

RECUPERACIÓN DE LA ACÚSTICA DEL PALACIO DUCAL DE GANDIA

PACS: 43.55.Gx

Gil Soler, Julia; Redondo Pastor, Javier; La Parra López, Santiago
Institut d'Investigació per a la Gestió Integrada de Zones Costaneres
Universitat Politècnica de València
Paraninf 1
46730 Grau de Gandia. Valencia
Tel: 34 962 849 300
E-mail: vespinos@fis.upv.es

ABSTRACT

This paper studies the acoustics of the Ducal Palace in Gandia (Valencia). A comparison between the noise that currently owns the Palace with which could have in the past. This first was to conduct a historical study of the Ducal Palace, to know their status at different times elapsed. After measurements were made in situ and processed the data. Were then compared with those obtained in the predictive software CATT-Acoustic. Note the results and conclusions are presented.

RESUMEN

El presente trabajo estudia la acústica del Palacio Ducal de Gandia (Valencia). Se realiza una comparación entre la acústica que actualmente posee el Palacio con la que pudo tener en tiempos anteriores. Para ello lo primero fue realizar un estudio histórico sobre el Palacio Ducal, para conocer su situación en las diferentes épocas transcurridas. Después se realizaron medidas in situ y se procesaron los datos obtenidos. A continuación se compararon con los obtenidos en el software predictivo CATT-Acoustic. Se observan los resultados y se presentan las conclusiones.

1. INTRODUCCION

En la conservación y restauración de monumentos históricos solo se toman en cuenta, por lo general, los conceptos relacionados con la percepción visual. Sin embargo, la preservación del patrimonio cultural debe incluir también la preservación de la acústica del lugar. Especialmente si se trata de lugares cuyas actividades están relacionadas con el habla y/o la música.

Para este proyecto se ha elegido el Palacio Ducal de los Borja, se trata de uno de los edificios más emblemáticos de la ciudad de Gandia y una de las huellas más representativas del paso de los Borja por tierras valencianas dado que fue elegido como su residencia oficial.

El objeto de este proyecto es conseguir las condiciones óptimas acústicas del lugar estudiado a través de la simulación hecha por ordenador y de las mediciones realizadas "in situ".

La simulación se realizara con el programa CATT-Acoustic a partir de datos encontrados en libros y archivos sobre como estaba el palacio anteriormente (decoración, suelos, techos, ...).

Además de la conservación del patrimonio arquitectónico este proyecto contribuirá al aumento de interés por este edificio histórico y mejorara la curiosidad turística, atrayendo la atención a una característica diferente.

2. EL PALACIO DUCAL DE GANDIA

Se trata de un edificio construido, ampliado y restaurado a lo largo de siete siglos. Constituye en la actualidad un variado muestrario de estilos arquitectónicos con destacables vestigios del primitivo palacio gótico de los siglos XIV y XV, aportaciones renacentistas del siglo XVI, ampliaciones y transformaciones barrocas propias de los siglos XVII y XVIII y finalmente reconstrucciones neogóticas de finales del XIX y principios del XX.

2.1. Antecedentes históricos

Es difícil dar una fecha exacta del inicio de la construcción. Aun así fue Alfons d'Arago "el Vell" quien dio un mayor impulso a la construcción del edificio durante el siglo XV, al trasladar su residencia y su corte a la ciudad ducal.

A partir de aquí podríamos decir que el Palacio Ducal ha pasado en su historia por tres etapas hasta llegar a la época actual.

La época en la que fue propiedad de la corona de Aragón, para después pasar a manos de los Borja a partir del año 1485. Con la muerte del último Borja sin descendencia se pasa a una etapa de transición con los Pimentel y los Téllez y Girón, para llegar al momento actual, que comienza con la compra del edificio en pública subasta por parte de la Compañía de Jesús en 1890.

2.2. La corona de Aragón

A principios del siglo XIV ostentaba la titularidad del Señorío de Gandia el rey Jaime II. Él se encargo de la construcción de la Sala de la Cinta (actualmente ya desaparecida) y de la escalera interior que va hasta la Capilla de San Miguel.

En 1323, el rey Jaime II concede a su hijo Pedro, Conde de Ribagorza, el señorío de Gandia. Tras hacerse este religioso, recibiría el Palacio Ducal su hijo primogénito, Alfons "el Vell", recibiendo el título de Duque Real de manos del rey Martín "el humano" en 1399.

Habrà un gran cambio a la muerte del primer duque, ya que aunque le sucederá su hijo, Alfons "el Jove", morirá doce años después sin descendencia (1424), quedando el edificio en manos de la corona, y como consecuencia, prácticamente deshabitado, hasta la llegada de los Borja, a finales del mismo siglo. El edificio ira acumulando deudas.

2.3. La familia Borja

El periodo más importante para el edificio es el que coincide con la ascensión de Rodrigo de Borja, Alejandro VI, al papado. Los ingresos que obtuvieron sus dos hijos, primer y segundo

duque de Gandia, serien fundamentales para la ampliación y remodelación del edificio y del propio ducado.

En tiempos del primer duque se realizaran diversas obras, que debieron afectar a la parte ya construida que recae en la fachada principal. Prueba de ello es la llamada Sala de la Duquesa, cuyo pavimento es de los mas antiguos de todo el edificio, de alrededor del siglo XVI. Más tarde, con María Enríquez, esposa del segundo duque, si quedo constancia clara de las partes en las que realizo alguna intervención. La torre que había sido levantada por Alfons "el Vell" seria entonces acondicionada como archivo.

En 1521 llegaron las tropas de los agermanados, que irrumpirán en el Palacio, viéndose sus ocupantes obligados a escapar.

Después llegaría Francisco de Borja, IV duque, quien emprenderá una obra de gran envergadura como es el Salón de Coronas, entre 1544 y 1545. La duda aparece en cuanto a la fecha de construcción de la Santa Capilla, lugar de oración de Francisco de Borja, ya que fue reformada durante su gobierno, pero el pavimento nos indica que es de una época anterior, alrededor del siglo XV.

Desde entonces y hasta prácticamente el siglo XVII no se realizan modificaciones importantes.

Será a partir de estas fechas cuando se realizara la redecoración del Salón de San Miguel que pasara a llamarse de Águilas, por el friso barroco que se coloca alrededor de la sala; la otra obra será la Galería Dorada u Obra Nueva, la estancia, a día de hoy, de mayor valor de todo el conjunto del edificio y que fue la ultima intervención de tan ilustre familia antes de quedar sin descendencia directa.

Ya en 1740 con la muerte del último Borja, Luís Ignacio Francisco de Borja y Fernández de Córdoba, el ducado y el Palacio pasaran inevitablemente a manos de otras familias.

2.4. Duques de Benavente y Duques de Osuna

El Duque de Osuna convierte el Salón de Coronas en su contaduría oficial, destruyéndolo casi por completo, eliminando piezas importantes de cerámica.

El edificio era un caos absoluto; el abandono por parte de sus dueños no hizo más que contribuir a su ruina casi total. Eso, junto con el rápido traslado que se produjo tanto del mobiliario como de bienes artísticos, ayudo a su deterioro final, quedando muy dañados los suelos de cerámica, las maderas de las puertas o los distintos balcones.

El Palacio se había convertido en vivienda de pobres y mendigos que transformaron enormemente la planta baja, la parte más antigua del edificio.

2.5. La Compañía de Jesús

La Compañía de Jesús adquirió un inmueble caótico y que necesitaba una intervención urgente y total, ya que se llevo a plantear la posibilidad de derribarlo para realizar nuevas edificaciones. Esta compra se produjo en pública subasta en 1890.

La mayor parte de lo que ahora ven los visitantes data de finales del siglo XIX y principios del siglo XX.

La pauta que seguirán los Jesuitas en estas obras será que la parte nueva siga el estilo que domina en el área de intervención y a su vez en el conjunto del edificio.

3. METODOLOGIA

Para llegar a las conclusiones obtenidas en este estudio básicamente existieron dos campos de trabajo: El primero fue la toma de medidas “in situ” en el Palacio Ducal de Gandia y el segundo fue la realización de un modelo en 3D del propio palacio con un software de predicción llamado CATT-Acoustic.

3.1. Medidas in situ

Se siguieron las directrices de la norma UNE-EN-ISO 3382.

Esta norma especifica los métodos de medida del tiempo de reverberación en salas con referencia a otros parámetros acústicos. Para la obtención de la respuesta al impulso, la norma no excluye ningún método que lleve a su correcta obtención, permitiendo así que se puedan utilizar técnicas como el uso de disparos o petardos, el barrido de tonos o Sweeps o el uso de ruido pseudo-aleatorio como las secuencias de máxima longitud, MLS.

En referencia a la fuente, la norma exige que sea lo mas omnidireccional posible, no siendo considerados como fuentes omnidireccionales los altavoces domésticos comerciales.

En cuanto al micrófono y filtros utilizados en recepción, la norma exige que cumplan los requerimientos de un sonómetro de tipo 1, de acuerdo a la norma IEC 651.

Un mínimo de entre seis y diez posiciones representativas del micrófono son necesarias dependiendo del tamaño de la sala. El micrófono debe estar situado a 1.2m del suelo, a una distancia mínima de 1.5m de la fuente y a una distancia de más de 1m de la pared. Para cada una de las posiciones fuente-micrófono un mínimo de tres medidas debes ser realizadas y el resultado promediado.

3.2. Procesado de datos

Para obtener la respuesta al impulso se usan secuencias binarias pseudo-aleatorias de máxima longitud, MLS (Maximum Length Sequences).

El software empleado tanto para la generación de las señales MLS como para su deconvolución fue Aurora, un plugin ejecutable desde la plataforma Adobe Audition 3.0. La reproducción y grabación simultánea de las señales se realizo también sobre este software multipistas.

Para la elección del tipo de señal MLS hay que tener en cuenta que cuantos más periodos contenga la secuencia, mayor será la ponderación que realizara, eliminando el ruido de fondo así como posibles ruidos impulsivos procedentes del ambiente. Se eligió una señal MLS tipo 16A con 10 repeticiones, adecuada para eliminar el ruido de fondo del equipo y dejarlo a niveles similares al ruido ambiente.

Después de deconvolucionar las secuencias MLS con el plugin Aurora se obtuvo una respuesta al impulso $h(t)$ de cada medida. Estas respuestas contienen toda la información del comportamiento de las diferentes salas, y a partir de su análisis se pueden obtener fácilmente todos los parámetros de acústica de salas.

4. SALÓN DE ÁGUILAS O ANTIGUA SALA DE SAN MIGUEL



Se realiza la comparación entre la situación de la sala en la época de Alfons “el Vell”, cuando el artesanado se encontraba al aire, las ventanas eran mas altas, se suponen pesados cortinajes, y la actualidad (Apoyándonos en los resultados obtenidos con el programa de simulación y las medidas realizadas “in situ”). En la época de los Borja se rebajo el techo, se añadió la cenefa realizada en yeso y decorada en pan de oro, y el florón de madera tallada.

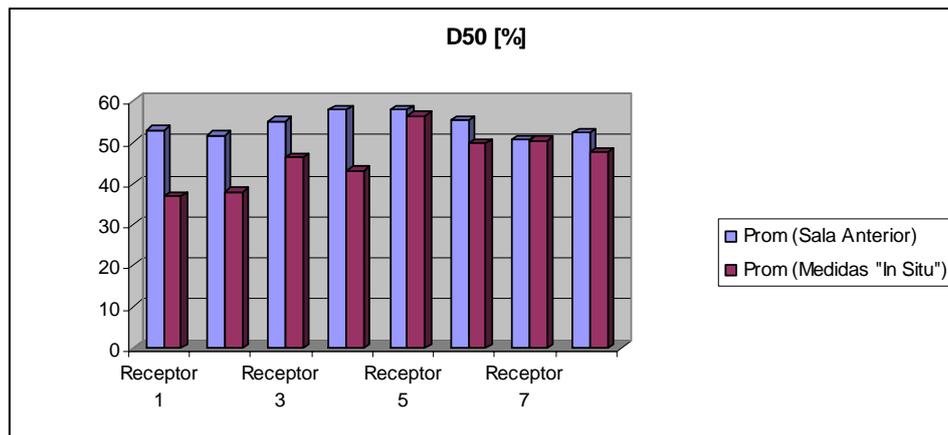
A continuación se muestran los tiempos de reverberación obtenidos, las dos primeras filas corresponden a los obtenidos con el programa predictivo y el último a las medidas realizadas

“in situ”.

	125	250	500	1K	2K	4K	Prom
Siglos XIII - XV	1,16	0,67	0,37	0,3	0,34	0,3	0,523 segundos
Siglo XIX - actualidad	0,93	1,15	1,06	1,12	0,8	0,87	0,98 segundos
Medidas	0,97	1,19	1,02	1,01	0,95	0,85	0,99 segundos

Se puede observar que la sala es idónea para la palabra.

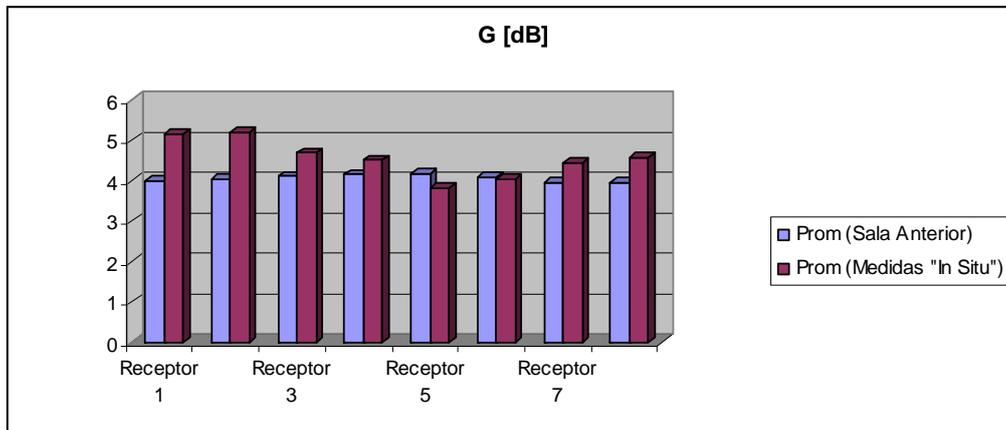
Aunque en la predicción hecha sobre la época de Alfons “el Vell” da un tiempo de reverberación demasiado corto.



Se continúa con la definición de la palabra. Se puede observar que los resultados obtenidos con el software predictivo son correctos. En todos los puntos estudiados hay una buena definición de palabra para el oyente según el modelo matemático.

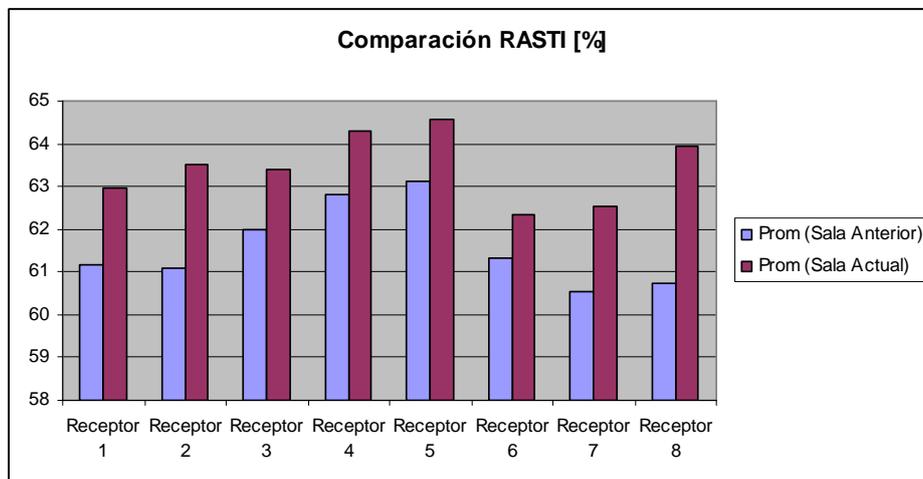
En cambio, con las medidas realizadas en la propia sala los resultados ya no son tan favorables. Solo un receptor, concretamente el situado en medio de la sala, podríamos decir que posee una buena definición.

Las diferencias entre el modelo matemático y las medidas "in situ", para este y para los siguientes valores, radican en que los coeficientes de absorción utilizados en el modelo matemático son teóricos y no se ajustan con fidelidad a los valores reales introducidos en las medidas.



Se continúa con la sonoridad. Se observan resultados correctos para la sonoridad en la sala estudiada, aunque demasiados justos para los puntos mas alejados de las paredes. Se recuerda que la sonoridad es la amplificación del sonido producida por la misma sala.

Continuamos con la inteligibilidad en la palabra, RASTI. Para este parámetro solo contamos con los valores del Catt-Acoustic.



La diferencia entre las dos situaciones puede radicar en que en la sala actual el techo es 1.5 metros mas bajo y puede hacer que el sonido no se pierda tanto.

Aunque la inteligibilidad no llega a ser buena, los resultados obtenidos se consideran suficientes para una sala destinada a la palabra.

A modo de resumen, se puede decir sobre el Salón de Águilas que sin ser una sala perfecta para palabra puede ser utilizada para este fin, remarcando su buena sonoridad a pesar de su geometría demasiado rectangular, ya que sala mide 21 metros de largo por 6 metros de ancho.

5. SALÓN DE CORONAS

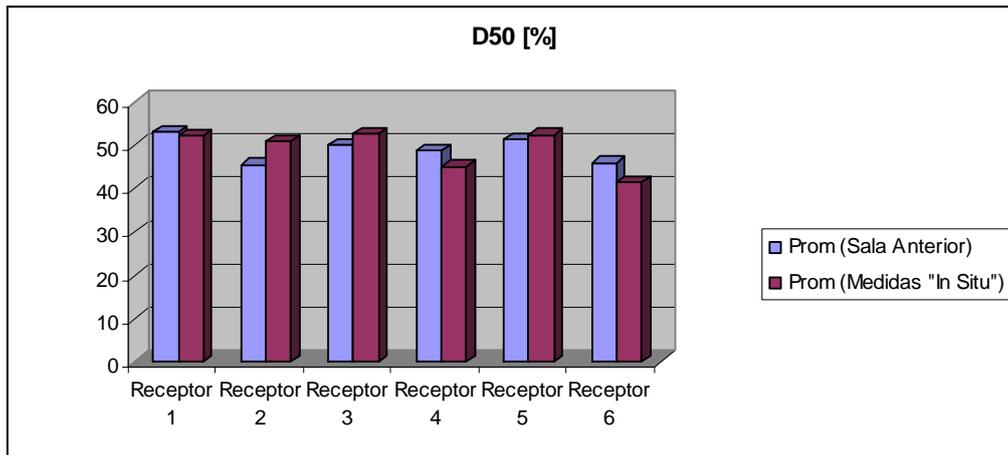


En esta sala se ha realizado la comparación entre la época de San Francisco de Borja, cuando se suponía salón principal con la época de los Duques de Osuna, años de decadencia del Palacio Ducal, desaparecieron la mayor parte de la cerámica y el pavimento del siglo XVI.

Consensuamos los valores de la época de San Francisco de Borja, es decir siglos XV-XVIII, con las medidas realizadas "in situ", ya que el objetivo de La Compañía de Jesús siempre ha sido recuperar el Palacio Ducal tal como lo conoció el santo.

	125	250	500	1K	2K	4K	Prom
Siglos XVIII - XIX	2,37	1,44	0,81	0,66	0,74	0,63	1,11 segundos
Siglos XV-XVIII	1,03	0,92	0,99	0,98	0,8	0,85	0,93 segundos
Medidas	0,98	0,98	1,07	0,92	0,84	0,91	0,95 segundos

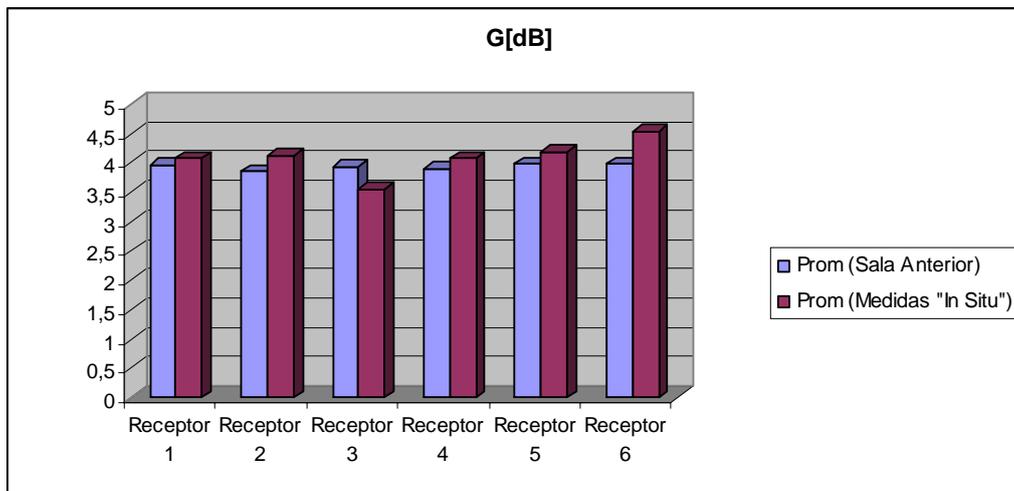
Se observa un tiempo de reverberación óptimo para sala destinada a la palabra.



Vemos que la sala estudiada tiene una definición demasiado justa para considerarse correcta, ya que en dos de los seis puntos medidos no sobrepasa el 45% de definición.

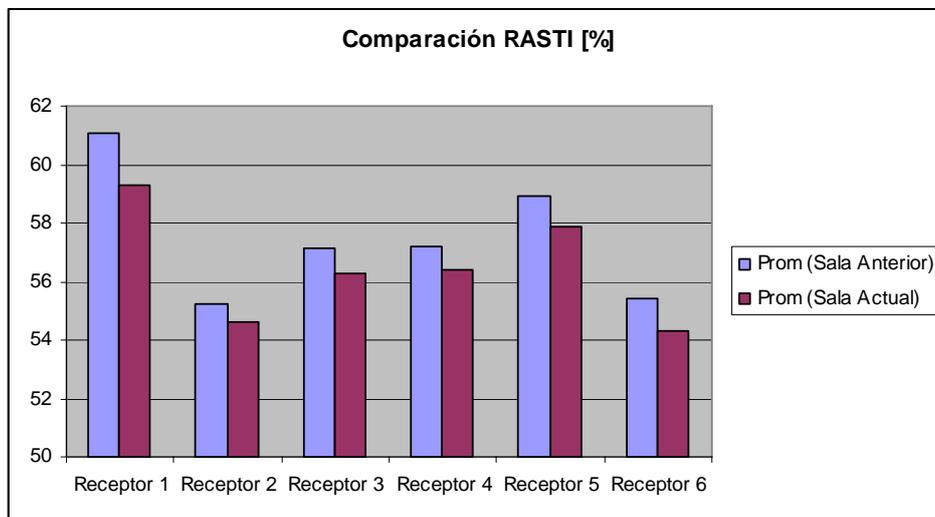
Cabe resaltar la aproximación entre los resultados obtenidos con las medidas realizadas "in situ" y los extraídos de la simulación con el software predictivo.

Esto puede deberse a la mayor uniformidad de dimensiones de la propia sala y a la correspondencia entre los valores de absorción supuestos y reales.



Resulta interesante destacar que en las medidas realizadas en la sala los valores más altos de sonoridad corresponden a puntos más cercanos a las paredes, mientras que el valor más pequeño se corresponde con el receptor 3 situado en el centro de la sala.

Viendo los resultados se considera que esta sala posee una sonoridad correcta, pero lejos de ser extraordinaria.



En la grafica se observa una inteligibilidad en la palabra bastante pobre para dicha sala.

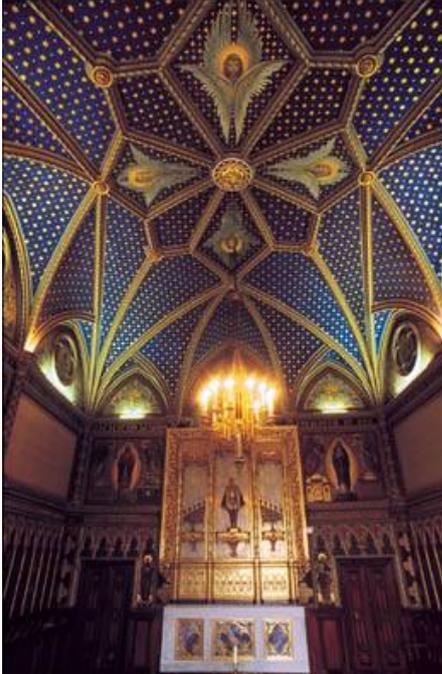
Como conclusión podemos decir que a pesar de poseer un tiempo de reverberación muy cercano al óptimo en las dos épocas estudiadas, tanto la definición como la inteligibilidad en la palabra han dado resultados muy justos o malos respectivamente.

Por tanto, a pesar de ser una sala destinada a palabra no se pueden garantizar resultados brillantes cuando esto se produzca.

Si nos tuviéramos que quedar con una de las dos épocas estudiadas, sin duda seria con la primera, que corresponde con la estancia de San Francisco de Borja en el Palacio Ducal. En

esta época se suponía salón principal con grandes cuadros y tapices, en la actualidad se supone esta sala prácticamente igual.

6. CAPILLA NEOGÓTICA O ANTIGUO DESPACHO

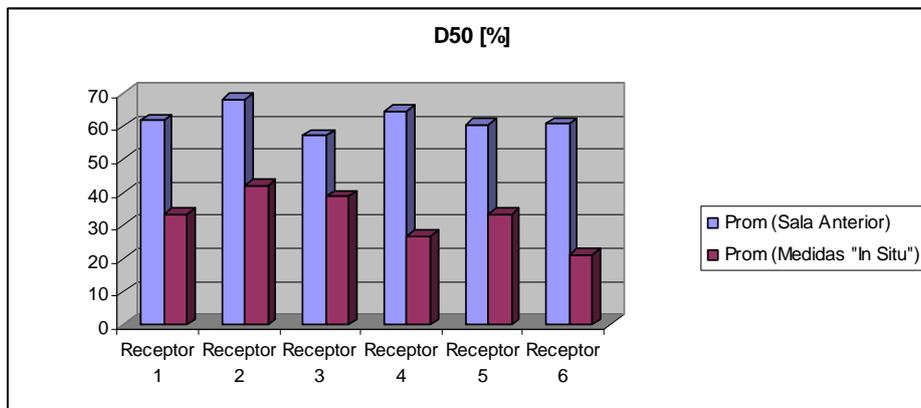


En esta sala se ha comparado la época de San Francisco de Borja, cuando la sala estudiada era su despacho personal con los datos consensuados entre las medidas realizadas "in situ" y la simulación de la situación actual de la sala, que los Jesuitas han transformado en capilla. Con la entrada de La Compañía de Jesús se reparo el techo colocando una cúpula nervada.

Los datos se han consensuado variando los niveles de absorción de los materiales en el programa predictivo Catt-Acoustic.

	125	250	500	1K	2K	4K	Prom
Siglos XV - XVIII	1,74	1,09	0,61	0,5	0,57	0,49	0,83 segundos
Siglo XIX - Actualidad	0,98	1,09	0,99	1,13	1,16	0,95	1,05 segundos
Medidas	0,99	1,06	1,01	1,15	1,18	0,93	1,05 segundos

Nos volvemos a encontrar con una sala idónea para la palabra.



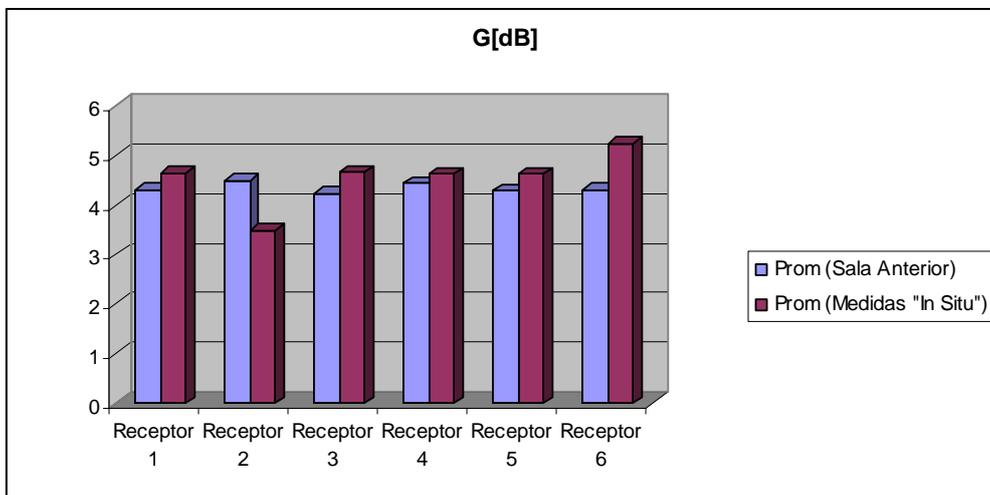
Resultar muy importante destacar algo que se observa a simple vista, y es la gran diferencia entre los resultados obtenidos con la simulación y con las medidas realizadas en la sala.

Las razones pueden ser varias, además de los diferentes coeficientes de absorción ya mencionados anteriormente, en esta sala se da el caso que cuando llegó la Compañía de Jesús al Palacio ducal se encontraron con el techo de dicha sala, anteriormente artesonado, totalmente destrozado. Se mando construir uno nuevo pero esta vez seria en forma de cúpula para así también disimular la mala distribución de las paredes.

A la hora de realizar la simulación de la sala en el software predictivo no se tenían medidas concretas de la cúpula, de aquí puede derivar la gran diferencia de resultados.

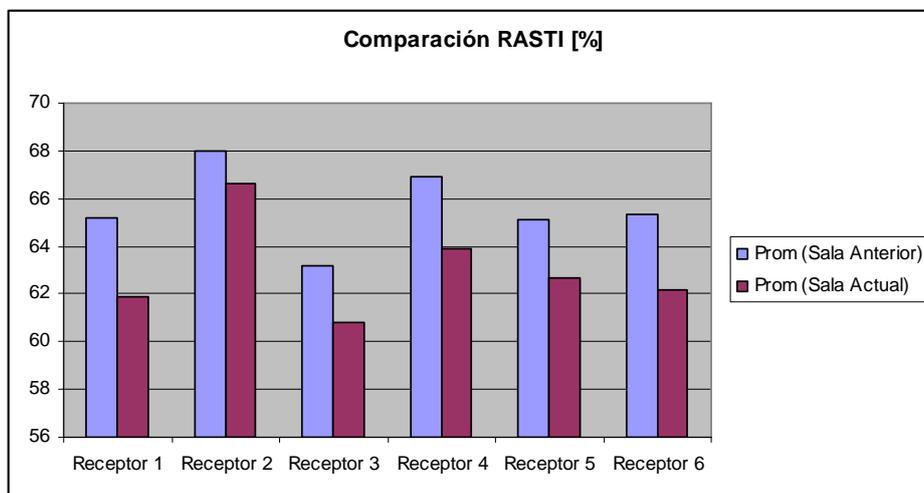
Por tanto los resultados nos dicen que la definición en la propia sala es bastante mala, con valores que rondan el 30 %.

Mientras que en la primera época estudiada si que nos encontramos con resultados interesantes, alrededor del 60 %.



Vemos que los resultados en sonoridad ya nos son más favorables. Volvemos a observar que los receptores más cercanos a las paredes poseen mayor sonoridad mientras que ocurre lo contrario con los situados más hacia el centro de la sala.

En general, posee una sonoridad aceptable.



Volvemos a observar mucha diferencia en los resultados, posiblemente debido al problema con la cúpula ya mencionado anteriormente.

Aun así se cuenta con un RASTI bastante aceptable.

A modo de resumen volver a remarcar que se trata de una sala para palabra y que los resultados obtenidos son correctos para dicha función.

Aunque estos resultados nos llevan a pensar que la sala poseía mejor acústica en la época de San Francisco de Borja.

7. REFERENCIAS

- Acústica Arquitectónica*. M. Recuero López, C. Gil González. 1993
Curso experimental de acústica de salas. J. Ramis Soriano, J. A. Martínez Mora y otros. 1998
Acústica arquitectónica y urbanística. J. Llinares, A. Llopis, J. Sancho. 1996
PFC: Estudio, evaluación y análisis del Palacio Ducal de Gandía. Matilde Pinilla. 2002
PFC: Estudio de las características acústicas de la cueva del Parpalló. Noé Jiménez. 2007
<http://www.adobe.com/es/>
<http://www.catt.se/>