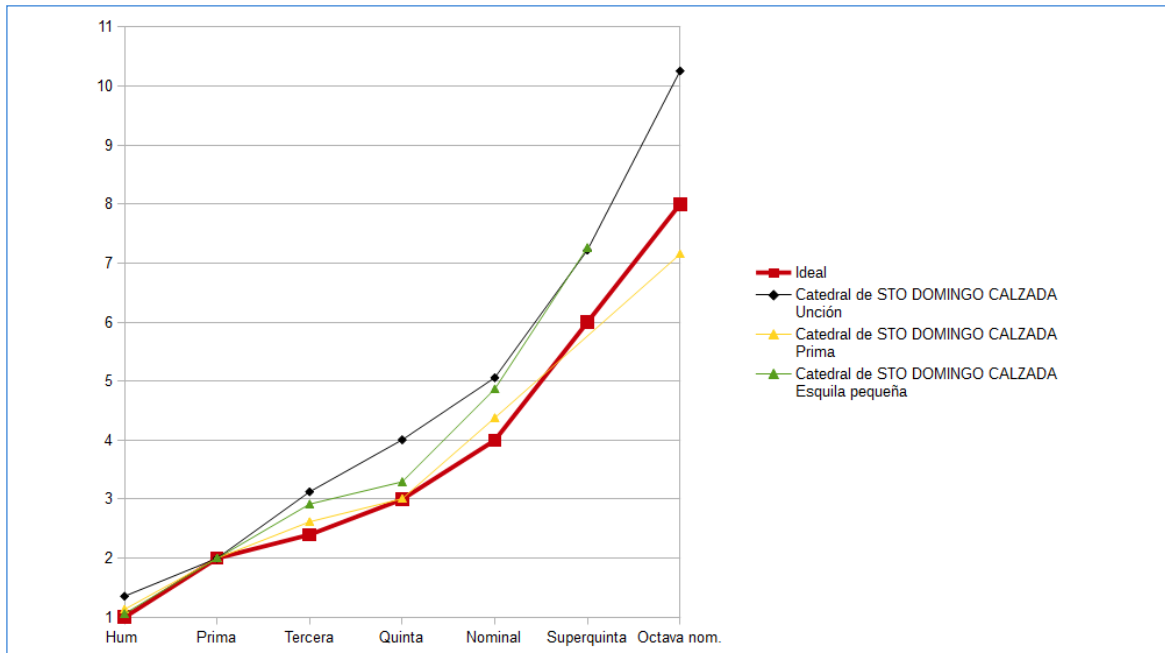
Pedro de Menezo Orenzana

En el caso de **Pedro de Menezo Orenzana**, vemos que sus campanas fundidas para la Catedral de Santo Domingo de la Calzada, durante los últimos 20 años del siglo XVIII, tampoco siguen ningún criterio común. Mientras las dos grandes, de 146 y 98 cm, son de 1780, la “Esquila pequeña” es de 1801, lo que son muchos años de diferencia. Esto nos hace pensar que no es correcto hacer una división entre el sur y el norte de España en cuanto

272. Nos encontramos en estos tres casos con un intervalo de cuarta aumentada, cuando lo esperado en la campana ideal es de una tercera menor.

a la influencia de fundidores europeos, porque nos encontramos con casos de búsqueda y de aleatoriedad en ambas zonas²⁷³.

Gráfica 104. Desviación de las campanas fundidas por Pedro de Menezo Orenzana (1780-1801). Elaboración propia.



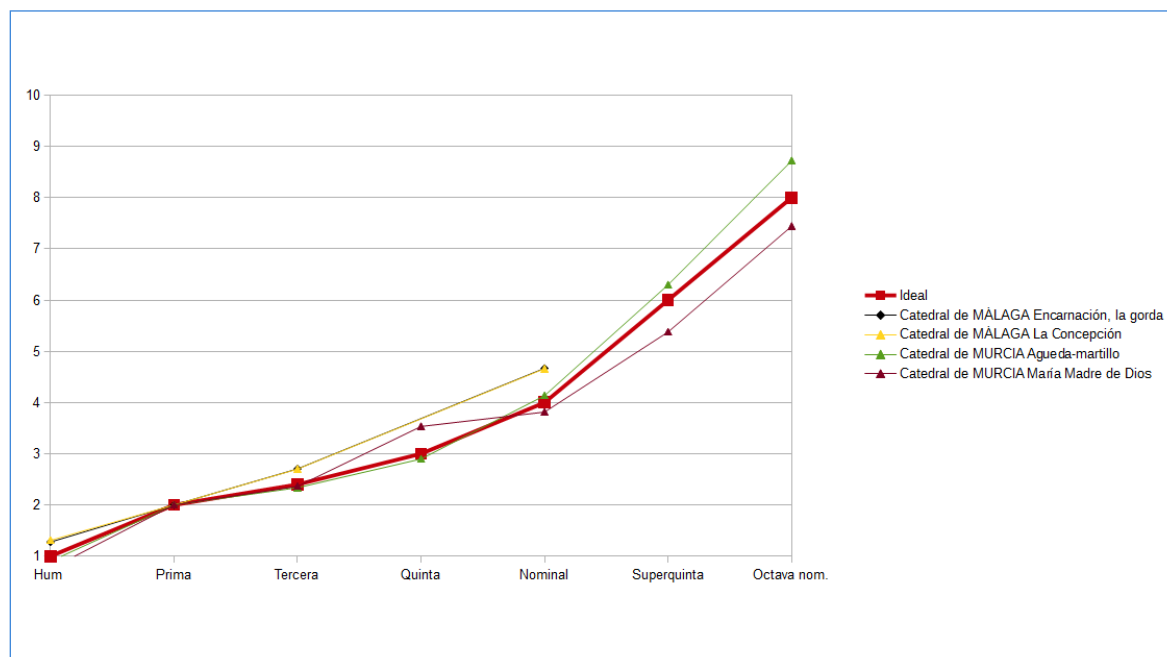
Fernando de Venero

De hecho, en la obra que **Fernando de Venero (Meruelo)** realiza durante prácticamente esos mismos años para las catedrales de Málaga y de Murcia, aparentemente tampoco se aprecia ninguna lógica interna, pero si nos fijamos detenidamente, podemos observar que las dos campanas de Málaga siguen un patrón exacto; en las campanas de Murcia, a pesar de no ser tan perfecto, también presenta unas líneas similares. Tenemos que tener en cuenta además que se trata de campanas de gran tamaño, ya que la menor mide 181 cm diámetro y la mayor 223. En el caso de las campanas de Málaga nos encontramos con una Prima más grave de lo esperado, lo que implica, a nivel de la gráfica, que el resto de los parciales sean mucho más agudos proporcionalmente. Por otra parte, en los dos ejemplos de Murcia, vemos cómo la distancia entre el Hum y la Prima es mayor de lo esperado, manteniéndose de manera casi

273. Al menos en teoría, los fundidores europeos solamente influyen en la Corona de Aragón, no en la Corona de Castilla, aunque se dice que la proliferación de fundidores en Cantabria se debe a que Santander era el puerto de enlace entre Castilla y Flandes, pero sus campanas tienen poca relación con las campanas de carillón holandesas o belgas. Esta hipótesis sobre el origen de los fundidores cántabros de momento es una leyenda no contrastada y de hecho, como veremos en el apartado 3.4 no hay factores que lo sostengan en relación a las campanas de las catedrales

perfecta la relación con la Tercera. Aunque es cierto que en el parcial de la Quinta hay una gran desviación, en la Nominal vuelven a encontrarse, lo que aporta a ambas campanas una estructura interna similar.

Gráfica 105. Desviación de las campanas fundidas por Fernando de Venero, Meruelo, (1785-1790). Elaboración propia.



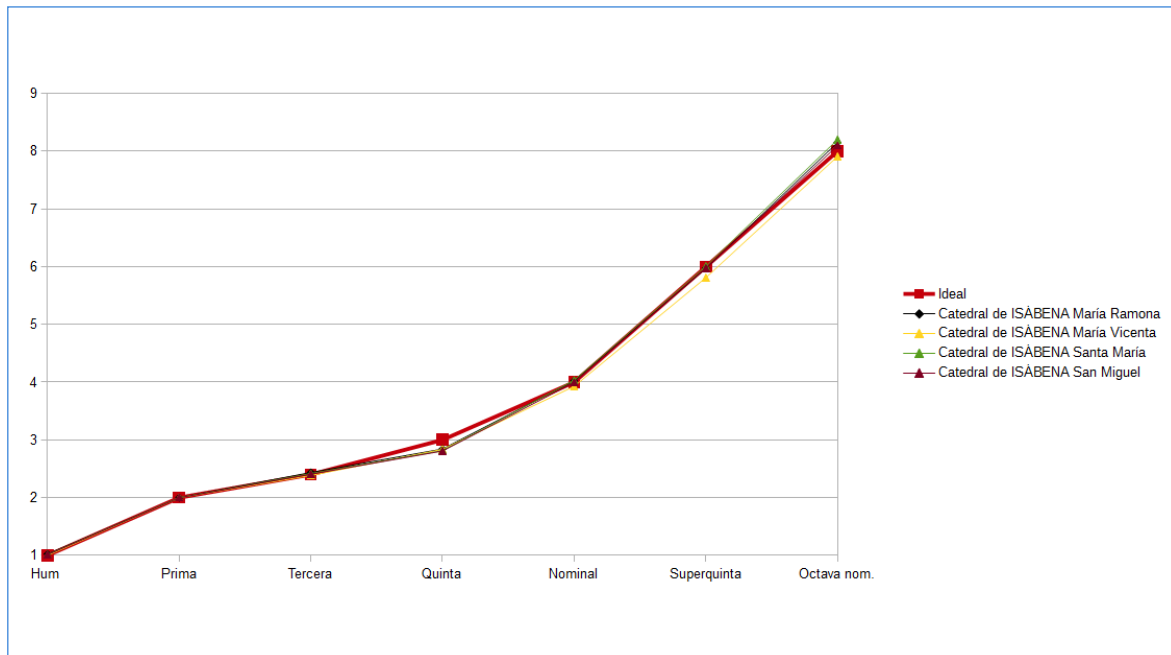
Agustín Sel

En el límite entre el siglo XVIII y XIX se sitúan las cuatro campanas realizadas por **Agustín Sel** para la Catedral de

Isábena, en las que nos encontramos de nuevo con unas proporciones prácticamente calçadas a las de la campana ideal, y eso que el margen de tamaño es grande, la pequeña tiene 48 cm de diámetro y la mayor 118 cm. Es interesante observar cómo los casos aleatorios y los de campanas con mucha lógica interna e incluso afinadas, se van alternando, tanto en tiempo como en espacio geográfico. Esto nos lleva a afirmar que no se trata de tendencias claras en una u otra línea, sino de fundidores que tienen el conocimiento y el saber hacer.

Es cierto que en el parcial de la Quinta, se produce una ligera desviación, pero vemos que todas la siguen, lo que da mucha homogeneidad a este conjunto de campanas. La única desviación es en la “María Vicenta”, pero ya en el parcial de la Superquinta, y tampoco es muy relevante.

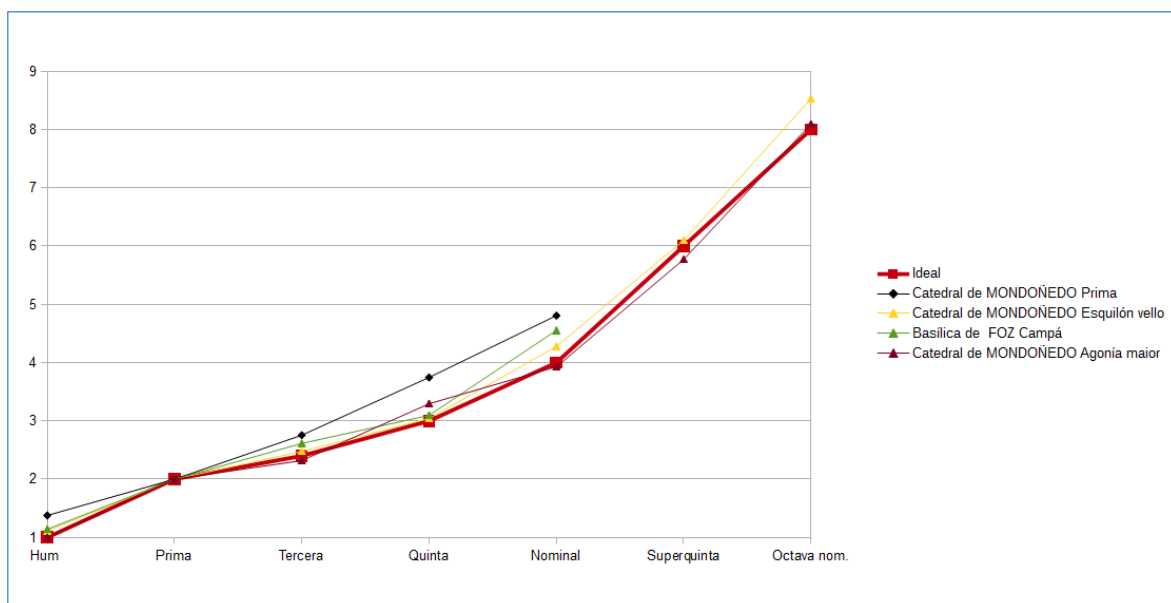
Gráfica 106. Desviación de las campanas fundidas por Agustín Sel (1799-1800). Elaboración propia.



Francisco Blanco Palacio

Como decíamos, la alternancia entre coherencia y aleatoriedad es evidente, y en el caso de **Francisco Blanco Palacio (Mondoñedo)** esta última se da de manera evidente. En las campanas realizadas entre 1813 y 1851 para las catedrales de Foz y Mondoñedo no es posible encontrar ningún tipo de lógica, porque cada campana tiene un rasgo completamente distinto al de las otras.

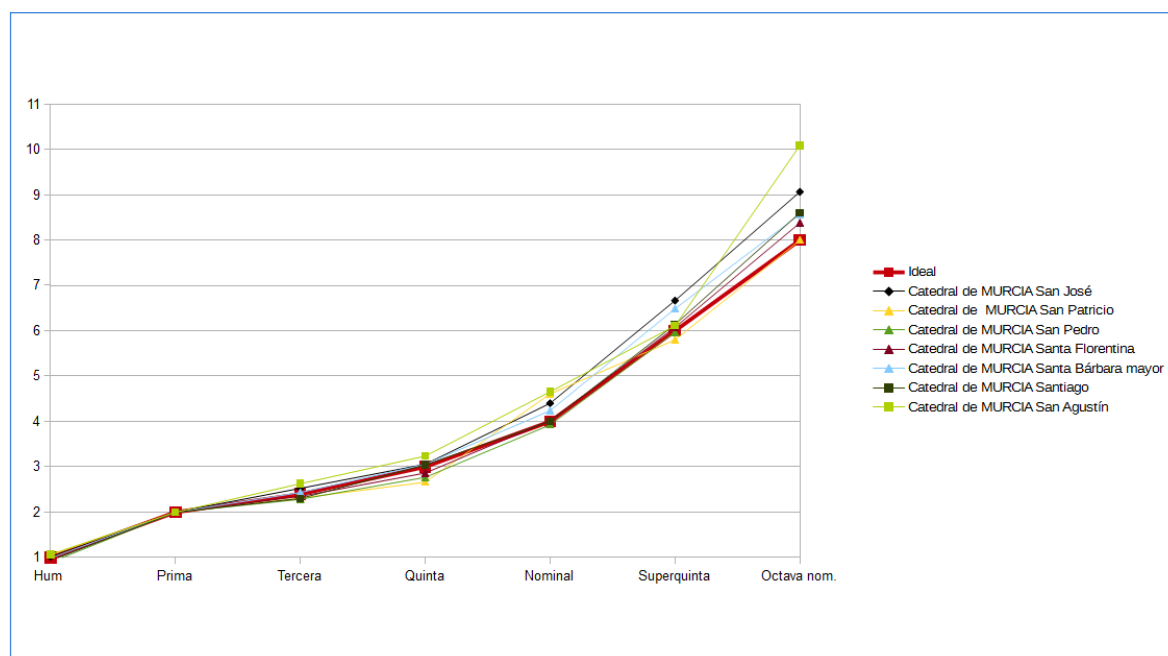
Gráfica 107. Desviación de las campanas fundidas por Francisco Blanco Palacio, Mondoñedo, (1813-1851). Elaboración propia.



Manuel Rosas

En torno a la primera quincena del siglo XIX, realiza siete campanas para la Catedral de Murcia, **Manuel Rosas (Almería)**. En este caso vemos cómo al ser destinadas para el mismo lugar, el fundidor, a pesar de no utilizar un criterio del todo homogéneo, busca un perfil similar para todas ellas, aunque las campanas van desde los 57 a los 161 cm de diámetro. Lo que consigue es que, aun habiendo uniformidad entre la desviación de los parciales, se produzca cierta lógica en las desviaciones propias de cada campana.

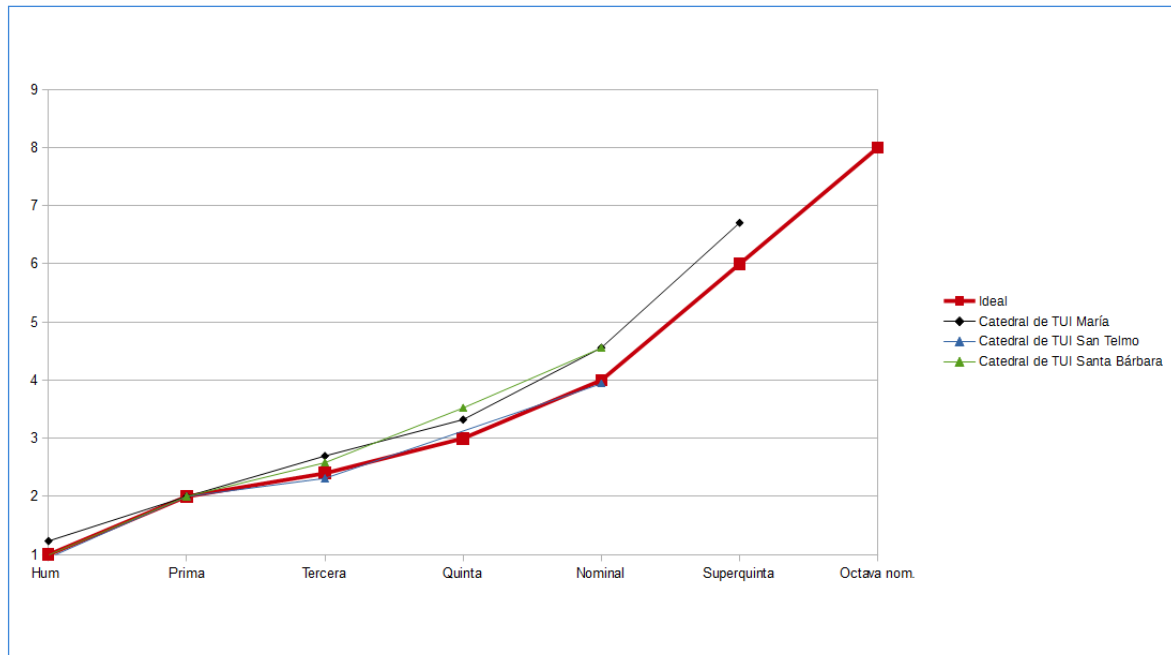
Gráfica 108. Desviación de las campanas fundidas por Manuel Rosas, Almería, (1815-1818).
Elaboración propia.



José Felix Pereira Dos Santos

Alrededor del primer cuarto del siglo XIX, **José Felix Pereira Dos Santos (Braga)** funde tres campanas para la Catedral de Tui, todas ellas muy grandes, de 85 cm la más pequeña y la mayor de 165 cm de diámetro. A pesar de que en un primer golpe de vista aparenten criterios parecidos, si nos fijamos, hay momentos en los que coinciden líneas de distintas campanas. Por ejemplo, en el caso de “María” y “Santa Bárbara” solo se da relativamente a partir de la Prima, cruzándose entre la Tercera y la Quinta, lo que provoca que en realidad no podamos hablar de similitudes.

Gráfica 109. Desviación de las campanas fundidas por José Felix Pereira Dos Santos, Braga, (1825-1828). Elaboración propia.



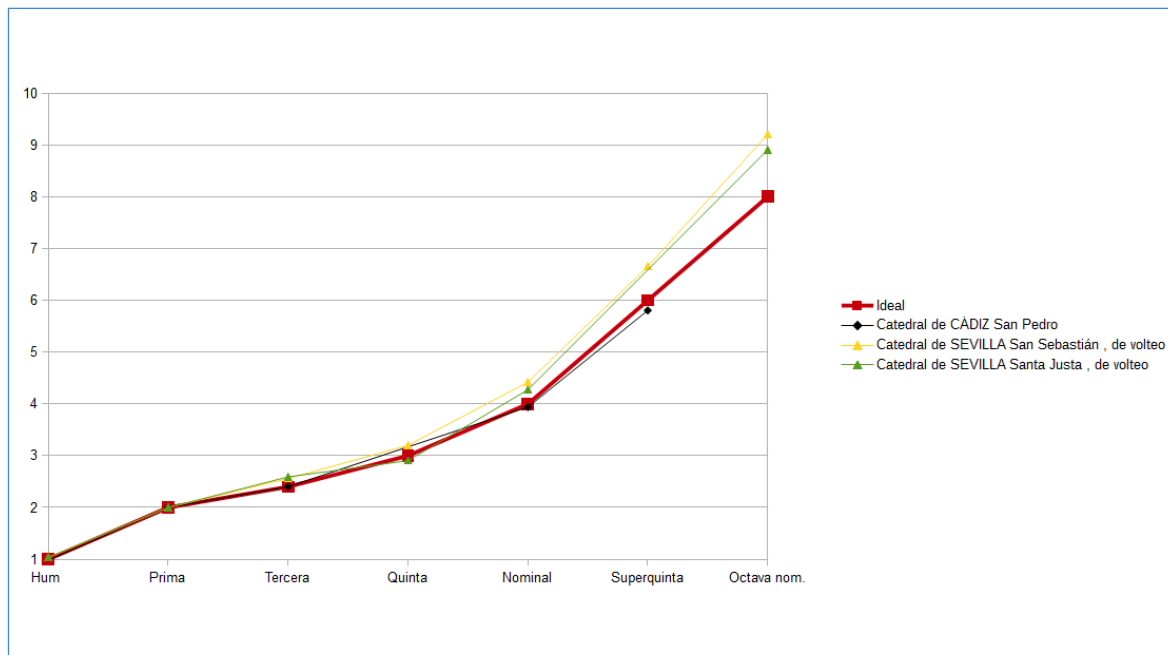
Francisco Japón

Sin embargo, en las campanas de **Francisco Japón (Sevilla)**, realizadas para la Catedral de Cádiz, en 1844, y de Sevilla, en 1851, podemos hablar de un caso similar al de Manuel Rosas. Al seguir unos criterios parecidos en su elaboración no consigue una uniformidad pero sí que hay unas líneas que avanzan en direcciones y con parámetros muy similares, sobre todo teniendo en cuenta que hay una diferencia de 40 cm entre la campana más pequeña, de 63, y la más grande, de 103 cm.

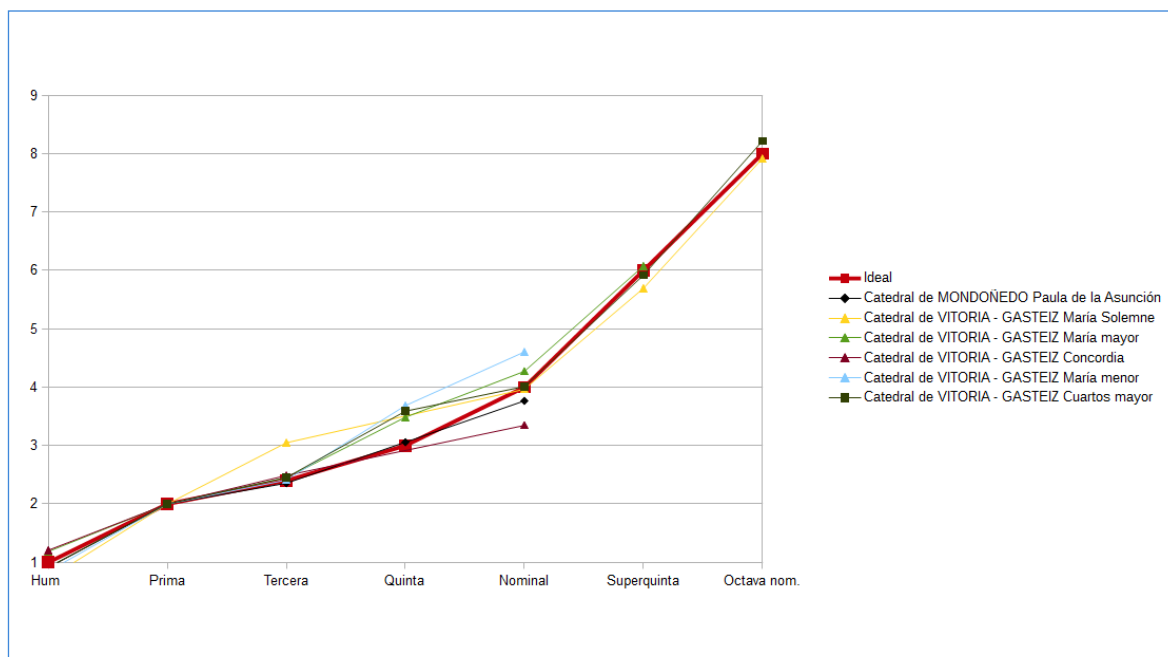
Esteban Echebaster

En las campanas de Vitoria y Mondoñedo, realizadas por **Esteban Echebaster (Vitoria)** durante la segunda mitad del siglo, nos encontramos de nuevo con un autor en el que la aleatoriedad es la mayor característica. Es cierto que nos referimos a campanas muy diferenciadas en el tiempo, ya que son 35 años los que pasan desde que hace la primera, “Concordia”, en 1850, a la última, “Paula de la Asunción”, y con tamaños muy dispares, que se sitúan entre los 80 y los 187 cm, pero como hemos visto en otros autores, esta no es razón para que en sus campanas no haya una lógica interna.

**Gráfica 110. Desviación de las campanas fundidas por Francisco Japón, Sevilla, (1844-1851).
Elaboración propia.**



**Gráfica 111. Desviación de las campanas fundidas por Esteban Echebaster, Vitoria, (1850-1885).
Elaboración propia.**

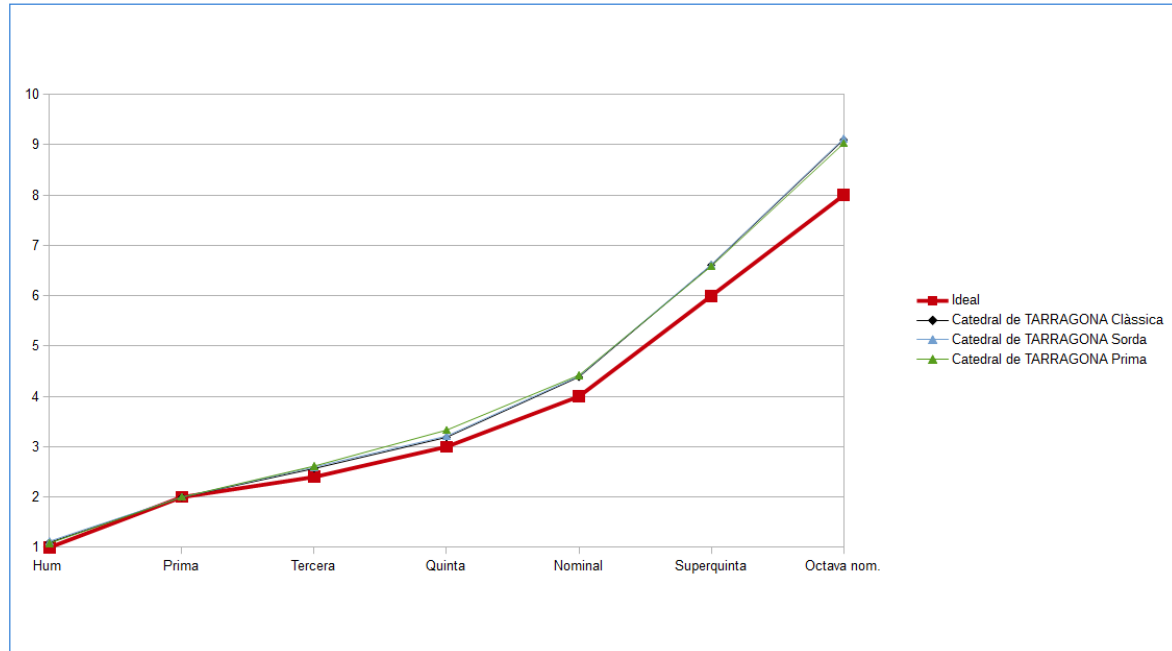


Como vamos viendo a través del trabajo de los distintos fundidores, a lo largo del tiempo, es concluyente que no podemos hablar de zonas geográficas en España donde se dé mayor influencia de los estilos europeos o épocas de mayor incidencia, ya que como hemos visto, se alternan claramente aquellos en los que hay cierta lógica con los que no, sin importar la zona donde realizan su trabajo.

Josep Pomarol

Un nuevo ejemplo de fundidor en el que se dan claramente unos parámetros claros es **Josep Pomarol (Reus)**, quien realiza tres campanas para la Catedral de Tarragona entre 1859 y 1867. En ellas observamos que, a pesar de que la Prima es ligeramente más grave respecto al resto de parciales²⁷⁴, hay una línea clara entre las tres campanas, que incluso provoca que se confundan en la representación gráfica, aunque es cierto que son campanas de tamaños similares, ya que partimos desde los 50 cm de la “Prima” hasta los 77 de la “Sorda”.

Gráfica 112. Desviación de las campanas fundidas por Josep Pomarol, Reus, (1859-1867).
Elaboración propia.

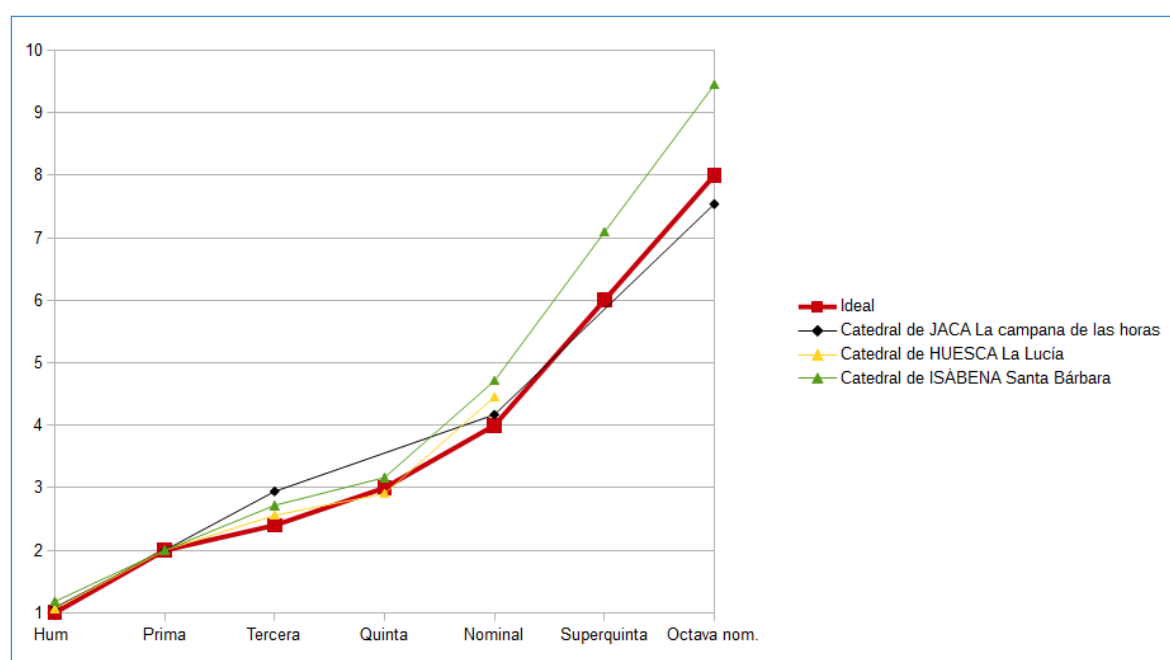


274. Al tomar la Prima como nota de referencia, el que esta sea más grave produce una desviación en la gráfica, haciendo que el resto de los parciales se muestren mucho más agudos de lo que realmente son.

Paulino Ballesteros

Otro caso de resultados sin relación entre ellos lo tenemos en las fundiciones de **Paulino Ballesteros**. Sus tres campanas, situadas en una zona geográfica similar, Jaca, Huesca e Isábena, fueron realizadas entre 1879 y 1896 y muestran unos parciales completamente distintos en valores y relaciones entre ellos. Además, hay que añadir que las tres campanas son de un tamaño similar, ya que solo encontramos 13 cm de diferencia entre la pequeña, “Santa Bárbara” con 62 y “La campana de las horas” con 75.

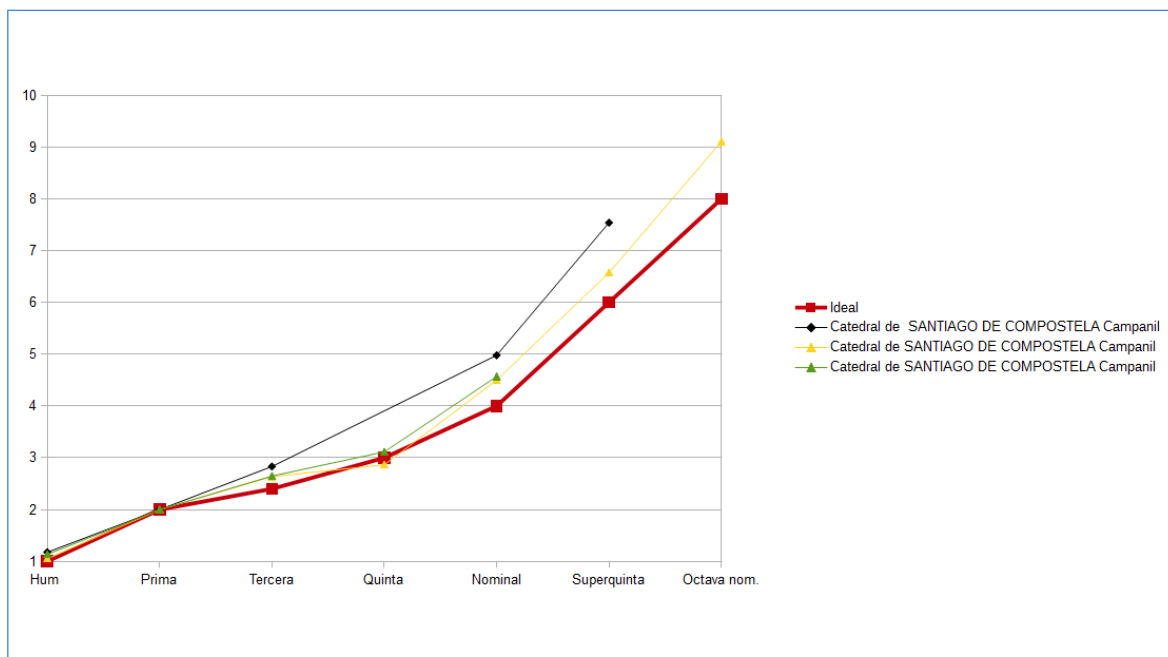
Gráfica 113. Desviación de las campanas fundidas por Paulino Ballesteros (1879-1896).
Elaboración propia.



J. Liste

La obra de **J. Liste** se concentra en tres campaniles para la Catedral de Santiago de Compostela. A pesar de que en dos de ellos encontramos similitud, lo cierto es que ambos son de momentos muy distintos, de 1886 y 1916; el tercero, en el que vemos claras diferencias, es del mismo año que el segundo de ellos y con un tamaño parecido, 45 y 50 cm, respectivamente. Ello nos lleva a plantearnos que la coincidencia es más fruto de la casualidad que de un hecho conscientemente buscado.

Gráfica 114. Desviación de las campanas fundidas por J. Liste (1886-1916). Elaboración propia.



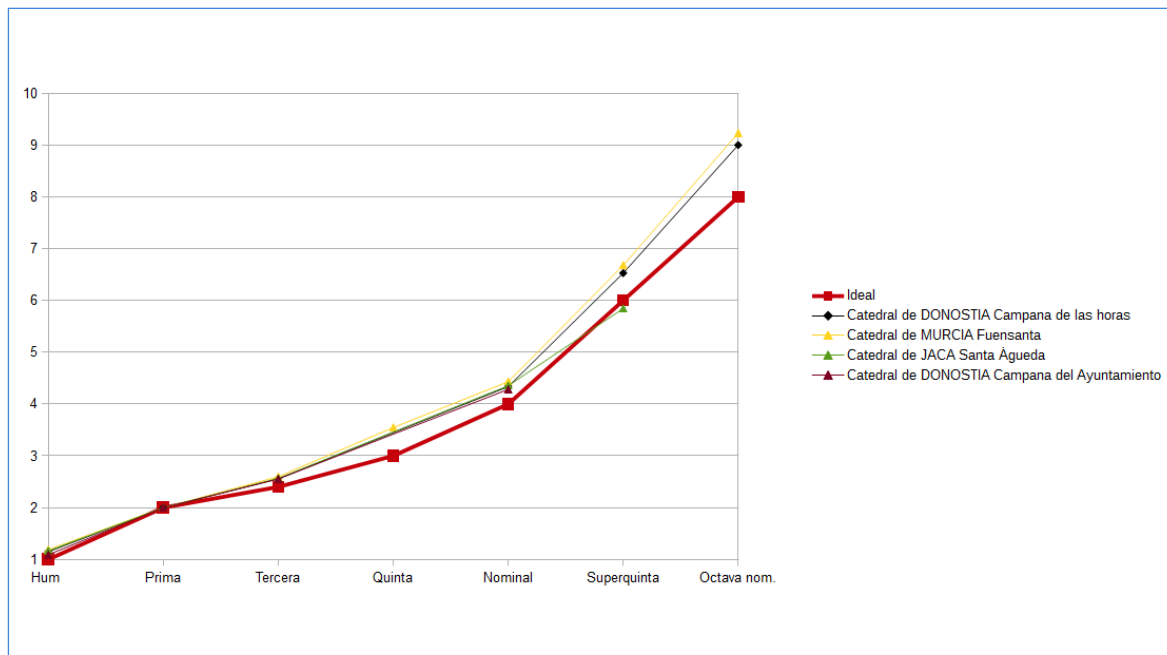
Juan Dencausse

Un hecho que podemos observar es que, salvo importantes excepciones, como Joan Clerget, en muchos fundidores, hasta el último tercio del siglo XVIII, su trabajo está restringido a una zona geográfica concreta. Con los avances de la sociedad industrial esto cambia drásticamente, teniendo un claro ejemplo en **Juan Dencausse (Barcelona)**, quien realiza campanas en puntos geográficos muy apartados, como Donostia, Jaca y Murcia, entre 1889 y 1899. Además, en los resultados respecto a la campana ideal observamos que la manera de trabajar es más metódica, aunque es cierto que hay desviaciones respecto a la campana ideal, se dan en todas las campanas igual, y eso que nos encontramos con cuatro ejemplos de tamaños completamente distintos, Donostia 142 y 125 cm, Murcia 112 y Jaca 101 cm.

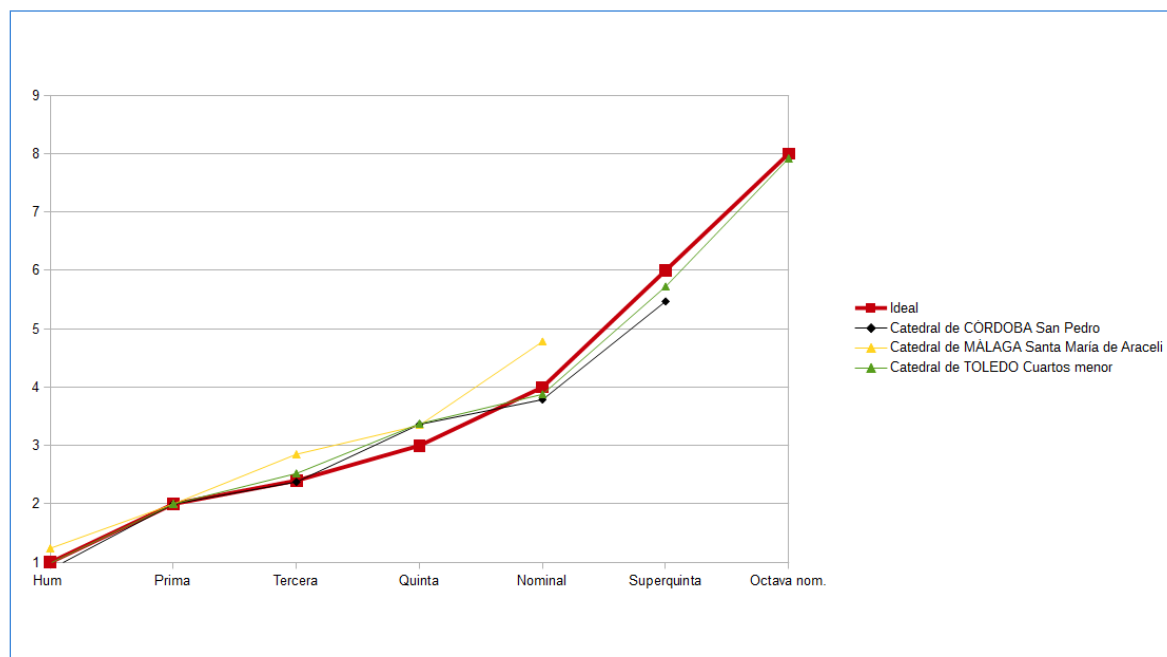
Eduardo Linares e Hijos

En el trabajo de **Eduardo Linares e Hijos** analizamos tres campanas repartidas por tres catedrales distintas, Córdoba, Málaga y Toledo, fundidas entre 1890 y 1893. Es curioso, porque las dos campanas que presentan una línea similar tienen un tamaño muy distinto, 60 cm la campana de Toledo y 124 la de Córdoba, mientras que en la de Málaga, de 65 cm, que guarda un tamaño parecido con la primera, se observa una clara desviación. Esto nos hace pensar que pese a encontrar esos paralelismos no había una voluntad clara en ello.

Gráfica 115. Desviación de las campanas fundidas por Juan Dencausse, Barcelona, (1889-1899).
Elaboración propia.



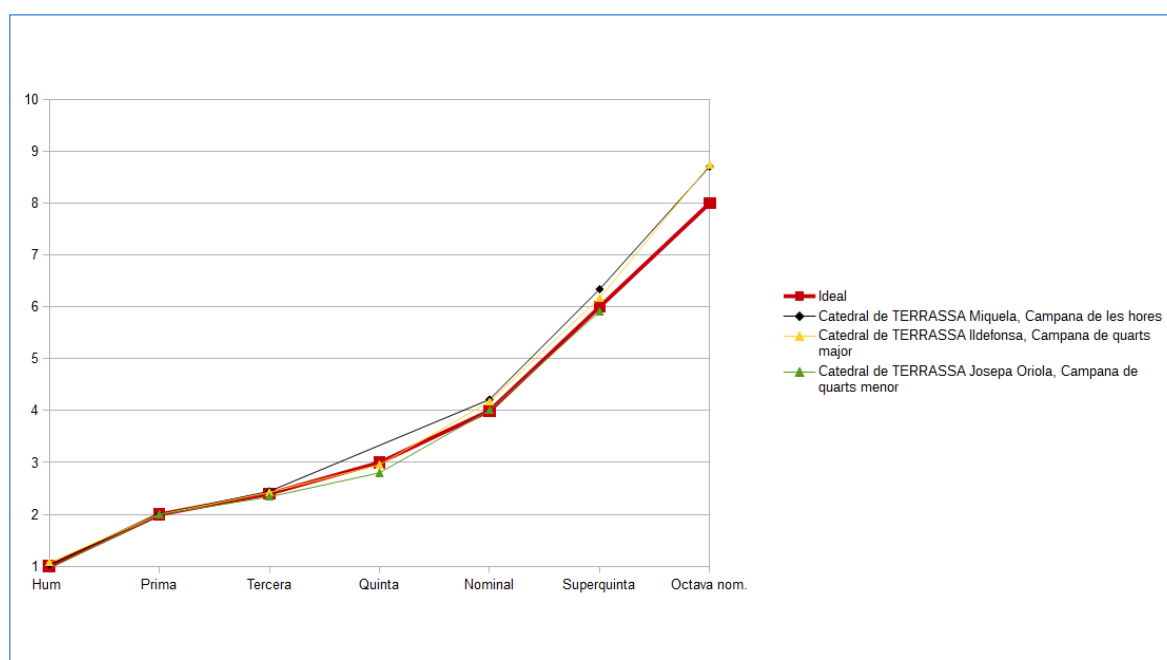
Gráfica 116. Desviación de las campanas fundidas por Eduardo Linares e hijos (1890-1893).
Elaboración propia.



Esteban Barberí

El trabajo de **Esteban Barberí (Olot)** en la Catedral de Terrassa se concentra en el año 1893 con la fabricación de tres campanas que se sitúan entre los 63 y los 88 cm de diámetro. En ellas vemos un parecido evidente, ya que la única desviación clara es la que se da al carecer del dato de la Quinta de la “Miquela” con lo que no es tan pronunciada en la realidad. Nos encontramos por lo tanto con unas campanas en las que hay una voluntad clara en cuanto a su sonido final, influenciado sin duda alguna por los grandes fundidores europeos.

Gráfica 117. Desviación de las campanas fundidas por Esteban Barberí, Olot, (1893).
Elaboración propia.



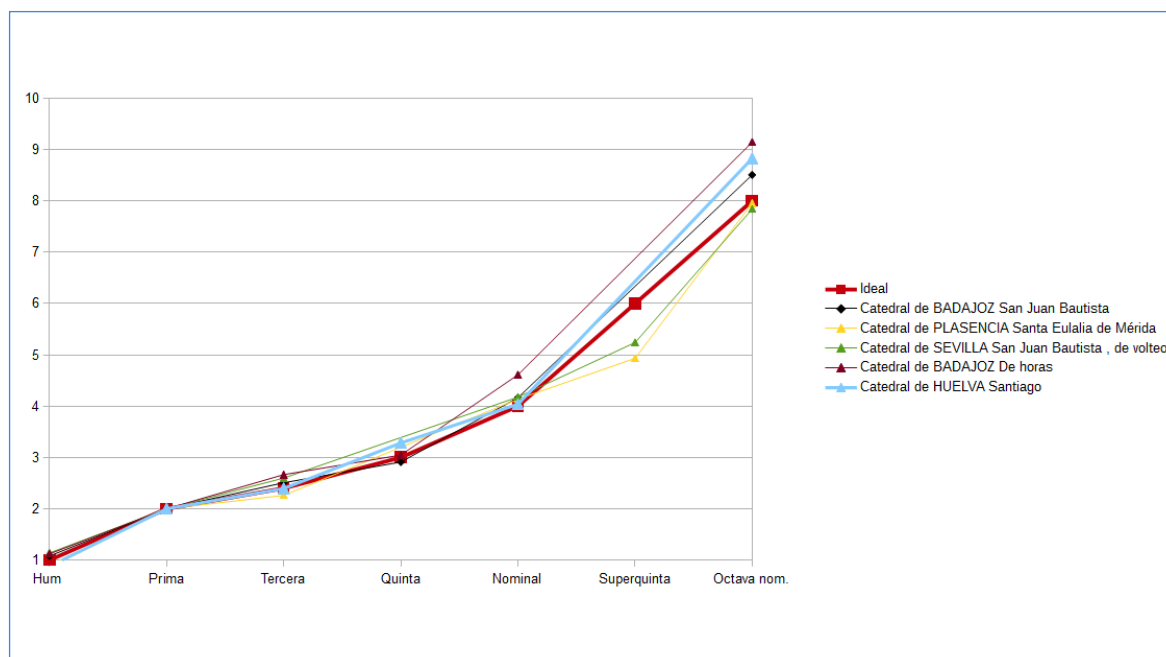
Alfredo Villanueva Linares

Esta uniformidad que acabamos de comentar no es posible encontrarla en las campanas fundidas por **Alfredo Villanueva Linares (Villanueva de la Serena)**, cuyas campanas rondan desde los 75 hasta los 168 cm, pero en las cuales no hay posibilidad de establecer ningún parámetro equivalente, ya que en cada una los distintos parciales tienen una desviación diferente. El hecho de que estas campanas estén datadas a lo largo de más de 50 años, en 1893 la “San Juan Bautista de Badajoz” y en 1949 “El Címbalo” de Ciudad Rodrigo, no es suficiente razón para explicar tales diferencias²⁷⁵. De hecho, la última campana que rea-

275. Un aspecto para trabajar en futuras vías de investigación es el estudio de la evolución de las campanas en los fundidores que tienen trabajos a lo largo de tantos años.

lizó no se ha podido analizar, con lo que realmente el periodo estudiado comprendería hasta 1910, con la campana “Santiago” de Huelva.

Gráfica 118. Desviación de las campanas fundidas por Alfredo Villanueva Linares, Villanueva de la Serena, (1893-1949). Elaboración propia.



Delta Español

Sin embargo, en las campanas de Valladolid, realizadas por **Delta Español (Bilbao)** en 1896, vemos de nuevo un claro ejemplo de industrialización²⁷⁶. Estas cinco campanas, las últimas del siglo XIX, comprendidas entre los 92 y los 152 cm, tienen un criterio claro, aunque es cierto que sobre todo en el parcial de la Quinta surgen modificaciones. En ellas destaca especialmente la relación entre el Hum y la Prima, donde prácticamente todas las campanas siguen una línea homogénea. Asimismo, en el parcial de la Tercera y la Nominal, a pesar de haber pequeñas desviaciones, los resultados son realmente cercanos a los de la campana ideal.

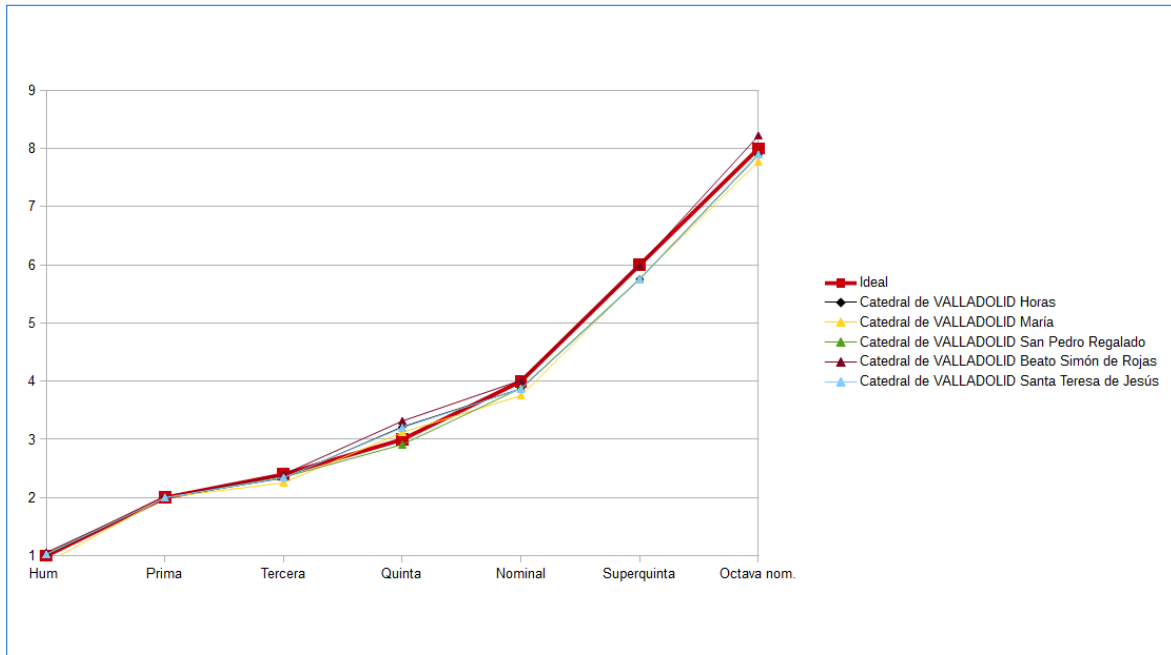
Juan Albadalejo

A principios del siglo XX, **Juan Albadalejo** realiza cuatro campanas para la Catedral de Murcia. A pesar de que en un primer momento parece que no hay grandes desviaciones entre las mismas, sobre todo

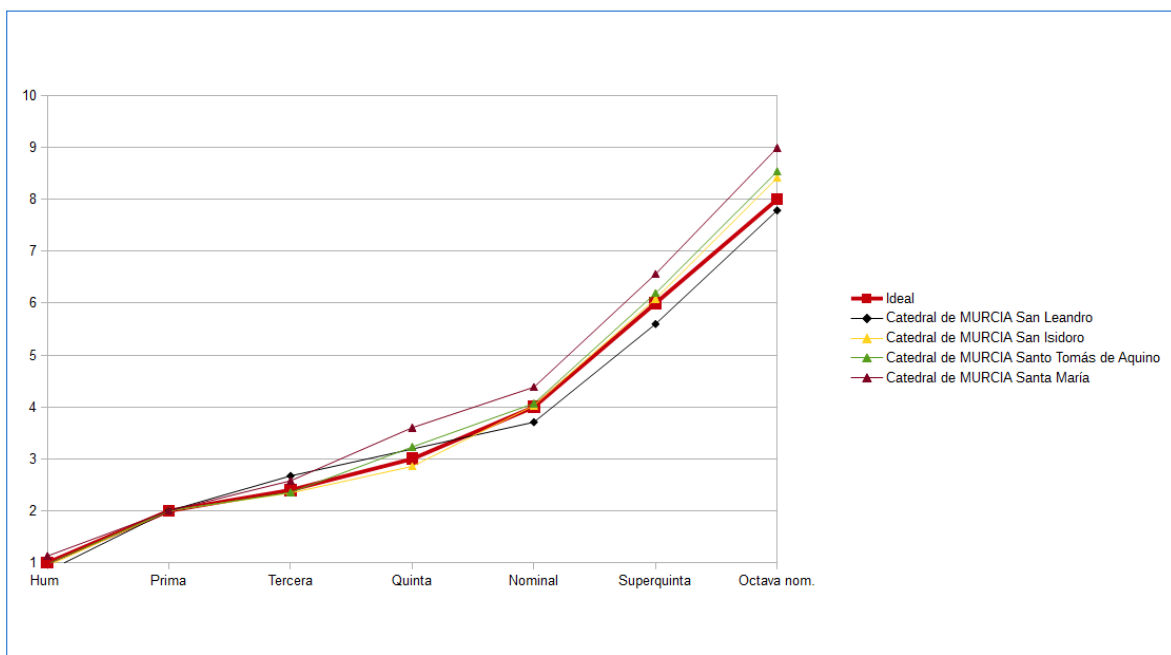
276. El nombre mismo de la compañía ya hace referencia a ello, ya que es el primero de los analizados en los que no se basa en el nombre del fundidor.

pensando que sus tamaños oscilan entre los 49 y los 107 cm, si nos fijamos atentamente observamos que ya la relación Hum-Prima no tiene ningún criterio en común, y esto va a más en los distintos parciales, donde vemos varios cruces entre las líneas marcadas por cada una de las campanas lo que conlleva una falta de coherencia interna de las mismas.

Gráfica 119. Desviación de las campanas fundidas por Delta Español, Bilbao, (1896).
Elaboración propia.



Gráfica 120. Desviación de las campanas fundidas por Juan Albaladejo (1901-1902).
Elaboración propia.



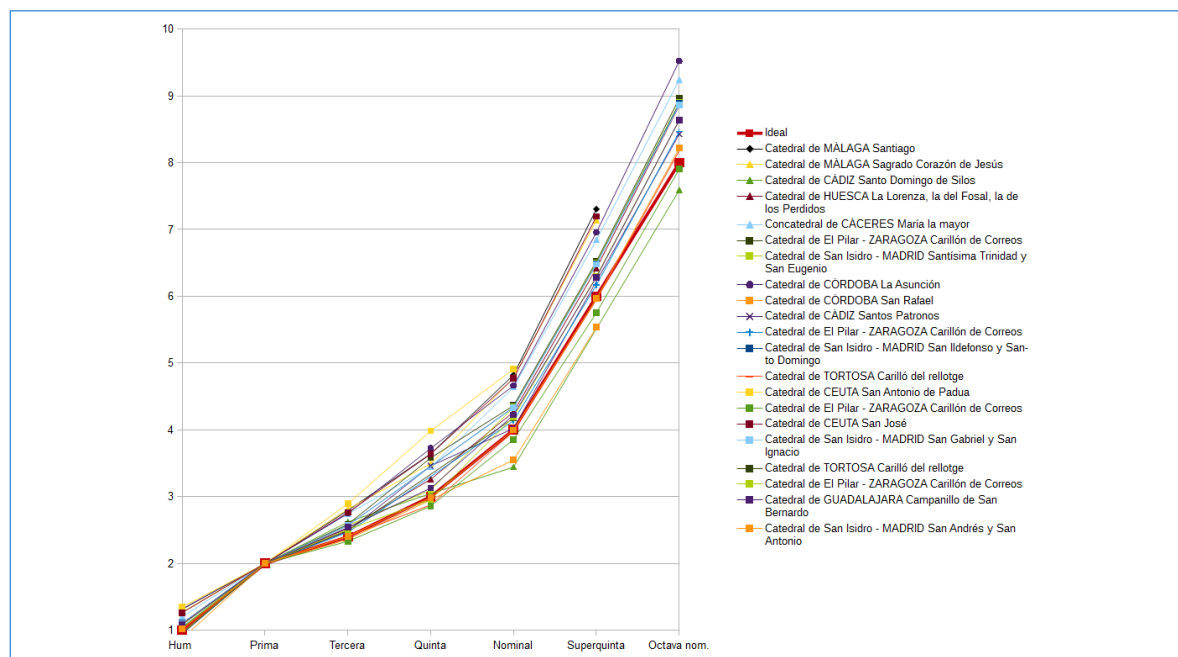
Constantino Linares Ortiz

En el trabajo de **Constantino Linares Ortiz (Carabanchel Bajo)**, que se da entre

los años 1908 y 1940, encontramos una de las sorpresas que nos ha aportado este trabajo: campanas exactamente iguales en dos catedrales distintas. En este caso vemos con claridad el resultado del proceso industrial en el mundo de las campanas, que conlleva el poder utilizar el mismo molde varias veces. De hecho, en este fundidor el ejemplo lo vemos en dos ocasiones, con campanas de tamaños completamente distintos lo cual nos lleva a pensar que si esto lo hacían en las catedrales, donde supuestamente eran encargos mucho más importantes, los casos en campanarios de menor importancia tienen que ser más numerosos. Volviendo al trabajo de Linares Ortiz, hablamos en primer lugar del “Carillón de Correos” de Zaragoza y el “Carilló del Rellotge” de Tortosa, ambas de 54 cm y fundidas el mismo año, 1940. Los parciales de ambas son prácticamente iguales²⁷⁷, con solo unas centésimas de diferencia, lo que nos demuestra una vez más que el perfil es un factor fundamental en la producción del sonido final de la campana.

El segundo caso se da entre las campanas “Sagrado Corazón de Jesús” de Málaga y “María la mayor” de Cáceres, estas de 112 cm y fundidas los años 1908 y 1909, respectivamente. La diferencia de valores entre los parciales es ligeramente mayor, sobre todo en la Prima, lo que nos hace suponer que hubo grandes diferencias a la hora de fundir ambas campanas, que hubo problemas en el proceso de la fundición o del enfriamiento de los materiales.

Gráfica 121. Desviación de las campanas fundidas por Constantino de Linares Ortiz, Carabanchel Bajo, (1908-1940). Elaboración propia.

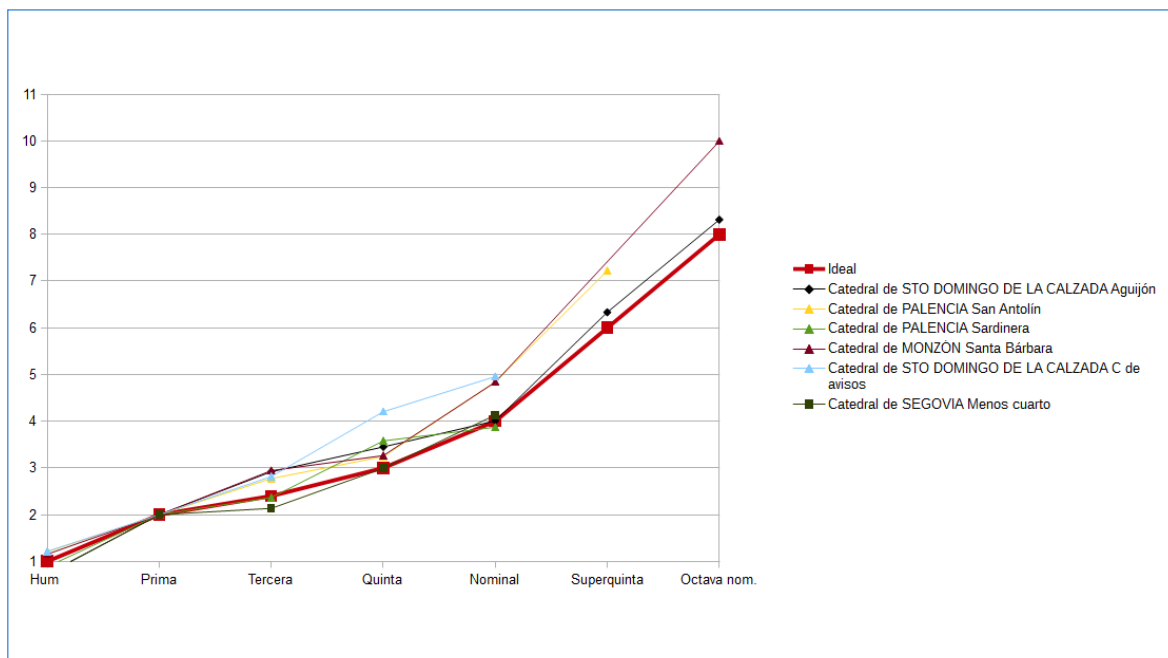


277. Como ya se ha mencionado en el capítulo 2, referido a la Metodología, este hecho fortuito nos ha servido para comprobar la precisión de los datos obtenidos a través del software y los resultados de los experimentos.

José Cabrillo Mayor

En la zona de Castilla y León, entre 1915 y 1942, realiza su trabajo **José Cabrillo Mayor (Salamanca)**, de quien hemos analizado seis campanas entre los 43 y los 161 cm. De este autor destacan dos campanas que es muy probable que sean iguales, la “Campana” de León y la “Sermone-ra” de Segovia, de 70 cm, pero no ha sido posible analizar ninguna de ellas por las dificultades encontradas en ambas torres²⁷⁸. Observando la comparación de las campanas que sí que hemos podido analizar, vemos que no hay ninguna coherencia entre ellas, ya que en cada una los parciales tienden a valores completamente distintos e incluso podríamos decir aleatorios. Ante los resultados de la gráfica sería muy interesante, en próximas actuaciones, poder realizar el análisis de las dos campanas antes citadas, para ver si al menos en dos campanas similares de tamaño e incluso iguales hay cierta coherencia.

Gráfica 122. Desviación de las campanas fundidas por José Cabrillo Mayor, Salamanca, (1915-1942). Elaboración propia.



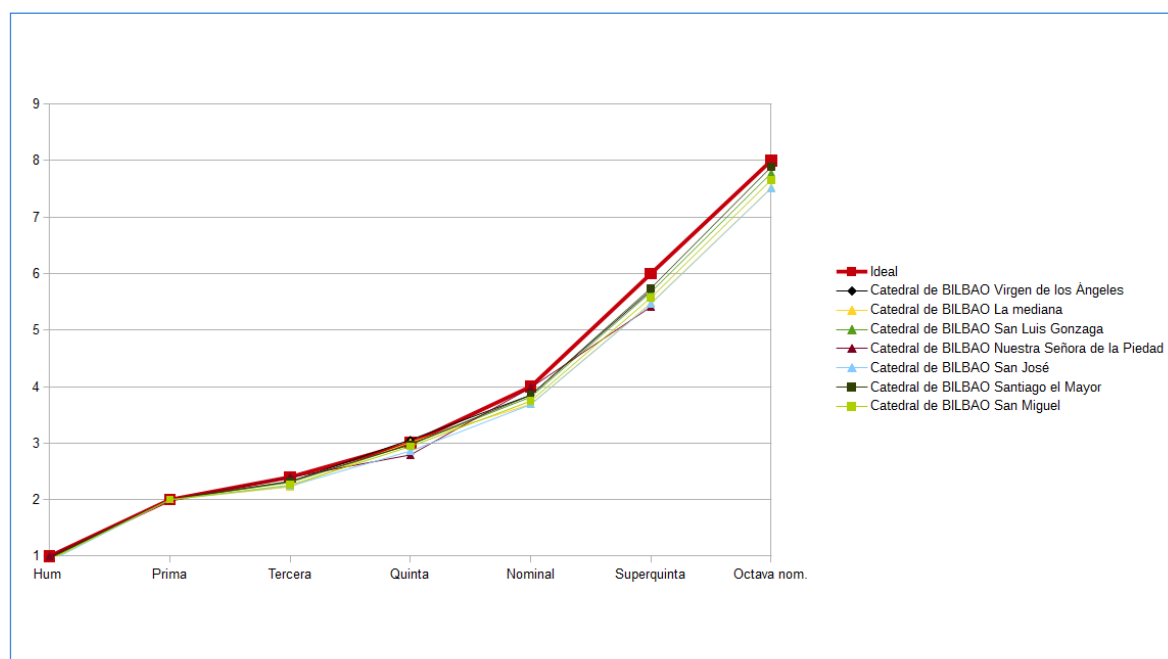
Hijos de Murua

En 1916 encontramos las campanas realizadas por **los Hijos de Murua (Vitoria)** para la Catedral de Bilbao. En este trabajo observamos una línea clara de todas las campanas, con una Prima quizás un poco más aguda de lo esperado, que es la que provoca que el resto de los parciales, sobre todo a partir del tercero y del cuarto, se queden proporcionalmente bajos. Como suele

278. Más información en el análisis de cada una de las catedrales del apartado 3.2.

ser habitual en campanas que siguen una línea pero sin la perfección de las campanas afinadas, a partir del quinto parcial las diferencias son mayores, dependiendo en muchos de los casos del tamaño de las campanas. Es cierto que en la Quinta también se producen diferencias, pero como ya se ha comentado a lo largo de este estudio, este parcial es el que menos relevancia tiene en general a la hora de generar el sonido final de la campana.

**Gráfica 123. Desviación de las campanas fundidas por los hijos de Murua, Vitoria, (1916).
Elaboración propia.**



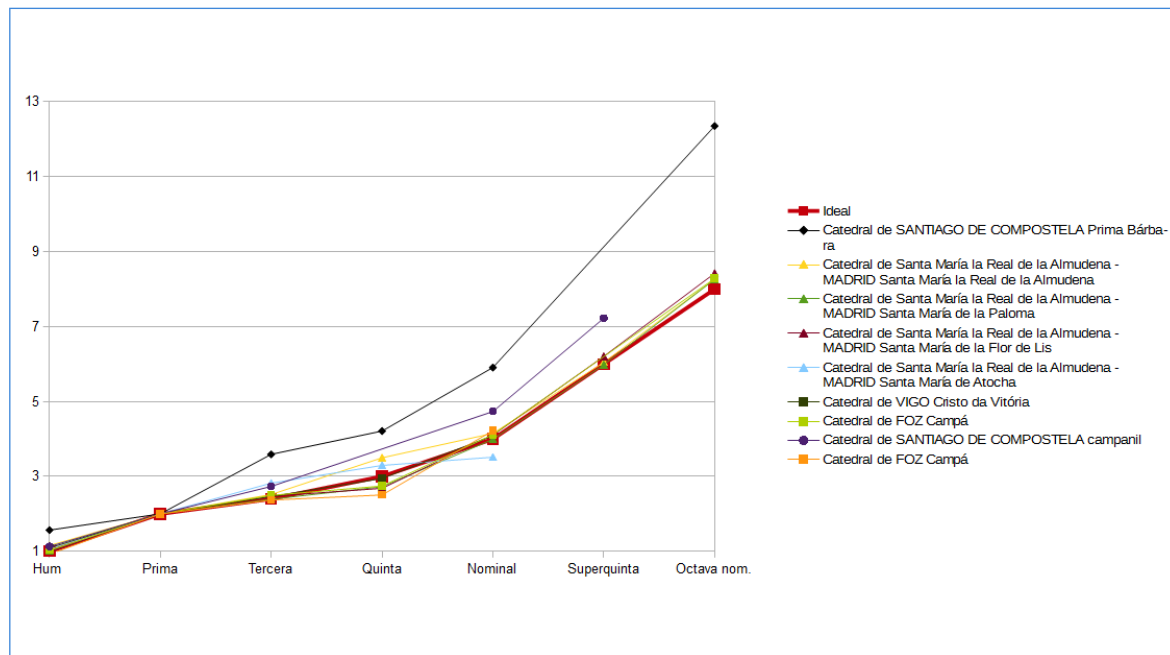
Ocampo Artesanos Campaneros

En un tramo de tiempo realmente grande, desde 1919 hasta

1998, se desarrolla el trabajo de **Ocampo Artesanos Campaneros (Arcos da Condesa)**. A pesar de la dilatada experiencia que se les podría suponer, al observar el resultado de sus campanas plasmado en la gráfica, vemos que no tienen ningún tipo de criterio²⁷⁹. De hecho, entre las campanas realizadas por ellos se dan todas las desviaciones posibles respecto a la campana ideal. Incluso deteniéndonos individualmente en los resultados absolutos obtenidos en los distintos parciales de las campanas no es posible establecer ningún tipo de lógica entre ellas. Estamos ante campanas con un diámetro mucho mayor cuyos valores son más agudos que en otras menores, lo que implica claramente unos perfiles y unos grosores de las campanas completamente distintos.

279. Este es otro de los casos en los que en futuras investigaciones sería muy interesante un estudio en profundidad de la evolución del trabajo, de los materiales y de las técnicas utilizadas.

Gráfica 124. Desviación de las campanas fundidas por Ocampo Artesanos Campaneros, Arcos da Condesa, (1919-1998). Elaboración propia.



Barberí

En el periodo justo posterior a la Guerra Civil encontramos las campanas fundidas por **Barberí (Riude-Illots de la Selva)**, siempre en el entorno geográfico de Cataluña, que oscilan entre los 50 y los 140 cm de diámetro. A pesar de que al observar la gráfica se deduce que sus campanas no siguen un criterio homogéneo, es cierto que dentro de la diversidad podemos considerar que sí que tienen unas desviaciones similares, hallando más diferencias con la campana ideal cuanto más pequeña es la campana. Asimismo, es interesante el caso de “La Capitular” de Girona y “L’Antònia” de Barcelona, ya que ambas campanas tienen 118 cm de diámetro, pero en este caso, a diferencia de lo comentado anteriormente con otros fundidores, hablamos claramente de campanas distintas, ya que el resultado de sus parciales y el de la gráfica son dispares²⁸⁰.

Roses

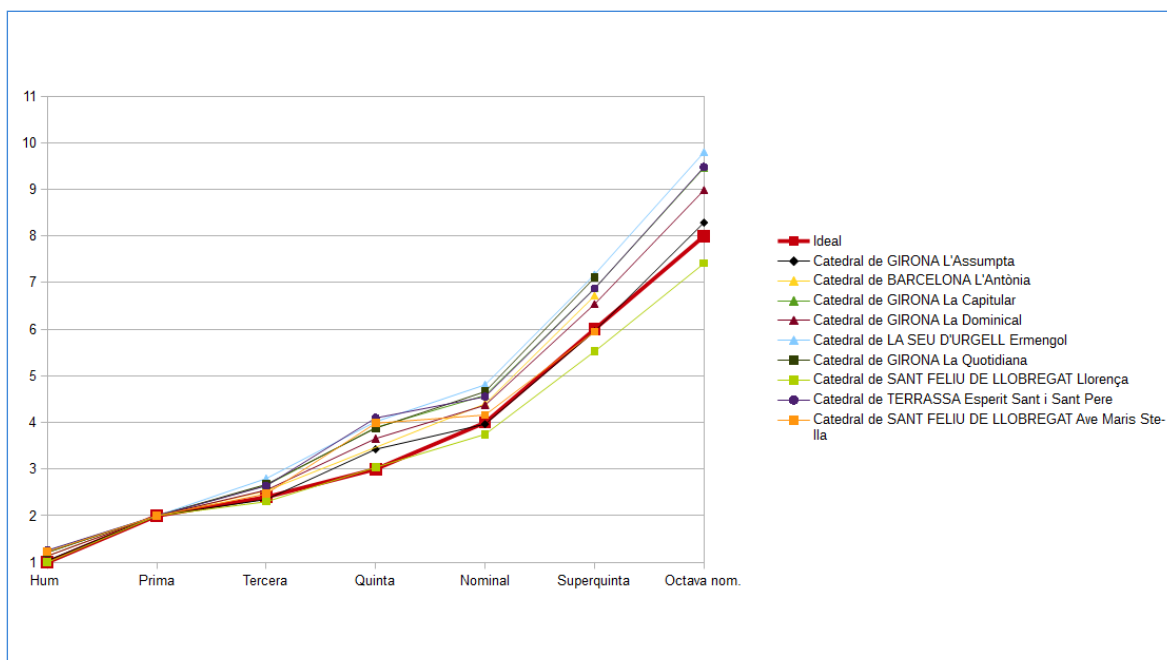
Otros fundidores de la postguerra son los valencianos **Roses (Silla)**, que funden desde 1939 hasta 1952, en Tortosa, Castelló y Albacete, campanas que, como se desprende de los datos de la gráfica, no siguen ningún tipo de criterio similar. Es interesante, porque en contraposición a otros fundidores de esa época, e incluso anteriores, donde la manera de trabajar es ple-

280. Esto nos realza todavía más el valor del perfil, ya que en dos campanas del mismo tamaño, el hecho de tener perfiles distintos provoca que cambie el sonido interno en gran medida.

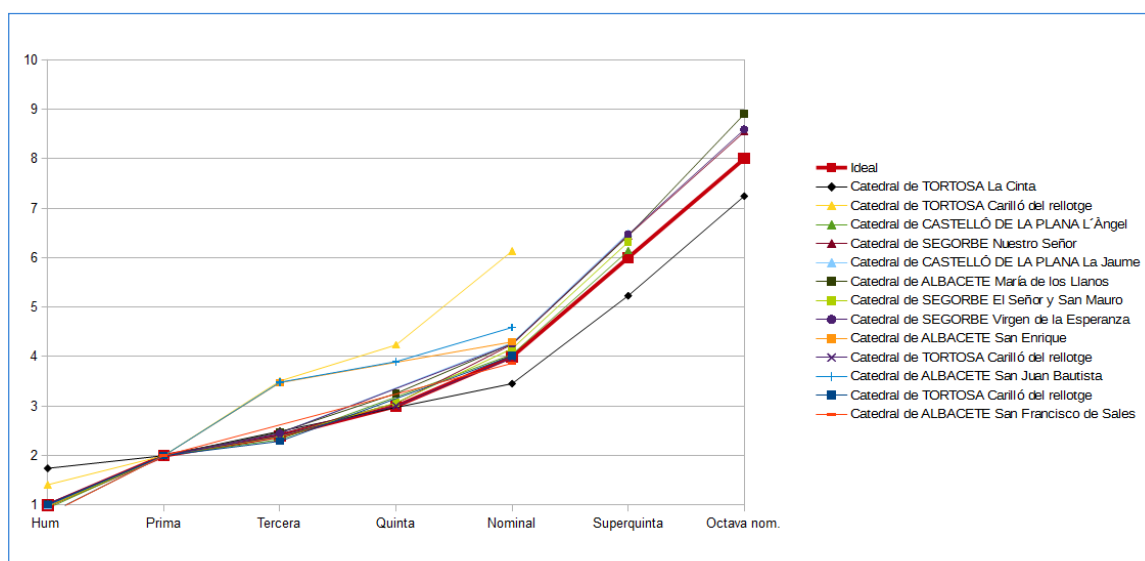
namente industrial, en este trabajo en concreto no lo podemos considerar así, y, sin lugar a dudas, ello se ve reflejado en los resultados obtenidos²⁸¹.

En este caso encontramos también dos campanas repetidas en distintas torres, como es “La Jaume” de Castelló y “Nuestro Señor” de Segorbe, ambas de 132 cm, fundidas en 1939 y 1941, respectivamente, con una afinación prácticamente idéntica entre ellas.

Gráfica 125. Desviación de las campanas fundidas por Barberí, Riudellots de la Selva, (1939-1949). Elaboración propia.



Gráfica 126. Desviación de las campanas fundidas por los hermanos Roses, Silla, (1939-1952). Elaboración propia.

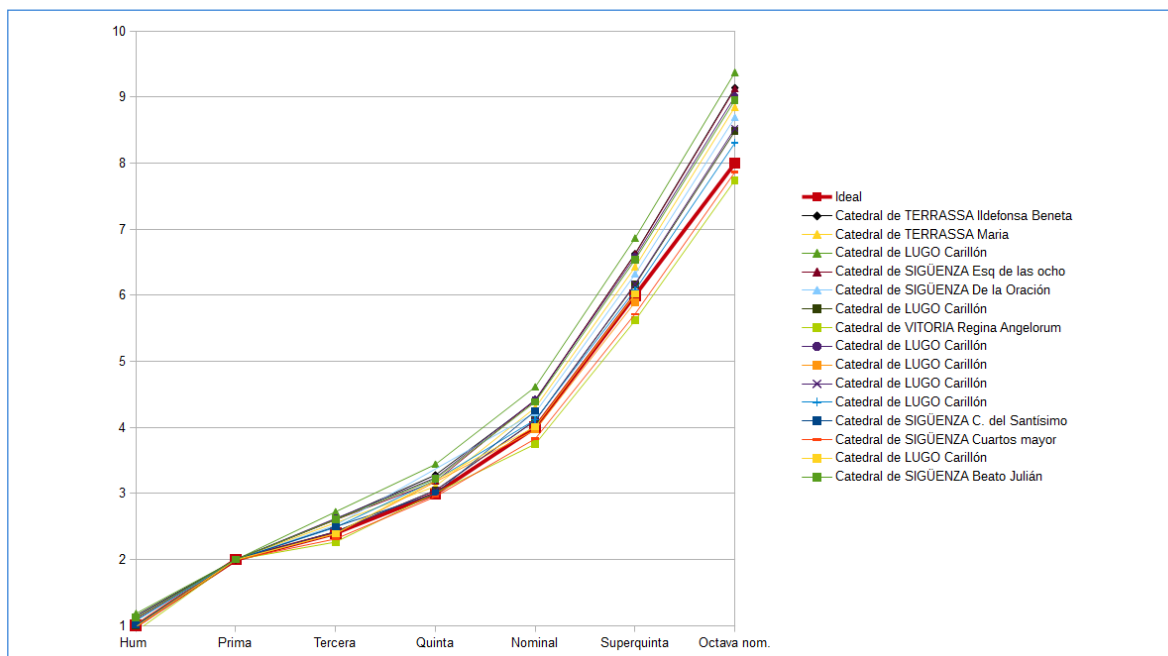


281. En una conversación privada en 1988 entre Gabriel Rivera padre y Francesc Llop i Bayo, el fundidor explicaba que con la generación de sus padres se había perdido el arte de trazar el perfil de las campanas y que los fundidores de su generación se limitaban a copiar las plantillas trazadas por otros.

Viuda de Murua

En esa época surge también la **Viuda de Murua (Victoria)**, quien durante 15 años hará hasta 16 campanas en diversas catedrales de España. En este amplio trabajo observamos dentro de las desviaciones una cierta lógica, debida a que en sus campanas, a pesar de la diversidad de tamaño, desde 42 hasta 146 cm, sí que hay un mínimo criterio industrial a la hora de elaborarlas. Esto lo podemos afirmar porque encontramos campanas repetidas, como el “Esquilón de las ocho” de Sigüenza y la campana de “Carillón (7)” de Lugo, ambas de 108 cm y con una separación entre ellas de 13 años, en las que el análisis muestra que las diferencias en cuanto al sonido interno son mínimas²⁸². Además, lo interesante es que no son las únicas campanas que se repiten en ambos campanarios, ocurre lo mismo con “De la Oración, Anunciación” y “Carillón (6)”, ambas de los mismos lugares que las anteriores, fundidas en el mismo momento, pero con la diferencia de que en este caso el diámetro es de 103 cm. Evidentemente, a la hora de recibir el encargo de la Catedral de Lugo en 1954, decidieron aprovechar el material que tenían del trabajo hecho en 1941 en la Catedral de Sigüenza.

Gráfica 127. Desviación de las campanas fundidas por la viuda de Murua, Vitoria, (1939-1954). Elaboración propia.

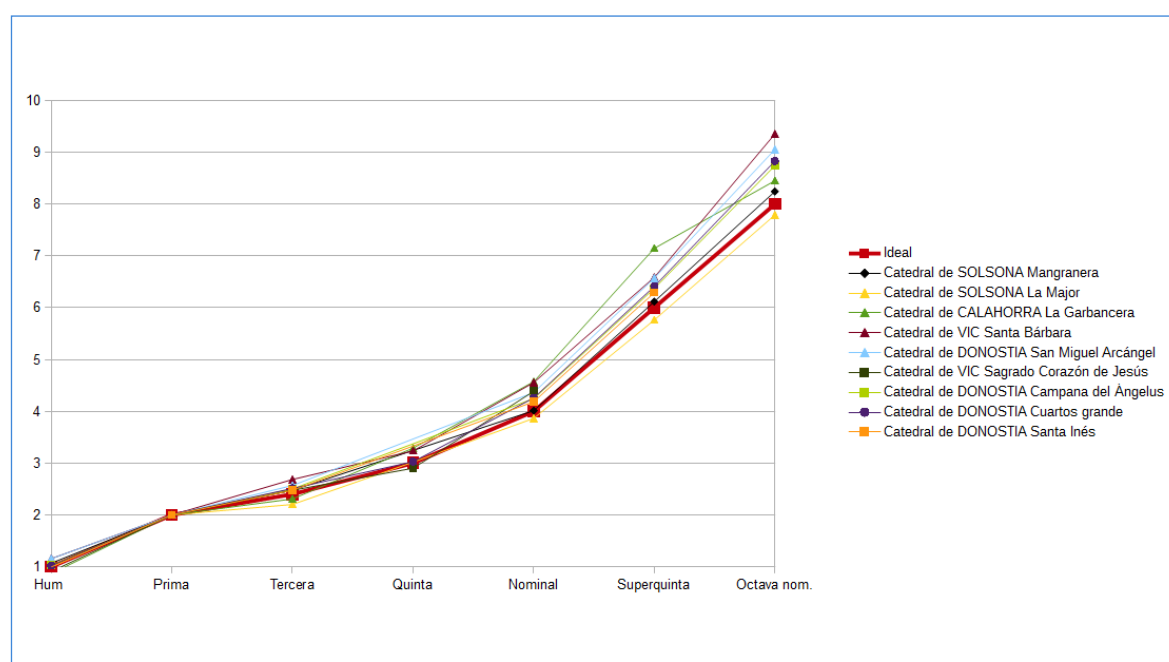


282. Tan solo en el caso del Hum es un poco evidente, pero ello no evita que la nota de golpe, resultante del cruce de datos de los parciales con los experimentos, se sitúe en los mismos parciales.

Vidal Erice

Un caso similar al previamente comentado, donde también se aprecia cierta lógica, lo encontramos en el trabajo de **Vidal Erice**. Sus campanas datan desde 1940 hasta 1973, situadas todas en catedrales de la zona norte, con tamaños que oscilan desde los 78 hasta los 179 cm. A pesar de que en la gráfica se puede ver claramente que las líneas no son homogéneas, dentro de esa diversidad y las desviaciones propias se puede contemplar unos mínimos criterios comunes.

Gráfica 128. Desviación de las campanas fundidas por Vidal Erice (1940-1973). Elaboración propia.

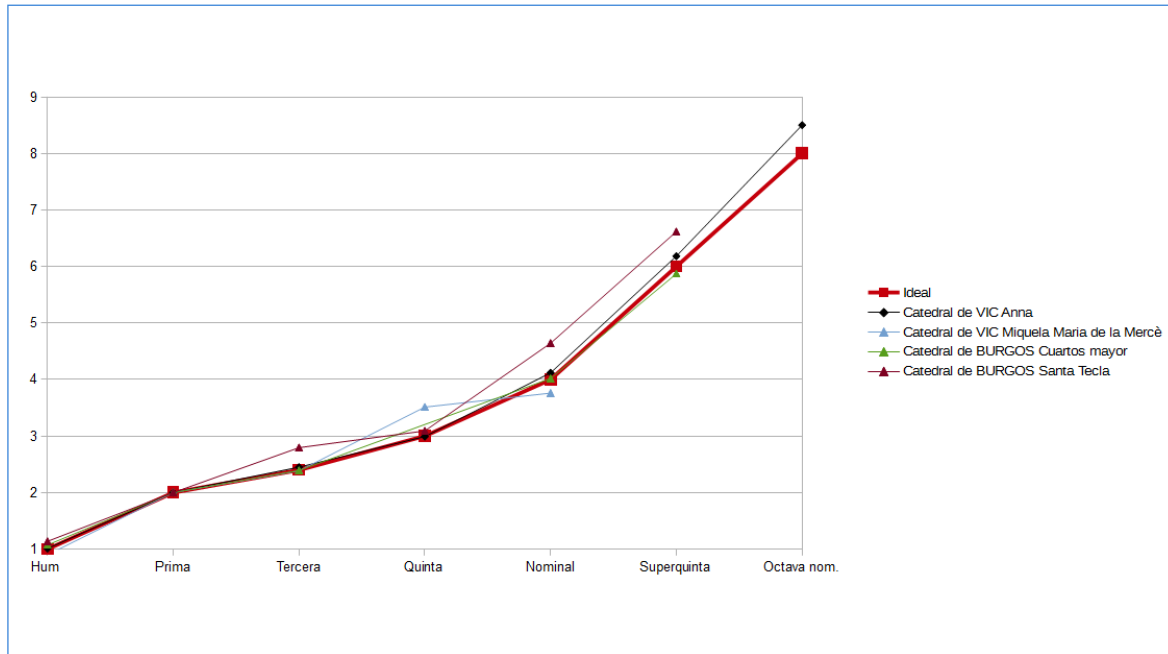


Viuda de Angel Perea

Todavía en los años posteriores a la Guerra Civil encontramos en Vic y en Burgos las campanas de la **Viuda de Ángel Perea (Miranda de Ebro)**, datadas entre 1941 y 1961. En ellas podemos observar que las dos pequeñas de ambas catedrales tienen grandes desviaciones, pero por el contrario, las dos campanas grandes²⁸³ siguen prácticamente en todo momento la línea marcada por la campana ideal.

283. A pesar de hablar de campanas pequeñas y grandes hablamos de una diferencia de tan solo 15/20 cm.

Gráfica 129. Desviación de las campanas fundidas por la viuda de Ángel Perea, Miranda de Ebro, (1941-1961). Elaboración propia.



Fernando Villanueva Sáenz

En el amplio catálogo de **Fernando Villanueva Sáenz (Villanueva de la Serena)**,

que data entre 1941 y 1968, encontramos unos parámetros, dentro de las grandes desviaciones relativamente similares, parecidos a lo que ocurría en las campanas de Vidal Erice. Se trata de 21 campanas repartidas entre las catedrales de Almería, Badajoz, Baza, Ciudad Real, Guadix, Jaén, Plasencia y Segorbe. Lo más sorprendente de este fundidor es que tiene varias campanas de tamaños similares, y entre ellas siempre encontramos grandes diferencias de sonido. Lo cual, sin duda se debe a que cuando coinciden los tamaños son campanas que tienen casi 20 años de diferencia²⁸⁴

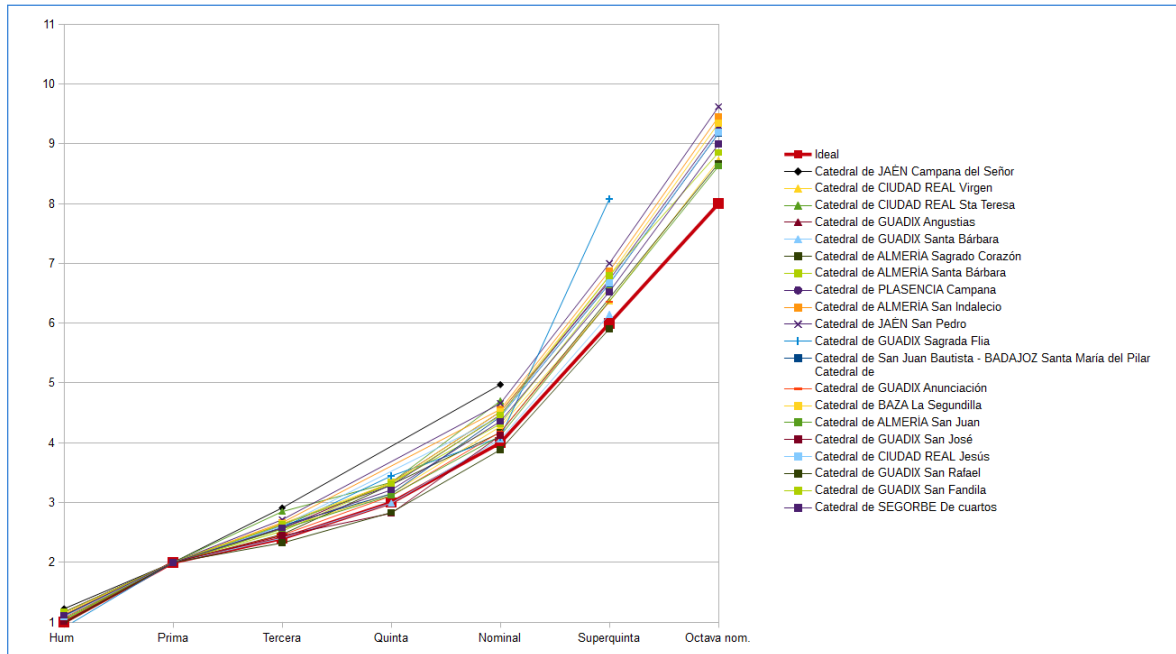
Benigno Menezo de Falla

Entre 1945 y 1946, **Benigno Menezo Falla** realiza cinco campanas para la Cate-

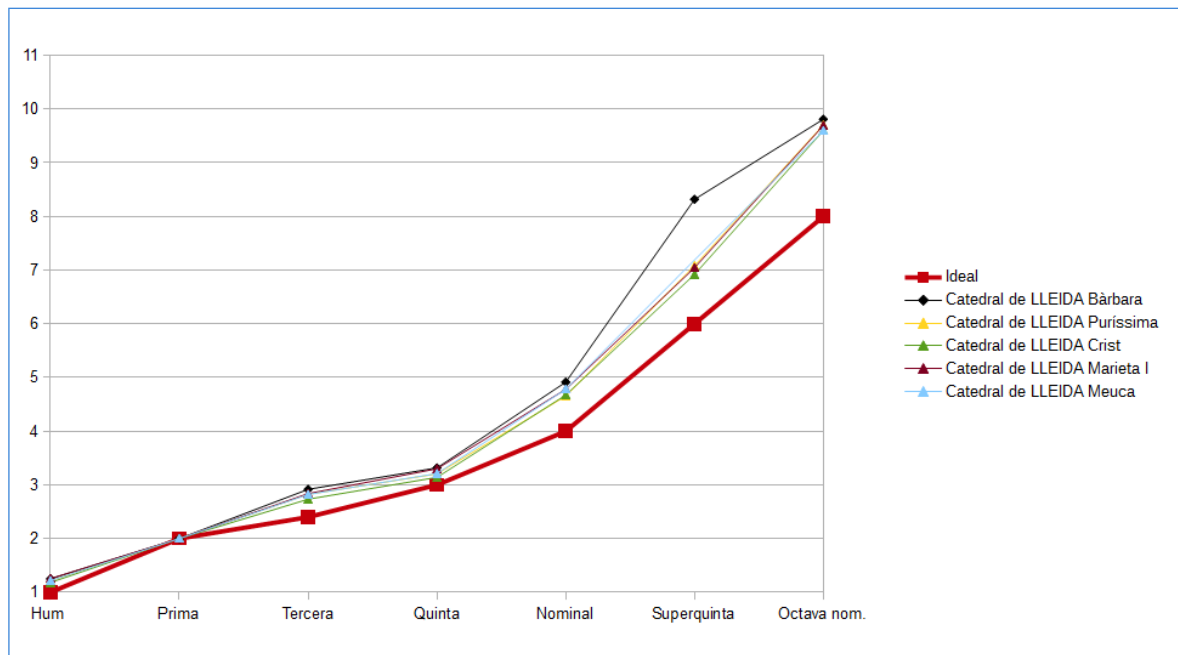
dral de Lleida, con un tamaño que oscila entre los 55 y los 95 cm de diámetro. En ellas, pese a estar muy alejadas de los parámetros de la campana ideal, vemos una coherencia clarísima, que produce que, aunque no podamos hablar en ningún momento de campanas afinadas, la afinación relativa entre ellas sea enorme. De hecho, tenemos que ir hasta el parcial de la Superquinta para encontrar una desviación en una de las campanas respecto a las otras.

284. Sería muy interesante para futuras investigaciones el estudio de cómo evolucionó su manera de fundir o los tipos de perfiles que utilizaba para poder explicar diferencias tan grandes de sonido.

Gráfica 130. Desviación de las campanas fundidas por Fernando Villanueva Sáenz, Villanueva de la Serena, (1941-1968). Elaboración propia



Gráfica 131. Desviación de las campanas fundidas por Benigno Menezo Falla (1945-1946). Elaboración propia.

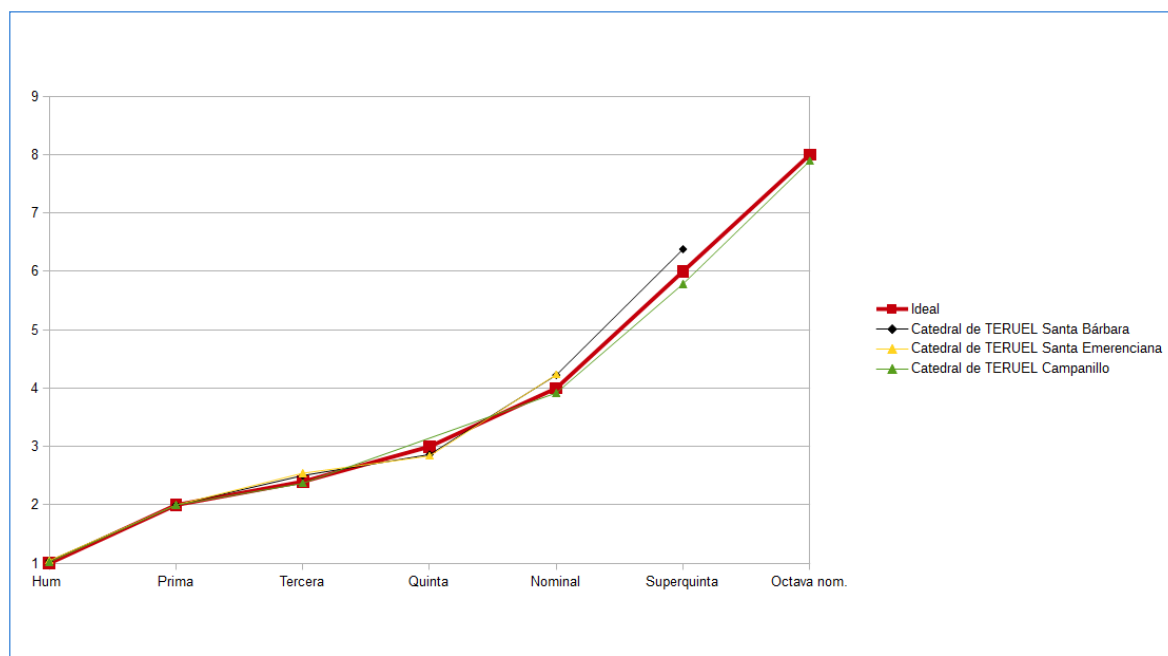


Hijos de Constantino Linares

El trabajo de los **Hijos de Constantino Linares (Carabanchel Bajo)** se

circunscribe a la Catedral de Teruel en 1946. En estas tres campanas vemos unos parciales bastante ajustados a los de la campana ideal, lo que muestra un trabajo con unas direcciones claras sobre todo teniendo en cuenta que hablamos de campanas con una diferencia muy grande de tamaños entre ellas: 45 cm la menor y 102 y 111 las mayores. Esta homogeneidad entre tamaños tan distintos evidencia que tenían muy claras las proporciones de los perfiles en todas las medidas.

Gráfica 132. Desviación de las campanas fundidas por los hijos de Constantino Linares, Carabanchel Bajo, (1946). Elaboración propia.



Salvador Manclús

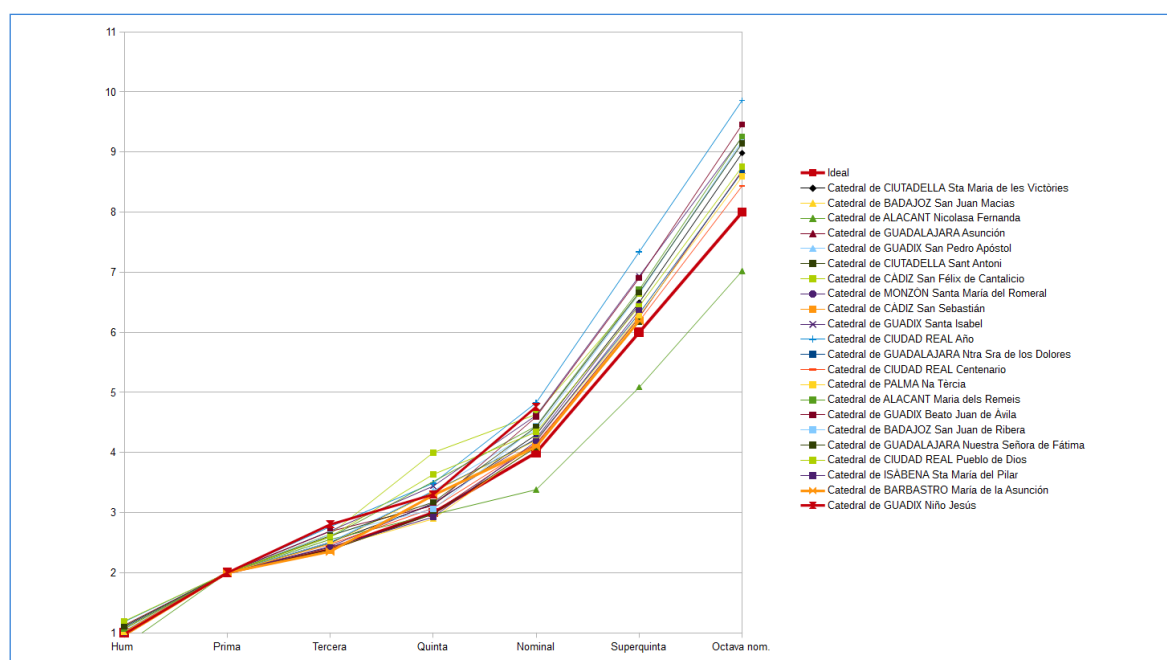
Todo lo contrario se da en el trabajo de **Salvador Manclús (València)**, desarrollado durante 37 años,

desde 1954 a 1991, por toda la geografía española. Sin duda hablamos de uno de los fundidores con más campanas y cuyo trabajo más impacto tuvo en conjuntos originales. Como podemos observar en la gráfica, es muy difícil encontrar dos campanas que sigan el mismo criterio, con diferencias muy significativas desde el parcial de la Tercera, que en algunos casos hacen que la frecuencia de un parcial se sitúe donde teóricamente tendría que estar el siguiente.

En el caso de este fundidor también detectamos la utilización de los mismos moldes en campanas de distintas catedrales. Un ejemplo lo tenemos en “San Juan de la Ribera” de Badajoz, “Beato Juan de Ávila” de Guadix y una tercera, “Nuestra Señora de Fátima”, de Gua-

dalajara, todas de 71 cm y con unos resultados en sus parciales prácticamente iguales. Esta triple utilización no es la única coincidencia, ya que encontramos otra en “Na Tèrcia” de Palma y “Noveno Centenario” de Ciudad Real, de 90 cm, así como una tercera vez en “Santa María del Romeral” de Monzón y “San Pedro Apóstol” de Guadix, de 101 cm²⁸⁵.

Gráfica 133. Desviación de las campanas fundidas por Salvador Manclús, València, (1954-1991). Elaboración propia.



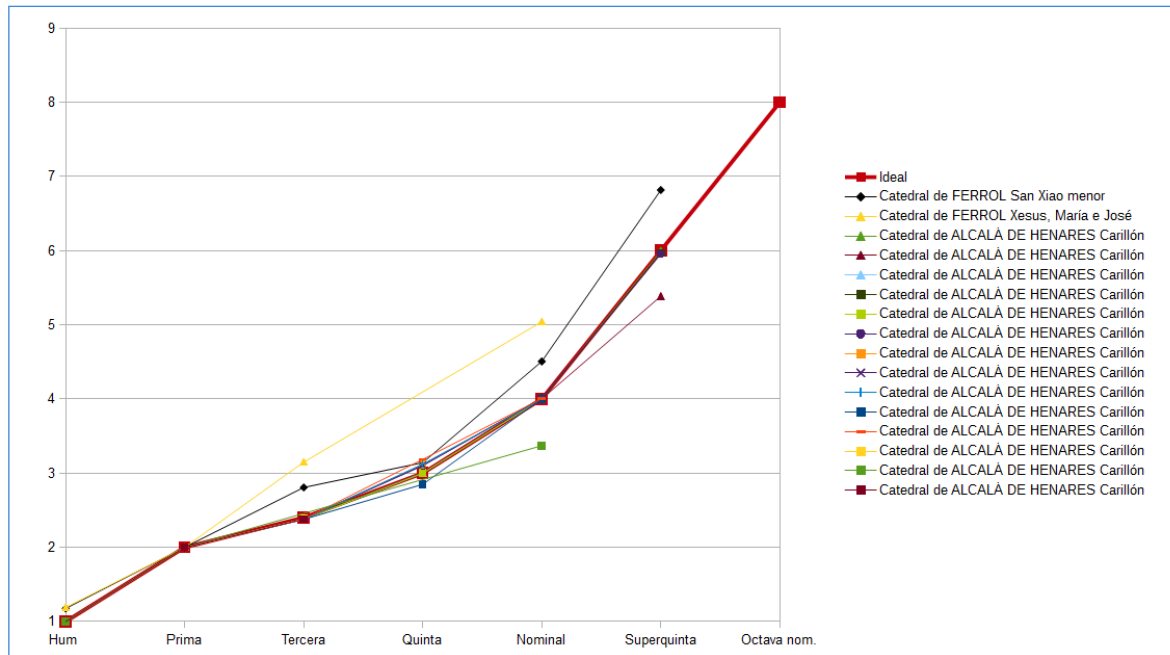
Manuel Quintana

Respecto al trabajo de **Manuel Quintana (Saldaña)**

tampoco es posible encontrar ningún tipo de coherencia ni de lógica interna entre las dos campanas que hizo para Ferrol, que datan de 1959 y 1961, con las elaboradas para Alcalá de Henares en 1998. Mientras las primeras tienen unas líneas completamente aleatorias, en las del carillón vemos, como era de esperar, una línea mucho más homogénea aunque haya dos campanas que se desvíen claramente de la misma en los parciales superiores. Es evidente que durante el transcurso de años que hay de unas campanas a otras, pudieron adquirir la técnica y los conocimientos que no poseían para realizar campanas afinadas en condiciones.

285. Ante estos casos en las torres más representativas nos asalta la duda de cuántos más será posible encontrar en torres mucho menos significativas. Sin duda es una muestra del poco respeto que se tuvo hacia el patrimonio histórico durante un periodo amplio de tiempo.

Gráfica 134. Desviación de las campanas fundidas por Manuel Quintana, Saldaña, (1959-1998).
Elaboración propia.



Viuda de Constantino Linares

En el caso de las tres campanas realizadas por la **Viuda de Constantino Linares**

(**Carabanchel Bajo**) para la Catedral de San Isidro vemos reflejado claramente un dibujo similar al visto en las gráficas 121 y 132. Queda demostrado que, tras los tres nombres que llevó la empresa (Constantino de Linares Ortiz, Hijos de Constantino Linares y Viuda de Constantino Linares), en realidad compartieron conocimientos y material, ya que encontramos una triple coincidencia de campanas realizadas por cada uno: la “San Rafael” de Constantino Linares en Córdoba en 1915, la “Santa Hemerenciana” de los hijos en 1946 y “San Francisco Javier” en Madrid en 1960. Las tres campanas son de 102 cm y con unos parciales realmente similares.

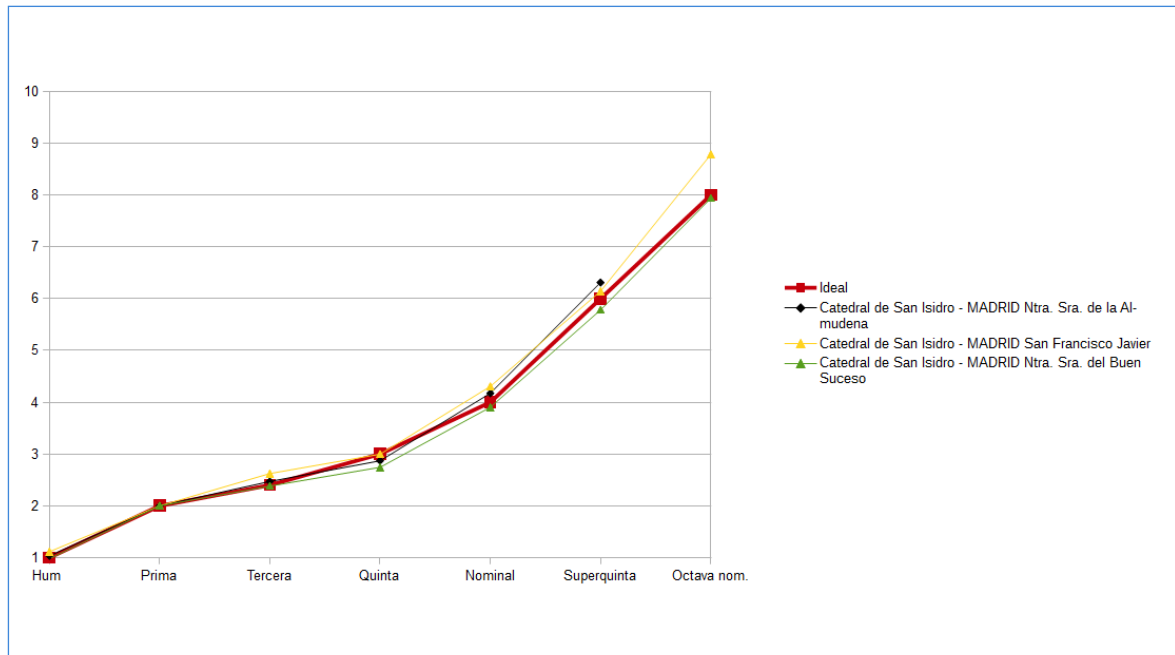
Esto mismo ocurre con dos campanas de 96 cm como son el “Carillón de Correos” de Constantino en 1940 y “Nuestra Señora del Buen Suceso” de su viuda en 1960. Esto constata que los moldes industriales se reutilizaban en numerosas ocasiones y mucho tiempo después.

Hijos de Manuel Rosas

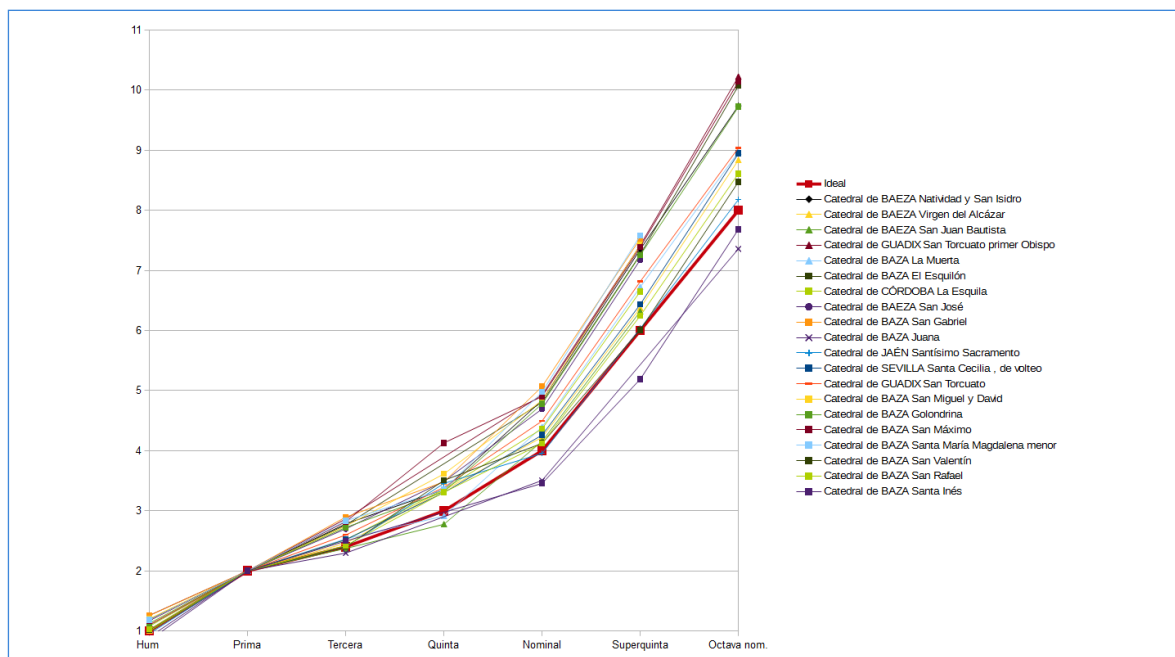
En los años 60 vemos que ocurre lo mismo con la producción del **Hijo de Manuel Rosas**

(**Torredonjimeno**). Encontramos campanas suyas repetidas en Baza y en Baeza. De hecho, en sus fundiciones durante 38 años es difícil que coincidan dos campanas que sigan criterios similares, lo que nos muestra con claridad que en este caso el proceso no era nada industrial y los conocimientos sobre perfiles eran inexistentes o no se les daba la importancia necesaria.

Gráfica 135. Desviación de las campanas fundidas por la viuda de Constantino Linares, Carabanchel Bajo, (1960). Elaboración propia.



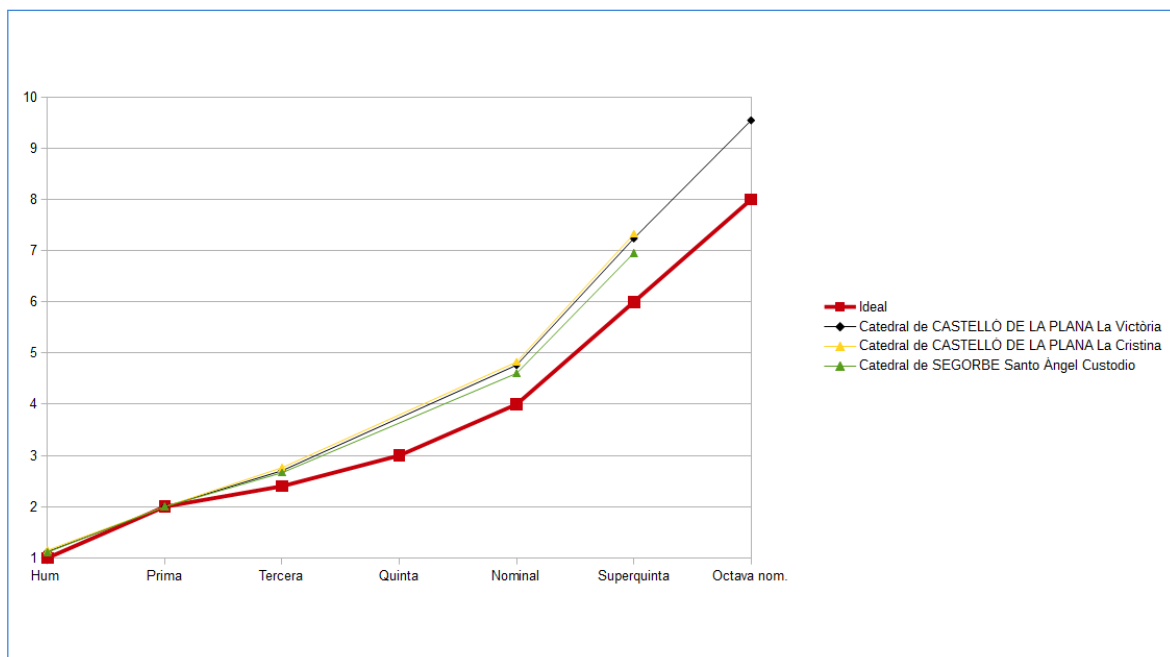
Gráfica 136. Desviación de las campanas fundidas por el hijo de Manuel Rosas, Torredonjimeno, (1961-1999). Elaboración propia.



Roses

En el caso de **Roses (Atzeneta d'Albaida)**, como se observa con nitidez en la gráfica, estamos ante un diseño claramente definido, a pesar de contar con solo tres campanas para el análisis, que oscilan entre los 62 y los 85 cm, realizadas entre 1962 y 1966. Como ocurre en trabajos de otros fundidores, en algunos parciales está alejado de la campana ideal, sobre todo a partir de la Nominal, pero esa coherencia en la falta de afinación otorga a esas campanas una afinación relativa muy interesante.

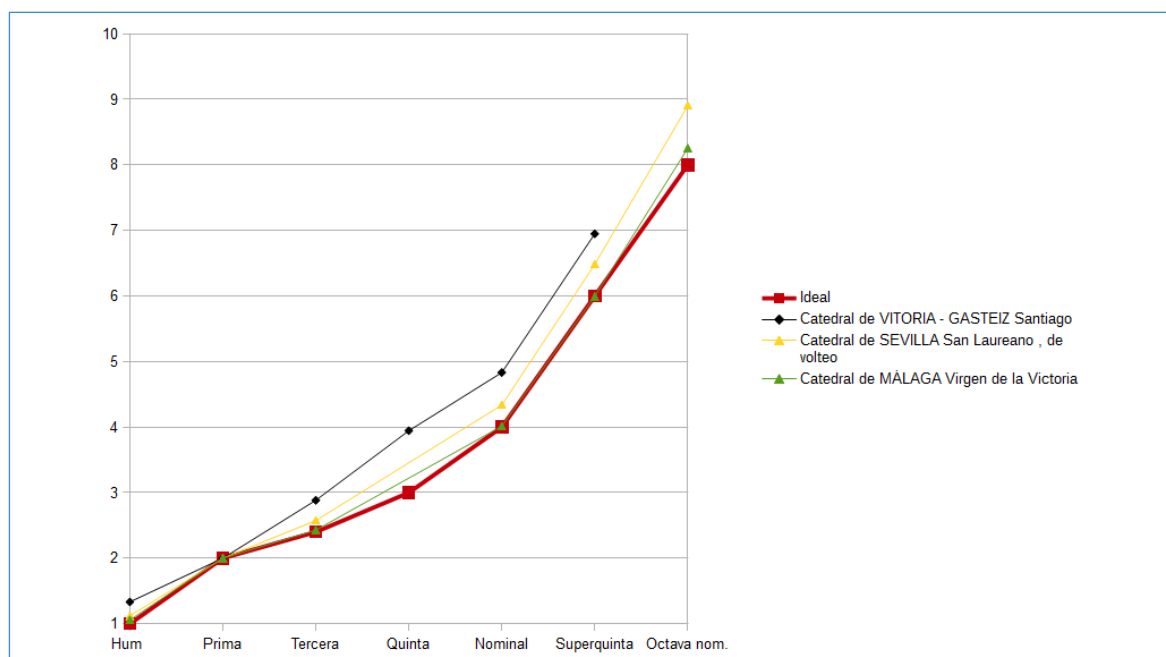
Gráfica 137. Desviación de las campanas fundidas por Roses, Atzeneta d'Albaida, (1962-1966).
Elaboración propia.



Murua

Otro ejemplo de los años 60 lo tenemos con **Murua (Vitoria)**, en el que tampoco encontramos criterios propios a la hora de establecer los parciales. Como podemos observar, cada campana lleva una línea completamente diversa, que hace que la “Virgen de la Victoria” de Málaga coincida en gran medida con los valores de la campana ideal, aunque consideramos que no se debe a una búsqueda explícita, sino a fruto de la casualidad. Al igual que hemos comentado en el caso de otros fundidores, el hecho de que las campanas se distancien entre ellas once años y que oscilen entre los 88 y los 144 cm de diámetro no es un factor que justifique la gran diversidad entre los valores relativos de sus parciales.

**Gráfica 138. Desviación de las campanas fundidas por Murua, Vitoria, (1962-1973).
Elaboración propia.**



Perea

En el caso de las campanas de **Perea (Miranda de Ebro)**, realizadas entre 1963 y 1966, en la gráfica se dibujan claramente dos tipos de líneas, porque a pesar de que no encontramos ninguna afinidad entre la de Burgo de Osma con las dos de Logroño, entre estas dos últimas podemos observar que siguen criterios muy parecidos, proporcionando una afinación relativa muy grande. A fin de cuentas, como ya hemos comentado en diversas ocasiones durante este trabajo, es más importante este tipo de afinación que la referida a la campana ideal, porque es la que provocará que las campanas tengan un sonido homogéneo entre ellas.

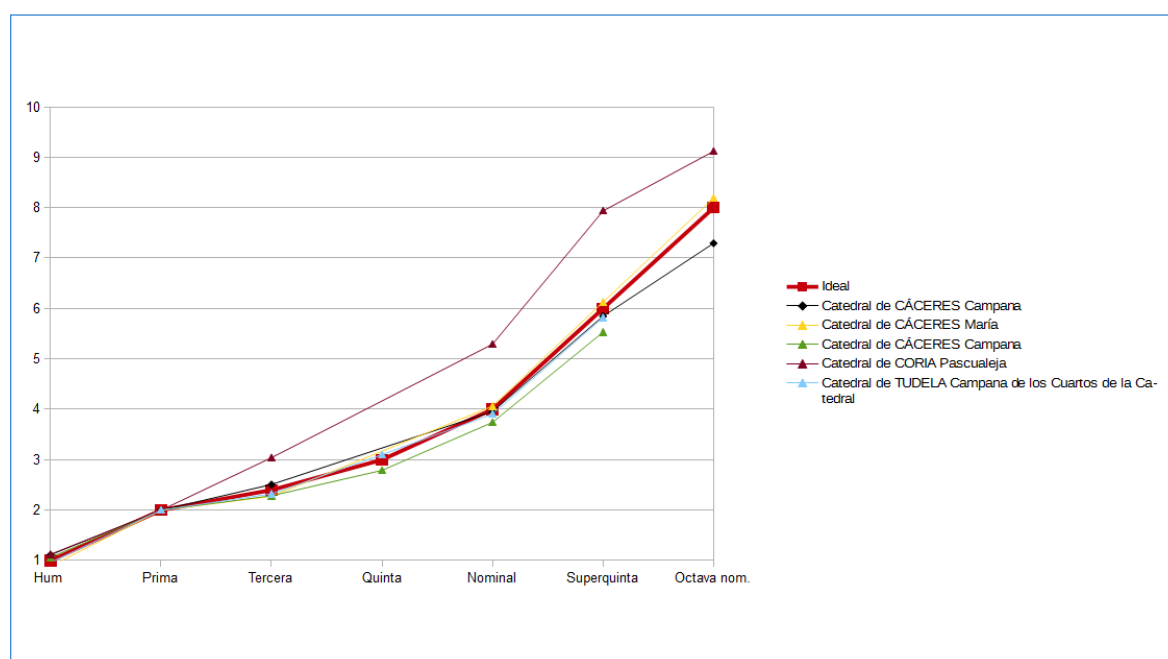
Guixà

En las campanas fundidas por **Guixà** entre 1971 y 1998 y que se sitúan entre 60 y 175 cm de diámetro, también hallamos muchas equivalencias entre sus parciales, de hecho las mayores desviaciones se dan en el parcial menos relevante de todos como es la Quinta. En este caso vemos claro como la distancia de 27 años entre la primera y la última de sus campanas, así como las grandes diferencias de tamaño, que llegan a variar en 115 cm, no son un impedimento ya que hay una voluntad o conocimientos para que las campanas tengan unos valores relativos en una misma dirección.

Gabriel Rivera Domínguez

En el último cuarto del siglo XX, desde 1973 a 2002, realiza sus campanas **Gabriel Rivera Domínguez (Montehermoso)** en las catedrales de Cáceres, Coria y Tudela. Observando la gráfica podemos ver que, salvo la “Pascualeja” de Coria por razones obvias, hay una cierta tendencia unitaria en relación a los diferentes parciales representados. De hecho, es curioso que la campana que más se desvía es la más antigua de todas las realizadas por él, lo que nos puede hacer pensar que quizás hubo un proceso de aprendizaje o de maduración²⁸⁶.

Gráfica 141. Desviación de las campanas fundidas por Gabriel Rivera Domínguez, Montehermoso, (1973-2002). Elaboración propia.



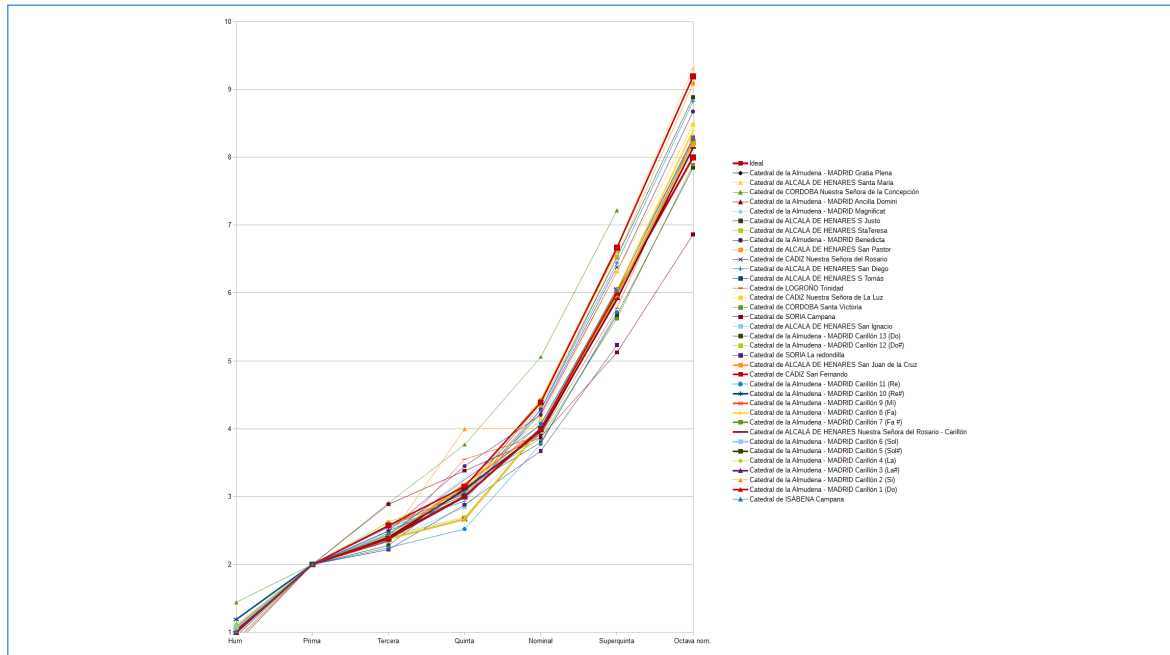
Campanas Quintana

El caso de **Campanas Quintana (Saldaña)** destaca por ser el que más campanas tiene realizadas dentro de las catedrales hispanas, aunque también hay que señalar que un buen número de ellas son las que forman parte del carillón de la Almudena. De hecho, estas últimas son las que aportan cierta coherencia al conjunto, porque por lo que podemos ver en las restantes, fundidas desde 1984 hasta 2005 y con tamaños que oscilan desde los 39 hasta los 140 cm, hay criterios tan distintos que es difícil obtener una conclusión sobre todo el conjunto.

286. Como ya se ha comentado con otros fundidores, esto no son más que conjeturas y será necesario en futuras investigaciones ahondar en este tipo de temas para poder entender cómo llegaron a producir los instrumentos que hemos analizado en este estudio.

Asimismo, como era de esperar ante tamaña producción, también es posible encontrar dos campanas similares como es el caso de “Nuestra Señora del Rosario” de Cádiz, de 1996 y “San Pastor” de Alcalá de Henares del año siguiente, en las que en todos los parciales hay diferencias de tan solo unas centésimas.

Gráfica 142. Desviación de las campanas fundidas por Campanas Quintana, Saldaña, (1984-2005). Elaboración propia.



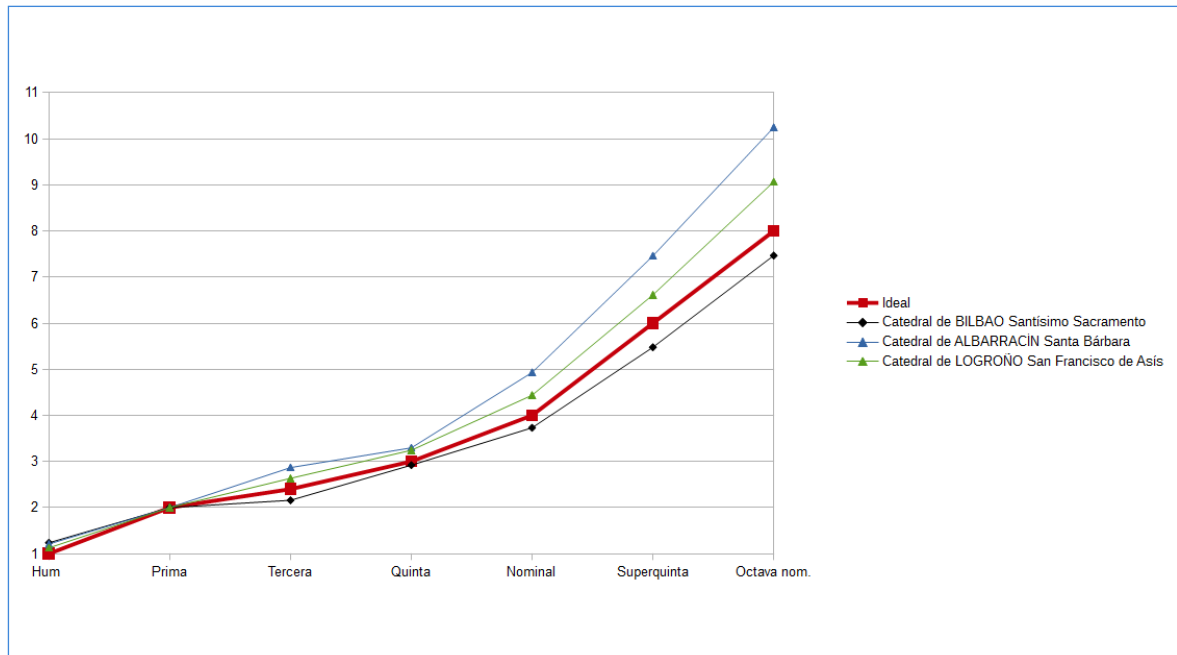
Hermanos Portilla

En los últimos años del siglo XX, los **Hermanos Portilla (Santander)** realizan tres campanas para distintas catedrales, en las cuales, a pesar del momento histórico y todos los avances tecnológicos, no podemos encontrar ningún tipo de criterio, lo que claramente nos indica que aún en ese momento no se tiene en cuenta el factor del sonido final a la hora de fundir una campana.

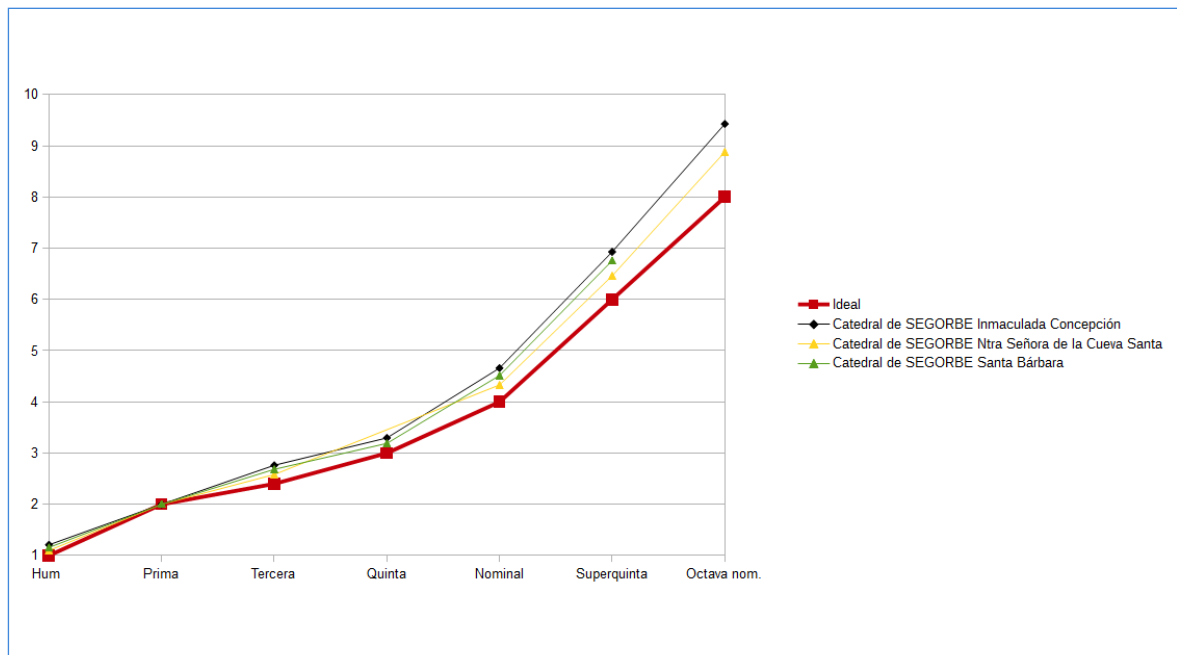
Abel Portilla

Sin embargo, en las realizadas entre 1989 y 1991 para la Catedral de Segorbe por uno de los hijos de los anteriormente nombrados, **Abel Portilla (Gajano)**, sí que encontramos una línea clara, que aunque no es similar a la de la campana ideal, al menos manifiesta la preocupación por desarrollar unas campanas con un sonido determinado, e incluso un sonido propio del autor.

**Gráfica 143. Desviación de las campanas fundidas por los hermanos Portilla (Santander) (1986-2000).
Elaboración propia.**



**Gráfica 144. Desviación de las campanas fundidas por Abel Portilla, Gajano, (1989-1991).
Elaboración propia.**

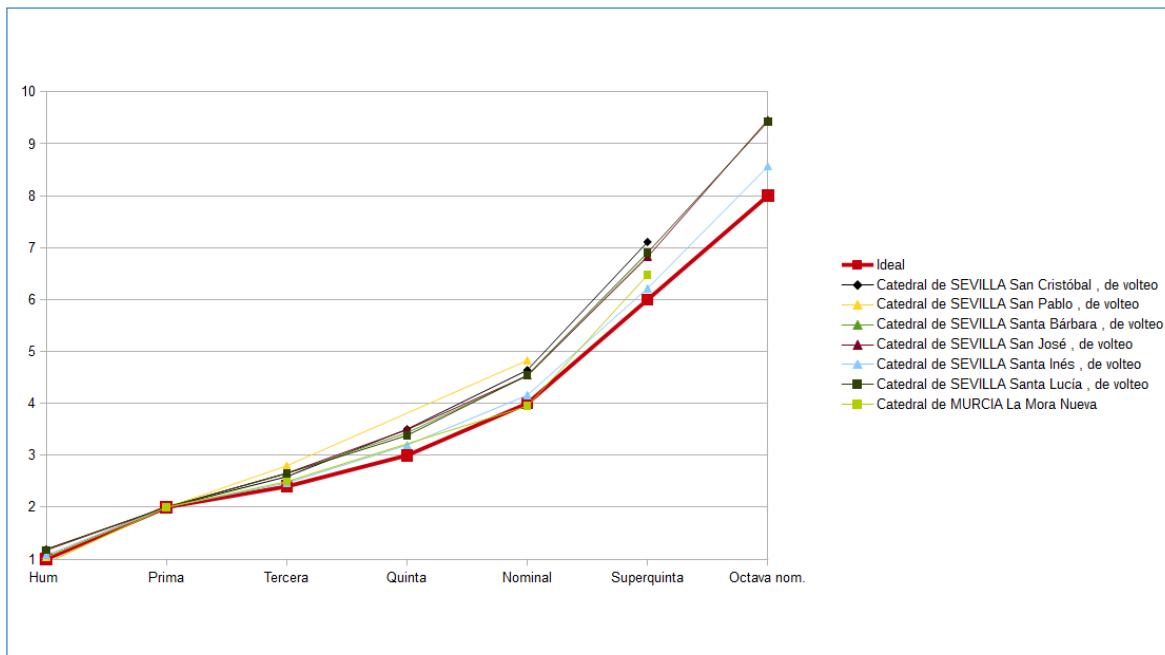


Eijsbouts

Sorprende los ejemplos que hay en las catedrales hispanas de campanas producidas por **Eijsbouts** entre 1989 y 2010. Tras una fundición tan importante a nivel mundial especializada en campanas de carillón, esperaríamos encontrar todas las campanas bajo un patrón único, y de antemano muy similar al de la campana ideal. Sin embargo, como podemos observar la única de ellas que sigue esos valores hasta el parcial de la Superquinta es la que está situada en la Catedral de Murcia, mientras que las de la Catedral de Sevilla tienen valores muy diversos. A la hora de realizarlas no se buscó que fueran campanas de carillón afinadas, sino que su paso por el torno fue para ajustar los distintos parciales en función de las características estudiadas de las campanas colindantes, que nada tiene que ver con la afinación propia de las campanas holandesas. Esta es la razón por la cual tan solo sea “Santa Inés” la que se acerca a los parciales referentes de la campana ideal²⁸⁷.

Es una lástima no poder contar en este análisis con las campanas del carillón de la Catedral de Málaga, que evidentemente serán necesarias para completar el estudio de las catedrales y poder sacar más conclusiones sobre las campanas realizadas por esta fundición.

Gráfica 145. Desviación de las campanas fundidas por Eijsbouts (1989-2010). Elaboración propia.



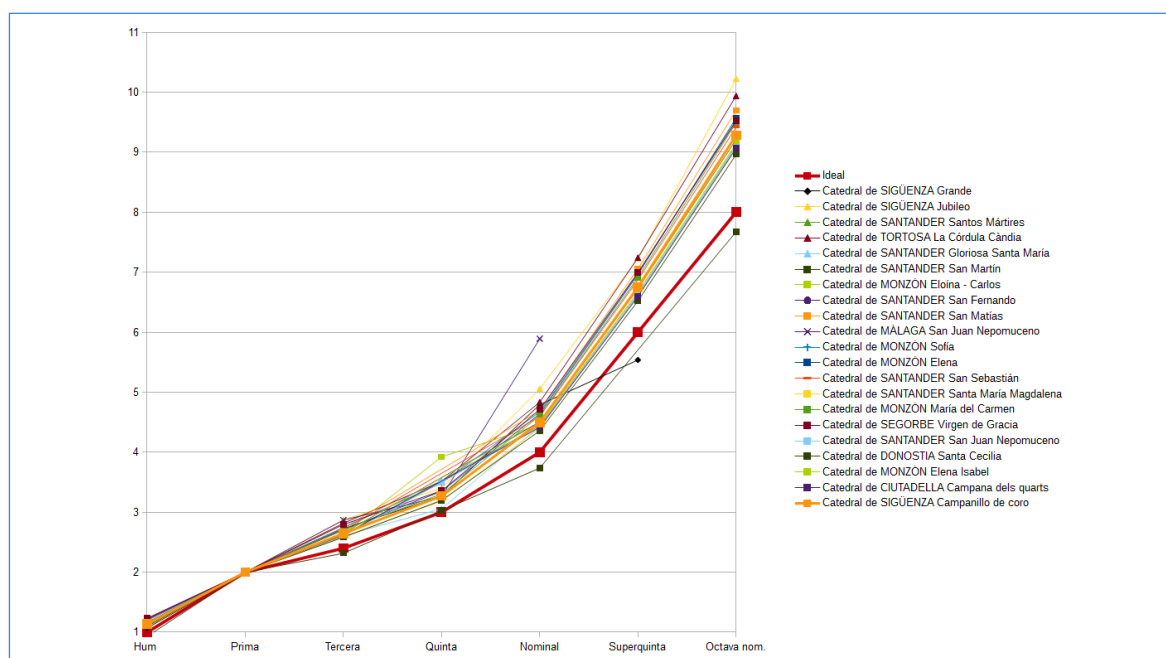
287. Para más información consultar el apartado 3.2.72, referido a la Catedral de Sevilla, donde se explican las características de la intervención.

Hermanos Portilla En el caso de los **Hermanos Portilla (Gajano)** subscribimos el análisis realizado en el trabajo de sus padres, los de Santander, ya que sorprende que en 1989 no se tuviera en cuenta el sonido final, como podemos observar en los resultados de la gráfica, porque cada campana tiene unos criterios distintos respecto a la colocación de sus parciales. En ellas encontramos una de las características descritas en las campanas de Abel Portilla, (quien forma parte de esta empresa pero a veces firma con su propio nombre), que es situar la Prima muy grave respecto a los otros parciales, lo que provoca que parezca que toda la gráfica está desviada hacia notas agudas.

En este caso también se ha utilizado el mismo molde para campanas de distintas catedrales, como en la campana “San Fernando” de Santander y “Eloína – Carlos” de Monzón, de 110 cm, en las cuales el resultado final en los distintos parciales es muy parecido. Esta repetición de moldes se dio en dos campanas más situadas en las mismas torres, como son “San Juan Nepomuceno” de Santander y “María del Carmen” de Monzón, de 70 cm. Las cuatro fueron fundidas en 1999.

Asimismo la “Inmaculada Concepción” de Segorbe, firmada por Abel en 1989, y la “Sofía” de Monzón, firmada en este caso como Hermanos Portilla en 1999 son dos campanas idénticas de 86 cm.

Gráfica 146. Desviación de las campanas fundidas por los hermanos Portilla (Gajano) (1989-2011). Elaboración propia.

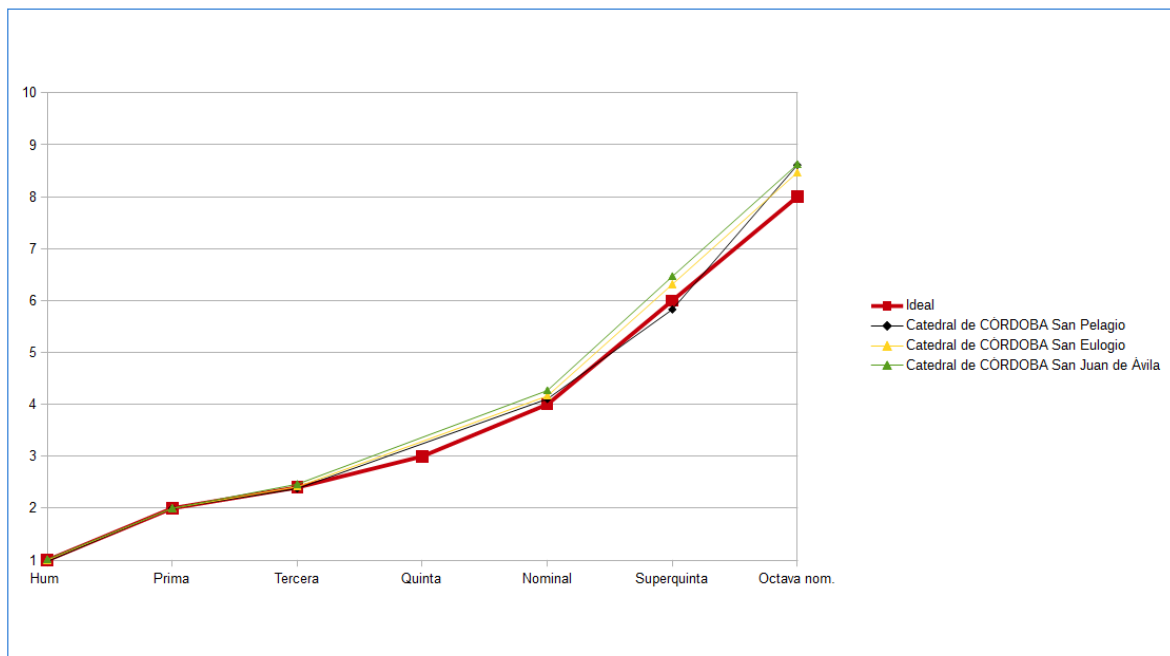


Bellucci Echi e Luci Srl

En 1996 tenemos la actuación de los italianos **Bellucci Echi e Luci Srl** en la Catedral de Córdoba.

Es curioso que en ninguna de las tres campanas se ha podido obtener el parcial de la Quinta, lo que provoca que aparentemente haya una desviación alrededor de ese parcial respecto a la campana ideal, pero como podemos ver es debido a la falta de referencia. De hecho, se trata de tres campanas entre 54 y 67 cm que tienen unos valores muy aproximados a los de las campanas afinadas, aunque es cierto que en los parciales superiores pierden coherencia.

Gráfica 147. Desviación de las campanas fundidas por Bellucci Echi e Luci Srl (1996).
Elaboración propia.



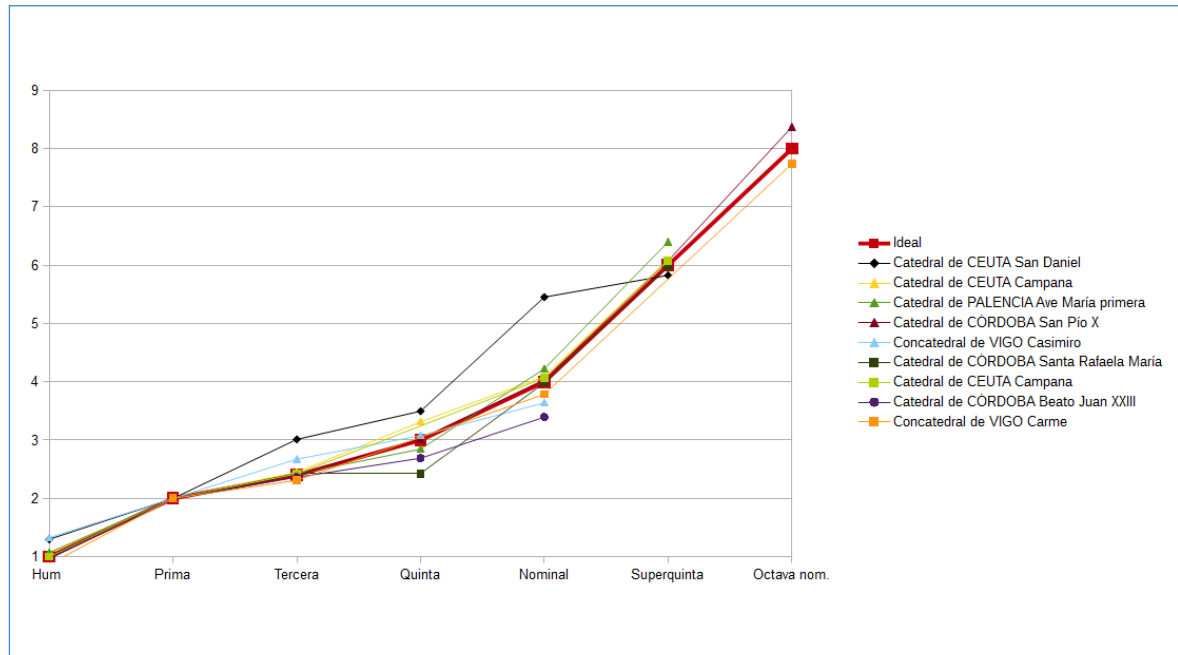
Ceresa S.L.

Para acabar con este breve repaso sobre los fundidores de campanas más representativos de las catedrales hispanas tenemos que nombrar a **Ceresa S. L. (Valladolid)** que entre 2000 y 2004 ha realizado 9 campanas para distintas catedrales: Ceuta, Córdoba, Palencia y Vigo. Sin lugar a dudas es posible afirmar que el paso al siglo XXI no ha supuesto un cambio radical en la búsqueda del sonido de las campanas, ya que este fundidor representa un claro ejemplo de falta de coherencia entre las distintas campanas fundidas.

No solo eso, sino que además encontramos campanas repetidas en las catedrales de Ceuta y Córdoba. En la primera, fundidas en 2001, tenemos la “Campana (1)” y “San Daniel”,

mientras que en la segunda, realizadas en 2002, se llaman “Beato Juan XXIII” y “San Pío X”, con 52 y 70 cm, respectivamente, con afinaciones prácticamente idénticas entre ellas.

**Gráfica 148. Desviación de las campanas fundidas por Caresa S.L., Valladolid, (2000-2004).
Elaboración propia.**



3.4 RESULTADOS POR ETAPAS HISTÓRICAS

Como ya hemos podido vislumbrar a través del análisis de los fundidores, es muy complicado elaborar conclusiones sobre determinadas tendencias en relación a la fundición de campanas y su evolución en el tiempo. El propósito de esta parte del análisis es averiguar si a lo largo de los siglos se han producido cambios significativos en la sonoridad de los armónicos de las campanas y su desviación con respecto a lo que sería la campana ideal. Para ello hemos hecho una agrupación de las campanas de los primeros siglos y a partir del XVI hemos dividido cada siglo en dos mitades, quedando así:

Tabla 102. División de las campanas para el análisis a través de los siglos.

Grupos	Nº Campanas
Siglos XIII/XIV	23
Siglo XV	19
1ª ½ siglo XVI	41
2ª ½ siglo XVI	30
1ª ½ siglo XVII	28
2ª ½ siglo XVII	36
1ª ½ siglo XVIII	46
2ª ½ siglo XVIII	101
1ª ½ siglo XIX	62
2ª ½ siglo XIX	93
1ª ½ siglo XX	141
2ª ½ siglo XX	178
Siglo XXI	31

Por otro lado, hemos construido una nueva variable, llamada CL, por combinación de las diferencias en valor absoluto de los valores previamente calculados para los armónicos de las campanas y los que corresponderían a la campana ideal.

$$CL = (\text{Hum}-1) + (\text{Tercera}-2,4) + (\text{Quinta}-3) + (\text{Nominal}-4) + (\text{Superquinta}-6) + (\text{Octava nominal}-8)$$

A continuación, hemos realizado el análisis de varianzas ANOVA con el factor Tiempo para todas las campanas con un nivel de confianza del 95%, obteniendo estos resultados.

Tabla 103. Resultado del análisis de varianzas ANOVA. Elaboración propia.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR			TODOS LOS SIGLOS	
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Siglos XIII/XIV	23	54,6923509	2,3779283	3,81826054
Siglo XV	19	28,7940364	1,5154756	1,00775119
1ª ½ siglo XVI	41	63,338177	1,54483359	1,30564683
2ª ½ siglo XVI	30	52,3023538	1,74341179	1,85804815
1ª ½ siglo XVII	28	58,8188986	2,10067495	3,16000023
2ª ½ siglo XVII	36	57,7127873	1,60313298	1,39983828
1ª ½ siglo XVIII	46	87,1624578	1,89483604	2,51338413
2ª ½ siglo XVIII	101	207,681175	2,05624926	2,45749437
1ª ½ siglo XIX	62	101,588824	1,63852943	1,30031269
2ª ½ siglo XIX	93	179,049604	1,92526456	2,03528551
1ª ½ siglo XX	141	261,09464	1,85173504	1,68027093
2ª ½ siglo XX	178	335,185272	1,88306332	2,25997523
Siglo XXI	31	33,3843267	1,07691376	1,59716451

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	42,8608063	12	3,57173386	1,76515404	0,0498083	1,76403201
Dentro de los grupos	1651,15041	816	2,02346864			

Como se puede observar, el valor F es superior al valor crítico y el p-valor inferior al 5%, lo que nos lleva a la conclusión de que hay cambios a lo largo del tiempo en la sonoridad de las campanas. De hecho, observamos que las mayores diferencias en medias corresponden a los dos primeros periodos y a los dos últimos, lo que nos ha hecho analizar los dos casos por separado.

En cuanto al tránsito entre los siglos XIII y XIV al XV, vemos, con respecto a las campanas disponibles, que con el tiempo se ha conservado una muestra aleatoria de las que se produjeron. A continuación analizamos si ha habido un cambio en las medias.

Planteamos la hipótesis nula	$H_0: \mu_1 = \mu_2$
Y la alternativa bilateral	$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

Seguidamente realizamos un contraste de medias considerando varianzas distintas con una confianza del 95% y obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 104. Resultado de las medias entre el tránsito de los siglos XIII y XIV al XV.

PRUEBA T PARA DOS MUESTRAS SUPONIENDO VARIANZAS DESIGUALES		
	Siglos XIII/XIV	Siglo XV
Media	2,3779283	1,515475602
Varianza	3,818260542	1,007751193
Observaciones	23	19
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	34	
Estadístico t	1,842734639	
P(T<=t) una cola	0,037050773	
Valor crítico de t (una cola)	2,032244509	
P(T<=t) dos colas	0,074101545	
Valor crítico de t (dos colas)	2,345056134	

Como se puede observar, el p-valor para dos colas 0,07410 es superior a 0,05 y por lo tanto no podemos rechazar la hipótesis nula. De esta manera, con los datos disponibles no es posible afirmar que haya habido cambios significativos entre estos siglos.

Con respecto al tránsito entre la segunda mitad del siglo XX y el XXI hemos realizado el mismo contraste de hipótesis para las medias.

Planteamos la hipótesis nula	H0: $\mu_1 = \mu_2$
Y la alternativa bilateral	H1: $\mu_1 \neq \mu_2$

Al realizar el contraste de medias considerando varianzas distintas con una confianza del 95%, obtenemos el siguiente resultado.

Tabla 105. Resultado de las medias entre el tránsito del siglo XX al XXI.

PRUEBA T PARA DOS MUESTRAS SUPONIENDO VARIANZAS DESIGUALES		
	2ª ½ siglo XX	Siglo XXI
Media	1,88306332	1,05018931
Varianza	2,25997523	1,84478108
Observaciones	178	19
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	23	
Estadístico t	2,51360749	
P(T<=t) una cola	0,00970116	
Valor crítico de t (una cola)	2,06865761	
P(T<=t) dos colas	0,01940233	
Valor crítico de t (dos colas)	2,39787506	

Observamos que el valor T es superior al valor crítico y el p-valor para dos colas es 0,0194, menor que 0,05, lo que nos lleva a rechazar la hipótesis nula.

De esta manera podemos concluir que ha habido un cambio significativo en los parciales armónicos de las campanas entre la segunda mitad del siglo XX y el siglo XXI. Dado que la variable CL pretende medir la diferencia con respecto a la campana ideal, el descenso de la media se podría interpretar como una mejora. A pesar de estos datos, tal y como se ha visto en el análisis de los fundidores, las campanas de Caresa no destacan especialmente por su concordancia con la campana ideal. Este factor nos advierte de la cantidad de campanas sin ningún criterio interno que se dieron en la segunda mitad del siglo XX, época que, como ya comentamos, destacó por grandes intervenciones en los conjuntos tradicionales sin ningún tipo de norma.

En relación a la hipótesis planteada al inicio de esta investigación: “a pesar de que hay una evolución clara en los sistemas de fundición y elaboración de las campanas, esto no se ve reflejado en unos resultados mejores a lo largo de las distintas épocas, dependiendo los mismos del trabajo de los fundidores y no tanto de la tecnología disponible en cada momento”, con los datos disponibles, podemos afirmar que no se producen cambios significativos a lo largo de los siglos. Por lo tanto, consideramos válida la hipótesis inicial.

3.5 CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA TONAL DE LAS CAMPANAS DE LAS CATEDRALES HISPANAS

Uno de los propósitos principales de este trabajo era obtener datos de las campanas para poder establecer sus estructuras tonales, con el fin de mantener un criterio coherente en las catedrales en caso de tener que reparar o sustituir alguna campana o si se quisieran añadir nuevos elementos a los conjuntos. La importancia de este hecho radica en que las catedrales, aún hoy en día, son una referencia clara para el entorno que las rodea, con lo que si conseguimos ayudar a establecer unos protocolos a este respecto, estaremos colaborando en el mantenimiento activo del patrimonio, tanto material como inmaterial de los toques y usos y costumbres de las campanas.

Siguiendo el ejemplo de Lehr, en su estudio de los distintos tipos de campanas en Europa occidental, en el que analiza 363 campanas europeas²⁸⁸, hemos realizado la siguiente tabla que sintetiza todas las campanas analizadas en este estudio.

Como es lógico estos datos no se pueden utilizar de manera aislada tomando en caso de necesidad el porcentaje mayor, ya que hay que tener en cuenta que, tal y como hemos visto en el análisis por separado de las distintas catedrales, muchas de ellas tienen una afinación interna relativa, que de hacerlo, se rompería de manera drástica. A pesar de ello sirve para ver cuáles son las estructuras tonales que predominan dentro de nuestro patrimonio.

Como podemos ver en los resultados, la estructura que más se da, en uno de cada cinco casos, corresponde a una campana con menos de una octava de diferencia entre el Hum y la Prima, alrededor de una tercera mayor entre la Prima y la Tercera, y más de una octava entre la Prima y la Nominal.

Tabla 106. Estructura tonal de las campanas de las catedrales hispanas. Elaboración propia.

ESTRUCTURA TONAL				%
Hum	Prima	Tercera	Nominal	
-Do ₃	Do ₄	-Mib ₄	-Do ₅	5,64
-Do ₃	Do ₄	-Mib ₄	Do ₅	2,64
-Do ₃	Do ₄	-Mib ₄	+Do ₅	0,72
-Do ₃	Do ₄	Mib ₄	-Do ₅	2,88
-Do ₃	Do ₄	Mib ₄	Do ₅	4,20
-Do ₃	Do ₄	Mib ₄	+Do ₅	2,28
-Do ₃	Do ₄	+ Mib ₄	-Do ₅	1,80
-Do ₃	Do ₄	+ Mib ₄	Do ₅	2,40
-Do ₃	Do ₄	+ Mib ₄	+Do ₅	2,16
Do ₃	Do ₄	-Mib ₄	-Do ₅	0,72
Do ₃	Do ₄	-Mib ₄	Do ₅	0,84
Do ₃	Do ₄	-Mib ₄	+Do ₅	0,12
Do ₃	Do ₄	Mib ₄	-Do ₅	0,48
Do ₃	Do ₄	Mib ₄	Do ₅	8,03
Do ₃	Do ₄	Mib ₄	+Do ₅	3,48
Do ₃	Do ₄	+ Mib ₄	-Do ₅	0,48
Do ₃	Do ₄	+ Mib ₄	Do ₅	0,96
Do ₃	Do ₄	+ Mib ₄	+Do ₅	3,96
+Do ₃	Do ₄	-Mib ₄	-Do ₅	1,56
+Do ₃	Do ₄	-Mib ₄	+Do ₅	0,24
+Do ₃	Do ₄	Mib ₄	-Do ₅	0,72
+Do ₃	Do ₄	Mib ₄	Do ₅	2,88
+Do ₃	Do ₄	Mib ₄	+Do ₅	2,52
+Do ₃	Do ₄	+ Mib ₄	-Do ₅	1,20
+Do ₃	Do ₄	+ Mib ₄	Do ₅	1,44
+Do ₃	Do ₄	+ Mib ₄	+Do ₅	7,31
+Do ₃	Do ₄	+ Mib ₄	+Re ₅	20,62
+Do ₃	Do ₄	+ Fa ₄	-Do ₅	0,24
+Do ₃	Do ₄	+ Fa ₄	Do ₅	0,60
+Do ₃	Do ₄	+ Fa ₄	+Do ₅	0,96
+Do ₃	Do ₄	+ Fa ₄	+Re ₅	8,15
+Do ₃	Do ₄	+ Fa ₄	+Mi ₅	7,79

288. Para más información consultar la Tabla 2. Resultados experimento Lehr.

3.6 RESULTADOS EN RELACIÓN A LA NOTA DE GOLPE

Tabla 107. Parciales que intervienen en el sonido final de las campanas de las catedrales hispanas. Elaboración propia.

PARCIALES QUE INTERVIENEN	%
Indefinido	21,97
Hum/Nominal	9,86
Nominal	9,14
Hum/Prima/Nominal	7,13
Tercera	6,89
Prima/Nominal	6,18
Hum/Nominal/8ª nominal	6,06
Hum	5,46
Nominal/8ª nominal	5,34
Prima/Nominal/8ª nominal	3,68
Hum/Prima/Nominal/8ª nominal	3,68
Hum/Prima	2,85
Quinta	2,49
Prima	2,14
Hum/Tercera	1,07
8ª nominal	0,95
Tercera/Superquinta	0,83
Quinta/Superquinta	0,83
Superquinta	0,71
Prima/Quinta	0,48
Hum/Quinta	0,48
Hum/Prima/8ª nominal	0,36
Hum/8ª nominal	0,36
Hum/Tercera/8ª nominal	0,12
Hum/Prima/Tercera	0,12
Hum/Quinta/Superquinta	0,12
Hum/Prima/Tercera/Nominal	0,12
Tercera/Nominal	0,12
Quinta/8ª nominal	0,12
Prima/Tercera/Nominal	0,12
Prima/8ª nominal	0,12
Nominal/Superquinta	0,12

En relación a unos de los objetivos principales de este estudio, “*Conocer qué parcial es el responsable en mayor medida del sonido final de la campana tradicional española*”, la siguiente tabla resume el cruce de los datos obtenidos en los experimentos con los obtenidos gracias a *Wavanal*.

Observando los resultados, sorprende que el primero de ellos sea el de “Indefinido”. Es necesario recordar que este apelativo responde a varios factores que hemos visto en los distintos casos analizados en el apartado 0, siendo los tres más representativos: la dispersión de datos debido a la ambigüedad tonal de la campana; la modificación a un tono vecino del resultado final, debido a la intervención del resto de los parciales; o la creación de un tono virtual que no podemos encontrar en ninguna de sus partes, pero que entre ellas lo forman de manera clara.

A pesar de este dato, si analizamos con detenimiento la tabla, vemos que todos los casos sumados en los que se encuentra la Nominal suponen un 51,55% del total. Ante este resultado es concluyente que la Nominal es el Parcial que más influye en el sonido final de la campana, frente a un 37,79% en los que está el Hum, un 20,8% donde está la Prima, 9,39% en los que se encuentra la Tercera y un 4,52% la Quinta.

3.7 RESULTADOS SEGÚN LOS TIPOS DE CAMPANAS

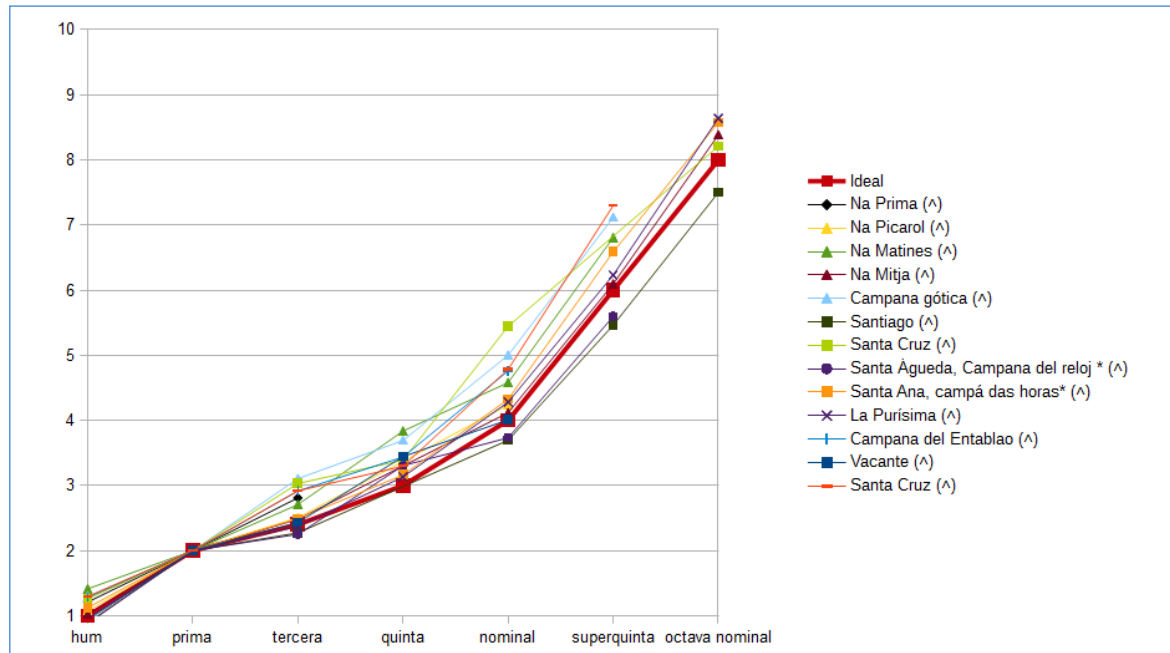
Una de las hipótesis iniciales que se formulan en este estudio plantea que en campanas con distintos perfiles encontraremos características que definan los datos de los parciales así como las características de la nota de golpe.

Para buscar la solución hemos decidido hacer un análisis por separado de las campanas con perfil gótico y romano, obteniendo resultados para poder sacar conclusiones.

3.7.1 CAMPANAS GÓTICAS

Para el estudio de las campanas de perfil *gótico*, hemos utilizado aquellas fundidas hasta 1550, que pertenecen por lo tanto al periodo así denominado. El universo consta de 13 campanas y la gráfica de la desviación respecto a la campana ideal es la siguiente:

Gráfica 149. Desviaciones de las campanas de perfil gótico hasta 1550. Elaboración propia.



Como se observa, no podemos delimitar un patrón de desvío que se cumpla en todas las campanas. Por esta razón afirmamos que el perfil *gótico* no implica una composición de los parciales de la campana claramente determinados o distintos de los de la campana normal.

Tabla 108. Resultados de los experimentos en las campanas góticas. Elaboración propia.

Parciales que coinciden	Número de campanas
Nominal	3
Nominal / 8ª nominal	2
Disperso	2
Hum	1
Hum / 8ª nominal	1
Hum / Prima / Nominal / 8ª nominal	1
Prima / Nominal	1
Tono virtual	1
Tercera	1

Por otra parte, los resultados en relación a la nota de golpe han sido los que se observan en la tabla 108.

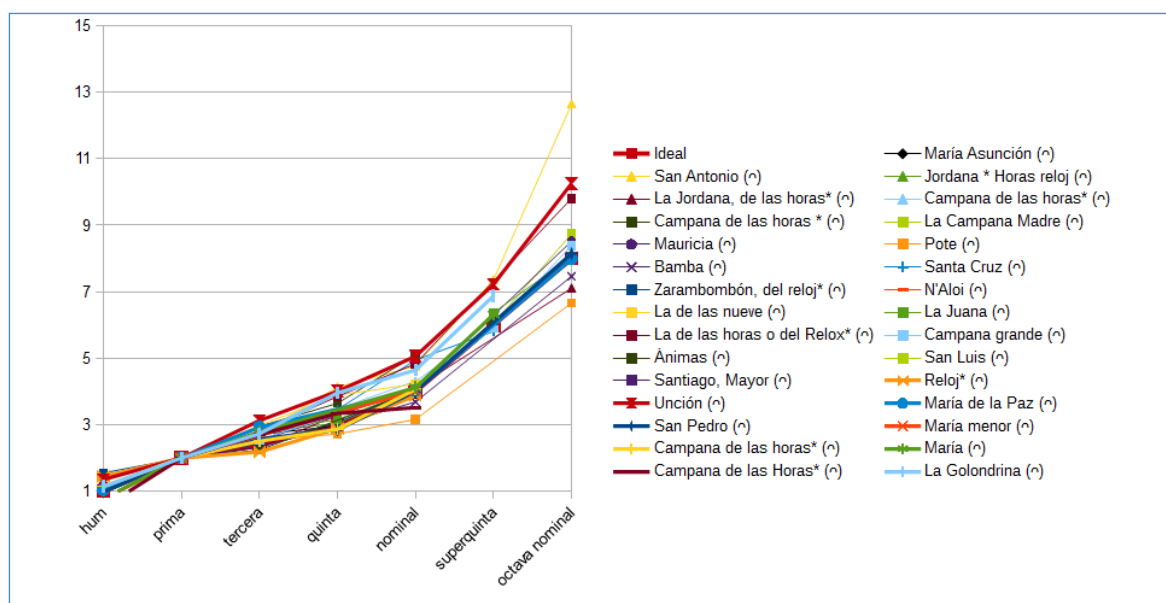
Al igual que pasa con los parciales, vemos que hay una gran dispersión de los datos, con lo que en relación a este factor, tampoco se identifica un elemento característico. A pesar de ello, es cierto

que hay un predominio de los principales parciales citados en la teoría²⁸⁹ en relación a la nota de golpe, tan solo cuatro resultados no tienen relación con ellos. Esta proporción es realmente similar a la de las campanas con un perfil normal. Con ello concluimos que el estilo de perfil gótico no tiene una característica propia en relación a la nota de golpe.

3.7.2 CAMPANAS ROMANAS

En el caso de las campanas con perfil *romano*, hemos optado por utilizar aquellas anteriores a 1800 para poder contar con una muestra significativa. En este caso nos encontramos con 29 elementos que conforman la siguiente gráfica, en relación a la campana ideal:

Gráfica 150. Desviaciones de las campanas de perfil romano hasta 1800. Elaboración propia.



289. Para más información sobre este tema consultar el apartado 1.2.2 referente a la nota de golpe.

Tabla 109. Resultados de los experimentos en las campanas de perfil romano. Elaboración propia.

PARCIALES QUE COINCIDEN	Número de campanas
Tercera	7
Prima / Nominal	6
Disperso	6
Tono virtual	2
Hum / Tercera / Nominal	1
Hum / Nominal	1
Hum / Prima / Tercera	1
Quinta / 8ª nominal	1
Quinta	1
Nominal	1
Hum / Quinta	1
Prima / Nominal / 8ª nominal	1

Al igual que hemos visto en las campanas *góticas*, en este caso tampoco podemos encontrar una característica definitoria, ya que hay campanas cuyos parciales son más graves mientras que en otras son más agudos, sin seguir ninguna línea coherente entre ellas.

Los resultados en relación a la nota de golpe han sido los que se observan en la tabla 109.

En este caso sí que detectamos un factor relevante y es que el parcial más destacado con relación a la nota de golpe sea el de la Tercera. De hecho, si sumamos todos aquellos en los que intervienen los parciales principales, Hum, Prima, Nominal y 8ª nominal, suman el mismo número que aquellos en los que está presente la Tercera, nueve en ambos casos. Asimismo, es destacable el número de veces en las que los resultados han estado tan dispersos que no se ha podido llegar a conclusiones (6), como aquellas en las que se ha creado un tono virtual (2)²⁹⁰.

Una de las características más singulares al escuchar una campana con perfil *romano* es que después de sonar, el Hum permanece durante largo tiempo en comparación a la campana *normal*. Este hecho empírico contrasta con que solo en 4 casos de los 29 la nota de golpe coincida con el Hum, y en ninguno haya sido definida la nota de golpe como aquella que sueña solo en ese parcial.

Ante estas evidencias resulta obvio que será necesario profundizar sobre este tema en futuras investigaciones específicas sobre la acústica de las campanas de este tipo.

Ante el análisis por separado de los dos tipos de perfiles, no podemos dar como válida la hipótesis: “Los distintos tipos de perfiles que encontramos en las campanas de las catedrales se evidencian en resultados muy definidos de los análisis”.

290. Estos conceptos vienen explicados en el Capítulo 2 referido a la Metodología.

3.8 RESULTADOS POR ZONAS GEOGRÁFICAS

Otra hipótesis planteada al inicio de este trabajo considera que en ciertas zonas los fundidores realizaron las campanas con criterios basados en las relaciones descubiertas por los hermanos Hemony. Para ello hemos realizado una serie de mapas que indican los lugares donde distintos fundidores han hecho sus trabajos y si estos tienen unos criterios homogéneos a la hora de fundir las campanas (marcados con puntos verdes) o no (señalados con puntos rojos). Estos datos los hemos tomado del apartado 3.3, que analiza el trabajo de aquellos que tienen 3 o más campanas en catedrales.

Mapa 1. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1501 y 1600.
Elaboración propia.



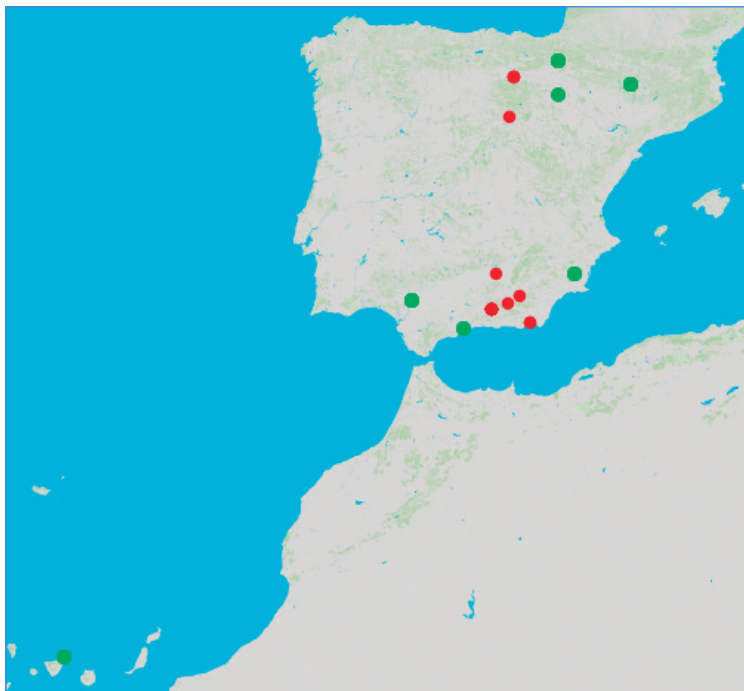
Fundidor	Años	Cant.	Catedrales	Coherencia interna
Clerget, Joan	1508-1544	3	Barbastro, València, Zaragoza (El Pilar)	Si
Fenodi, Antoni	1509-1529	3	Barcelona, Tarragona	No
Díez, Juan	1524	4	Palencia	No

Mapa 2. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1701 y 1750. Elaboración propia.



Fundidor	Años	Cant.	Catedrales	Coherencia interna
Alonso De Viadero, Dionisio	1719-1720	3	Lugo, Mondoñedo	No

Mapa 3. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1751 y 1800. Elaboración propia.



Fundidor	Años	Cant.	Catedrales	Coherencia interna
Riva, José de la	1763-1764	3	Sevilla	Si
Venero, Bernardo	1772-1779	4	Baeza, Granada	No
Hardouin, Louis	1776-1777	3	San Cristóbal de la Laguna	Si
Marcout, José	1780-1792	4	Pamplona, Tudela	Si
Menezo Orenzana, Pedro de	1780-1801	3	Santo Domingo de la Calzada	No
Venero, Fernando de (Meruelo)	1785-1790	4	Málaga, Murcia	Si
Sel, Agustín	1799-1800	4	Isábena	Si

Mapa 4. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1801 y 1850. Elaboración propia.



Fundidor	Años	Cant.	Catedrales	Coherencia interna
Blanco Palacio, Francisco (Mondoñedo)	1813-1851	4	Mondoñedo	No
Rosas, Manuel (Almería)	1815-1818	7	Murcia	Si
Pereira Dos Santos, José Felix (Braga)	1825-1828	3	Tui	No
Japón, Francisco (Sevilla)	1844-1851	3	Cádiz, Sevilla	Si

Mapa 5. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1851 y 1900.
Elaboración propia.



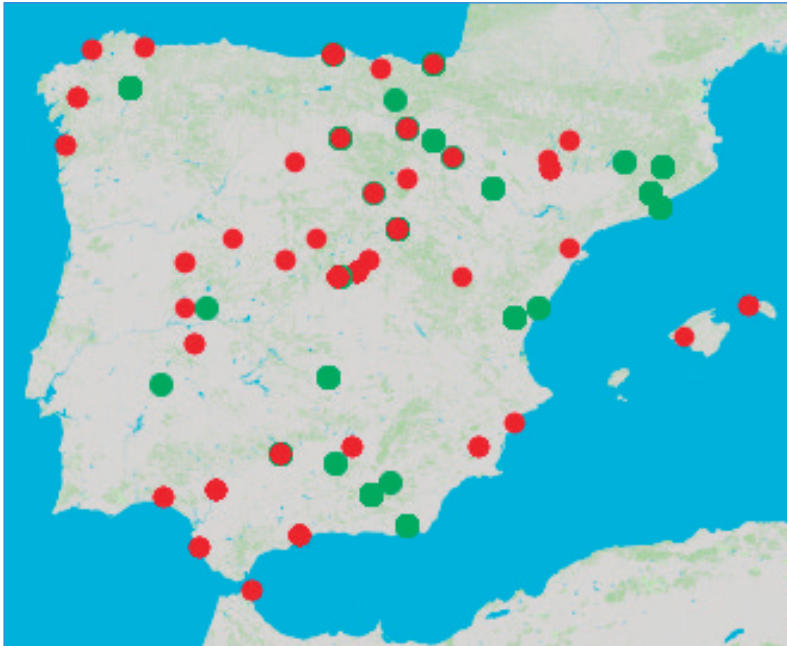
Fundidor	Años	Cant.	Catedrales	Coherencia interna
Echebaster, Esteban (Vitoria)	1850-1885	6	Mondoñedo, Vitoria	No
Pomarol, Josep (Reus)	1859-1867	4	Tarragona	Si
Ballesteros, Paulino	1879-1896	3	Huesca, Isábena, Jaca	No
Liste, J. (A Estrada)	1886-1916	3	Santiago de Compostela	No
Dencausse, Juan (Barcelona)	1889-1899	4	Donostia, Jaca, Murcia	Si
Linares, Eduardo e Hijos	1890-1893	3	Córdoba, Málaga, Toledo	No
Barberí, Esteban (Olot)	1893	3	Terrassa	Si
Villanueva Linares, Alfredo (Villanueva de la Serena)	1893-1949	6	Badajoz, Ciudad Rodrigo, Huelva, Plasencia, Sevilla	No
Delta Español (Bilbao)	1896	5	Valladolid	Si

Mapa 6. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1901 y 1950. Elaboración propia.



Fundidor	Años	Cant.	Catedrales	Coherencia interna
Albaladejo, Juan	1901-1902	4	Murcia	No
Linares Ortiz, Constantino de (Carabanchel Bajo)	1908-1940	22	Burgos, Cádiz, Cáceres, Ceuta, Córdoba, Guadalajara, Huesca, Madrid (S. Isidro), Málaga, Tortosa, Zaragoza (El Pilar)	Si
Cabrillo Mayor, José (Salamanca)	1915-1942	18	Ciudad Rodrigo, León, Lugo, Monzón, Palencia, Santo Domingo de la Calzada, Segovia	No
Murua, Hijos de (Vitoria)	1916	14	Bilbao	Si
Ocampo Artesanos Campaneros (Arcos da Condesa)	1919-1998	9	Madrid (Almudena), Mondoñedo, Santiago de Compostela, Vigo	No
Barberí (Riudellots de la Selva)	1939-1949	9	Barcelona, Girona, La Seu d'Urgell, Sant Feliu de Llobregat, Terrassa	Si
Roses, Hermanos (Silla)	1939-1952	13	Albacete, Castelló, Segorbe, Tortosa	No
Murua, Viuda de (Vitoria)	1939-1954	16	Lugo, Sigüenza, Terrassa, Vitoria	Si
Erice, Vidal	1940-1973	11	Calahorra, Donostia, Solsona, Vic	Si
Perea, Viuda de Ángel (Miranda de Ebro)	1941-1961	5	Burgos, Calahorra, Vic	Si
Villanueva Sáenz, Fernando (Villanueva de la Serena)	1941-1968	21	Almería, Badajoz, Baza, Ciudad Real, Guadix, Jaén, Plasencia, Segorbe	Si
Menezo Falla, Benigno	1945-1946	5	Lleida	Si
Linares, Hijos de Constantino (Carabanchel Bajo)	1946	3	Teruel	Si

Mapa 7. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1951 y 2000. Elaboración propia.



Fundidor	Años	Cant.	Catedrales	Coherencia interna
Manclús, Salvador (València)	1954-1991	22	Alacant, Badajoz, Barbastro, Cádiz, Ciudad Real, Ciutadella, Guadalajara, Guadix, Isábena, Monzón, Palma	No
Quintana, Manuel (Saldaña)	1959-1998	16	Alcalá de Henares, Ferrol,	No
Linares, Viuda De Constantino (Carabanchel Bajo)	1960	3	Madrid (S. Isidro)	Si
Rosas, Hijo De Manuel (Torredonjimeno)	1961-1999	20	Baza, Baeza, Córdoba, Guadix, Jaén, Sevilla	No
Roses (Atzeneta D'albaida)	1962-1966	3	Castelló, Segorbe	Si
Murua (Vitoria)	1962-1973	3	Málaga, Sevilla, Vitoria	No
Perea (Miranda de Ebro)	1963-1966	3	Burgo de Osma, Logroño	Si
Guixà	1971-1998	11	Barcelona, Terrassa, Zaragoza (El Pilar)	Si
Rivera Domínguez, Gabriel (Montehermoso)	1973-2002	5	Cáceres, Coria, Tudela	No
Quintana, Campanas (Saldaña)	1984-2005	35	Alcalá de Henares, Cádiz, Córdoba, Isábena, Logroño, Madrid (Almudena), Soria	No
Portilla, Hermanos (Santander)	1986-2000	4	Albarracín, Bilbao, Logroño	No
Portilla, Abel (Gajano)	1989-1991	3	Segorbe	Si
Eijsbouts (Asten)	1989-2010	34	Burgos, Málaga, Murcia, Santiago de Compostela, Sevilla	Si
Portilla, Hermanos (Gajano)	1989-2011	26	Bilbao, Burgo de Osma, Burgos, Ciutadella, Donostia, Málaga, Monzón, Santander, Segorbe, Sigüenza, Tortosa	No
Bellucci Echi e Luci Srl (Martina Franca)	1996	3	Córdoba	Si

Mapa 8. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 2001 hasta la actualidad. Elaboración propia.



Fundidor	Años	Cant.	Catedrales	Coherencia interna
Caresa S. L. (Valladolid)	2000-2004	9	Ceuta, Córdoba, Palencia, Vigo	No

Mapa 9. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1501 y 2017 con coherencia interna. Elaboración propia.



Mapa 10. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1501 y 2017 sin coherencia interna. Elaboración propia.



Mapa 11. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1501 y 2017. Elaboración propia.



Después de elaborar los distintos mapas, llegamos claramente a la conclusión de que no podemos definir unas zonas geográficas en las que haya un predominio de campanas con criterios homogéneos entre sus parciales. Asimismo, gracias a estos mapas vemos cómo no hay una evolución clara a lo largo del tiempo en una mejora de la afinación interna de la campana en relación a aquellas que le acompañan. Como ya hemos analizado en el apartado 3.3 todo indica que la relación intrínseca de la campana depende plenamente de la figura del fundidor, sin importar la zona en la que se mueve ni el siglo en el que se sitúa.

Ante esta evidencia, las hipótesis que hacen referencia a esos temas quedan declaradas como no válidas.

4 CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El análisis de las 855 campanas de las catedrales ha permitido obtener gran cantidad de datos e información hasta ahora desconocida. A través de esta investigación se ha establecido una catalogación de las campanas desde un ángulo hasta ahora inédito, el referente a su sonido. Para ello, hemos averiguado la frecuencia de los parciales más importantes de cada campana; a través de los experimentos hemos logrado destacar cuál de ellos es el más relevante en relación al sonido final; y hemos establecido las relaciones entre las campanas de cada conjunto, primando la afinación relativa sobre aquella individual. Posteriormente, con todos estos resultados hemos relacionado los fundidores y el espacio geográfico en el que se movían, enmarcados dentro de su etapa histórica.

Los objetivos planteados al inicio de este trabajo se han podido desarrollar de manera íntegra. A través de este estudio disponemos por primera vez de una catalogación de las frecuencias de los parciales más importantes de las campanas. Esto nos sirve para tener información científica a la hora de preservar y valorar el patrimonio existente, y al mismo tiempo, tener fundamentos para realizar restauraciones de los conjuntos, basándonos en la afinación real de los mismos. Un ejemplo de ello fue el uso de datos similares en la restauración de las campanas de la Catedral de Sevilla por la empresa holandesa Eijsbouts en 1998. Además, el conocimiento de la formación del sonido de las distintas campanas aporta una base para el estudio de otros aspectos relacionados con las mismas, como es la creación tradicional de toques y la intervención de unas campanas u otras en los mismos.

Un aspecto que ha quedado definido tras este estudio es que el resultado sonoro de las campanas depende claramente del perfil que poseen, y su trazado obedece a los conocimientos propios del fundidor. De esta manera, a través de lo visto en los apartados 3.3 y 3.4 podemos afirmar que no existen ni épocas ni zonas geográficas determinadas en las que se hagan campanas con resultados internos coherentes, con lo que la relación interna de los parciales depende claramente de la sabiduría y del buen hacer del fundidor. Queda así abierto para futuras investigaciones indagar cómo se dieron aquellos casos, que aparentemente parecen aislados, en los que hay un claro control y un dominio del trazo de los perfiles, con unos resultados homogéneos entre las distintas campanas realizadas.

Al analizar los resultados, buscando modelos de estructuras internas, según lo visto en el apartado 3.5, concluimos que no se puede llegar a generalizaciones, aunque sí que se da

cierto predominio de alguno de los patrones. La estructura que más se repite, en el 20,62% de los casos, hace referencia a una campana con menos de una octava de diferencia entre el Hum y la Prima, alrededor de una tercera mayor entre la Prima y la Tercera, y más de una octava entre la Prima y la Nominal.

Esto supone que a la hora de crear campanas que tengan una afinación relativa con las del resto del conjunto no podremos acudir a los datos generales, sino que será necesario en cada caso analizar con minuciosidad los elementos que conforman cada conjunto de manera autónoma, para establecer la estructura interna del mismo. Esta será la única forma de saber cuál tiene que ser la estructura interna de la nueva campana, para que tenga una relación óptima con las ya existentes, valorando su incorporación en los toques tradicionales.

Por otra parte, el conocimiento del parcial responsable del sonido final en las campanas de las catedrales hispanas permite ahondar en las relaciones internas del resultado sonoro. Como hemos podido ver en los estudios referentes a la nota de golpe, es destacable la dificultad que entraña establecer la nota final de la campana. Esto lo hemos comprobado en los experimentos, ya que tan solo en 11 casos de los 855, las 8 personas participantes se han puesto de acuerdo en definir el mismo tono para la campana, todos ellos músicos y con amplia experiencia. Hay que destacar además, que tan solo se les pedía la nota, no la escala en la que se situaba, lo que aún hubiera dificultado más encontrar valores comunes. Esta prueba nos ha ilustrado sobre lo complicado que es relacionar el sonido de la campana con el tono final que representa.

A pesar de, o gracias a todo ello, llegamos a conclusiones parecidas a lo visto en el apartado 1.2.2, donde se mencionan las distintas teorías sobre la nota de golpe. Destacamos la Nominal como el parcial más influyente en el sonido final de la campana, ya que en un 51,55% de los casos aparece resaltado como uno de los protagonistas en el sonido final. Al igual que hemos comentado en relación a la estructura interna de las campanas, este dato no lo podemos extrapolar en la aplicación práctica de este estudio, sino que será necesario un análisis pormenorizado en cada caso para buscar las mejores equivalencias y relaciones.

Basándonos en las conclusiones enumeradas y en el análisis de las catedrales del apartado 0, podemos afirmar que es mucho más importante la afinación relativa entre las campanas de los distintos conjuntos que la búsqueda de la afinación perfecta de los distintos parciales de una campana aislada.

Un aspecto interesante de este trabajo ha sido no poder encontrar las grandes diferencias que suponíamos entre las campanas con distintos perfiles: *normal*, *gótico* y *romano*. Es

cierto que, tal y como se recoge en los apartados 3.7.1 y 3.7.2, sí que encontramos ciertas características propias, sobre todo en el caso de las campanas *romanas*, pero no lo suficientemente contundentes como era de esperar. Serán necesarias futuras investigaciones en profundidad sobre ambos tipos de perfil para poder establecer cuáles son los parámetros que les otorgan sus sonidos característicos.

Además de los objetivos comentados, al inicio del estudio nos planteamos una serie de hipótesis. La primera: *“a pesar de que hay una evolución clara en los sistemas de fundición y elaboración de las campanas, esto no se ve reflejado en unos resultados mejores a lo largo de las distintas épocas, dependiendo los mismos del trabajo de los distintos fundidores y no tanto de la tecnología disponible en cada momento”*. En base a los resultados del apartado 3.4, no es determinable que haya unos periodos concretos en los que los fundidores busquen una lógica en la estructura interna de la campana. Si a esto le sumamos los datos del apartado 3.3, en el cual hemos visto el trabajo de distintos fundidores a través de los siglos, la conclusión es que el resultado se debe a una búsqueda o conocimientos personales de cada fundidor, sin ninguna relación con el tiempo en el cual se situaban. Por estas razones queda plenamente ratificada esta hipótesis, lo que nos lleva a establecer futuras líneas de investigación es esta dirección.

Intrínsecamente relacionado con lo anterior, la segunda hipótesis planteaba: *“hay ciertas zonas de influencia geográfica que afectan de manera determinante en las características del sonido final de la campana”*. Lo referido al marco temporal es aplicable de igual manera al aspecto geográfico, provocando que esta hipótesis haya sido rechazada. El hecho de no poder afirmar esta hipótesis supone un dato novedoso que permitirá acercarse al estudio de los distintos fundidores de una manera ajena a lo esperado.

A esto hay que sumar, que en contra de lo que se esperaba, los distintos tipos de perfiles de campanas que encontramos en las catedrales no definen por sí mismo el resultado de los parciales, lo que provoca que tampoco pueda considerarse válida la hipótesis enunciada al respecto: *“Los distintos tipos de perfiles que encontramos en las campanas de las catedrales se evidencian en resultados muy definidos de los análisis de los parciales y de las relaciones interválicas que se dan entre ellos”*. Una vez más, volvemos a ver que la causa de la coherencia interna, o falta de ella, se debe a los conocimientos y al hacer de cada fundidor, más allá del tipo de perfil de la campana realizada.

A pesar de que una de las tres hipótesis planteadas no haya podido ser confirmada, consideramos que esta investigación es enriquecedora; el análisis de las campanas desde el ángulo propuesto es un hecho tan poco estudiado que los resultados de la investigación eran imprevisibles. Es por ello que el haber desarrollado todos los objetivos iniciales y el hecho de conocer que no se cumplen algunas de las hipótesis aporta mucha información, hasta ahora desconocida, sobre las campanas de las catedrales hispanas. Estas conclusiones nos servirán como punto de partida sobre los que sustentar los futuros estudios, la campana como objeto de análisis pero también como base para relacionarla con su tiempo, espacio, uso y fundidor.

Los datos obtenidos nos van a permitir un gran número de investigaciones en un futuro cercano, y posibilitarán establecer estudios en profundidad sobre muchos de los factores que, debido a la complejidad y magnitud del tema estudiado, tan solo han sido esbozados.

Una ventaja que encontramos en el estudio acústico de las campanas es que su sonido no cambia²⁹¹ a lo largo de los siglos, con lo que los datos obtenidos no tienen una caducidad, permitiendo su uso a medio y largo plazo. De esta manera, el análisis de las 855 campanas sirve como base de esta tesis doctoral, pero también como punto de partida de futuras investigaciones sobre las campanas y su uso.

Uno de los primeros pasos a realizar una vez se cierre esta etapa será el estudio en profundidad de aquellas catedrales en las que fue más compleja la investigación, de manera que se pueda llegar a un análisis completo de las campanas de las catedrales hispanas. Es necesario recordar que en muchos casos²⁹² no ha sido posible realizar el estudio completo por las dificultades encontradas, provocadas por deficientes restauraciones que limitan el uso tradicional de las campanas, que las convierten en meros objetos decorativos de las torres.

La obtención de los datos de este estudio permite abrir nuevas vías de búsqueda en muchos campos. En primer lugar, hará viable investigar en profundidad el trabajo de los distintos fundidores en relación a sus campanas, estudio que solo se ha podido introducir levemente en el apartado 3.3. Será necesario conocer cómo era el trabajo de cada uno de ellos, la evolución que tuvieron a través de los años y, sobre todo, la comparación de los resultados de las campanas de las catedrales con aquellas que fundieron para otros lugares. A través de todo ello se entenderán mejor los resultados obtenidos en este trabajo, y estas nuevas investigaciones podrán ser el punto de inicio de posteriores estudios.

291. Según los estudios vistos en el apartado 1.2 en relación a la teoría.

292. Para más información al respecto consultar el apartado 3.1, referente a las características del universo estudiado.

Los datos obtenidos en relación a los parciales favorecerán estudios que relacionen la sonoridad de cada campana y su uso dentro de los toques tradicionales. Gracias a la información que se puede obtener en muchas catedrales²⁹³ será viable analizar las implicaciones del sonido de las campanas en su intervención en los toques. En el pasado ya se realizó una primera aproximación en este sentido²⁹⁴, pero gracias a los datos obtenidos se podrá extender este tipo de estudio a todas las catedrales de España.

Sin duda, uno de los aspectos en el que profundizar en un futuro cercano es la relación entre el material de las campanas, la aleación, y el resultado sonoro final. Con la elaboración de esta tesis ha quedado de manifiesto la importancia del perfil, pero será necesario estudiar en profundidad cuánto influyen las distintas combinaciones en el sonido final. La futura investigación estará intrínsecamente relacionada con la de los fundidores, ya que permitirá observar las posibles diferencias entre campanas realizadas por una misma persona en distintos años. Con ello se establecerían diferentes patrones de conducta a la hora de la fabricación de los instrumentos y abriría asimismo nuevas vías para determinar el porqué de unas elecciones u otras.

A través de todos los análisis realizados, el estudio de los datos y la interpretación de los mismos, la conclusión final es que el resultado sonoro de las campanas depende del trabajo y los conocimientos adquiridos por el fundidor. Ante esta importante afirmación, consideramos de vital importancia que se tenga este factor en cuenta a la hora de realizar y encargar proyectos de restauración o de creación de nuevos elementos en relación a los conjuntos de campanas de las catedrales hispanas. Igual que fue determinante para las campanas del pasado los conocimientos que se tuvieron a la hora de crearlas, hemos visto que esa importancia se mantiene aún en el presente, sin que la industrialización haya sido un factor decisivo en una dirección u otra. Asimismo, será muy importante tener en cuenta que las nuevas campanas se puedan integrar en los toques tradicionales, manteniendo de esta manera el patrimonio material e inmaterial de las torres.

293. Un claro ejemplo de ello lo tenemos en las distintas consuetas de la Catedral de València.

294. Francesc Llop i Àlvaro, «Las campanas de la Catedral de València» (Universitat de València. Facultat de Geografia i Història, 2011).

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5.1 BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA SOBRE LA ACÚSTICA DE LAS CAMPANAS

Aguado, Rafael. «Cuaderno de todos los toques de campanas así ordinarios como extraordinarios que se tocan en esta Santa Iglesia Metropolitana de Valencia escrito por Rafael Aguado Romaguera en el año 1912». *Campaners*, 1991.

Alcolea, Santiago, y Catalá Roca, F. *Campanarios de España*. Barcelona: Editorial RM, 1976.

Aldoshina, I., y Nicanorov, A. «The investigation of acoustical characteristic of Russian Bells». En *Journal of the Audio Engineering Society*, 14. Paris, France: Audio Engineering Society, 2000.

Alonso Fernández, Carmen. «Campanas y campaneros: El taller de fundición del siglo XVIII de la ermita de Vera Cruz de Frandovínez (Burgos)». *Hispania Sacra* LXVI, n.º Extra I (junio de 2014): 265-96.

Alonso Morales, Mercedes. *Campanas de la Catedral de Toledo. Campana Gorda*. Toledo: Doce calles, 2005.

Álvaro Muñoz, Mari Carmen, y Llop i Bayo, Francesc. «Inventario de las campanas de las Catedrales de España». Subdirección General de Protección de Patrimonio Histórico, Ministerio de Cultura, 2007. <http://www.campaners.com/php/ministerio.php?numer=0>.

Amades, Joan. «Les campanes». *Biblioteca de tradicions populars*. Barcelona, 1935.

Ars Sacra. «Las edades del hombre. Dossier Campaneros». *Revista del Patrimonio Cultural de la Iglesia*. Zamora, 2001.

Arts, Jan. «14A. The Sound of Bells. Jottings from My Experiences in the Domain of the Sound of Bells». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 238-41. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

———. «14B. The Sound of Bells. Jottings from My Experiences in the Domain of the Sound

of Bells. The Secondary Strike Note». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 242-44. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

Association des amis du Carillon. «Actes des premières journées nationales de campanologie». Châlons-sur-Marne: Association des amis du Carillon, 1992.

Ausseil, Louis. *Les fondeurs de cloches en Roussillon du XIV au XIX siècle*. Vol. 139-140. Perpignan, 1986.

Ayres, R. M. «Rebuilding an XVIII century campanile». *Chartered Mechanical Engineer*, septiembre de 1979, 93-95.

Balma, Mauro. *Campanari, campane, campanili di Liguria*. Genova: Sagep, 1996.

Banens, Jos. «Het frekwentie-spektrum van de klok». Universidad Técnica de Eindhoven, 1972.

Barreda, Albert. «Jous de fusta per a campanes manuals i motoritzades». *Campaners* 6, 1993.

Bartmann, Manfred. *Das Beiern der Glocken in der Grafschaft Bentheim, Denekamp (NL) und Ostfriesland*. Ludwisburg: Philip Verlag, 1991.

Beeckman, Issac. «Beeckman's journal», 1633.

Bernoulli, Jacques. «Essai théorique sur les vibrations des plaques élastiques rectangulaires et libres». *Nova Acta academiae scientiarum imperialis Petropolitanae*, 1786.

Berthelé, Joseph. *Ephemeris Campanographica*. Vol. I-XIV. Montpellier, 1910.

———. *Opuscules Campanaires*. Vol. 1,III,IV,VI. Caen, 1907.

Biehle, J. *Archiv für Musikwiss.* Vol. 1, 1919.

Bigelow, A. L. «18A. Part I». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 287-99. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

———. «18B. Part II. The Need for Testing Representative Medium and Treble Bells, and the Apparatus and Method Used». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 200-306. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

- . «18C. Part III. Establishing the Lines of Proportion and Profile». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 307-15. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- . «18D. Part V. The Completely Balanced Carillon in all its Acoustical and Physical Aspects». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 316-26. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- . *Carillon*. Princeton: Princetown University Press, 1948.
- . «The Acoustically Balanced Carillon». Princeton University School of Engineering, 1961.
- «Blagovest Bells— Intro to Bell Acoustics». Accedido 7 de septiembre de 2016. <http://www.russianbells.com/acoustics/acoustics-intro.html>.
- Boutillon, Xavier, y David, Bertrand. «Assessing tuning and damping oh historical carillon bells and their changes through restoration». *Applied Acoustics* 63 (2002): 901-10.
- Calzada i Oliveras, Josep. *Les campanes de la Catedral de Girona*. Girona: Diputació Provincial de Girona, 1977.
- Campaners de la Catedral de València. «Acta de la junta general constitutiva». València, 2005.
- Casanova de Párraga, Diego Antonio. *Las campanas de Al-Andalus, Galicia y Santiago*. Madrid, 1966.
- Cattermole, Paul D. T. «The church towers, bells and bell frames in the Hundreds of Clavering, Depwade, Diss, Earsham, Henstead and London, in south-east Norfolk». King's College, 1984.
- Change ringing. The History of an english art*. Vol. 1. The Central Council of Church Bell Ringers, 1987.
- Coleman, Satis. *The book of bells*. New York: The John Day company, 1938.
- Curtiss, A. N., y Giannini, G. M. «5. Some Notes on the Character of Bell Tones». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 75-82. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

- Escallada González, Luís de. *Breve guía de maestros fundidores de campanas de Cantabria*. Altamira, 2006.
- Euler, Leonard. «Tentamen de sono campanarum». *Novi commentariiacademiae scientiarum imperialis Petropolitanae*, 1764.
- Fernández Fernández, Lourdes. «Análisis modal de una campana con yugo de madera». Universitat d'Alacant, 2006.
- Fletcher, N. H. y Rossing, T. D. *The Pshysics of Musical Instruments*. Sp'inger, 1998.
- Freund, H. J. «A carillon of Major-third bells, The Clustering of Temporal Elements in Melody». *Music Perception* 4, no 3 (1987): 281–304.
- Fundación Marcelo Botín. *Las campanas. Cultura de un sonido milenario*. Santander: Actas del I Congreso Nacional, 1977.
- Garceau, Michelle E. «"I call the people". Church bells in fourteenth-century Catalunya». *Journal of Medieval History* 37 (2011): 197-214.
- Garnier, Henri. *Les carillons de France*. Dijon: Association des amis des carillon, 1985.
- Graber, Claude. «Glockenexpertise València». Accedido 15 de enero de 2017. <http://www.campaners.com/php/textos.php?text=817>.
- . *Glockenexpertise*. València, 1990.
- Griesbacher, P. *Glockenmusic*. Alfred Coppenrath, 1927.
- Grove, Sir George. «Bell». Editado por Tyrrell Sadie, Stanley John. *Grove Dictionary of Music and Musicians*. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- . «Eyck, Jacob van». Editado por Tyrrell Sadie, Stanley John. *Grove Dictionary of Music and Musicians*. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- . «Hemony». Editado por Tyrrell Sadie, Stanley John. *Grove Dictionary of Music and Musicians*. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- Grützmacher, M., Kallenbach, W., y Nellessen, E. «7. Acoustical Investigations on Church Bells». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 91-111. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

- Hasell, Anton, y McLachlan, Neil. «The Secular Bell». Australian Bell Pty Ltd, s. f.
- Helmholtz, H. *On the Sensations of Tone*. (Reimpreso de la traducción inglesa de la 4ª edición alemana de 1877). Dover Publications, 1954.
- Herrera y Bonilla, Theodosio. «Consueta de la Santa Iglesia Metropolitana de Valencia (1705)». *Campaners*, n.º 1-2: 47-67.
- Hibbert, William A. «The Quantification of Strike Pitch and Pitch Shifts in Church Bells». Department of Design, Development, Environment and Materials. Faculty of Mathematics, Computing and Technology. The Open University, 2008.
- Houtsma, Adrianus, y Henricus Tholen. «A carillon of Major-third bells, II. Perceptual Evaluation». *Music Perception* 4, n.º 3 (1987): 255–266.
- Ivorra Chorro, Salvador. «Acciones dinámicas introducidas por las vibraciones de las campanas sobre las torres-campanario». Universidad Politécnica de Valencia, 2002.
- . «Estudio mecánico del volteo de campanas». *Boletín de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación* 2, n.º 1 (octubre de 2004): 21-29.
- . «Simulación numérica del volteo de campanas tradicional en España». Departamento de Ingeniería de la Construcción. Universidad de Alicante, 2006.
- . «Vibro-acoustic behavior of Spanish Bells with Metallic and Wooden Yoke». Presentado en 19th International Congress on Acoustics, Madrid, 2 de septiembre de 2007.
- Jiménez Díaz, Nieves. *Las campanas de la catedral de Granada*. Vol. 1. Cuadernos de arte e iconografía, 1988.
- Jones, Arthur Taber. «3. The Vibration of Bells». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 47-57. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- . «12. The Strike Note of Bells». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 220-28. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- Jouffray, Alain. *Cloches, carillons et art campanaire*. Toulouse, 1984.
- Kalnins, A. «Free vibration of rotationally symmetric shell». *The Journal of the Acoustical*

Society of America 36 (1964): 1335-65.

Kelly, David. «The Sound of Bells». Accedido 25 de noviembre de 2015. <http://www.keltektrust.org.uk/indexsoundofbells.html>.

Las campanas. Tratado histórico, litúrgico, jurídico y científico. Barcelona: Administración de Razón y Fe, 1910.

Lehr, André. «10. The System of the Hemony-Carillons Tuning». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 187-90. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

———. «11. Contemporary Dutch Bell-Founding Art». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 191-216. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

———. «A carillon of Major-third bells, III. From Theory to Practice». *Music Perception* 4, nº 3 (1987): 267–280.

———. «Partial groups in the bell sound». *The Journal of the Acoustical Society of America* 79, nº 6: 2000–2011.

———. «Restauració de campanes». *Campaners*, 1993.

———. «The designing of swinging bells and carillon bells in the past and present». Asten, The Nederland, 1987.

Llop i Àlvaro, Francesc. *Algunos aspectos musicales de las campanas y sus toques*. Herri Musika Bilduma, Vol. 8. Oiartzun, 2007.

———. «Las campanas de la Catedral de València». Universitat de València. Facultat de Geografia i Història, 2011.

Llop i Àlvaro, Francesc, Llop i Bayo, Francesc, Máximo, Enrique, y Martín Noguera, Francisco Javier. «Estudio y propuesta de restauración de las campanas de la Catedral de Murcia y sus instalaciones». Accedido 27 de febrero de 2017. <http://www.campaners.com/php/textos.php?text=1056>.

Llop i Bayo, Francesc. «Curso de Campaneros de la Catedral de Pamplona». Pamplona, 2011.

- . *L'afició a les campanes. Paisatge urbà i tocs tradicionals en la ciutat de València*. València: Sèrie Minor, Consell Valencià de Cultura, 2003.
- . «Las campanas en Aragón». UCM-Universidad Complutense, 1989.
- . *Restauración de campanas de Catedrals*. Oiartzun: Herri Musika Bilduma, Vol. 8, Oiartzun, 2007.
- Llop i Bayo, Francesc, y Álvaro Muñoz, Mari Carmen. *Campanas y campaneros. Páginas de tradición*. Vol. No3. Salamanca, 1986.L
- Marco, David JT, McLachlan, Neil, y Wilson, Sarah J. «The perception of simultaneous pitches in ambiguous sounds». Sydney, Australia, 2007.
- Marmont, Paluel. *Cloches et carillons*. Paris, France: Segep, 1053.
- Martín Terrón, Alicia. «Reglamento del campanero de la catedral de Coria (1898)». *Cauriensia: revista anual de Ciencias Eclesiásticas* N°5 (2010): 307-25.
- Martínez Maldonado, Adriana Marina. «Las campanas de la catedral de Guadalajara: metamorfosis de un símbolo sonoro». Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Filosofía y Letras, Departamento de Música, 2015. <https://repositorio.uam.es/xmlui/handle/10486/666748>.
- McLachlan, Neil, y Cabrera, Densil. «Calculated pitch sensations for new musical bell designs». Adelaide, Australia: Causal Productions, 2002.
- McLachlan, Neil, Keramati Nigjrh, Behzad, y Hasell, Anton. «The design of bells with harmonic overtones». *The Journal of the Acoustical Society of America* 114 (julio de 2003): 505-13.
- Meyer, E., y Klaes, J. «13. On the Strike Note of Bells». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 229-37. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- Neil, McLachlan, Keramati Nigjrh, Behzad, y Trivailo, Pavel. «Application of modal analysis to musical bell design». Adelaide, Australia, 2002.
- «Nigel Taylor's tuning page». Accedido 26 de noviembre de 2015. <http://www.kirnberger.fsnet.co.uk/>.
- Parncutt, Richard. *Harmony: A Psychoacoustical Approach*. Berlin: Springer-Verlag, 1989.

- Pérez Piqueras, Elisa. «Análisis acústico de una campana con yugo de madera». Universitat d'Alacant, 2006.
- Perrin, R., y Charnley, T. «19. Group Theory and the Bell». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 327-34. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- Perrin, R., Charnley, T., y Banu, H. «Increasing the lifetime of warble-suppressed bells». *Journal of Sound and Vibration* 80 (1982): 298-303.
- Perrin, R., Charnley, T, y dePont, J. «8. Normal Modes of the Modern English Church Bell». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 112-32. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- Perrin, R., y Ockelton, C. M. G. «Warble suppression and the lifetime of bells». *Journal of Sound and Vibration* 40 (1975): 431-33.
- Pfundner, J. «16. On the Strike Note of Bells». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 256-62. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- Pierce, John. «A carillon of Major-third bells, Foreword». *Music Perception* 4, nº 3 (1987): 241–243.
- Plomp, Reinier. «A carillon of Major-third bells, General Introduction». *Music Perception* 4, nº 3 (1987): 243–245.
- Price, Percival. *Bells & Man*. Press. Oxford: Oxford University Press, 1983.
- Real Academia Española. «Campana». *Diccionario de la lengua española*. Madrid: Espasa Libros, 2014.
- Ritsma, R. J. «Frequencies dominant in the perception of the pitch of complex sounds». *The Journal of the Acoustical Society of America* 42 (1967): 191-98.
- Rossing, Thomas D., ed. *Acoustics of bells*. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- . «The Acoustics of Bells: Studying the vibrations of large and small bells helps us understand the sounds of one of the World's oldest musical instruments». *American Scientist* 72, nº 5 (octubre de 1984): 440-47.

- Sánchez Real, José. *Fundición de una campana en 1405*. València: Universitat de València, 1982.
- Schad, C. R., y Warlimont, H. «17. Acoustical Investigations of the Influence of the Material on the Sound of Bells». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 266-86. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- Schoofs, A., F. Van Asperen, P. Maas, y Lehr, A. «A carillon of Major-third bells, I. Computation of Bell Profiles Using Structural Optimization». *Music Perception* 4, nº 3 (1987): 245–255.
- Schouten, J. F., y Hart, J. 't. «15. The Strike Note of Bells». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 245-55. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- Simpson, A. B. «2A. On Bell Tones». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 27-39. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- . «2B. On Bell Tones No.II». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 40-46. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- Sinyan, Shen. «Acústica de las antiguas campanas chinas». *Acústica musical* 21 (junio de 1987).
- Slaymaker, F. H. «Chords from tones having stretched partials». *The Journal of the Acoustical Society of America* 47 (1970): 1569-71.
- Slaymaker, Frank H., y Meeker, Willard F. «6. Measurements of the Tonal Characteristics of Carillon Bells». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 83-90. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- Strutt, J. W. (Lord Rayleigh). «1. On Bells». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 10-26. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- Taylor, Nigel. «Nigel Taylor's tuning page». Accedido 26 de noviembre de 2015. <http://www.kirnberger.fsnet.co.uk/>.
- Terhardt, E., y Seewann, M. «Auditive und objective Bestimmung der Schlagtonhöhe von historischen Kirchenglocken». *Acustica* 54 (1984): 129-44.

- Terhardt, E., Stoll, G., y Seewann, M. «Algorithm for extraction of pitch and pitch salience from complex tone signals». *The Journal of the Acoustical Society of America* 71 (1982): 679-90.
- The towers and belfries committee of the central council of church bell ringers. *The towers and bells handbook*. Brackley, Northamptonshire: Smart and Company Ltd, 1973.
- Tyzzler, Franklin G. «4. Characteristics of Bell Vibrations». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 63-74. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- Ursúa Irigoyen, Isidoro. *Las campanas de la Catedral de Pamplona*, 1984.
- Van Heuven, E. W. «9A. The Tuning of Carillon Bells Incorporated in the Measurements». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 136-55. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- . «9B. The Process of Tuning». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 156-79. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- . «9C. The Decay of Sound». En *Acoustics of bells*, editado por Thomas D. Rossing, 180-86. Benchmark papers in acoustics series, v. 19. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.
- . «Acoustical measurements on church-bells and carillons». Technische Hogeschool, 1949.
- Vernet, Marc. *Cloches et musique*. Neuchate, Suisse: Éditions de la Baconnière, 1963.
- . *Les Carillons du Valais*. Vol. 45. Bâle: Publications de la Société suisse des Traditions populaires, 1965.
- VV.AA. *Bizkaiko kanpaiak*. Bilbao: Diputación Foral de Bizkaia, departamento de Cultura. Patrimonio Histórico, 2005.
- World Carillon federation. «Actes du congres du 9e Congres Mondial de Carillon». Chambéry, 1994.
- Zener, Clarence M. *Elasticity and Anelasticity Metals*. Chicago: University of Chicago Press, 1948.

5.2 BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Albert Gómez, M^a José. *La Investigación Educativa. Claves Teóricas*. Madrid: Editorial McGraw Hill, 2007.
- Bernat i Roca, Margalida. «Els graffiti del campanar de la seu de Mallorca». *Estudis Baleàrics*. Mallorca, 1986.
- «Edificios incluidos en el Plan de Catedrales», 8 de diciembre de 2010. <http://web.archive.org/web/20101208015629/http://www.mcu.es/patrimonio/MC/IPHE/PlanesNac/PlanCatedrales/EdificiosIncluidos.html>.
- Fletcher, N. H., y Rossing, T. D. *The Pshysics of Musical Instruments*. 2^a Edición. Springer, 1998.
- Huron, David. «Harmony: A Psychoacoustical Approach by Richard Parncutt». *Psychology of Music* 19, n^o 2 (1991): 219-22.
- «Huron's Review of R. Parncutt's "Harmony: A Psychoacoustical Approach"». Accedido 28 de agosto de 2016. <http://www.music-cog.ohio-state.edu/Huron/Publications/huron.Parncutt.review.html>.
- Parncutt, Richard. *Harmony: A Psychoacoustical Approach*. Berlin: Springer-Verlag, 1989.
- Rogers, Warren F. *Physics of Music. Science and Art*. Westmont College. Santa Barbara CA: Department of Physics Westmont College, 2012.
- Solans, Joaquín. *Prontuario litúrgico, ó sea breves comentarios sobre las rúbricas del breviario romano*. Barcelona: Imprenta de la V. e H. de J. Subirana, 1890.

6 ÍNDICES

6.1 ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Campana del Dai-shoro. Fotografía: GLADIS, Chris.	15
Ilustración 2. Tinnabulum. Museu Nacional Arqueològic de Tarragona.	15
Ilustración 3. Campana mozárabe del Abad Samsón. Museo Arqueológico de Córdoba	16
Ilustración 4. Campana de San Lorenzo, Real Monasterio de San Isidoro de León. www.campaners.com.	17
Ilustración 5. Campana romana: "La Garbancera", Catedral de Calahorra	19
Ilustración 6. Campana gótica: "La Bàrbera", Catedral de València	19
Ilustración 7. Campana normal: "L'Andreu", Catedral de València	20
Ilustración 8. Parciales en la campana. Elaboración propia.	26
Ilustración 9. Perfil de la campana.	34
Ilustración 10. Modos de la campana.	50
Ilustración 11. Principales modos de vibración de la campana.	57
Ilustración 12. Representación gráfica de las pulsaciones.	85
Ilustración 13. Trabajo de campo con el sistema manual.	89
Ilustración 14. Programa Wavanal. Menú principal.	90
Ilustración 15. Análisis de "El Manuel", Catedral de València.	90
Ilustración 16. Análisis de "La Joaquina", Catedral de Castelló.	93
Ilustración 17. Experimento 2, pantalla para la selección de la nota de la campana.	96
Ilustración 18. Campanas de las catedrales por fracciones de 50 años. Elaboración propia.	103
Ilustración 19. Relación de las campanas de las catedrales por tamaño. Elaboración propia.	103
Ilustración 20. Número de campanas de las catedrales por rangos de tamaño. Elaboración propia	104

6.2 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parciales de la campana ideal. Elaboración propia.	27
Tabla 2. Resultados experimento Lehr con 363 campanas europeas.	54
Tabla 3. Composición de bronces para campanas, Unión Naval de Levante.	82
Tabla 4. Análisis de la composición de diversas campanas.	83
Tabla 5. Resultados del experimento 1	95
Tabla 6. Resultados del experimento 2	97
Tabla 7. Campanas de las catedrales por fracciones de 50 años. Elaboración propia.	102
Tabla 8. Número de campanas de las catedrales por rangos de tamaño. Elaboración propia.	104
Tabla 9. Análisis de las campanas de la Concatedral de San Nicolás, Alacant. Elaboración propia.	108
Tabla 10. Análisis de las campanas de la Catedral de San Juan Bautista, Albacete. Elaboración propia.	112
Tabla 11. Análisis de las campanas de la Catedral de El Salvador, Albarracín. Elaboración propia.	115
Tabla 12. Análisis de las campanas de la Catedral La Magistral, Alcalá de Henares. Elaboración propia.	119
Tabla 13. Análisis de las campanas de la Catedral La Magistral, Alcalá de Henares. Elaboración propia.	121
Tabla 14. Análisis de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de la Encarnación, Almería. Elaboración propia.	125
Tabla 15. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Astorga. Elaboración propia.	128
Tabla 16. Análisis de las campanas de la Catedral del Salvador, Ávila. Elaboración propia.	131
Tabla 17. Análisis de las campanas de la Catedral de San Juan Bautista, Badajoz. Elaboración propia.	134
Tabla 18. Análisis de las campanas de la Catedral de la Natividad de Nuestra Señora, Baeza. Elaboración propia.	137
Tabla 19. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Barbastro. Elaboración propia.	140
Tabla 20. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Creu i Santa Eulàlia, Barcelona. Elaboración propia.	143
Tabla 21. Análisis de las campanas de la Colegiata de la Encarnación, Baza. Elaboración propia.	147
Tabla 22. Análisis de las campanas de la Catedral de Santiago Apóstol, Bilbao. Elaboración propia.	152
Tabla 23. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción, Burgo de Osma. Elaboración propia.	155
Tabla 24. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Burgos. Elaboración propia.	158
Tabla 25. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Cáceres. Elaboración propia.	162
Tabla 26. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Cruz, Cádiz. Elaboración propia.	165

Tabla 27. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Calahorra. Elaboración propia.	168
Tabla 28. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María de Gracia, Cartagena. Elaboración propia.	171
Tabla 29. Análisis de las campanas del Campanar de la Vila, Castelló de la Plana. Elaboración propia.	174
Tabla 30. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción, Ceuta. Elaboración propia.	177
Tabla 31. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María del Prado, Ciudad Real. Elaboración propia.	181
Tabla 32. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Ciudad Rodrigo. Elaboración propia.	184
Tabla 33. Análisis de las campanas de la Catedral de la Purificació de la Mare de Déu, Ciutadella. Elaboración propia.	187
Tabla 34. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Córdoba. Elaboración propia.	190
Tabla 35. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Coria. Elaboración propia.	195
Tabla 36. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María y San Juan, Cuenca. Elaboración propia.	198
Tabla 37. Análisis de las campanas de la Catedral del Buen Pastor, Donostia. Elaboración propia.	201
Tabla 38. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Maria la Major, Eivissa. Elaboración propia.	204
Tabla 39. Análisis de las campanas de la Concatedral de San Xiao, Ferrol. Elaboración propia.	207
Tabla 40. Análisis de las campanas de la Basílica de San Matíño de Mondoñedo, Foz. Elaboración propia.	210
Tabla 41. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María de Magdalena, Getafe. Elaboración propia.	213
Tabla 42. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Girona. Elaboración propia.	216
Tabla 43. Análisis de las campanas de la Catedral de la Anunciación, Granada. Elaboración propia.	219
Tabla 44. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María la Mayor, Guadalajara. Elaboración propia.	224
Tabla 45. Análisis de las campanas de la Catedral de la Encarnación de la Asunción, Guadix. Elaboración propia.	227
Tabla 46. Análisis de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de la Merced, Huelva. Elaboración propia.	231
Tabla 47. Análisis de las campanas de la Catedral de la Transfiguración del Señor, Huesca. Elaboración propia.	234
Tabla 48. Análisis de las campanas de la Catedral de Roda de Isábena. Elaboración propia.	237
Tabla 49. Análisis de las campanas de la Catedral de San Pedro Apóstol, Jaca. Elaboración propia.	240
Tabla 50. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de la Virgen, Jaén. Elaboración propia.	243

Tabla 51. Análisis de las campanas de la Catedral de Nuestro Señor San Salvador, Jerez de la Frontera. Elaboración propia.	246
Tabla 52. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, La Seu d'Urgell. Elaboración propia.	249
Tabla 53. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Ana, Las Palmas de Gran Canaria. Elaboración propia.	252
Tabla 54. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, León. Elaboración propia.	256
Tabla 55. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Lleida. Elaboración propia.	259
Tabla 56. Análisis de las campanas de la Concatedral de Santa María de la Redonda, Logroño. Elaboración propia.	262
Tabla 57. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Lugo. Elaboración propia.	265
Tabla 58. Análisis de las campanas de la Catedral de las Fuerzas Armadas, Madrid. Elaboración propia.	268
Tabla 59. Análisis de las campanas de la Catedral de San Isidro, Madrid. Elaboración propia.	271
Tabla 60. Análisis de las campanas del carillón de la Catedral de la Almudena, Madrid. Elaboración propia.	275
Tabla 61. Análisis de las campanas de la Catedral de la Almudena, Madrid. Elaboración propia.	277
Tabla 62. Análisis de las campanas de la Catedral de la Encarnación, Málaga. Elaboración propia.	281
Tabla 63. Análisis de las campanas de la Concatedral de Santa María, Mérida. Elaboración propia.	285
Tabla 64. Análisis de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de los Remedios, Mondoñedo. Elaboración propia.	288
Tabla 65. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María del Romeral, Monzón. Elaboración propia.	292
Tabla 66. Análisis de las campanas de la Concatedral de Santa María, Murcia. Elaboración propia.	295
Tabla 67. Análisis de las campanas de la Catedral de El Salvador y Santa María, Orihuela. Elaboración propia.	300
Tabla 68. Análisis de las campanas de la Catedral de San Martiño, Ourense. Elaboración propia.	303
Tabla 69. Análisis de las campanas de la Catedral de San Salvador, Oviedo. Elaboración propia.	306
Tabla 70. Análisis de las campanas de la Catedral de San Antolín, Palencia. Elaboración propia.	309
Tabla 71. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María de Palma, Palma. Elaboración propia.	313
Tabla 72. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Pamplona. Elaboración propia.	316
Tabla 73. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Plasencia. Elaboración propia.	320

Tabla 74. Análisis de las campanas de la Catedral Nueva de la Asunción de la Virgen, Salamanca. Elaboración propia.	323
Tabla 75. Análisis de las campanas de la Catedral de Ntra. Sra. de los Remedios, San Cristóbal de la Laguna. Elaboración propia.	327
Tabla 76. Análisis de las campanas de la Catedral de Sant Llorenç, Sant Feliu de Llobregat. Elaboración propia.	330
Tabla 77. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción de la Virgen, Santander. Elaboración propia.	333
Tabla 78. Análisis de las campanas de la Catedral Basílica Metropolitana, Santiago de Compostela. Elaboración propia.	337
Tabla 79. Análisis de las campanas de la Catedral del Salvador, Santo Domingo de la Calzada. Elaboración propia.	341
Tabla 80. Análisis de las campanas de la Catedral, Segorbe. Elaboración propia.	344
Tabla 81. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Segovia. Elaboración propia.	347
Tabla 82. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María de la Sede, Sevilla. Elaboración propia.	350
Tabla 83. Análisis de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora, Sigüenza. Elaboración propia.	355
Tabla 84. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Solsona. Elaboración propia.	360
Tabla 85. Análisis de las campanas de la Catedral de San Pedro, Soria. Elaboración propia.	363
Tabla 86. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Tarazona. Elaboración propia.	366
Tabla 87. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Tarragona. Elaboración propia.	369
Tabla 88. Análisis de las campanas de la Catedral del Sant Esperit, Terrassa. Elaboración propia.	372
Tabla 89. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María de Mediavilla, Teruel. Elaboración propia.	375
Tabla 90. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa María, Toledo. Elaboración propia.	378
Tabla 91. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Tortosa. Elaboración propia.	382
Tabla 92. Análisis de las campanas de la Catedral de la Virgen María, Tudela. Elaboración propia.	385
Tabla 93. Análisis de las campanas de la Catedral de la Asunción, Tui. Elaboración propia.	388
Tabla 94. Análisis de las campanas de la Catedral de Santa Maria, València. Elaboración propia.	392
Tabla 95. Análisis de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de la Asunción, Valladolid. Elaboración propia.	396
Tabla 96. Análisis de las campanas de la Catedral de Sant Pere, Vic. Elaboración propia.	399
Tabla 97. Análisis de las campanas de la Concatedral, Vigo. Elaboración propia.	402
Tabla 98. Análisis de las campanas de la Catedral Vieja de Santa María, Vitoria. Elaboración propia.	405
Tabla 99. Análisis de las campanas de la Catedral de la Transfiguración, Zamora. Elaboración propia.	408

Tabla 100. Análisis de las campanas de la Catedral Basílica de Nuestra Señora del Pilar, Zaragoza. Elaboración propia.	411
Tabla 101. Análisis de las campanas de la Catedral del Salvador, Zaragoza. Elaboración propia.	414
Tabla 102. División de las campanas para el análisis a través de los siglos.	460
Tabla 103. Resultado del análisis de varianzas ANOVA.	461
Tabla 104. Resultado de las medias entre el tránsito de los siglos XIII y XIV al XV.	462
Tabla 105. Resultado de las medias entre el tránsito del siglo XX al XXI.	463
Tabla 106. Estructura tonal de las campanas de las catedrales hispanas. Elaboración propia.	464
Tabla 107. Parciales que intervienen en el sonido final de las campanas de las catedrales hispanas. Elaboración propia.	465
Tabla 108. Resultados de los experimentos en las campanas góticas. Elaboración propia.	467
Tabla 109. Resultados de los experimentos en las campanas de perfil romano. Elaboración propia.	468
Tabla 110. Resultados por fundidores. Elaboración propia.	

6.3 ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Campanas de las catedrales por años. Elaboración propia.	102
Gráfica 2. Desviación de las campanas de la Concatedral de San Nicolás, Alacant. Elaboración propia.	107
Gráfica 3. Desviación de las campanas de la Catedral de San Juan Bautista, Albacete. Elaboración propia.	111
Gráfica 4. Desviación de las campanas de Catedral de El Salvador, Albarracín. Elaboración propia.	114
Gráfica 5. Desviación de las campanas de la Catedral La Magistral, Alcalá de Henares. Elaboración propia.	118
Gráfica 6. Desviación de las campanas de la Catedral La Magistral, Alcalá de Henares. Elaboración propia.	120
Gráfica 7. Desviación de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de la Encarnación, Almería. Elaboración propia.	124
Gráfica 8. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Astorga. Elaboración propia.	127
Gráfica 9. Desviación de las campanas de la Catedral del Salvador, Ávila. Elaboración propia.	130
Gráfica 10. Desviación de las campanas de la Catedral de San Juan Bautista, Badajoz. Elaboración propia.	133
Gráfica 11. Desviación de las campanas de la Catedral de la Natividad de Nuestra Señora, Baeza. Elaboración propia.	136
Gráfica 12. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Barbastro. Elaboración propia.	139
Gráfica 13. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Creu i Santa Eulàlia, Barcelona. Elaboración propia.	142
Gráfica 14. Desviación de las campanas de la Colegiata de la Encarnación, Baza. Elaboración propia.	146
Gráfica 15. Desviación de las campanas de la Catedral de Santiago Apóstol, Bilbao. Elaboración propia.	151
Gráfica 16. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción, Burgo de Osma. Elaboración propia.	154
Gráfica 17. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Burgos. Elaboración propia.	157
Gráfica 18. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Cáceres. Elaboración propia.	161
Gráfica 19. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Cruz, Cádiz. Elaboración propia.	164

Gráfica 20. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Calahorra. Elaboración propia.	167
Gráfica 21. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María de Gracia, Cartagena. Elaboración propia.	170
Gráfica 22. Desviación de las campanas del Campanar de la Vila, Castelló de la Plana. Elaboración propia.	173
Gráfica 23. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción, Ceuta. Elaboración propia.	176
Gráfica 24. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María del Prado, Ciudad Real. Elaboración propia.	180
Gráfica 25. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Ciudad Rodrigo. Elaboración propia.	183
Gráfica 26. Desviación de las campanas de la Catedral de la Purificació de la Mare de Déu, Ciutadella. Elaboración propia.	186
Gráfica 27. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Córdoba. Elaboración propia.	189
Gráfica 28. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Coria. Elaboración propia.	194
Gráfica 29. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María y San Juan, Cuenca. Elaboración propia.	197
Gráfica 30. Desviación de las campanas de la Catedral del Buen Pastor, Donostia. Elaboración propia.	200
Gráfica 31. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Maria la Major, Eivissa. Elaboración propia.	203
Gráfica 32. Desviación de las campanas de la Concatedral de San Xiao, Ferrol. Elaboración propia.	206
Gráfica 33. Desviación de las campanas de la Basílica de San Matíño de Mondoñedo, Foz. Elaboración propia.	209
Gráfica 34. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María de Magdalena, Getafe. Elaboración propia.	212
Gráfica 35. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Girona. Elaboración propia.	215
Gráfica 36. Desviación de las campanas de la Catedral de la Anunciación, Granada. Elaboración propia.	218
Gráfica 37. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María la Mayor, Guadalajara. Elaboración propia.	223
Gráfica 38. Desviación de las campanas de la Catedral de la Encarnación de la Asunción, Guadix. Elaboración propia.	226
Gráfica 39. Desviación de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de la Merced, Huelva. Elaboración propia.	230
Gráfica 40. Desviación de las campanas de la Catedral de la Transfiguración del Señor, Huesca. Elaboración propia.	233

Gráfica 41. Desviación de las campanas de la Catedral de Roda de Isábena. Elaboración propia.	236
Gráfica 42. Desviación de las campanas de la Catedral de San Pedro Apóstol, Jaca. Elaboración propia.	239
Gráfica 43. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de la Virgen, Jaén. Elaboración propia.	242
Gráfica 44. Desviación de las campanas de la Catedral de Nuestro Señor San Salvador, Jerez de la Frontera. Elaboración propia.	245
Gráfica 45. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Maria, La Seu d'Urgell. Elaboración propia.	248
Gráfica 46. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Ana, Las Palmas de Gran Canaria. Elaboración propia.	251
Gráfica 47. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, León. Elaboración propia.	255
Gráfica 48. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Lleida. Elaboración propia.	258
Gráfica 49. Desviación de las campanas de la Concatedral de Santa María de la Redonda, Logroño. Elaboración propia.	261
Gráfica 50. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Lugo. Elaboración propia.	264
Gráfica 51. Desviación de las campanas de la Catedral de las Fuerzas Armadas, Madrid. Elaboración propia.	267
Gráfica 52. Desviación de las campanas de la Catedral de San Isidro, Madrid. Elaboración propia.	270
Gráfica 53. Desviación de las campanas del carillón de la Catedral de la Almudena, Madrid. Elaboración propia.	274
Gráfica 54. Desviación de las campanas de la Catedral de la Almudena, Madrid. Elaboración propia.	276
Gráfica 55. Desviación de las campanas de la Catedral de la Encarnación, Málaga. Elaboración propia.	280
Gráfica 56. Desviación de las campanas de la Concatedral de Santa María, Mérida. Elaboración propia.	284
Gráfica 57. Desviación de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de los Remedios, Mondoñedo. Elaboración propia.	287
Gráfica 58. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María del Romeral, Monzón. Elaboración propia.	291
Gráfica 59. Desviación de las campanas de la Concatedral de Santa María, Murcia. Elaboración propia.	294
Gráfica 60. Desviación de las campanas de la Catedral de El Salvador y Santa María, Orihuela. Elaboración propia.	299
Gráfica 61. Desviación de las campanas de la Catedral de San Martiño, Ourense. Elaboración propia.	302

Gráfica 62. Desviación de las campanas de la Catedral de San Salvador, Oviedo. Elaboración propia.	305
Gráfica 63. Desviación de las campanas de la Catedral de San Antolín, Palencia. Elaboración propia.	308
Gráfica 64. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María de Palma, Palma. Elaboración propia.	312
Gráfica 65. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora, Pamplona. Elaboración propia.	315
Gráfica 66. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Plasencia. Elaboración propia.	319
Gráfica 67. Desviación de las campanas de la Catedral Nueva de la Asunción de la Virgen, Salamanca. Elaboración propia.	322
Gráfica 68. Desviación de las campanas de la Catedral de Ntra. Sra. de los Remedios, San Cristóbal de la Laguna. Elaboración propia.	326
Gráfica 69. Desviación de las campanas de la Catedral de Sant Llorenç, Sant Feliu de Llobregat. Elaboración propia.	329
Gráfica 70. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción de la Virgen, Santander. Elaboración propia.	332
Gráfica 71. Desviación de las campanas de la Catedral Basílica Metropolitana, Santiago de Compostela. Elaboración propia.	336
Gráfica 72. Desviación de las campanas de la Catedral del Salvador, Santo Domingo de la Calzada. Elaboración propia.	340
Gráfica 73. Desviación de las campanas de la Catedral, Segorbe. Elaboración propia.	343
Gráfica 74. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Segovia. Elaboración	346
Gráfica 75. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María de la Sede, Sevi- lla. Elaboración propia.	349
Gráfica 76. Desviación de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora, Sigüenza. Elaboración propia.	354
Gráfica 77. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Solsona. Elaboración propia.	359
Gráfica 78. Desviación de las campanas de la Catedral de San Pedro, Soria. Elaboración propia.	362
Gráfica 79. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Tarazona. Elaboración propia.	365
Gráfica 80. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa Maria, Tarragona. Elaboración propia.	368
Gráfica 81. Desviación de las campanas de la Catedral del Sant Esperit, Terrassa. Elaboración propia.	371
Gráfica 82. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María de Mediavilla, Teruel. Elaboración propia.	374

Gráfica 83. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Toledo. Elaboración propia.	377
Gráfica 84. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, Tortosa. Elaboración propia.	381
Gráfica 85. Desviación de las campanas de la Catedral de la Virgen María, Tudela. Elaboración propia.	384
Gráfica 86. Desviación de las campanas de la Catedral de la Asunción, Tui. Elaboración propia.	387
Gráfica 87. Desviación de las campanas de la Catedral de Santa María, València. Elaboración propia.	391
Gráfica 88. Desviación de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de la Asunción, Valladolid. Elaboración propia.	395
Gráfica 89. Desviación de las campanas de la Catedral de Sant Pere, Vic. Elaboración propia.	398
Gráfica 90. Desviación de las campanas de la Concatedral, Vigo. Elaboración propia.	401
Gráfica 91. Desviación de las campanas de la Catedral Vieja de Santa María, Vitoria. Elaboración propia.	404
Gráfica 92. Desviación de las campanas de la Catedral de la Transfiguración, Zamora. Elaboración propia.	407
Gráfica 93. Desviación de las campanas de la Catedral Basílica de Nuestra Señora del Pilar, Zaragoza. Elaboración propia.	410
Gráfica 94. Desviación de las campanas de la Catedral del Salvador, Zaragoza. Elaboración propia.	413
Gráfica 95. Desviación de las campanas fundidas por Joan Clerget (1508-1544). Elaboración propia.	417
Gráfica 96. Desviación de las campanas fundidas por Antoni Fenodi (1509-1529). Elaboración propia.	418
Gráfica 97. Desviación de las campanas fundidas por Juan Díez (1524). Elaboración propia.	418
Gráfica 98. Desviación de las campanas fundidas por Dionisio Alonso de Viadero (1719-1720). Elaboración propia.	419
Gráfica 99. Desviación de las campanas fundidas por José Corona (1752-1791). Elaboración propia.	420
Gráfica 100. Desviación de las campanas fundidas por José de la Riva (1763-1764). Elaboración propia.	421
Gráfica 101. Desviación de las campanas fundidas por Bernardo Venero (1772-1779). Elaboración propia.	422
Gráfica 102. Desviación de las campanas fundidas por Louis Hardouin (1776-1777). Elaboración propia.	422
Gráfica 103. Desviación de las campanas fundidas por José Marcout (1780-1792). Elaboración propia.	423

Gráfica 104. Desviación de las campanas fundidas por Pedro de Menezo Orenzana (1780-1801). Elaboración propia.	424
Gráfica 105. Desviación de las campanas fundidas por Fernando de Venero, Meruelo, (1785-1790). Elaboración propia.	425
Gráfica 106. Desviación de las campanas fundidas por Agustín Sel (1799-1800). Elaboración propia.	426
Gráfica 107. Desviación de las campanas fundidas por Francisco Blanco Palacio, Mondoñedo, (1813-1851). Elaboración propia.	426
Gráfica 108. Desviación de las campanas fundidas por Manuel Rosas, Almería, (1815-1818). Elaboración propia.	427
Gráfica 109. Desviación de las campanas fundidas por José Felix Pereira Dos Santos, Braga, (1825-1828). Elaboración propia.	428
Gráfica 110. Desviación de las campanas fundidas por Francisco Japón, Sevilla, (1844-1851). Elaboración propia.	429
Gráfica 111. Desviación de las campanas fundidas por Esteban Echebaster, Vitoria, (1850-1885). Elaboración propia.	429
Gráfica 112. Desviación de las campanas fundidas por Josep Pomarol, Reus, (1859-1867). Elaboración propia.	430
Gráfica 113. Desviación de las campanas fundidas por Paulino Ballesteros (1879-1896). Elaboración propia.	431
Gráfica 114. Desviación de las campanas fundidas por J. Liste (1886-1916). Elaboración propia.	432
Gráfica 115. Desviación de las campanas fundidas por Juan Dencausse, Barcelona, (1889-1899). Elaboración propia.	433
Gráfica 116. Desviación de las campanas fundidas por Eduardo Linares e hijos (1890-1893). Elaboración propia.	433
Gráfica 117. Desviación de las campanas fundidas por Esteban Barberí, Olot, (1893). Elaboración propia.	434
Gráfica 118. Desviación de las campanas fundidas por Alfredo Villanueva Linares, Villanueva de la Serena, (1893-1949). Elaboración propia.	435
Gráfica 119. Desviación de las campanas fundidas por Delta Español, Bilbao, (1896). Elaboración propia.	436
Gráfica 120. Desviación de las campanas fundidas por Juan Albaladejo (1901-1902). Elaboración propia.	436
Gráfica 121. Desviación de las campanas fundidas por Constantino de Linares Ortiz, Carabanchel Bajo, (1908-1940). Elaboración propia.	437
Gráfica 122. Desviación de las campanas fundidas por José Cabrillo Mayor, Salamanca, (1915-1942). Elaboración propia.	438
Gráfica 123. Desviación de las campanas fundidas por los hijos de Murua, Vitoria, (1916). Elaboración propia.	439
Gráfica 124. Desviación de las campanas fundidas por Ocampo Artesanos Campaneros, Arcos da Condesa, (1919-1998). Elaboración propia.	440

Gráfica 125. Desviación de las campanas fundidas por Barberí, Riudellots de la Selva, (1939-1949). Elaboración propia.	441
Gráfica 126. Desviación de las campanas fundidas por los hermanos Roses, Silla, (1939-1952). Elaboración propia.	441
Gráfica 127. Desviación de las campanas fundidas por la viuda de Murua, Vitoria, (1939-1954). Elaboración propia.	442
Gráfica 128. Desviación de las campanas fundidas por Vidal Erice (1940-1973). Elaboración propia.	443
Gráfica 129. Desviación de las campanas fundidas por la viuda de Ángel Perea, Miranda de Ebro, (1941-1961). Elaboración propia.	444
Gráfica 130. Desviación de las campanas fundidas por Fernando Villanueva Sáenz, Villanueva de la Serena, (1941-1968). Elaboración propia.	445
Gráfica 131. Desviación de las campanas fundidas por Benigno Menezo Falla (1945-1946). Elaboración propia.	445
Gráfica 132. Desviación de las campanas fundidas por los hijos de Constantino Linares, Carabanchel Bajo, (1946). Elaboración propia.	446
Gráfica 133. Desviación de las campanas fundidas por Salvador Manclús, València, (1954-1991). Elaboración propia.	447
Gráfica 134. Desviación de las campanas fundidas por Manuel Quintana, Saldaña, (1959-1998). Elaboración propia.	448
Gráfica 135. Desviación de las campanas fundidas por la viuda de Constantino Linares, Carabanchel Bajo, (1960). Elaboración propia.	449
Gráfica 136. Desviación de las campanas fundidas por el hijo de Manuel Rosas, Torredonjimeno, (1961-1999). Elaboración propia.	449
Gráfica 137. Desviación de las campanas fundidas por Roses, Atzeneta d'Albaida, (1962-1966). Elaboración propia.	450
Gráfica 138. Desviación de las campanas fundidas por Murua, Vitoria, (1962-1973). Elaboración propia.	451
Gráfica 139. Desviación de las campanas fundidas por Perea, Miranda de Ebro, (1963-1966). Elaboración propia.	452
Gráfica 140. Desviación de las campanas fundidas por Guixà (1971-1998). Elaboración propia.	452
Gráfica 141. Desviación de las campanas fundidas por Gabriel Rivera Domínguez, Montehermoso, (1973-2002). Elaboración propia.	453
Gráfica 142. Desviación de las campanas fundidas por Campanas Quintana, Saldaña, (1984-2005). Elaboración propia.	454
Gráfica 143. Desviación de las campanas fundidas por los hermanos Portilla (Santander) (1986-2000). Elaboración propia.	455
Gráfica 144. Desviación de las campanas fundidas por Abel Portilla, Gajano, (1989-1991). Elaboración propia.	455
Gráfica 145. Desviación de las campanas fundidas por Eijsbouts (1989-2010). Elaboración propia.	456

Gráfica 146. Desviación de las campanas fundidas por los hermanos Portilla (Gajano) (1989-2011). Elaboración propia.	457
Gráfica 147. Desviación de las campanas fundidas por Bellucci Echi e Luci Srl (1996). Elaboración propia.	458
Gráfica 148. Desviación de las campanas fundidas por Caresa S.L., Valladolid, (2000-2004). Elaboración propia.	459
Gráfica 149. Desviaciones de las campanas de perfil gótico hasta 1550. Elaboración propia.	466
Gráfica 150. Desviaciones de las campanas de perfil romano hasta 1800. Elaboración propia.	467

6.4 ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1501 y 1600. Elaboración propia.	469
Mapa 2. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1701 y 1750. Elaboración propia.	470
Mapa 3. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1751 y 1800. Elaboración propia.	470
Mapa 4. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1801 y 1850. Elaboración propia.	471
Mapa 5. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1851 y 1900. Elaboración propia.	472
Mapa 6. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1901 y 1950. Elaboración propia.	473
Mapa 7. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1951 y 2000. Elaboración propia.	474
Mapa 8. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 2001 y la actualidad. Elaboración propia.	475
Mapa 9. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1501 y 2017 con coherencia interna. Elaboración propia.	475
Mapa 10. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1501 y 2017 sin coherencia interna. Elaboración propia.	476
Mapa 11. Distribución geográfica de las campanas fundidas entre 1501 y 2017. Elaboración propia.	476

6.5 ÍNDICE DE CONTENIDOS

A

Abel Portilla 454, 457

Agustín Sel 238, 425

Alacant 107, 474, 520, 522, 523

Albacete 111, 440, 473, 523

Albarracín 114, 474, 520, 522, 524

Alcalá de Henares 118, 447, 454, 474,
522

Aldoshina 74

Alfredo Villanueva Linares 434

Almería 124, 419, 427, 444, 473, 520,
523, 524

Álvaro Muñoz 9, 91, 94, 101

Antoni Fenodi 417

Arts 67, 70, 73

Astorga 127, 518, 520, 523

Ávila 121, 130, 190, 227, 446, 520,
522, 527, 534, 536

B

Badajoz 133, 135, 434, 444, 446, 472,
473, 474, 518, 520, 524

Baeza 136, 448, 474, 523

Barbastro 139, 469, 474, 518, 520

Barberí 144, 217, 250, 373, 440, 472,
473, 518

Barcelona 22, 24, 142, 417, 432, 440,
469, 472, 473, 474, 493, 518,
520, 522

Baza 146, 419, 444, 448, 473, 474,
520, 522, 523, 524

Bellucci Echi e Luci Srl 458, 474, 518

Benigno Menezo Falla 444

Bernardo Venero 138, 221, 421

Bilbao 151, 435, 438, 472, 473, 474,
520, 522

Blagovest Bells 75

Boutillon 82

Burgo de Osma 154, 451, 474, 518,
520, 522

Burgos 157, 159, 160, 443, 473, 474,
518, 520, 522

C

Cabrera 59, 75, 352, 518

Cáceres 161, 364, 437, 453, 473, 474,
520, 523

Cádiz 164, 428, 454, 473, 474, 520, 522

Calahorra 19, 23, 167, 473, 520, 522

Campanas Quintana 105, 122, 453

Caresa S. L. 458, 475, 520

Cartagena 170, 520, 523

Castellón de la Plana 173

Ceuta 176, 178, 458, 473, 475, 520,
523

Charnley 62, 63, 86, 88

Ciudad Real 180, 444, 447, 473, 474,
520, 522, 524

Ciudad Rodrigo 92, 183, 434, 472, 473,
518, 520, 522, 524

Ciudadella 186, 474, 520, 522

Constantino Linares Ortiz 437

Córdoba 16, 23, 189, 403, 419, 432,
448, 458, 472, 473, 474, 475,
518, 520, 522, 523

Coria 194, 196, 453, 474, 520, 523

Cuenca 197, 199

Curtiss 99

D

David 55, 60, 74, 81, 82, 88, 94, 147,
493, 530

Delta Español 397, 435, 472, 520

Dionisio Alonso de Viadero 419

Donostia 200, 432, 472, 473, 474, 520,
522

E

Eduardo e Hijos Linares 432

Eijsbouts 11, 105, 282, 338, 352, 456,
474, 478, 520

Eivissa 24, 203, 522

Esteban Barberí 373, 434

Esteban Echebaster 406, 428

F

Fernando de Venero 424

Fernando Villanueva Sáenz 105, 444

Ferrol 206, 447, 474, 522, 523

Fourier 66, 75

Foz 208, 426

Francisco Blanco Palacio 426

Francisco Japón 428

G

Gabriel Rivera Domínguez 453

Getafe 212, 520

Giannini 99

Girona 215, 440, 473, 518, 520, 522,
523

Granada 218, 419, 421, 518, 520, 522, 523

Grützmacher 79, 86

Guadalajara 223, 447, 473, 474, 520, 522, 523

Guadix 226, 419, 444, 446, 473, 474, 518, 520, 523, 524

Guixà 144, 373, 412, 451, 474, 520

H

Hart 69, 73, 74

Helmholtz 85

Hemony 18, 54, 68, 205, 253, 328, 493, 520

Hermanos Portilla 105, 454, 457

Heuven 67, 69, 79, 80

Hibbert 61, 62, 63, 72, 76, 77, 89, 91, 122, 205

Hijos de Constantino Linares 446

Hijos de Murua 438

Huelva 230, 435, 472, 520, 524

Huesca 233, 431, 472, 473, 518, 520, 523

I

Isábena 236, 425, 431, 472, 474, 518, 520, 522, 523

Ivorra 21, 58, 59, 82

J

Jaca 24, 92, 239, 431, 432, 472, 518, 520, 522

Jaén 242, 244, 444, 473, 474, 523, 524

Japón 15, 520

Jerez de la Frontera 245, 419, 518, 520, 523

J. Liste 431

Joan Clerget 141, 416, 432

Jones 64, 65, 66, 86, 94

José Cabrillo Mayor 438

José Corona 149, 221, 419, 421

José de la Riva 420

José Felix Pereira Dos Santos 427

José Marcout 386, 423

Josep Pomarol 370, 430

Juan Albaladejo 435

Juan Dencausse 432

Juan Díez 310, 417

J. W. Strutt 79

K**Kallenbach** 79, 86**L**

La Seu d'Urgell 248, 473, 518, 520, 522

Las Palmas de Gran Canaria 251, 520, 522, 524

Lehr 9, 11, 14, 15, 18, 50, 51, 52, 53, 54, 62, 68, 70, 73, 80, 464

León 17, 19, 23, 255, 438, 473, 520

Lleida 24, 258, 444, 473, 518, 520

Llop i Bayo 9, 22, 91, 94, 101, 441

Logroño 261, 263, 451, 474, 520, 522

Lord Rayleigh 17, 64, 67, 79**Louis Hardouin** 328, 421

Lugo 264, 419, 442, 473, 518, 520, 522, 523

M

Madrid 14, 20, 89, 267, 270, 274, 448, 473, 474, 493, 520, 522

Málaga 280, 424, 432, 437, 450, 456, 472, 473, 474, 520, 522, 523

Manuel Quintana 447**Manuel Rosas** 105, 138, 149, 297, 427, 428, 448**McLachlan** 59, 60, 75, 76, 94**Meeker** 68

Mérida 284, 320, 321, 520, 544

Mondoñedo 287, 419, 426, 428, 472, 473, 518, 520, 522

Monzón 291, 447, 457, 473, 474, 518, 520, 522

Murcia 11, 20, 23, 89, 92, 294, 424, 427, 432, 435, 456, 472, 473, 474, 518, 520, 522, 523

Murua 153, 266, 386, 450, 473, 474, 522**N****Nellessen** 79, 86**Nicanorov** 74**O****Ocampo Artesanos Campaneros** 211, 439, 473, 522

Orihuela 299, 523

Ourense 302, 520, 522, 523

Oviedo 305, 523

P

Palencia 308, 417, 458, 469, 473, 475, 520, 523

Palma 312, 447, 474, 518, 520

Pamplona 22, 92, 315, 317, 400, 423, 520, 524

Parncutt 55, 493

Paulino Ballesteros 238, 431

Pedro de Menezo Orenzana 423

Perea 263, 451, 473, 474, 522

Perrin 56, 62, 63, 86, 87, 88

Pfunder 68

Plasencia 319, 444, 472, 473, 518, 520,
524

R

Rogers 493

Roses 109, 113, 175, 301, 361, 440,
450, 473, 474, 523

Rossing 14, 17, 66, 67, 68, 72, 77, 80,
88, 493

S

Salamanca 322, 438, 473, 520, 523,
524

Salvador Manclús 105, 109, 166, 188,
225, 238, 293, 446

San Cristóbal de la Laguna 326, 421,
520, 522

Santander 332, 424, 454, 457, 474, 522

Sant Feliu de Llobregat 329, 473, 518,
522

Santiago de Compostela 336, 431, 472,
473, 474, 518, 520, 522

Santo Domingo de la Calzada 340, 423,
473, 520

Schad 80

Schouten 67, 69, 73, 74

Segorbe 25, 343, 441, 444, 454, 457,
473, 474, 522, 523, 524

Segovia 101, 346, 438, 473, 520, 522,
523

Sevilla 11, 23, 328, 349, 419, 420, 428,
456, 472, 474, 478, 518, 520,
522, 523, 524

Sigüenza 354, 358, 361, 442, 473, 474,
520, 522, 523

Simpson 74

Slaymaker 50, 68

Solsona 328, 359, 400, 473, 520, 522,
523

Soria 362, 474, 518, 522

Strutt 17, 64, 67, 79

T

Taber 64, 65, 86, 94

Tarazona 365, 518, 520, 523

Tarragona 15, 16, 92, 368, 417, 430,
469, 472, 520, 522, 523

Terhardt 55, 63, 71, 72, 73, 75, 76

Terrassa 371, 434, 472, 473, 474, 518, 520, 522

Teruel 374, 446, 473, 520, 522

The Towers and Bells handbook 81

Toledo 11, 23, 377, 432, 472, 518, 520, 523, 524

tono virtual 55, 62, 63, 71, 72, 76, 99, 160, 178, 193, 260, 290, 301, 310, 314, 318, 339, 353, 376, 389, 465, 468

Tortosa 381, 437, 440, 473, 474, 520, 522, 523

Trust 55, 58, 74, 81, 88

Tudela 384, 453, 474, 520, 522, 523

Tui 387, 389, 427, 522, 523

Tyzzar 65, 66, 85

V

València 11, 19, 20, 21, 82, 83, 90, 141, 391, 446, 469, 474, 482, 518, 520, 523, 524

Valladolid 395, 435, 458, 472, 475, 520, 522, 523

van Eyck 54

Vic 398, 443, 473, 520, 522, 523

Vidal Erice 169, 202, 361, 400, 443, 444

Vigo 401, 458, 473, 475, 520, 522, 523

Vitoria 403, 404, 428, 438, 442, 450, 472, 473, 474, 520, 522

Viuda de Ángel Perea 443

Viuda de Constantino Linares 272, 448

Viuda de Murua 373, 442

W

Warlimonts 80

Wavanal 9, 61, 63, 77, 89, 90, 91, 93, 95, 98, 123, 465

Z

Zamora 101, 407, 518, 520

Zaragoza 141, 410, 413, 416, 437, 469, 473, 474, 518, 520, 522

7 ANEXOS

7.1 ANEXO I. FUNDIDORES DE LAS CAMPANAS DE LAS CATEDRALES HISPANAS

Tabla 110. Resultados por fundidores. Elaboración propia.

Fundidor	Años	Cant	Catedrales
Desconocido		344	
Acebo; Ballenilla	1785	1	Burgos
Adam, Joan	1418	1	Lleida
Alabyano, Juan	1700	1	Soria
Albaladejo, Juan	1901-1902	4	Murcia
Alomar, Miquel; Bonnín, Joan Benet	1592	1	Palma
Alonso De Viadero, Dionisio	1719-1720	3	Lugo, Mondoñedo
Alonso, Cosme; Ruiz, Rudesindo e Hijos	1844	1	Burgos
Andes	1550	1	Burgos
Andreu, Joan	1709	1	Barcelona
Antonio, Damián	1613	1	Ciudad Rodrigo
Argos Ygual, Antonio de Argos; Argos, Fermín de; Argos Helgueros, Antonio de	1783	1	Zaragoza (El Pilar)
Argos, Andrés de; Zuviera, Eugenio de	1866	1	Zaragoza (El Pilar)
Argos, Antonio de (Calatayud)	1786-1804	2	Tarazona, Zaragoza (El Pilar)
Argos, Fermín de (Navarra)	1794	1	Zaragoza (El Pilar)
Asín, Andrés de	1711	1	Zaragoza (El Pilar)
Aubri, Juan	1438	1	Sevilla
Averly, Antonio (Zaragoza)	1900	2	Zaragoza (El Salvador)
Aza y Cedrún, José Antonio de	1831	1	Santiago de Compostela
Balabarca, Juan de (Valdecilla)	1580-1588	2	Guadix, Sevilla
Balle, Joaquim	1569	1	València
Ballesteros I, Francisco de (Meruelo)	1622	2	Granada
Ballesteros, Bartolomé de (Meruelo)	1750	1	Astorga
Ballesteros, Benito F.; Blanco, Avelino (Meruelo)	1901	1	Zaragoza (El Salvador)
Ballesteros, Paulino	1879-1896	3	Huesca, Isábena, Jaca
Barberí (Olot)	1958	1	Barcelona
Barberí (Riudellots de la Selva)	1939-1949	9	Barcelona, Girona, La Seu d'Urgell, Sant Feliu de Llobregat, Terrassa
Barberí, Esteban (Olot)	1893	3	Terrassa

Fundidor	Años	Cant	Catedrales
Barberí, H. de E. (Olot)	1943-1946	2	Barcelona
Bárcena, Alonso de la (Güemes)	1691	1	Burgo de Osma
Barcia, Diego de	1669	1	Zamora
Barcia, Gregorio de	1681-1682	2	Toledo
Barcia, Martín de	1650	1	Zamora
Barnola, Jacinto (Barbastro)	1829	1	Huesca
Barnola, Bernardino	1930	1	Monzón
Barnola, Francisco; Barnola, Jacinto (Barbastro)	1820	1	Huesca
Barnola, Josep	1758	1	Barcelona
Barrot, Mestre Nicolau	1486	1	Lleida
Belez, Juan	1587	1	Tarazona
Bellucci Echi e Luci Srl (Martina Franca)	1996	3	Córdoba
Besses, José	1904	2	Monzón
Blanco Palacio, Francisco (Mondoñedo)	1813-1851	4	Mondoñedo
Blanco, Januariro; Carrera Blanco, Antonio	1864	1	Lugo
Borrás, Andrés	1791	1	Sant Feliu de Llobregat
Cabra, Fernando de	1510	1	Jerez de la Frontera
Cabrera, Cristóbal	1509	1	Sevilla
Cabrillo (Salamanca)	1949-1967	5	Ávila, Ciudad Rodrigo, Salamanca
Cabrillo Mayor, José (Salamanca)	1915-1942	18	Ciudad Rodrigo, León, Lugo, Monzón, Palencia, Santo Domingo de la Calzada, Segovia
Cagigal, Andrés del (Valle de Hoz)	1795	1	Ourense
Cagigal, Andrés; Palacio, Domingo (Valle de Hoz)	1792	1	Lugo
Calbetó, Francesc	1865	2	Barcelona
Camino	1752	1	Ciudad Rodrigo
Campo de la Vega y Plaza, Benito	1704-1716	2	Granada
Cardell, Joan	1769	1	Palma
Caresa S. L. (Valladolid)	2000-2004	9	Ceuta, Córdoba, Palencia, Vigo
Casas, Juan de	1614	1	Tudela
Castañer, Lluís	1681-1736	2	València
Cereceda Villanueva, Benito de la (Güemes)	1832	1	Mérida
Clarís, Bonaventura	1807	1	Solsona
Clerget, Joan	1508-1544	3	Barbastro, València, Zaragoza (El Pilar)
Colina, Ramón	1898	1	Albarracín
Colina, Ramón e Hijos (Guadalajara)	1899	1	Albarracín
Colinas, Los (Sigüenza)	1924	1	Sigüenza

Fundidor	Años	Cant	Catedrales
Coromina, Miquel (Olot)	1724	1	Vic
Corona, Francisco	1818	1	Málaga
Corona, José	1752-1791	11	Almería, Baza, Granada, Guadix
Corral, Pedro del; Gargollo, Gregorio de	1817	1	Sigüenza
Corrales, Ventura de los; Argos, Fermín de; Quintana, Fermín de	1851	1	Tarazona
Cuesta, Manuel y Compañía (Guadalajara)	1884	1	Albarracín
Cuesta, Pedro de	1774	1	Albarracín
Delta Español (Bilbao)	1896	5	Valladolid
Dencausse, Juan (Barcelona)	1889-1899	4	Donostia, Jaca, Murcia
Díez Pellón, Manuel; Díez Pellón, Nicolás María (Ajo)	1853	2	Astorga, León
Díez, Moisés (Palencia)	1908-1925	3	Ciudadella, Ourense, Zamora
Díez, Juan	1524	4	Palencia
Ditrich, Zacarias (Sevilla)	1788-1793	2	Sevilla
Domínguez, Alfonso	1400	1	Sevilla
Echebaster, Esteban (Vitoria)	1850-1885	6	Mondoñedo, Vitoria
Eijsbouts (Asten)	1989-2010	34	Burgos, Málaga, Murcia, Santiago de Compostela, Sevilla
Empresa Nacional Bazán (Cartagena)	1969	3	Murcia
Erice, Vidal	1940-1973	11	Calahorra, Donostia, Solsona, Vic
Eynde, Jan van den (Mechelen)	1554	2	Santiago de Compostela
Fages, Isidre (Barcelona)	1753	1	Tarragona
Fenodi, Antoni	1509-1529	3	Barcelona, Tarragona
Fernandes, Francisco	1500	1	Sevilla
Fernández Colina, Francisco Y Hermanos (Sigüenza)	1924	1	Sigüenza
Fernández, Cristóbal	1495	1	Córdoba
Fernández, Francisco	1814	1	Sevilla
Fontagud Alonso, Pedro de (Isla)	1785	1	Segovia
García (Córdoba)	1479-1480	2	Segovia, Toledo
García, Bernabé	1604	1	Castelló
García, Cristobal	1805	1	València
Gargollo, Alejandro	1753	1	Toledo
Genaro, Martín (Vitoria)	1352	1	Tudela
Gener, Rafel	1642	2	Palma
Ghein, Peeter III Van Den (Mechelen)	1599	2	Las Palmas de Gran Canaria
Gómez	1891	1	Ciudad Rodrigo
Güemes, Pedro de	1729-1747	5	Burgos, Santiago de Compostela, Tudela

Fundidor	Años	Cant	Catedrales
Güemes, Pedro de; Vélez de Fonceva, Antonio	1760	1	Toledo
Guerrero, Miguel	1773	1	Sevilla
Guillem, Antonio	1824	1	Tortosa
Guixà	1971-1998	11	Barcelona, Terrassa, Zaragoza (El Pilar)
Gunsalvo Famucense, Pedro	1390	1	Burgos
Hardouin, Louis	1776-1777	3	San Cristóbal de la Laguna
Haynes (San Fernando)	1827	1	Cádiz
Haynes, Thomas (Cádiz)	1863		Cádiz
Haza y Palacio, Francisco	1792-1813	2	Mondoñedo
Hedilla; Mazón; Alonso	1850-1860	2	Toledo
Hemony, François; Hemony, Pieter (Zutphen)	1649	1	San Cristóbal de la Laguna
Hernández, Gaminio	1746	2	Plasencia
Herrera, Joaquin de	1797	1	Jerez de la Frontera
Hoyo, José	1814	1	Coria
Isla, Sancho de	1545	1	Toledo
Japón, Francisco (Sevilla)	1844-1851	3	Cádiz, Sevilla
Japón, José (Sevilla)	1846-1852	2	Cádiz, Las Palmas de Gran Canaria
Jerónimo, Serafim Da Silva & Filhos (Braga)	1976	4	Huelva
Juárez, José	1788	1	León
Lester & Pack (London)	1764	1	Zaragoza (El Pilar)
Linares Ortiz, Constantino de (Carabanchel Bajo)	1908-1940	22	Burgos, Cádiz, Cáceres, Ceuta, Córdoba, Guadalajara, Huesca, Madrid (S. Isidro), Málaga, Tortosa, Zaragoza (El Pilar)
Linares Pérez, Hijos de Eduardo (Carabanchel Bajo)	1940	1	Málaga
Linares, Eduardo e Hijos	1890-1893	3	Córdoba, Málaga, Toledo
Linares, Hijos de Constantino (Carabanchel Bajo)	1946	3	Teruel
Linares, Los	1897	1	Getafe
Linares, Manuel (Meruelo)	1835	2	León
Linares, Viuda De Constantino (Carabanchel Bajo)	1960	3	Madrid (S. Isidro)
Liste, J. (A Estrada)	1886-1916	3	Santiago de Compostela
López Antrás, José	1893	2	Baza
López, Pedro (Güemes)	1718	1	Jaca
Manclús, Salvador (València)	1954-1991	22	Alacant, Badajoz, Barbastro, Cádiz, Ciudad Real, Ciutadella, Guadalajara, Guadix, Isábena, Monzón, Palma

Fundidor	Años	Cant	Catedrales
Manzana, Ventura; Marco Francisco; Pérez Joaquín	1754	1	La Seu d'Urgell
Marco Rosas, José	1885	2	Jerez de la Frontera
Marco y Ragel, Carlos	1893	2	San Cristóbal de la Laguna
Marcos, José	1851	1	Málaga
Marcout, José	1780-1792	4	Pamplona, Tudela
Márquez, Antonio (Sevilla)	1914	1	Sevilla
Marro, Bartomeu	1500	1	Girona
Martí, Antoni	1438	1	València
Martín, Miguel	1541	1	Getafe
Martínez, Francisco (Treto)	1513	1	Segovia
Martínez, Julio (Olmedo)	1427	1	Ávila
Martínez, Vicent	1605	1	València
Mazón, Pedro de (Noja)	1818-1831	2	Getafe, Logroño
Mendoza, Bernardo (Isla)	1802	1	Pamplona
Menezo (Meruelo)	1941	2	Barbastro
Menezo Falla, Benigno	1945-1946	5	Lleida
Menezo Orenzana, Pedro de	1780-1801	3	Santo Domingo de la Calzada
Menezo, Ramon y hermanos	1908	2	Burgo de Osma
Mestre Antoni; Mestre Miquel	1507	1	La Seu d'Urgell
Mestre, Miquel	1673	1	Palma
Mestres, Jaume (Reus)	1772	1	Tarragona
Mestres, Josep (Calaf)	1820	1	Solsona
Mestres, Manuel (Barcelona)	1941	1	Ciudadella
Morel, Tomás	1429	1	València
Munar I, Juan de (Meruelo)	1630	1	Vigo
Munar, José	1736	1	Segovia
Muñoz Agüera, José Francisco	1762	1	Murcia
Muñoz, Francisco	1794	1	Murcia
Murga y Zulueta, F. (Echebaster)	1909-1910	2	Donostia
Murua (Vitoria)	1962-1973	3	Málaga, Sevilla, Vitoria
Murua, Hijos de (Vitoria)	1916	14	Bilbao
Murua, Ignacio (Vitoria)	1891	2	Tudela
Murua, Viuda de (Vitoria)	1939-1954	16	Lugo, Sigüenza, Terrassa, Vitoria
Ocampo Artesanos Campaneros (Arcos da Condesa)	1919-1998	9	Madrid (Almudena), Mondoñedo, Santiago de Compostela, Vigo
Ocampo, Juan (Arcos da Condesa)	1943	1	Vigo
Omar, Miquel	1583	1	Eivissa
Ortiz, Román; Pellón, Benito	1890	1	Ávila

Fundidor	Años	Cant	Catedrales
Paccard (Annecy)	1992-2000	2	La Seu d'Urgell, Sant Feliu de Llobregat
Palacio, Domingo de (Güemes)	1805	1	Lugo
Palacio, Fernando De	1749	1	Santiago de Compostela
Palacio, Francisco de (Güemes)	1725-1734	3	Lugo, Santiago de Compostela
Pallés i Armengol, Buenaventura (Barcelona)	1885	1	Jaca
Pallés, Bonaventura e Isidro	1842-1851	2	Barcelona
Pallés, Buenaventura (Granollers)	1846	1	Alacant
Pallés, Jaume (Granollers)	1777	1	Tarragona
Pallés, Ysidro (Barcelona)	1860	1	Vigo
Pedrajas, Diego de	1766	1	Baza
Pellón Taboada, Hermanos	1828	2	Ourense
Perea (Miranda de Ebro)	1963-1966	3	Burgo de Osma, Logroño
Perea, Ángel (Miranda de Ebro)	1927	1	Donostia
Perea, Benito e Hijo (Logroño)	1917-1926	3	Calahorra, Logroño
Perea, Hijo de Benito (Logroño)	1951	1	Logroño
Perea, Viuda de Ángel (Miranda de Ebro)	1941-1961	5	Burgos, Calahorra, Vic
Pereira Dos Santos, José Felix (Braga)	1825-1828	3	Tui
Petit & Fritsen (Aarle-Rixtel)	1999	1	Las Palmas de Gran Canaria
Pineda, Francisco	1817	1	Granada
Pintor, Pere Maria (Solsona)	1733	1	Solsona
Pomarol, Josep (Reus)	1859-1867	4	Tarragona
Pomerol, José (Reus)	1905	1	Tarragona
Pomerol, Ramón e Hijo (Reus)	1892	1	Tarragona
Portilla Linares, Eduardo (Valladolid)	1922	2	Valladolid
Portilla, Abel (Gajano)	1989-1991	3	Segorbe
Portilla, Hermanos (Gajano)	1989-2011	26	Bilbao, Burgo de Osma, Burgos, Ciutadella, Donostia, Málaga, Monzón, Santander, Segorbe, Sigüenza, Tortosa
Portilla, Hermanos (Santander)	1986-2000	4	Albarracín, Bilbao, Logroño
Prádanos, Juan; Prádanos, Santiago	1858	1	Ciudad Real
Puig, Esteve (Girona)	1914	1	San Cristóbal de la Laguna
Quiles, Manuel	1883	2	Teruel
Quintana	1708-1948	3	Guadalajara, Tudela, Zaragoza (El Salvador)
Quintana, Campanas (Saldaña)	1984-2005	35	Alcalá de Henares, Cádiz, Córdoba, Isábena, Logroño, Madrid (Almudena), Soria
Quintana, Fermín de; Ortiz, Antonio de	1857	1	Teruel
Quintana, José	1860	1	Ciudad Rodrigo

Fundidor	Años	Cant	Catedrales
Quintana, José Luis (Alcalá de Henares)	1964	2	Alcalá de Henares
Quintana, Manuel (Saldaña)	1959-1998	16	Alcalá de Henares, Ferrol,
Ransart, Pierre de (Arras)	1599	1	Las Palmas de Gran Canaria
Rasillo	1763	1	Burgo de Osma
Reales, Pedro de	1707	1	Ávila
Ribas, Los	1644	1	Córdoba
Ribot, Pere	1680	2	Eivissa
Riva, José de la	1763-1764	3	Sevilla
Rivas, Ramón; Rivas, Manuel	1887	3	Málaga
Rivera	1862	1	Coria
Rivera Domínguez, Gabriel (Montehermoso)	1973-2002	5	Cáceres, Coria, Tudela
Rivera e Hijos (Montehermoso)	1892	1	Cáceres
Rivera, Campanas (Montehermoso)	1998	1	Segovia
Rodríguez, Juan Antonio	1782	1	Vigo
Rodríguez, Manuel Luis	1773-1792	2	Ceuta, Sevilla
Roldán, Miguel	1622	1	Cartagena
Rosas, Hijo De Manuel (Torredonjimeno)	1961-1999	20	Baza, Baeza, Córdoba, Guadix, Jaén, Sevilla
Rosas, Manuel (Almería)	1815-1818	7	Murcia
Rosas, Manuel e Hijo	1951	1	Jaén
Roses (Atzeneta D'albaida)	1962-1966	3	Castelló, Segorbe
Roses (València)	1939	2	Castelló
Roses i Tormo, Ramon	1794	1	Alacant
Roses Soler, Juan Bautista	1941	2	Solsona
Roses Soler, Vicente Domingo (València)	1915-1921	2	Castelló, Huesca
Roses y Ferri, Vicente	1826	2	Alacant
Roses, Hermanos (Silla)	1939-1952	13	Albacete, Castelló, Segorbe, Tortosa
Roses, Hermanos (València)	1939	3	Castelló
Roses, Jaime	1863-1865	2	Alacant
Roses, Josep; Roses i Tormo, Ramon	1789	1	Castelló
Roses, Pascual	1782	1	Orihuela
Rucabado	1785	1	Tui
Rucabado, José	1807	1	Vigo
Ruiz San Pedro, Rudesindo, e Hijos (Bareyo)	1854	2	Palencia
Sanpedro	1820	1	Coria
Sel, Agustín	1799-1800	4	Isábena
Senac, Luis; Ortega, José	1889	1	Murcia

Fundidor	Años	Cant	Catedrales
Serva	1712	1	Girona
Sever, Antoni	1574	1	Girona
Sierra Mazo, Francisco Antonio de la (Meruelo)	1745	1	Salamanca
Sierra Mazo, Francisco Antonio; Güemes, Pedro	1705	1	Salamanca
Sierra, Silverio de la; Ballesteros, Manuel de (Astorga)	1893	1	Astorga
Silva Santos, Miguel Jose Da	1887	1	Tui
Sobrado, Gregorio de	1740	1	Lugo
Solano, Matías	1682-1714	3	Córdoba, Jerez de la Frontera, Sevilla
Solano, Pedro de	1684	1	Sigüenza
Solar, Bernardino del	1700	1	Toledo
Sorello, Joan	1728	1	Tarragona
Sota, José	1893	1	Oviedo
Sota, Juan María de la (Lugo)	1898	1	Ferrol
Sota, Pedro de la	1652	1	Toledo
Soto	1879	1	Ourense
Stainbank, Robert (London)	1868	3	Málaga
Talleres Oliveros (Almería)	1940	1	Almería
Terraillon, L.; Petitjean, J. (Perrigny)	1920	2	Valladolid
Torre, Sebastián de la	1545	1	Toledo
Traver, Valentin y Hermano	1894	1	Tortosa
Trilles, Lluís	1529-1539	2	València
Tujaron, Guillermo de	1565	1	Tarazona
Vega	1723-1728	2	Ourense, Tui
Velasco, Francisco de	1858	1	Tarazona
Venero, Bernardo	1772-1779	4	Baeza, Granada
Venero, Fernando de (Meruelo)	1785-1790	4	Málaga, Murcia
Venero, José de	1817	1	Oviedo
Ventula, Damià (Vic)	1803	1	Vic
Vidal, Francisco	1742	1	Guadalajara
Vielsa, Miquel de	1621	1	València
Villa, Lorenzo de	1745-1747	2	Salamanca
Villanueva	1609	2	Pamplona
Villanueva Linares, Alfredo (Villanueva de la Serena)	1893-1949	6	Badajoz, Ciudad Rodrigo, Huelva, Plasencia, Sevilla
Villanueva Sáenz, Fernando (Villanueva de la Serena)	1941-1968	21	Almería, Badajoz, Baza, Ciudad Real, Guadix, Jaén, Plasencia, Segorbe

Fundidor	Años	Cant	Catedrales
Villanueva, Pedro de (Güemes)	1571-1584	2	Albarracín, Pamplona
Viña, Juan Antonio de la	1731-1735	2	Toledo, València
Warner and Sons, John (London)	1857	2	Las Palmas de Gran Canaria

7.2 ANEXO II. RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
ALACANT (COMUNITAT VALENCIANA). CONCATEDRAL DE SAN NICOLÁS	Campana de les hores	do	62,50%	do#	12,50%	sib	12,50%	sol#
	Petra i Paula	sol#	62,50%	la	25,00%	si	12,50%	fa#
	Cor de Maria	fa	37,50%	mi	25,00%	fa	12,50%	sol#
	Carme	fa	25,00%	mib	12,50%	sol	12,50%	fa#
	Sacrament	la	37,50%	sib	25,00%	si	25,00%	la
	Maria dels Remeis	si	62,50%	do	25,00%	sib	12,50%	si
	Nicolasa Fernanda	do	50,00%	do#	25,00%	mib	12,50%	sol
	Santa Maria	re#	42,86%	mi	28,57%	la	14,29%	sol
	Santa Faz	mi	50,00%	fa#	25,00%	la	12,50%	sol
ALBACETE (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SAN JUAN BAUTISTA	San Francisco de Sales	re	50,00%	mi	12,50%	si	12,50%	sol#
	San Juan Bautista	la#	50,00%	si	25,00%	sib	12,50%	sol
	San Enrique	fa	37,50%	fa#	25,00%	sol	12,50%	la
	María de los Llanos	re#	50,00%	mi	25,00%	mib	12,50%	sib
ALBARRACÍN (ARAGÓN). CATEDRAL DE EL SALVADOR	Santa Úrsula	do#	75,00%	do#	25,00%	re		
	Salvadora María	fa	25,00%	re	12,50%	sib	12,50%	la
	Jesús María y José	mi	37,50%	sol	25,00%	fa	12,50%	si
	Joaquina Bárbara	fa#	62,50%	sol	25,00%	do#	12,50%	fa#
	Salvator	la#	25,00%	si	12,50%	sib	12,50%	la
	Santa Bárbara	do#	37,50%	re	25,00%	mi	25,00%	do#

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
ALCALÁ DE HENARES (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL LA MAGISTRAL	Santo Tomás de Villanueva	la#	50,00%	sib	25,00%	si	12,50%	mi
	San Diego	la	75,00%	la	12,50%	sib	12,50%	sol#
	San Ignacio de Loyola	do	62,50%	do	12,50%	fa	12,50%	mib
	San Pastor	sol	50,00%	sol#	37,50%	sol	12,50%	fa
	Santa Teresa de Ávila	fa#	37,50%	fa#	25,00%	fa	25,00%	mi
	San Justo	mi	62,50%	fa	25,00%	mi	12,50%	sol
	Santa María	re	75,00%	mib	12,50%	mi	12,50%	re
	Carillón	fa	62,50%	fa	25,00%	mi	12,50%	sib
	Carillón	re#	62,50%	mi	25,00%	mib	12,50%	sol
	Carillón	do#	62,50%	re	25,00%	sib	12,50%	mib
	Carillón	do	75,00%	do	12,50%	sib	12,50%	fa
	Carillón	la	87,50%	si	12,50%	sib		
	Carillón	la#	50,00%	sib	25,00%	mib	12,50%	si
	Carillón	sol#	75,00%	la	12,50%	sib	12,50%	do
	Carillón	sol	57,14%	sol#	14,29%	si	14,29%	fa#
	Carillón	fa#	50,00%	fa#	25,00%	sib	12,50%	la
	Carillón	fa	75,00%	sol	12,50%	la	12,50%	do#
	Carillón	mi	75,00%	re	12,50%	la	12,50%	fa
	Carillón	re#	62,50%	do	12,50%	mi	12,50%	mib
	Carillón	re	62,50%	fa	12,50%	sib	12,50%	sol
Carillón	do	62,50%	mi	12,50%	sol	12,50%	fa	
Nuestra Señora del Rosario - Carillón	fa#	50,00%	sol	25,00%	fa#	12,50%	do#	
ALMERÍA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LA ENCARNACIÓN	Campana gorda	do#	75,00%	do#	12,50%	fa#	12,50%	re
	Cuartos del Reloj	si	25,00%	sol	25,00%	fa	12,50%	si
	Horas del reloj	do#	25,00%	sol	25,00%	mi	25,00%	mib
	Santa María	fa	37,50%	la	25,00%	sib	12,50%	sol#
	Santa Bárbara	fa#	37,50%	fa#	25,00%	sol	25,00%	fa
	Sagrado Corazón de Jesús	fa#	62,50%	fa	25,00%	sol	12,50%	fa#
	San Indalecio	sol#	25,00%	la	25,00%	mib	12,50%	sib
	San Juan	si	25,00%	re	25,00%	do#	12,50%	si

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
ASTORGA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	El Agujón	la#	50,00%	si	25,00%	sib	12,50%	la
	Plegaria	re	37,50%	mib	25,00%	sol	25,00%	re
	La prima	re#	37,50%	fa#	25,00%	do#	12,50%	la
	La sardinera	re	50,00%	re	25,00%	sol#	12,50%	la
	Pascualeja mayor	re	37,50%	mib	37,50%	re	12,50%	si
	Pascualeja menor	sol	75,00%	sol	12,50%	sol#	12,50%	do
	María Asunción	fa#	37,50%	do#	12,50%	sol	12,50%	fa#
	San Antonio	fa	50,00%	do	25,00%	fa#	12,50%	fa
	María	la#	37,50%	si	25,00%	sol	25,00%	do
	Ferial mayor	sol	87,50%	sol	12,50%	sol#		
	Ferial menor	mi	62,50%	mi	12,50%	fa	12,50%	mib
	Jordana	do	62,50%	do#	25,00%	sol	12,50%	do
	Timbre carillón del reloj	fa#	75,00%	re	12,50%	si	12,50%	fa
	Timbre carillón del reloj	fa#	62,50%	re	12,50%	sib	12,50%	mib
	Timbre carillón del reloj	fa#	37,50%	sol	37,50%	fa#	12,50%	sib
	Timbre carillón del reloj	fa#	50,00%	sol	25,00%	re	12,50%	sib
	Timbre carillón del reloj	si	50,00%	si	12,50%	sib	12,50%	sol
Campana horas del reloj	do	25,00%	fa	25,00%	do#	12,50%	sib	
ÁVILA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DEL SALVADOR	Campana	sol#	50,00%	sol#	37,50%	la	12,50%	fa#
	Cimbanillo de coro (0)	mi	50,00%	mi	37,50%	sol#	12,50%	mib
	La Jordana, de las horas	re	50,00%	re	25,00%	mib	12,50%	la
	Campana de los cuartos	la#	62,50%	sib	37,50%	si		
BADAJOZ (EXTREMADURA). CATEDRAL DE SAN JUAN BAUTISTA	De cuartos	la#	25,00%	sib	25,00%	la	12,50%	si
	De horas	fa	37,50%	fa	25,00%	do#	12,50%	sol#
	Campana	do	50,00%	do	25,00%	do#	12,50%	si
	San Juan de Ribera	do	75,00%	do	25,00%	do#		
	Santa María del Pilar	la	87,50%	la	12,50%	do#		
	San Juan Bautista	la#	37,50%	sib	25,00%	si	25,00%	sol
	San Juan Macias	re	75,00%	re	12,50%	sol	12,50%	do#
	Santa Cruz	do	25,00%	mi	25,00%	mib	25,00%	do
	San Juan Bautista	la#	50,00%	sib	25,00%	fa#	12,50%	si
	Esquilón (0)	fa#	42,86%	fa#	28,57%	sol	14,29%	la
	Cuartos del reloj	sol	37,50%	do	25,00%	sol	12,50%	sib
Horas del reloj	fa	37,50%	fa	25,00%	re	12,50%	si	

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
BAEZA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA NATIVIDAD DE NUESTRA SEÑORA	San José	si	50,00%	si	37,50%	do	12,50%	do#
	San Juan Bautista	fa#	62,50%	sol	12,50%	sol#	12,50%	fa#
	Virgen del Alcázar	fa	71,43%	fa	14,29%	la	14,29%	do
	María de la Natividad	do#	37,50%	do	25,00%	mib	25,00%	do#
	Natividad y San Isidro	fa	62,50%	fa	12,50%	la	12,50%	mi
BARBASTRO (ARAGÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	Campana de los cuartos	do	25,00%	si	25,00%	re	12,50%	sib
	Campana de los Muertos	do	50,00%	sib	12,50%	sol#	12,50%	sol
	Raimunda, de las horas	re#	50,00%	mi	25,00%	sol	12,50%	fa
	María de la Asunción	si	50,00%	do	37,50%	si	12,50%	re
	Santa Bárbara	fa#	37,50%	mi	25,00%	sol	25,00%	fa#
	La mayor	mi	37,50%	fa	25,00%	mi	12,50%	sib

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
BARCELONA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA CREU I SANTA EULÀLIA	Campana dels Quarts (Honorata)	do	25,00%	fa#	25,00%	do	12,50%	la
	Campana de les hores (Eulàlia, Alfonsa, Maria de les Mercès)	sol	25,00%	sol	12,50%	la	12,50%	sol#
	L'Oleguera	do#	75,00%	re	12,50%	sol	12,50%	do#
	La Severa (Seny del Lladre)	re	62,50%	mib	12,50%	la	12,50%	mi
	L'Angèlica (Ave Maria)	si	50,00%	do	25,00%	do#	12,50%	mib
	La Paciana	la	75,00%	sib	12,50%	la	12,50%	mib
	La Narcisa	sol#	87,50%	la	12,50%	sol		
	La Gregòria (Gregòria Josepa Joana) (antiga Nona)	fa#	75,00%	sol	25,00%	fa#		
	La Dolors (Maria de la Mercè, Maria dels set Dolors, Narcisa)	mi	62,50%	fa	25,00%	mi	12,50%	re
	L'Antònia (Amadea Antònia Joana)	re	50,00%	mib	25,00%	re	12,50%	la
	La Mercè (Mercè - Josepa - Joana)	do	37,50%	do	25,00%	do#	12,50%	sol
	La Tomasa (Déu Omnipotent, Santa Maria i Sant Tomàs de Canterbury)	re	75,00%	re	12,50%	do#	12,50%	do
	Esquella xica (001)	re	37,50%	sib	25,00%	fa#	25,00%	re
	Esquella gran (002)	do	50,00%	do	12,50%	sol	12,50%	fa
	L'Oleguera antiga	sol	50,00%	sol#	25,00%	fa#	12,50%	sol
	L'Esquella Xica	re#	62,50%	mi	12,50%	la	12,50%	fa
	L'Esquella de Prima	do#	50,00%	do#	25,00%	mib	25,00%	re
La Montserrat		87,50%	re	12,50%	do#			

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
BAZA (ANDALUCÍA). COLEGIATA DE LA ENCARNACIÓN	El Tin-tín	sol#	37,50%	la	37,50%	sol#	25,00%	sib
	Golondrina	fa#	62,50%	fa#	12,50%	la	12,50%	sol
	Santa María Magdalena menor	sol#	37,50%	sol#	12,50%	sib	12,50%	mi
	San Miguel y David	fa	50,00%	fa#	25,00%	re	12,50%	sol#
	Santa Inés	sol	25,00%	sol#	25,00%	do	12,50%	sib
	San Máximo	sol	37,50%	mi	25,00%	sib	12,50%	sol#
	San Rafael	la	25,00%	la	25,00%	fa	25,00%	mib
	San Valentín	re	62,50%	mib	12,50%	sib	12,50%	fa
	Campana de los cuartos	mi	37,50%	sol	25,00%	mib	25,00%	re
	Campana de las horas	sol#	50,00%	la	37,50%	sol#	12,50%	fa#
	La Segundilla	si	50,00%	do	12,50%	sib	12,50%	sol
	La Gorda	re	50,00%	re	25,00%	mib	25,00%	do#
	El Esquilón	la#	75,00%	si	25,00%	sib		
	Santa María Magdalena Mayor	mi	75,00%	mi	12,50%	fa	12,50%	do
	La Muerta	sol#	25,00%	la	25,00%	sol	12,50%	si
	San Gabriel	do#	50,00%	do#	12,50%	la	12,50%	sol
	Juana	fa#	87,50%	sol	12,50%	fa#		
BILBAO (PAÍS VASCO). CATEDRAL DE SANTIAGO APÓSTOL	Santiago el Mayor	fa	62,50%	fa	12,50%	sol	12,50%	fa#
	San José	do#	87,50%	do#	12,50%	re		
	San Miguel	sol	62,50%	sol	12,50%	fa#	12,50%	mib
	Nuestra Señora de la Piedad	re	50,00%	re	25,00%	do#	12,50%	fa
	La mediana	re#	50,00%	mib	37,50%	mi	12,50%	do
	San Luis Gonzaga	fa#	71,43%	fa#	14,29%	la	14,29%	fa
	Virgen de los Ángeles	re	37,50%	mib	25,00%	re	12,50%	si
	Santísimo Sacramento	si	50,00%	si	37,50%	do	12,50%	sol
BURGO DE OSMA – CIUDAD DE OSMA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN	Campana de las horas	do	62,50%	do	25,00%	do#	12,50%	sib
	La Picotera	sol#	62,50%	sol#	12,50%	si	12,50%	re
	Campana del Entablaio	la#	25,00%	si	25,00%	mi	12,50%	sol#
	Campanillo 4	fa#	25,00%	la	25,00%	fa#	25,00%	mi
	Campanillo 3	fa#	50,00%	re	25,00%	la	12,50%	sib
	Cuartos del reloj	fa	25,00%	si	12,50%	sol#	12,50%	sol
	Campanillo 1	fa#	37,50%	fa	25,00%	fa#	12,50%	sib
	Campanillo 2	fa	50,00%	mi	12,50%	sol#	12,50%	fa#
	La Inmaculada Concepción	re	37,50%	re	25,00%	sol#	25,00%	do#
	La Asunción y San Pedro	mi	25,00%	sib	25,00%	fa	12,50%	si
	San Juan Bautista	sol#	50,00%	sol	25,00%	si	12,50%	sol#

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
BURGOS (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	Concepción	do	25,00%	fa#	25,00%	do	12,50%	sib
	San José	fa#	50,00%	sol	25,00%	fa#	12,50%	la
	La Campana Madre	si	37,50%	fa	25,00%	fa#	12,50%	si
	San Mamerto	do	75,00%	do#	12,50%	sol	12,50%	re
	Santa María y San Esteban	re	50,00%	mib	12,50%	sib	12,50%	sol
	Santa María	do#	37,50%	mi	25,00%	do#	12,50%	si
	Cuartos menor	sol#	37,50%	sol#	37,50%	sol	12,50%	la
	Mauricia	do	37,50%	do	25,00%	do#	12,50%	sib
	Campana de las horas	do	37,50%	la	37,50%	re	25,00%	mi
	Santa Tecla	fa#	37,50%	fa#	25,00%	sib	12,50%	la
	Cuartos mayor	re	62,50%	mib	12,50%	si	12,50%	la
	Campana del Cristo (0)	do	25,00%	mi	25,00%	mib	12,50%	sol#
CÁCERES (EXTREMADURA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA	Campana	sol	37,50%	sol#	25,00%	sol	25,00%	fa#
	María menor	re	37,50%	fa	37,50%	do	12,50%	mib
	María	la	62,50%	sib	12,50%	si	12,50%	fa
	María la mayor	sol	28,57%	sol	14,29%	fa#	14,29%	fa
	Campana	fa	37,50%	fa#	37,50%	fa	12,50%	sol#
CÁDIZ (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE SANTA CRUZ	San Félix de Cantalicio	sol	62,50%	sol	12,50%	si	12,50%	fa#
	San Fernando	fa	50,00%	mib	25,00%	mi	12,50%	fa#
	San Sebastián	fa#	37,50%	sol	37,50%	fa#	12,50%	fa
	San José	do	37,50%	do	25,00%	do#	12,50%	fa#
	Santos Patronos	sol#	25,00%	la	25,00%	sol#	25,00%	sol
	Santo Domingo de Silos	do#	37,50%	do#	25,00%	re	25,00%	do
	Nuestra Señora de La Luz	si	37,50%	si	37,50%	do	12,50%	re
	Santa Cruz	re#	37,50%	mib	25,00%	re	12,50%	la
	Nuestra Señora del Rosario	sol	75,00%	sol#	12,50%	si	12,50%	sol
San Pedro	sol#	100,00%	sol#					
CALAHORRA (LA RIOJA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA	La Garbancera, Madre de la Iglesia	re#	37,50%	la	25,00%	mib	12,50%	sol#
	Timbre de los cuartos	la#	37,50%	mib	25,00%	sib	12,50%	mi
	Timbre de las horas	la	50,00%	re	25,00%	sib	12,50%	la
CARTAGENA (REGIÓN DE MURCIA). SANTA MARÍA DE GRACIA	María	re#	50,00%	mi	37,50%	mib	12,50%	sol
	Cristo	si	62,50%	do	25,00%	sib	12,50%	sol
	Jacobo	la	62,50%	sib	37,50%	la		

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
CASTELLÓ DE LA PLANA (COMUNITAT VALENCIANA). CAMPANAR DE LA VILA	La Dolores	fa#	62,50%	fa#	25,00%	sol	12,50%	si
	La Tàfol; de les hores	la#	37,50%	sib	12,50%	si	12,50%	fa#
	La Cristina	si	50,00%	do	25,00%	sol	12,50%	si
	La Victòria	la	62,50%	sib	37,50%	la		
	La Vicent	fa	75,00%	fa#	25,00%	sol		
	La Joaquina	re	37,50%	mib	25,00%	fa	12,50%	si
	La Jaume	re	37,50%	mib	25,00%	sol	25,00%	mi
	L'Àngel	do	50,00%	do	25,00%	do#	12,50%	sol
	La Lledó; la menor dels quarts	fa#	25,00%	sib	25,00%	re	12,50%	si
	La Maria	re#	37,50%	sib	37,50%	fa	12,50%	sol#
	L'Anna; la gran dels quarts	si	37,50%	do	25,00%	sib	12,50%	fa#
CEUTA (CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN	Campana	fa	100,00%	fa#				
	Campana de los Cuartos, Santa María de África menor	mi	50,00%	sol#	37,50%	sol	12,50%	re
	Campana	si	50,00%	si	25,00%	re	12,50%	fa
	San José	fa	50,00%	fa#	37,50%	do#	12,50%	re
	San Daniel	do#	75,00%	do#	12,50%	fa	12,50%	re
	San Juan	do	37,50%	do#	25,00%	mi	25,00%	do
	Santa María de África, del Relox	mi	50,00%	mi	25,00%	sol	12,50%	fa
San Antonio de Padua	fa	25,00%	fa#	25,00%	fa	12,50%	la	
CIUDAD REAL (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA DEL PRADO	San Jerónimo	fa#	37,50%	fa#	25,00%	sol	12,50%	si
	Pueblo de Dios	fa	37,50%	fa	25,00%	sol	25,00%	mi
	Año Mariano	la#	62,50%	si	25,00%	do	12,50%	sib
	Noveno Centenario	sol#	87,50%	la	12,50%	do		
	De las horas	do#	28,57%	do#	28,57%	do	14,29%	sib
	Virgen del Prado	do#	87,50%	re	12,50%	mib		
	Santa Teresa	fa	62,50%	fa	12,50%	fa#	12,50%	re
	Jesús, José y Maria	do#	25,00%	fa	25,00%	re	25,00%	do#
CIUDAD RODRIGO (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	La de San Cayetano	do	37,50%	do	25,00%	do#	12,50%	mi
	La del Pilar	do	25,00%	mib	25,00%	do#	12,50%	si
	La del Santísimo	si	25,00%	sib	25,00%	re	25,00%	do#
	La del Socorro, la de San Antonio, la de la Salve	do	37,50%	do#	37,50%	do	12,50%	si

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
CIUTADELLA (ILLES BALEARS). CATEDRAL DE LA PURIFICACIÓ DE LA MARE DE DÉU	Campana del rellotge	la	62,50%	sib	12,50%	mi	12,50%	re
	Sant Esteve	fa	37,50%	fa#	25,00%	la	25,00%	mi
	Sant Antoni	mi	62,50%	fa	25,00%	mi	12,50%	sol
	Santa Maria de les Victòries	re	62,50%	re	12,50%	sol	12,50%	fa
	Sant Joan, la del cor	la	50,00%	re	37,50%	la	12,50%	sol
	Campana dels quarts	fa#	37,50%	sol	25,00%	fa#	25,00%	fa
CÓRDOBA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA	Santísimo Sacramento	re#	37,50%	mi	37,50%	mib	12,50%	sol#
	La Gorda; la Campana de Santa María	la#	25,00%	la	25,00%	fa	12,50%	si
	San Antonio	la	62,50%	la	25,00%	sol#	12,50%	fa
	San Zoilo	re	50,00%	la	25,00%	mib	12,50%	sol#
	La Asunción	si	37,50%	re	25,00%	si	25,00%	do
	San Rafael	sol	37,50%	sol#	25,00%	la	25,00%	sol
	San Pedro	re#	37,50%	mi	25,00%	fa	12,50%	mib
	Santa María de la Paz	sol	75,00%	sol#	12,50%	mib	12,50%	do#
	La Esquila	la	37,50%	sib	25,00%	sol#	12,50%	si
	Campana del Alba	do#	37,50%	sol	25,00%	fa#	12,50%	sol#
	Santa Águeda, Campana de las horas	fa#	75,00%	sol	25,00%	fa#		
	Campana de los cuartos	fa	37,50%	fa	12,50%	sib	12,50%	sol
	Santa Victoria	la#	37,50%	si	25,00%	mi	12,50%	sib
	Nuestra Señora de la Concepción	sol#	62,50%	sol#	12,50%	la	12,50%	fa
	Santa Rafaela María	re#	87,50%	mib	12,50%	re		
	Beato Juan XXIII	fa#	62,50%	fa#	12,50%	si	12,50%	sol
	San Pío X	do#	87,50%	do#	12,50%	re		
	San Juan de Ávila	re#	62,50%	mib	25,00%	mi	12,50%	do#
San Eulogio	do#	87,50%	do#	12,50%	re			
San Pelagio	la#	75,00%	si	12,50%	sib	12,50%	sol	
CORIA (EXTREMADURA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA	Pascualeja	mi	62,50%	mi	37,50%	mib		
	Pascualeja	re	62,50%	mib	25,00%	mi	12,50%	re
	Pascualeja	do	25,00%	sol#	25,00%	do#	12,50%	sib
	Pascualeja	sol	75,00%	fa	12,50%	sol#	12,50%	sol
	La Sermonera	fa#	50,00%	fa#	25,00%	sol	12,50%	sib
	La Contina o Continua	sol#	75,00%	la	25,00%	sol#		
	La gorda	do	37,50%	do	25,00%	sol	12,50%	si
	La Chica	la	50,00%	sib	25,00%	la	12,50%	si
	Esquilón (0)	sol#	50,00%	sol#	25,00%	do	12,50%	sol

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
CUENCA (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA Y SAN JUAN	Campanillo de coro mayor	si	25,00%	si	25,00%	sib	25,00%	mib
	Campanillo de coro menor	sol#	37,50%	la	37,50%	sol#	12,50%	si
DONOSTIA (PAÍS VASCO). ARTZAIN ONA KATEDRALEAN / CATEDRAL DE EL BUEN PASTOR	Campana del Ayuntamiento	la	100,00%	la				
	Campana de las horas	do#	37,50%	fa#	25,00%	fa	25,00%	do#
	Santa Inés	si	75,00%	si	12,50%	fa#	12,50%	do
	San Miguel Arcángel	re#	25,00%	mi	25,00%	mib	25,00%	re
	Cuartos grande	la	75,00%	la	12,50%	sol#	12,50%	fa#
	Campana del Ángelus	fa#	50,00%	fa#	37,50%	sol	12,50%	fa
	San Miguel Arcángel	re	100,00%	re				
	Niño Jesús de Praga	re#	50,00%	mib	25,00%	sol	25,00%	mi
	Cuartos pequeña	la#	50,00%	si	12,50%	sol#	12,50%	fa#
	Santa Cecilia	re	50,00%	re	25,00%	fa#	12,50%	fa
EIVISSA (ILLES BALEARS). CATEDRAL DE SANTA MARIA LA MAJOR	Campana major o de Sanctus	sol#	37,50%	sol#	25,00%	fa	12,50%	sib
	Santa Bàrbara	la	62,50%	sol#	12,50%	sib	12,50%	la
	Sant Sagrat	mi	50,00%	mi	25,00%	fa	12,50%	sol#
	Campana Xica o dels Quarts	mi	75,00%	mi	12,50%	si	12,50%	do
	Santa Creu	do	62,50%	do	25,00%	do#	12,50%	sol
FERROL (GALICIA). CONCATEDRAL DE SAN XIAO	Xesus, María e José	sol#	25,00%	si	25,00%	sol#	12,50%	sib
	San Xiao menor	fa#	62,50%	sol	25,00%	fa#	12,50%	sol#
	San Xiao maior	re	50,00%	mib	25,00%	re	12,50%	mi
	Campá do reloxo	fa#	50,00%	re	25,00%	sol	25,00%	do
FOZ (GALICIA). BASÍLICA DE SAN MARTIÑO DE MONDOÑEDO	Campá (0)	do	37,50%	do	25,00%	mib	12,50%	si
	Campá	si	37,50%	do	25,00%	do#	12,50%	si
	Campá	la	37,50%	sol	25,00%	la	12,50%	sol#
GETAFE (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL DE SANTA MARÍA MAGDALENA	Jesús, María y José	sol	25,00%	fa#	12,50%	si	12,50%	la
	Santa María	do	50,00%	do#	25,00%	do	12,50%	la
	Benedicta	la	50,00%	sib	12,50%	si	12,50%	sol
	Nuestra Señora del Rosario	sol	37,50%	sol#	25,00%	sol	25,00%	mib
	María Magdalena	sol	50,00%	sol#	25,00%	sol	12,50%	la
	Grande	re#	37,50%	fa	25,00%	re	12,50%	mi
	Sagrados Corazones	re	62,50%	re	25,00%	do#	12,50%	sib
	Cuartos	re	25,00%	la	25,00%	mib	12,50%	si
Horas	fa	50,00%	fa	25,00%	la	12,50%	fa#	

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2				
GIRONA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA	La Quotidiana	la	87,50%	la	12,50%	sib	
	La Dominical	fa#	57,14%	fa#	28,57%	do	14,29% sol
	La Capitular	mi	50,00%	mi	25,00%	fa	12,50% sib
	L'Assumpta	do	62,50%	do	12,50%	fa	12,50% re
	La Beneta; el Bombo	do	50,00%	do#	25,00%	do	12,50% sol
	Campana dels quarts	re	100,00%	re			
	Campana de les hores	fa	50,00%	fa	12,50%	sib	12,50% sol#
GRANADA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ANUNCIACIÓN	San Bartolomé, la Cuchillera	sol	50,00%	sol	37,50%	fa#	12,50% la
	San Francisco, "la Petra"	re#	50,00%	mib	25,00%	fa	12,50% fa#
	De fuego, la gótica	mi	50,00%	mi	12,50%	la	12,50% fa
	Remedios, la que va con la de Mano	sol#	25,00%	la	25,00%	mib	12,50% si
	San Martín, esquilón de los Reyes Católicos	do	50,00%	do	25,00%	do#	12,50% si
	Santa Bárbara, la de Latón	do#	37,50%	do#	37,50%	do	12,50% mi
	Concepción, la Espinaquera	la#	50,00%	si	12,50%	sol#	12,50% mi
	La de los Cuartos	sol#	62,50%	la	25,00%	sol#	12,50% sib
	Del Ángel, la de Mano	si	25,00%	si	25,00%	sol	25,00% do
	La de las horas	do#	37,50%	do#	25,00%	re	12,50% si
	Angustias, la Media Gorda o la Sobrina	la	50,00%	fa	12,50%	si	12,50% fa#
	La Sermonera, la Jeronima	re#	50,00%	re	12,50%	sib	12,50% la
	La Petra, la del Alba	fa	50,00%	fa	25,00%	fa#	12,50% sol
	Pascuala, la de las Cruces	si	62,50%	do	12,50%	si	12,50% sol
	San Joaquín, el Aceitero	la#	50,00%	sib	25,00%	si	12,50% sol
	La Santamaría o La Gorda	la	62,50%	sol	12,50%	sib	12,50% mib
	San Juan	re	37,50%	mib	37,50%	re	12,50% sol
San Pedro, el Meón	fa	62,50%	fa#	25,00%	fa	12,50% sib	

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
GUADALAJARA (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA LA MAYOR	Campanillo de San Bernardo	fa	37,50%	fa	25,00%	fa#	12,50%	sib
	Campana Miserere	mi	37,50%	fa#	25,00%	fa	25,00%	mib
	Campana Memento	re#	50,00%	do#	25,00%	fa#	25,00%	mi
	Nuestra Señora de Fátima	do#	75,00%	do#	12,50%	sib	12,50%	fa
	Nuestra Señora de los Dolores	sol#	37,50%	la	37,50%	sol#	12,50%	do#
	Asunción	mi	50,00%	mi	25,00%	fa	12,50%	fa#
GUADIX (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ENCARNACIÓN DE LA ASUNCIÓN	Campana de las horas	la#	25,00%	la	12,50%	si	12,50%	sol#
	Campana de los cuartos	do#	62,50%	re	25,00%	fa#	12,50%	sib
	Niño Jesús	do	50,00%	do	25,00%	mi	25,00%	do#
	Beato Juan de Ávila	do#	37,50%	do#	25,00%	mib	12,50%	sol#
	Santa Isabel	la	87,50%	la	12,50%	fa#		
	San Pedro Apóstol	fa	62,50%	fa#	12,50%	la	12,50%	sol
	San Torcuato primer Obispo	la#	75,00%	si	12,50%	sib	12,50%	sol#
	San Torcuato	re	50,00%	mib	25,00%	mi	12,50%	sib
	San Fandila	re#	37,50%	re	12,50%	sol	12,50%	fa#
	Sagrada Familia	sol#	75,00%	sol	12,50%	sol#	12,50%	do#
	San José	si	50,00%	do	25,00%	do#	12,50%	si
	San Rafael	do	62,50%	do	25,00%	do#	12,50%	sol
	Ntra. Sra. de la Anunciación	la#	37,50%	sib	25,00%	si	12,50%	mib
	Nuestra Señora de las Angustias	fa#	75,00%	fa#	25,00%	sol		
	Santa Bárbara	mi	37,50%	sol	37,50%	mi	25,00%	fa
HUELVA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LA MERCED	Campana	sol#	37,50%	sol#	12,50%	si	12,50%	sib
	Santiago	si	25,00%	sol	25,00%	re	25,00%	do
	María de Consolación	mi	50,00%	mi	25,00%	re	12,50%	sib
HUESCA (ARAGÓN). CATEDRAL DE LA TRANSFIGURACIÓN DEL SEÑOR	La del Corpus, la de Prima	do	62,50%	do	12,50%	si	12,50%	sol
	La de Oraciones, la Paciencia	do	25,00%	si	25,00%	do	12,50%	sib
	El cimbalico Te Deum (0)	fa	37,50%	fa#	25,00%	la	12,50%	sib
	La Lucía	do#	50,00%	do	25,00%	do#	12,50%	la
	El Santo Cristo, la Mediana	mi	62,50%	mi	25,00%	fa	12,50%	fa#
	La María, la Mayor	re#	50,00%	mib	37,50%	mi	12,50%	fa
	La Lorenza, la del Fosal, la de los Perdidos	fa	50,00%	fa	25,00%	fa#	12,50%	sol

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
ISÁBENA (ARAGÓN). CATEDRAL DE RODA DE ISÁBENA	Campana gótica	sol#	50,00%	la	25,00%	sol#	25,00%	sol
	Santa Bárbara (antigua del reloj)	re	25,00%	mi	25,00%	mib	12,50%	sib
	Santa María del Pilar	sol#	37,50%	sol#	12,50%	sib	12,50%	la
	María Ramona	mi	50,00%	fa	25,00%	mi	12,50%	sol#
	María Vicenta	sol#	62,50%	sol#	25,00%	sol	12,50%	do#
	Santa María	re#	62,50%	mib	12,50%	sib	12,50%	sol
	San Miguel	sol	62,50%	sol	25,00%	fa#	12,50%	si
	Campana	do#	75,00%	do#	25,00%	mi		
JACA (ARAGÓN). CATEDRAL DE SAN PEDRO APÓSTOL	La campana de las Agonías	do	37,50%	mi	37,50%	do	12,50%	fa#
	Santa Orosia	sol	25,00%	sol	12,50%	la	12,50%	sol#
	Parvulillo; Campana de los cuartos menor	sol#	25,00%	sol	25,00%	mi	12,50%	si
	La campana de las horas	do	75,00%	do	12,50%	si	12,50%	do#
	Santa Águeda	fa	37,50%	fa	25,00%	fa#	12,50%	mi
	Parvulillo; Campana de los cuartos mayor	mi	37,50%	mi	25,00%	sol#	25,00%	do
	Petra-Josefa	re	50,00%	mib	25,00%	mi	25,00%	re
JAÉN (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE LA VIRGEN	Horas	mi	50,00%	do	25,00%	mi	12,50%	si
	Cuartos	mi	37,50%	mi	12,50%	si	12,50%	sib
	San Rafael (0)	fa	50,00%	fa#	25,00%	mi	12,50%	sol
	Santo Rostro	fa	37,50%	fa	25,00%	fa#	12,50%	sib
	San Juan	do	37,50%	sib	12,50%	la	12,50%	sol
	Santísimo Sacramento	sol#	50,00%	la	12,50%	si	12,50%	sib
	Asunción	fa	62,50%	fa	12,50%	si	12,50%	la
	San Pedro	la#	50,00%	sib	25,00%	do#	12,50%	la
	Campana del Señor	re	25,00%	la	25,00%	re	12,50%	si
	Cuartos del reloj	sol#	62,50%	sol#	12,50%	sib	12,50%	fa
	Horas del reloj	la	37,50%	sol#	25,00%	sib	25,00%	mi
JEREZ DE LA FRONTERA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE NUESTRO SEÑOR SAN SALVADOR	San Miguel menor, de volteo	mi	37,50%	mi	25,00%	fa	12,50%	si
	La Gorda	fa#	37,50%	sol#	12,50%	la	12,50%	sol
	San Miguel mayor, fija	la#	37,50%	si	25,00%	do	12,50%	sib
	Sagrado Corazón	fa	50,00%	fa#	25,00%	fa	12,50%	sol#
	Salvadora	mi	50,00%	mi	12,50%	sol	12,50%	fa#
	San José, de volteo	fa	75,00%	fa	12,50%	fa#	12,50%	do
	Santa Águeda, Campana del reloj	la#	50,00%	si	12,50%	fa#	12,50%	mi
	Campana de salida de misa (0)	do#	37,50%	sol	25,00%	do#	12,50%	la
Campana de señales (0)	mi	37,50%	fa	37,50%	mi	12,50%	sol#	

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
LA SEU D'URGELL (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA	Campana del Senyor	mi	50,00%	fa	25,00%	mi	12,50%	do#
	Ermengol	la	75,00%	la	12,50%	sol#	12,50%	sol
	Sant Just, Sant Marc i Santa Bàrbara	sol	37,50%	la	37,50%	sol	25,00%	sol#
	Santa Maria	sol	87,50%	sol	12,50%	do#		
	Campana	sol	37,50%	sol#	25,00%	sol	12,50%	sib
	Campana	fa#	25,00%	la	25,00%	fa#	25,00%	mi
LAS PALMAS DE GRAN CANARIA (CANARIAS). CATEDRAL DE CANARIAS DE SANTA ANA	San Pedro, la de naciente, la pequeña	fa#	87,50%	sol	12,50%	sol#		
	San José	sol	62,50%	sol	25,00%	do	12,50%	fa#
	Santa Ana, Maria	fa	62,50%	fa	12,50%	sol	12,50%	fa#
	Campana grande o de la Antigua	re#	50,00%	mib	25,00%	sol	12,50%	mi
	San Juan Bautista, campana del reloj	fa	75,00%	fa#	12,50%	sol	12,50%	fa
	Campana holandesa (0)	la	100,00%	la				
LEÓN (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	Campana de los cuartos	la#	62,50%	sib	12,50%	si	12,50%	la
	Campana de las horas	do#	25,00%	sol#	12,50%	sib	12,50%	la
	Sardinera mayor	sol#	62,50%	la	37,50%	sol#		
LLEIDA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA DE LA SEU VELLA	Mònica, Campana dels Quarts	fa	50,00%	fa	25,00%	fa#	12,50%	sib
	Silvestra, Campana de les hores	la#	25,00%	si	25,00%	mib	12,50%	la
	Meuca	mi	75,00%	sol	12,50%	sol#	12,50%	re
	Bàrbara	sol#	87,50%	sol#	12,50%	la		
	Crist	si	62,50%	si	25,00%	do	12,50%	sib
	Marieta I	do#	37,50%	re	37,50%	do#	12,50%	sib
Puríssima	la	62,50%	sib	25,00%	do	12,50%	do#	
LOGROÑO (LA RIOJA). CONCATEDRAL DE SANTA MARÍA DE LA REDONDA	San Francisco de Asís	do#	25,00%	mi	25,00%	re	25,00%	do#
	Campana	re	57,14%	re	14,29%	si	14,29%	sib
	Trinidad	la	50,00%	sib	12,50%	si	12,50%	fa
	Sagrada Familia	fa	37,50%	fa	25,00%	sol#	12,50%	si
	Ángel	do#	37,50%	si	25,00%	mi	25,00%	mib
	Campana	sol	50,00%	do#	37,50%	sol#	12,50%	re
	San Martín	re#	37,50%	mib	25,00%	sib	12,50%	si
	Campana de Cuartos	re#	62,50%	mib	12,50%	sib	12,50%	mi

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
LUGO (GALICIA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	A Mariana menor	la	62,50%	sol	12,50%	la	12,50%	do#
	A Mariana maior	fa#	37,50%	fa	25,00%	fa#	12,50%	sol#
	Carillón	re#	50,00%	mib	25,00%	mi	12,50%	sol#
	Carillón	do#	50,00%	do#	37,50%	re	12,50%	la
	Carillón	si	50,00%	do	37,50%	si	12,50%	sib
	Carillón	sol#	75,00%	la	25,00%	sol#		
	Carillón	la#	62,50%	sib	12,50%	si	12,50%	la
	Carillón	fa#	75,00%	fa#	12,50%	sol	12,50%	fa
	Carillón	fa	50,00%	fa	37,50%	fa#	12,50%	sol
	Campá dos cuartos	la	62,50%	la	12,50%	si	12,50%	fa#
	Campá das horas	sol#	37,50%	mi	25,00%	la	25,00%	sol#
MADRID (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL DE LA ALMUDENA	Benedicta	sol	75,00%	sol	12,50%	fa#	12,50%	re
	Ancilla Domini	mi	75,00%	fa	12,50%	mi	12,50%	do
	Magnificat	re#	100,00%	mi				
	Gratia Plena	do	75,00%	do#	12,50%	re	12,50%	do
	Santa María de la Flor de Lis	la	50,00%	sol#	25,00%	do	12,50%	re
	Santa María de Atocha	sol	33,33%	sol	33,33%	re	16,67%	fa
	Santa María de la Paloma	mi	37,50%	do	12,50%	sib	12,50%	sol#
	Santa María la Real de la Almudena	la#	37,50%	sib	25,00%	si	12,50%	la
	Carillón 1 (Do)	do	50,00%	do	25,00%	do#	12,50%	sib
	Carillón 2 (Si)	la#	50,00%	si	25,00%	re	12,50%	sib
	Carillón 3 (La#)	la	37,50%	sib	25,00%	si	25,00%	mib
	Carillón 4 (La)	sol#	75,00%	la	12,50%	sol#	12,50%	mi
	Carillón 5 (Sol#)	sol	62,50%	sol#	37,50%	do#		
	Carillón 6 (Sol)	fa#	87,50%	sol	12,50%	do		
	Carillón 7 (Fa #)	fa	62,50%	fa#	25,00%	sol	12,50%	sib
	Carillón 8 (Fa)	mi	50,00%	fa	12,50%	sol#	12,50%	fa#
	Carillón 9 (Mi)	re#	75,00%	mi	12,50%	sib	12,50%	mib
	Carillón 10 (Re#)	re	75,00%	mib	12,50%	si	12,50%	sol
Carillón 11 (Re)	do#	75,00%	re	12,50%	sol#	12,50%	mib	
Carillón 12 (Do#)	do	62,50%	do#	25,00%	do	12,50%	mib	
Carillón 13 (Do)	si	25,00%	fa	25,00%	do	12,50%	fa#	
MADRID (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL DE LAS FUERZAS ARMADAS	Campana	sol	50,00%	sol	37,50%	sol#	12,50%	do#

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
MADRID (COMUNIDAD DE MADRID). CATEDRAL DE SAN ISIDRO	Jesús María	sol#	37,50%	la	37,50%	sol#	12,50%	sol
	San Francisco Javier	sol	50,00%	sol#	25,00%	sol	12,50%	fa
	Ntra. Sra. del Buen Suceso	sol	75,00%	sol	12,50%	sol#	12,50%	fa#
	Ntra. Sra. de la Almudena	mi	62,50%	mi	25,00%	sol	12,50%	fa
	San Andrés y San Antonio	sol	62,50%	sol#	12,50%	sol	12,50%	mi
	San Gabriel y San Ignacio	re#	62,50%	mi	25,00%	mib	12,50%	sol
	San Ildefonso y Santo Domingo	do	62,50%	do#	25,00%	do	12,50%	mi
	Santísima Trinidad y San Eugenio	la	62,50%	la	12,50%	sol#	12,50%	fa#
MÁLAGA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE LA ENCARNACIÓN	San Miguel	si	25,00%	mib	25,00%	do#	12,50%	si
	Encarnación, la gorda	re#	37,50%	sol	25,00%	sib	12,50%	si
	Virgen de la Victoria	sol#	62,50%	la	12,50%	sol#	12,50%	sol
	La Concepción	do	25,00%	sib	25,00%	sol#	12,50%	si
	San José menor	do#	50,00%	re	25,00%	do#	12,50%	fa
	Santa María de Araceli	re	57,14%	do#	42,86%	re		
	Santiago	si	37,50%	si	25,00%	sol	12,50%	fa#
	San José Mayor	la#	25,00%	sib	25,00%	re	12,50%	si
	Sagrado Corazón de Jesús	la	25,00%	fa#	25,00%	do#	12,50%	la
	San Pedro	do	37,50%	do	25,00%	re	12,50%	la
	San Ciriaco y Santa Paula	do#	37,50%	la	25,00%	sol	25,00%	do#
San Juan Nepomuceno	la#	50,00%	si	25,00%	sib	25,00%	do	
MÉRIDA (EXTREMADURA). CONCATEDRAL DE SANTA MARÍA	Campana	mi	75,00%	mi	12,50%	fa#	12,50%	fa
	Campana	sol#	37,50%	si	12,50%	sib	12,50%	sol#
	San Bernardo	re#	25,00%	sib	25,00%	mib	12,50%	sol
	Campana	la#	37,50%	si	37,50%	sib	12,50%	sol
	María del Mayor Dolor	mi	37,50%	mi	25,00%	fa	12,50%	sol#
	María	re	50,00%	re	37,50%	mib	12,50%	do#
	María Asunta	sol	37,50%	sol#	25,00%	sol	25,00%	do#
	Esquilón mayor	sol#	50,00%	mib	12,50%	si	12,50%	sol
	Esquilón menor	do	37,50%	do	25,00%	mi	12,50%	si

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
MONDOÑEDO (GALICIA). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LOS REMEDIOS	Agonía menor, Feliciana Aldeodata de Patrocinio	la#	37,50%	re	25,00%	si	12,50%	sib
	Agonía maior, Fructuosa Bárbara de los Dolores	fa#	37,50%	sol	37,50%	fa#	25,00%	sib
	Esquilón novo, Gonzala Juana de la Expectación	sol	50,00%	mi	25,00%	sol#	25,00%	mib
	Esquilón vello, Martina de Jesús Maria y José	la#	37,50%	sib	37,50%	la	12,50%	si
	Ronda, Rosenda María Natividad	fa	87,50%	mib	12,50%	fa		
	Prima, Jacoba María Concepción	mi	50,00%	mi	25,00%	fa#	25,00%	fa
	Paula de la Asunción	fa#	25,00%	sib	25,00%	fa#	12,50%	si
	Dos Cuartos	fa	37,50%	fa	25,00%	mi	12,50%	la
	Das Horas	do#	37,50%	re	25,00%	do#	12,50%	sol
MONZÓN (ARAGÓN). CONCATEDRAL DE SANTA MARÍA DEL ROMERAL	Santa Bárbara	la	75,00%	sib	25,00%	do		
	Santa Bárbara	re	37,50%	mib	25,00%	re	12,50%	la
	Elena Isabel	mi	87,50%	mi	12,50%	re		
	Sofía	si	50,00%	si	37,50%	do	12,50%	sib
	Elena	do	37,50%	do	25,00%	si	12,50%	sol#
	María del Carmen	do#	75,00%	do#	12,50%	la	12,50%	do
	Eloína - Carlos	fa#	62,50%	fa#	25,00%	sol	12,50%	do#
	Santa María del Romeral	fa	62,50%	fa	12,50%	sol	12,50%	fa#
	Cuartos	sol	75,00%	sol	25,00%	re		
Horas	re#	50,00%	mi	25,00%	mib	12,50%	la	

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2				
MURCIA (REGIÓN DE MURCIA). CONCATEDRAL DE SANTA MARÍA	San Pedro	fa#	87,50%	sol	12,50%	la	
	Santiago	la#	37,50%	si	37,50%	sib	12,50% fa#
	San Patricio	sol	50,00%	sol#	25,00%	sol	12,50% si
	Santa Florentina	sol	75,00%	sol#	25,00%	sol	
	San José	do	25,00%	do#	12,50%	sol	12,50% fa#
	Santa Bárbara mayor	la	37,50%	sib	25,00%	si	25,00% la
	San Agustín	re	25,00%	fa	25,00%	mi	25,00% do#
	San Isidoro	fa#	62,50%	sol	37,50%	fa#	
	Santo Tomás de Aquino	re#	50,00%	mib	25,00%	mi	25,00% re
	San Leandro	mi	37,50%	fa	37,50%	mi	12,50% si
	Santa María	sol	85,72%	sol#	14,29%	la	
	Ntra. Sra. de Belén	mi	75,00%	mi	12,50%	la	12,50% re
	Fuensanta, la catalana	mi	62,50%	mi	25,00%	fa	12,50% sol
	Santa Cruz	la	50,00%	sib	25,00%	la	12,50% do#
	San Gregorio; campana de señales	do	42,86%	mi	28,57%	mib	14,29% fa#
	Santa Bárbara menor	la#	50,00%	sib	25,00%	do	12,50% si
	Cristo	la	25,00%	si	25,00%	sol#	25,00% sol
	María Madre de Dios	do#	42,86%	sol#	14,29%	sol	14,29% fa
	La Nona, San Victoriano	fa	62,50%	fa	12,50%	sol#	12,50% fa#
	Agueda-martillo	do#	25,00%	sol#	12,50%	sib	12,50% fa#
La Mora Nueva (23B)	do	25,00%	si	25,00%	sib	25,00% do#	
ORIHUELA (COMUNITAT VALENCIANA). CATEDRAL DE EL SALVADOR Y SANTA MARÍA	María del Rosario	fa	50,00%	fa#	50,00%	fa	
	Inmaculada Concepción	la	87,50%	la	12,50%	sol#	
	Salvator Mundi	la#	50,00%	si	37,50%	re	12,50% do
	Jesús María y José	fa#	62,50%	sol	12,50%	sol#	12,50% fa#
	María de Monserrat	re#	37,50%	fa	37,50%	mi	12,50% la
OURENSE (GALICIA). CATEDRAL DE SAN MARTIÑO	Pote	do	37,50%	mib	37,50%	do	12,50% si
	Bartolomé	do#	50,00%	do#	25,00%	re	12,50% fa
	Prima solemne	sol#	37,50%	si	25,00%	fa#	12,50% la
	Martiño	mi	62,50%	sol	25,00%	mib	12,50% fa
	Prima diario	la	50,00%	la	12,50%	sib	12,50% sol#
	Maior	mi	25,00%	fa#	25,00%	fa	25,00% do
	Segunda	do	50,00%	do#	25,00%	do	12,50% sol#
Campá dos cuartos	fa#	25,00%	sol	25,00%	fa#	25,00% fa	

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
OVIEDO (ASTURIAS). CATEDRAL DE SAN SALVADOR	Bamba	re	37,50%	re	25,00%	sib	25,00%	sol
	Santa Cruz	la#	37,50%	mi	25,00%	si	12,50%	sib
	Esquilón	la	37,50%	la	37,50%	sol	12,50%	mi
	Santa Bárbara	re	25,00%	fa	25,00%	re	12,50%	sib
	De Posar	si	25,00%	si	25,00%	sib	12,50%	mib
	Timbal primero	re#	37,50%	do#	25,00%	mi	12,50%	sol#
	Timbal 2º	fa	37,50%	mi	25,00%	fa	12,50%	sib
PALENCIA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SAN ANTOLÍN	San Antolín	re	62,50%	re	12,50%	mi	12,50%	mib
	Sardinera, Ochavera	mi	37,50%	mib	25,00%	si	12,50%	sol
	La Bárbara, Ochavera	mi	25,00%	fa	25,00%	mi	25,00%	do#
	Cimbalillo (0)	mi	37,50%	mi	25,00%	sol#	25,00%	fa
	Campana	do#	37,50%	re	25,00%	do#	12,50%	si
	Campana	fa#	37,50%	fa#	37,50%	fa	25,00%	sol
	Avemaría segunda	do#	50,00%	do#	25,00%	re	12,50%	si
	Zarabombón, del reloj	re	25,00%	re	12,50%	sib	12,50%	la
	Cimbalillo del reloj	re	87,50%	re	12,50%	sol#		
Ave María primera	re#	25,00%	mi	25,00%	mib	25,00%	re	
PALMA (ILLES BALEARS). CATEDRAL DE SANTA MARÍA DE PALMA	N'Aloi	do	25,00%	do	12,50%	la	12,50%	sol#
	Na Bàrbara	re#	37,50%	mi	25,00%	si	25,00%	mib
	N'Antònia	fa#	50,00%	fa#	12,50%	sol#	12,50%	sol
	Na Mitja	sol#	75,00%	sol#	25,00%	sol		
	Na Matines	la#	50,00%	sib	25,00%	si	12,50%	do#
	Na Prima	mi	75,00%	mi	12,50%	sol	12,50%	fa#
	Na Picarol	mi	50,00%	mi	25,00%	sol	12,50%	la
	Sa Nova, Maria Concepció o En Pizà	sol	62,50%	sol	12,50%	si	12,50%	sib
	Na Tèrcia	la	62,50%	sib	25,00%	la	12,50%	do#
	Campaneta de quarts (0)	la	50,00%	do#	25,00%	do	12,50%	fa
PAMPLONA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA	La Gabriela	do#	25,00%	do#	25,00%	do	12,50%	la
	La de las horas o del Relox	mi	37,50%	mi	25,00%	si	25,00%	sib
	La de los cuartos	la#	50,00%	si	25,00%	do#	12,50%	mib
	La cimbala o de tormentas	mi	85,71%	mi	14,29%	do#		
	La María	la	25,00%	fa	25,00%	mi	12,50%	la
	La de Párvulos	do#	87,50%	do#	12,50%	fa#		
	La de plata	do	50,00%	do	37,50%	do#	12,50%	sol
	La Juana	si	25,00%	mi	25,00%	do	12,50%	si
	La de oraciones	si	50,00%	si	25,00%	mib	12,50%	sol
	La de las nueve	re	62,50%	re	25,00%	do#	12,50%	sol
La cimbalilla, el signo	fa#	50,00%	sol	12,50%	sol#	12,50%	fa#	

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
PLASENCIA (EXTREMADURA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	Santa Eulalia de Mérida	do	62,50%	do	12,50%	fa	12,50%	re
	Santa Bárbara, la Sermonera	re#	50,00%	re	37,50%	mib	12,50%	do#
	María de la O	do	25,00%	fa	25,00%	re	12,50%	sol
	Campana	si	37,50%	si	12,50%	sol	12,50%	fa#
	Campana	sol#	50,00%	la	25,00%	sol#	12,50%	mi
	Esquilón	sol	37,50%	mib	25,00%	sol	12,50%	sol#
SALAMANCA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL NUEVA DE LA ASUNCIÓN DE LA VIRGEN	Ferial Mayor	fa	62,50%	fa	37,50%	fa#		
	Ferial Menor	mi	62,50%	fa	25,00%	mib	12,50%	la
	La séptima	fa	62,50%	fa	12,50%	sib	12,50%	la
	Campana de Santa María	si	100,00%	do				
	Campana de Santa Bárbara	fa#	50,00%	sol	25,00%	fa#	12,50%	la
	Campana de los Muertos	do	37,50%	do	25,00%	mi	12,50%	sol
	Campana de San Diego	sol	100,00%	sol				
	Campana de San Miguel	mi	25,00%	sol	25,00%	mi	12,50%	sib
	Campana	la#	50,00%	sib	12,50%	si	12,50%	sol
	Campana grande	fa	87,50%	fa#	12,50%	sol		
	Campana de señales (0)	mi	37,50%	mi	25,00%	fa	12,50%	la
	Campana de señales (0)	la	50,00%	sib	25,00%	do#	12,50%	mib
SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA (CANARIAS). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LOS REMEDIOS	Campana de clase	mi	75,00%	mi	12,50%	sol#	12,50%	fa#
	Nuestra Señora de los Remedios y San Fernando	re#	37,50%	mi	37,50%	mib	12,50%	fa
	Campana de los cuartos, San Sebastián	do#	50,00%	re	25,00%	do#	12,50%	sol#
	Campana	do#	50,00%	do#	25,00%	re	12,50%	si
	María Antonia	la	25,00%	la	25,00%	sol	25,00%	do
	San Cristóbal	fa	37,50%	fa#	37,50%	do#	12,50%	sol
	La del Relox	mi	50,00%	mi	25,00%	mib	12,50%	sol
	Santísimo Sacramento y Santa Bárbara	sol	75,00%	sol	12,50%	fa#	12,50%	mi
SANT FELIU DE LLOBREGAT (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANT LLORENÇ	Ave Maris Stella	sol	62,50%	sol	25,00%	sol#	12,50%	mib
	Llorença	la#	25,00%	si	25,00%	sib	25,00%	do
	Sant Pere	mi	87,50%	fa	12,50%	sol		
	Rarímia	sol#	50,00%	la	12,50%	si	12,50%	sol#

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
SANTANDER (CANTABRIA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN DE LA VIRGEN	San Juan Nepomuceno	do#	62,50%	do#	12,50%	fa	12,50%	re
	Santa María Magdalena	si	75,00%	do	12,50%	si	12,50%	mi
	San Sebastián	si	62,50%	do	25,00%	si	12,50%	re
	San Matías	la	37,50%	la	12,50%	sib	12,50%	fa#
	San Martín	sol	75,00%	sol	12,50%	fa#	12,50%	fa
	San Fernando	fa#	37,50%	sib	37,50%	sol	12,50%	la
	Gloriosa Santa María	mi	50,00%	mi	12,50%	sol#	12,50%	sol
	Santos Mártires Emeterio y Celedonio	re	75,00%	re	12,50%	sol	12,50%	mi
SANTIAGO DO COMPOSTELA (GALICIA). CATEDRAL BASÍLICA METROPOLITANA	Laus Deo, campá de sinais (0)	sol#	50,00%	sib	25,00%	si	12,50%	sol#
	Fogo	fa	25,00%	fa#	25,00%	fa	12,50%	sol
	Vacante	la	50,00%	sib	25,00%	la	12,50%	si
	Prima Salomé	fa	87,50%	fa	12,50%	sol#		
	Ánimas	re#	62,50%	mib	25,00%	sol	12,50%	mi
	San Luis	do	50,00%	do	12,50%	sol	12,50%	fa
	Santiago, Mayor	la#	50,00%	fa	25,00%	la	12,50%	si
	campanil	re#	37,50%	mi	37,50%	re	12,50%	sol#
	campanil	sol#	37,50%	la	25,00%	sol#	12,50%	si
	campanil	fa#	25,00%	sol	25,00%	mi	12,50%	sib
	campanil	sol	25,00%	sib	25,00%	sol	12,50%	la
	campanil	re	37,50%	mib	25,00%	sib	12,50%	si
	campanil	fa	37,50%	la	25,00%	sol	12,50%	sol#
	campanil	si	50,00%	si	25,00%	la	12,50%	sol
Prima Bárbara	fa#	25,00%	fa#	25,00%	mi	25,00%	mib	
SANTO DOMINGO DE LA CALZADA (LA RIOJA). CATEDRAL DEL SALVADOR	Reloj	re	37,50%	re	25,00%	la	12,50%	sol
	Agonía	la#	25,00%	sib	25,00%	fa#	12,50%	fa
	Esquila grande	do#	62,50%	re	12,50%	mib	12,50%	do#
	Esquila pequeña	re#	62,50%	mib	25,00%	mi	12,50%	do
	Esquila del reloj	fa	37,50%	fa#	25,00%	fa	12,50%	la
	Aguijón	la	37,50%	la	25,00%	fa	25,00%	mib
	Prima	la	62,50%	do	25,00%	sol	12,50%	fa
	Unción	si	50,00%	sol	25,00%	si	12,50%	sol#
	Campana de avisos (0)	do	37,50%	sol#	37,50%	mi	12,50%	mib

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
SEGORBE (COMUNITAT VALENCIANA). CATEDRAL	De horas	fa#	25,00%	sib	25,00%	mib	12,50%	sol
	San José	fa#	62,50%	fa#	12,50%	la	12,50%	fa
	Ave María	fa	37,50%	mi	12,50%	la	12,50%	sol#
	Santa Lucía	la	37,50%	do#	25,00%	la	12,50%	sib
	De cuartos	fa#	50,00%	fa#	25,00%	fa	12,50%	la
	Santo Ángel Custodio	re	37,50%	fa#	12,50%	la	12,50%	sol#
	Virgen de la Esperanza	sol	25,00%	sol	12,50%	sib	12,50%	sol#
	El Señor y San Mauro	mi	50,00%	mi	25,00%	fa	12,50%	fa#
	Nuestro Señor	re	62,50%	mib	12,50%	si	12,50%	sol#
	Inmaculada Concepción	la#	37,50%	si	25,00%	re	12,50%	la
	Virgen de Gracia	do#	50,00%	re	12,50%	fa#	12,50%	mi
	Nuestra Señora de la Cueva Santa	do#	50,00%	re	37,50%	do#	12,50%	do
	Santa Bárbara	la#	25,00%	mib	25,00%	do	12,50%	sib
SEGOVIA (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	Menos cuarto o cimbalillo	fa#	62,50%	sol	12,50%	sol#	12,50%	fa#
	San Nicolás	si	37,50%	do	25,00%	si	25,00%	mib
	El Becerro	fa	75,00%	fa#	25,00%	sol		
	La Purísima	la#	62,50%	si	25,00%	do	12,50%	sol
	María de la Paz	si	62,50%	si	12,50%	sol	12,50%	fa#
	La Mediana	re#	62,50%	mib	12,50%	sol	12,50%	mi

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
SEVILLA (ANDALUCÍA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	Santa María, la Mayor, la Gorda , de golpe	si	37,50%	do	12,50%	si	12,50%	sib
	San Hermenegildo , de volteo	fa#	62,50%	sol	25,00%	fa#	12,50%	sib
	Santiago , de golpe	fa#	50,00%	sol	25,00%	fa#	12,50%	si
	San Fernando , de volteo	fa	37,50%	fa	25,00%	si	25,00%	fa#
	Campana pequeña	la	62,50%	la	12,50%	si	12,50%	sol
	San Juan Bautista , de volteo	fa	50,00%	fa	12,50%	fa#	12,50%	mi
	Santa Rufina , de volteo	fa	50,00%	fa	12,50%	sol	12,50%	fa#
	Santa Catalina , de golpe	re#	37,50%	mib	25,00%	la	12,50%	sol
	San Laureano , de volteo	sol	62,50%	sol#	25,00%	sol	12,50%	si
	San Pedro , de volteo	fa#	75,00%	sol	12,50%	la	12,50%	re
	San Juan Evangelista , de volteo	fa	62,50%	fa	12,50%	sol#	12,50%	fa#
	Omnium Sanctorum , de golpe	re	37,50%	mib	37,50%	re	12,50%	sol#
	San Isidoro , de volteo	fa#	62,50%	sol	25,00%	fa#	12,50%	re
	San Miguel , de golpe	la	37,50%	re	25,00%	fa	12,50%	sib
	Santa Cecilia , de volteo	do#	87,50%	re	12,50%	do#		
	Santa Cruz , de los cuartos, de golpe	fa#	75,00%	sol	12,50%	sol#	12,50%	fa
	Santa Florentina , de volteo	la#	25,00%	si	25,00%	sib	25,00%	sol
	San Sebastián , de volteo	la#	25,00%	si	25,00%	sib	12,50%	la
	Santa Justa , de volteo	re#	62,50%	mi	25,00%	mib	12,50%	sol
	Santa Lucía , de volteo	do	50,00%	do#	25,00%	sol#	25,00%	do
	San José , de volteo	si	62,50%	si	25,00%	do	12,50%	re
	Santa Inés , de volteo	la	50,00%	sib	12,50%	si	12,50%	la
	Santa Bárbara , de volteo	la	37,50%	sib	25,00%	fa	12,50%	la
	San Pablo , de volteo	fa#	62,50%	sol	25,00%	do	12,50%	fa#
San Cristóbal , de volteo	re#	50,00%	la	25,00%	mib	12,50%	sol	
Campana grande	sol	62,50%	sol	25,00%	do	12,50%	mi	

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
SIGÜENZA (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA	Campanillo de los cuartos menor	fa#	25,00%	mi	25,00%	re	12,50%	la
	Campana del Hospital	la#	37,50%	sib	25,00%	si	25,00%	do#
	Campanillo de las flores, Periquito	fa	25,00%	sol#	25,00%	fa#	25,00%	fa
	Campanillo de coro, Pascualín	do	62,50%	do	25,00%	do#	12,50%	mi
	Campanillo de San Cristóbal	si	62,50%	si	12,50%	fa	12,50%	mi
	Campana del reloj	fa#	12,50%	si	12,50%	sol#	12,50%	fa#
	Campanillo de los cuartos mayor	do#	50,00%	do#	25,00%	do	12,50%	fa#
	Campana dorada, de Santa Librada	si	50,00%	si	25,00%	do	12,50%	sol
	Campana de las Ánimas	fa	75,00%	fa	12,50%	sol#	12,50%	mi
	Campana de San Pascual	do	50,00%	do	25,00%	sol#	12,50%	mib
	De la Oración, Anunciación	fa	62,50%	fa	25,00%	fa#	12,50%	do#
	Campanillo del Beato Julián de San Agustín de Medinaceli	la	62,50%	sib	25,00%	sol#	12,50%	re
	Esquilón de las ocho	fa	75,00%	fa	12,50%	fa#	12,50%	mib
	Jubileo	si	25,00%	mi	12,50%	si	12,50%	fa#
	Grande, de la Asunción	la#	37,50%	si	12,50%	la	12,50%	sol
	Campanillo de coro	si	62,50%	re	12,50%	fa	12,50%	do#
	Campana del Santísimo	fa	50,00%	fa	37,50%	mi	12,50%	do#
	Timbre de los cuartos	fa#	37,50%	la	37,50%	fa#	12,50%	si
	Timbre de las horas	mi	62,50%	mi	12,50%	sib	12,50%	fa
SOLSONA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA	Campana dels quarts petita	la	25,00%	re	25,00%	do	12,50%	si
	La Catrinoia grossa	mi	25,00%	mi	25,00%	re	25,00%	do#
	La Catrinoia xica	fa	62,50%	fa	12,50%	sol#	12,50%	fa#
	Campana dels quarts gran	do	50,00%	do	25,00%	do#	12,50%	mi
	La Mangranera	si	37,50%	do	25,00%	mib	12,50%	si
	La Major	do	37,50%	sol	25,00%	mib	12,50%	si
	Campana de les hores	sol	37,50%	re	37,50%	do#	12,50%	sol
	La Tèrcia petita	sol	62,50%	sol#	12,50%	la	12,50%	fa#
	La Tèrcia gran	do#	50,00%	do#	37,50%	re	12,50%	do

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
SORIA (CASTILLA Y LEÓN). CONCATEDRAL DE SAN PEDRO	Santa María de San Millán	re	37,50%	re	25,00%	fa#	12,50%	sib
	San Pedro	re	37,50%	re	12,50%	si	12,50%	sib
	Santa María de San Millán	si	37,50%	si	25,00%	do#	12,50%	sol
	Campanillo	la	37,50%	sib	25,00%	sol#	12,50%	si
	María de San Millán	la	62,50%	sib	12,50%	sol	12,50%	mi
	La redondilla	sol	37,50%	sol	25,00%	mib	12,50%	si
	Campana	la	75,00%	la	12,50%	sib	12,50%	mi
TARAZONA (ARAGÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	La ronca	do#	62,50%	re	25,00%	do#	12,50%	sol
	La bandeadora	re	50,00%	re	25,00%	sib	12,50%	sol#
	Campana de los cuartos	re#	25,00%	fa#	25,00%	mib	12,50%	sol
	Campana del Miserere	mi	50,00%	fa	25,00%	mi	12,50%	la
	Campana de tocar a misa	fa	50,00%	sol	12,50%	si	12,50%	sol#
	Campana de las horas	sol#	62,50%	la	12,50%	si	12,50%	sol
	Campanico de coro	re#	50,00%	mib	12,50%	sib	12,50%	sol
TARRAGONA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA	La Capona, d' hores	si	25,00%	si	25,00%	fa	12,50%	sol
	La campana dels Quarts	sol#	37,50%	sol	25,00%	sol#	12,50%	la
	Fructuosa	fa#	75,00%	fa#	12,50%	sol	12,50%	fa
	Maria Assumpta	mi	87,50%	mi	12,50%	fa#		
	Sorda	la	50,00%	la	37,50%	sib	12,50%	sol
	Classe Major o Clàsica	re#	42,86%	mi	42,86%	mib	14,29%	re
	Sorda	si	62,50%	si	12,50%	sol	12,50%	fa
	Prima	re#	37,50%	mi	12,50%	si	12,50%	la
	Campana de senyals	sol	37,50%	sol	25,00%	re	12,50%	la
	Maria Bàrbara	fa	50,00%	fa	25,00%	fa#	12,50%	si
	Tecla	mi	62,50%	mi	12,50%	la	12,50%	fa#
	Prima	fa#	50,00%	fa#	25,00%	la	12,50%	sol#
	Clàssica	sol#	62,50%	sol#	25,00%	la	12,50%	fa
	Miserere	mi	50,00%	mi	25,00%	sol	25,00%	fa
Vedada	si	37,50%	do#	25,00%	si	25,00%	do	

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
TERRASSA (CATALUÑA). CATEDRAL DEL SANT ESPERIT	Ildefonsa Beneta	do	37,50%	do#	12,50%	si	12,50%	sol#
	Maria	re#	37,50%	mib	37,50%	re	25,00%	fa
	Josepa	sol#	50,00%	la	25,00%	sol#	12,50%	fa
	Anna Eulàlia Núria	fa	75,00%	fa	12,50%	fa#	12,50%	mi
	Maria Joana Antònia	re	62,50%	re	12,50%	sol	12,50%	fa
	Esperit Sant i Sant Pere	la#	62,50%	si	12,50%	re	12,50%	do#
	Josepa Oriola, Campana de quarts menor	do#	62,50%	re	25,00%	do#	12,50%	fa
	Ildefonsa, Campana de quarts major	la#	42,86%	sib	14,29%	si	14,29%	sol
	Miquela, Campana de les hores	sol	62,50%	sol	25,00%	fa#	12,50%	si
TERUEL (ARAGÓN). CATEDRAL DE SANTA MARÍA DE MEDIAVILLA	Campana de los cuartos	mi	62,50%	mi	25,00%	sol	12,50%	sib
	Campana de las horas	re#	37,50%	mi	25,00%	mib	25,00%	re
	Santa Rufina	do#	87,50%	re	12,50%	mib		
	San Bonifacio	fa#	25,00%	sol#	25,00%	sol	25,00%	fa#
	Campana de Adoración	la#	62,50%	sib	12,50%	si	12,50%	fa
	María	do#	62,50%	do#	12,50%	sib	12,50%	re
	Santa Emerenciana	sol#	50,00%	sol	25,00%	fa#	12,50%	do#
	Campanillo	la#	50,00%	si	25,00%	sib	25,00%	do
	Santa Bárbara	fa	25,00%	fa	25,00%	mi	25,00%	do
Santa Jerónima	la#	62,50%	si	12,50%	re	12,50%	do#	
TOLEDO (CASTILLA - LA MANCHA). CATEDRAL DE SANTA MARÍA	Calderona	re	62,50%	re	12,50%	si	12,50%	mib
	Ascensión, Espanta diablos, Sermonera	re	37,50%	re	12,50%	sib	12,50%	sol
	San Ildefonso	si	25,00%	fa	25,00%	do	12,50%	si
	San Juan	fa	62,50%	fa	25,00%	sol	12,50%	do
	San Eugenio, La Gorda	do#	50,00%	re	37,50%	do#	12,50%	mi
	San Felipe	la	37,50%	la	12,50%	sol#	12,50%	sol
	Encarnación, la Prima	la	37,50%	mib	25,00%	fa	12,50%	la
	San Joaquín y Santa Leocadia	fa	50,00%	fa#	12,50%	sol	12,50%	fa
	Cuartos menor	re	100,00%	re				
	Cuartos mayor	la	25,00%	sib	25,00%	la	25,00%	fa#
	Horas	re#	50,00%	la	25,00%	mib	12,50%	sol
	Campana del Santo	sol#	37,50%	sol#	25,00%	si	25,00%	sol

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
TORTOSA (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANTA MARIA	La Vedada	la#	50,00%	sib	25,00%	do#	12,50%	sol
	Santa Bàrbara	fa	25,00%	fa	25,00%	mi	25,00%	mib
	Carilló del rellotge	mi	37,50%	mi	25,00%	fa	12,50%	sib
	Carilló del rellotge	do	75,00%	do	12,50%	mib	12,50%	do#
	Carilló del rellotge	sol	37,50%	sol	12,50%	sol#	12,50%	fa#
	Carilló del rellotge	do#	37,50%	do	25,00%	re	12,50%	sol
	La Cinta	la	37,50%	do	25,00%	la	12,50%	mi
	Carilló del rellotge	re#	75,00%	mi	12,50%	sol	12,50%	fa
	La Còrdula Càndia	fa	62,50%	fa#	25,00%	fa	12,50%	mi
TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA). CATEDRAL DE LA VIRGEN MARÍA	María	do	75,00%	fa	12,50%	sol	12,50%	do#
	Campana de las horas	re	37,50%	re	25,00%	sol	12,50%	fa
	Campana de los cuartos	do#	75,00%	do#	12,50%	sol	12,50%	do
	Jesús, María y José	la#	50,00%	si	25,00%	mi	12,50%	sol#
	Santa María	re	37,50%	do#	25,00%	sib	25,00%	mib
	María menor	fa#	50,00%	fa#	25,00%	sol	12,50%	sib
	Campana gòtica	do#	37,50%	re	37,50%	do#	12,50%	si
	Prima	sol#	62,50%	sol#	12,50%	sib	12,50%	re
	Mediana	fa#	37,50%	fa#	25,00%	sol	12,50%	la
Campana de los Cuartos de la Catedral	fa	25,00%	fa#	25,00%	fa	25,00%	re	
Timbre de las horas	mi	37,50%	fa	25,00%	mib	12,50%	sol	
TUI (GALICIA). CATEDRAL DE LA ASUNCIÓN	San Telmo e Santa Bàrbara, campá dos cuartos	re	37,50%	mib	37,50%	re	12,50%	fa#
	Campá	la#	62,50%	re	12,50%	si	12,50%	sol
	Campá	fa	25,00%	sol#	25,00%	mib	12,50%	sol
	María del Santísimo Sacramento	la#	37,50%	re	25,00%	si	12,50%	sib
	Campá	do	50,00%	do	12,50%	si	12,50%	sib
	María de la Soledad	sol#	62,50%	sol#	25,00%	sol	12,50%	fa#
	Santa Bàrbara	la#	37,50%	la	25,00%	fa	12,50%	sib
	San Telmo	re#	25,00%	mi	25,00%	mib	25,00%	re
	María	si	25,00%	si	25,00%	mi	12,50%	la
	Santa Ana, campá das horas	la	62,50%	la	12,50%	sol	12,50%	fa
Campá de sinais (0)	si	37,50%	sib	25,00%	sol	12,50%	si	

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
VALÈNCIA (COMUNITAT VALENCIANA). CATEDRAL DE SANTA MARIA	L'Úrsula	fa	37,50%	fa#	25,00%	fa	25,00%	do
	El Pau	la	50,00%	sib	25,00%	do#	12,50%	la
	La Caterina	re#	25,00%	fa#	25,00%	mi	12,50%	sol#
	El Vicent	sol#	75,00%	la	12,50%	sol#	12,50%	sol
	De quarts	mi	42,86%	fa	28,57%	fa#	14,29%	mi
	La Bàrbera	re	50,00%	fa	12,50%	sib	12,50%	sol
	La Maria	re	50,00%	re	25,00%	mib	12,50%	sol
	El Manuel	re	37,50%	mib	25,00%	mi	12,50%	la
	La Violant	la#	62,50%	si	12,50%	mib	12,50%	re
	L'Andreu	mi	75,00%	mi	25,00%	fa		
	El Jaume	fa#	50,00%	sol	37,50%	fa#	12,50%	fa
	L'Arcís	si	42,86%	si	28,57%	do	14,29%	sib
	El Micalet	la	57,14%	fa	14,29%	sib	14,29%	la
VALLADOLID (CASTILLA Y LEÓN). CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN	Campana	fa#	37,50%	re	25,00%	sol	25,00%	fa#
	Asunción	fa	25,00%	la	25,00%	sol#	12,50%	si
	Beato Simón de Rojas	fa#	75,00%	sol	12,50%	sol#	12,50%	mi
	Horas	si	62,50%	do	12,50%	si	12,50%	re
	María	re	37,50%	fa	25,00%	re	12,50%	si
	San Pedro Regalado	mi	62,50%	fa	12,50%	fa#	12,50%	mi
	Santa Teresa de Jesús	sol#	85,72%	sol#	14,29%	do#		
	Cuartos menor	fa	37,50%	fa	12,50%	si	12,50%	la
	Cuartos mayor	re#	62,50%	mib	25,00%	mi	12,50%	fa
	Corazón de Jesús	si	62,50%	si	25,00%	do	12,50%	la
VIC (CATALUÑA). CATEDRAL DE SANT PERE	Campana dels quarts	mi	50,00%	mi	25,00%	si	12,50%	fa#
	Santa Maria	sol#	50,00%	si	25,00%	sol	12,50%	sol#
	Escolàstica	sol	75,00%	sol	12,50%	si	12,50%	sol#
	Campana petita dels quarts	la	87,50%	la	12,50%	sib		
	Campana petita de les hores	si	75,00%	do	12,50%	sol	12,50%	do#
	Sagrado Corazón de Jesús	do	37,50%	sol	25,00%	do#	12,50%	fa
	Santa Bàrbara	re#	37,50%	mi	25,00%	fa#	25,00%	mib
	Miquela Maria de la Mercè	si	62,50%	si	12,50%	sib	12,50%	sol#
	Anna	fa#	75,00%	fa#	25,00%	sol		
	Campana de les hores	do#	87,50%	re	12,50%	do#		

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2
----------	---------	---------------	---------------

Catedral	Campana	Experimento 1	Experimento 2					
ZARAGOZA (ARAGÓN). CATEDRAL BASÍLICA DE NUESTRA SEÑORA DEL PILAR	Juana Paula, la nueva	sol#	75,00%	sol#	12,50%	sol	12,50%	fa
	Santa Ana	fa#	37,50%	fa#	25,00%	la	12,50%	sol
	La Indalecia, la Mediana de la Plaza	re	50,00%	mib	25,00%	sol	12,50%	sib
	Campana de los Cuartos de la Torre Nueva	fa	87,50%	fa#	12,50%	fa		
	La Braulia, la mediana de los tejados	re#	25,00%	sol	25,00%	mi	12,50%	si
	La Pilar, la Pilara, la grande	la#	37,50%	si	37,50%	sib	12,50%	do#
	La Santiago, el campanico viejo	do#	87,50%	do#	12,50%	sol#		
	Santa Isabel, el campanico nuevo	la#	62,50%	si	25,00%	la	12,50%	sib
	Petra Paula, la mediana nueva	do	75,00%	do#	12,50%	la	12,50%	re
	Campana del reloj	fa	50,00%	la	25,00%	sol	12,50%	fa
	Carillón de Correos	fa	57,14%	fa	14,29%	mi	14,29%	do#
	Carillón de Correos	do#	62,50%	do#	25,00%	re	12,50%	sol#
	Carillón de Correos	la#	50,00%	si	37,50%	sib	12,50%	la
	Carillón de Correos	sol	62,50%	sol#	12,50%	sol	12,50%	fa
	ZARAGOZA (ARAGÓN). CATEDRAL DEL SALVADOR	La Valera	do#	25,00%	si	25,00%	do#	12,50%
Campana del tejado		do	25,00%	si	25,00%	mib	12,50%	sib
Campana de cuartos		do	37,50%	fa	25,00%	do#	25,00%	do
Campana de horas		do	37,50%	re	25,00%	sib	25,00%	mib

7.4 ANEXO III. CONTENIDO MULTIMEDIA

Todo el material utilizado para la realización de esta tesis doctoral se puede consultar ordenado por catedrales en el siguiente enlace: <http://campaners.com/php/catedrals.php>