



PROYECTO FIN DE CARRERA
PLAN 2000

Proyecto

Tema y título:

Electroacústica.

Estudio acústico y electroacústico de la sala 18 de Kinépolis (Madrid)

Autores: Sara Maldonado Nieto y Celia Pérez García.

Titulación: Ingeniería Técnica de Telecomunicación. Especialidad Sonido e Imagen.

Tutor: Juan José Gómez Alfageme.

Departamento: DIAC.

Tribunal:

Presidente: Javier Malo.

Vocal: Juan José Gómez Alfageme.

Vocal Secretario: Elena Martín Blanco.

Fecha de Lectura: 27 de septiembre de 2012.

Resumen

El objetivo de este proyecto se materializa en el diseño acústico y electroacústico de las salas de cine con número 18, 19, 20 y 21 del centro de cines Kinépolis situado en la Ciudad de la Imagen. Dichas salas son idénticas por lo que con el estudio y análisis de una se podrán extrapolar los resultados a las demás, por tanto a partir de ahora se realizará el diseño acústico y electroacústico centrado en la sala 18.

Así pues se procederá a certificar que dicha sala cumple la norma THX. En dicho recinto se habrán aplicando con anterioridad diferentes técnicas de acondicionamiento sonoro (insonorización mediante el uso de materiales tanto absorbentes como reflectantes, arquitectura de la sala <grosor de las paredes, dimensiones... etc.>), así como todos los acondicionamientos propios de un espacio de uso público cumpliendo las consiguientes normativas de seguridad.

Se analizará la sala en su estado de partida mediante medidas acústicas in-situ tanto del tiempo de reverberación como del ruido de fondo, así como medidas espaciales con un medidor de alta precisión (láser); para posteriormente realizar las simulaciones en el programa EASE 4.01 de manera que la simulación sea lo más fidedigna posible. Estas medidas se realizarán de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-EN ISO 3382.

Cuando el comportamiento acústico del modelado de la sala sea el mismo que el de la sala real (respondan con el mismo Tiempo de Reverberación), mediante la introducción de los materiales adecuados y del ruido de fondo; se procederá al diseño electroacústico del equipo necesario para implementar el sistema de sonido multicanal Dolby (R).

En el estudio electroacústico se distribuirán los diferentes altavoces que correctamente insertados ajustados sus niveles y retardos cubrirán con su señal uniformemente la sala cumpliendo los requisitos de la norma Dolby (R).

Y finalmente una vez propuesto el sistema electroacústico y comprobado su correcto funcionamiento y por tanto el cumplimiento de la norma THX se propondrán mejoras en el sistema.

Hay que señalar que aunque las recomendaciones THX son conocidas como norma. THX no es una norma como tal, sino un conjunto de recomendaciones, que aconsejan utilizar una norma u otra para cada requisito. De ahora en adelante se referirá en este documento como norma THX. Se recuerda una vez más que dado que las salas son idénticas, y que las medidas realizadas en cada una de ellas son similares, se procederá en adelante al estudio de la sala única sala, la sala 18, siendo todos los estudios, análisis, comentarios y conclusiones aplicables a las otras 3 salas.

Abstract

The aim of this Project is the acoustic and electroacoustic design of the projection rooms 18th, 19th, 20th and 21st of the theater kinépolis, which is located at “*Ciudad de la imagen*”. These rooms are equal so with the studing and analazing of one of them , the results can be extrapolted from this one to the others, therefore as from now the and electroacoustic design will focus on the 18th room.

As result the room will be certified that it comply with the standard THX.

The starting point of the room will be analized such on-spot acoustical measures as the reverberation time and the noise level, in the same way the spatial measurements will be make with a precise laser meter, in order to perform simulations with the data obtained with the EASE 4.01 program. These mesurements should be made in accordance with the standard UNE-EN ISO 3382.

Once the acoustical behavior of the simulated room became the same as the real room (the same reverberation times), through the configuration of the suitable materials and the background noise, previously measured, the electroacoustic design of the equipment necessary to develop the multichannel sound system Dolby (R) will be completed.

In the electroacoustic design the sound power level and the dealys of the speakers and its amplifiers will be configurated till amplifiers provide an uniform coverage over the entire room in compliance with the Dolby (R) standard.

Finally, once an electroacoustic system will be proposed and checked it works correctly in compliance with the THX standard, posible improvements will be identified.

It must however be pointed out that although the THX standard is known as a standard it is actually a set of recommended practices made by Lucasfilm Ltd, anyway, from now on we will call it THX standard.

Índice

0.- INTRODUCCIÓN	8
1.- DESCRIPCIÓN DE LA SALA 18	9
1.1.- Aspectos generales	9
1.2.- Audiencia, pantalla y distribución de la sala.....	10
1.2.1.- Audiencia	10
1.2.2.- Pantalla.....	20
1.2.3.- Distribución de la sala.....	22
2.- MEDIDAS IN-SITU	24
2.1.- Diagrama de bloques. Conexionado.....	25
2.2.- Tiempo de reverberación	26
2.2.1.- Definición	26
2.2.2.- Medidas in-situ del TR60	29
2.2.3.- Resultados de las medidas in-situ del TR60	31
2.2.4.- Norma THX sobre el TR60 y norma SMPTE-EBU.....	32
2.3.- Ruido de fondo.....	33
2.3.1.- Medidas in-situ del ruido de fondo.....	34
2.3.2.- Resultados de las medidas in-situ del ruido de fondo	35
2.3.3.- Norma THX y SMPTE-EBU	36
3.- SIMULACIÓN CON EASE 4.01	39
3.1.- Parametrización de la sala	39
3.2.- Comparación TR60 simulado con el TR60 real.....	46
4.- ESTUDIO ELECTROACÚSTICO	49
4.1.- Sonido Multicanal en cine.....	49
4.1.1.- Formato de sonido multicanal en la sala 18.	50
4.2.- Dimensionado del sistema la sala 18.....	51
4.2.1.- Canales de pantalla.	51
4.2.2.- Canales de efectos de baja frecuencia o subwoofers.	54
4.2.3.- Canales de surround.	56
4.3.- Ecuilización.....	57
4.3.1.- Ecuilización de los canales de pantalla.	59
4.3.2.- Ecuilización de los canales surround.....	67

4.4.- Ajuste de Niveles.....	73
4.5.- Retardos.....	78
4.6.- Campo Sonoro Directo.....	87
4.6.1.- CANAL C.....	88
4.6.2.- CANAL L.....	91
4.6.3.- CANAL R.....	93
4.6.4.- CANAL SR.....	96
4.6.5.- CANAL SL.....	98
4.6.6.- CANAL SB.....	101
4.7.- Campo Sonoro Total.....	105
4.7.1.- CANAL C.....	105
4.7.2.- CANAL L.....	108
4.7.3.- CANAL R.....	110
4.7.4.- CANAL SL.....	112
4.7.5.- CANAL SR.....	115
4.7.6.- CANAL SB.....	117
4.8.- Inteligibilidad.....	121
4.8.1.- Índice de Articulación (IA).....	122
4.8.2.- ALcons.....	124
4.8.3.- RaSTI.....	126
4.8.4.- Relación Sonido Directo a Reverberante D/R.....	131
4.9.- ECOS.....	135
4.9.1.- Ecogramas.....	136
5.- EQUIPAMIENTO.....	145
5.1.- Pantalla.....	145
5.2.- Procesador de audio.....	145
5.3.- Altavoces.....	147
5.3.1.- Altavoces de pantalla.....	147
5.3.2.- Altavoces de surround.....	148
5.3.3.- Altavoces de baja (LFE).....	150
5.4.- Proyector.....	151
5.5.- Pantalla.....	152
5.6.- Retardos y etapas de potencia.....	152

5.7.- Conexionado y montaje	154
6.- MEJORAS	157
7.- CONCLUSIONES	157
8.- PRESUPUESTO	158
8.1.- Estudio e instalación	158
8.2.- Equipos	159
8.1.- Cableado	159
9.- Bibliografía	163
Anexos	167
Datos	168
1.- Ajustes de nivel	169
1.2.- Canal L	170
1.3.- Canal SR	171
1.4.- Canal SL	172
1.5.- Canal SB	173
1.6.- Canal LFE	174
HOJAS DE ESPECIFICACIONES	175
1.- JBL 5672	176
2.- JBL 5674	178
3.- TL880D	179
4.- SL12-2V	183
5.- Catalyst 3560G-24TS 10/100/1000 4 SFP-based Ports IPS	190
6.- Sistema distribuidor TCP/IP Crown	198
7.- Proyector Barco DP4K-23Bx	204
8.- Spectral™ 240	207
PLANOS	208
1. PLANTA	209
2. PERFIL	210

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Descripción de la sala. Audiencia. Ángulo horizontal.	12
Ilustración 2. Descripción de la sala. Audiencia. Ángulo Vertical.....	12
Ilustración 3. Descripción de la sala Audiencia. Ángulo de Distorsión	13
Ilustración 4. Descripción de la sala. Audiencia. Pendiente de la sala.	15
Ilustración 5. Descripción de la sala. Audiencia. Medidas de la butaca. Vista frontal. ..	16
Ilustración 6. Descripción de la sala. Audiencia. Dimensionado de las butacas. Vista de planta.....	16
Ilustración 7. Descripción de la sala. Audiencia. Ángulo horizontal.....	17
Ilustración 8. Descripción de la sala. Audiencia. Ángulo vertical.....	18
Ilustración 9. Descripción de la sala. Audiencia. Ángulo de distorsión del lateral izquierdo de la primera fila.....	19
Ilustración 10. Descripción de la sala. Audiencia. Ángulo de distorsión del extremo derecho de la primera fila.	19
Ilustración 11. Descripción de la sala. Pantalla. Distorsión tipo pincushion.....	21
Ilustración 12. Medidas In-situ. Diagrama de bloques.	26
Ilustración 13. Tiempo de reverberación. Definición. Gráfica.	27
Ilustración 14. Tiempo de reverberación. Gráfica caída de nivel.	28
Ilustración 15. Tiempo de reverberación. Localización de las medidas.	30
Ilustración 16. Gráfica de la media de las medidas del tiempo de reverberación.....	31
Ilustración 17. Tiempo de reverberación. Gálibo de la norma SMPTE –EBU EG 18-1994. Comparación con TR60 real.	33
Ilustración 18. Ruido de fondo. Comparación de la medida del ruido de la sala con las curvas NC30, NC35 y NC40.	36
Ilustración 19. Ruido. Curvas NC. Curva NC30.	38
Ilustración 20. Simulación mediante EASE. Creación del proyecto.	41
Ilustración 21. Simulación mediante el EASE. Parámetros acústicos de la sala.	42
Ilustración 22. Simulación mediante el EASE. Inserción de vértices.....	42
Ilustración 23. Simulación mediante el EASE. Inserción de superficies.....	43
Ilustración 24. Simulación mediante el EASE. Elección de materiales de las superficies.	43
Ilustración 25. Simulación mediante el EASE. Inserción de elementos acústicos como altavoces y clústers.	44
Ilustración 26. Simulación mediante el EASE. Configuración de las zonas de audiencia.	44
Ilustración 27. Simulación mediante el EASE. Configuración de los oyentes.....	45
Ilustración 28. Simulación mediante el EASE. Configuración de los altavoces y clústers.	45
Ilustración 29. Gráfica del Tiempo de reverberación simulado versus real.....	48
Ilustración 30. Sonido Multicanal. Conexionado Dolby Digital Surround EX.	51
Ilustración 31. Digital Surround EX. Direccionamiento altavoces Frontales. Planta.....	52
Ilustración 32. Digital Surround EX. Direccionamiento altavoces Frontales. Vista lateral.	53
Ilustración 33. Dolby Digital Surround EX. Direccionamiento de todos los canales.....	56
Ilustración 34. Dolby Digital Surround EX. Curva X de ecualización Iso 2969.....	58

Ilustración 35. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt canal C sin ecualizar.	60
Ilustración 36. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt canal C ecualizado.	62
Ilustración 37. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt canal R sin ecualizar.	62
Ilustración 38. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt canal R ecualizado.	64
Ilustración 39. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt del canal L sin ecualizar.	65
Ilustración 40. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt del canal L ecualizado.	66
Ilustración 41. Digital Surround EX. Curva SPLt del canal SR sin ecualizar.	67
Ilustración 42. Digital Surround EX. Curva SPLt del canal SR sin ecualizar.	69
Ilustración 43. Digital Surround EX. Curva SPLt del canal SL sin ecualizar.	69
Ilustración 44. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt del canal SL ecualizado.	71
Ilustración 45. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt del canal SB sin ecualizar.	71
Ilustración 46. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt del canal SB ecualizado.	73
Ilustración 47. Ajuste de niveles. Diferencia de presión en la banda de paso de dos subwoofers diferentes.	74
Ilustración 48. Ajuste de niveles. Comparación del canal subwoofer con un canal de pantalla en banda ancha.	75
Ilustración 49. Ajuste de niveles. Curvas isofónicas.	76
Ilustración 50. Retardos. Situación de los altavoces y los oyentes simulados en EASE.	80
Ilustración 51. Colas de precedencia de cada altavoz captadas por el oyente 1.	82
Ilustración 52. Retardos. Colas de precedencia de cada altavoz captadas por el oyente 2.	83
Ilustración 53. Colas de precedencia de cada altavoz captadas por el oyente 3.	84
Ilustración 54. Retardos. Colas de precedencia de cada altavoz captadas por el oyente 4.	85
Ilustración 55. Retardos. Frentes de onda del sonido directo sin retardos.	86
Ilustración 56. Retardos. Frentes de onda del sonido directo con retardos.	87
Ilustración 57. Campo Directo Canal C. Histograma y Respuesta en Frecuencia.	88
Ilustración 58. Nivel del Campo Directo del canal C a 250Hz.	89
Ilustración 59. Nivel del Campo Directo del canal C a 1000Hz.	89
Ilustración 60. Nivel Campo del Directo del canal C a 4000Hz.	90
Ilustración 61. Campo Directo canal L. Histograma y Respuesta en Frecuencia.	91
Ilustración 62. Nivel del Campo Directo del canal L a 250Hz.	91
Ilustración 63. Nivel del Campo Directo del canal L a 1000Hz.	92
Ilustración 64. Nivel del Campo Directo del canal L a 4000Hz.	92
Ilustración 65. Campo Directo canal R. Histograma y Respuesta en Frecuencia.	93
Ilustración 66. Nivel del Campo Directo del canal R a 250Hz.	94
Ilustración 67. Nivel del Campo Directo del canal R a 1000Hz.	94
Ilustración 68. Nivel del Campo Directo del canal R a 4000Hz.	95
Ilustración 69. Campo Directo canal SR. Histograma y Respuesta en Frecuencia.	96
Ilustración 70. Nivel del Campo Directo del canal SR a 250Hz.	96
Ilustración 71. Nivel del Campo Directo del canal SR a 1000Hz.	97
Ilustración 72. Nivel del Campo Directo del canal SR a 4000Hz.	97
Ilustración 73. Campo Directo canal SL. Histograma y Respuesta en Frecuencia.	98
Ilustración 74. Nivel del Campo Directo del canal SL a 250Hz.	99
Ilustración 75. Nivel del Campo Directo del canal SL a 1000Hz.	99
Ilustración 76. Nivel del Campo Directo del canal SL a 4000Hz.	100
Ilustración 77. Campo Directo canal SB. Histograma y Respuesta en Frecuencia.	101

Ilustración 78. Nivel del Campo Directo del canal SB a 250 Hz.	101
Ilustración 79. Nivel del Campo Directo del canal SB a 1000Hz.	102
Ilustración 80. Nivel del Campo Directo del canal SB a 4000Hz.	102
Ilustración 81. Campo Directo total. Histograma y Respuesta en Frecuencia.	103
Ilustración 82. Nivel del Campo Directo total a 250Hz.	103
Ilustración 83. Nivel del Campo Directo total a 1000Hz.	104
Ilustración 84. Nivel del Campo Directo total a 4000Hz.	104
Ilustración 85. Campo Total canal C. Histograma y Respuesta en Frecuencia.	106
Ilustración 86. Campo Total del canal C a 250Hz.	106
Ilustración 87. Nivel del Campo Total del canal C a 1000Hz.....	107
Ilustración 88. Nivel del Campo Total del canal C a 4000Hz.....	108
Ilustración 89. Campo Total canal L. Histograma y Respuesta en Frecuencia.....	108
Ilustración 90. Nivel del Campo Total del canal L a 250Hz.....	109
Ilustración 91. Nivel del Campo Total del canal L a 1000Hz.....	109
Ilustración 92. Nivel del Campo Total del canal L a 4000Hz.....	110
Ilustración 93. Campo Total canal R. Histograma y Respuesta en Frecuencia.	110
Ilustración 94. Nivel del Campo Total canal R a 250Hz.	111
Ilustración 95. Nivel del Campo Total canal R a 1000Hz.	111
Ilustración 96. Nivel del Campo Total del canal R a 4000Hz.....	112
Ilustración 97. Campo Total canal SL. Histograma y Respuesta en Frecuencia.	112
Ilustración 98. Nivel del Campo Total del canal SL a 250Hz.....	113
Ilustración 99. Nivel del Campo Total del canal SL a 1000Hz.....	114
Ilustración 100. Nivel del Campo Total del canal SL a 4000Hz.....	114
Ilustración 101. Campo Total canal SR. Histograma y Respuesta en Frecuencia.	115
Ilustración 102. Nivel del Campo Total del canal SR a 250Hz.	115
Ilustración 103. Nivel del Campo Total del canal SR a 1000Hz.	116
Ilustración 104. Nivel del Campo Total del canal SR a 4000Hz.	116
Ilustración 105. Campo Total del canal SB. Histograma y Respuesta en Frecuencia. .	117
Ilustración 106. Nivel del Campo Total del canal SB a 250Hz.	117
Ilustración 107. Nivel del Campo Total del canal SB a 1000Hz.	118
Ilustración 108. Nivel del Campo Total del canal SB a 4000Hz.	118
Ilustración 109. Campo Total de todos los altavoces radiando a la vez. Histograma y Respuesta en Frecuencia.....	119
Ilustración 110. Nivel del Campo Total de todos los canales radiando a la vez a 250Hz.	119
Ilustración 111. Nivel del Campo Total de todos los canales radiando a la vez a 1000Hz.....	120
Ilustración 112. Nivel del Campo Total de todos los canales radiando a la vez a 4000Hz.	120
Ilustración 113. Inteligibilidad. Relación grado de inteligibilidad con índice de articulación.....	123
Ilustración 114. Inteligibilidad. Gráfica del índice de Articulación.....	124
Ilustración 115. Inteligibilidad. ALcons. Histograma.....	126
Ilustración 116. Inteligibilidad. ALcons. Gráfica.	126
Ilustración 117. Inteligibilidad. Parámetro STI. STI para diferentes valores de TR60 y S/N.	129
Ilustración 118. Inteligibilidad. Rasti. Histograma.....	130

Ilustración 119. Inteligibilidad. Gráfica RaSTI.	130
Ilustración 120. D/R Ratio.	131
Ilustración 121. Inteligibilidad. D/B ratio a 250Hz medido en 1/3 de octava.	133
Ilustración 122. Inteligibilidad. D/R ratio a 1000Hz medido en 1/3 octava.	133
Ilustración 123. Inteligibilidad. D/R ratio a 400Hz medido en 1/3 octava.	134
Ilustración 124. Inteligibilidad. D/R ratio a 1000Hz medio en 1/3 de octava.	134
Ilustración 125. Inteligibilidad. D/R ratio en Banda Ancha.	135
Ilustración 126. Ecos. Curva de Doak y Bolt.	136
Ilustración 127. Ecogramas. Oyente 1.	137
Ilustración 128. Respuesta impulsiva en el oyente 1.	138
Ilustración 129. Ecograma. Respuesta en frecuencia en el oyente 1.	139
Ilustración 130. Ecograma. Oyente 2.	140
Ilustración 131. Ecograma. Respuesta impulsiva en el oyente 2.	140
Ilustración 132. Ecograma. Respuesta en frecuencia en el oyente 2.	141
Ilustración 133. Ecograma. Oyente 3.	141
Ilustración 134. Ecograma. Respuesta en frecuencia en el oyente 3.	142
Ilustración 135. Ecograma. Respuesta en frecuencia en el oyente 3.	142
Ilustración 136. Ecograma. Oyente 4.	143
Ilustración 137. Ecograma. Respuesta impulsiva en el oyente 4.	143
Ilustración 138. Ecograma. Respuesta en frecuencia en el oyente 4.	144
Ilustración 139. Equipamiento. Procesador de Audio Dolby CP750.	145
Ilustración 140. Equipamiento. Altavoces de Pantalla JBL5672.	147
Ilustración 141. Equipamiento. Altavoces Surround Electro-Voice SL12-2V.	149
Ilustración 142. Equipamiento. Altavoz LFE TL880D de Electro-Voice.	150
Ilustración 143. Equipamiento. Proyector de Barco DP4K-23Bx.	151
Ilustración 144. Equipamiento. Distribuidor Ethernet de Crown DBC Network Bridge.	153
Ilustración 145. Equipamiento. Etapas de potencia y retardos de Crown CTsx600, Ctsx1200, CTsx2000 y CTs4200.	153
Ilustración 146. Equipamiento. Conexionado.	156

0.- INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto se materializa en el diseño acústico y electroacústico de las salas de cine con número 18, 19, 20 y 21 del centro de cines Kinépolis situado en la Ciudad de la Imagen. Dichas salas son idénticas por lo que con el estudio y análisis de una se podrán extrapolar los resultados a las demás, por tanto a partir de ahora se realizará el diseño acústico y electroacústico centrado en la sala 18.

Así pues se procederá a certificar que dicha sala cumple la norma THX. En dicho recinto se habrán aplicando con anterioridad diferentes técnicas de acondicionamiento sonoro (insonorización mediante el uso de materiales tanto absorbentes como reflectantes, arquitectura de la sala <grosor de las paredes, dimensiones... etc.>), así como todos los acondicionamientos propios de un espacio de uso público cumpliendo las consiguientes normativas de seguridad.

Se analizará la sala en su estado de partida mediante medidas acústicas in-situ tanto del tiempo de reverberación como del ruido de fondo, así como medidas espaciales con un medidor de alta precisión (láser); para posteriormente realizar las simulaciones en el programa EASE 4.01 de manera que la simulación sea lo más fidedigna posible. Estas medidas se realizarán de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-EN ISO 3382.

Cuando el comportamiento acústico del modelado de la sala sea el mismo que el de la sala real (respondan con el mismo Tiempo de Reverberación), mediante la introducción de los materiales adecuados y del ruido de fondo; se procederá al diseño electroacústico del equipo necesario para implementar el sistema de sonido multicanal Dolby (R).

En el estudio electroacústico se distribuirán los diferentes altavoces que correctamente insertados ajustados sus niveles y retardos cubrirán con su señal uniformemente la sala

cumpliendo los requisitos de la norma Dolby (R).

Y finalmente una vez propuesto el sistema electroacústico y comprobado su correcto funcionamiento y por tanto el cumplimiento de la norma THX se propondrán mejoras en el sistema.

Hay que señalar que aunque las recomendaciones THX son conocidas como norma. THX no es una norma como tal, sino un conjunto de recomendaciones, que aconsejan utilizar una norma u otra para cada requisito. De ahora en adelante se referirá en este documento como norma THX. En el cd entregado con este proyecto se adjunta el documento guidelines.pdf en el que se especifica las normas a utilizar para cada elemento. Se recuerda una vez más que dado que las salas son idénticas, y que las medidas realizadas en cada una de ellas son similares, se procederá en adelante al estudio de la sala única sala, la sala 18, siendo todos los estudios, análisis, comentarios y conclusiones aplicables a las otras 3 salas.

1.- DESCRIPCIÓN DE LA SALA 18

1.1.- Aspectos generales

Las dimensiones de la sala 18 del Kinépolis corresponden a las de una sala de tamaño medio, con un aforo de 413 personas, con acceso preparado para minusválidos y 9 plazas reservadas para sillas de ruedas.

La sala está constituida por un espacio diáfano, con dos zonas bien definidas, la zona de la audiencia, de suelo inclinado 12,12º, de 17,4x21,6 m2 y la zona más cercana a la pantalla de 13x21,6 m2 de suelo plano sin butacas.

Mirando a la pantalla la entrada se constituye en un pasillo lateral situado a la izquierda y la salida en una puerta cercana a la pantalla en el lateral derecho. La sala posee una sala de mantenimiento de 282,22m³ detrás de la pantalla por la cual se accede a los altavoces frontales y de subgraves del cine.

Dentro de los aspectos generales se han de tener en cuenta que como instalación de uso público está habilitado con aseos de fácil acceso (adaptados para minusválidos), salidas de emergencia con los correspondientes carteles informativos luminosos, sistema de megafonía, extintores, sistema de climatización e iluminación adecuado,..etc.

1.2.- Audiencia, pantalla y distribución de la sala

En 1947 Ben Schlanger un eminente diseñador de cines dijo "*What we need is a theater in which a person can sit down and look at a picture and not be conscious of the physical shelter in which is enjoying the picture*"¹. Esto es válido en nuestros días, el señor Schlanger vino a decir que la sala debía ser diseñada con la máxima de no dificultar ni distraer en absoluto la visión de la película.

En este apartado se deberá comentar que en lo referente a los aspectos de dimensionado la norma THX está basada en la recomendación SMPTE EG 18-1994. Por tanto seguiremos las recomendaciones de ésta última.

1.2.1.- Audiencia

¹ Aunque la cita está cogida de la norma SMPTE EG 18-1994, la original es de Schlanger, B. *Increasing the effectiveness of motion picture presentation. The Motion Picture Theater*, pp. 72-78, New York: SMPTE; 1948.

La audiencia comprende todas las zonas en las que el público va a estar situado durante la proyección de la película. Estas zonas serán diáfanas y sin elementos que dificulten la visión.

Deberán estar dotadas con butacas espaciosas de anchura mínima 20 pulgadas² (50,8 cm) y cómodas, con reposabrazos, situadas en filas paralelas (en líneas curvas en los casos que sea posible) y orientadas hacia la pantalla. La separación entre filas será la máxima posible con un mínimo de 36 pulgadas (91,44 cm) para las filas de asientos fijos y de 38 (96,52 cm) para las filas de asientos reclinables. Las butacas estarán forradas de materiales absorbentes de manera que, en caso de encontrarse vacías, la absorción que creen sea similar a cuando están ocupadas por una persona, haciendo la sala independiente acústicamente del número de espectadores.

Las mismas estarán dispuestas de manera que la visión de la pantalla sea óptima de tal modo que nunca podrán estar situadas en lugares en los que el ángulo de visión horizontal o campo de visión no sea menor de 26º (36º recomendados) se puede asegurar que este dato se cumple si las butacas de la última fila lo cumplen, en las primeras no debe ser mayor de 80º. En cuanto al ángulo vertical no debería ser superior a 35º, asegurando que la primera fila cumple este requisito se puede asegurar que el resto también, lo que implica que dicha fila nunca debe estar a una distancia menor de

$$\sqrt{\left(\frac{l}{\text{Sen} \cdot 35}\right)^2 + l^2}$$

metros siendo l la longitud (alto) de la pantalla.

2 La correspondencia de medidas del sistema americano y el europeo son:

1 pulgada (inch) = 2.54 centímetros

1 pie (foot) = 30.48 centímetros

1 yarda (yard) = 91.4 centímetros

1 milla (mile) = 1.6 Kilómetros

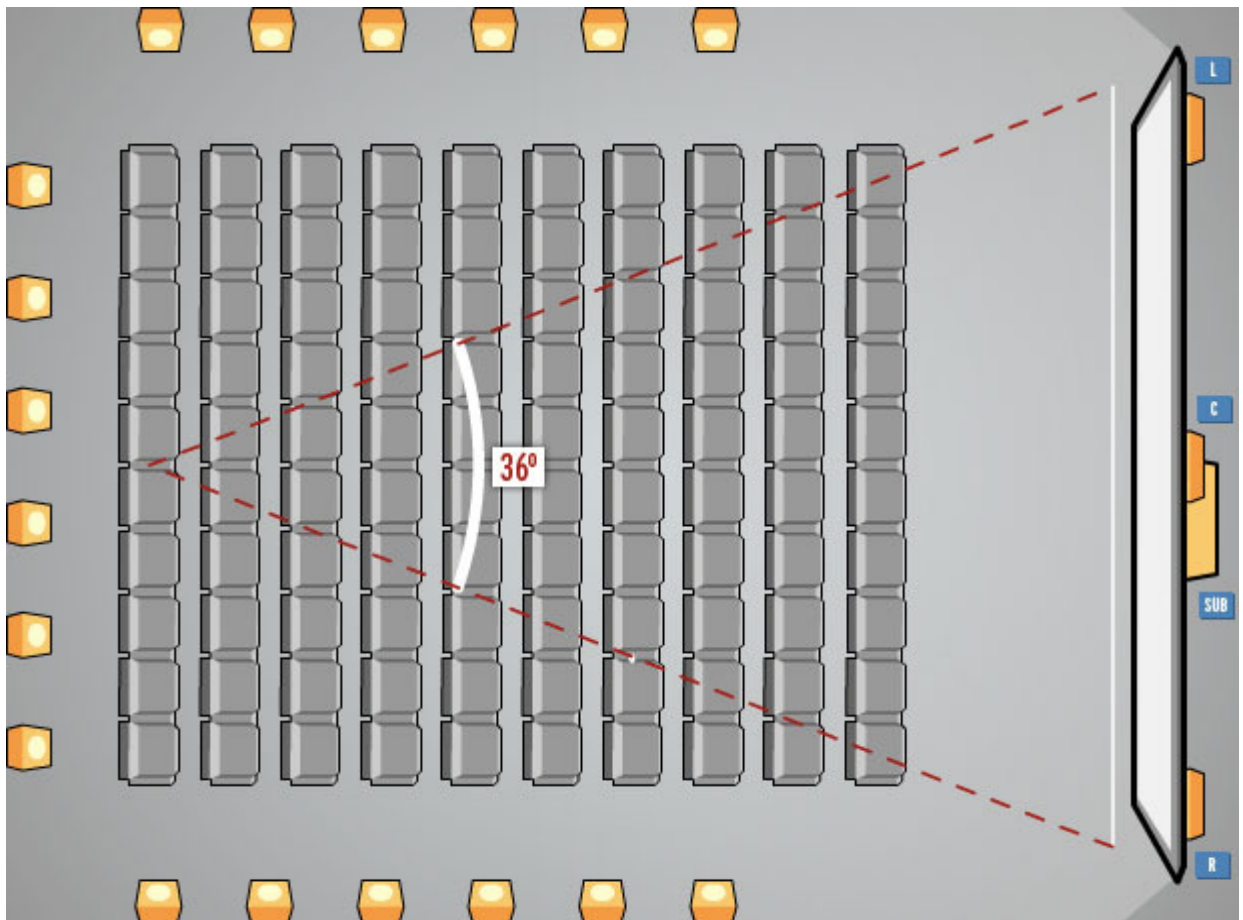


Ilustración 1. Descripción de la sala. Audiencia. Ángulo horizontal.

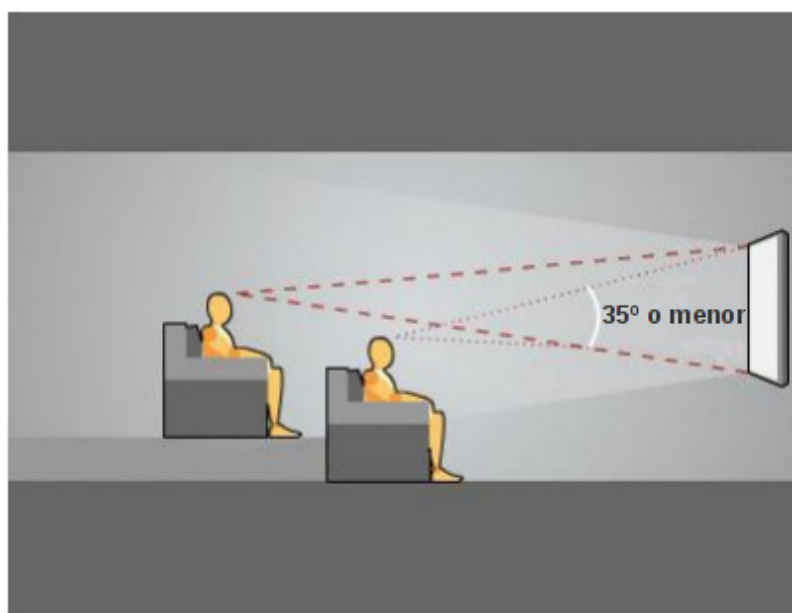


Ilustración 2. Descripción de la sala. Audiencia. Ángulo Vertical

Es evidente que cuanto más se aleje el espectador de la línea perpendicular al centro de la pantalla la imagen se deforma de modo que los círculos acaban siendo elipses y los cuadrados rectángulos y de la misma forma toda imagen quedará distorsionada.

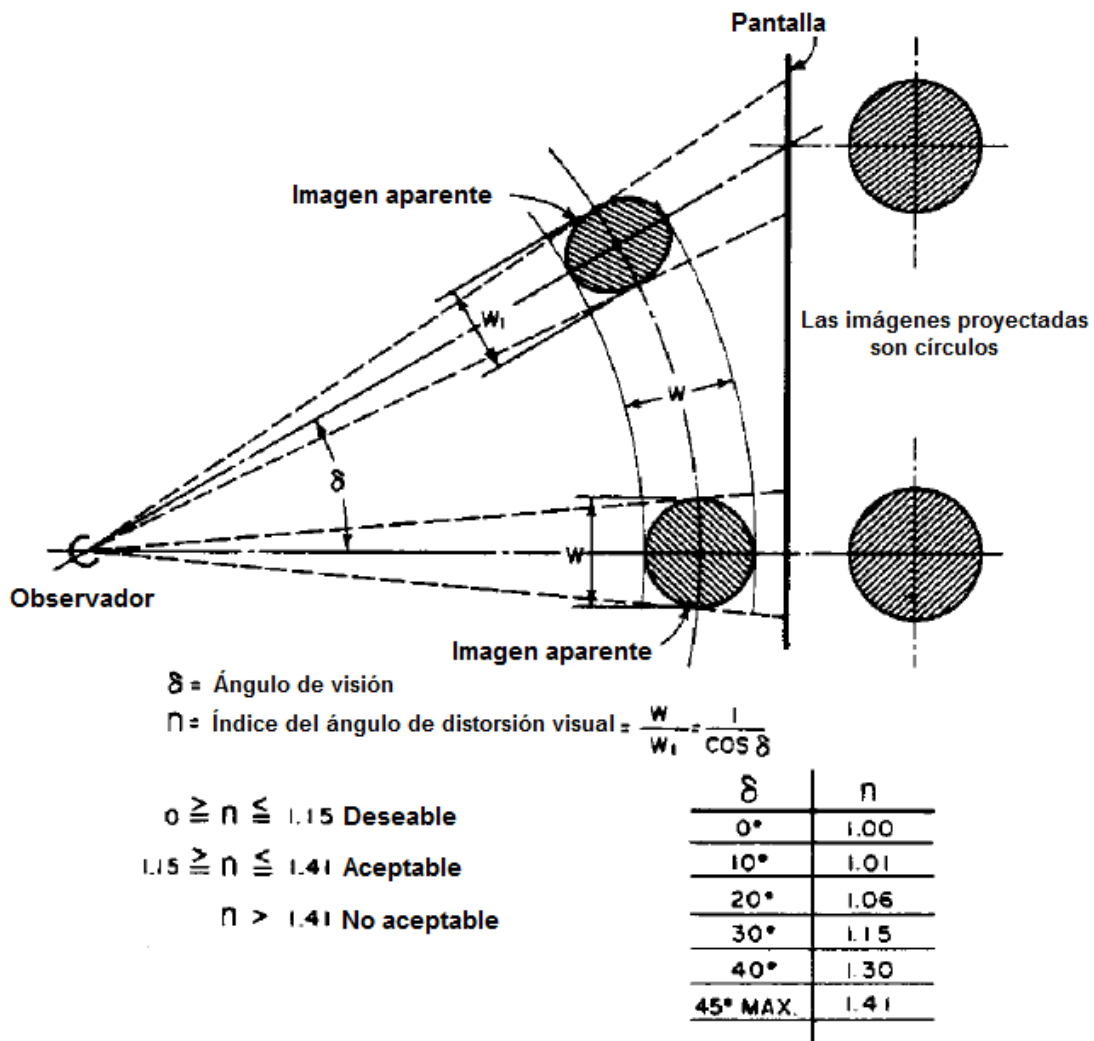


Ilustración 3. Descripción de la sala Audiencia. Ángulo de Distorsión

El Dr. Reubens Meister en sus estudios concluyó que 45° es el límite del ángulo de visión para que las figuras no se perciban deformadas. Por esto mismo, todas las butacas deben estar comprendidas en la isolínea de 45° que marca la zona en la cual debe estar comprendida la audiencia para un correcto visionado de la pantalla (esta línea está definida en la EG18-1994). Esta consideración se tendrá especialmente presente en el caso de los extremos laterales de la audiencia que en ningún caso

deberán superar los 45° del ángulo de visión (también conocido como ángulo de distorsión). Como regla genérica todas las localidades deben cumplir estos patrones y conseguir un campo de visión óptimo y de visibilidad cómoda.

Es especialmente importante evitar por tanto localizar las butacas en áreas que no cumplen estos requisitos y, aunque se verá más adelante en la parte de acondicionamiento acústico, las que estén fuera de las zonas de correcta radiación de los altavoces.

Los aspectos anteriores se amplían en la Norma SMPTE Engineering Guideline E 18-1994

Por último quedaría hablar de la iluminación y la resolución de la pantalla. En cuanto a la iluminación cabe decir que en el centro de la misma debería haber una luminancia de $16\text{fL} \pm 2\text{fL}^3$ pudiendo variar un 5 % en los laterales pero nunca deberían tener una luminancia menor del 90% existente en el centro. El blanco debería ser de 4200° K.

La parte de iluminación se guía por la norma American National Standard ANSI/SMPTE 196M-1SMPTE RP 98-1995.

Hablando del foco la resolución debería cumplir las siguientes resoluciones para todos los formatos:

Resolución en el centro mayor o igual que 68 lp/mm.

Resolución en los lados mayor o igual a 56 lp/mm.

La resolución en las esquinas: mayor o igual 40 lp/mm.

Estas características se amplían más en las Normas SMPTE Engineering Guideline / EG 5-1995 y SMPTE RP 40-1995 / 35-PA & 35-IQ Test Film.

3 En fotometría la manitud más importante es la luminancia que coincide con la radiancia y se mide en *footlumper*. En el sistema británico se usa como unidad de medida de la luminancia el lambert (L) y el footlambert o pie-lambert (fL). Un lambert se corresponde con $1/\pi$ stilb, es decir $1/\pi$ candelas por metro centímetro cuadrado, mientras que un footlambert se corresponde con $1/\pi$ candelas por pie cuadrado.

1.2.1.- DESCRIPCIÓN Y COMPARACIÓN CON LA NORMA

La audiencia queda repartida en un área de unos $479,30\text{m}^2$ (dos áreas rectangulares de dimensiones $17,4 \times 21,6 \text{ m}^2$ y $13 \times 21,6 \text{ m}^2$ respectivamente) con una inclinación constante de $12,12^\circ$. Sin elementos que dificulten la visión como tabiques o recodos.

Este valor dependiente está dentro de los valores más comunes (de 12° hasta 15°).

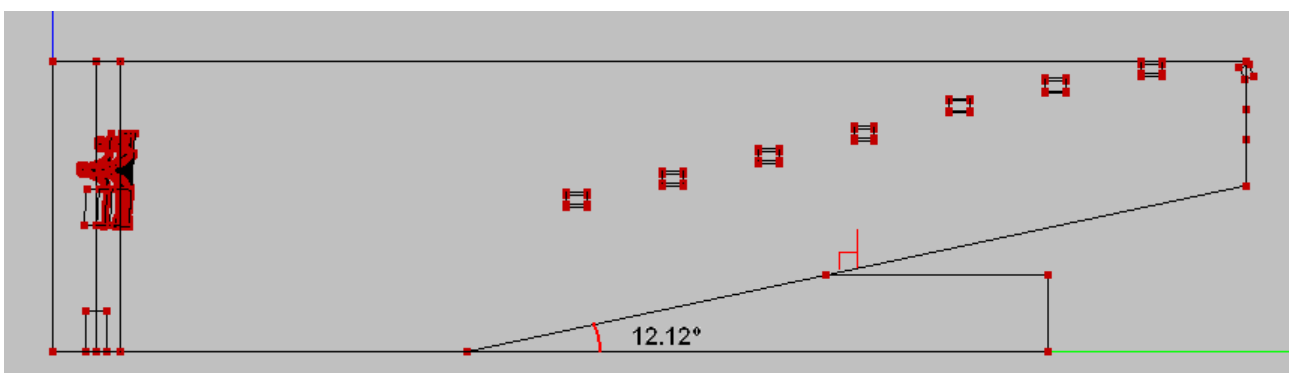


Ilustración 4. Descripción de la sala. Audiencia. Pendiente de la sala.

Respecto al dimensionado de las butacas del kinépolis cabe decir que son butacas amplias y constan de reposabrazos individuales. Las medidas de las mismas son:

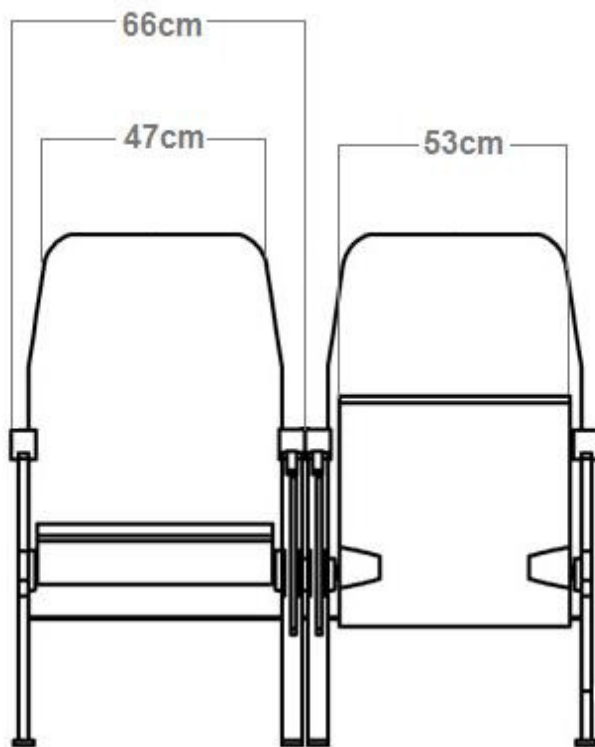


Ilustración 5. Descripción de la sala. Audiencia. Medidas de la butaca. Vista frontal.

- Anchura de asiento 53cm.
- Anchura del respaldo en la parte superior, en la que se estrecha un poco con respecto al asiento, 47cm.
- Anchura del reposabrazos individual 11,5cm.
- Anchura total de asiento (anchura del asiento junto con los dos reposabrazos correspondientes) 66cm.
- Altura de la butaca con respecto al suelo de la siguiente fila (suelo en pendiente) 70cm.
- Altura total 106cm.
- Profundidad del asiento 60 cm.

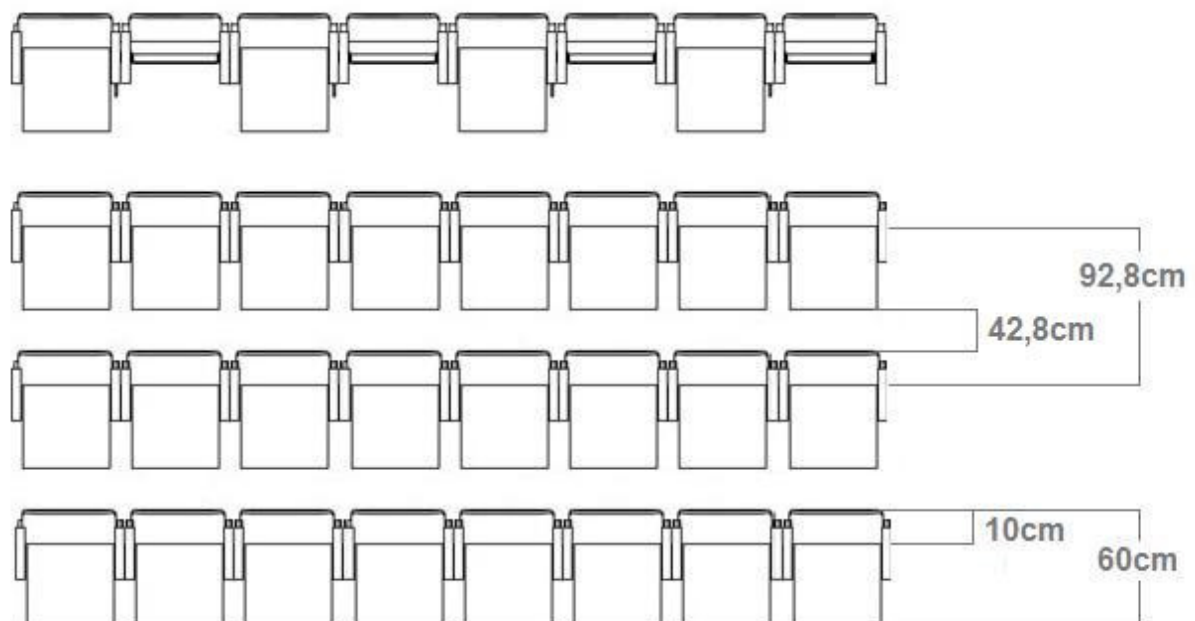


Ilustración 6. Descripción de la sala. Audiencia. Dimensionado de las butacas. Vista de planta.

Se puede asegurar por tanto que ya que la anchura es de 53 cm y la norma recomienda que tengan al menos 50,8, constan de reposabrazos y están dispuestas de forma paralela orientadas a la pantalla con una separación entre filas (medido de respaldo a respaldo) de 92,8cm frente a los 91,44 mínimos recomendados, que las butacas cumplen la normativa respecto a dimensionado y orientación.

El ángulo horizontal de visión sería de unos $32,6^\circ$ en la última fila por lo que se podría asegurar que en el resto de la sala cumple la norma de no ser menor de 26° . En el caso de las primeras filas el ángulo horizontal sería de unos $84,7^\circ$, la recomendación era que éste ángulo no fuera superior a 80° dado que lo supera sólo por 4° se daría por correcto.

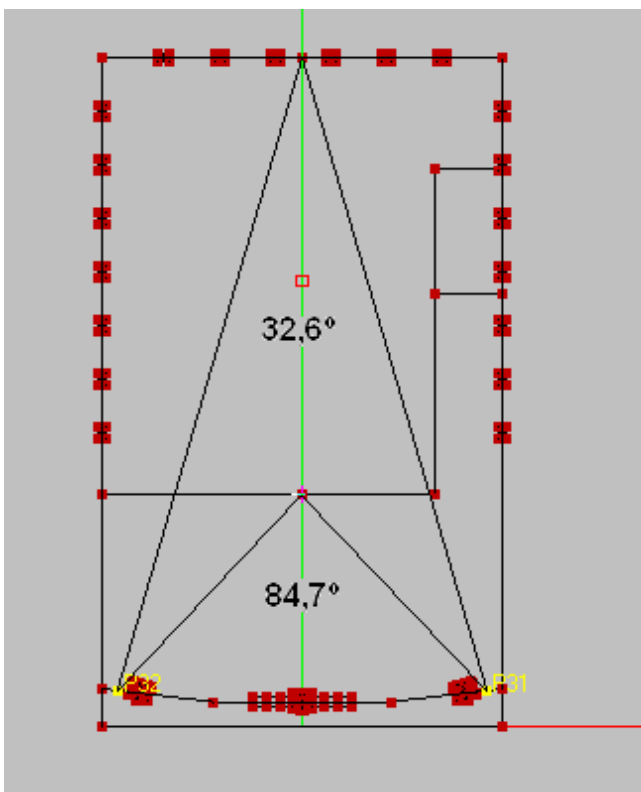


Ilustración 7. Descripción de la sala. Audiencia. Ángulo horizontal.

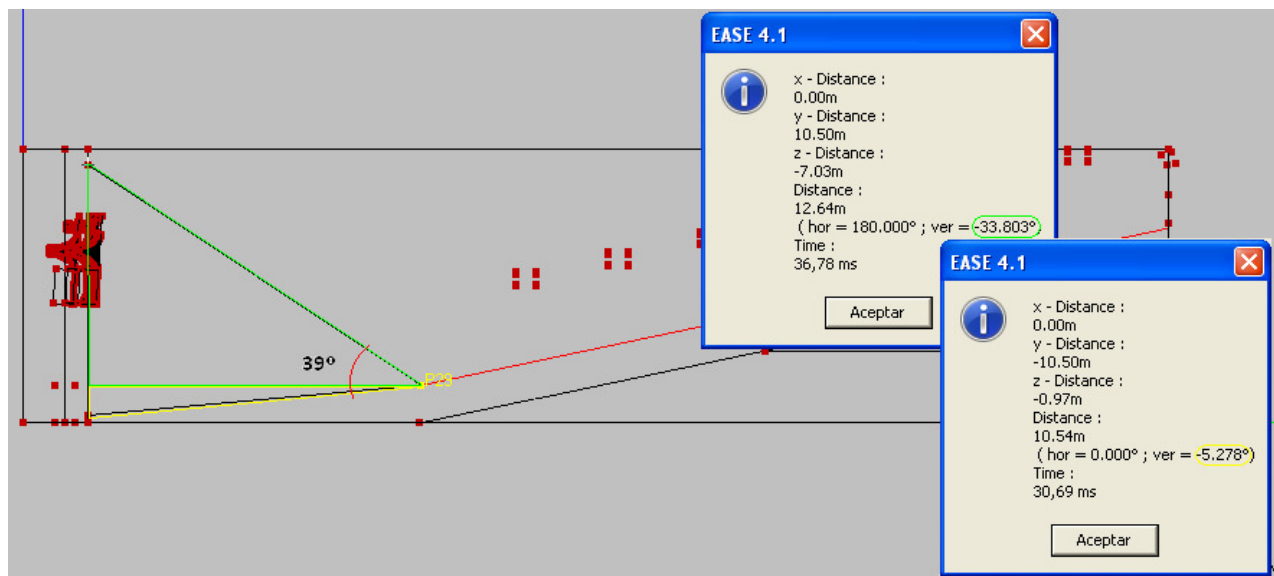


Ilustración 8. Descripción de la sala. Audiencia. Ángulo vertical.

El ángulo vertical es de 39°, frente a los 35° máximos recomendados. Se puede decir que cumple la norma ya que dado que la imagen no ocupa toda la pantalla sería un poco menor y se ha tomado como primera fila justo el principio del área de audiencia, cuando realmente está un poco más alejado, lo que se traduce en un ángulo menor.

Otro ángulo a tener en cuenta es el de distorsión que no debería superar los 45° en ninguna localidad, si en los laterales de la sala de la primera fila cumplen esta premisa lo cumplirá toda la sala. Se ha medido desde ambos extremos de la audiencia y tanto el lateral derecho (32,5°) como el lateral izquierdo (43,8°) de la primera fila cumplen esta premisa.

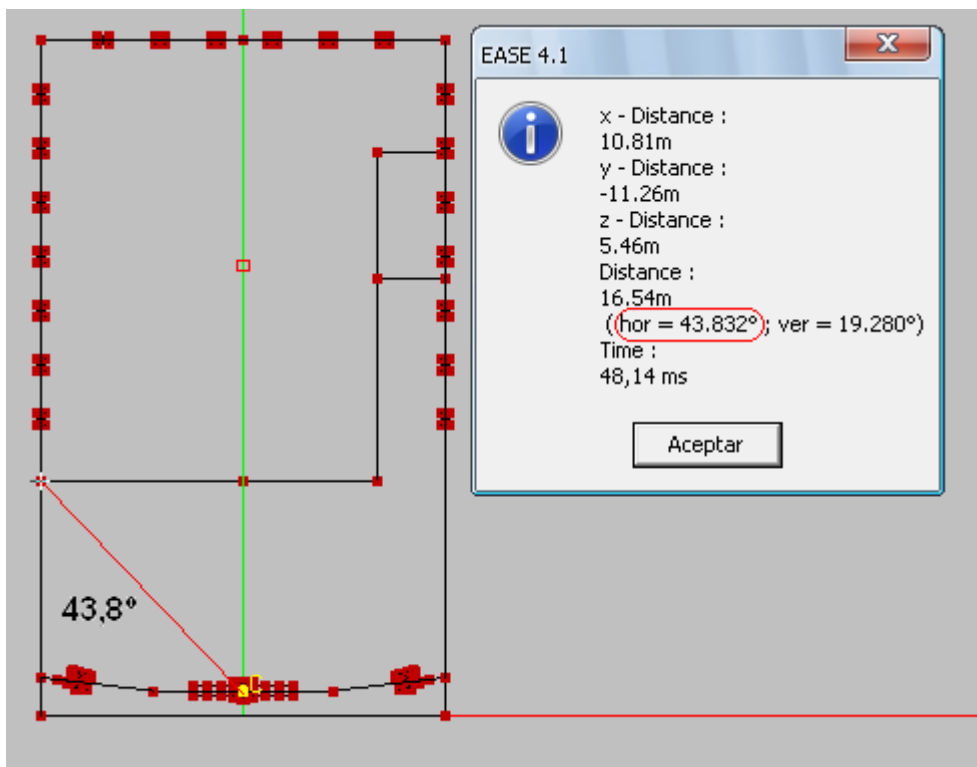


Ilustración 9. Descripción de la sala. Audiencia. Ángulo de distorsión del lateral izquierdo de la primera fila.

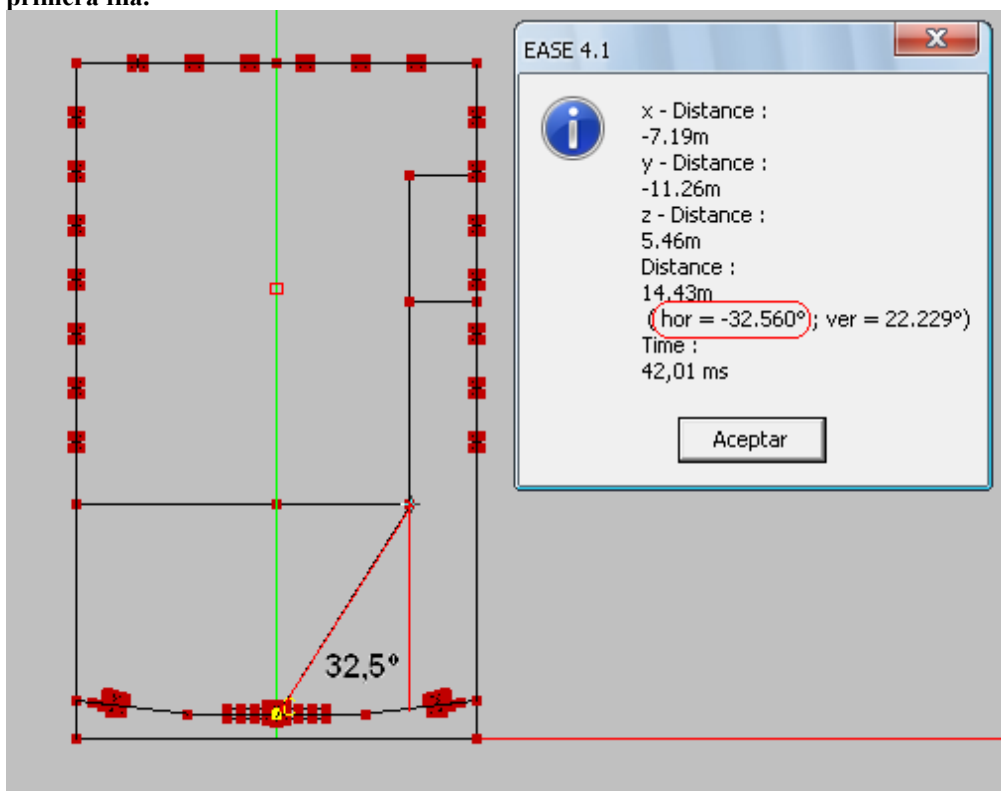


Ilustración 10. Descripción de la sala. Audiencia. Ángulo de distorsión del extremo derecho de la primera fila.

1.2.2.- Pantalla

La pantalla es uno de los elementos más importantes del cine, dentro de las características propias a cumplir de la pantalla están la curvatura, el color, las dimensiones....etc.

En cuanto al dimensionado de la misma viene parejo al diseño del dimensionado de la sala por lo que están íntimamente relacionados. La anchura de la pantalla se intentará ajustar a la anchura de la sala en la medida de lo posible teniendo en cuenta que la recomendación es que se cumpla la relación entre las anchuras de la sala y la pantalla sea de 1.65:1. La altura de la pantalla se deberá elegir entre 3m, 4,5m, 6m, 7,5m, 9m (10, 15, 20, 25 y 30 ft), teniendo como recomendación la relación entre la altura de la sala y la de la pantalla de 1,5:1, y que dicha relación en la sala 18 es de aproximadamente 1,1:1 se puede decir que es bastante aproximada. Teniendo en cuenta que la sala a tratar tiene un ancho de 21,61 y una altura de 8,73 metros la pantalla siguiendo esta recomendación debería tener un ancho aproximado de 13 metros y una altura de 5,82, nuestra pantalla tiene unas dimensiones de 20x8 metros aunque hay que decir que al hablar de la anchura de la pantalla no se tiene en cuenta la curvatura, por lo que la anchura real sería mucho menor y dado que no la imagen no se proyecta en toda la pantalla cabría decir lo mismo de la altura. Relación de alturas 1,09:1. Relación de anchuras 1,08:1.

La norma SMPTE EG 18-1994 aconseja una altura de 1.22 a 1.83 metros del borde inferior de la pantalla hasta el suelo, a fin de evitar que una persona levantada interfiera en la visión del resto de espectadores. La distancia entre la parte superior de la pantalla y el techo ha de ser lo suficientemente grande para evitar que la imagen se refleje y se proyecte en el techo. La altura de la pantalla de la sala (medida como la distancia del suelo a la parte inferior de la pantalla) es de tan sólo 50cm ya que la diferencia entre el techo y el borde superior de la pantalla es de 23cm, esta última no se puede reducir ya que se pretende evitar proyecciones indeseadas en el techo.

La forma de la pantalla es curvada horizontal, es decir, curvada en los extremos laterales hacia la audiencia. Con esta curvatura se evita la deformación y la distorsión en la imagen debida al efecto “*pin cushion*” o efecto cojín/barril que es provocado por la diferencia de distancias que tiene que recorrer la luz desde el proyector hasta los extremos laterales y el centro de la pantalla. De esta manera se consigue que la luz recorra la misma distancia a cualquier punto de la pantalla en la dimensión horizontal.

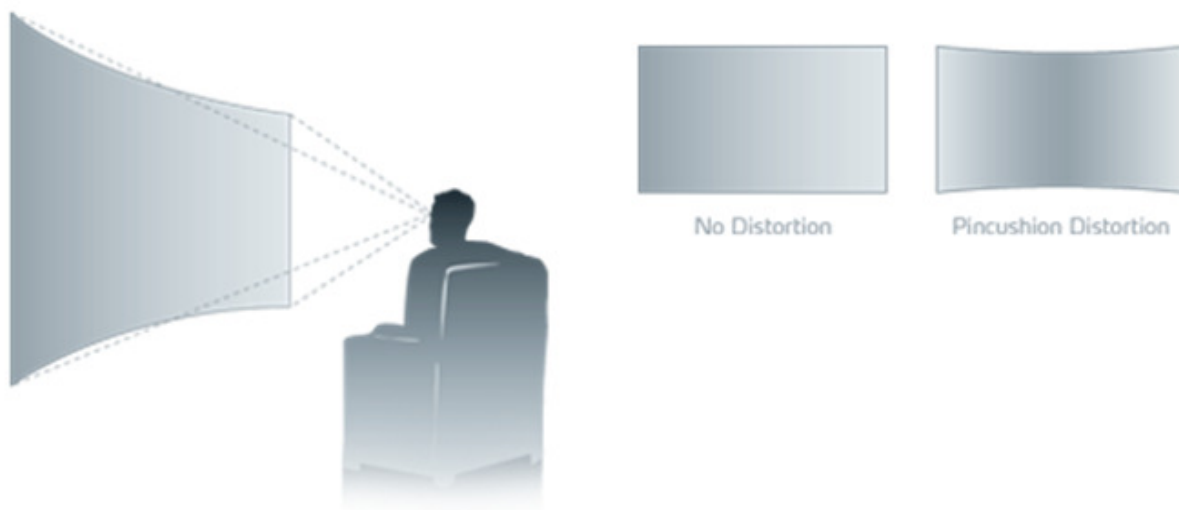


Ilustración 11. Descripción de la sala. Pantalla. Distorsión tipo pincushion.

En cuanto al color la pantalla siempre deberá ser de blanca para no modificar los colores de la película.

La misma deberá de estar alineada con el proyector. Éste último deberá apuntar al centro de la pantalla con una precisión de al menos el 5% y deseablemente un 3%.

También se deberán cumplir los ángulos de visión anteriormente explicados en el apartado de la audiencia.

Un detalle a tener en cuenta es que este elemento deberá cumplir una serie de parámetros que si bien no son intrínsecos al funcionamiento mismo de este elemento son indispensables para el funcionamiento global de la sala.

Uno de estos parámetros que ha de cumplir es que debe ser lo más transparente posible al sonido ya que los altavoces frontales estarán situados detrás de la misma, evitando así cualquier modificación del mismo, esto se consigue al ser de material vinilo blanco pesado con perforaciones.

1.2.2.1- DESCRIPCIÓN Y COMPARACIÓN CON LA NORMA

La pantalla de la sala a tratar tiene unas dimensiones de 20x8 metros y dista de la cabina de proyección 35,30 metros. Es de color blanco, material de vinilo perforado.

1.2.3.- Distribución de la sala

En tanto en cuanto la arquitectura de la sala es un elemento más en el correcto funcionamiento del cine, ha de posibilitar y facilitar la proyección y visualización de la película o medio. Dicho esto se deberá recordar que no debe distraer ni dificultar la proyección por lo que no tendrán cabida arquitecturas ostentosas, ni de colores llamativos y mucho menos con obstáculos que dificulten la visión.

La Norma THX que en estos aspectos se rige por la Norma SMPTE Engineering Guideline E 18-1994 recomienda que las paredes de la sala sean de colores oscuros preferiblemente negros para no distraer la atención del visionado de la pantalla.

También es importante mencionar que la arquitectura de la sala también debería ayudar al correcto visionado de la pantalla, de manera que el suelo esté en pendiente,

evitando obstáculos a la visión de la pantalla.

En esta línea se deberá intentar evitar colocar un pasillo en el centro de la audiencia perpendicularmente a la pantalla, especialmente en salas medianas a grandes (de más de 250 butacas), ya que se sacrificarían los mejores asientos y cualquier acceso o salida de la sala que se produzca durante la proyección constituiría un obstáculo para la mayor parte de los espectadores. Por estas razones se recomienda el desarrollo de otras opciones como 2 pasillos uno en el extremo izquierdo y otro en el derecho...etc. Si la única opción es la de un único pasillo se aconseja alejarlo lo más posible del centro. También recordar que las salas THX no suelen tener pasillo de salida situado por detrás de la pantalla, puesto que dificultaría la estructura trasera de la pantalla. Es aconsejable que las paredes no sean paralelas porque crean ondas estacionarias y que no exista perforación alguna excepto detrás de la pantalla.

1.2.3.1.- DESCRIPCIÓN Y COMPARACIÓN CON LA NORMA

La sala es una estancia diáfana de paredes de color azul oscuro para nada llamativo, siguiendo la norma de no desviar la atención las butacas están forradas en tonos grises. Del mismo modo el suelo está recubierto por una moqueta más oscura dentro de la escala de grises.

La primera fila dista de la pantalla 13 m mientras que la cabina de reproducción está a una distancia de 35,3m de la pantalla.

Existen dos pasillos laterales para acceder a los asientos, de este modo se evita tener un pasillo central desaconsejado por la norma. Del mismo modo no existe un pasillo de salida detrás de la pantalla, existen dos vías de salidas, la puerta de uso normal está en el lateral izquierdo al final de un pasillo debajo de la audiencia y la de emergencia en el lateral derecho antes de llegar a la pantalla.

2.- MEDIDAS IN-SITU

Para realizar la correcta simulación de la sala se necesitan parámetros reales que describen acústicamente la sala. Dichos parámetros son el Tiempo de Reverberación y el Ruido de Fondo.

La sala simulada deberá responder con el mismo Tiempo de Reverberación y tener el mismo ruido de fondo intrínseco. De este modo todas las simulaciones que se hagan se ajustarán a la realidad y se podrá asegurar que todos los comportamientos que se verifiquen en las simulaciones debido a inclusiones de nuevos elementos tales como altavoces y sus ajustes, nuevos materiales, etc., serán los que sucedan si se introduce en la sala real dichos elementos.

El software y hardware elegido para dichas medidas fue:

- Sistema de medida y generación de señal: sistema dBatti Symphonie 0.1 dB.
 - Software: dBatti
 - Hardware: portátil con el software instalado, tarjeta PCMCIA y módulo de Symphonie de entrada/salida.
- Micrófonos de presión marca GRASS omnidireccionales con sus preamplificadores. (2 unidades)
- Calibrador marca XXX.
- Amplificador de potencia (Luter-M-700 de Álava Ingenieros).
- Fuente omnidireccional: clúster de altavoces dodecaédrico DO12 de Álava Ingenieros (1 unidad).
- Medidor láser.
- Equipo auxiliar: dos pie de micro, una base con ruedas, cables de conexión y alargaderas.

Sobre las medidas, cabrá decir que se realizaron siguiendo lo descrito en la norma UNE-EN ISO 3382.

- 1.) para la medida del Tiempo de Reverberación se realizó con dos posiciones de la fuente (una en la parte superior de la sala y otra en la parte inferior) y se midió en 5 posiciones de la sala, o lo que es lo mismo en 5 posiciones del micrófono, repitiendo cada medida 1 vez.
- 2.) para la medida de Ruido de Fondo se realizaron dos medidas una en la parte superior de la sala y otra en la parte inferior.

Para ambas medidas se tuvo en cuenta que cada posición estuviera a por lo menos 2 metros de distancia con la pared más cercana y como distancia mínima entre fuente-micrófono:

$$d_{\text{mín}} = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{V}{c \cdot T}\right)} \quad \text{centígrados (°C)}.$$

siendo la velocidad del sonido $c = 331 + 0,6 \cdot t^{\text{a}}$ con t^{a} =temperatura en grados

También cabe decir que se hicieron con la sala desocupada de acuerdo con la norma.

Con los datos registrados se realizará la media de los valores entre las repeticiones y posteriormente con esos resultados la media de todos los valores.

2.1.- Diagrama de bloques. Conexionado.

Las medidas del tiempo de reverberación se realizaron por el método de ruido ininterrumpido que se caracteriza para usar un ruido de banda ancha como señal.

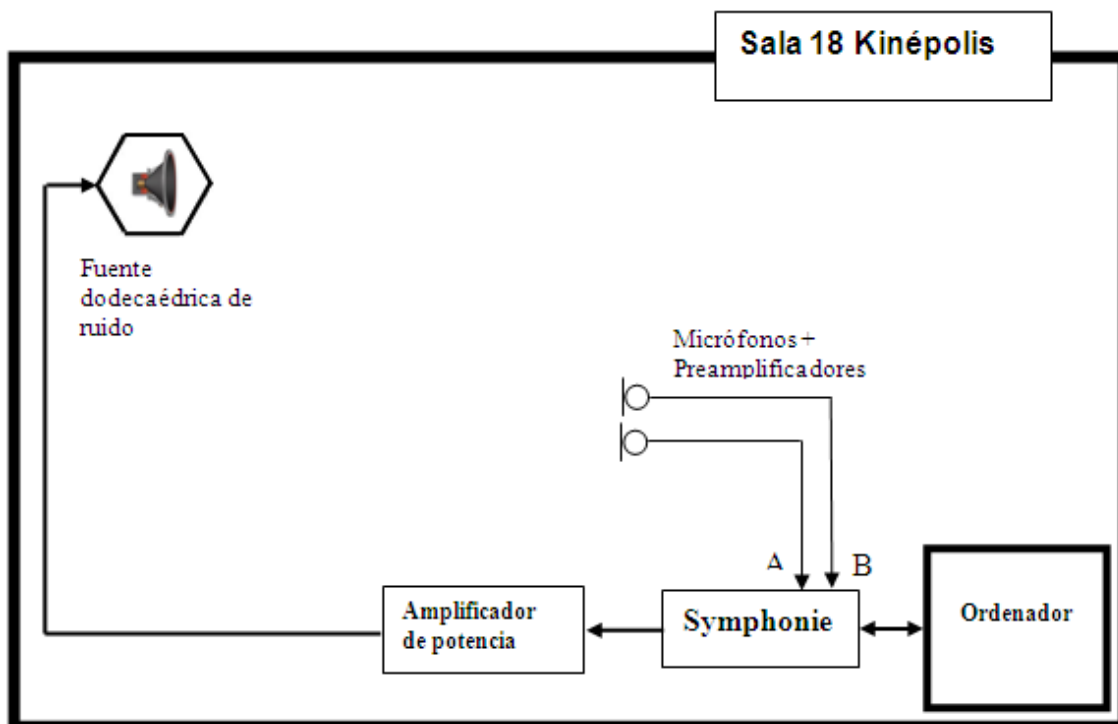


Ilustración 12. Medidas In-situ. Diagrama de bloques.

2.2.- Tiempo de reverberación

2.2.1.- Definición

Cuando una fuente emite ondas sonoras en una sala cerrada surgirán tanto la onda directa de presión sonora como las indirectas surgidas de las diferentes reflexiones que se han producido en la sala debido a los obstáculos encontrados como paredes, asientos, etc.

La fuente sonora emitiendo no crea la misma respuesta acústica (campo sonoro) en todos los recintos ya que estos modifican la señal sonora que se propaga en su interior.

Esta respuesta desigual es debida a lo siguiente, la fuente sonora emite ondas de presión sonora, estas últimas pueden llegar al oyente de dos formas, como ya se ha comentado anteriormente:

- De forma directa: sin ningún obstáculo en la trayectoria fuente-oyente (lo que constituye el Campo Directo) y por tanto no hay modificación alguna en la señal, salvo las pérdidas producidas por la propagación de la onda en el aire y

por tanto proporcionales a la distancia.

- De forma indirecta: la onda sonora incide en algún obstáculo (paredes, objetos de la sala...etc.) y se refleja, es esta reflexión de la onda sonora la que llega al oyente (Campo Reverberante). En esta reflexión se pierde parte de la energía total incidente debido a la absorción de las paredes, la energía restante se refleja hacia el interior de la sala, por tanto la sala en sí modifica la onda que incide en sus paredes.

Como resultado la presión sonora total que percibe un oyente es el resultado del nivel total de presión creado tanto por la presión sonora de las ondas directas como de las indirectas. Estas incidencias indirectas repercuten en el nivel total de presión sonora que recibe el oyente y por tanto modifican la sonoridad inicial. Si la fuente sonora emitiese de una forma continuada en el tiempo, la densidad de energía de las sala crecería incrementándose con las múltiples reflexiones, estas ondas irían sumando nivel al total hasta llegar a un nivel estable y constante de presión sonora. A esta situación se la llama campo reverberante.

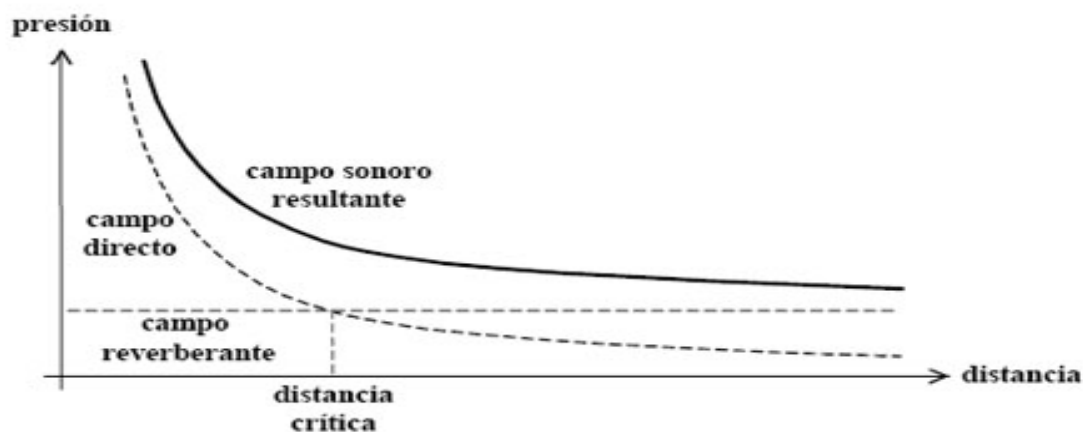


Ilustración 13. Tiempo de reverberación. Definición. Gráfica.

En este estado de equilibrio la energía radiada por la fuente sería la misma que la absorbida por la sala. En este estado estacionario si la fuente de sonido cesase su emisión de forma abrupta, el sonido no desaparecería inmediatamente. El oyente

percibiría el sonido debido a las reflexiones aún existentes, disminuyendo paulatinamente la energía de las mismas, hasta llegar a desaparecer.

Esta situación es conocida como reverberación y el tiempo de reverberación es el tiempo que tarda la señal, una vez que la fuente ha dejado de emitir, en disminuir hasta ser menor que el umbral de la audición.

Es el "parámetro acústico" por excelencia. La norma UNE-EN ISO 3382 establece el tiempo de reverberación (Tr_{60}) como el tiempo que tarda, en un recinto, el nivel de presión sonora (SPL) en bajar 60dB de su nivel (o lo que es lo mismo la presión sonora descienda en una millonésima parte y por tanto baja al umbral de audición), cuando la fuente sonora interrumpe su emisión una vez alcanzado el nivel constante del nivel de presión sonora reverberante, es decir, sobrepasado la distancia crítica DC.

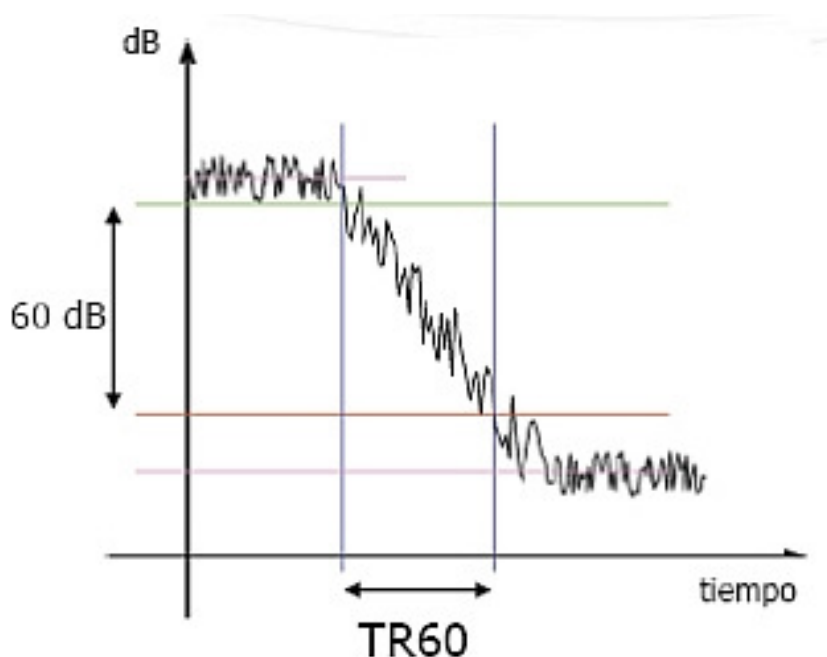


Ilustración 14. Tiempo de reverberación. Gráfica caída de nivel.

Es un parámetro recurrente en el acondicionamiento acústico y su importancia es tal que existen valores predefinidos sugeridos como convenientes dependiendo del uso particular de la sala.

En el caso del uso del recinto como sala de cine, en la cual es necesaria una alta inteligibilidad, el valor del TR60 que especifica la norma THX va desde 0,5 a 2 segundos dependiendo del volumen, nunca excediendo los 2s.

El TR60 a frecuencias medias se podría decir que representa la respuesta acústica de la sala y dependiendo del uso que se le vaya a dar a la misma se deseará un tiempo de reverberación u otro. A partir de este punto se simplificará llamando TR60 al TR60 de frecuencias medias.

Por ejemplo los TR60 deseados para un sala dedicada a la música son mayores que los deseados para una dedicada a la palabra (conferencias, aulas,...etc.). En general para la música es deseada una reverberación más alta que la de la palabra. En el caso de salas dedicadas a la palabra lo que interesa es el campo directo (inteligibilidad) así que cuanto menor sea el campo reverberante mejor, como contrapunto las salas dedicadas a la música se evita esta sonoridad “seca” y se opta por un TR60 mayor mejorando la sonoridad y el tono, sin embargo si es demasiado grande se perderá definición en la misma.

En caso de la sala cinematográfica se debe llegar a un tiempo de reverberación bueno para ambos usos, ya que el arte visual conjuga tanto el lenguaje musical como la palabra, es decir, es necesaria una alta inteligibilidad sin llegar a tener una sonoridad seca que “desluzca” la música.

2.2.2.- Medidas in-situ del TR60

Para las medidas del TR60 se utilizó una fuente ininterrumpida de ruido rosa de $1/3$ de octava, con 6 segundos de duración de la medida. Se realizaron con dos posiciones de fuente y 5 posiciones de micrófono, repitiendo la medida en cada posición una vez. Todo ello de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3382.

En la siguiente imagen se puede apreciar un mapa de la sala con las posiciones aproximadas de la fuente y los micrófonos.

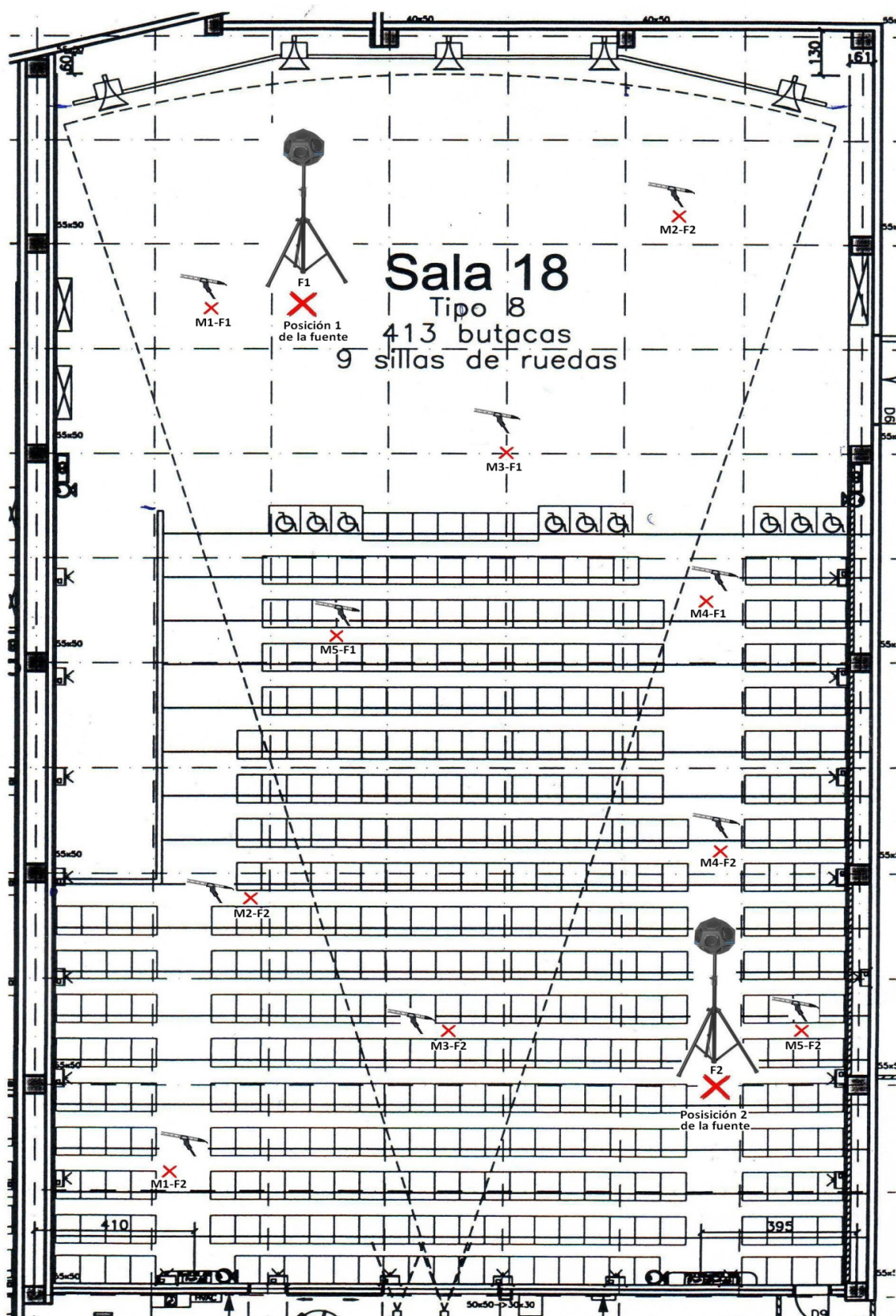


Ilustración 15. Tiempo de reverberación. Localización de las medidas.

2.2.3.- Resultados de las medidas in-situ del TR60

La media de las medidas del Tiempo de Reverberación obtenidas de los cinco puntos de medida (cada medida se ha repetido dos veces y es la media de éstas dos la que se ha utilizado para realizar esta media final).

Hz	Tr (s)
80	0,9
100	0,8
125	0,8
160	0,7
200	0,6
250	0,6
315	0,6
400	0,5
500	0,5
630	0,5
800	0,5
1000	0,5
1250	0,5
1600	0,5
2000	0,5
2500	0,5
3150	0,5
4000	0,4
5000	0,4
6000	0,4
8000	0,5
10000	0,4
12500	0,4

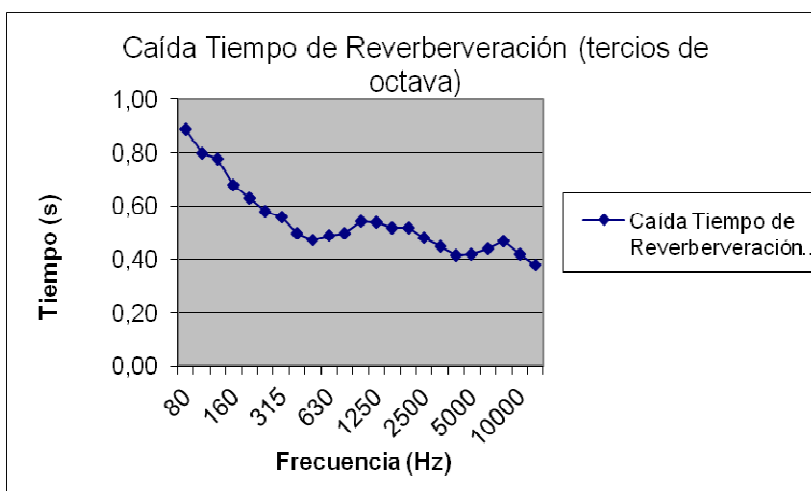


Ilustración 16. Gráfica de la media de las medidas del tiempo de reverberación.

Estos son los valores por tanto del TR60 medido. Los valores del tiempo de reverberación se han redondeado a una cifra, ya que es lo más óptimo y lo exigido en el CTE (Código Técnico de Edificación) en el Código Básico HR. Protección contra el Ruido.

2.2.4.- Norma THX sobre el TR60 y norma SMPTE-EBU

La recomendación THX insta a seguir a la norma SMPTE –EBU EG 18-1994 para todo lo relacionado con reverberación y ecos.

Dado que el cine contiene diálogos tendrá que tener una alta inteligibilidad y por tanto un bajo TR60 y sin ecos audibles. El tiempo de reverberación apropiado es variable con el volumen de la sala, en rasgos generales el tiempo de reverberación debería estar entre los valores 0,5 y 2 segundos (nunca excediendo estos últimos).

En la siguiente gráfica se muestra el tiempo de reverberación recomendado por la norma para la banda de octava de 500Hz. Teniendo en cuenta que el volumen de la sala a tratar es de $282,22\text{m}^3$ (996650.52 pies cúbicos aproximadamente) el valor del TR60 apropiado para esa banda deberá estar entre los valores 0,47 y 0,69 segundos.

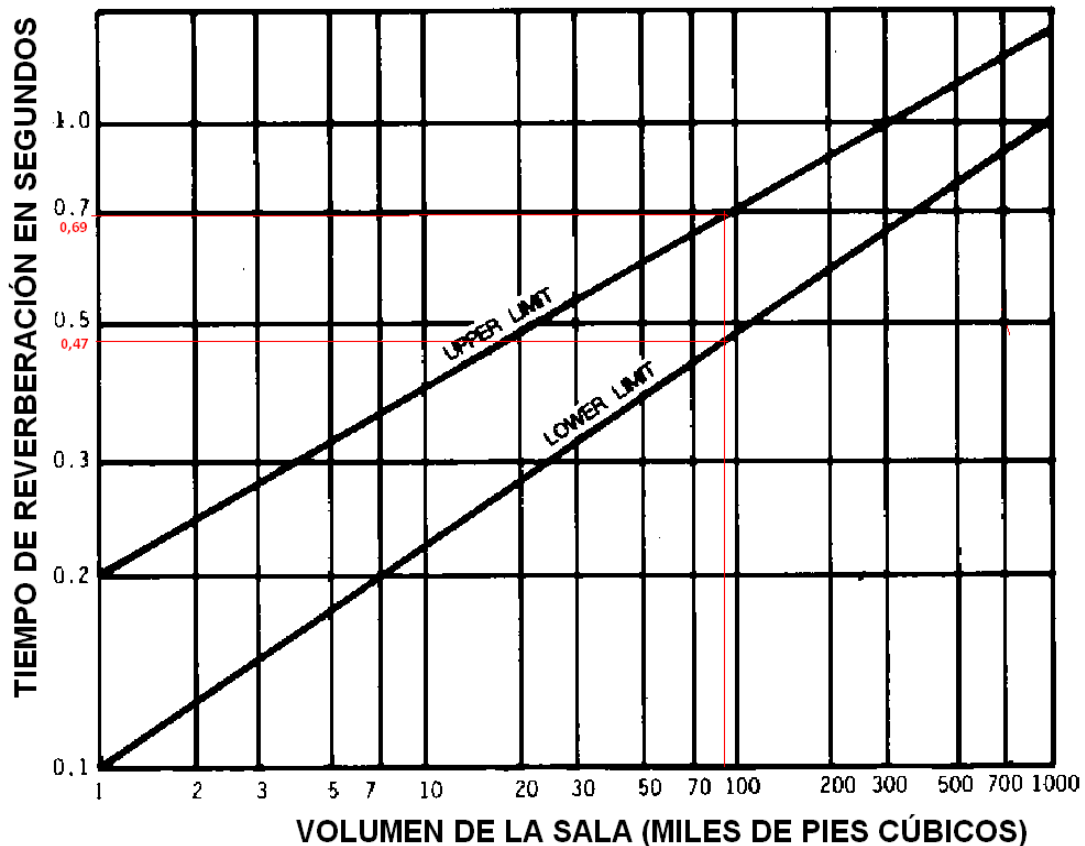


Ilustración 17. Tiempo de reverberación. Gálibo de la norma SMPTE –EBU EG 18-1994. Comparación con TR60 real.

Dado que el TR60 de la banda de 500Hz de la sala tratada es de 0,472 segundos, se puede asegurar que cumple la norma.

2.3.- Ruido de fondo

El ruido de fondo es la presión o el nivel de presión sonora existente en la sala sin ninguna fuente sonora funcionando y por tanto se considera un efecto no deseado.

En este aspecto para minimizar su efecto existen varios métodos de insonorización y aislamiento que se pueden llevar a cabo. Muchos de estos aislamientos se habrán realizado en la construcción del edificio, mucho antes por tanto de la sonorización de la sala. Las principales fuentes de ruido serán los sistemas de ventilación y aire acondicionado, los ruidos exteriores a la sala, ya provengan desde las salas adyacentes o desde el exterior y por último el ruido generado por el propio público.

El gálibo recomendado a cumplir del nivel de ruido son la de las curvas de la NC-20 a la NC25. El valor recomendado de nivel de ruido de una sala que tiene como uso la reproducción cinematográfica no debería sobrepasar el gálibo de las curvas NC30 o NC35.

2.3.1.- Medidas in-situ del ruido de fondo

Se realizaron dos medidas una en la parte superior de la sala y otra en la parte inferior, ambas se repitieron, por tanto se obtuvieron cuatro valores.

Para las medidas todos los sistemas que normalmente están funcionando durante las proyecciones estuvieron accionados: aire acondicionado, el proyector encendido y funcionando, luces encendidas, transformadores...etc. El sistema de audio, evidentemente, estuvo apagado.

Las medidas estaban de acuerdo con la norma ANSI S1.13 y se realizaron en octavas o en tercios de octava como indica la ANSI S1.11.

El sistema de medida fue calibrado (micrófonos, symphonie,...) con anterioridad a las medidas ($\pm 1/2$ dB para la presión sonora).

Es preferible hacer las medidas en tercios de octava, ya que si se necesita el valor en octavas se puede obtener los mismos mediante la fórmula:

$$\text{Octave band SPL} = 10 \log_{10} \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + 10^{\frac{L_3}{10}} \right)^4$$

Se debe asegurar que las medidas realizadas distaban al menos 1,2 metros de la pared más cercana comprendidas en el área de audiencia y con a la altura de la oreja de una persona de altura media sentada (1.2m).

⁴ L1 es el valor del nivel de presión sonora del primer tercio de la octava, L2 el del segundo tercio y L3 el del tercer tercio.

2.3.2.- Resultados de las medidas in-situ del ruido de fondo

La media de las medidas obtenidas anteriormente es la siguiente:

Bandas de Frecuencia	Media de las medidas in situ del ruido	Curva NC30	Curva NC35	Curva NC40
Hz	dB	dB	dB	dB
100	40	50,33	54,67	59,33
125	39,65	48	52	57
160	39,8	45,67	49,67	54,67
200	39,95	43,33	47,34	52,34
250	30,8	41	45	50
315	29,55	39	43,33	48,33
400	28,75	37	41,67	46,66
500	28,25	35	40	45
630	29	33,67	38,67	43,67
800	29,78	32,33	37,34	42,34
1000	30,9	31	36	41
1250	31,45	30,33	35,33	40,33
1600	32,2	29,67	34,66	39,67
2000	33,2	29	34	39
2500	34	28,67	33,67	38,67
3150	35,5	28,33	33,34	38,34
4000	36,3	28	33	38
5000	36,35	27,67	32,67	37,67
6300	36,4	27,33	32,34	37,34
8000	36,45	27	32	37
10000	36,5	26,67	31,67	36,67

Si la comparamos con las curvas NC30, NC35 y NC40:

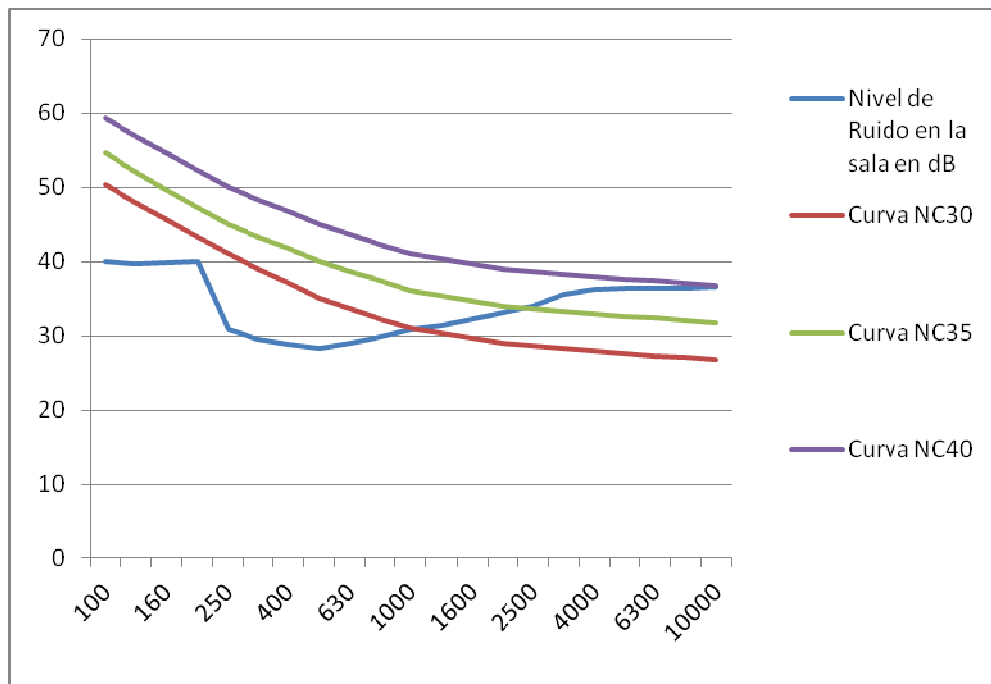


Ilustración 18. Ruido de fondo. Comparación de la medida del ruido de la sala con las curvas NC30, NC35 y NC40.

Se comprueba que hasta la frecuencia de los 1500Hz el nivel de ruido permanece por debajo del máximo estipulado de la curva NC30, sin embargo a partir de esa frecuencia se ajusta a la curva NC40.

2.3.3.- Norma THX y SMPTE-EBU

En cuanto a ruido de fondo la norma a seguir es la SMPTE RP 141 - 1995⁵ (Background Acoustic Noise Levels and Theaters Review Rooms , revisión de la del año 1990) en ella se detalla los métodos de medida y el máximo nivel aceptable de ruido. En cuanto a este último se debe decir que el ruido de fondo ha de ser igual o menor a la curva NC30 (sería de calificación *premier* si consiguiera ser menor que la NC20 y/o NC25) de la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning

⁵ En esta norma aparecen múltiples referencias a otros estándares como:
 ANSI S1.4-1983, *Specifications for Sound Level Meters*
 ANSI S1.11-1986, *Specifications for Octave-Band and Fractional Octave-Band Analog and Digital Filters*
 ANSI S1.13-1971 (R1986), *Method for the Measurement of Sound Pressure Levels*

Engineers) para cada banda de octavas.

Las salas de cine clasificadas en base a criterios de ruido responden a la siguiente clasificación:

A. Salas revisadas y de categoría premier, cuyo ruido está comprendido entre las curvas NC-20 y/o NC-25.

B. Salas nuevas y cumpliendo la norma (first-run), primera calidad, cuyo ruido está comprendido en la curva NC-30.

C. Salas de segunda calidad y por tanto con más ruido (Sub-run), cuyo ruido está comprendido en la curva NC-35.

D. Salas poco aceptables que pueden conllevar problemas en la inteligibilidad: NC-45.

La calidad aceptable y exigida para un cine con respecto al ruido de la sala es la de tipo B (curva NC30).

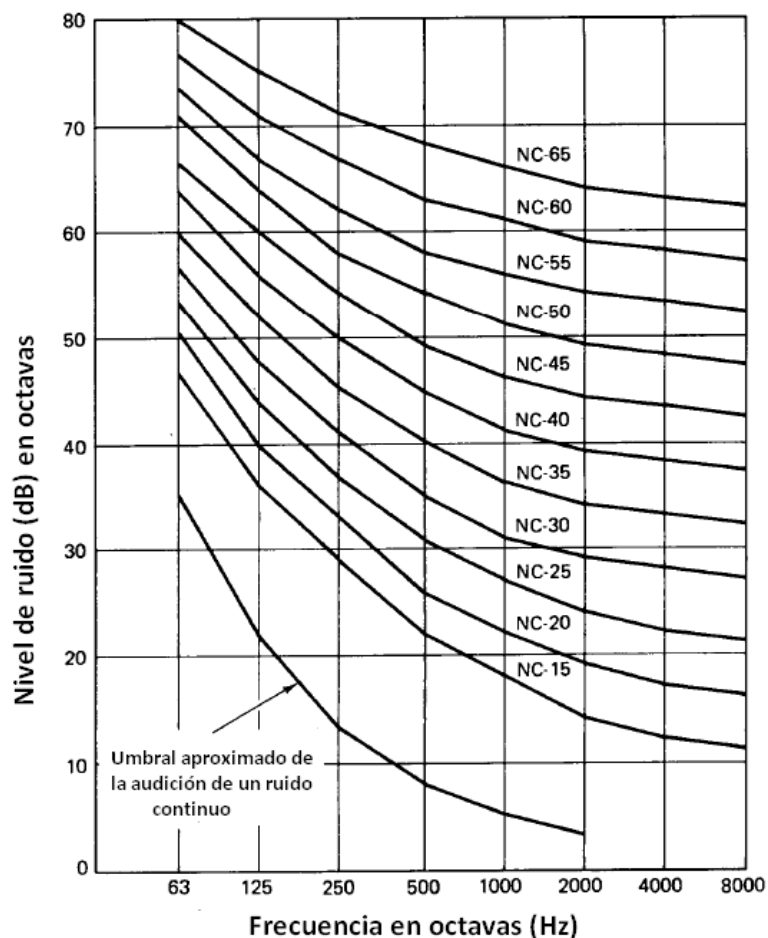


Ilustración 19. Ruido. Curvas NC. Curva NC30.

Se recuerda en este apartado que el ruido del que se habla es del causado por la calefacción, el aire acondicionado y los sistemas eléctricos y/o mecánicos de la sala (proyector, sistema de refrigeración...), resumiendo para ese tipo de ruidos persistente y de nivel casi constante.

En ningún caso se tendrán en cuenta los ruidos procedentes del exterior del cine como tráfico, aviones o similares. Del mismo modo se ignorarán los ruidos provocados por el sistema de audio ni los sonidos de frecuencia inferior a 20 Hz (vibraciones del edificio, etc.).

3.- SIMULACIÓN CON EASE 4.01

EASE (Enhanced Acoustic Simulator for Engineers) es un software de simulación acústica desarrollado por el instituto ADA (Acoustical Design Ahnert) en Berlín.

Con Dicho software se realizan predicciones de comportamiento acústico de un recinto. Se puede parametrizar dicho sala mediante la inclusión de dimensiones, materiales (con su consiguiente absorción), ruido de fondo, equipamiento acústico... etc. y observar la respuesta del recinto.

3.1.- Parametrización de la sala

En este punto es sumamente importante que las medidas realizadas in-situ correspondan fielmente a la realidad, ya que se modelará el recinto simulado en base a las mismas.

Lo primero que se ha de realizar para comenzar la simulación es introducir el dimensionado de la sala mediante la inclusión de las coordenadas (x <ancho>, y <largo>, z <altura>) de los vértices y su posterior unión por aristas y así recrear los distintos elementos que la componen, del mismo modo se introducirá el ruido de fondo para cada banda.

Se especificarán los distintos materiales de cada superficie y se irán ajustando de modo que la sala se ajuste a la realidad y se obtenga en la simulación el mismo TR60 que el medido in-situ y por tanto real.

Una vez que el TR simulado, el ruido de fondo introducido y las dimensiones de la sala sean lo más parecidas a las reales se podrá asegurar que el comportamiento de la sala simulada cuando se le añadan nuevos elementos acústicos será el mismo que sufrirá la sala real si se le introducen los mismos elementos que en la simulada. Esto nos será muy útil para el diseño electroacústico posterior.

En este punto de la simulación se localizarán las zonas de audiencia, estas "superficies" son transparentes para el sonido y se usan principalmente para indicar el área en el que se quiere monitorizar el comportamiento acústico. Dichas superficie coinciden con las

superficies en las que se localizan las butacas pero a una altura de 1,2m que corresponde con la altura de los oídos de una persona sentada media. Se han simulado dos zonas de audiencia con 4 oyentes entre ambas, que no son más que las coordenadas de puntos contenidos en dichas zonas en las que se quieren realizar medidas específicas.

Los pasos a seguir, pues para el diseño de un proyecto en el EASE son los siguientes.

Se comenzará por crear un proyecto acústico e introducir los valores generales de la sala como los niveles de ruido existentes por cada banda de frecuencia. Más tarde se comenzará con la introducción de los valores arquitectónicos, primeramente se añadirán los vértices del recinto para luego asociarlos en superficies. Una vez introducida la arquitectura de la sala se elegirán los materiales de todas las superficies de modo que el comportamiento acústico de la sala del proyecto sea igual al de la sala real, lo que se consigue de facto cuando el tiempo de reverberación sea el mismo.

Conseguido esta aproximación se podrá comenzar a simular en el EASE con la seguridad de que el comportamiento acústico de la sala real será el mismo que el de la sala simulada cuando se introduzcan o varíen sus elementos de la misma forma. De esta forma se podrá predecir el comportamiento acústico de la sala cuando se le introduzcan los elementos electroacústicos como altavoces, retardos...

Dicho esto el proyecto de simulación está preparado para comenzar el diseño electroacústico.

Aunque más tarde se comentará en más profundidad sobre el diseño electroacústico, cabrá decir que en este punto el proyecto es representativo de la sala real. Para simular y valorar el comportamiento de la sala incluyéndole el resto de elementos de un cine como altavoces, con sus consiguientes especificaciones técnicas, localización y directividad, retardos,...etc. se introducirán las zonas de audiencia y los oyentes.

Respecto a los oyentes cabe decir que se ha configurado un oyente en el punto central de la anchura de la sala distando $\frac{2}{3}$ de la longitud de la sala a partir de la pantalla,

para ecualizarla, es decir conseguir que cada canal de audio tenga el nivel especificado por la norma (este punto se verá más adelante en la parte electroacústica). Los otros tres oyentes están localizados en zonas con comportamientos acústicos críticos como esquinas, cerca de paredes...etc. donde el comportamiento acústico no suele ser uniforme y por tanto merece un estudio en profundidad.

En las imágenes posteriores se puede apreciar un resumen visual del diseño de dicho proyecto en el Ease.

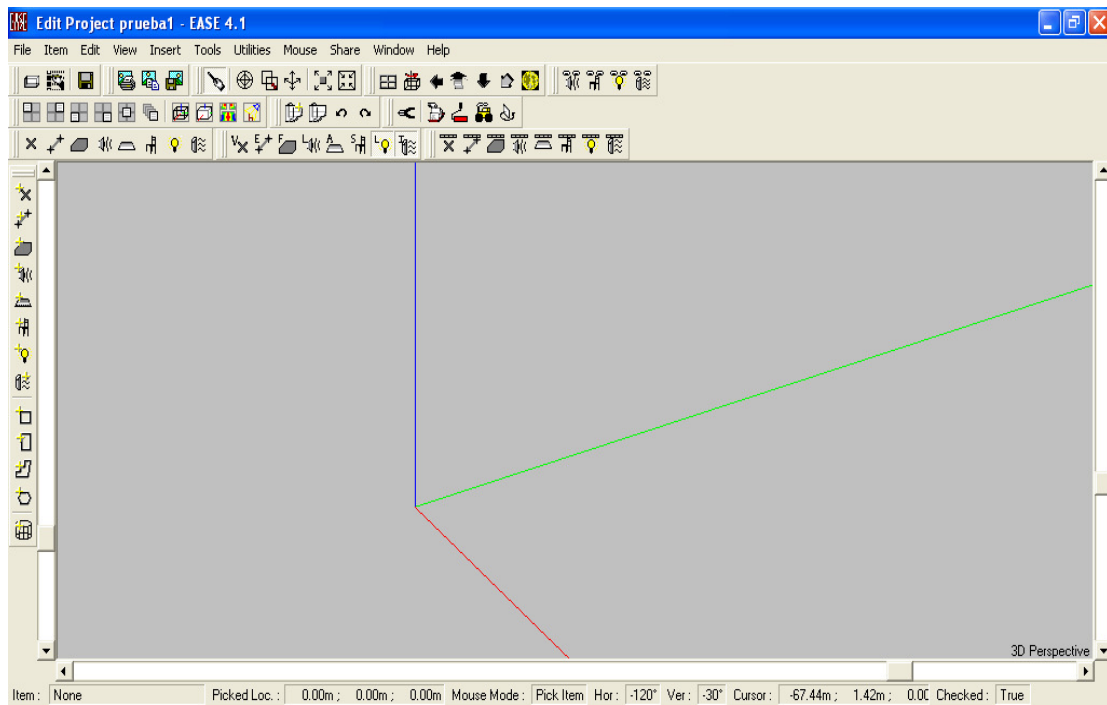


Ilustración 20. Simulación mediante EASE. Creación del proyecto.

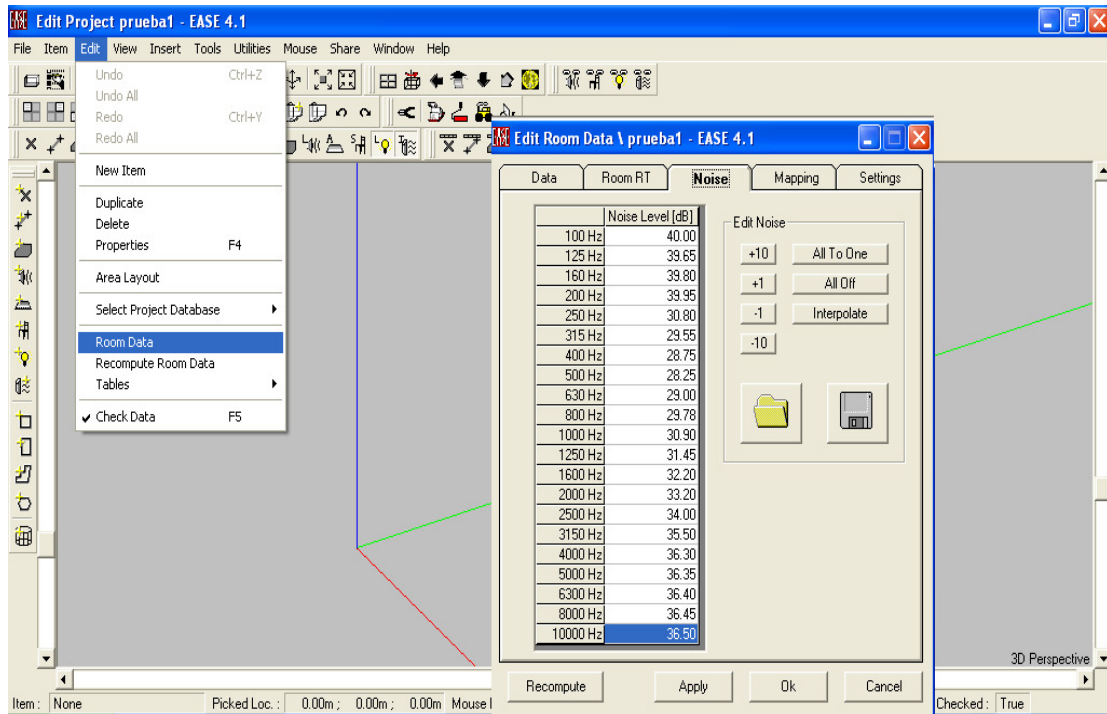


Ilustración 21. Simulación mediante el EASE. Parámetros acústicos de la sala.

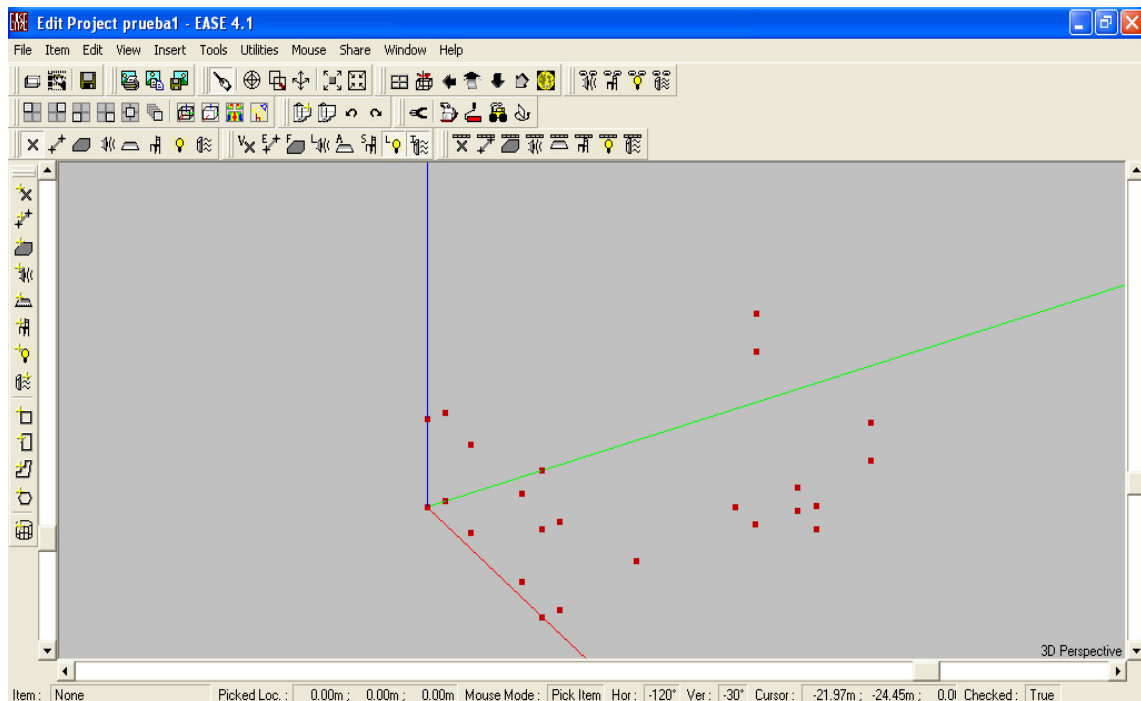


Ilustración 22. Simulación mediante el EASE. Inserción de vértices.

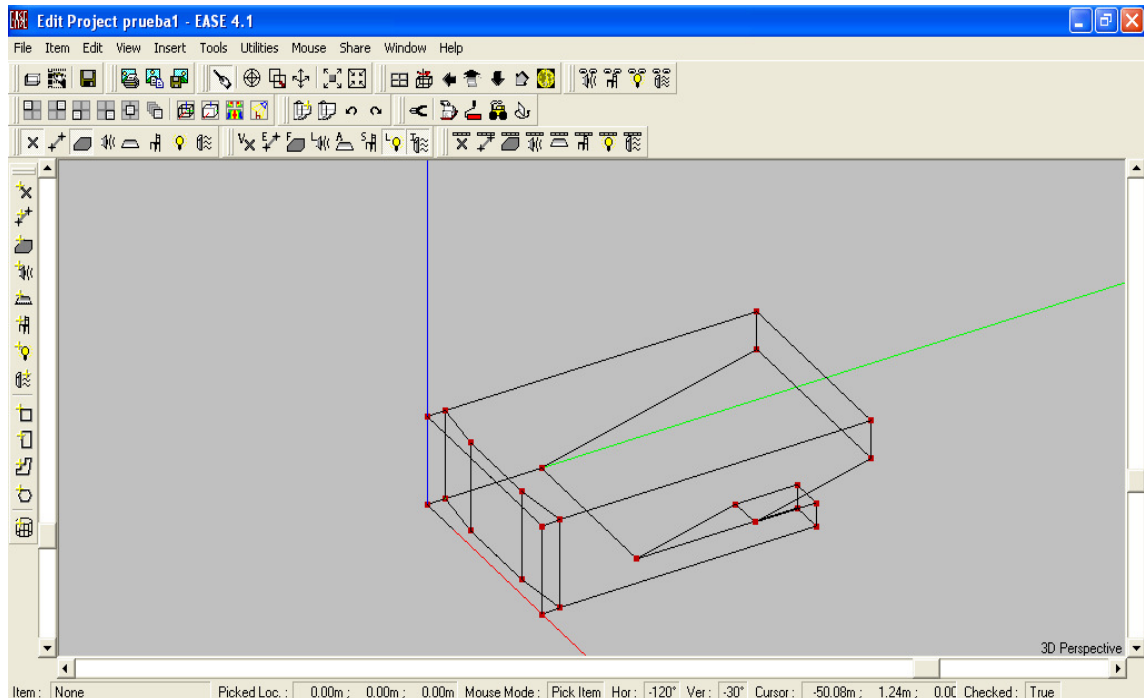


Ilustración 23. Simulación mediante el EASE. Inserción de superficies.

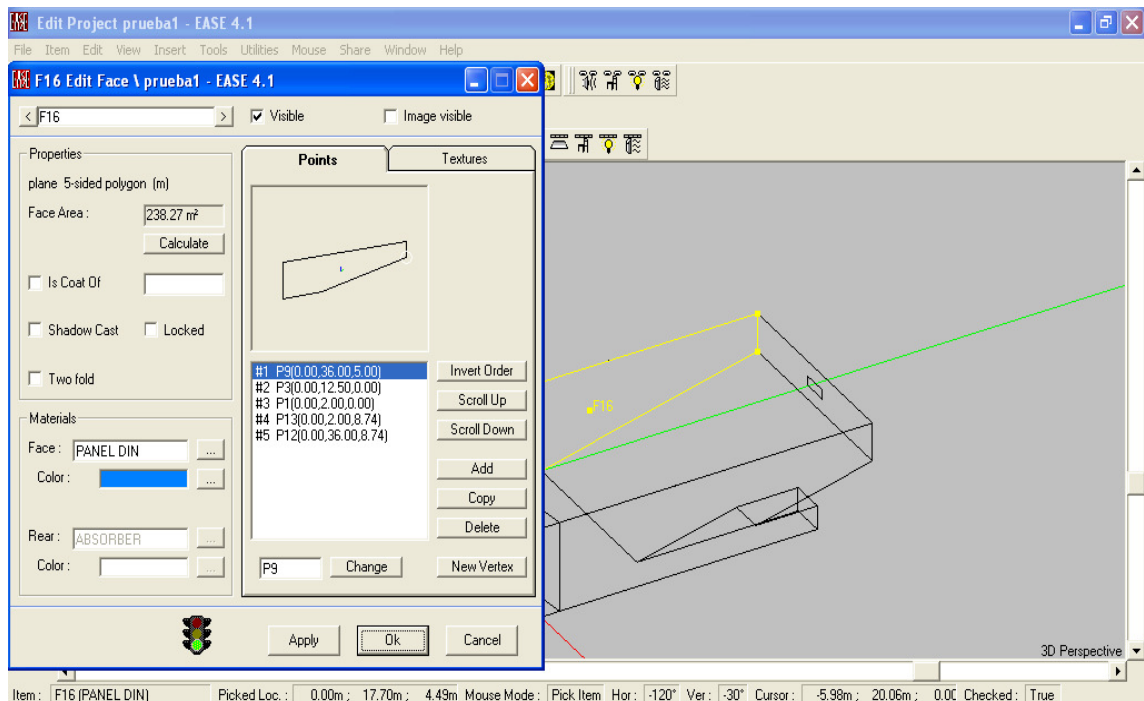


Ilustración 24. Simulación mediante el EASE. Elección de materiales de las superficies.

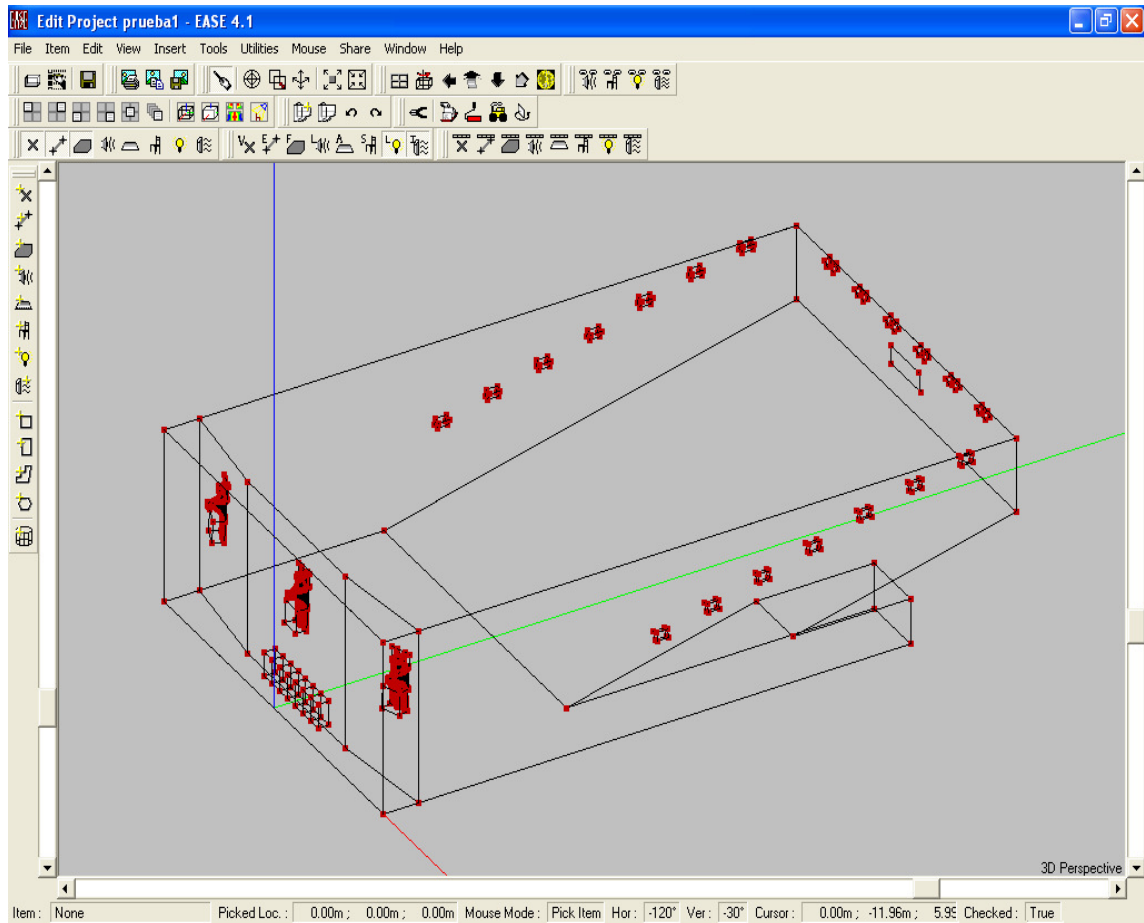


Ilustración 25. Simulación mediante el EASE. Inserción de elementos acústicos como altavoces y clústers.

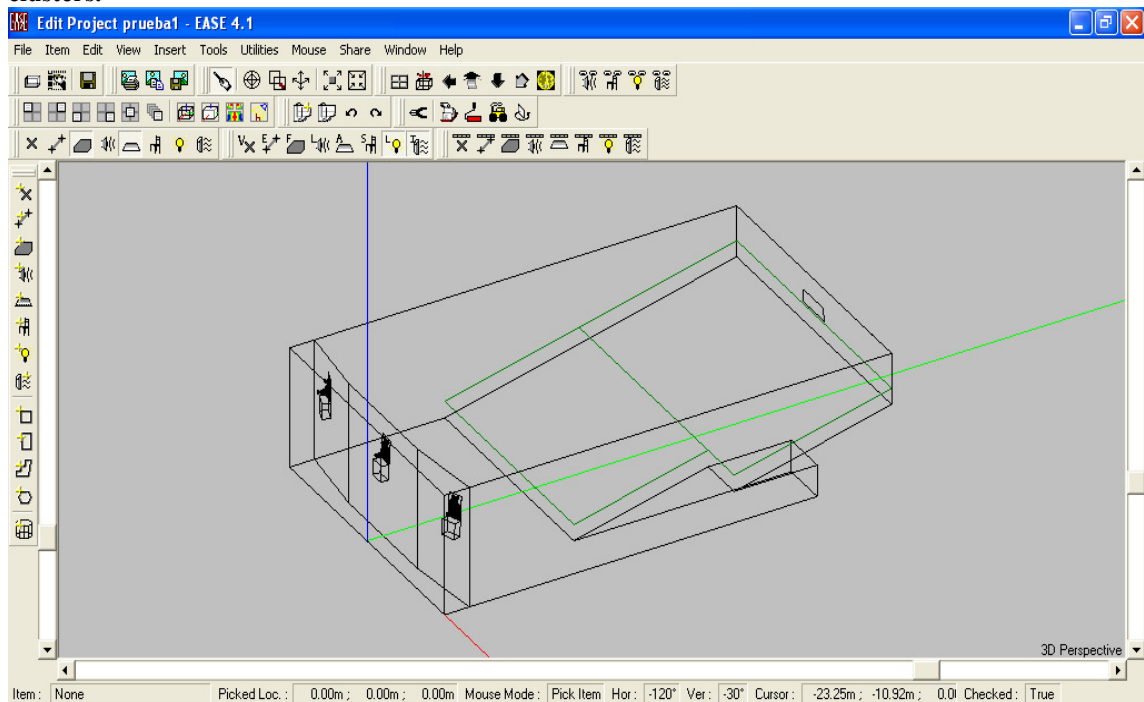


Ilustración 26. Simulación mediante el EASE. Configuración de las zonas de audiencia.

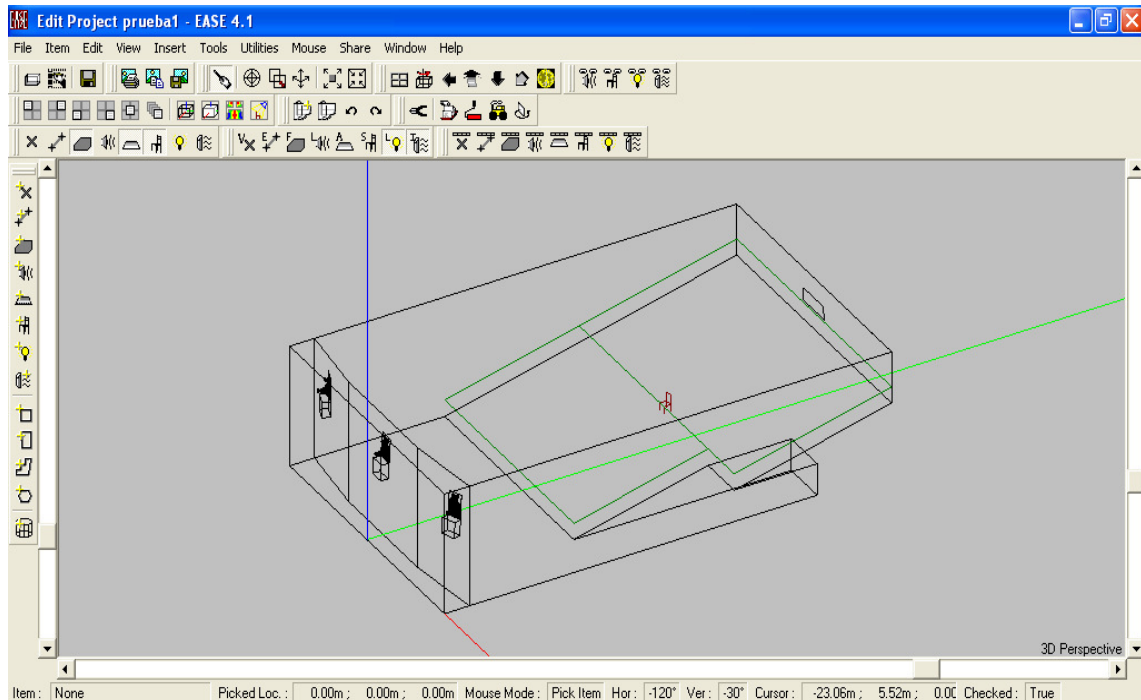


Ilustración 27. Simulación mediante el EASE. Configuración de los oyentes.

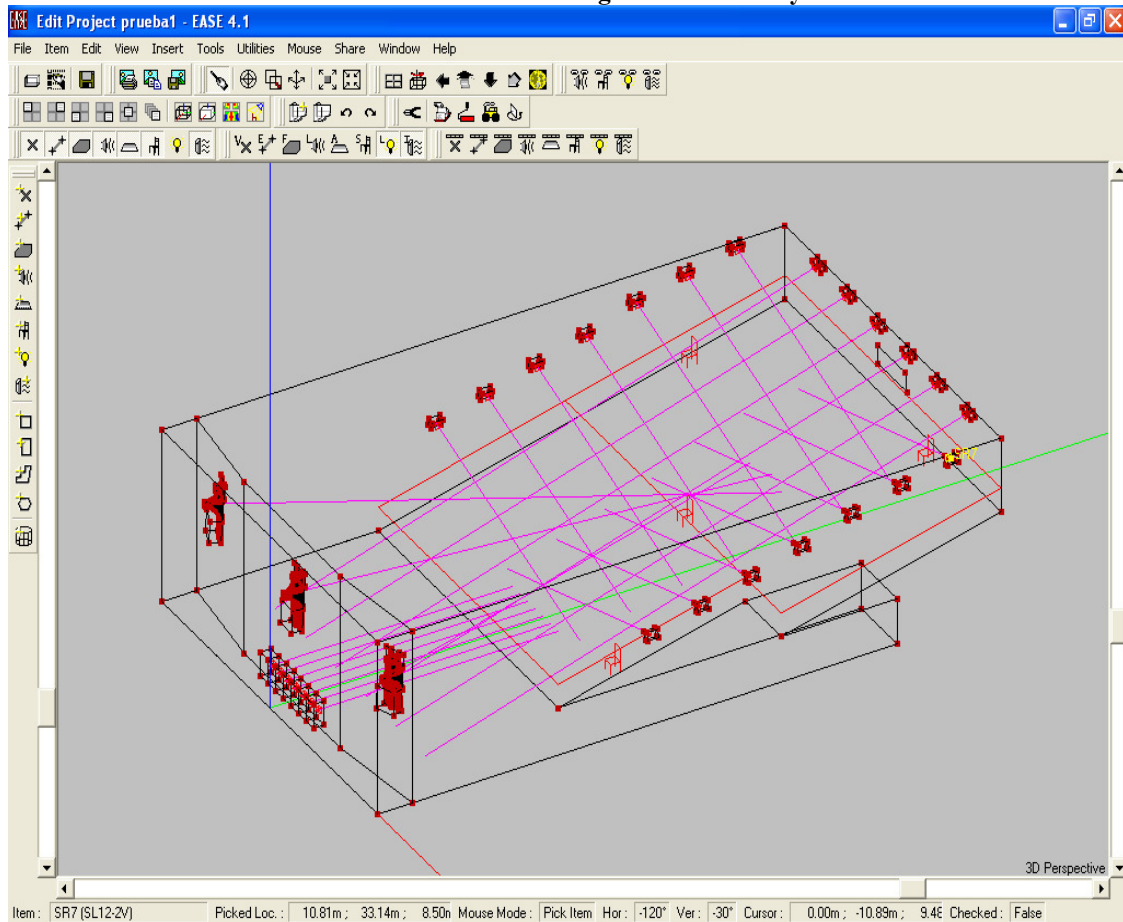


Ilustración 28. Simulación mediante el EASE. Configuración de los altavoces y clústers.

En este punto se comenzará con las simulaciones acústicas necesarias

3.2.- Comparación TR60 simulado con el TR60 real

Dicho esto se configuró la sala simulada con los parámetros más parecidos a los de la sala real, de este modo los materiales elegidos con este fin fueron:

Face Material	Rear Material	Surface [m²]
DOOR SOLID		8.30
LANA MINERAL SOLA		80.73
SBV CIRRUS		24.15
BUTACA TERCIOPELO		479.30
CONCRETE S		27.82
SBV CIRRUS		745.67
LANA DAMPA		17.48
LANA DAMPA		188.87
SBV CIRRUS		32.29
LANA DAMPA		17.48
CONCRETE S		32.29
SBV CIRRUS	LANA MINERAL GRANEL	52.78
SBV CIRRUS	LANA MINERAL GRANEL	83.99
SBV CIRRUS	LANA MINERAL GRANEL	52.80
CRISTAL VENTANA	ABSORBER	2.53
PANEL DIN	ABSORBER	238.27
PANEL DIN	ABSORBER	266.16
MOQUETA+FIELTRO	ABSORBER	301.01

Introducidos dichos materiales con sus correspondientes coeficientes de absorción se puede calcular el tiempo de reverberación simulado, éste debe ser lo más parecido posible al real.

En la tabla y la gráfica siguientes se puede observar la gran similitud entre los valores simulado y real.

1/3 Octava	Medidas Reales	Medidas Ease
100	0,80	0,81
125	0,78	0,76
160	0,68	0,69
200	0,63	0,64
250	0,58	0,57
315	0,56	0,55
400	0,50	0,54
500	0,47	0,52
630	0,49	0,51
800	0,50	0,49
1000	0,55	0,48
1250	0,54	0,48
1600	0,52	0,48
2000	0,52	0,48
2500	0,48	0,48
3150	0,45	0,48
4000	0,42	0,48
5000	0,42	0,46
6000	0,44	0,44
8000	0,47	0,41
10000	0,42	0,37

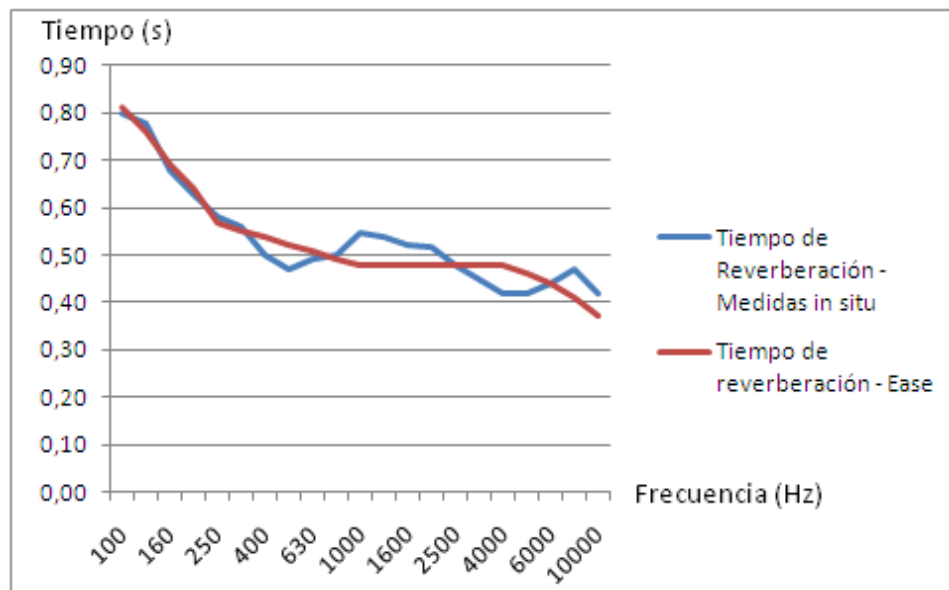


Ilustración 29. Gráfica del Tiempo de reverberación simulado versus real.

4.- ESTUDIO ELECTROACÚSTICO

4.1.- *Sonido Multicanal en cine.*

El sonido multicanal comenzó con el estéreo y ha ido evolucionando para perfeccionar la percepción del sonido del oyente, hasta el surround y posteriormente con la digitalización de los sistemas que ha supuesto una auténtica revolución en cuanto a la calidad del audio permitiendo más de seis canales simultáneos.

Actualmente en las salas de cine se utiliza sólo unas cuantas configuraciones:

- DOLBY DIGITAL AC-3 o DOLBY SR-D. Se trata de un sistema 5.1, es decir, 6 canales independientes (3 altavoces de pantalla, surround derecho, izquierdo y subwoofer). La codificación que usa es AC-3, es una codificación perceptual que se basa en eliminar todo aquel sonido del grabado que no es percibido por el oído.
- DOLBY DIGITAL SURROUND EX (THX SURROUND EX). Es un Dolby Digital 5.1 también con codificación matricial, es decir el LS, el RS y BS pasan por un codificador matricial del que salen LSt y RSt. Es extendido porque añade los surround traseros pero es un 5.1 porque forman parte del LSt y RSt. Por lo tanto los canales son L, R, C, LSt, RSt y LFE (canal de efectos de baja frecuencia). Es de fácil conmutación con el sistema Dolby Digital 5.1 lo que permite que en salas con estas características pueda reproducirlos indistintamente.
- SDDS (Sony Dynamic Digital Sound). Puede ser un 7.1, un 5.1 o un 4.0. Utiliza la codificación ATRAC (similar a MP3) con compresión 5:1. Es totalmente compatible con el Dolby analógico ya que las pistas se alojan en los márgenes de las películas estándar de 35 mm, sin ser incompatibles con las pistas ópticas analógicas que permanecen

donde siempre, de hecho las bandas sonoras SDDS de 35mm se pueden oír en cualquier tipo de sala. Debido al uso preponderante de los sistemas de sonido digital [Dolby Digital](#) o [DTS](#) en las salas de cine, el SDDS no está disponible en todas las salas, aunque actualmente muchas de las películas de [Columbia Pictures](#), propiedad de [Sony](#), se suelen grabar con este sistema.

- DTS (Digital Theatre System). Permite un 7.1 o un 5.1. Es tanto formato de cine como doméstico y la codificación usada es Coherent Acoustics con compresión 4:1. Es el único sistema usado en películas de 70mm en cine. La respuesta en frecuencia de los canales frontales es de 20 a 20kHz, de los surround de 80 a 20kHz y de los graves de 20 a 80Hz.
- DTS ES (Extended Surround). Incluye dos variantes, DTS-ES Matrix y DTS-ES Discrete 6.1, dependiendo de como fue masterizado y guardado el sonido. DTS-ES provee sonido 6.1 discreto; en sistemas 7.1, los dos altavoces traseros del centro reproducen en [mono](#). DTS-ES Matrix provee sonido 5.1 discreto con un sonido trasero envolvente. Sólo algunos títulos en [DVD](#) han sido publicados con formato DTS-ES.

4.1.1.- Formato de sonido multicanal en la sala 18.

El formato que usa Kinépolis en esta y demás salas es DOLBY SURROUND EX. Este formato fue desarrollado conjuntamente por Dolby y Lucasfilm THX para ser usado en mayo de 1999 para la película “La guerra de las Galaxias Episodio I: La amenaza fantasma”.

Provee de una forma económica, compatible con las películas de 5.1 un sexto canal, un surround trasero para mejorar la localización de los efectos. Como decíamos anteriormente este canal extra de surround está codificado matricialmente mezclado entre un canal surround derecho y uno izquierdo del 5.1.

El resultado se puede reproducir sin pérdidas de calidad en los sistemas estándar de 5.1 ó en 6.1 y 7.1 en sistemas con decodificador Surround EX y altavoces adicionales.

En la figura se muestra gráficamente un sistema DOLBY DIGITAL EX:

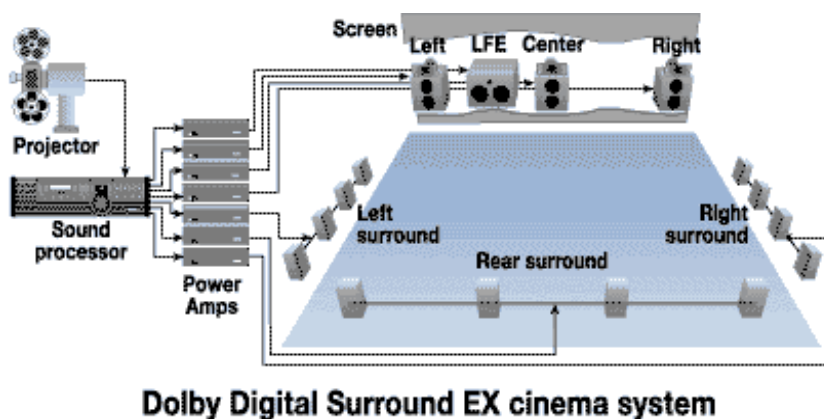


Ilustración 30. Sonido Multicanal. Conexión Dolby Digital Surround EX.

4.2.- Dimensionado del sistema la sala 18.

4.2.1.- Canales de pantalla.

En un sistema Dolby Digital Surround EX tenemos 3 canales de pantalla: L, R y C. En una sala de cine común se usa el canal C para llevar únicamente el diálogo y los laterales para la banda sonora en estéreo. Con este sistema conseguimos no cargar con información común los canales L y R y que así los oyentes más lejanos sean perfectamente capaces de discernir de dónde llega la información sonora.

Los altavoces de pantalla se deben situar a $\frac{2}{3}$ la longitud vertical de la pantalla, lo que en nuestro caso significa a 5,5 m sobre el suelo.

Además se sitúan de manera equidistante para cubrir todo lo largo en horizontal de la

pantalla respetando la curvatura de la misma.

Para un mejor recubrimiento se usan bocinas de media/alta frecuencia con cobertura horizontal de 80°, para conseguir más campo directo se hace que los ejes de los altavoces laterales apunten hacia el centro.

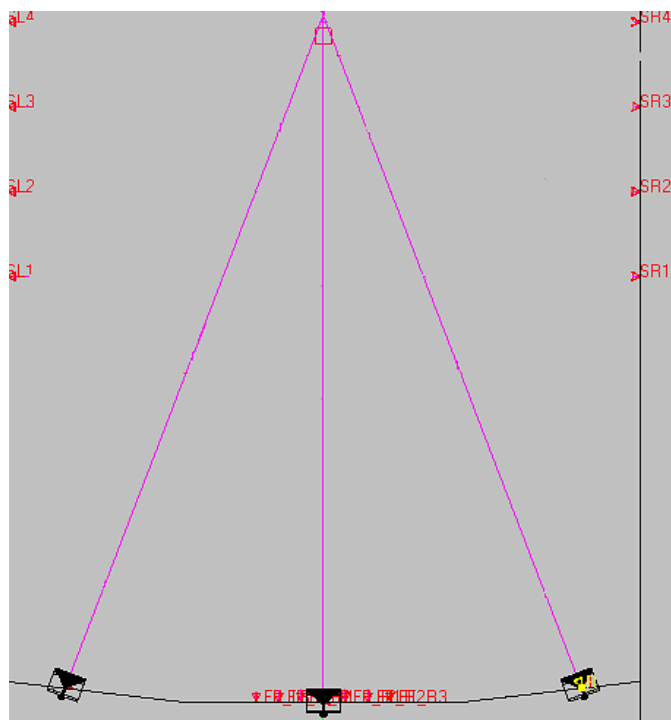


Ilustración 31. Digital Surround EX. Direccionamiento altavoces Frontales. Planta.

También, a su vez, horizontalmente los ejes deben apuntar a $2/3$ de la longitud de la sala para tener en cuenta la ley de divergencia esférica para lo cual se han girado los altavoces R y L -159 y +159 grados respectivamente. También se han inclinado los tres -4 grados en vertical. Con esto conseguiremos que la diferencia de nivel entre la parte delantera y posterior de la sala no supere el margen de $\pm 4\text{dB}$

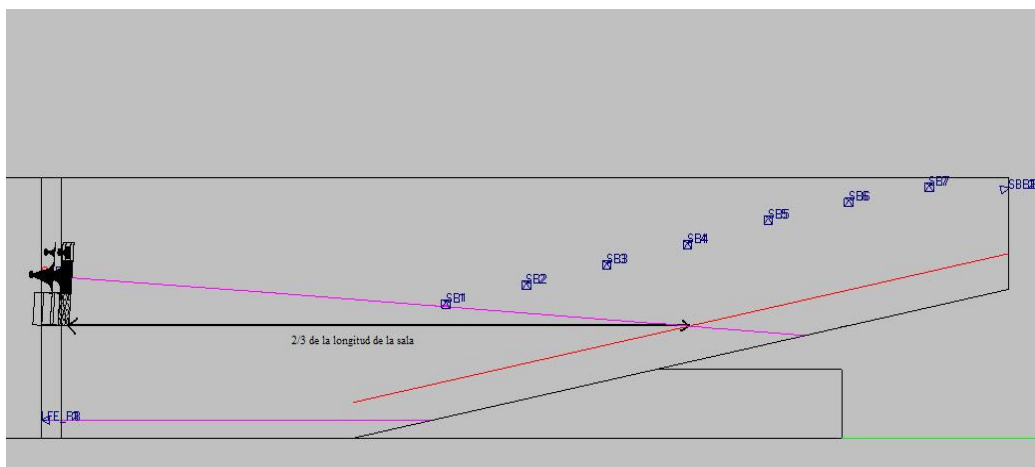


Ilustración 32. Digital Surround EX. Direccionamiento altavoces Frontales. Vista lateral.

Entre otras características deben cumplir:

Que los altavoces de graves sean de 15" con sensibilidades en el rango de 95 - 97 dB SPL (a 1m y 1W en el eje).

Que los altavoces de bajas frecuencias con potencia nominal en el rango de 300 W por unidad.

Que los altavoces de frecuencias medias y altas tengan sensibilidades similares a los de baja frecuencia.

Los niveles de pico que se han de alcanzar son de 105dB, con el altavoz que utilizamos, el JBL 5674 está aprobado por THX y cumple con todos los requisitos para sonorizar una sala de cine, a continuación se muestra un resumen de las características. En el anexo se encuentra la hoja de características completa.

Características del sistema de 3 vías JBL 5674	
Rango de frecuencias	35 Hz - 16 kHz (-10 dB)
Respuesta en frecuencia	45 Hz - 12.5 kHz (+ 3 dB)
Ángulos de cobertura HxV	80° x 45° (300 Hz - 16 kHz)
Factor de directividad Q	10.4
Índice de directividad DI	11

Nivel de pico a 1m(LFxMFxHF)	143/140/137 dB
Frecuencias de cruce (LF/MF)	297 Hz
Frecuencias de cruce (MF/HF)	2.5 kHz
Sensibilidad 1W, 1m (LF/MF/HF)	103/114/112 dB
Impedancia nominal (LF/MF/HF)	4 (por par en paralelo) /8/8 ohms
Dimensiones	2895.6 x 1118 x 863.6 mm
Peso neto	171.69 kg



Para tener una buena cobertura horizontal en una sala como la nuestra (pendiente menor de 15º) basta con bocinas simétricas, con ángulos de cobertura en torno a 90º para sonorizar correctamente las butacas más cercanas y las más.

Como se ve en la fotografía la caja de graves consta de 4 altavoces distribuidos en forma de diamante, esta orientación de arrays permite a los cuatro dar máxima potencia mientras que minimiza los efectos de interferencias destructivas causadas por el uso de múltiples altavoces en la misma banda de frecuencias.

4.2.2.- Canales de efectos de baja frecuencia o subwoofers.

Debido a la sensibilidad del oído captamos en menor medida los niveles de frecuencias bajas que las medias, es por ello que se necesita mayor nivel para tener la misma sensación sonora.

En cuanto dimensionado de alta voces, lo habitual es instalar un canal por cada 707m³ de volumen de la sala. Nuestra sala tiene 5628,25m³ por lo cual están instalados 7

cajas.

Los altavoces se sitúan en el muro posterior de la pantalla, simétricamente desde el centro de ésta y pegados al suelo, con esto se consigue generar una radiación en 1/4 de espacio, lo que incrementará el nivel radiado a baja frecuencia. Además, deben estar pegados entre ellos para facilitar el acoplamiento mutuo. Cada canal está alimentado por su propio amplificador de potencia.

La potencia continua de los altavoces debe estar entre 400 y 800 W y el sistema completo deberá poder entregar un nivel entre 110 y 115 dB en el rango de 40Hz.



Para cumplir con lo anterior se ha elegido el altavoz de ElectroVoice TL880D aprobado por THX. A continuación se muestran sus principales características. La hoja completa se encuentra en el Anexo.

Características del canal de baja frecuencia TL880D	
Respuesta en frecuencia	23 -1800 Hz
Nivel de pico a 1m	50-125Hz: 96dB
	100-800 Hz: 98dB
Sensibilidad 1W, 1m	96 dB
Impedancia nominal	4 ohms
Dimensiones	1,210 x 762 x 605 mm
Peso neto	72.6 kg)

4.2.3.- Canales de surround.

Todo el sistema de altavoces surround en su conjunto debe producir en la sala la misma potencia acústica que un altavoz de pantalla, unos 28W, un solo altavoz de surround produce 2W.

Se deben inclinar los altavoces 15°. Nuestra sala cuenta con 7 altavoces para los surround derecho e izquierdo y 6 para el trasero.

Como ya comentamos anteriormente, en realidad, el sistema Dolby Digital Ex es un 5.1, es decir, cuenta con dos canales surround un derecho- trasero y un izquierdo-trasero, por lo que realmente cada canal cuenta con 10 altavoces. Para sonorizar la sala, sin embargo, hablaremos de tres canales surround.

Deberá, también, diseñarse un amplificador de potencia por cada par de altavoces.

Al igual que el resto de canales debe crear un campo uniforme, en este caso no debe haber una variación de nivel superior a ± 2 dB.

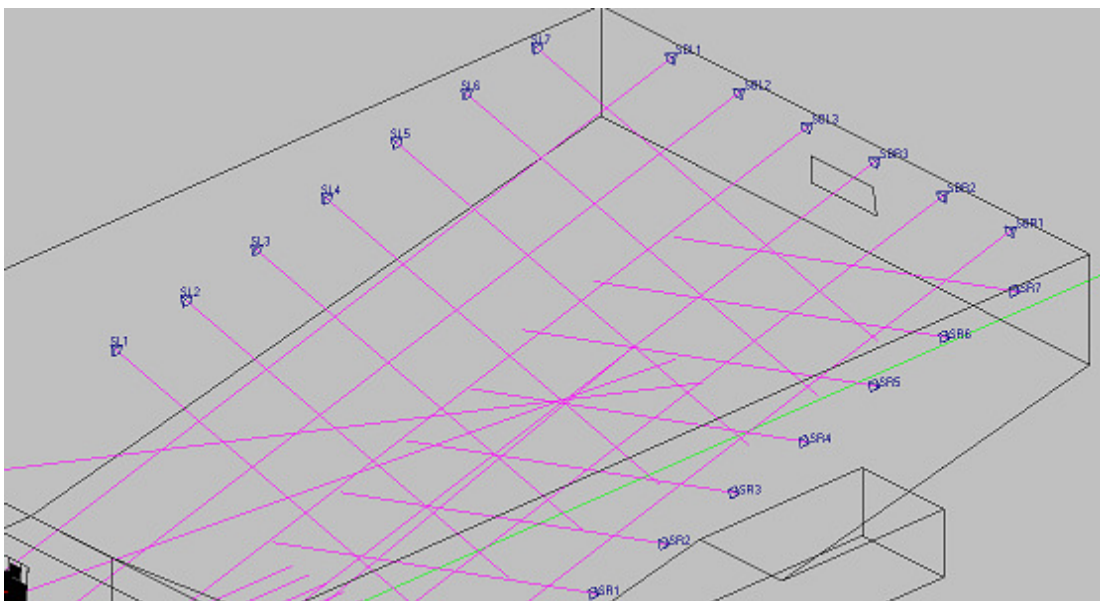


Ilustración 33. Dolby Digital Surround EX. Direccionamiento de todos los canales.



Para cumplir con las especificaciones se ha elegido el altavoz SL12-2V de ElectroVoice con certificación THX. Su estructura ya viene inclinada 15° y cuenta con un woofer de 12”

A continuación se muestra una tabla con las principales características y en el Anexo se encuentra la hoja completa.

Características del sistema de 2 vías SL12-2V	
Rango de frecuencias	70 Hz–20 kHz
Ángulos de cobertura HxV	110x95º
Nivel de pico a 1m	93dB
Frecuencias de cruce	1600Hz
Impedancia nominal	8ohms
Dimensiones	5,35 x 476 x 335 mm
Peso neto	21.4 kg

4.3.- Ecuación.

Ahora que hemos definido los altavoces y las áreas de audiencia, así como haber establecido el oyente 1 en punto situado a 2/3 de la longitud de la sala, el siguiente paso en una sonorización es la ecualización.

En la ecualización modificaremos cada banda del altavoz para ajustar la respuesta en frecuencia a la curva X de ecualización de la norma ISO 2969.

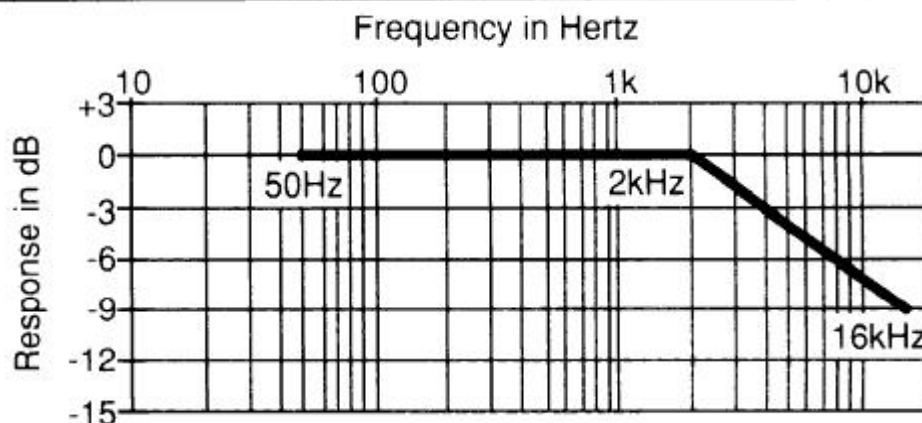


Ilustración 34. Dolby Digital Surround EX. Curva X de ecualización Iso 2969.

A partir de la distribución en frecuencia de niveles totales (SPLt), que incluye el nivel directo y el reverberante, radiando el canal a máxima potencia en el oyente 1, estos se ajustan a la tabla de la curva X como valores de atenuación-amplificación. Cuando obtenemos el SPLt ecualizado de la forma anterior, hayamos el SPL directo equivalente y en base a esta tabla modificamos cada banda de cada altavoz.

Una ecualización debe hacerse según el número de ecualizadores que se vaya a usar. En nuestro caso se ecualizarán el canal de pantalla central (C), el canal de pantalla izquierdo (L), el canal de pantalla derecho (R), el canal surround derecho (SR), el canal surround izquierdo (SL) y el canal surround trasero (SB).

El canal de subwoofer (LFE) no se ecualizará ya que sólo radia en dos bandas de frecuencia.

4.3.1.- Ecualización de los canales de pantalla.

4.3.1.1.- Canal Central (C).

En el apartado anterior se ha explicado a grandes rasgos el proceso de ecualización de una sala. A partir de ahora nos centraremos en cada uno de los canales donde se apreciarán las peculiaridades de cada uno de ellos.

Ya hemos dicho que los canales de pantalla deben estar apuntando a un punto situado a $\frac{2}{3}$ la longitud de la sala, precisamente es el punto de ecualización donde hemos situado el oyente 1.

Con los ejes de los altavoces hacia este punto hayamos con Ease, concretamente con la función Area Mapping el campo total creado en dicho punto, ecualizaremos cada altavoz por separado.

Anteriormente se introduce el ruido de fondo medido in situ para que las medidas se adapten a las reales de la sala.

En primer lugar, sacamos el SPLt del altavoz central (C):

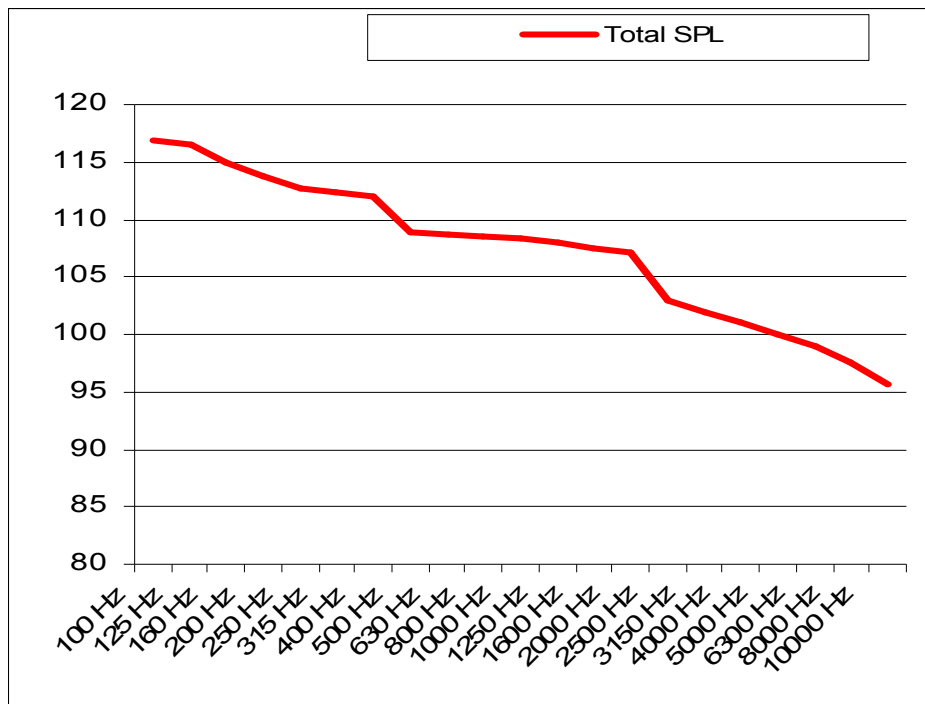


Ilustración 35. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt canal C sin ecualizar.

Como se observa la curva se aleja mucho de la curva que queremos obtener.

Debemos tener en cuenta los valores máximos de SPLd que da el altavoz ya que lo tenemos radiando a potencia máxima y, puede ocurrir que al ajustar a la curva nos dé valores mayores a los producidos por el altavoz. El sistema más sencillo es escoger el valor menor de entre aquellos que debieran corresponder al espectro plano (<2000Hz) y a partir de ahí ajustar.

Antes de ecualizar						Después de ecualizar	
Frecuencia	Total SPL	SPLd (1m)	Curva X	Curva Ecualización teórica	Ecualización	SPLd (1m) Ecualizado	Total SPL Ecualizado
100 Hz	116,81	136,8	0	102,68	-14,13	122,67	102,55
125 Hz	116,54	136,8	0	102,68	-13,86	122,94	102,54
160 Hz	114,95	136,8	0	102,68	-12,27	124,53	102,55
200 Hz	113,75	136,8	0	102,68	-11,07	125,73	102,64
250 Hz	112,76	136,8	0	102,68	-10,08	126,72	102,66
315 Hz	112,34	136,8	0	102,68	-9,66	127,14	102,74
400 Hz	112,01	136,8	0	102,68	-9,33	127,47	102,72
500 Hz	108,92	134	0	102,68	-6,24	127,76	102,72
630 Hz	108,71	134	0	102,68	-6,03	127,97	102,74
800 Hz	108,54	134	0	102,68	-5,86	128,14	102,75
1000 Hz	108,41	134	0	102,68	-5,73	128,27	102,75
1250 Hz	107,97	133,7	0	102,68	-5,29	128,41	102,77
1600 Hz	107,50	133,3	0	102,68	-4,82	128,48	102,69
2000 Hz	107,06	133	0	102,68	-4,38	128,62	102,71
2500 Hz	102,91	128,8	-1	101,68	-1,23	127,57	101,73
3150 Hz	101,99	127,8	-2	100,68	-1,31	126,49	100,71
4000 Hz	101,06	126,8	-3	99,68	-1,38	125,42	99,69
5000 Hz	99,97	126,1	-4	98,68	-1,29	124,81	98,69
6300 Hz	98,88	125,5	-5	97,68	-1,20	124,30	97,71
8000 Hz	97,50	124,8	-6	96,68	-0,82	123,98	96,72
10000 Hz	95,68	123,8	-7	95,68	0,00	123,80	95,68

Una vez obtenemos el nivel de SPLd a 1m modificamos en las propiedades del altavoz y volvemos a calcular la respuesta en frecuencia:

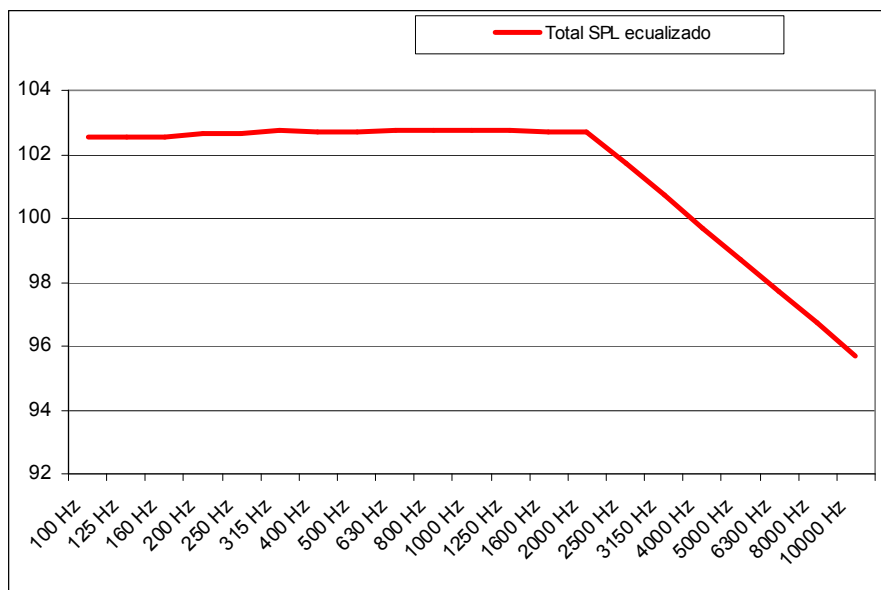


Ilustración 36. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt canal C ecualizado.

4.3.1.1.- Canal Derecho (R).

Al igual que con el canal C, a través del Area Mapping calculamos el campo total en el oyente 1 con el altavoz a máxima potencia, en la siguiente figura se muestra el resultado:

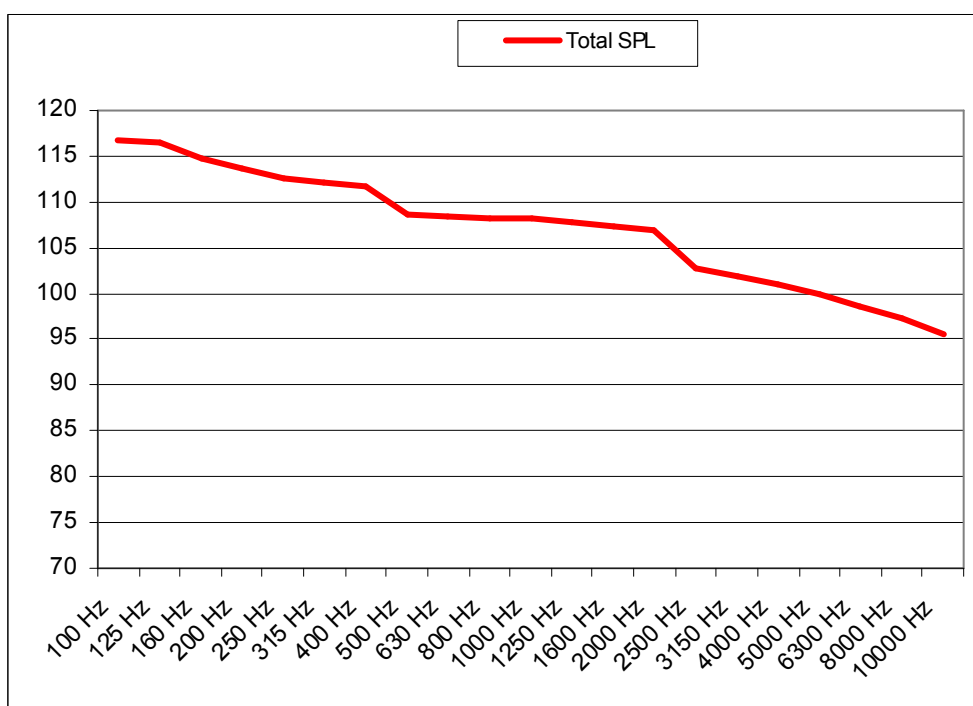


Ilustración 37. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt canal R sin ecualizar.

A partir de estos valores hallamos hacemos de nuevo los cálculos para este canal:

Antes de ecualizar						Después de ecualizar	
Frecuencia	Total SPL	SPLd (1m)	Curva X	Curva Ecualización teórica	Ecualización	SPLd (1m) Ecualizado	Total SPL ecualizado
100 Hz	116,74	136,8	0	102,49	-14,25	122,55	102,49
125 Hz	116,47	136,8	0	102,49	-13,98	122,82	102,49
160 Hz	114,84	136,8	0	102,49	-12,35	124,45	102,48
200 Hz	113,59	136,8	0	102,49	-11,10	125,70	102,49
250 Hz	112,56	136,8	0	102,49	-10,07	126,73	102,49
315 Hz	112,12	136,8	0	102,49	-9,63	127,17	102,49
400 Hz	111,77	136,8	0	102,49	-9,28	127,52	102,49
500 Hz	108,66	134	0	102,49	-6,17	127,83	102,49
630 Hz	108,44	134	0	102,49	-5,95	128,05	102,49
800 Hz	108,27	134	0	102,49	-5,78	128,22	102,49
1000 Hz	108,14	134	0	102,49	-5,65	128,35	102,49
1250 Hz	107,71	133,7	0	102,49	-5,22	128,48	102,54
1600 Hz	107,26	133,3	0	102,49	-4,77	128,53	102,43
2000 Hz	106,83	133	0	102,49	-4,34	128,66	102,53
2500 Hz	102,70	128,8	-1	101,49	-1,21	127,59	101,54
3150 Hz	101,81	127,8	-2	100,49	-1,32	126,48	100,54
4000 Hz	100,90	126,8	-3	99,49	-1,41	125,39	99,54
5000 Hz	99,81	126,1	-4	98,49	-1,32	124,78	98,54
6300 Hz	98,70	125,5	-5	97,49	-1,21	124,29	97,54
8000 Hz	97,31	124,8	-6	96,49	-0,82	123,98	96,54
10000 Hz	95,49	123,8	-7	95,49	0,00	123,80	95,49

Al igual que anteriormente, modificamos las propiedades del altavoz y con los valores hallados en la columna resaltada y volvemos a calcular el Area Mapping obteniendo la siguiente curva:

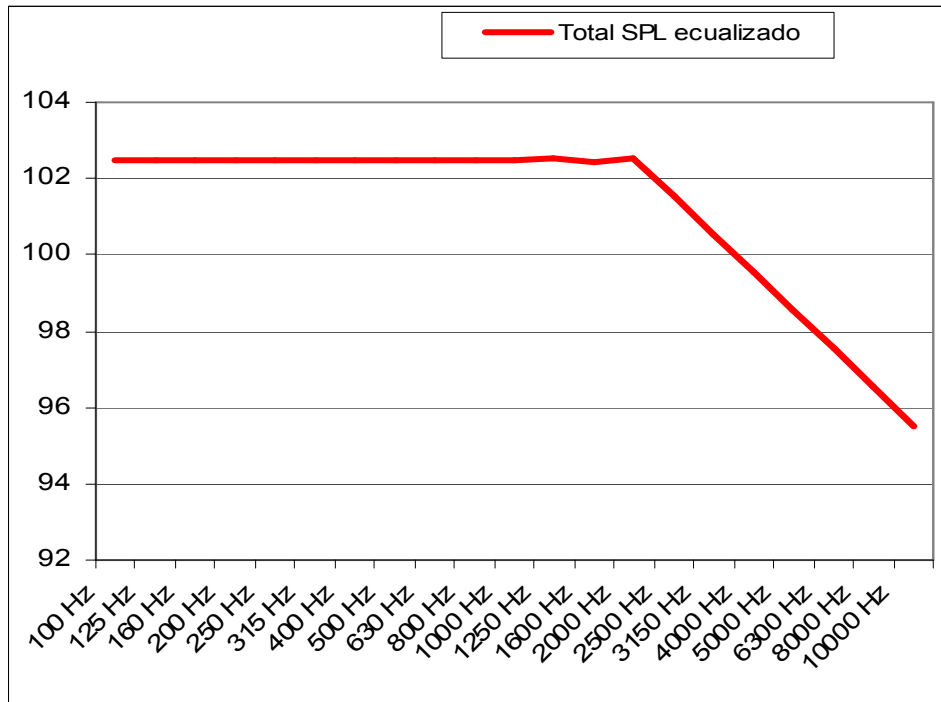


Ilustración 38. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt canal R ecualizado.

4.3.1.1.- Canal Izquierdo (L).

Calculamos el campo total con únicamente el canal L radiando y obtenemos:

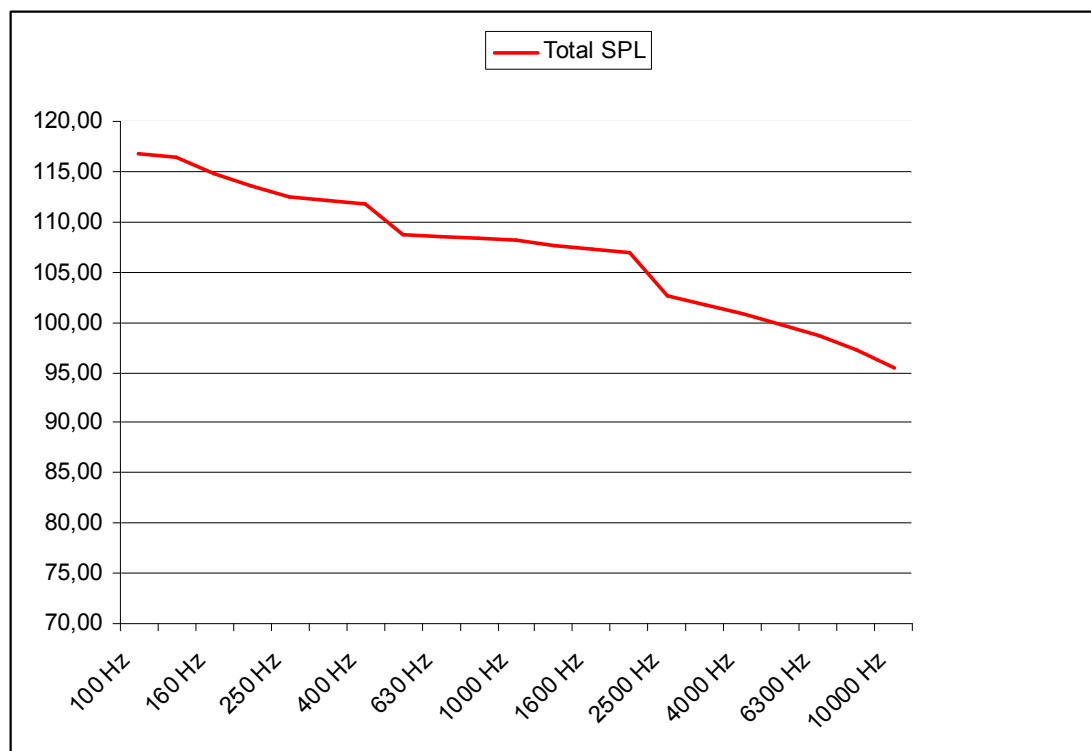


Ilustración 39. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt del canal L sin ecualizar.

A continuación se muestra el cálculo del nivel directo a modificar en el altavoz:

Antes de ecualizar						Después de ecualizar	
Frecuencia	Total SPL	SPLd (1m)	Curva X	Curva Ecualización teórica	Ecualización	SPLd (1m) Ecualizado	Total SPL ecualizado
100 Hz	116,74	136,8	0	102,48	-14,26	122,54	102,44
125 Hz	116,47	136,8	0	102,48	-13,99	122,81	102,47
160 Hz	114,84	136,8	0	102,48	-12,36	124,44	102,44
200 Hz	113,59	136,8	0	102,48	-11,11	125,69	102,49
250 Hz	112,56	136,8	0	102,48	-10,08	126,72	102,46
315 Hz	112,12	136,8	0	102,48	-9,64	127,16	102,52
400 Hz	111,77	136,8	0	102,48	-9,29	127,51	102,47
500 Hz	108,66	134	0	102,48	-6,18	127,82	102,46
630 Hz	108,45	134	0	102,48	-5,97	128,03	102,45

800 Hz	108,27	134	0	102,48	-5,79	128,21	102,47
1000 Hz	108,14	134	0	102,48	-5,66	128,34	102,44
1250 Hz	107,71	133,7	0	102,48	-5,23	128,47	102,54
1600 Hz	107,26	133,3	0	102,48	-4,78	128,52	102,43
2000 Hz	106,83	133	0	102,48	-4,35	128,65	102,53
2500 Hz	102,70	128,8	-1	101,48	-1,22	127,58	101,55
3150 Hz	101,81	127,8	-2	100,48	-1,33	126,47	100,56
4000 Hz	100,90	126,8	-3	99,48	-1,42	125,38	99,55
5000 Hz	99,81	126,1	-4	98,48	-1,33	124,77	98,56
6300 Hz	98,70	125,5	-5	97,48	-1,22	124,28	97,55
8000 Hz	97,31	124,8	-6	96,48	-0,83	123,97	96,56
10000 Hz	95,48	123,8	-7	95,48	0,00	123,80	95,48

Después de hacer las modificaciones pertinentes se vuelve a hallar el campo total:

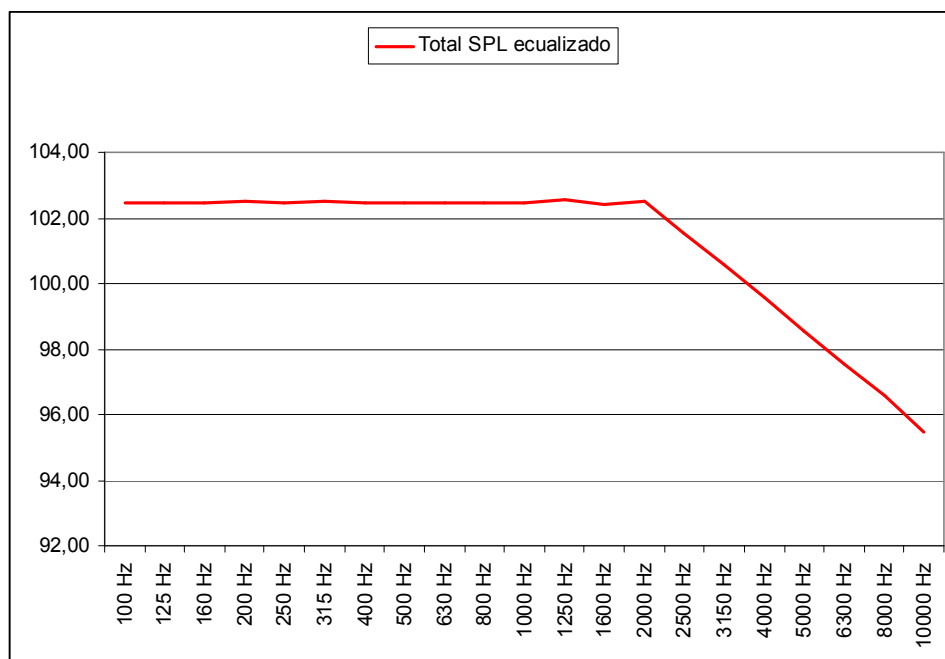


Ilustración 40. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt del canal L ecualizado.

4.3.2.- Ecuación de los canales surround.

4.3.2.1.- Canal Surround Derecho (SR)

Al igual que hicimos con los canales de pantalla, a continuación se muestra el cálculo del SPL total en el canal surround derecho que incluye los altavoces surround de la pared derecha. Una vez más usamos la herramienta Area Mapping.

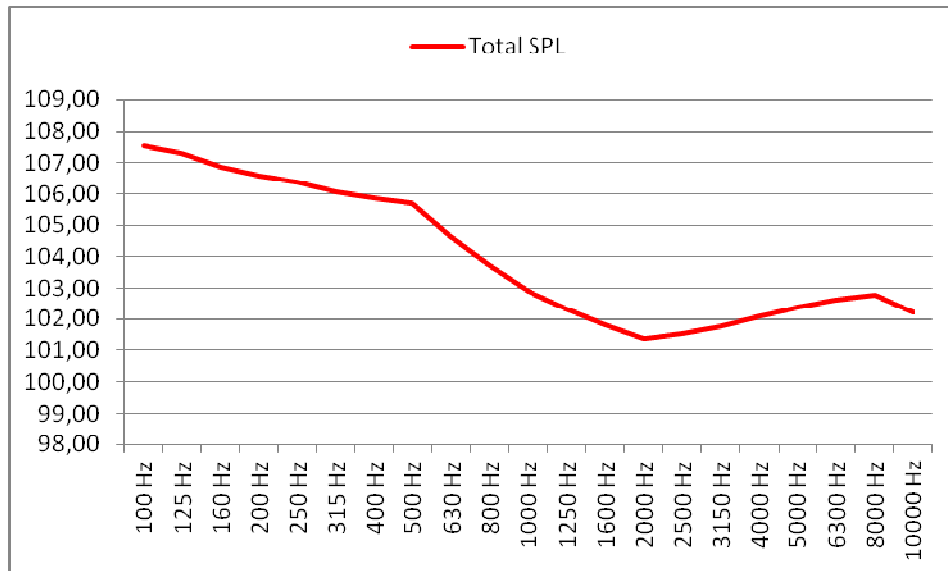


Ilustración 41. Digital Surround EX. Curva SPLt del canal SR sin ecualizar.

Sobre los datos obtenidos hacemos realizamos la ecualización. A continuación se muestra la tabla del cálculo del SPLd (1m) a ser modificado en los altavoces:

Antes de ecualizar						Después de ecualizar	
Frecuencia	Total SPL	SPLd (1m)	Curva X	Curva Ecualización teórica	Ecualización	SPLd (1m) Ecualizado	Total SPL ecualizado
100 Hz	107,54	115,8	0	101,35	-6,19	109,61	101,37
125 Hz	107,30	115,8	0	101,35	-5,95	109,85	101,43
160 Hz	106,87	116,3	0	101,35	-5,52	110,78	101,33
200 Hz	106,60	116,9	0	101,35	-5,25	111,65	101,39
250 Hz	106,38	117,5	0	101,35	-5,03	112,47	101,41
315 Hz	106,07	117,6	0	101,35	-4,72	112,88	101,37
400 Hz	105,86	117,7	0	101,35	-4,51	113,19	101,33
500 Hz	105,69	117,9	0	101,35	-4,34	113,56	101,42
630 Hz	104,65	117,7	0	101,35	-3,30	114,40	101,31
800 Hz	103,73	117,6	0	101,35	-2,38	115,22	101,32
1000 Hz	102,92	117,5	0	101,35	-1,57	115,93	101,34
1250 Hz	102,33	117,5	0	101,35	-0,98	116,52	101,33
1600 Hz	101,81	117,5	0	101,35	-0,46	117,04	101,27
2000 Hz	101,35	117,6	0	101,35	0,00	117,60	101,35
2500 Hz	101,53	117,1	-1	100,35	-1,18	115,92	100,29
3150 Hz	101,77	116,7	-2	99,35	-2,42	114,28	99,37
4000 Hz	102,08	116,3	-3	98,35	-3,73	112,57	98,41
5000 Hz	102,38	116,6	-4	97,35	-5,03	111,57	97,41
6300 Hz	102,63	116,9	-5	96,35	-6,28	110,62	96,36
8000 Hz	102,77	117,2	-6	95,35	-7,42	109,78	95,40
10000 Hz	102,22	117,2	-7	94,35	-7,87	109,33	94,35

Después de modificar el SPLd (1m) en las propiedades de los altavoces volvemos a hallar el SPLt que se crea en la sala:

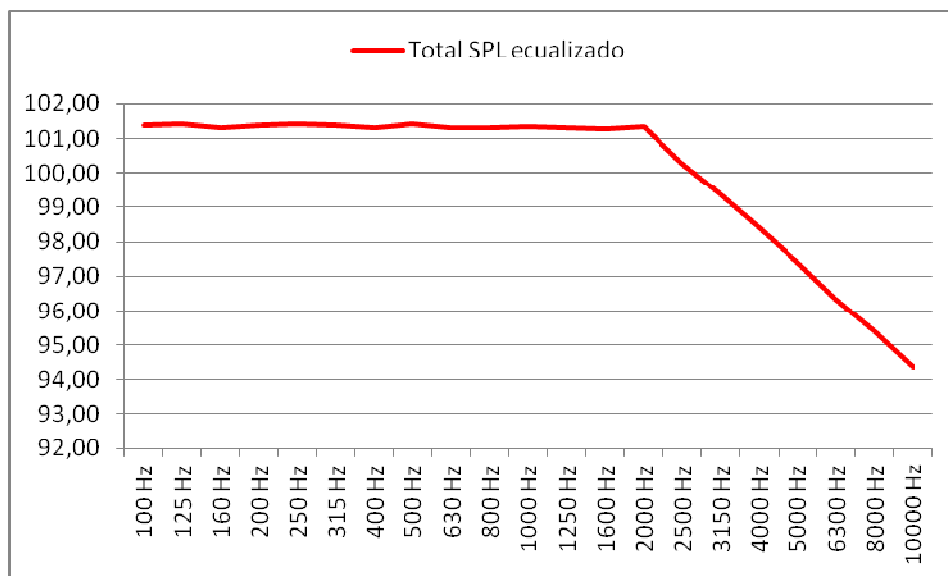


Ilustración 42. Digital Surround EX. Curva SPLt del canal SR sin ecualizar.

4.3.2.2.- Canal Surround Izquierdo (SL)

Calculamos el SPL total para el canal surround izquierdo con los altavoces radiando a la máxima potencia:

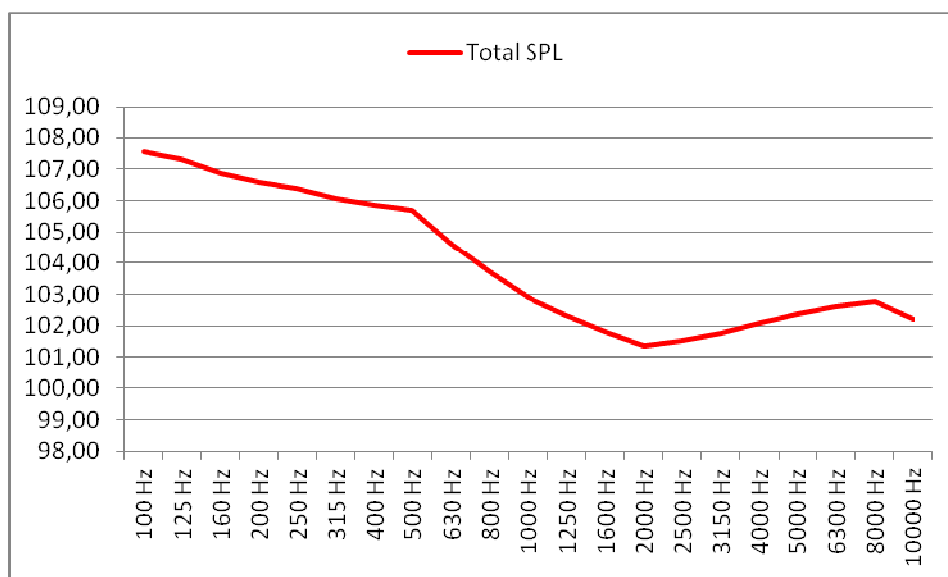


Ilustración 43. Digital Surround EX. Curva SPLt del canal SL sin ecualizar.

Abajo se muestra el cálculo del SPLd(1m) a modificar en las propiedades de los altavoces SL:

Antes de ecualizar						Después de ecualizar	
Frecuencia	Total SPL	SPLd (1m)	Curva X	Curva Ecualización teórica	Ecualización	SPLd (1m) Ecualizado	Total SPL ecualizado
100 Hz	107,54	115,8	0	101,35	-6,19	109,61	101,37
125 Hz	107,30	115,8	0	101,35	-5,95	109,85	101,43
160 Hz	106,87	116,3	0	101,35	-5,52	110,78	101,33
200 Hz	106,60	116,9	0	101,35	-5,25	111,65	101,39
250 Hz	106,38	117,5	0	101,35	-5,03	112,47	101,41
315 Hz	106,07	117,6	0	101,35	-4,72	112,88	101,37
400 Hz	105,86	117,7	0	101,35	-4,51	113,19	101,33
500 Hz	105,69	117,9	0	101,35	-4,34	113,56	101,42
630 Hz	104,65	117,7	0	101,35	-3,30	114,40	101,31
800 Hz	103,73	117,6	0	101,35	-2,38	115,22	101,32
1000 Hz	102,92	117,5	0	101,35	-1,57	115,93	101,34
1250 Hz	102,33	117,5	0	101,35	-0,98	116,52	101,33
1600 Hz	101,81	117,5	0	101,35	-0,46	117,04	101,27
2000 Hz	101,35	117,6	0	101,35	0,00	117,60	101,35
2500 Hz	101,53	117,1	-1	100,35	-1,18	115,92	100,29
3150 Hz	101,77	116,7	-2	99,35	-2,42	114,28	99,37
4000 Hz	102,08	116,3	-3	98,35	-3,73	112,57	98,41
5000 Hz	102,38	116,6	-4	97,35	-5,03	111,57	97,41
6300 Hz	102,63	116,9	-5	96,35	-6,28	110,62	96,36
8000 Hz	102,77	117,2	-6	95,35	-7,42	109,78	95,40
10000 Hz	102,22	117,2	-7	94,35	-7,87	109,33	94,35

Se muestra la gráfica del SPL total después de ecualizar:

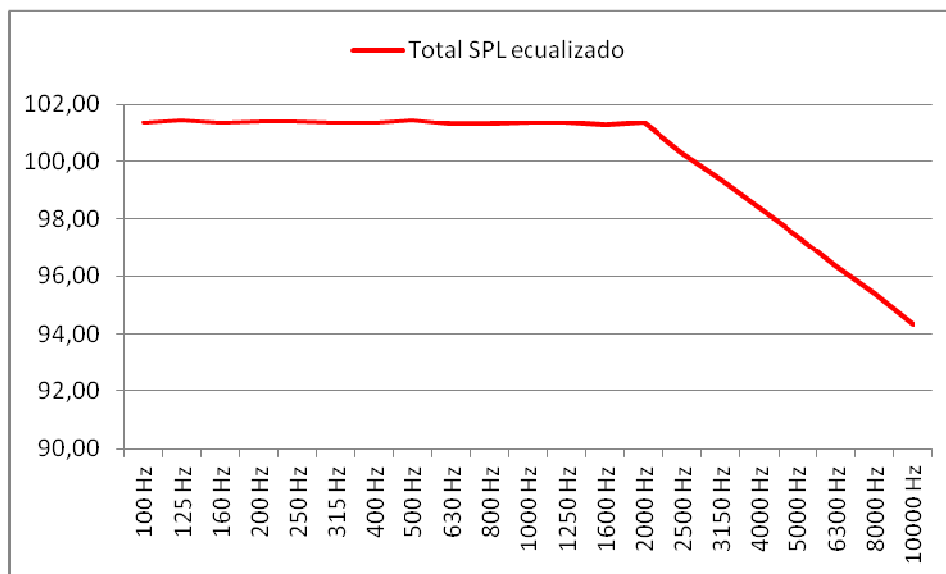


Ilustración 44. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt del canal SL ecualizado.

4.3.2.3.- Canal Trasero (SB)

Hallamos el SPL total:

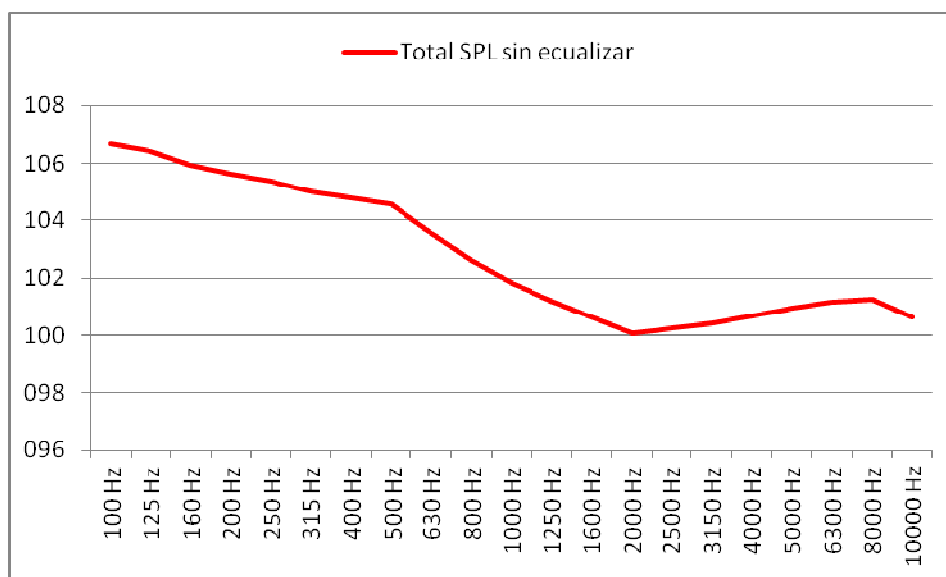


Ilustración 45. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt del canal SB sin ecualizar.

Hacemos el cálculo de la ecualización:

Antes de ecualizar						Después de ecualizar	
Frecuencia	Total SPL	SPLd (1m)	Curva X	Curva Ecualización teórica	Ecualización	SPLd (1m) Ecualizado	Total SPL ecualizado
100 Hz	106,67	115,8	0	100,08	-6,59	109,21	100,10
125 Hz	106,42	115,8	0	100,08	-6,34	109,46	100,15
160 Hz	105,94	116,3	0	100,08	-5,86	110,44	100,00
200 Hz	105,63	116,9	0	100,08	-5,55	111,35	100,13
250 Hz	105,37	117,5	0	100,08	-5,29	112,21	100,10
315 Hz	105,03	117,6	0	100,08	-4,95	112,65	100,13
400 Hz	104,78	117,7	0	100,08	-4,70	113,00	100,04
500 Hz	104,58	117,9	0	100,08	-4,50	113,40	100,11
630 Hz	103,55	117,7	0	100,08	-3,47	114,23	100,01
800 Hz	102,64	117,6	0	100,08	-2,56	115,04	100,04
1000 Hz	101,84	117,5	0	100,08	-1,76	115,74	100,07
1250 Hz	101,22	117,5	0	100,08	-1,14	116,36	100,11
1600 Hz	100,63	117,5	0	100,08	-0,55	116,95	100,08
2000 Hz	100,08	117,6	0	100,08	0,00	117,60	100,08
2500 Hz	100,24	117,1	-1	99,08	-1,16	115,94	99,00
3150 Hz	100,44	116,7	-2	98,08	-2,36	114,34	98,05
4000 Hz	100,69	116,3	-3	97,08	-3,61	112,69	97,12
5000 Hz	100,96	116,6	-4	96,08	-4,88	111,72	96,09
6300 Hz	101,16	116,9	-5	95,08	-6,08	110,82	95,10
8000 Hz	101,26	117,2	-6	94,08	-7,18	110,02	94,09
10000 Hz	100,65	117,2	-7	93,08	-7,57	109,63	93,09

Teniendo como resultado la curva siguiente, donde claramente se aprecia la ecualización:

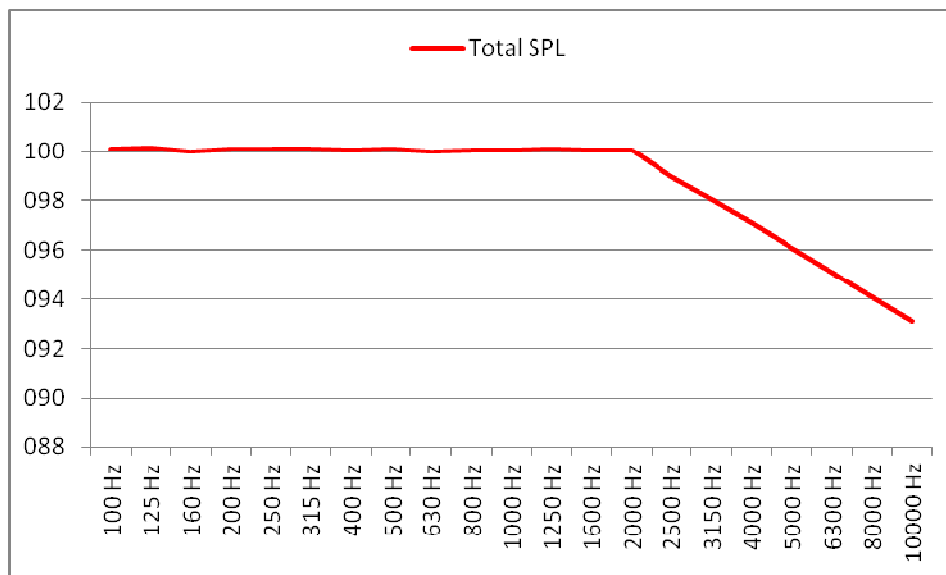


Ilustración 46. Dolby Digital Surround EX. Curva SPLt del canal SB ecualizado.

4.4.- Ajuste de Niveles.

El nivel de presión sonora de los canales de pantalla y surround se debe medir en nivel de banda ancha y ponderación C con respuesta lenta. Sin embargo, este método no es válido para el nivel de subwoofer, en gran parte es debido a la diferente respuesta en frecuencia de los diferentes subwoofers, es decir, si un ruido rosa y un medidor de nivel fueran usados con iguales niveles en un subwoofer cuya banda se extiende a 125Hz y otro que se extiende a 250Hz, los niveles de presión en la banda de paso de cada altavoz sería significativamente diferente, como se muestra en la figura:

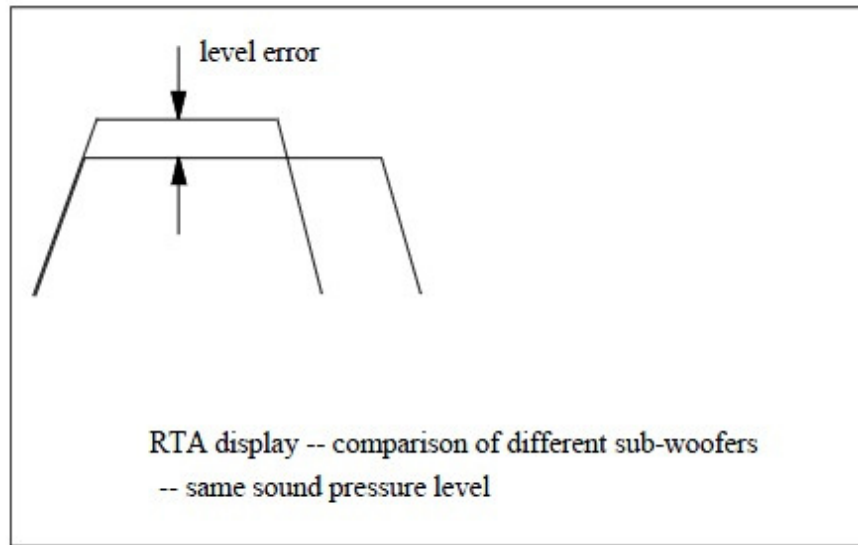


Ilustración 47. Ajuste de niveles. Diferencia de presión en la banda de paso de dos subwoofers diferentes.

El nivel de referencia recomendado por la norma SMTE RP 200 debe ser de 85dBC.

En los canales de pantalla, el nivel de presión sonora relativo de cada canal no debe variar de $\pm 0.5\text{dB}$ del nivel absoluto de nivel de presión sonora que es el nivel medido en un canal de un sistema de teatro con ruido rosa en banda ancha con un estímulo eléctrico de nivel de referencia que son 20mN/m^2

En los canales surround, si hay un único canal, entonces el nivel de presión debe ser igual que el nivel absoluto de presión sonora. Si hay dos canales, izquierdo y derecho, entonces cada uno debe radiar un nivel tal que cuando son simultáneamente alimentados, la suma sea igual al nivel absoluto ya que ambos canales lleva la misma información. Para un sistema con dos canales surround el nivel individual para cada uno deberá ser 3dB por debajo del nivel de referencia, es decir, 82dBC, como es nuestro caso.

El canal de subwoofer, cuando se compara con un canal de pantalla de banda ancha, debe mostrar 10 dB de ganancia en banda visto por un analizador en tiempo real. Por ejemplo, el mismo nivel en su banda de paso como el nivel en banda de paso del canal de pantalla. Por lo tanto se deberá ajustar a un nivel de 95dB.

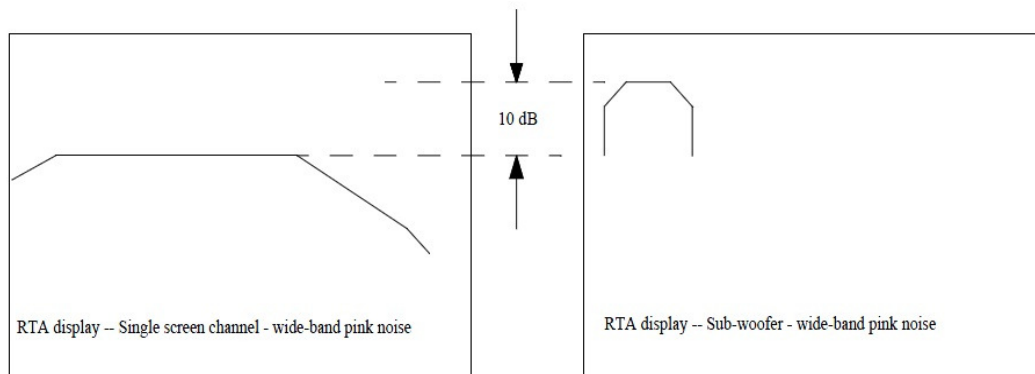


Ilustración 48. Ajuste de niveles. Comparación del canal subwoofer con un canal de pantalla en banda ancha.

Lo explican muy bien las curvas isofónicas, que nos muestran, dicho de otra manera que el oído humano es poco sensible a las bajas frecuencias y por lo tanto necesitaremos más nivel de presión sonora para tener la misma sensación que con frecuencias medias y altas:

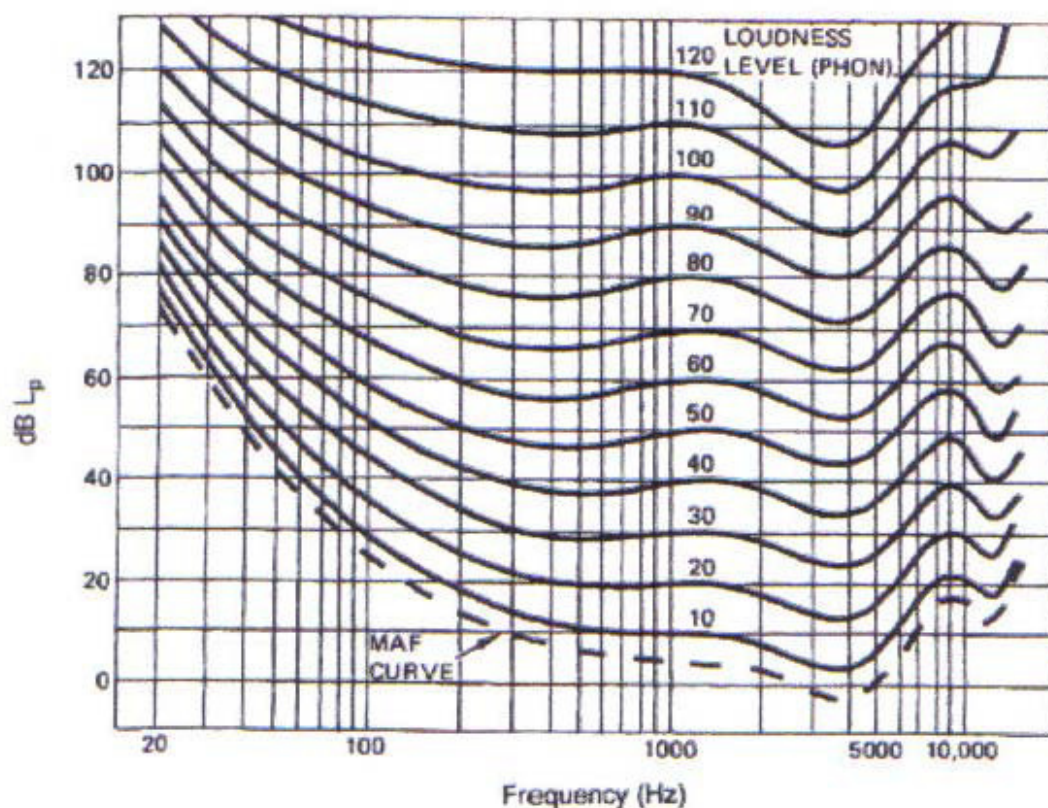


Ilustración 49. Ajuste de niveles. Curvas isofónicas.

A continuación se muestra el cálculo de ajuste de nivel en el canal de pantalla C:

Ajuste de nivel de Presión Sonora en el canal C								
Frecuencia	Total SPL ecualizado (SPLt)	Curva C	SPLt ponderado en C	Presión sonora (Pa)	Ajuste de las 21 bandas	SPLt con Ajuste y ponderación C	SPLd Ecualizado	SPLd Ecualizado con Ajuste
100 Hz	102,55	-0,30	102,25	1,6788E+10	-16,6	85,65	122,67	106,1
125 Hz	102,54	-0,17	102,37	1,7258E+10	-16,6	85,77	122,94	106,3
160 Hz	102,55	-0,08	102,47	1,766E+10	-16,6	85,87	124,53	107,9
200 Hz	102,64	-0,03	102,61	1,8239E+10	-16,6	86,01	125,73	109,1
250 Hz	102,66	0,00	102,66	1,845E+10	-16,6	86,06	126,72	110,1
315 Hz	102,74	0,02	102,76	1,888E+10	-16,6	86,16	127,14	110,5
400 Hz	102,72	0,03	102,75	1,8836E+10	-16,6	86,15	127,47	110,9

500 Hz	102,72	0,03	102,75	1,8836E+10	-16,6	86,15	127,76	111,2
630 Hz	102,74	0,03	102,77	1,8923E+10	-16,6	86,17	127,97	111,4
800 Hz	102,75	0,02	102,77	1,8923E+10	-16,6	86,17	128,14	111,5
1000 Hz	102,75	0,00	102,75	1,8836E+10	-16,6	86,15	128,27	111,7
1250 Hz	102,77	-0,03	102,74	1,8793E+10	-16,6	86,14	128,41	111,8
1600 Hz	102,69	-0,09	102,60	1,8197E+10	-16,6	86,00	128,48	111,9
2000 Hz	102,71	-0,17	102,54	1,7947E+10	-16,6	85,94	128,62	112,0
2500 Hz	101,73	-0,30	101,43	1,39E+10	-16,6	84,83	127,57	111,0
3150 Hz	100,71	-0,50	100,21	1,0495E+10	-16,6	83,61	126,49	109,9
4000 Hz	99,69	-0,83	98,86	769130872 7	-16,6	82,26	125,42	108,8
5000 Hz	98,69	-1,29	97,40	549541182 8	-16,6	80,80	124,81	108,2
6300 Hz	97,71	-1,99	95,72	373250079 1	-16,6	79,12	124,30	107,7
8000 Hz	96,72	-3,05	93,67	232809191 2	-16,6	77,07	123,98	107,4
10000 Hz	95,68	-4,41	91,27	133967678 2	-16,6	74,67	123,80	107,2
Suma de Presiones =				3,0155E+11				
Nivel total de la Presión=				114,793617				
Nivel total - log 21 por banda (21 bandas)=				101,6				
Ajuste (diferencia con 85dBc) =				-16,6				

Partiendo de la presión sonora total calculado por EASE con la herramienta Area Mapping, le aplicamos la curva de ponderación C, tras lo cual pasamos los niveles de presión a presión sonora en Pa. Después sumaremos todas las bandas para hallar el total, y tras pasarlo de nuevo a nivel haremos el ajuste de potencia (log 21). El ajuste que deberemos aplicar a cada banda será la resta de este nivel con respecto al de referencia (85dB). Así restando este valor al SPL directo que obtuvimos al realizar la

ecualización obtendremos el nuevo SPLd (1m) que deberemos modificar en cada una de las propiedades de los altavoces de nuestra sala.

Para comprobar si el resultado será el previsto, se puede volver al hallar el SPL total y haciendo el cálculo a la inversa, obtenemos que el nuevo SPL medio es 84,97dBC.

Haremos este mismo cálculo para el resto de canales de pantalla, para el canal surround derecho, surround izquierdo, surround trasero y para los canales de subwoofer. Abajo se muestra, a modo de resumen los niveles medios obtenidos para cada canal. Las tablas con el cálculo completo se muestran en el anexo.

Canales	SPL total (dBC)
Canal derecho	84.98
Canal izquierdo	84.96
Canal surround derecho	82.04
Canal surround izquierdo	82.04
Canal surround trasero	81.96
Canal de subwoofer	95

4.5.- Retardos.

La aplicación de retardos electrónicos se justifica debido al efecto de precedencia, también conocido como efecto Hass o ley de primera fuente de onda.

El oído humano, localiza un sonido, además de por el nivel con que le llega, por el tiempo que tarda en llegar a nuestros oídos, es decir, que si el sonido nos llega de diversas fuentes, como sucede en una sala de cine, el cerebro tendrá en cuenta el que le llegue de la fuente más cercana (o el que le llegue antes) por lo tanto si queremos localizar el sonido en la pantalla, que es de donde proviene el diálogo, y el espectador

tiene más cerca un altavoz de surround, debemos aplicar el retardo necesario a éste para que llegue más tarde y a la vez se integre en el oído. El tiempo de integración del oído es de 50 milisegundos, con lo que si hay una diferencia mayor de tiempos entre ambas fuentes y la diferencia de nivel es menor de unos 10 dB, el oído lo interpretará como un eco que puede causar molestias, objeto de posteriores apartados de esta memoria.

También hay que tener en cuenta, que si el sonido retardado es suficientemente más intenso que el primero (10 - 15 dB) se cancela el efecto de precedencia (esto ya lo hemos tenido en cuenta en el ajuste de niveles).

En nuestra sala, debido a su tamaño y cantidad de fuentes sonoras, será necesario aplicar diferentes retardos a grupos de altavoces. Lo óptimo, por supuesto sería retardar cada uno independientemente pero esto resultaría poco económico ya que aumentaría el número de equipos y la solución de retardar por grupos da buenos resultados.

Para hacer el cálculo en EASE calculamos el comportamiento de la sala en diferentes puntos que pueden ser críticos y ajustamos los altavoces teniendo en cuenta que en cada uno de estos puntos, debe de cumplirse el efecto de precedencia.

A continuación se muestra la imagen de la sala, con la nomenclatura establecida para los altavoces y la situación de los cuatro oyentes.

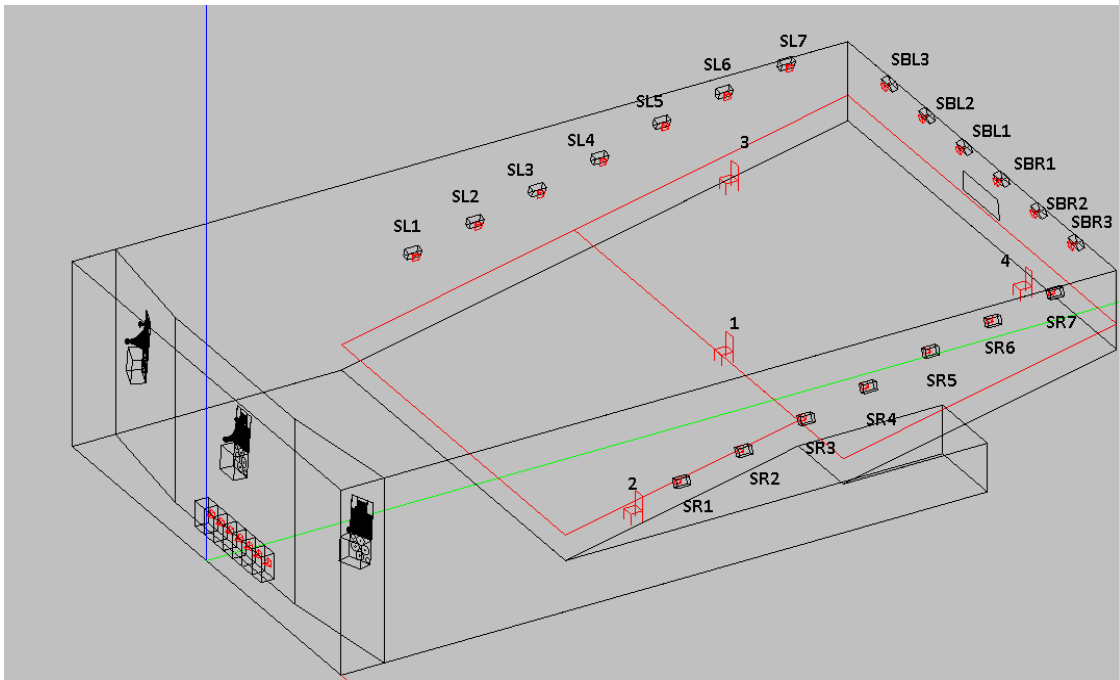


Ilustración 50. Retardos. Situación de los altavoces y los oyentes simulados en EASE.

Tras probar con diferentes retardos, con la herramienta Invoke Probe del Area Mapping, se han establecido los retardos que se muestran en la siguiente tabla:

Altavoz	Retardo (ms)
SL1	58
SL2	
SL3	
SR1	
SR2	
SR3	
SL4	83
SL5	
SL6	
SR4	
SR5	
SR6	

SL7	108
SBL1	
SBL2	
SBL3	
SR7	
SBR1	
SBR2	
SBR3	

En la simulación con EASE se considera como señal directa, todas aquellas que lleguen con un margen de 80 ms. Más allá son consideradas reflexiones.

Además, la herramienta Invoke Probe permite activar las colas de precedencia gracias a las cuales es muy fácil visualizar cómo unas señales enmascaran a otras debido a la diferencia de retardo y de nivel.

A continuación, se muestran las gráficas obtenidas para cada oyente:

Oyente 1:

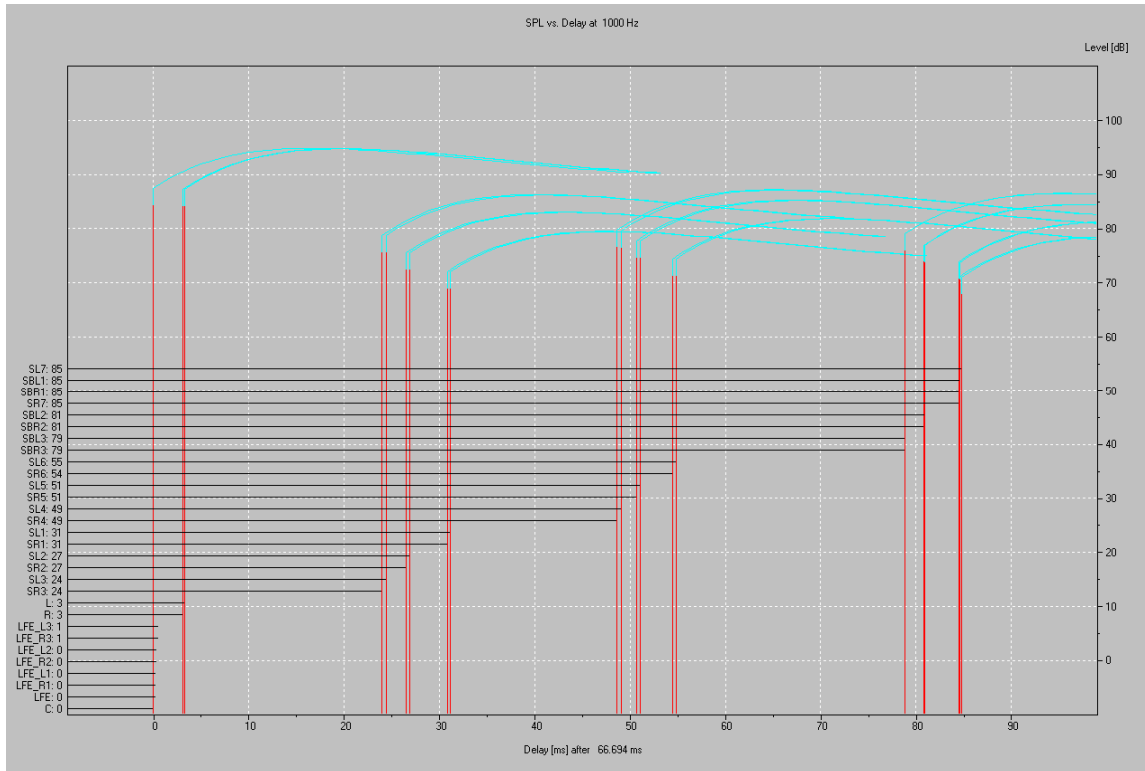


Ilustración 51. Colas de precedencia de cada altavoz captadas por el oyente1.

Se puede observar cómo el oyente 1 recibe como primer frente de onda las señales que provienen de la pantalla y que, dentro de 50 ms recibe la mayoría de las señales que provienen de los surround, los que llegan por detrás de estos 50 ms, son enmascaradas por las señales anteriores.

Oyente 2:

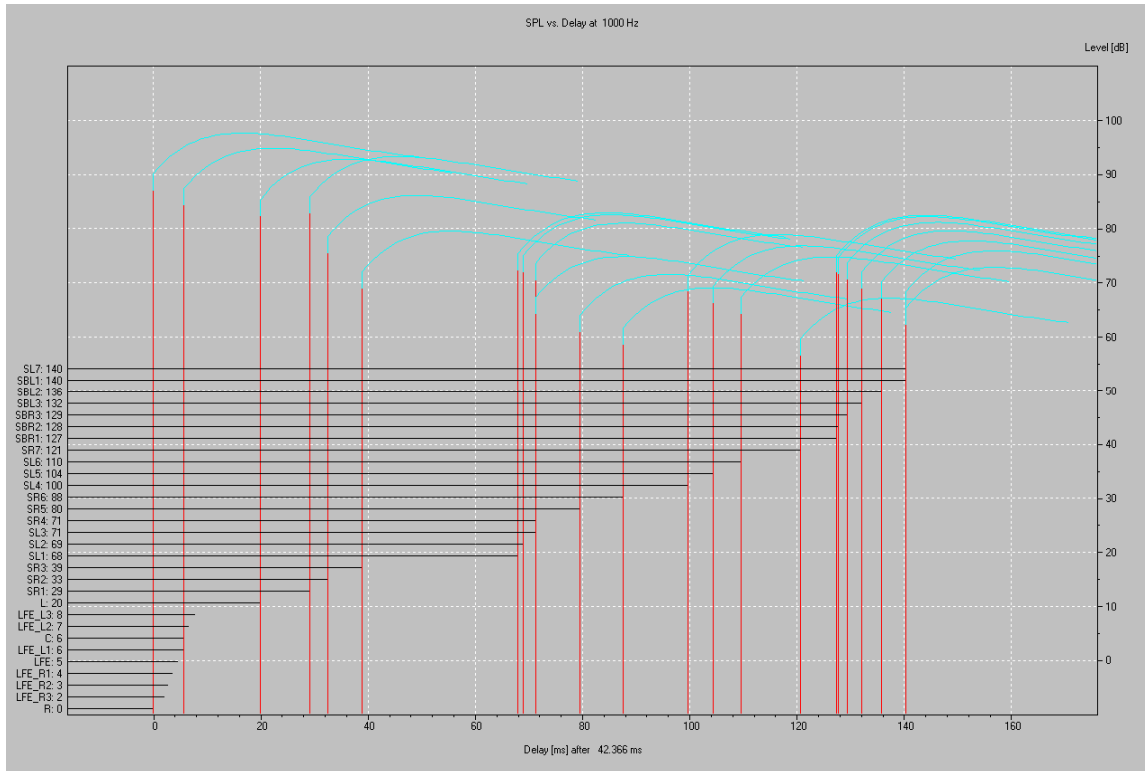


Ilustración 52. Retardos. Colas de precedencia de cada altavoz captadas por el oyente 2.

En este caso el oyente está situado en un lugar más crítico puesto que está mucho más cerca del altavoz de surround SR1 que de los canales de pantalla. Aún de esta manera, se puede apreciar que las primeras señales que le llegan son de los canales de pantalla y que no sufrirá ecos ya que los primeros frentes de ondas llegan con un nivel suficiente.

Oyente 3:

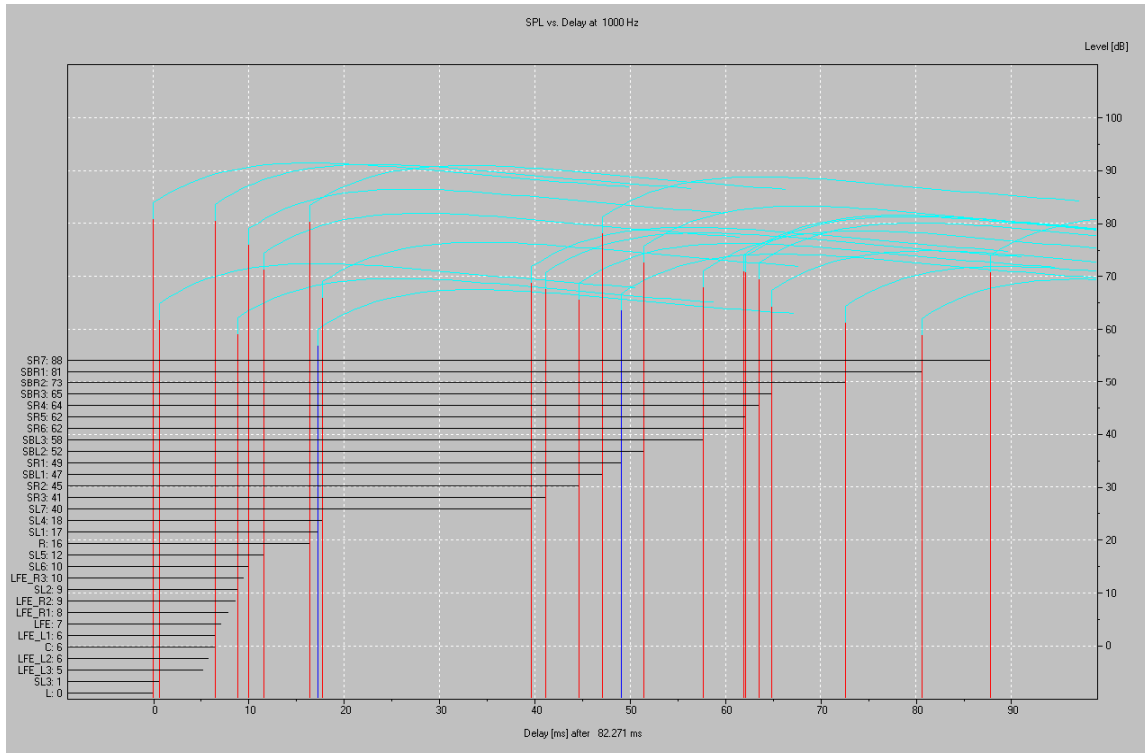


Ilustración 53. Colas de precedencia de cada altavoz captadas por el oyente 3.

Al estar tan lejos de los canales de pantalla, si no se hacen bien los retardos podría percibir antes el sonido proveniente de los altavoces surround. Con los retardos aplicados el oyente percibirá antes el canal izquierdo de pantalla que hará que localice adecuadamente el diálogo a pesar de que el siguiente que perciba sea el SL3 debido al efecto de precedencia.

Oyente 4:

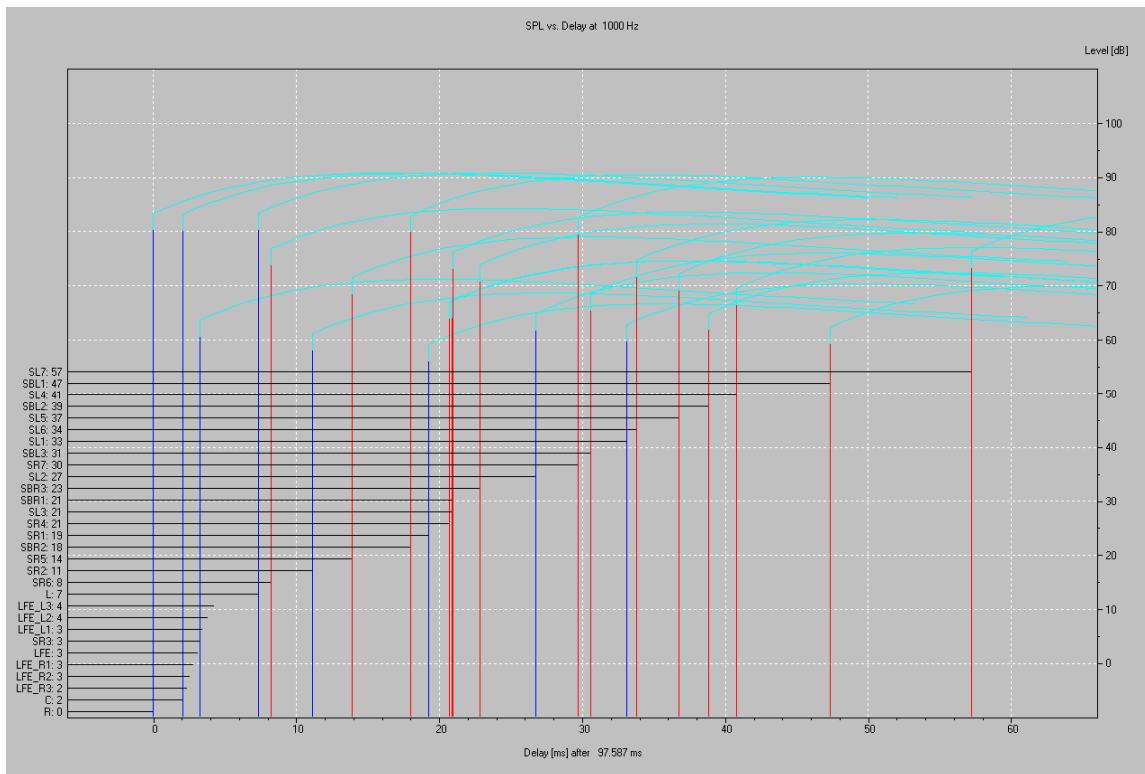


Ilustración 54. Retardos. Colas de precedencia de cada altavoz captadas por el oyente 4.

El oyente número 4, por su situación percibirá predominantemente reflexiones, pero no afectarán a su percepción ya que le llegan con el suficiente nivel y en tiempo adecuado como para localizar adecuadamente el habla.

La opción Arrival Time nos permite ver claramente la necesidad de los retardos. Así es como localizan los oyentes sin retardos:

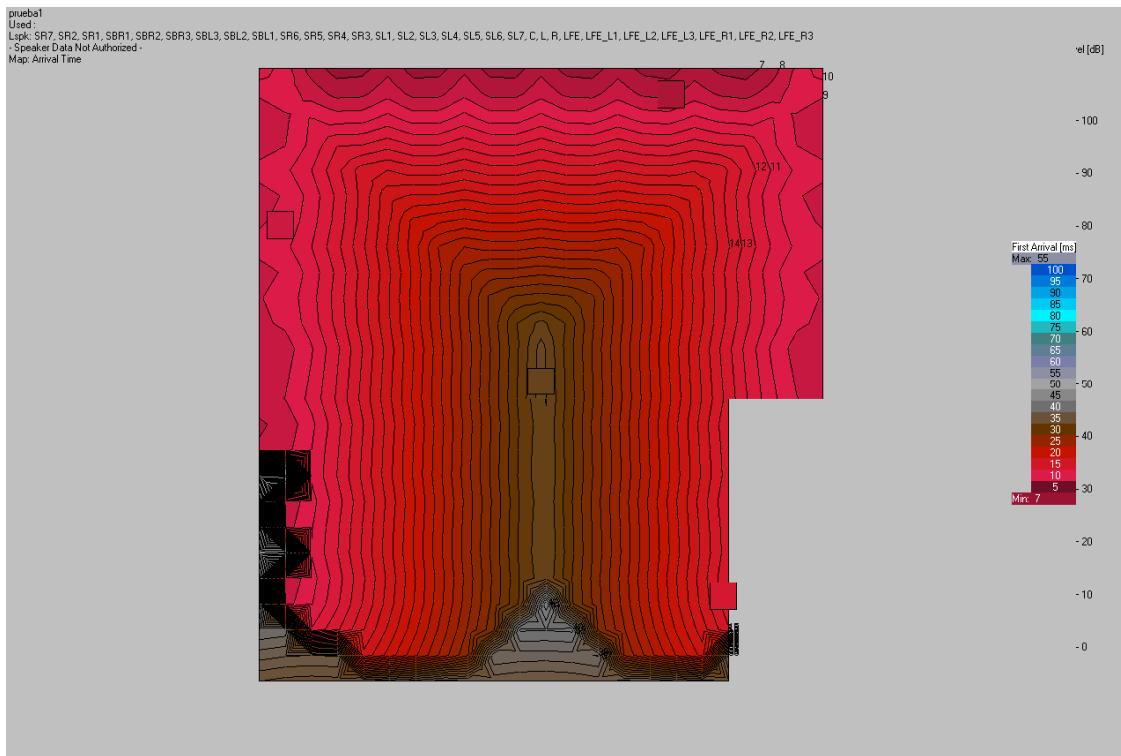


Ilustración 55. Retardos. Frentes de onda del sonido directo sin retardos.

Se puede apreciar el que el oyente número 1 sería el único que percibe el sonido proveniente de la pantalla.

Sin embargo, al incluir los retardos obtenemos el siguiente mapa:

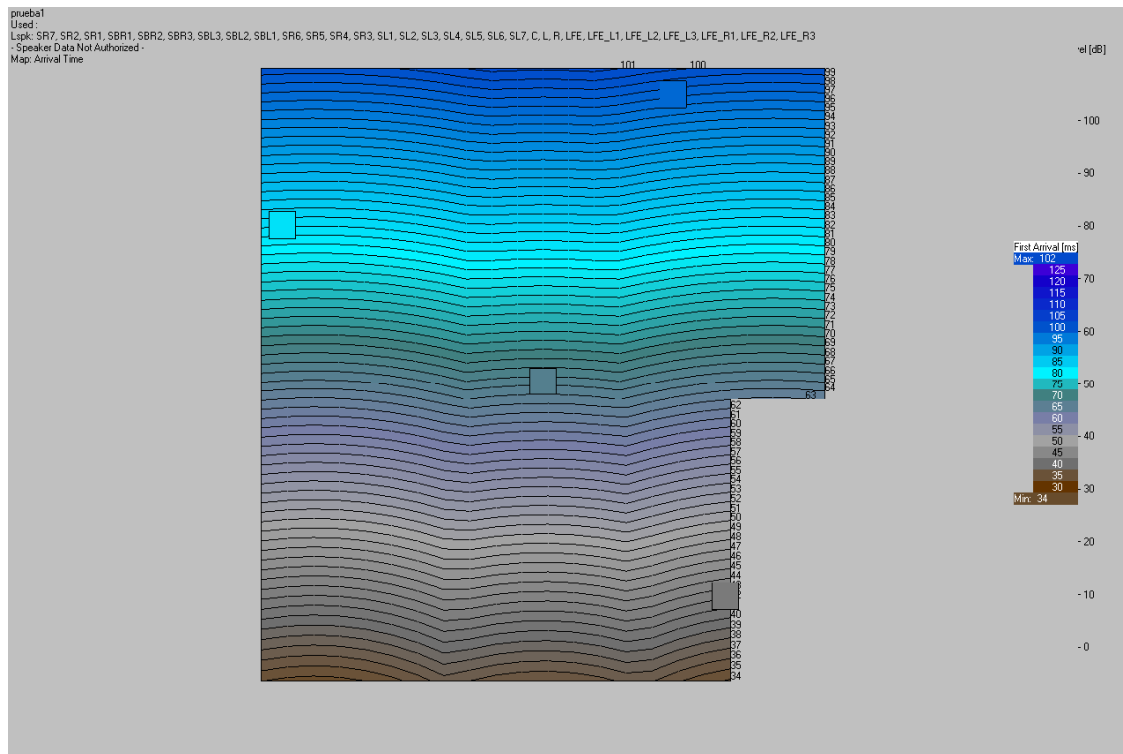


Ilustración 56. Retardos. Frentes de onda del sonido directo con retardos.

Por lo tanto se puede concluir que nuestra sala cumple con el efecto de precedencia.

4.6.- Campo Sonoro Directo

A pesar de que el oído humano percibe el campo sonoro total (directo más reverberante) es importante el estudio del campo directo por separado para conocer por ejemplo, la inteligibilidad, que se estudiará más adelante, o la directividad de los altavoces a diferentes frecuencias. Además, también es imprescindible para calcular el D/R ratio (o proporción directo reverberante) para valorar la inteligibilidad de la sala, como se verá más adelante.

El campo sonoro directo no dependerá de las dimensiones de la sala, pero sí la posición del oyente ya que el nivel disminuye en torno a unos 6dB cada vez que se duplica la distancia hasta la fuente.

A continuación se mostrará el histograma y los mapas del campo sonoro directo en nuestra sala, calculados a las frecuencias de 250 Hz (baja frecuencia), 1000 Hz (frecuencia media) y 4000 Hz (alta frecuencia) para ver el comportamiento general en cada banda y para cada canal.

Además se incluye la gráfica de distribución que es muy útil a la hora de revisar si hay un recubrimiento uniforme en la sala. Para que se considere que un recubrimiento es uniforme no deberá existir una diferencia de ± 4 dB en el 90% del area de Audiencia. No se deberá tener en cuenta, sin embargo, esto en el caso del SPLd ya que en realidad se debe cumplir para el campo total que es el campo real.

4.6.1.- CANAL C

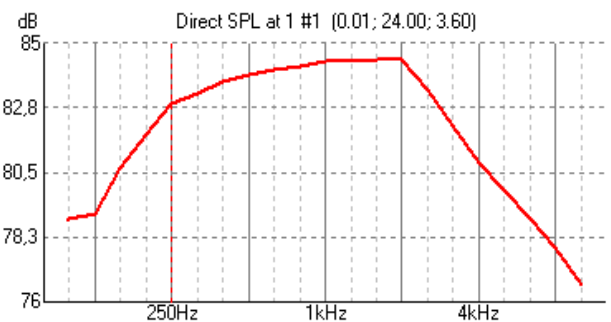
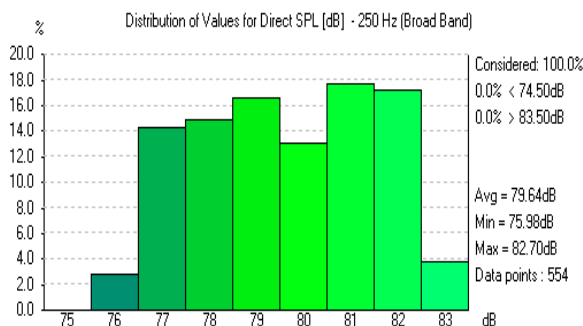


Ilustración 57. Campo Directo Canal C. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

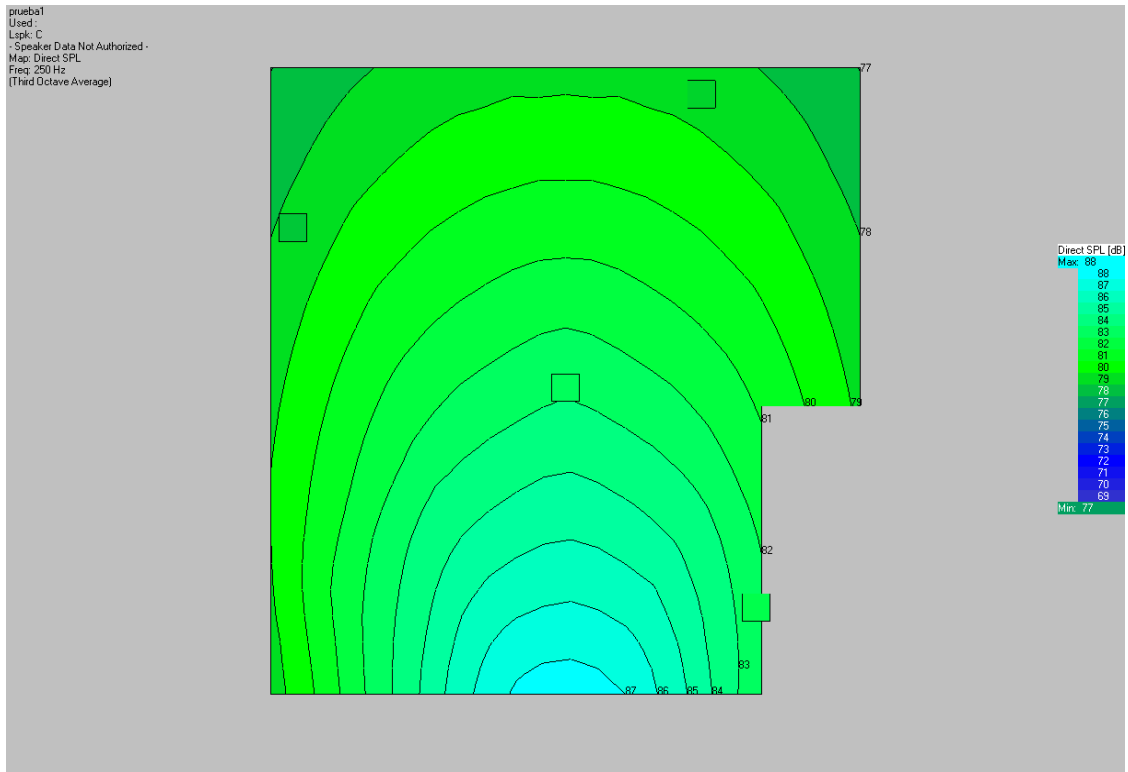


Ilustración 58. Nivel del Campo Directo del canal C a 250Hz.

1000HZ

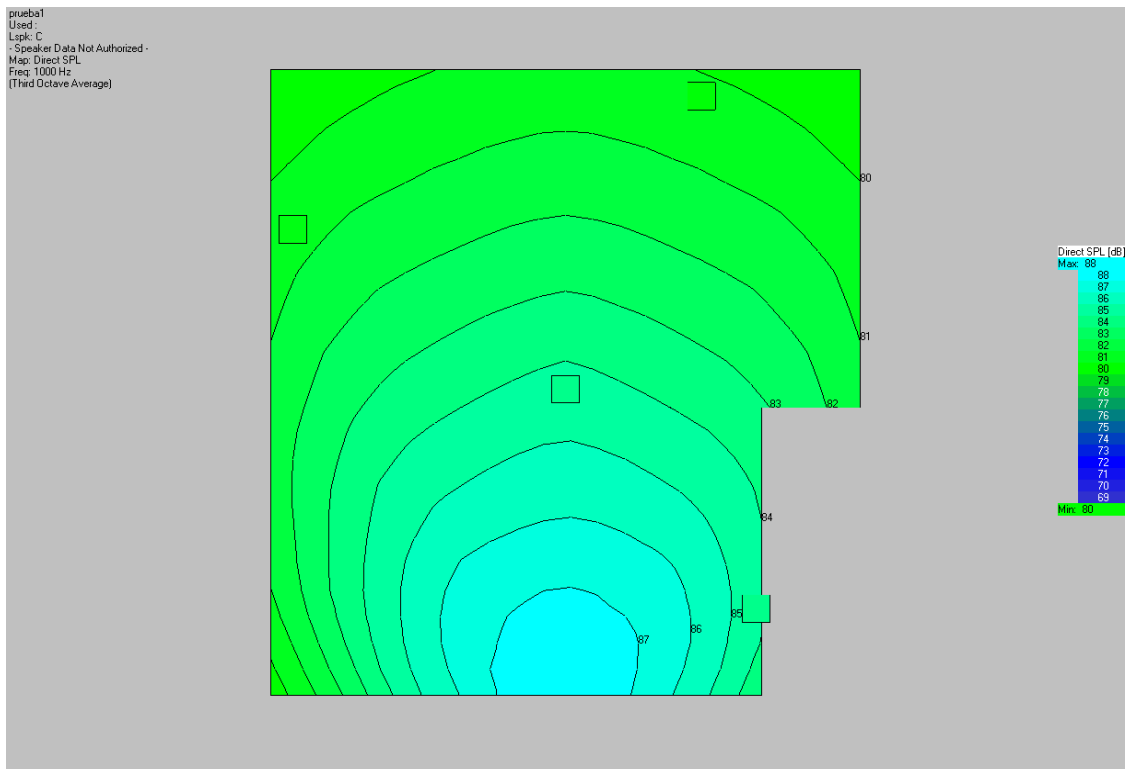


Ilustración 59. Nivel del Campo Directo del canal C a 1000Hz.

4000 Hz

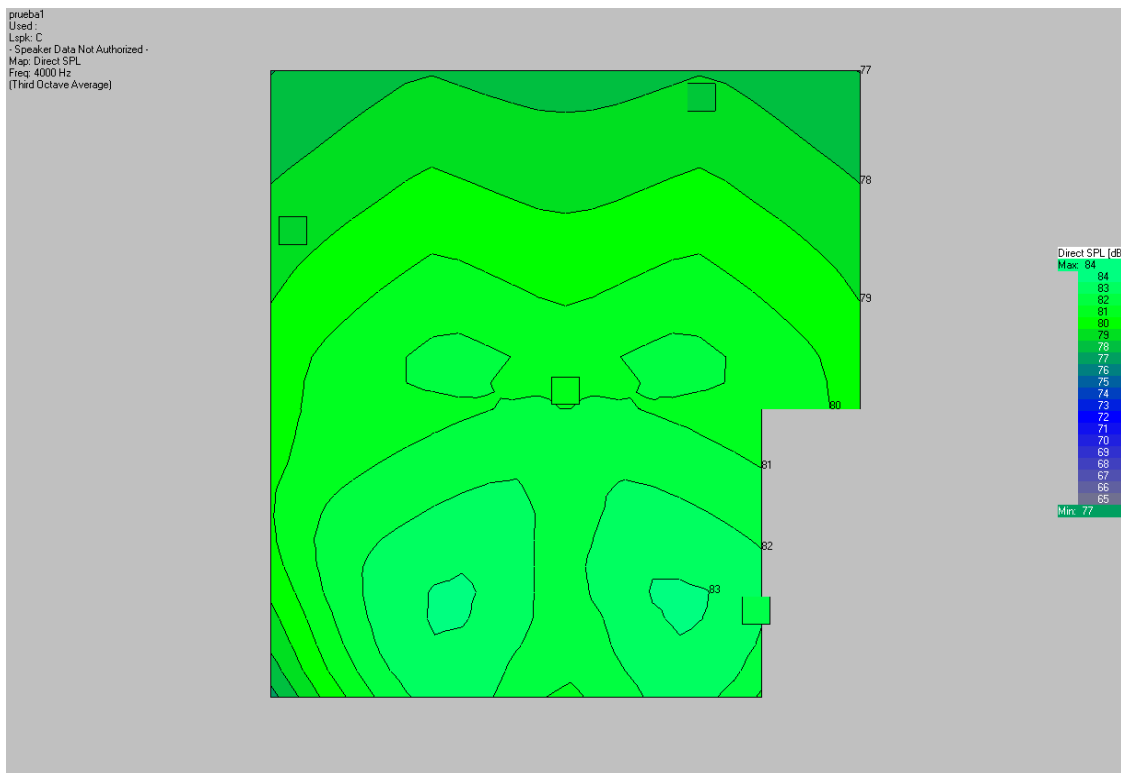


Ilustración 60. Nivel Campo del Directo del canal C a 4000Hz.

Se puede extraer del mapa de distribución que en torno al 92% está entre los valores de 77 a 82 dB, hay 5 dB de diferencia.

Además se puede comprobar que tanto en bajas como medias y altas frecuencias, el nivel está bastante bien distribuido y uniforme, en bajas y medias se ve claramente como disminuye con la distancia, en altas se crean pequeñas zonas de mayor nivel.

4.6.2.- CANAL L

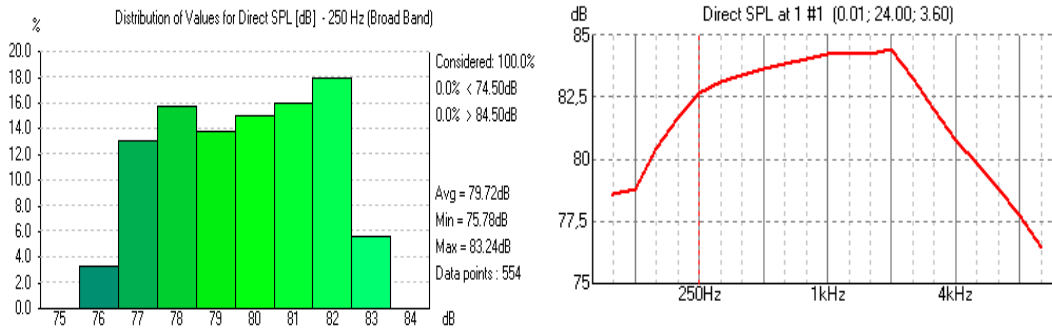


Ilustración 61. Campo Directo canal L. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

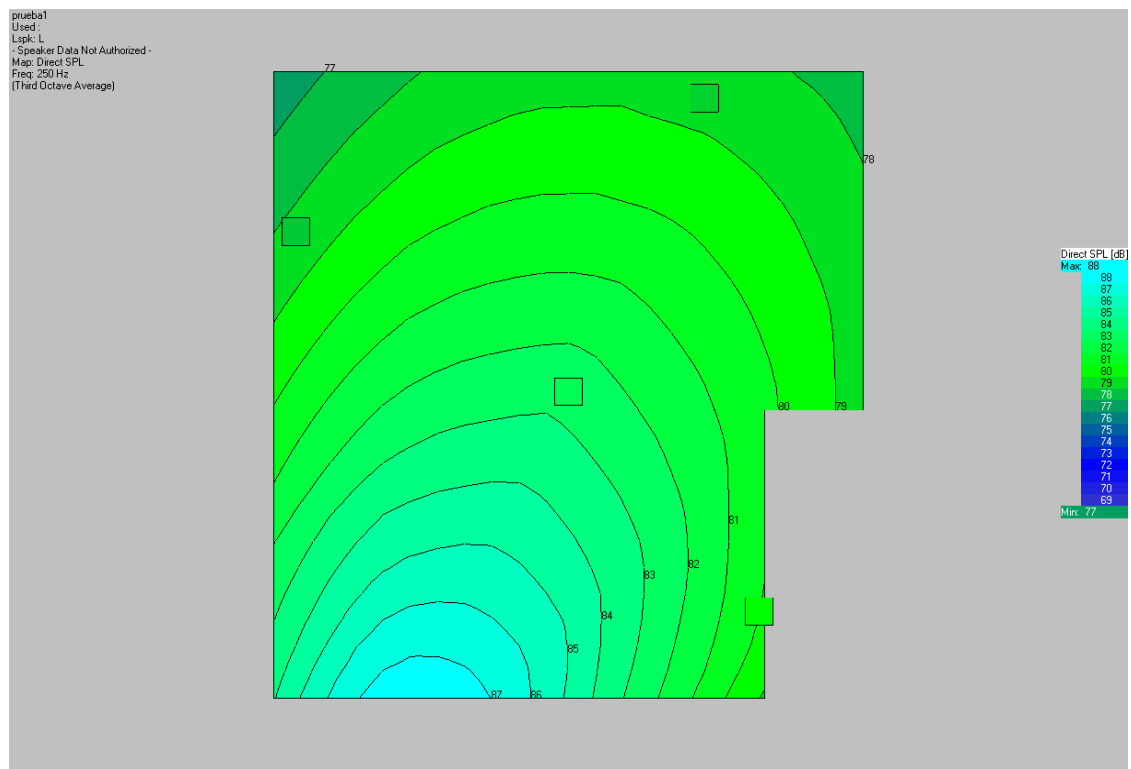


Ilustración 62. Nivel del Campo Directo del canal L a 250Hz.

1000 Hz

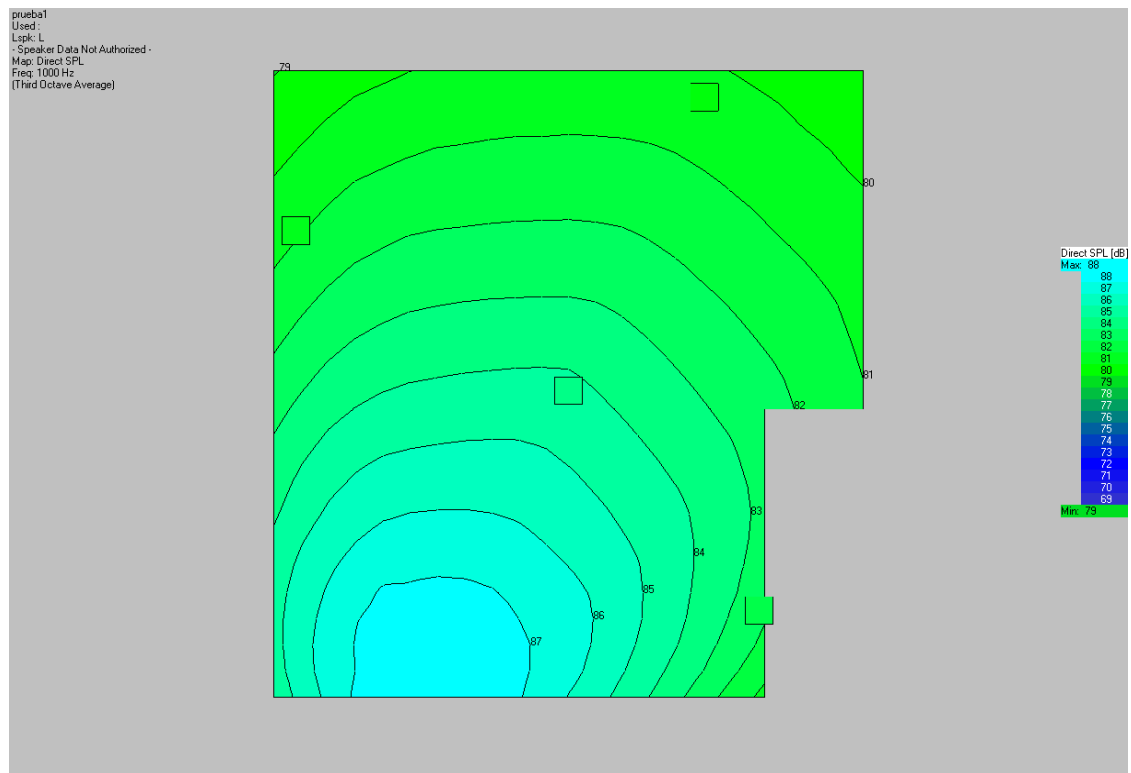


Ilustración 63. Nivel del Campo Directo del canal L a 1000Hz.

4000 Hz

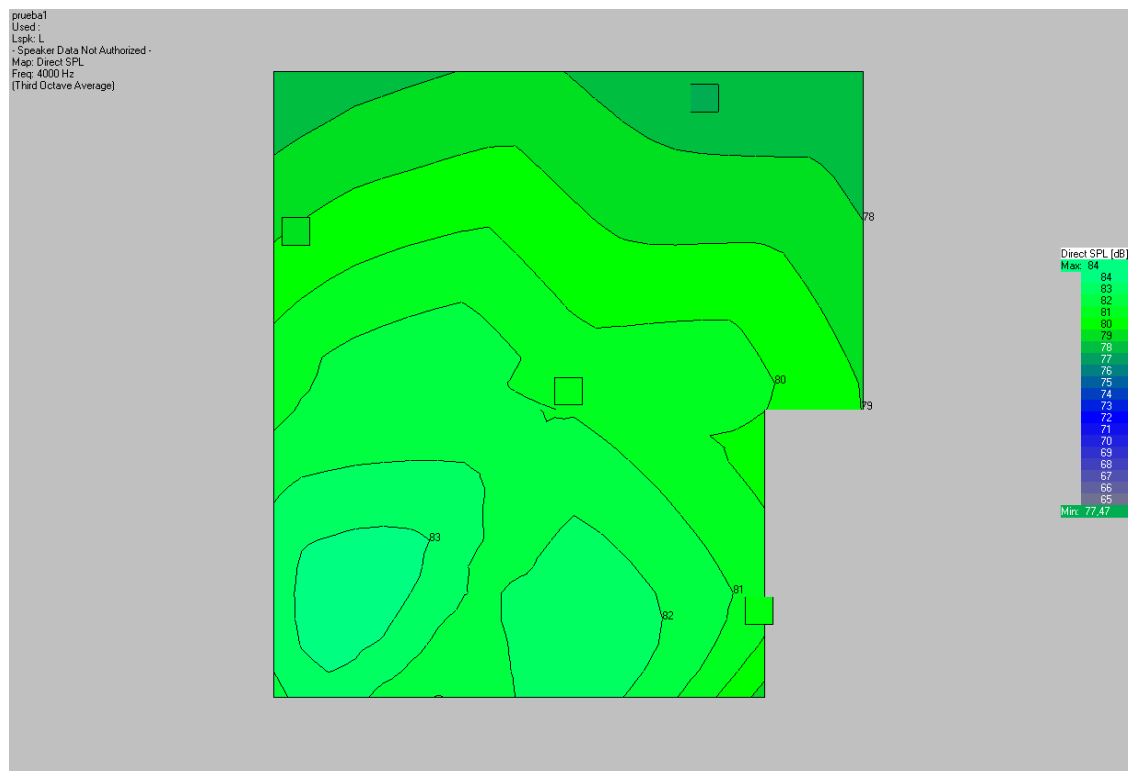


Ilustración 64. Nivel del Campo Directo del canal L a 4000Hz.

En el mapa de distribución podemos apreciar que en torno al 92% está entre 77 y 82 dB, al igual que en el canal C.

El comportamiento, también en el mapa de isolíneas es similar al canal C en todas las frecuencias.

4.6.3.- CANAL R

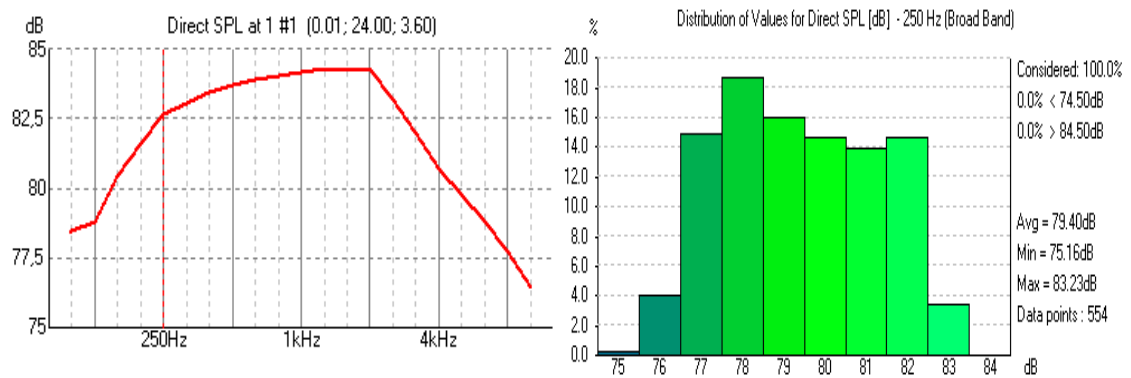


Ilustración 65. Campo Directo canal R. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

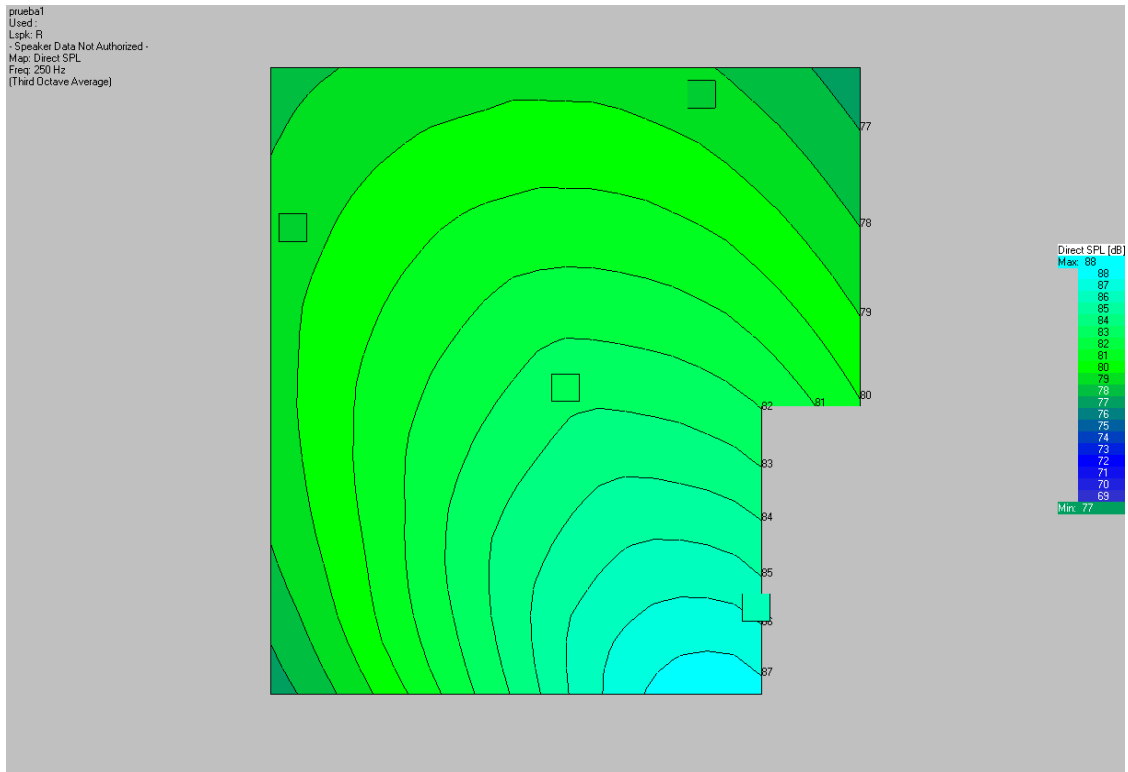


Ilustración 66. Nivel del Campo Directo del canal R a 250Hz.

1000 Hz

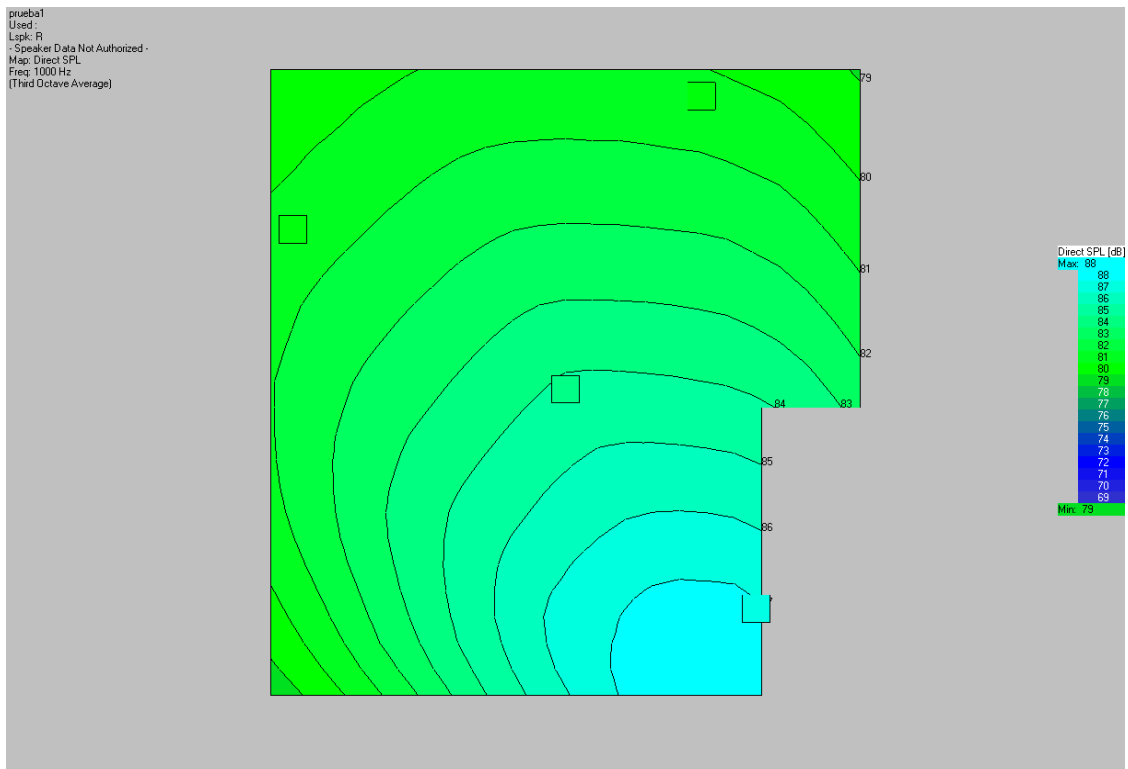


Ilustración 67. Nivel del Campo Directo del canal R a 1000Hz..

4000 Hz

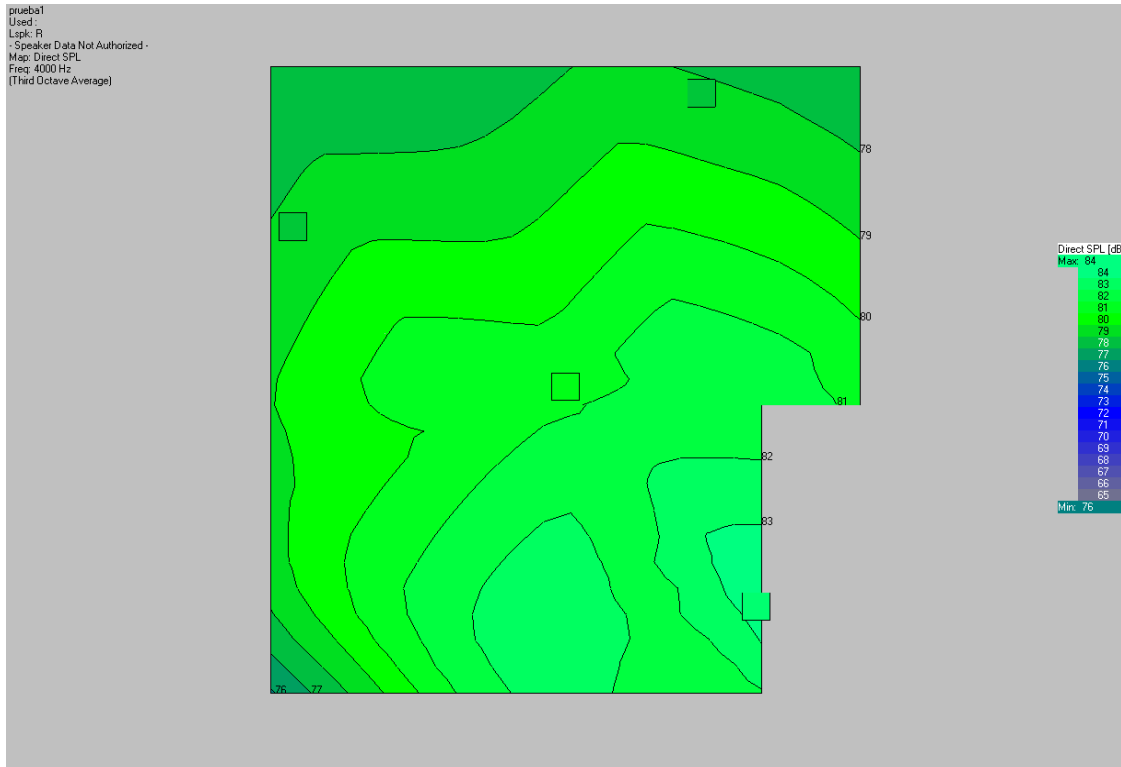


Ilustración 68. Nivel del Campo Directo del canal R a 4000Hz.

Se puede observar que este canal ofrece muy pocas diferencias con los otros dos canales de pantalla, el 92% por ciento también está entre 77 y 82 dB y la distribución de nivel a todas las frecuencias es similar.

4.6.4.- CANAL SR

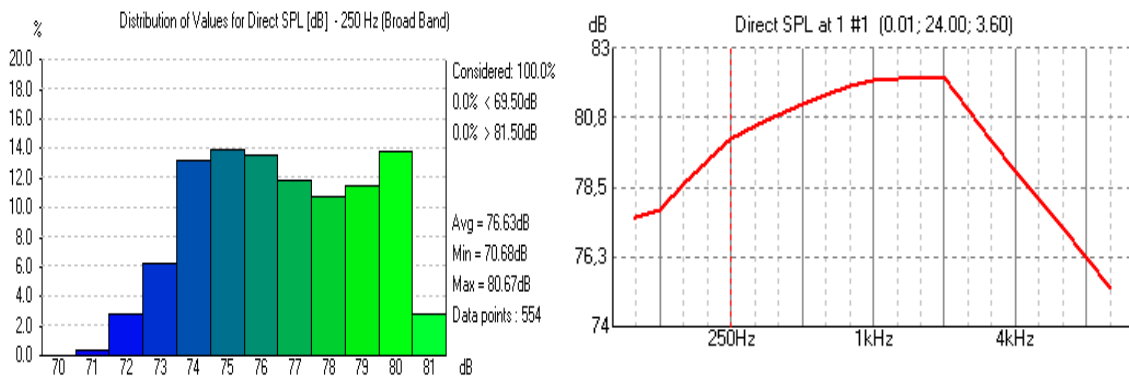


Ilustración 69. Campo Directo canal SR. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

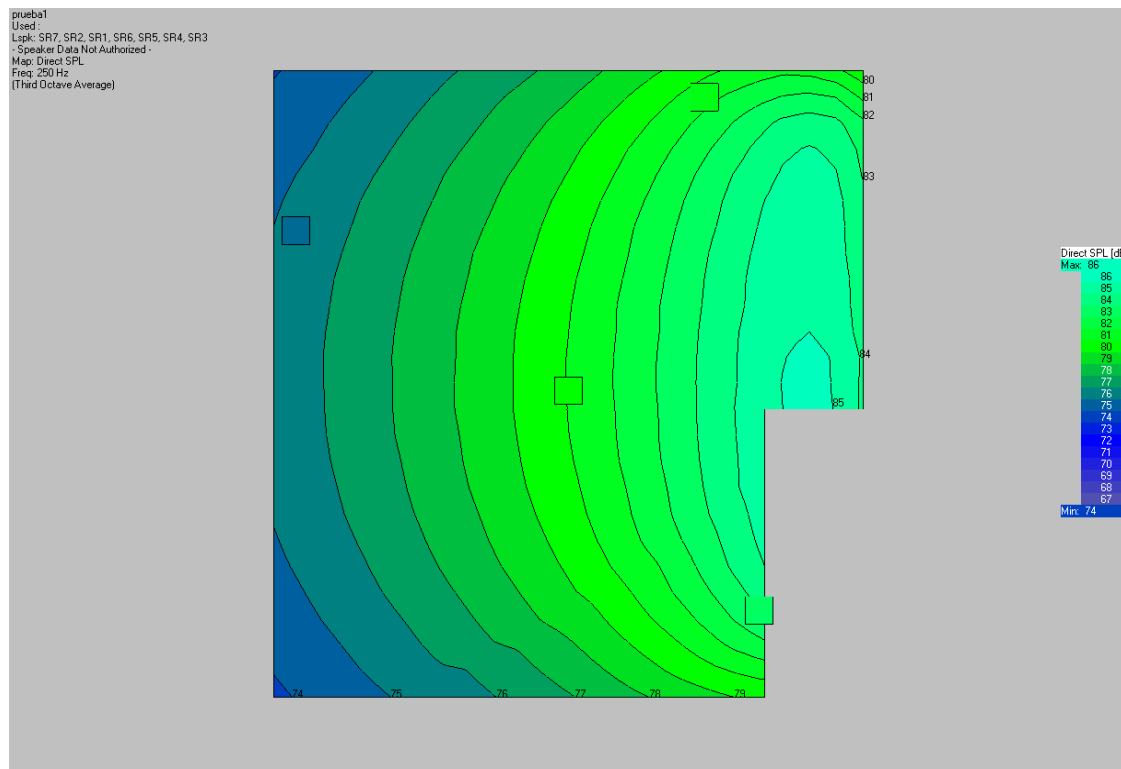


Ilustración 70. Nivel del Campo Directo del canal SR a 250Hz..

1000 Hz

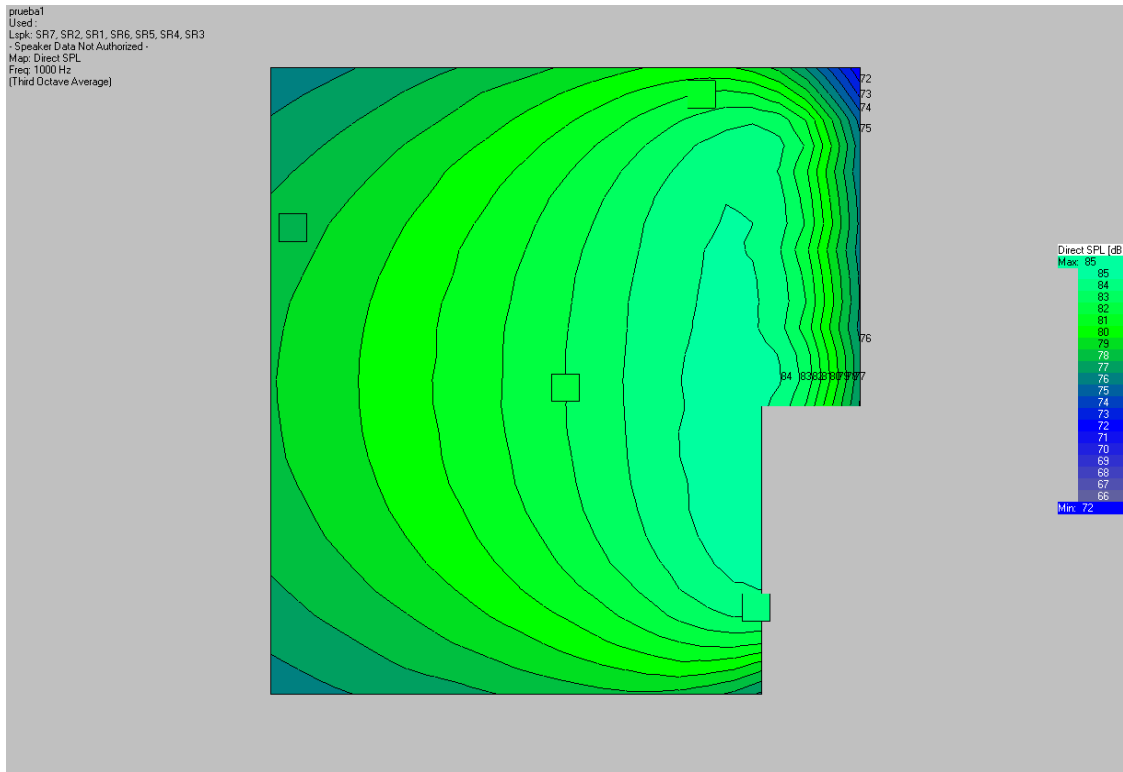


Ilustración 71. Nivel del Campo Directo del canal SR a 1000Hz.

4000 Hz

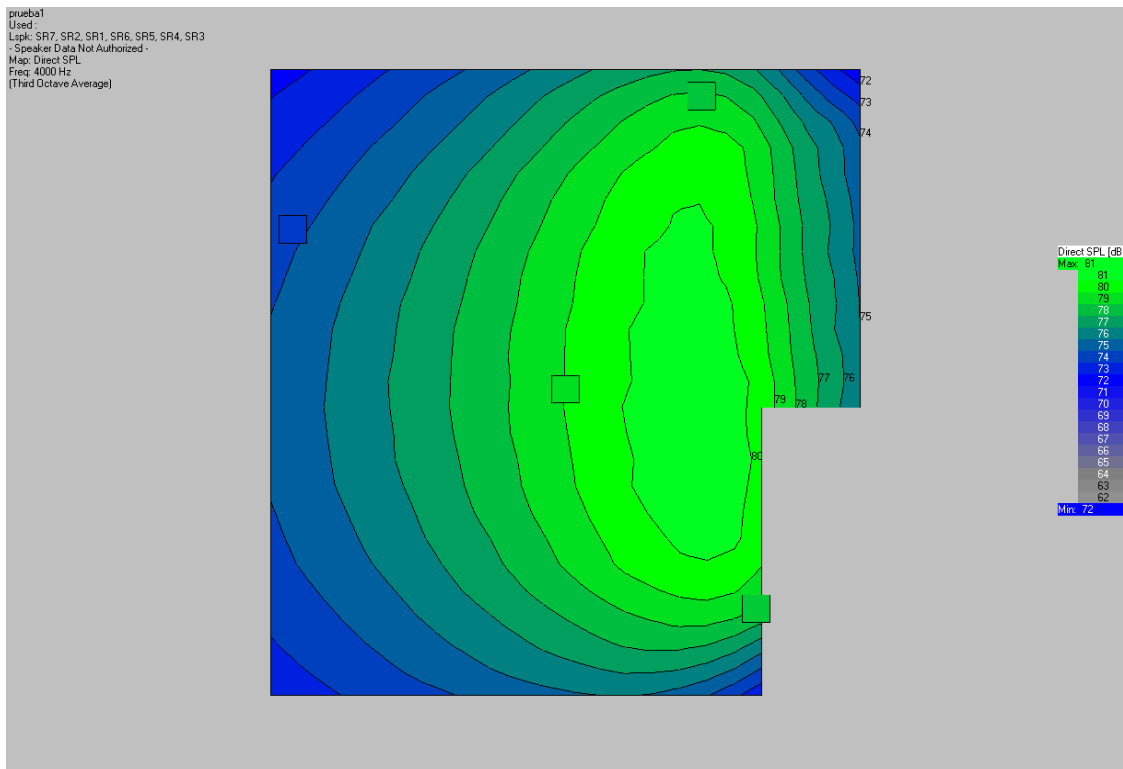


Ilustración 72. Nivel del Campo Directo del canal SR a 4000Hz.

En esta ocasión, el 90% de la superficie del área de audiencia está entre 74 y 80 dB, 6 decibelios de diferencia y vemos que los mayores niveles se concentran, obviamente en el lado derecho de la sala y van disminuyendo gradualmente conforme disminuye la distancia. La distribución más uniforme es a medias frecuencias

4.6.5.- CANAL SL

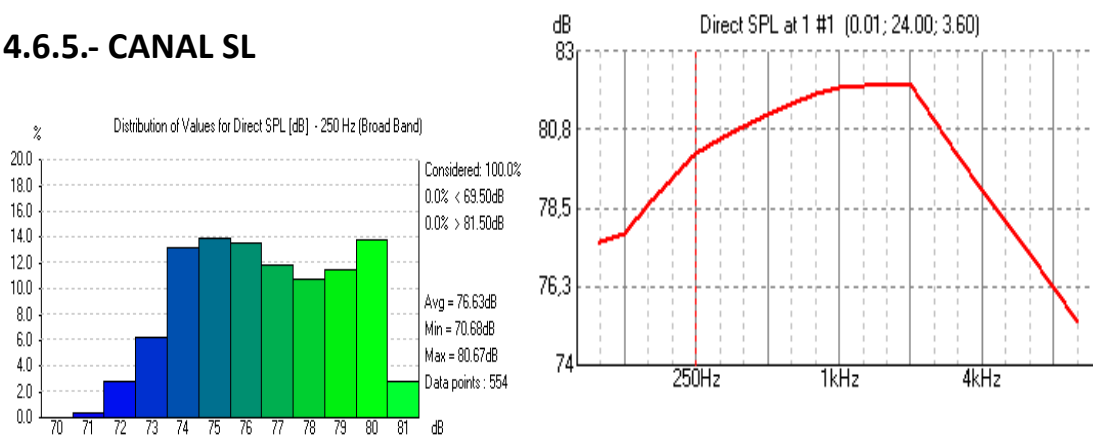


Ilustración 73. Campo Directo canal SL. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

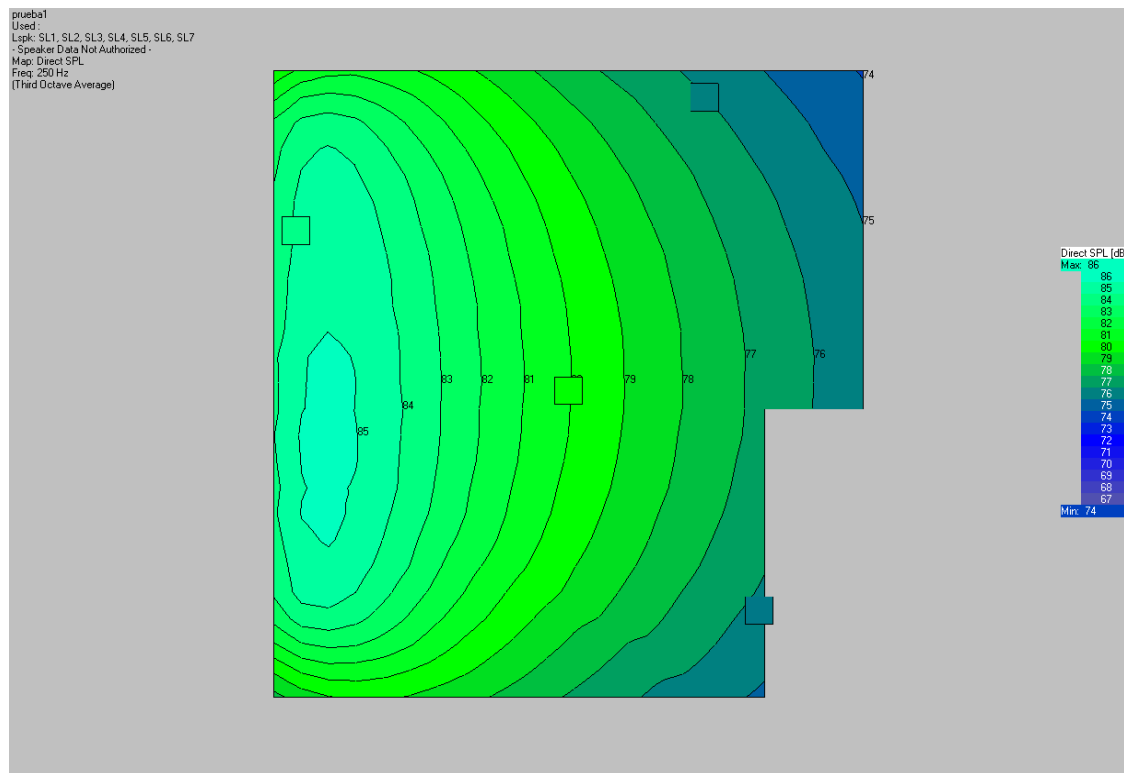


Ilustración 74. Nivel del Campo Directo del canal SL a 250Hz.

1000 Hz

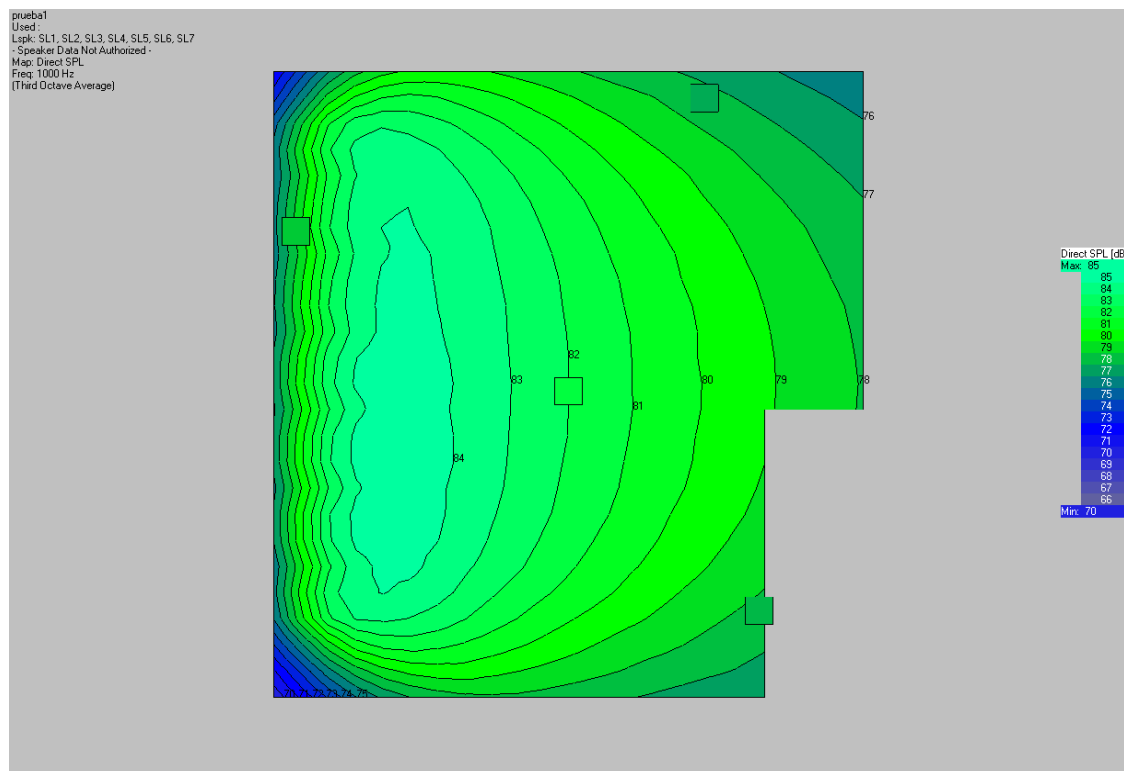


Ilustración 75. Nivel del Campo Directo del canal SL a 1000Hz..

4000 Hz

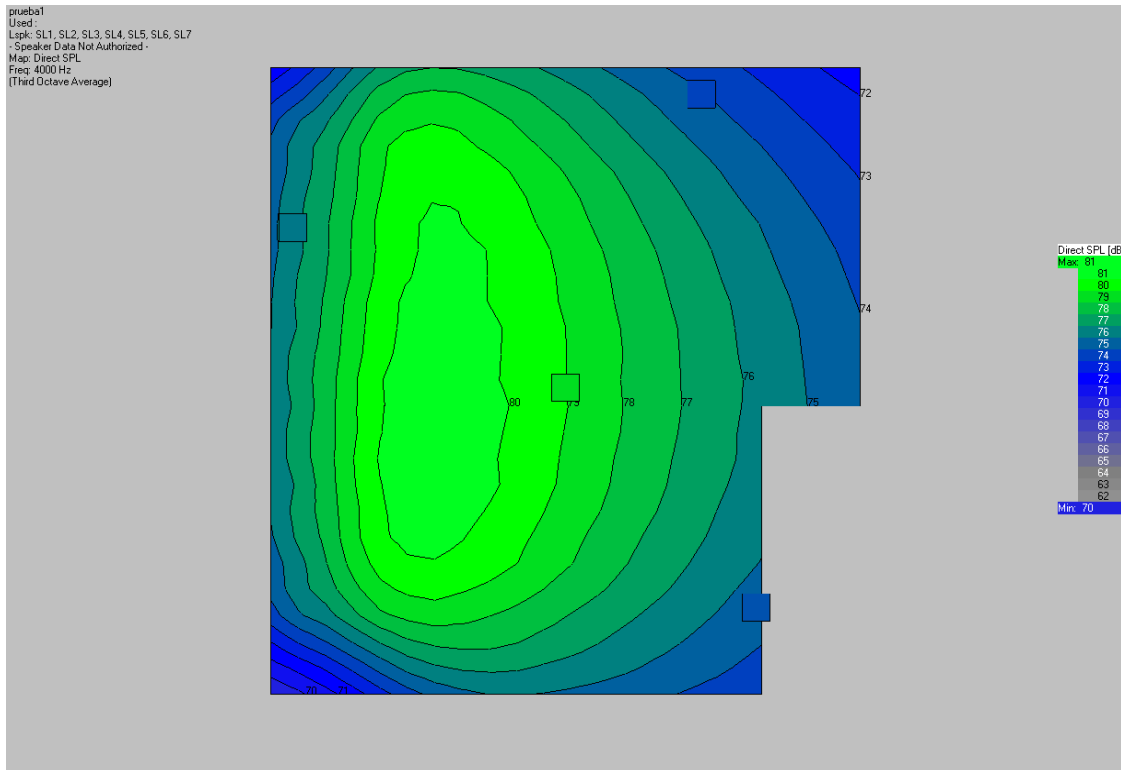


Ilustración 76. Nivel del Campo Directo del canal SL a 4000Hz.

De manera similar al canal SR, el canal izquierdo ofrece en un 90% del área de audiencia una diferencia no mayor a 6 dB (entre 74 y 80 dB). Vemos que a bajas y a medias frecuencias la distribución de niveles es mejor que a altas.

4.6.6.- CANAL SB

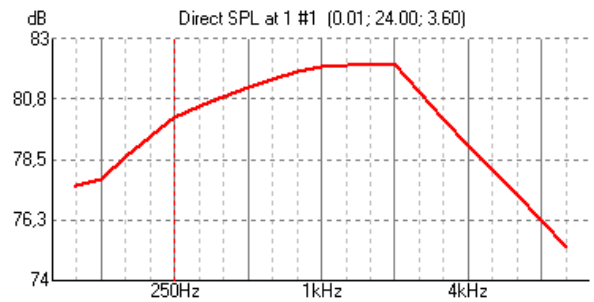
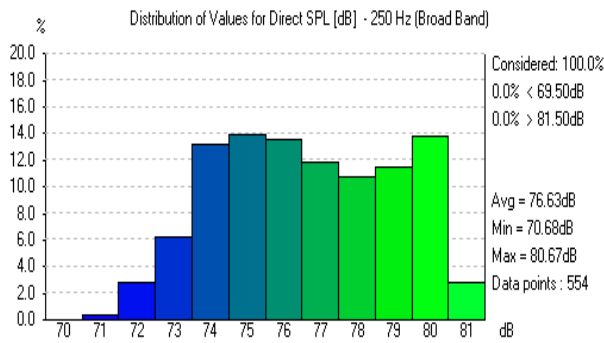


Ilustración 77. Campo Directo canal SB. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

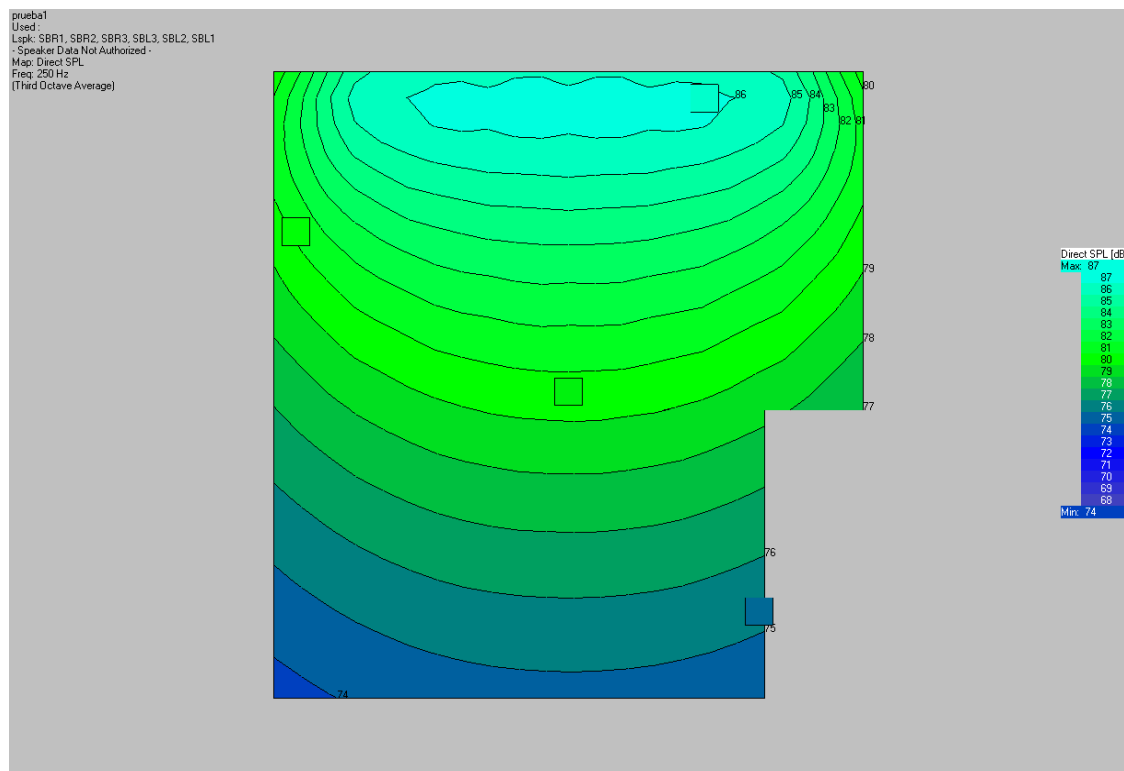


Ilustración 78. Nivel del Campo Directo del canal SB a 250 Hz.

1000 Hz

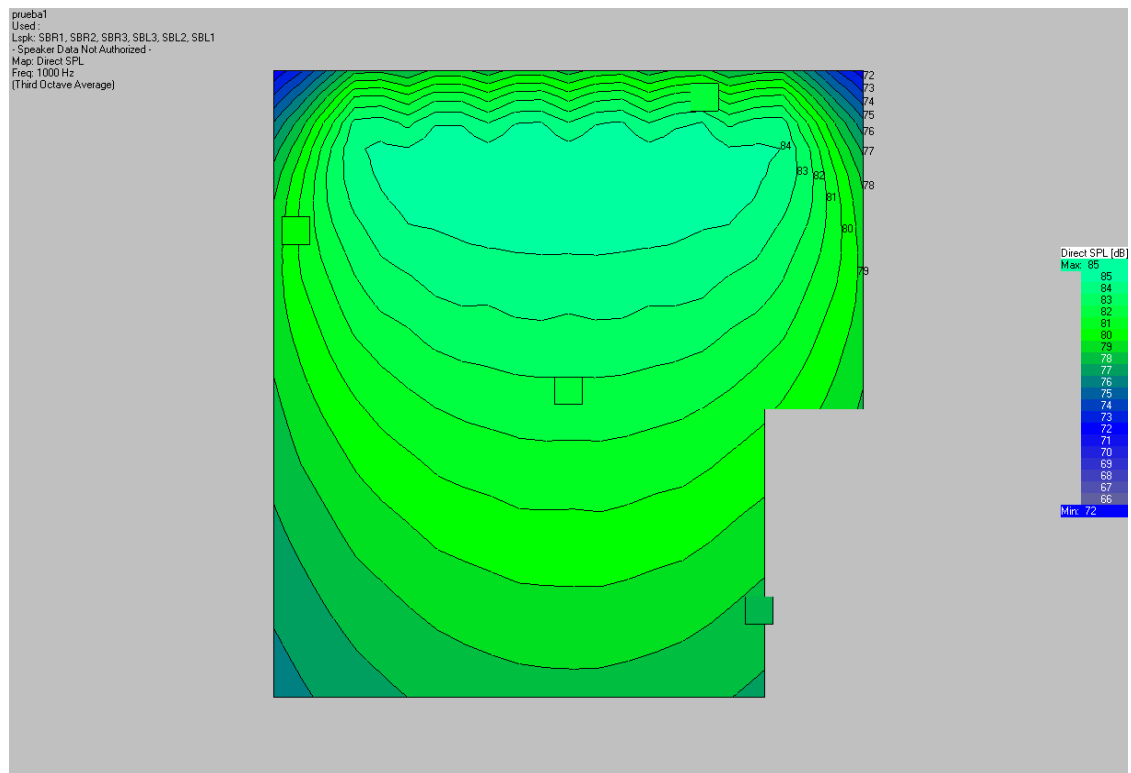


Ilustración 79. Nivel del Campo Directo del canal SB a 1000Hz.

4000 Hz

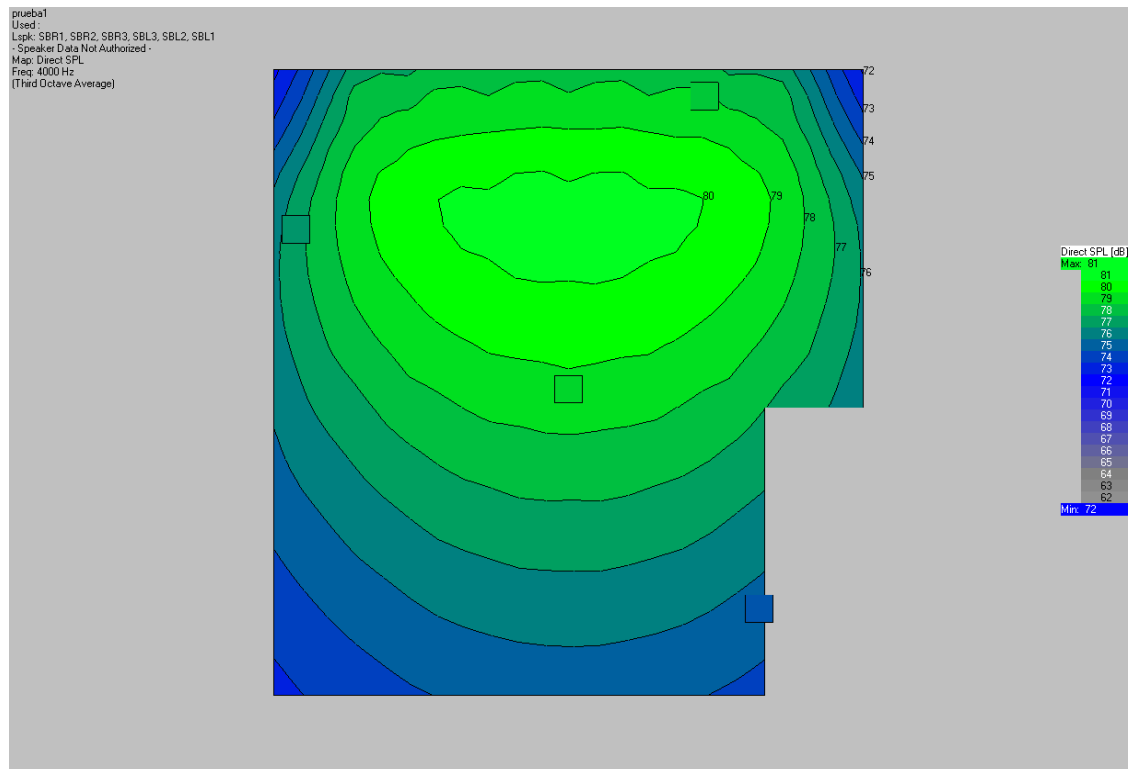


Ilustración 80. Nivel del Campo Directo del canal SB a 4000Hz.

El comportamiento de los canales surround es similar al resto de surround, pero veremos que todos a la vez la respuesta es muy satisfactoria.

Todos los canales a la vez:

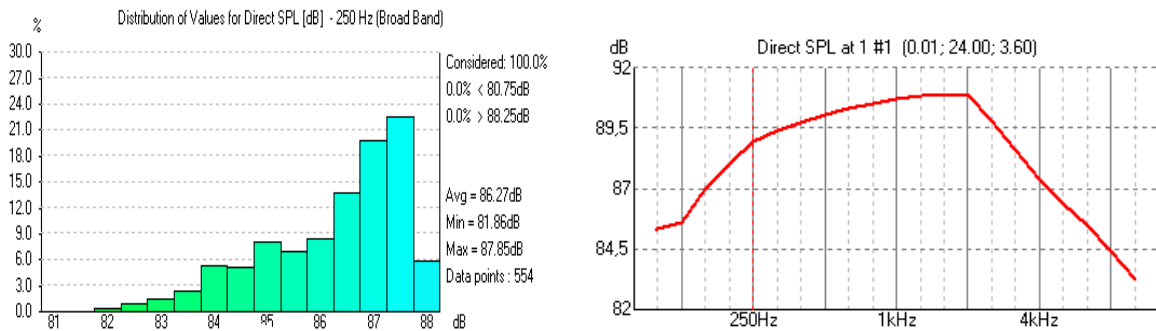


Ilustración 81. Campo Directo total. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

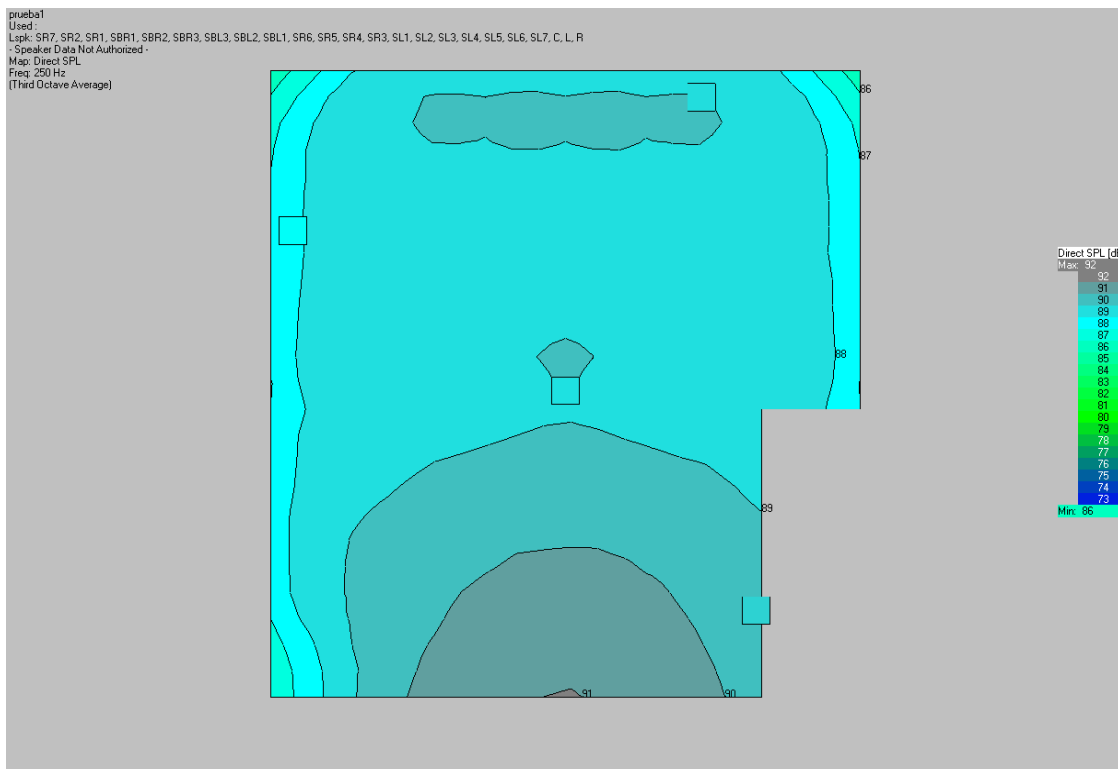


Ilustración 82. Nivel del Campo Directo total a 250Hz.

1000 Hz

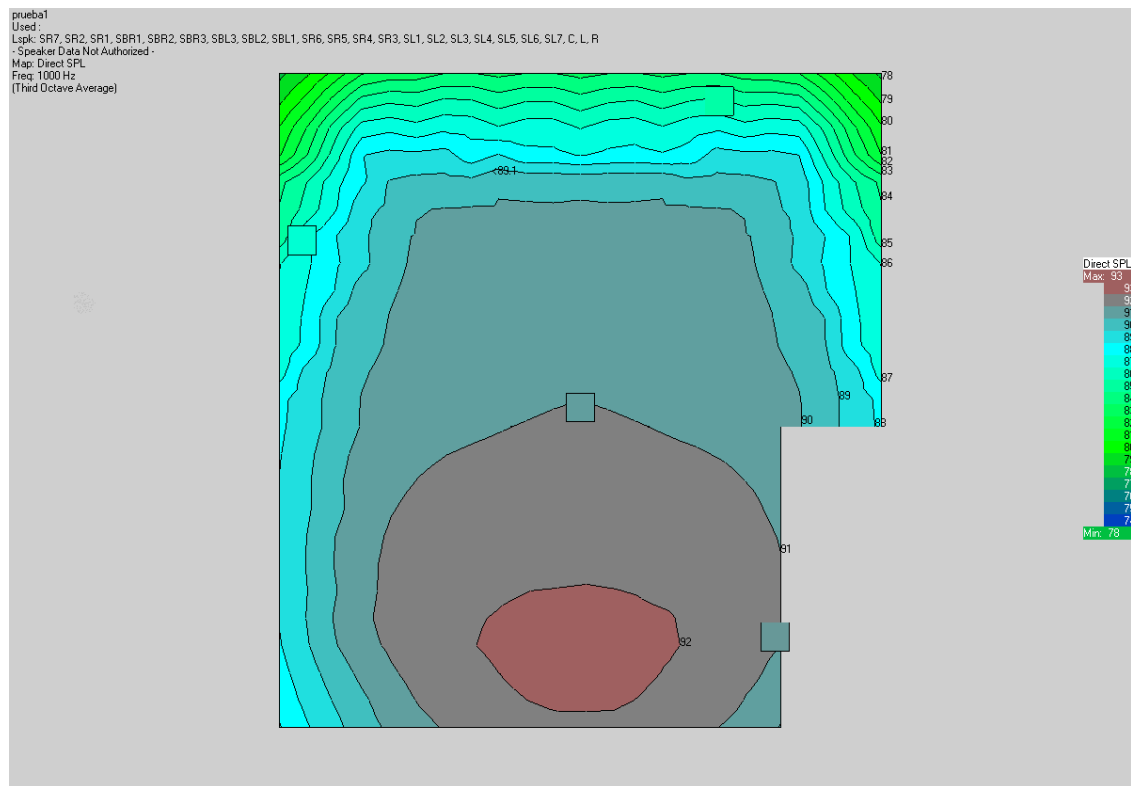


Ilustración 83. Nivel del Campo Directo total a 1000Hz.

4000Hz

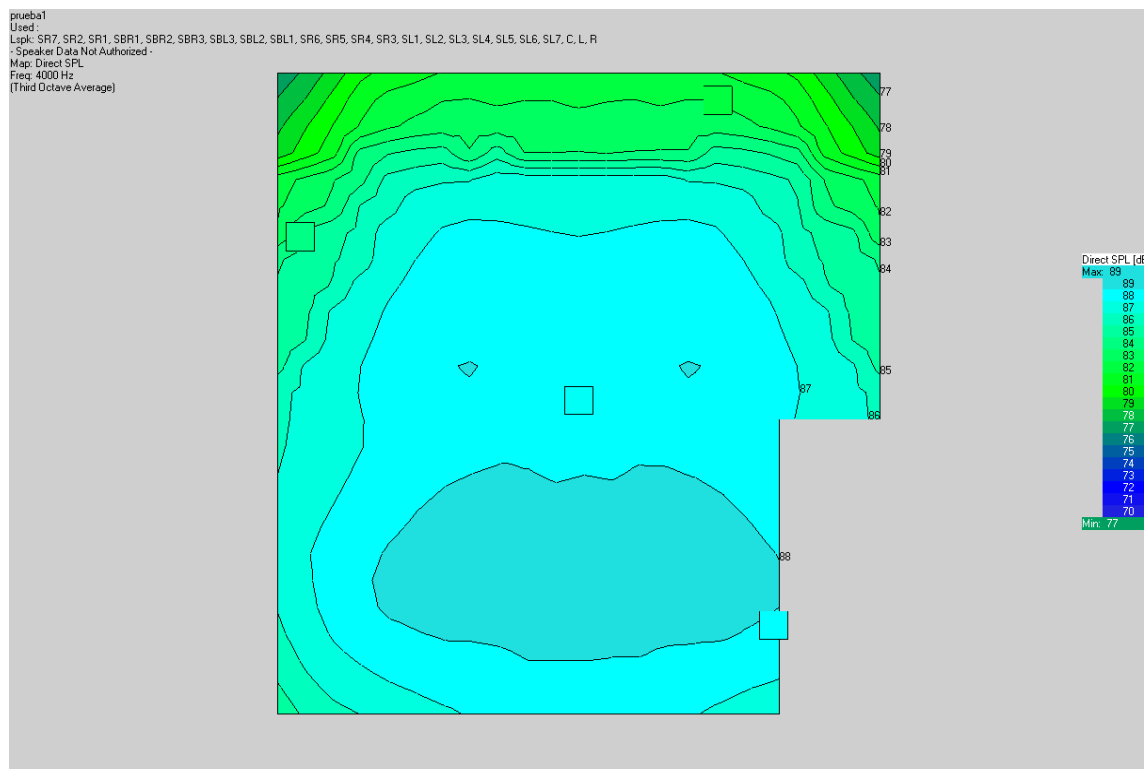


Ilustración 84. Nivel del Campo Directo total a 4000Hz.

En este caso, ya si se cumpliría que en el 90% de la sala no hay una diferencia de nivel mayor a 4 dB.

El cálculo del SPLd es necesario a la hora de ecualizar una sala y cada canal por separado, aunque no nos da una visión clara del recubrimiento de la misma. Para ello será necesario el cálculo del campo sonoro total.

4.7.- Campo Sonoro Total

El campo sonoro total, es el que realmente escuchamos, se compone del campo directo más campo reverberante, por lo tanto, tendrá más nivel que el campo directo. Aquí sí será necesario que se cumpla la regla de los 4 dB de campo uniforme. En cuanto a los canales de surround deberá ser de 2 dB en el 90 % de la sala.

Cuando estudiamos el campo total con todos los altavoces no se incluirán canal de baja frecuencia ya que son muy omnidireccionales y su respuesta en frecuencia es especial (sólo radian a dos bandas por debajo de las que estamos estudiando)

A continuación se estudiará el caso de cada canal así como el de todos los canales juntos para comprobar si se cumple lo anterior.

4.7.1.- CANAL C

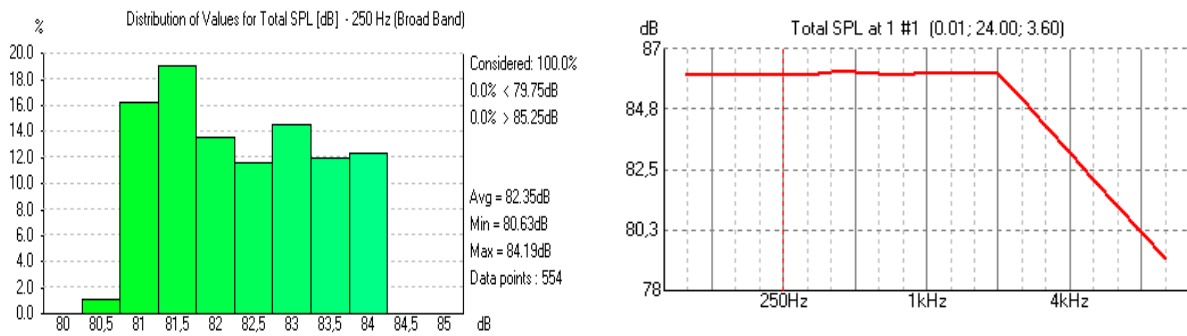


Ilustración 85. Campo Total canal C. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

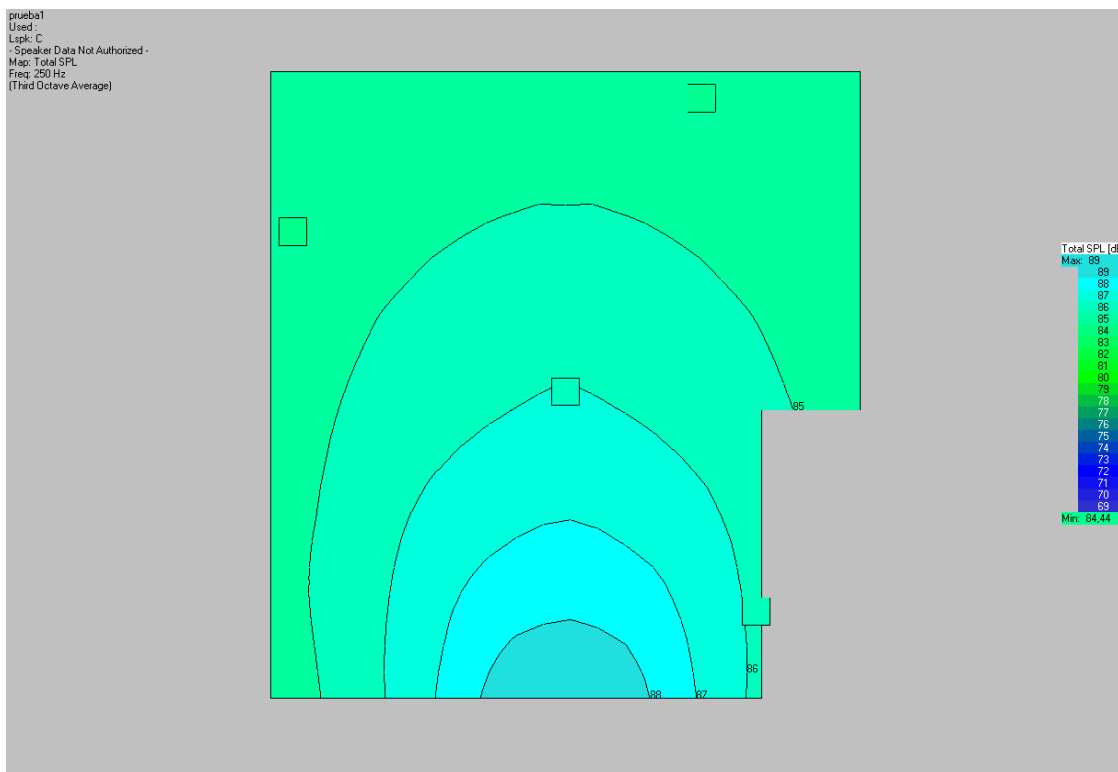


Ilustración 86. Campo Total del canal C a 250Hz.

1000 Hz

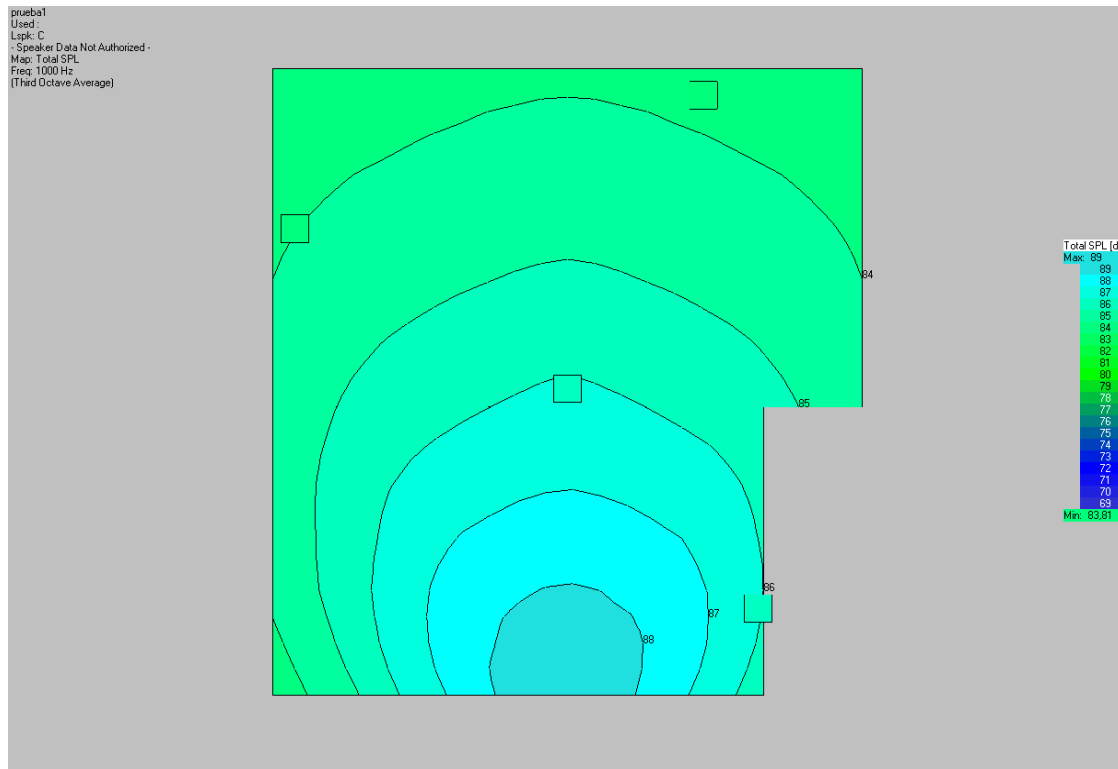


Ilustración 87. Nivel del Campo Total del canal C a 1000Hz.

4000Hz

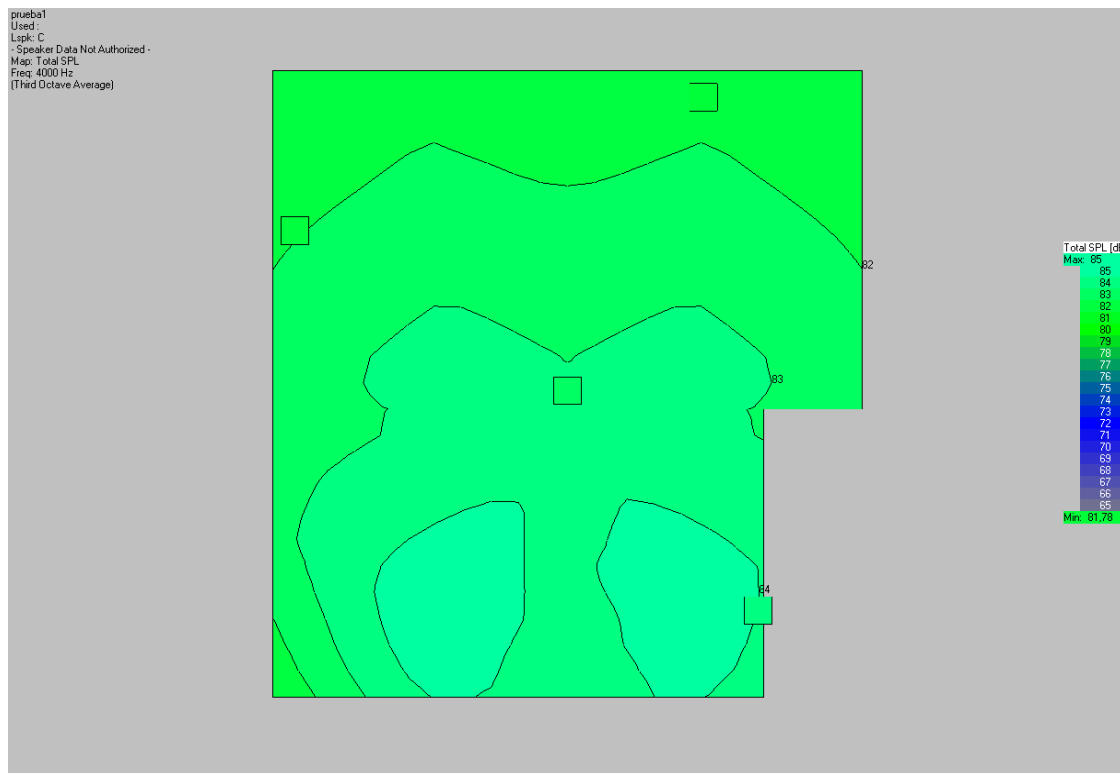


Ilustración 88. Nivel del Campo Total del canal C a 4000Hz.

4.7.2.- CANAL L

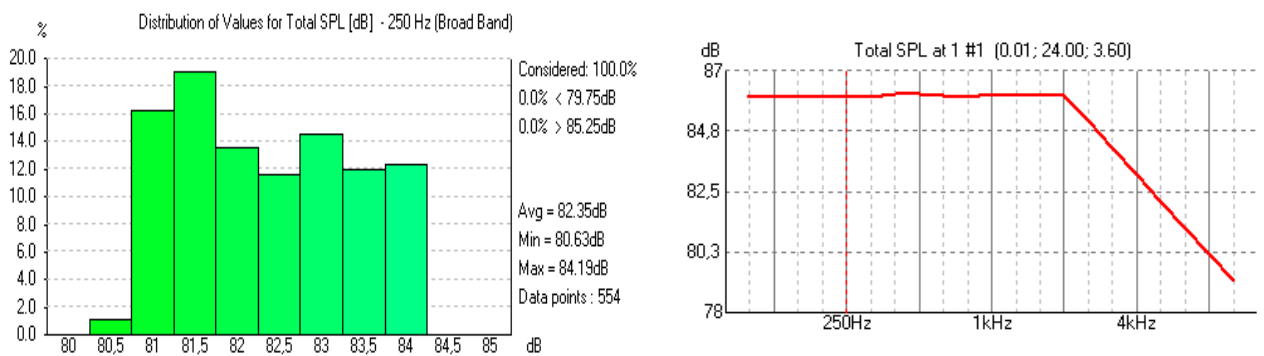


Ilustración 89. Campo Total canal L. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

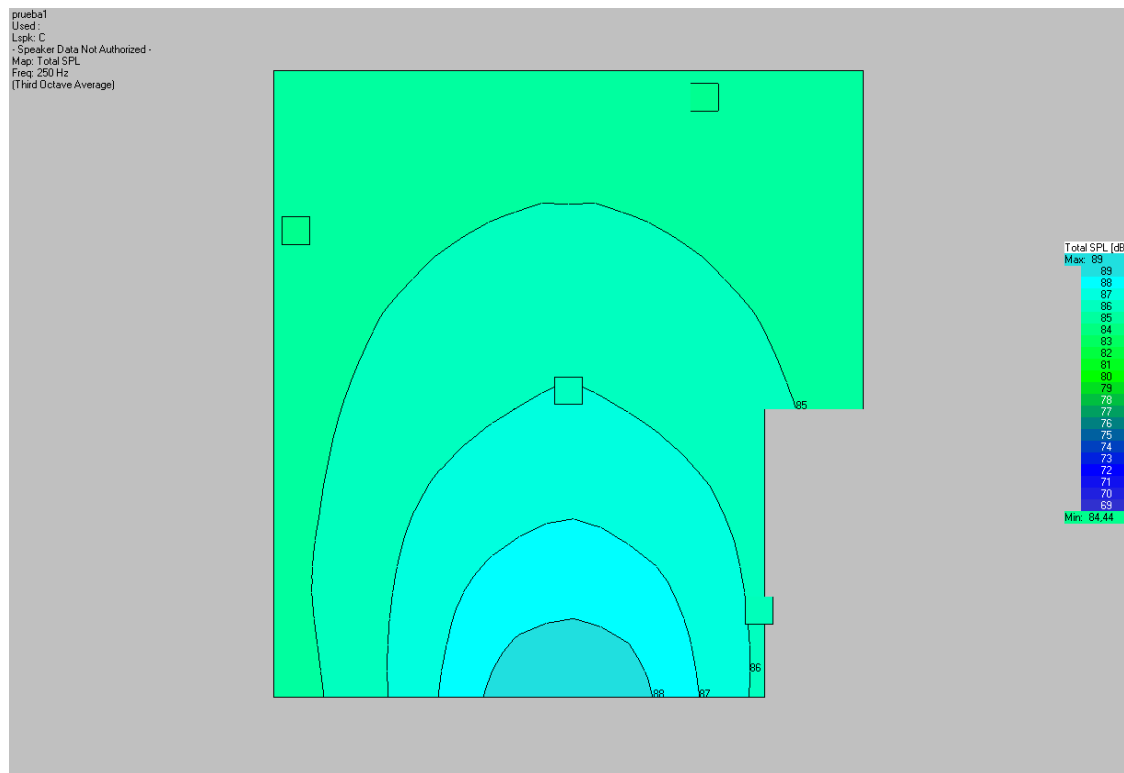


Ilustración 90. Nivel del Campo Total del canal L a 250Hz.

1000 Hz

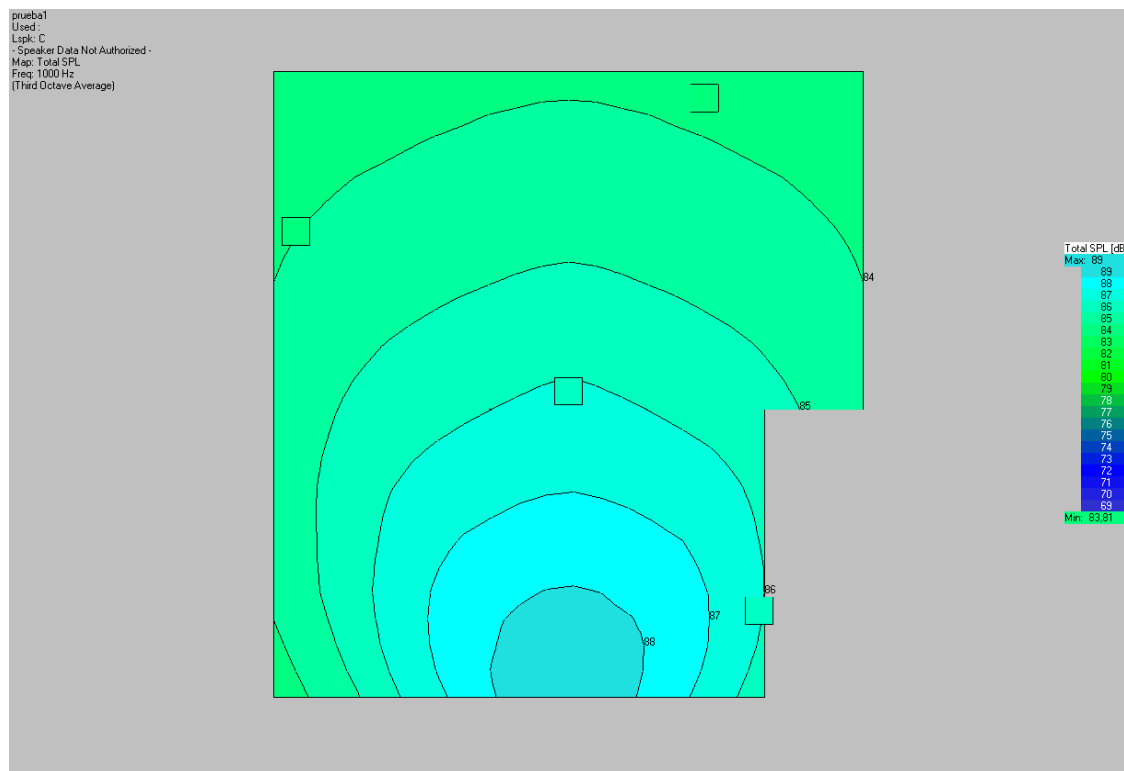


Ilustración 91. Nivel del Campo Total del canal L a 1000Hz.

4000 Hz

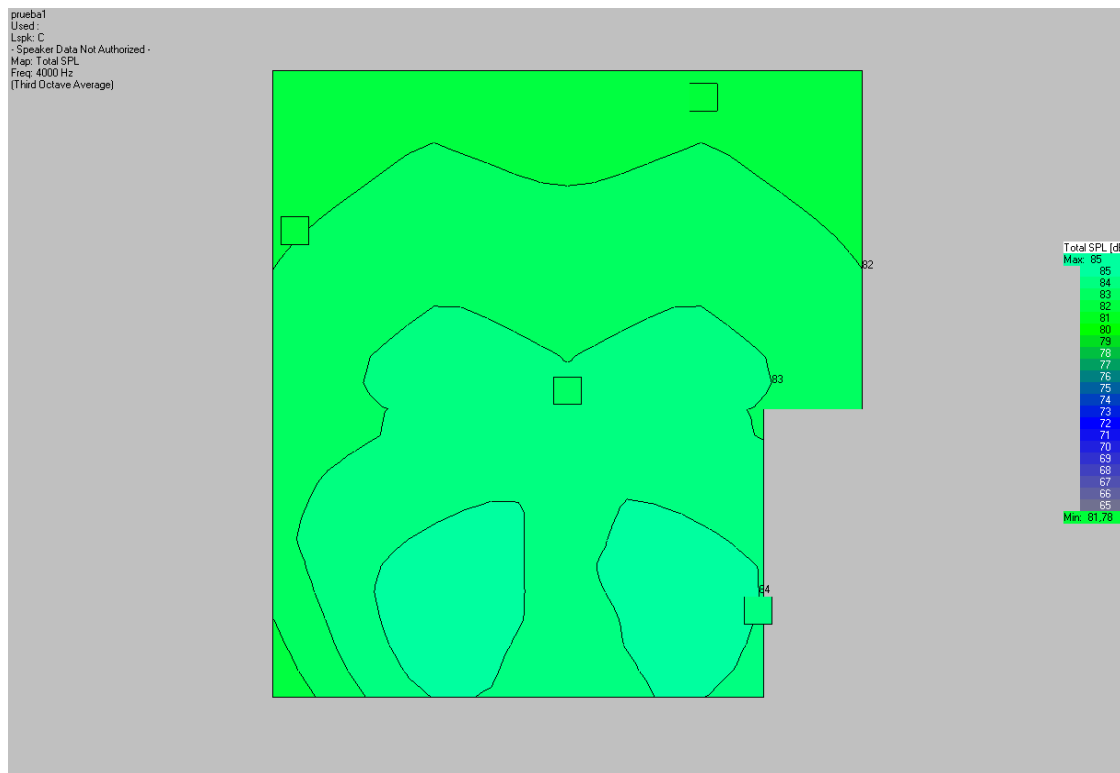


Ilustración 92. Nivel del Campo Total del canal L a 4000Hz.

4.7.3.- CANAL R

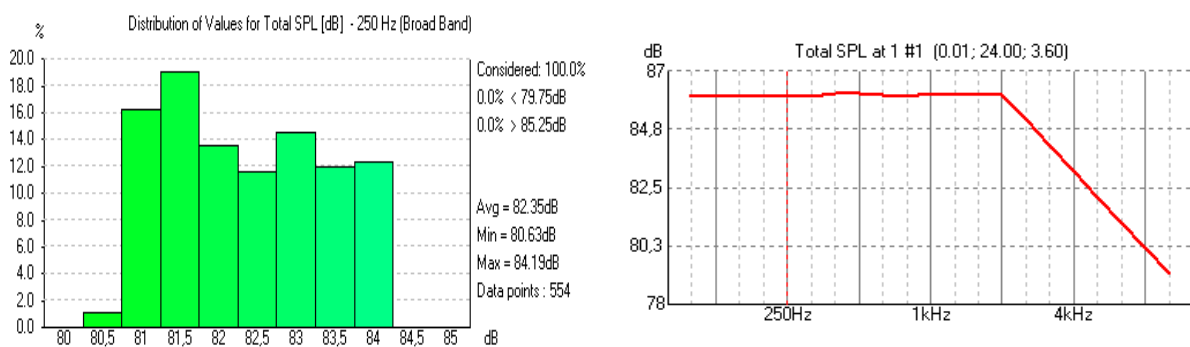


Ilustración 93. Campo Total canal R. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

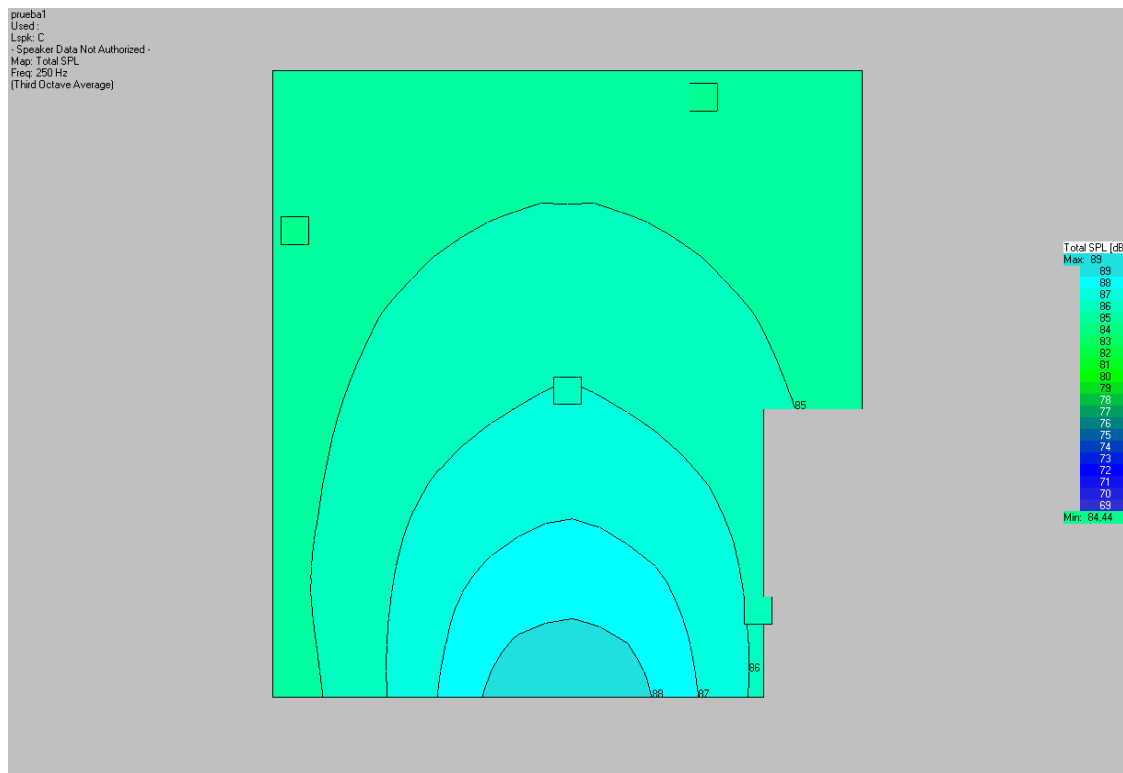


Ilustración 94. Nivel del Campo Total canal R a 250Hz.

1000 Hz

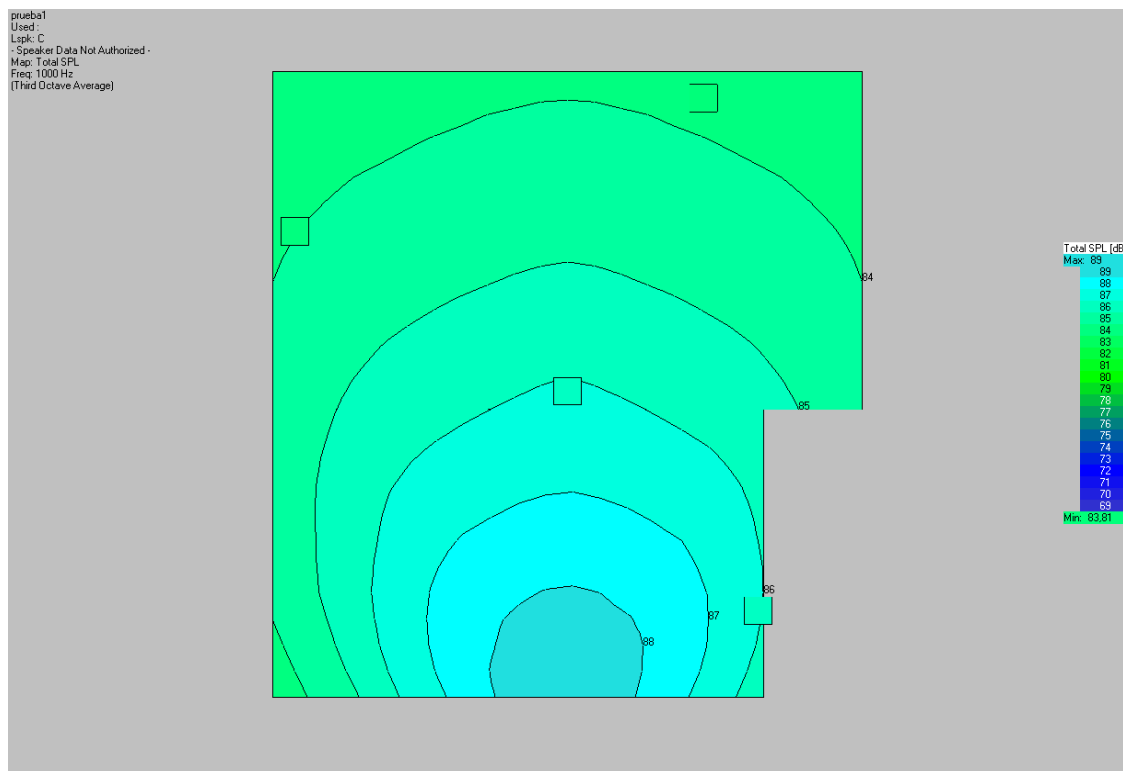


Ilustración 95. Nivel del Campo Total canal R a 1000Hz.

4000 Hz

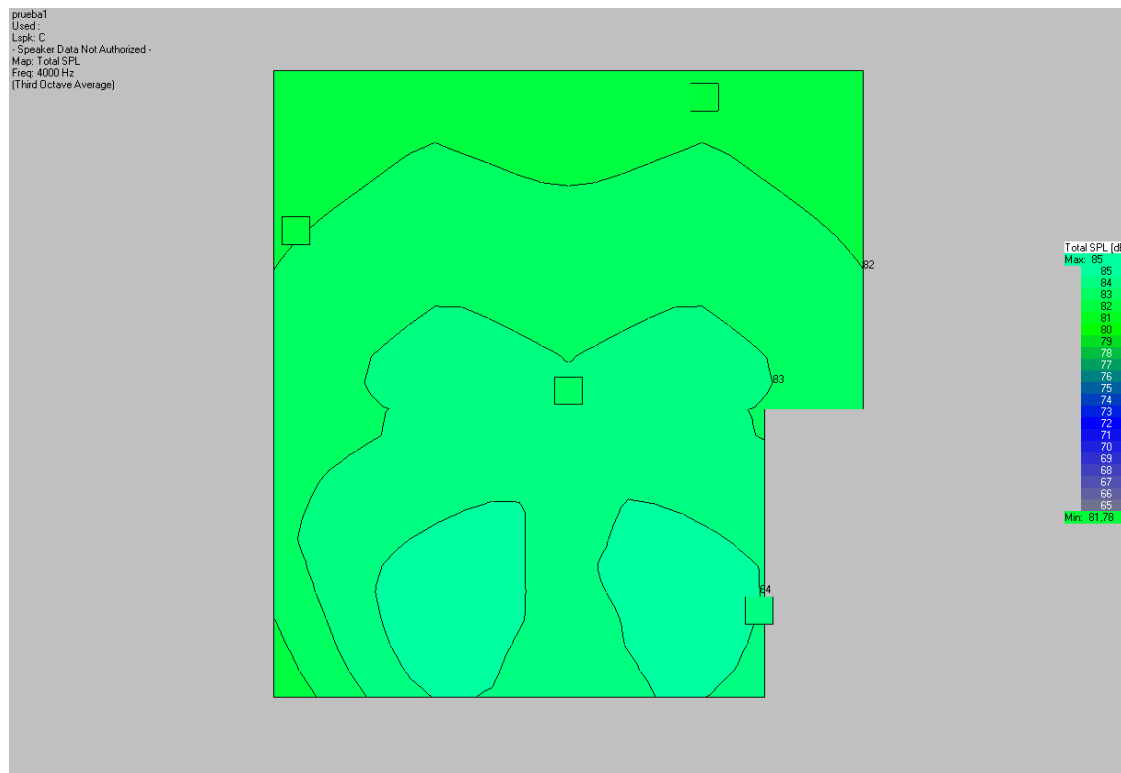


Ilustración 96. Nivel del Campo Total del canal R a 4000Hz.

4.7.4.- CANAL SL

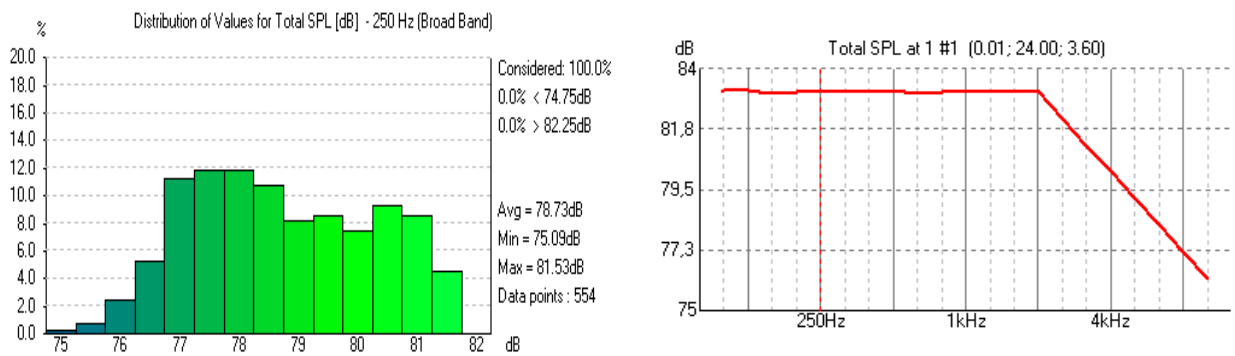


Ilustración 97. Campo Total canal SL. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

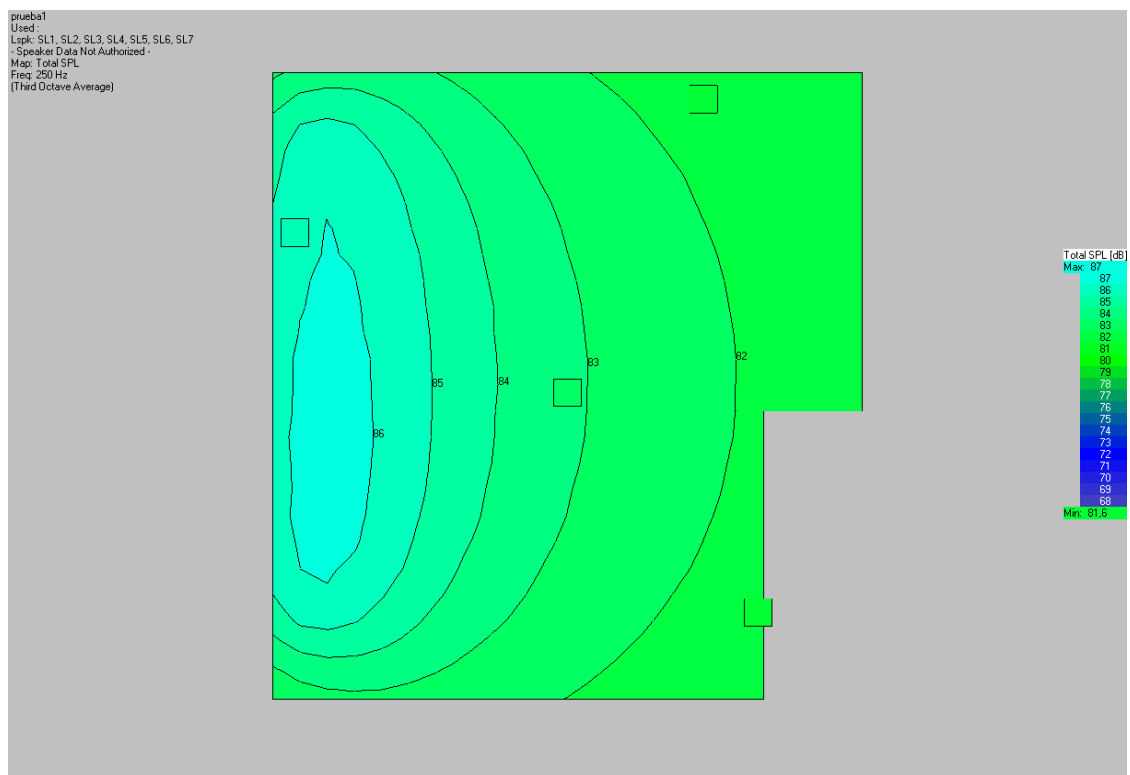


Ilustración 98. Nivel del Campo Total del canal SL a 250Hz.

1000 Hz

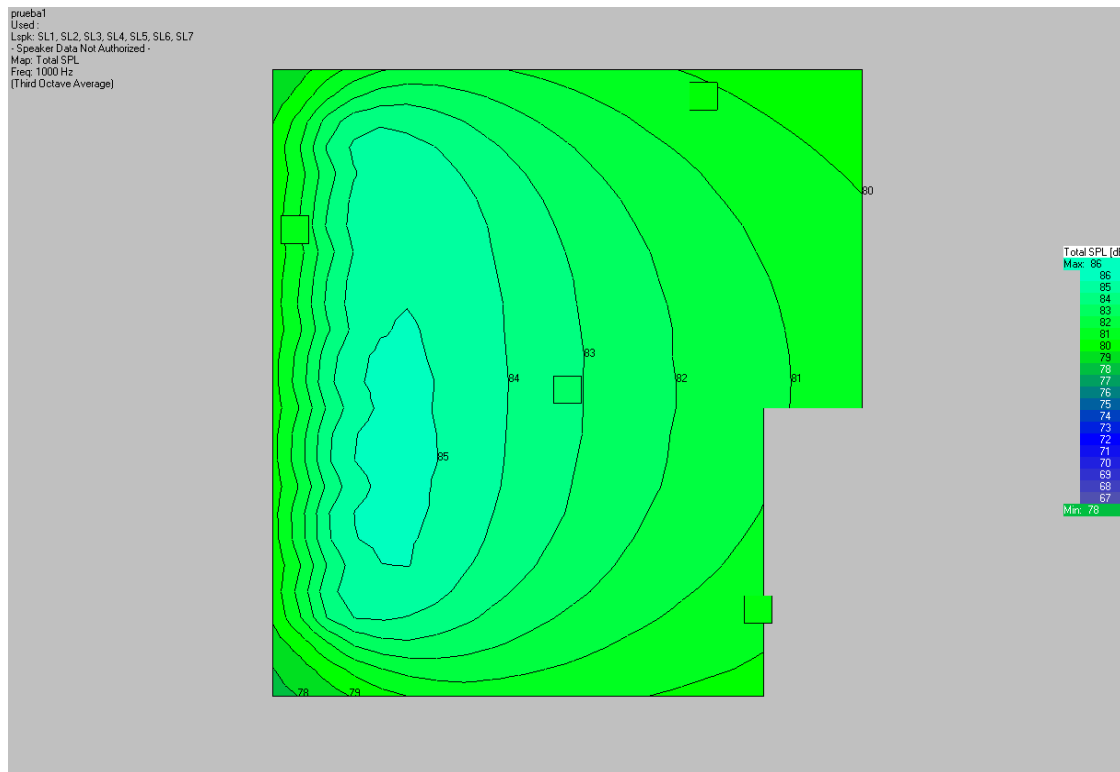


Ilustración 99. Nivel del Campo Total del canal SL a 1000Hz.

4000 Hz

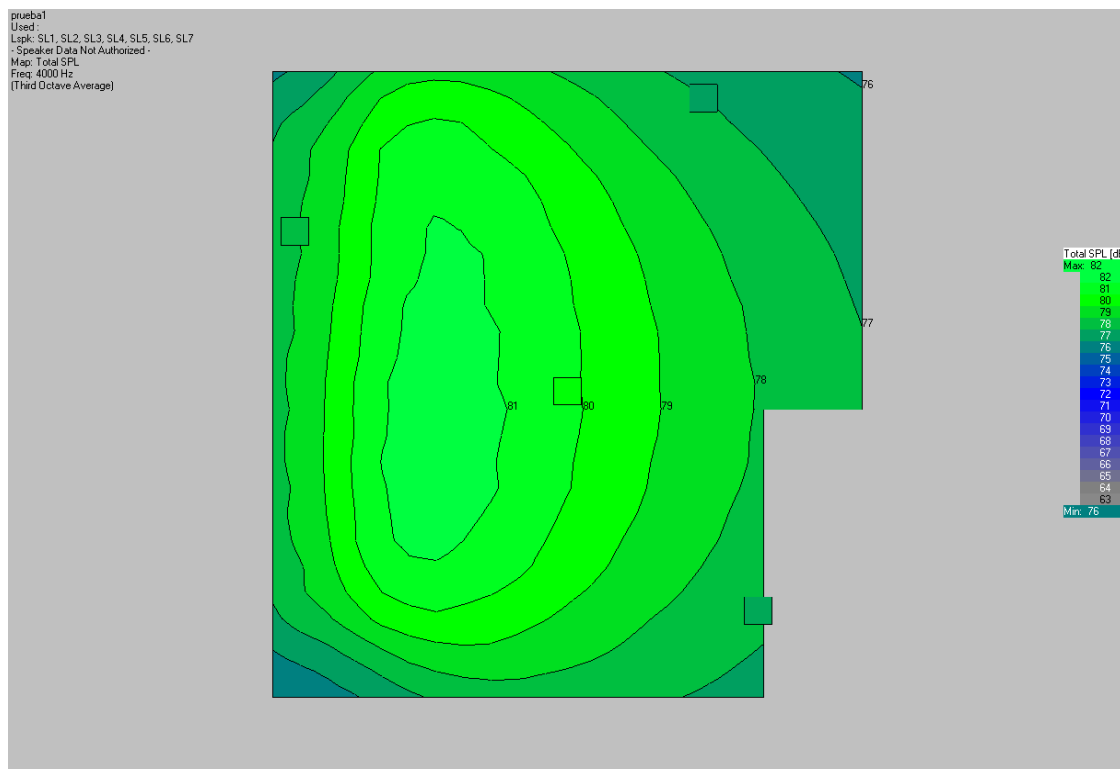


Ilustración 100. Nivel del Campo Total del canal SL a 4000Hz.

4.7.5.- CANAL SR

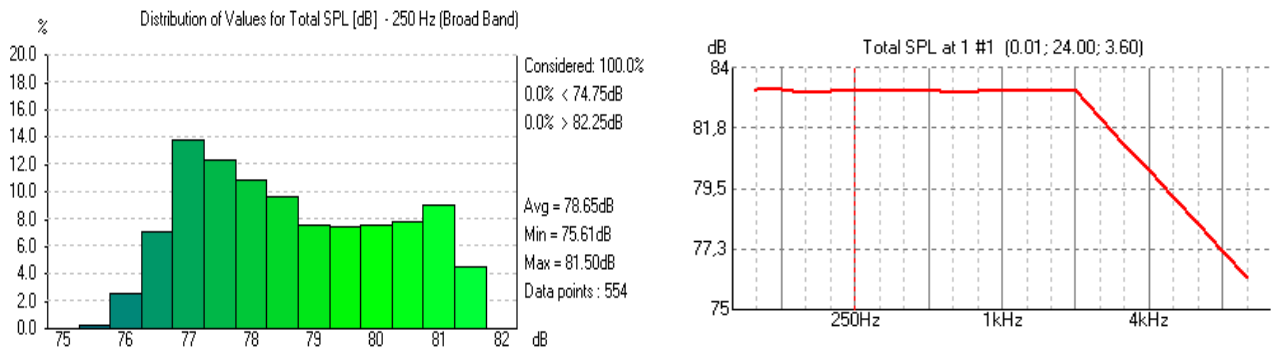


Ilustración 101. Campo Total canal SR. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

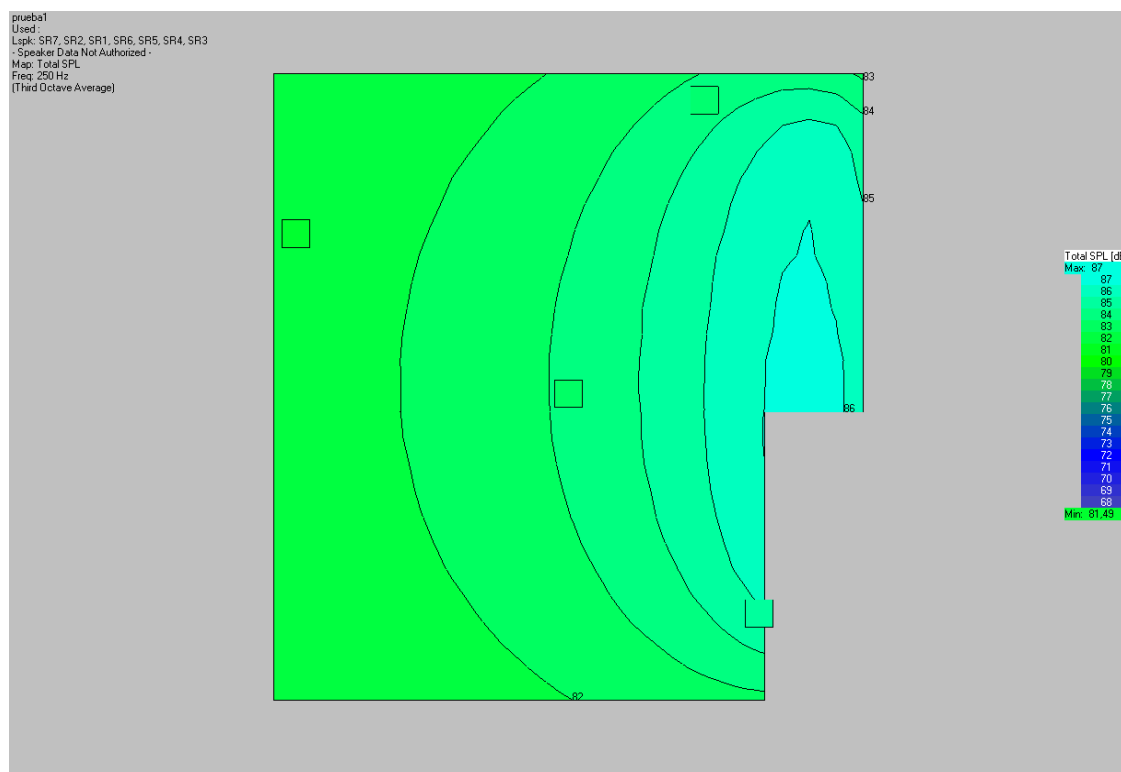


Ilustración 102. Nivel del Campo Total del canal SR a 250Hz.

1000 Hz

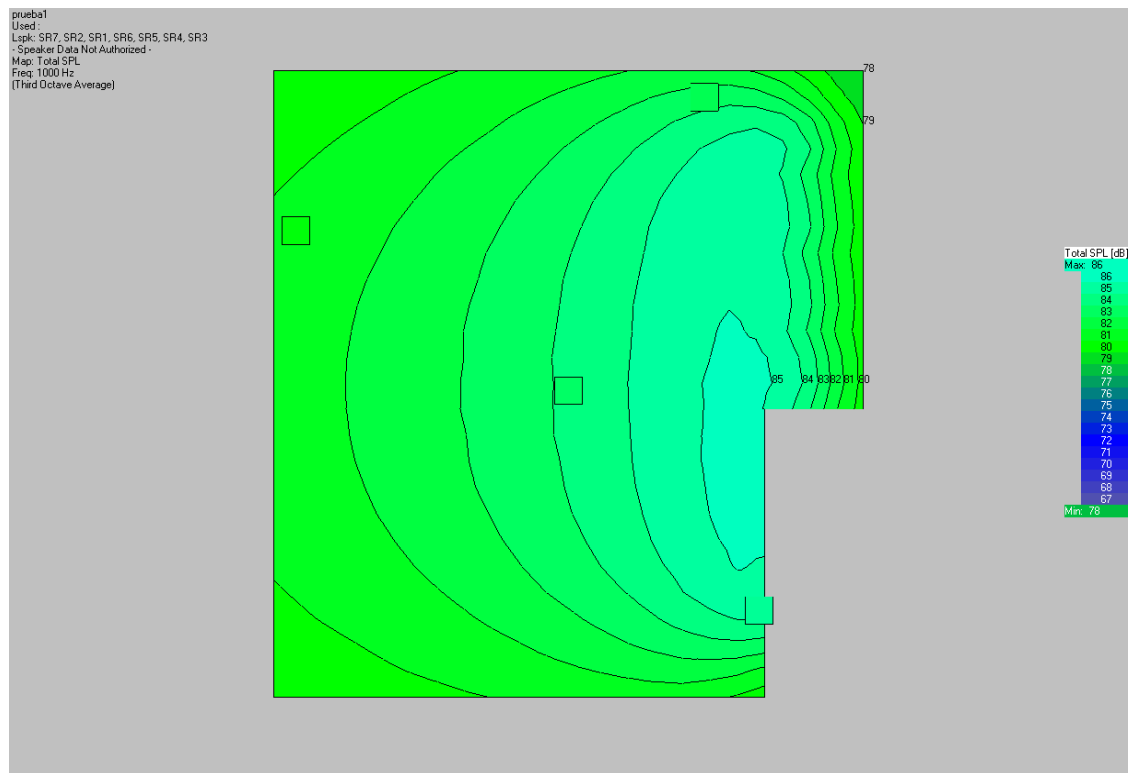


Ilustración 103. Nivel del Campo Total del canal SR a 1000Hz.

4000 Hz

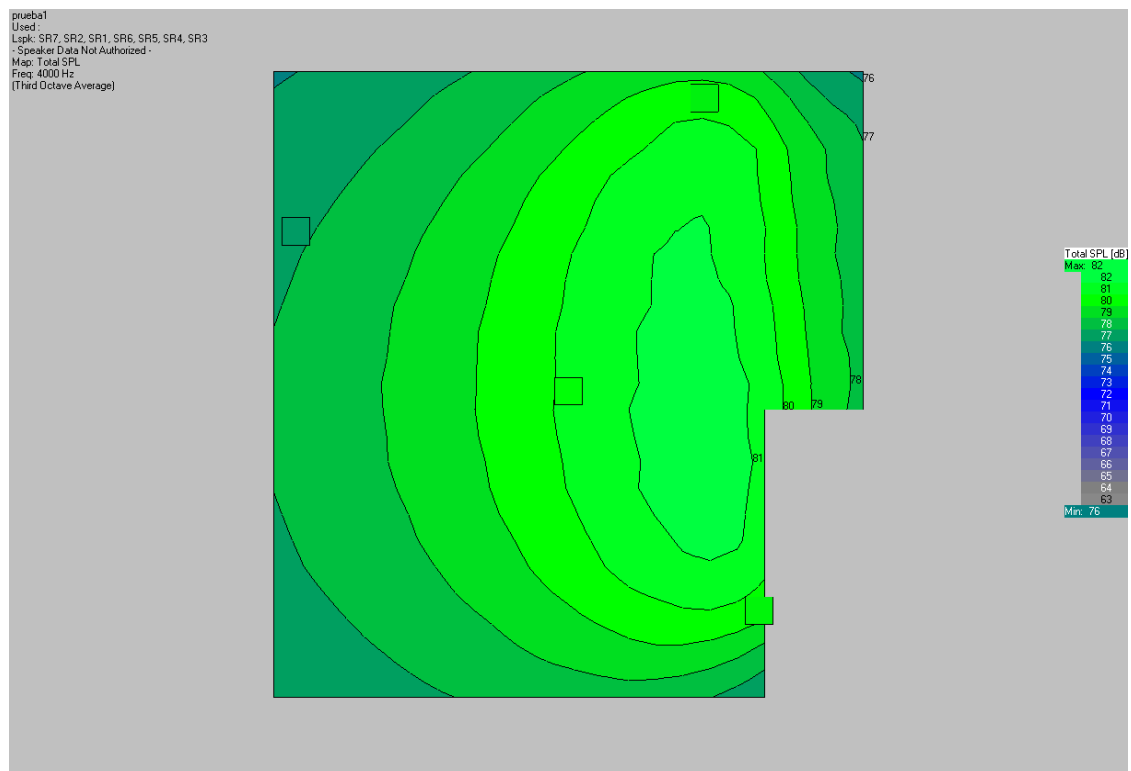


Ilustración 104. Nivel del Campo Total del canal SR a 4000Hz.

4.7.6.- CANAL SB

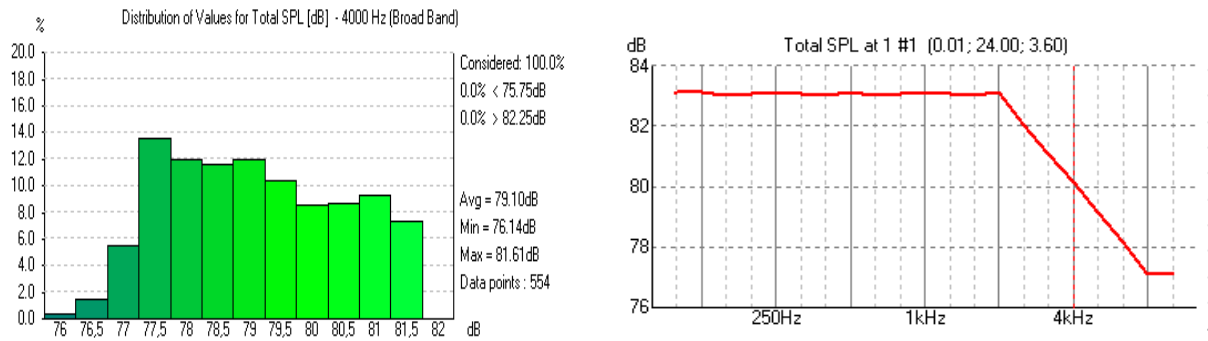


Ilustración 105. Campo Total del canal SB. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

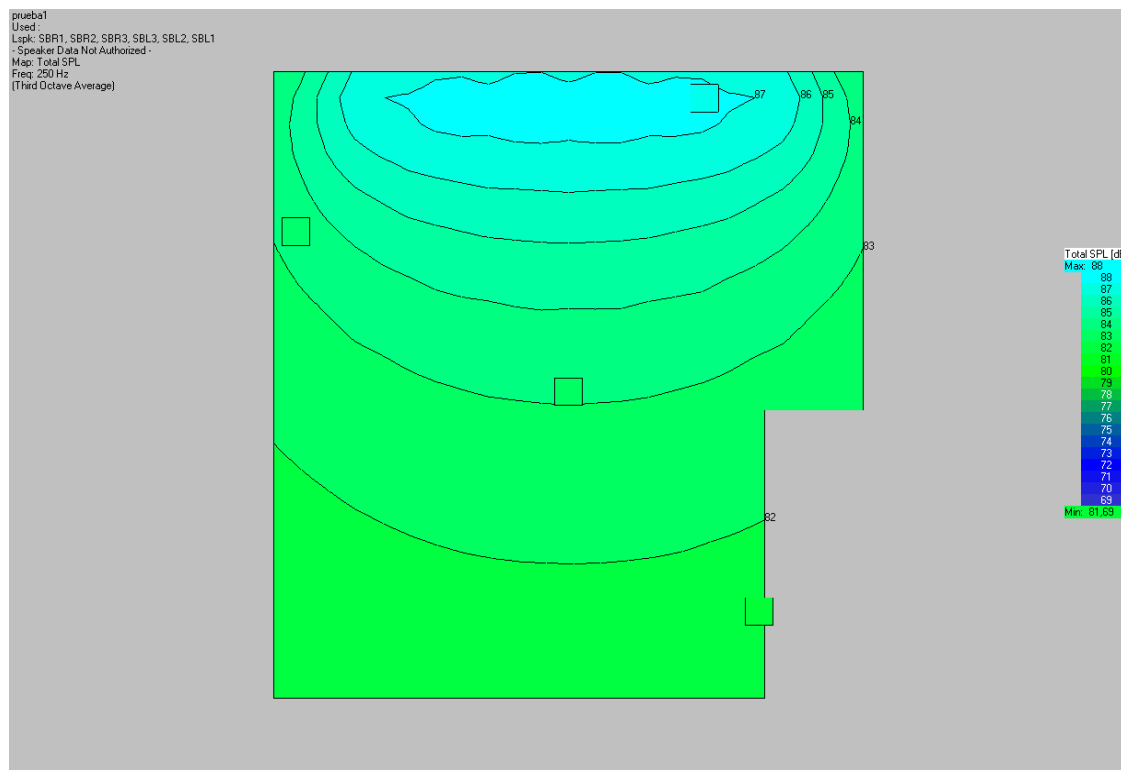


Ilustración 106. Nivel del Campo Total del canal SB a 250Hz.

1000 Hz

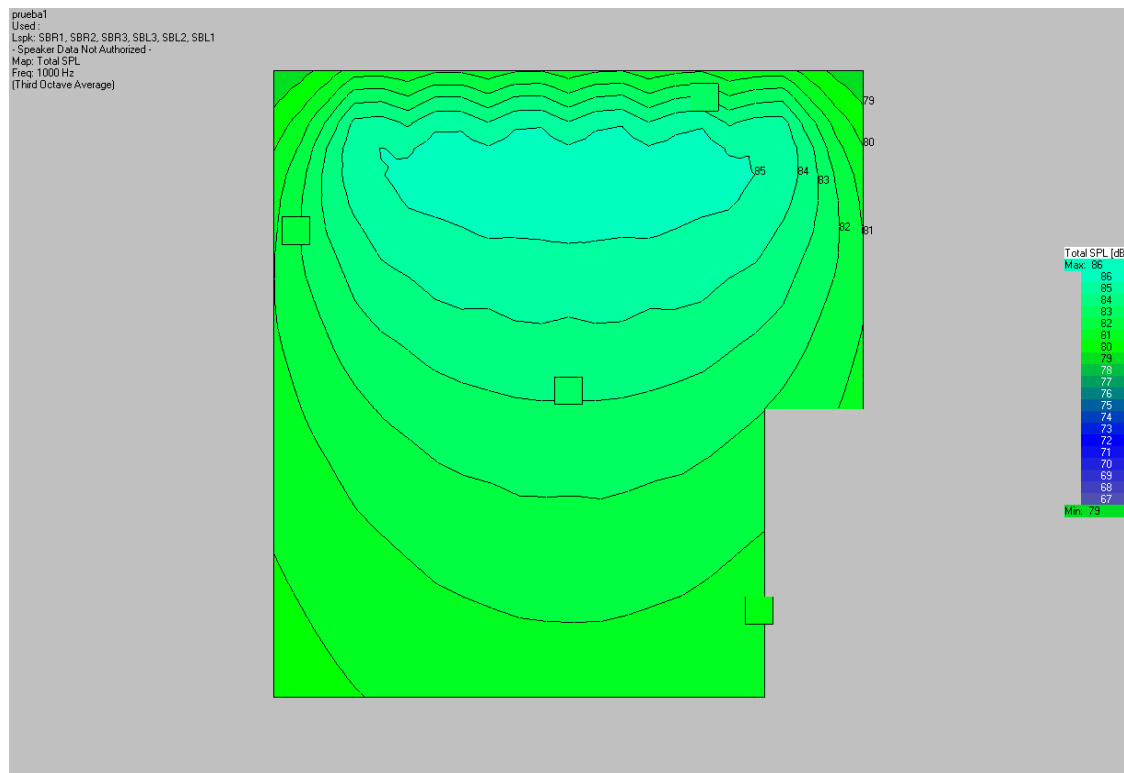


Ilustración 107. Nivel del Campo Total del canal SB a 1000Hz.

4000 Hz

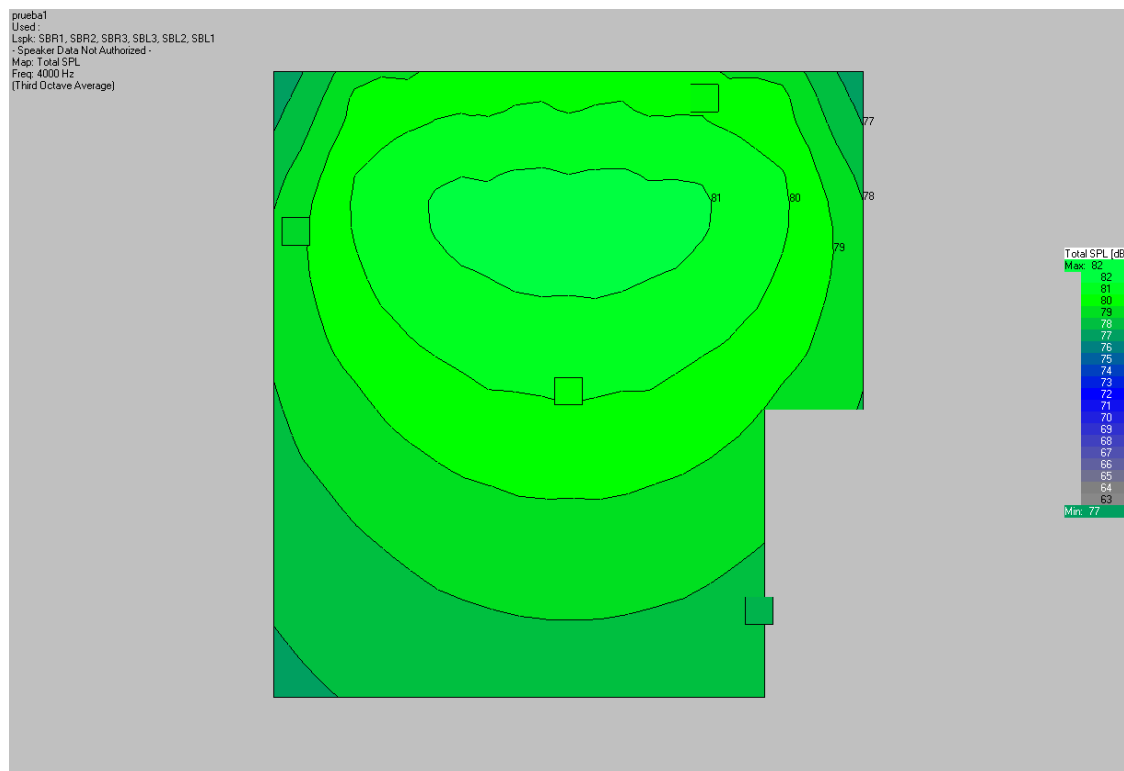


Ilustración 108. Nivel del Campo Total del canal SB a 4000Hz.

Nivel de presión sonora total con todos los altavoces a la vez:

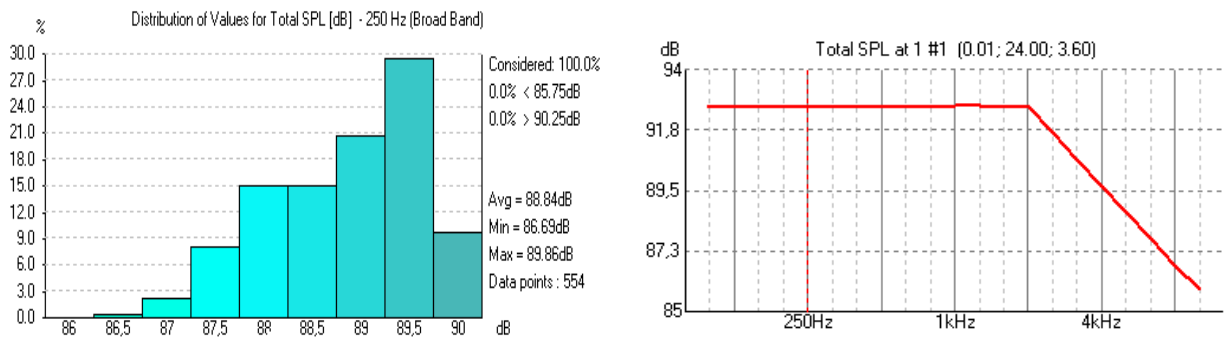


Ilustración 109. Campo Total de todos los altavoces radiando a la vez. Histograma y Respuesta en Frecuencia.

250 Hz

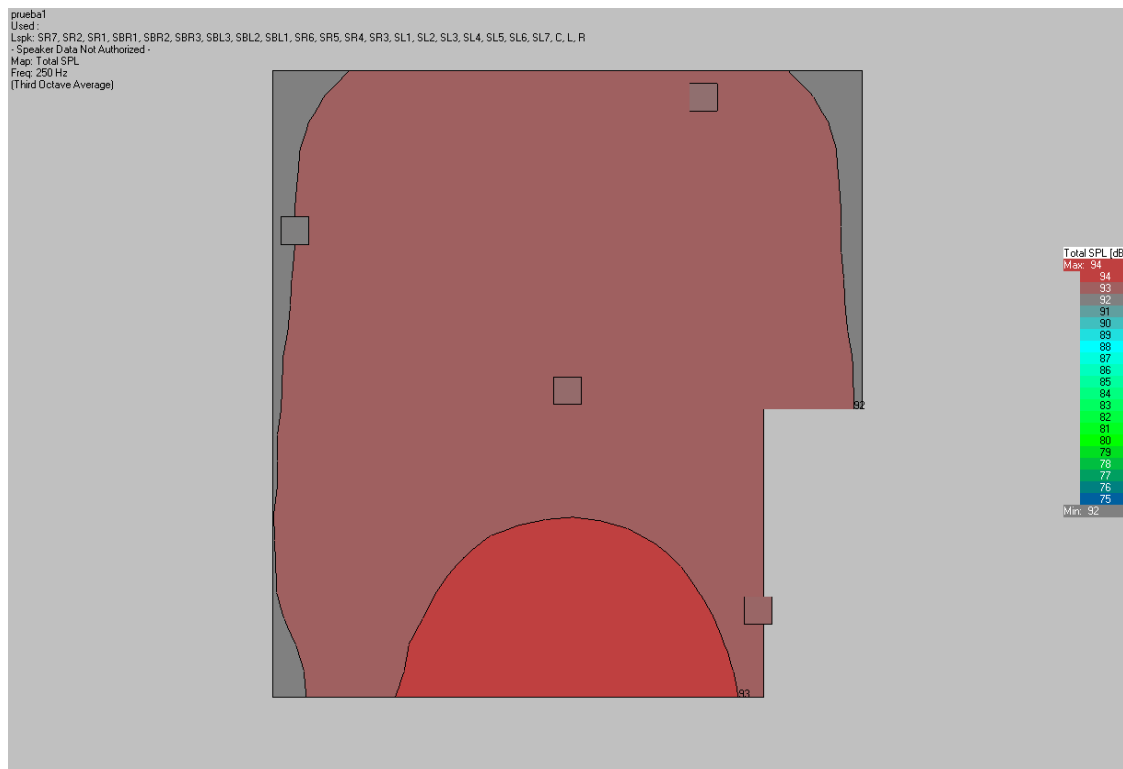


Ilustración 110. Nivel del Campo Total de todos los canales radiando a la vez a 250Hz.

1000 Hz

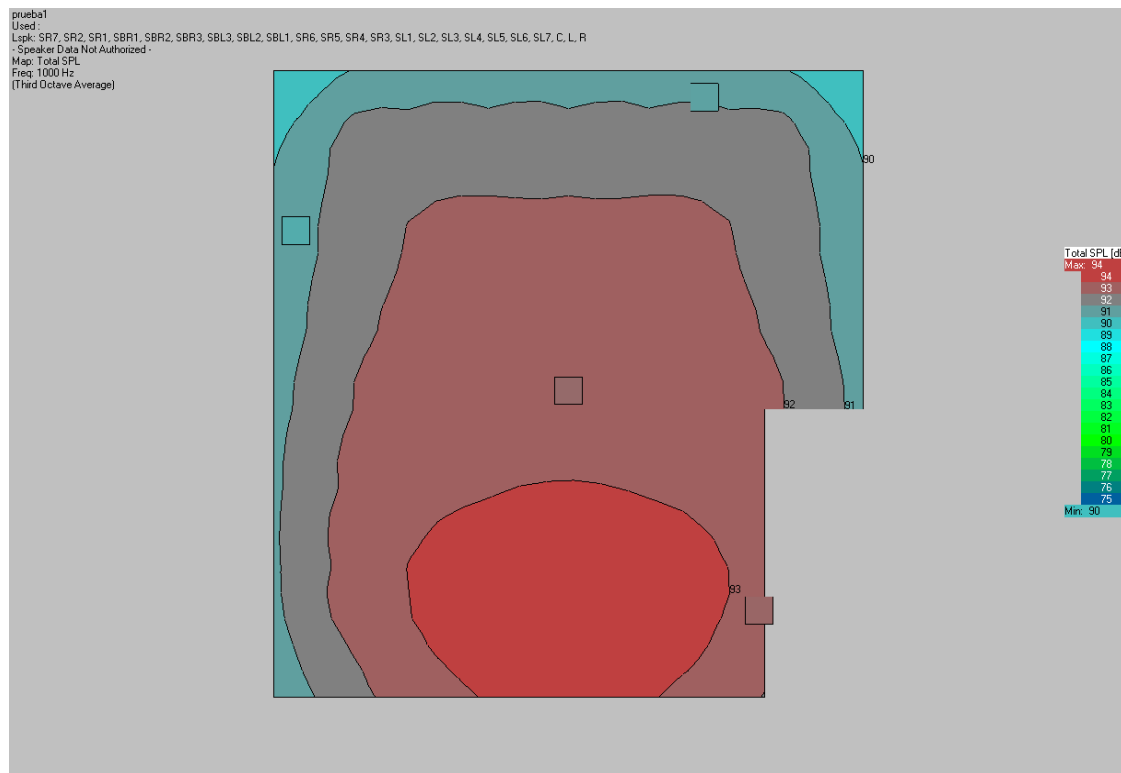


Ilustración 111. Nivel del Campo Total de todos los canales radiando a la vez a 1000Hz..

4000 Hz

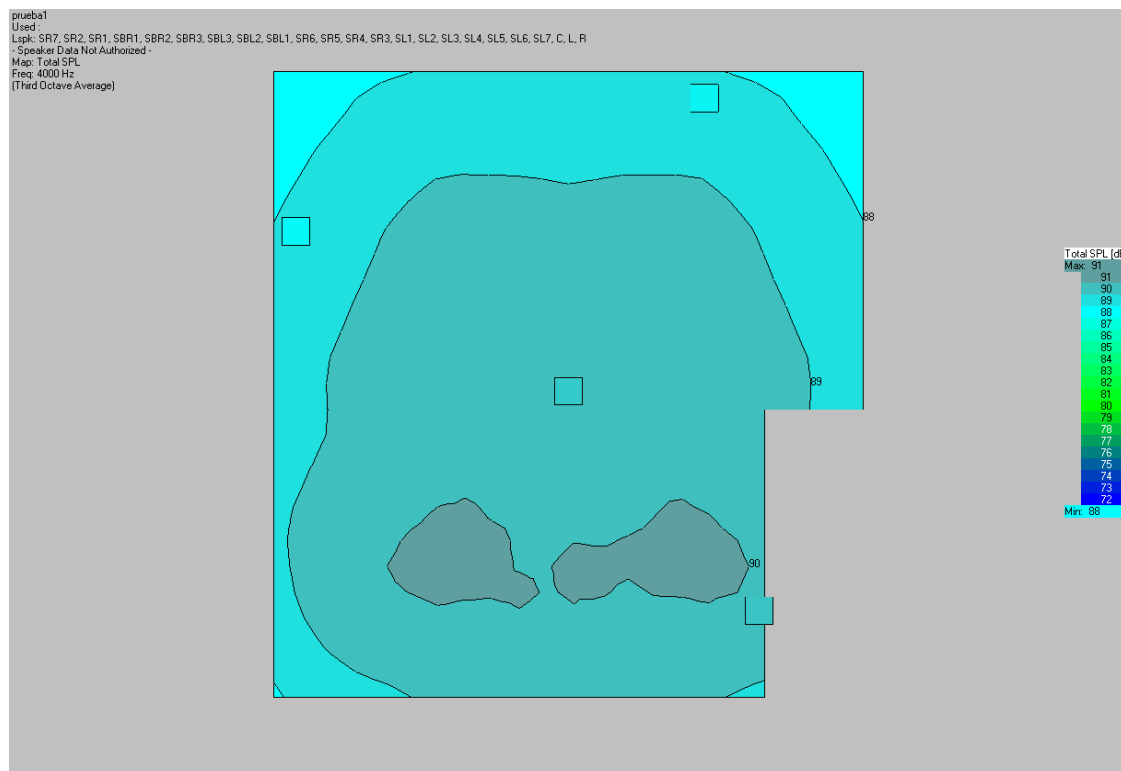


Ilustración 112. Nivel del Campo Total de todos los canales radiando a la vez a 4000Hz.

4.8.- Inteligibilidad

Un apartado fundamental a la hora de diseñar una sala acústicamente cuando se va utilizar para reproducir o emitir habla, es el dedicado al estudio del nivel de comprensión de la misma, es decir, si la palabra es inteligible.

Como consideraciones previas hay que tener en cuenta que la inteligibilidad decrece progresivamente cuando el oyente se aleja de la fuente hasta una distancia límite (DL), a partir de la cual la inteligibilidad permanece constante independiente de la distancia y depende únicamente del tiempo de reverberación.

$$D_L = 3,16D_c = 0,44\sqrt{\frac{QR}{n}}$$

La inteligibilidad depende además de la reverberación, de la relación campo directo-reverberante y de la relación señal-ruido (S/N).

Si la relación S/N es mayor de 25dB no influye en la inteligibilidad, si por el contrario es menor existe un decrecimiento proporcional de la inteligibilidad que depende del TR60.

Para valorar este nivel de comprensión o inteligibilidad de la palabra existen diferentes técnicas que utilizan sus propios parámetros, para valorar la inteligibilidad de forma predictiva, es decir a priori con unas medidas realizadas sin la necesidad de un test experimental con oyentes. En este estudio los parámetros elegidos para valorar la inteligibilidad son los siguientes:

- Índice de articulación (IA).
- Pérdida de articulación de consonantes en el habla (ALcons).
- Índice de transmisión de la palabra (STI).
- Relación de campo directo con campo reverberante (relación D/R).

4.8.1.- Índice de Articulación (IA)

La técnica que utiliza dicho parámetro se basa en la concepción de que cada banda de frecuencia aporta una contribución a la inteligibilidad totalmente independiente del resto, y la suma de inteligibilidad de cada banda es el grado de inteligibilidad total. Dicho esto el IA se expresa en porcentaje de una medida experimental que consiste en contar el número de palabras entendidas correctamente por un oyente, el 100% correspondería a 1 y el 0% a al IA con valor 0.

El parámetro índice de articulación (IA, AI si se usa el término en inglés), valora el nivel de comprensión del habla valorándolo del 0 al 1. Fue uno de los primeros parámetros desarrollados para valorar la inteligibilidad del habla, desarrollado por *Bell Telephone Laboratories* en 1940 en 1969 llegó a ser un estándar ANSI (*American National Standards Institute*). Ahora se usa cada vez menos en estándares ya que si bien contempla de forma exhaustiva la relación señal ruido contempla de una forma muy simplista la reverberación, pese a esto genera una idea general bastante acertada de la inteligibilidad si son salas con poca reverberación

Hay que decir que la relación señal ruido se calcula para cada banda (contempla 20 bandas) para más tarde ponderarlas (en base a la importancia de la banda para la audición humana) y combinarlas para hallar el IA, que es tan sólo una evaluación de la inteligibilidad

Si el parámetro IA varía desde 0 (ininteligible completamente) hasta 1 (inteligibilidad perfecta), se considera que los valores iguales o por debajo del valor 0,3 no son aceptables. Dentro de los valores aceptables se distinguen los valores considerados normales (de 0,3 a 0,5), los buenos (de 0,5 a 0,7) y los excelentes (por encima de 0,7).

En el caso de la sala estudiada dicho parámetro tiene como valor 1, por lo que desde el

punto de vista del estudio de la inteligibilidad mediante el parámetro IA, tiene un comportamiento que permite una inteligibilidad perfecta.

En la siguiente imagen se puede observar la media del resultado de una prueba experimental, en la que se observa la relación entre el tanto por ciento de palabras captadas correctamente y el índice de articulación.

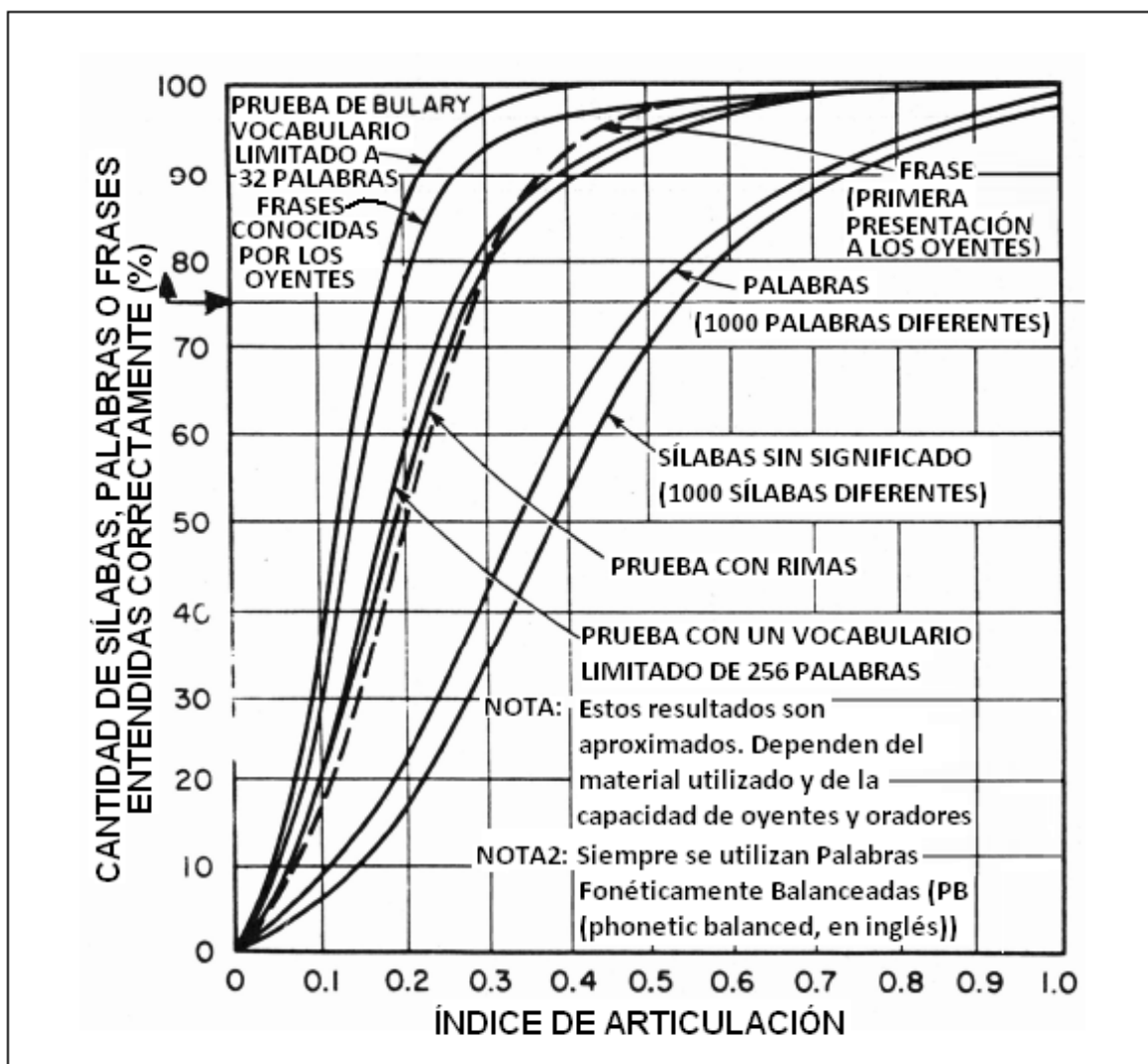


Ilustración 113. Inteligibilidad. Relación grado de inteligibilidad con índice de articulación.

En la figura siguiente se puede observar que la simulación en EASE del índice de articulación es igual a 1. El índice de articulación no aporta demasiada información en este tipo de salas ya que siempre sale 1.

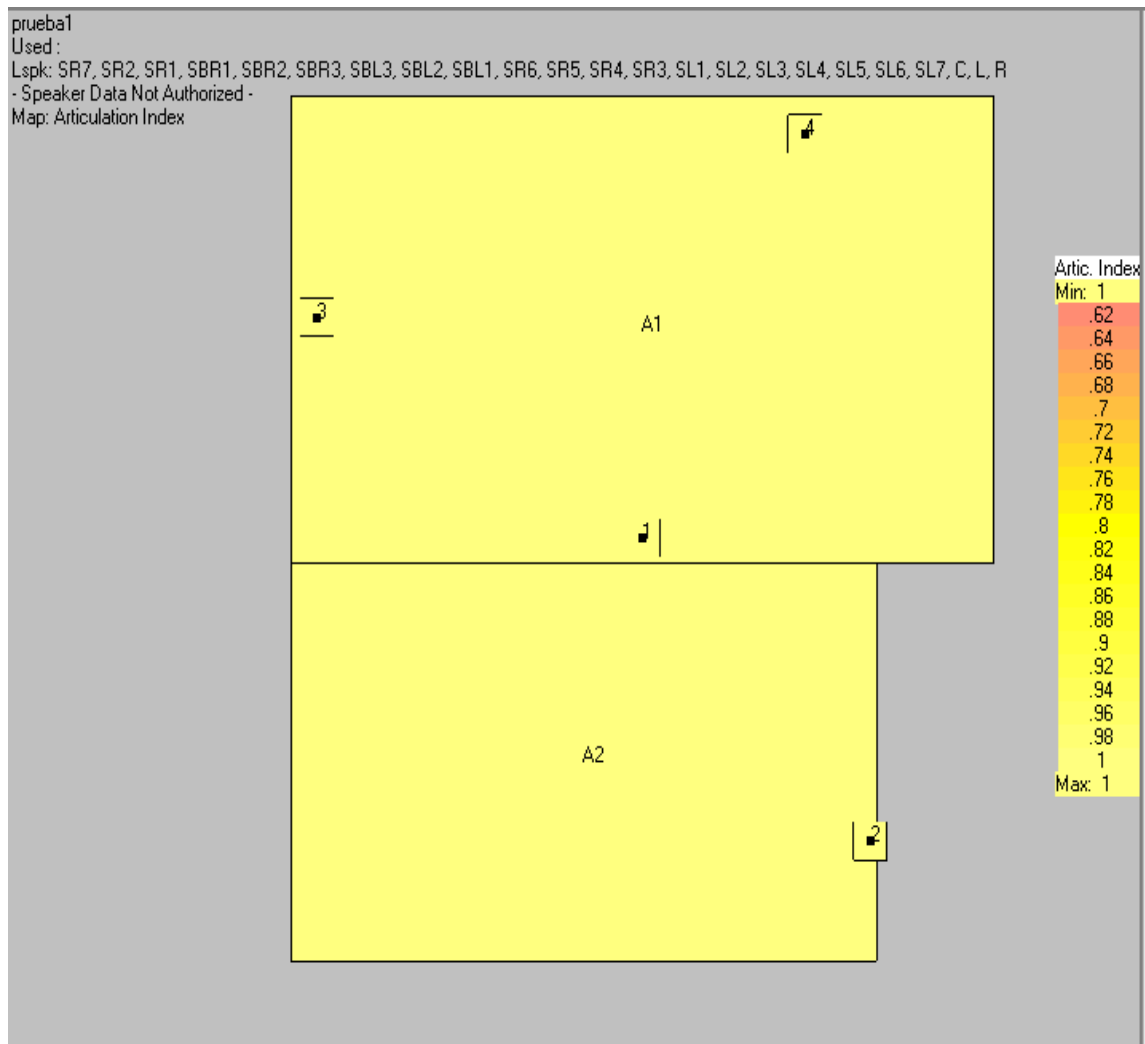


Ilustración 114. Inteligibilidad. Gráfica del índice de Articulación.

4.8.2.- ALcons

La siguiente técnica que se ha utilizado para valorar la inteligibilidad ha sido la que utiliza el parámetro ALcons, desarrollado por Peutz y Klein de la facultad de Nijmegen (Holanda). Es uno de los parámetros más importantes para valorar la inteligibilidad y realizar diseños de refuerzo sonoro. Indica el porcentaje de pérdida de articulación de las consonantes. Este parámetro tiene en cuenta la reverberación y el ruido.

Dicha medida responde a la siguiente expresión:

$$\%AL_{cons} = \frac{200r^2 T_{60}^2 (1+n)}{VQM} + K$$

Siendo:

r: Distancia de oyente al altavoz más cercano.

T: Promedio del tiempo de reverberación medido a 1 y 2 kHz.

(1+n): Número total de fuentes iguales.

K: Factor de calidad del oyente, $K=2\%$ para un oyente con muy buena audición. Si $r < 3,5 < D_c$ será peor.

V: Volumen de la sala.

Q: Directividad de la fuente más cercana al oyente.

M: Modificador acústico para potencia reverberante de valor 1.

ALcons se relaciona con la inteligibilidad de la siguiente manera:

- $0\% < ALcons < 10\%$ Inteligibilidad excelente
- $10\% < ALcons < 15\%$ Inteligibilidad buena
- $15\% < ALcons$ Inteligibilidad insuficiente

Dicho análisis de inteligibilidad se hace con todo el equipo activado porque la reverberación es mayor.

Como cabía esperar, con un aislamiento lo suficientemente eficaz como conseguir reducir el ruido hasta la curva NC-30, y una buena sonorización, la inteligibilidad resultante es muy alta y por tanto los valores de ALCons muy bajos con valores entre el 3,76 y el 5,52.

En las siguientes imágenes se puede apreciar que la simulación del EASE asegura que la sala tiene esos valores de ALCons.

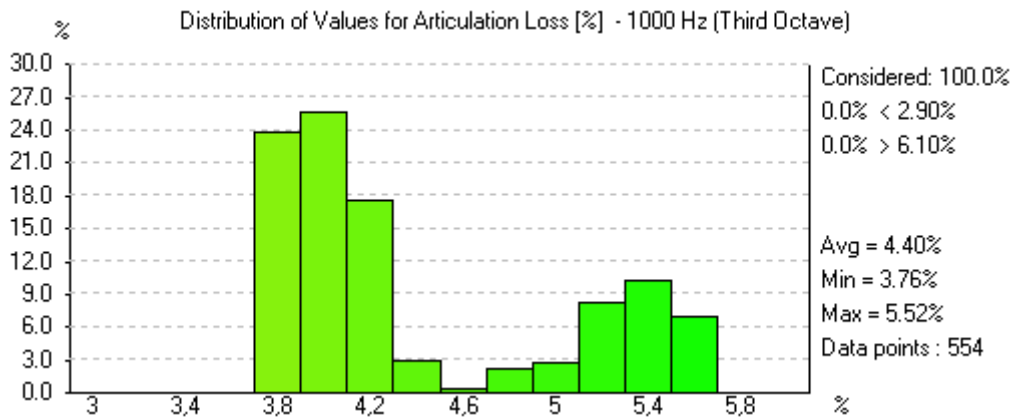


Ilustración 115. Inteligibilidad. ALcons. Histograma.

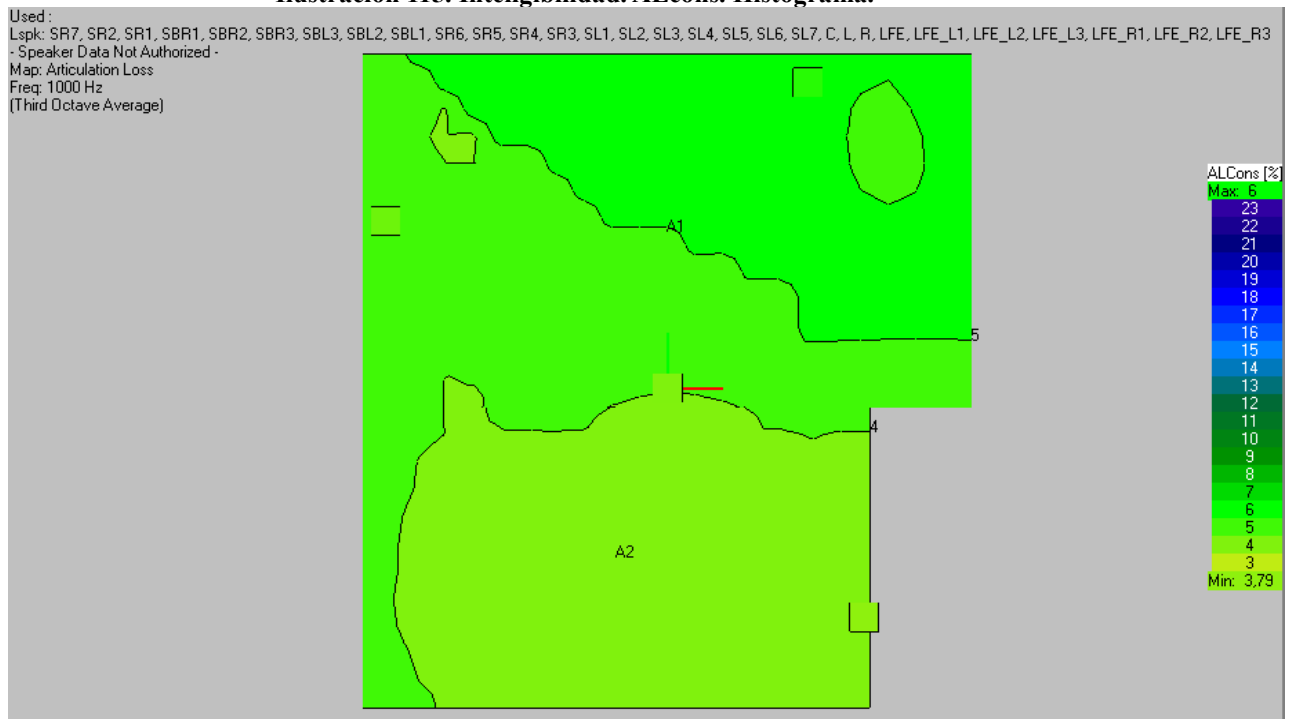


Ilustración 116. Inteligibilidad. ALcons. Gráfica.

4.8.3.- RaSTI

Otro parámetro para valorar la inteligibilidad de la sala es el parámetro STI (*Speech transmission index*, índice de transmisión de voz) desarrollado por Steeneken y Houtgast (1980), es uno de los más utilizados, tanto es así que está estandarizada para la norma IEC 60268-16 (2003). La nomenclatura RaSTI (Rapid STI) corresponde al cálculo más simple que el valor STI, asociado con Brüel & Kjaer.

La diferencia entre RaSTI y STI radica en que RaSTI mide en dos octavas centradas en 500Hz y 2kHz, este cálculo es correcto si se asume que la respuesta en frecuencia es plana desde aproximadamente 100Hz hasta 8kHz, si es de ese modo sería un cálculo correcto, si no es así RaSTI devolvería un valor mejor que el real. Tampoco tienen en cuenta la distorsión, la amplitud no lineal ni la fase del sistema.

En la sala a tratar la respuesta en frecuencia es plana hasta los 2kHz a partir de este valor va decreciendo, se podría decir que se asemeja mucho al comportamiento óptimo para la utilización de la RaSTI, en este caso RaSTI y STI se asemejarían. De todos modos las posibles carencias de este cálculo las supliríamos con los cálculos de ALCons.

Asemejando las condiciones de la sala a las condiciones aptas para el cálculo del valor de RaSTI pasaremos a asemejarlo al STI, por lo que en adelante se hablará de este último.

Dicho parámetro valora la degradación de la palabra transmitida debido al ruido y la reverberación, pudiendo variar desde 0 a 1 siendo:

- 0,75<STI<1 Inteligibilidad excelente
- 0,6<STI<0,75 Inteligibilidad buena
- 0,45<STI<0,6 Inteligibilidad aceptable
- 0,3<STI<0,45 Inteligibilidad mala
- 0<STI<0,3 Inteligibilidad muy deficiente

La técnica que valora la inteligibilidad mediante este parámetro está basada en pruebas que utilizan como fuente un generador de señal artificial modulada en amplitud (AM) sustituyendo al habla humana. El estudio mediante este parámetro mantiene que:

- La inteligibilidad del habla no varía siempre que la señal origen se transmita sin alteración alguna desde la fuente que la genera hasta la posición del oyente.

- La modulación puede disminuir debido tanto por el tiempo de reverberación como por la relación señal ruido (S/R)
- La inteligibilidad está relacionada con la modulación, por tanto si se reduce la modulación produce pérdidas en la inteligibilidad. En la fórmula del cálculo del STI se expresa como un índice de rango del 0 al 1.

La expresión que se utiliza para realizar el cálculo del STI es la siguiente:

$$\text{Relación señal ruido aparente } \left(\frac{S}{N}\right)_{ap} = 10 \log \frac{m}{1-m} \text{ (dB)}$$

$$STI = \frac{\frac{\sum (\frac{S}{N})_{ap}}{98} + 15}{30} = \frac{\sum (\frac{S}{N})_{ap}}{2940} + 0,5$$

Tomando

$$-15 \leq \left(\frac{S}{N}\right)_{ap} \leq +15$$

La fórmula del STI relacionado con el MTF (*maximum phonation time*, tiempo máximo de fonación):

$$m(F) = \left[1 + \left(2\pi F \frac{T}{13,8} \right)^2 \right]^{-1/2} \left[1 + 10^{(-S/R)/10} \right]^{-1}$$

La expresión de la RaSTI es muy similar al del STI:

$$RASTI = \frac{\frac{\sum (\frac{S}{N})_{ap}}{9} + 15}{30} = \frac{\sum (\frac{S}{N})_{ap}}{270} + 0,5$$

Tomando

$$-15 \leq \left(\frac{S}{N}\right)_{ap} \leq +15$$

Y siendo

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{ap} = 10 \log \frac{m}{1-m} \text{ (dB)}$$

En la siguiente imagen se puede observar el STI para diferentes valores de TR60 y S/R:

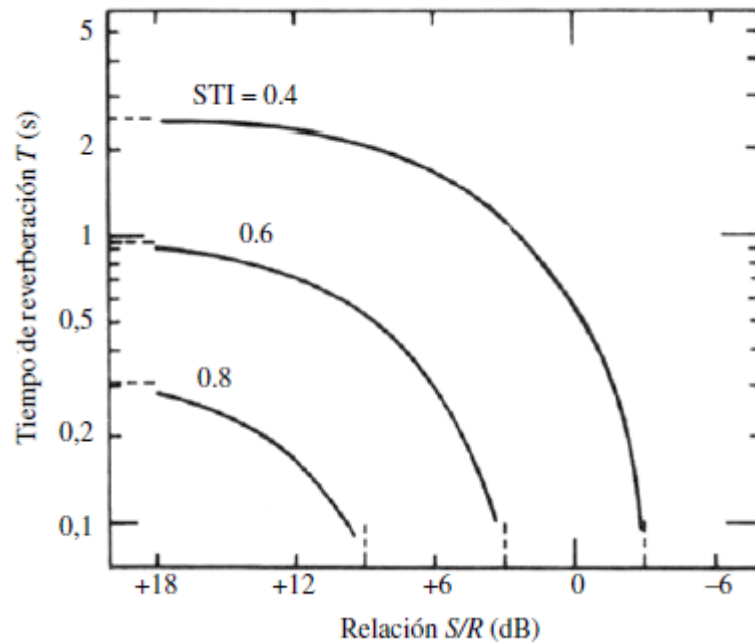


Ilustración 117. Inteligibilidad. Parámetro STI. STI para diferentes valores de TR60 y S/N.

El valor de STI y ALcons están relacionados de forma que de un parámetro se puede hallar otro:

$$ALcons = 10^{\frac{1-STI}{0,46}}$$

$$STI = 1 - 0,46 \cdot \log (ALcons)$$

En las siguientes imágenes se puede verificar que en la sala estudiada el parámetro STI se encuentra entre 0,633 y 0,703, es decir una inteligibilidad buena.

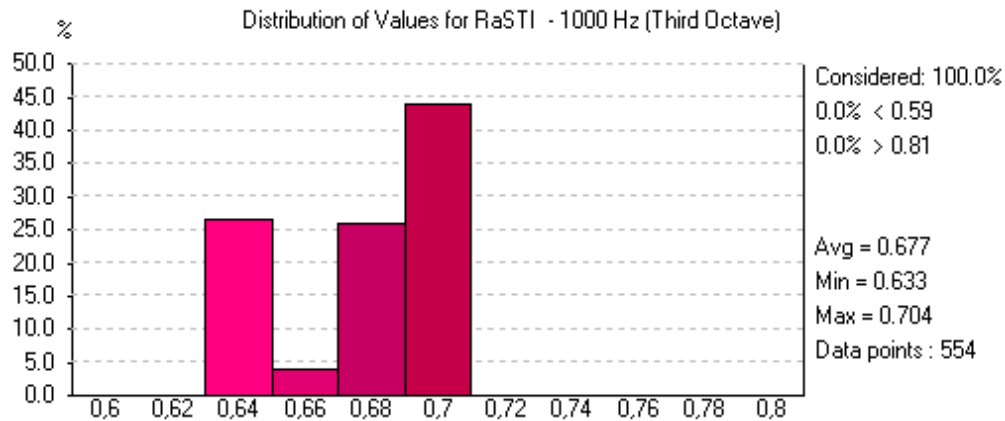


Ilustración 118. Inteligibilidad. Rasti. Histograma.

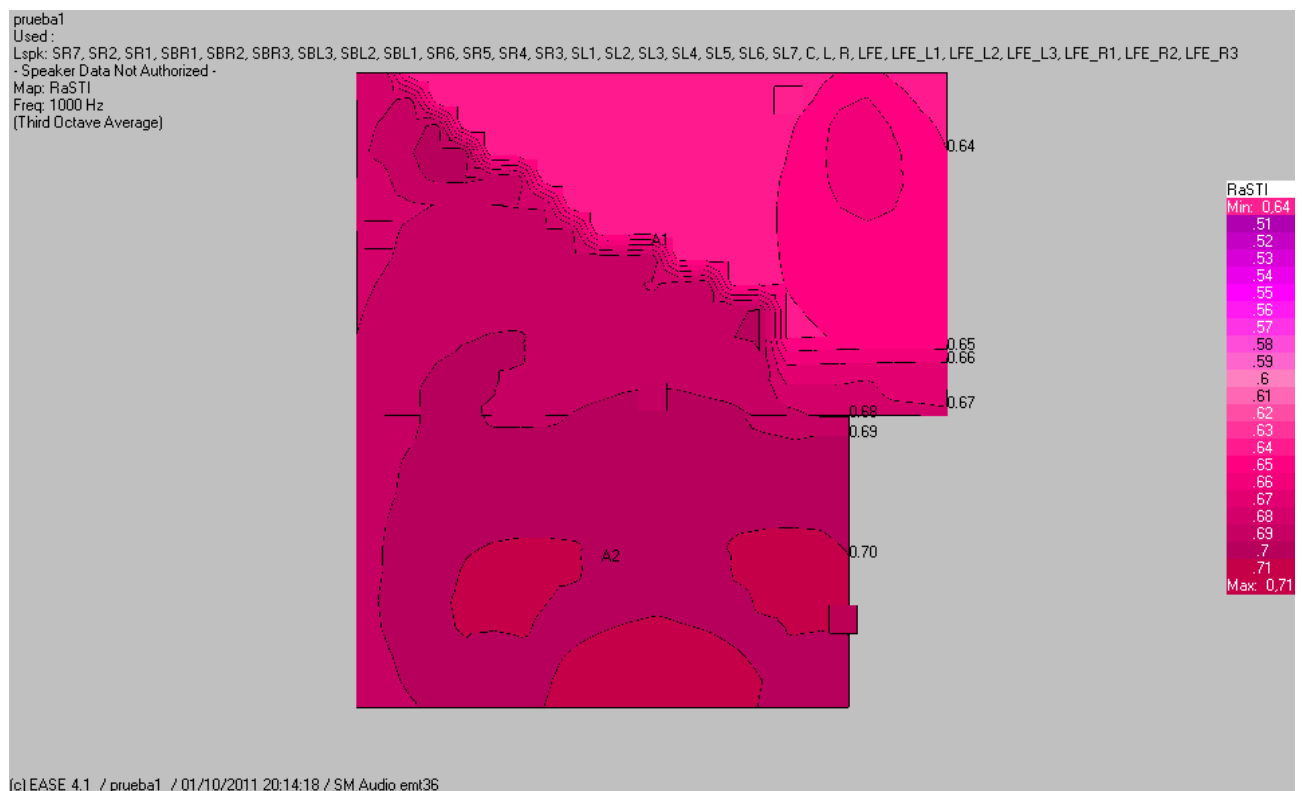


Ilustración 119. Inteligibilidad. Gráfica RaSTI.

4.8.4.- Relación Sonido Directo a Reverberante D/R

La valoración de la inteligibilidad mediante la proporción entre sonido directo y de la reverberación, se basa en que en una sala donde el campo reverberante tenga mucho nivel y se aproxime al campo directo afectaría de una forma negativa a la inteligibilidad.

En esta consideración no basta con disminuir el campo reverberante al mínimo ya que subjetivamente generaría una sonoridad seca asemejándose a un campo abierto y por tanto perdiendo los efectos envolventes de los canales de surround y por tanto del formato multicanal Dolby Surround Extended.

Este test en muchos casos se considera más confiable que el test AICons considerando la relación entre sonido directo y reverberante. En este aspecto cabe señalar que hay diferentes mediciones de este parámetro por ejemplo:

- C50 (una de las medias más populares): expresa la claridad del habla como el cociente de la energía procedente de los 50 milisegundos de sonido directo y la energía total de la reverberación. El valor perfecto serían más de 4dB de diferencia, un valor aceptable sería 0dB.
- C7 (muy utilizada en Alemania).
- C35...
- Etc

Las medidas se realizan en una sola banda, generalmente la de 1 kHz.

Dicho esto los valores obtenidos en la simulación de nuestra sala son los siguientes:

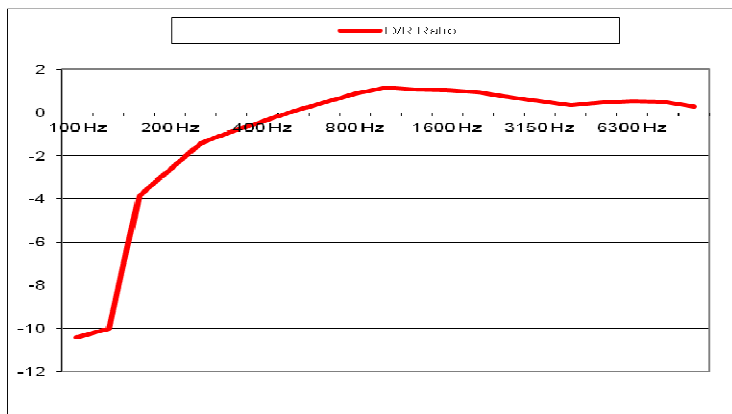


Ilustración 120. D/R Ratio.

Frequency	D/R Ratio
100 Hz	-10,41
125 Hz	-10,03
160 Hz	-3,85
200 Hz	-2,63
250 Hz	-1,42
315 Hz	-0,86
400 Hz	-0,40
500 Hz	0,07
630 Hz	0,49
800 Hz	0,88
1000 Hz	1,17
1250 Hz	1,08
1600 Hz	1,05
2000 Hz	0,94
2500 Hz	0,73
3150 Hz	0,54
4000 Hz	0,34
5000 Hz	0,48
6300 Hz	0,55
8000 Hz	0,52
10000 Hz	0,28

Como se puede ver el valor promedio más bajo de dicha relación es de -10,41 dB a 100Hz y el máximo es de 1,17 dB a 1000Hz. Se considera como aceptable una relación D/R mayor de -13dB a 250Hz y -5dB a 1kHz, dicho esto la sala estudiada cumple dichos requisitos por lo que su inteligibilidad medida mediante este método es correcta.

Medida en tercios de octava:

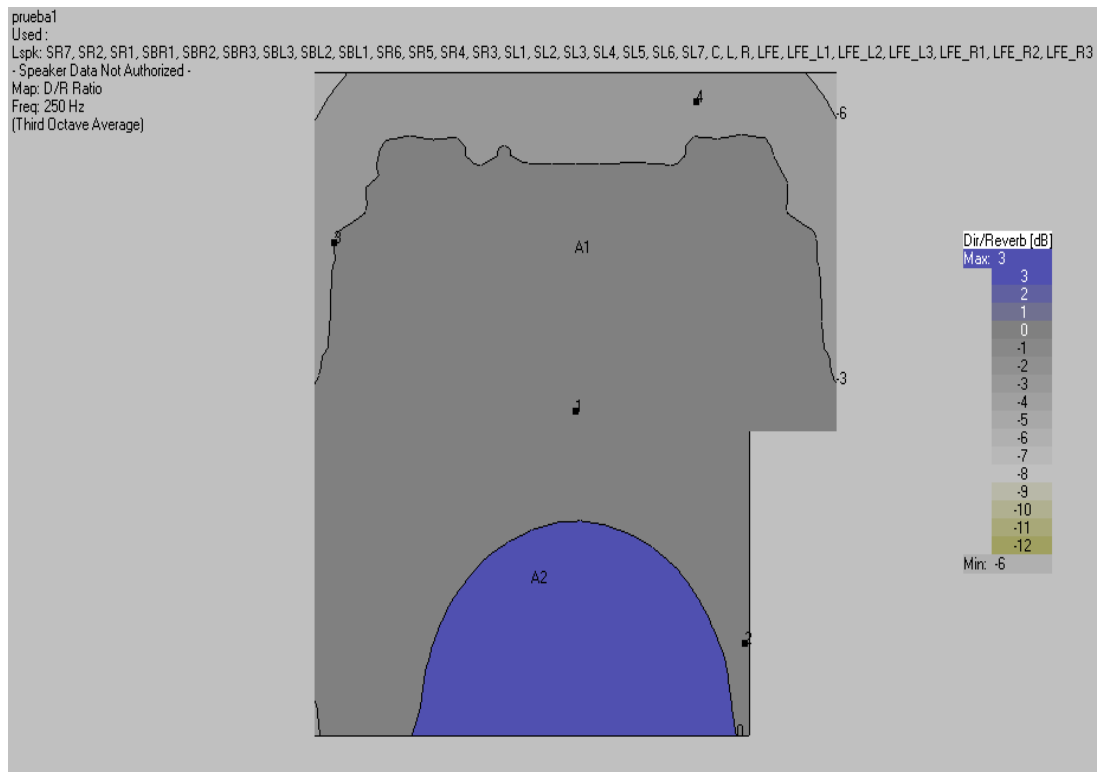


Ilustración 121. Inteligibilidad. D/B ratio a 250Hz medido en 1/3 de octava.

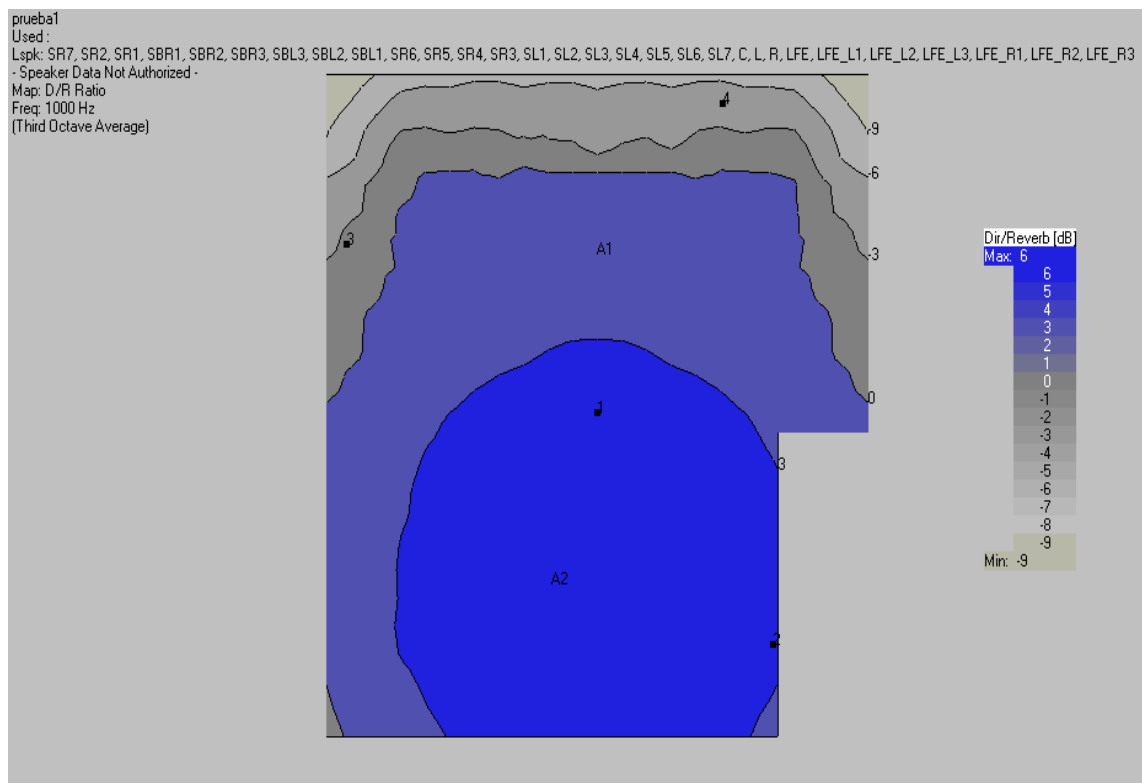


Ilustración 122. Inteligibilidad. D/R ratio a 1000Hz medido en 1/3 octava.

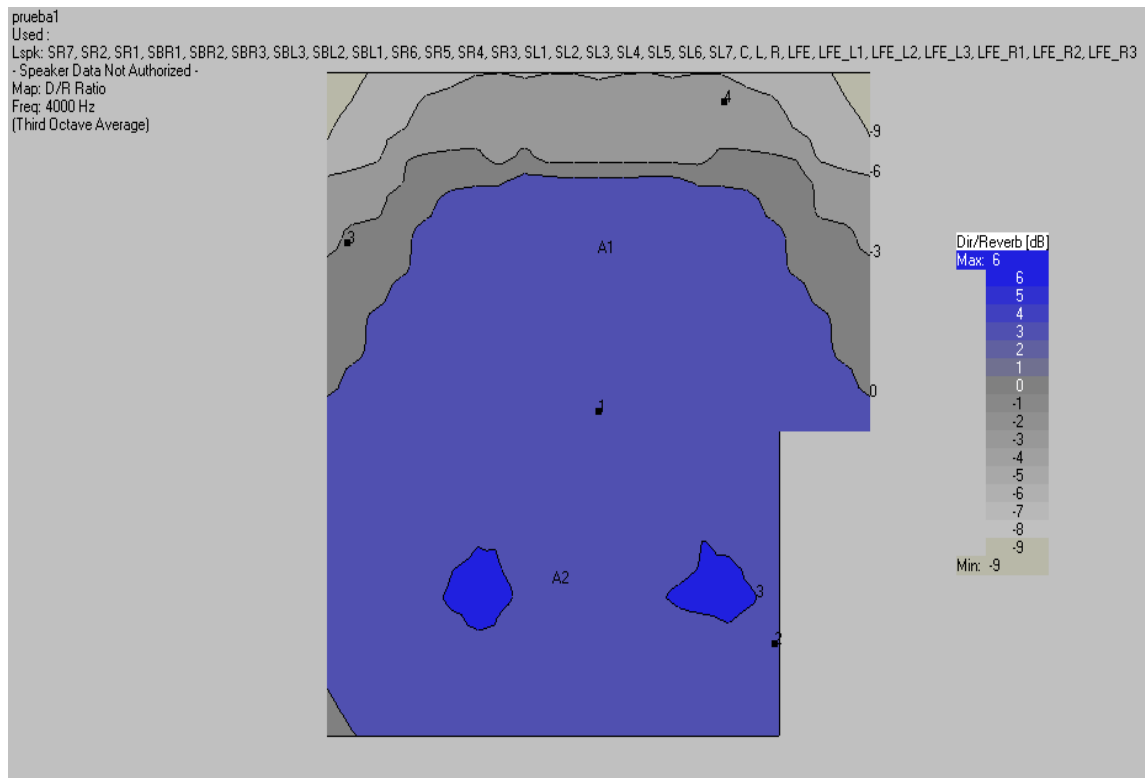


Ilustración 123. Inteligibilidad. D/R ratio a 4000Hz medido en 1/3 octava.

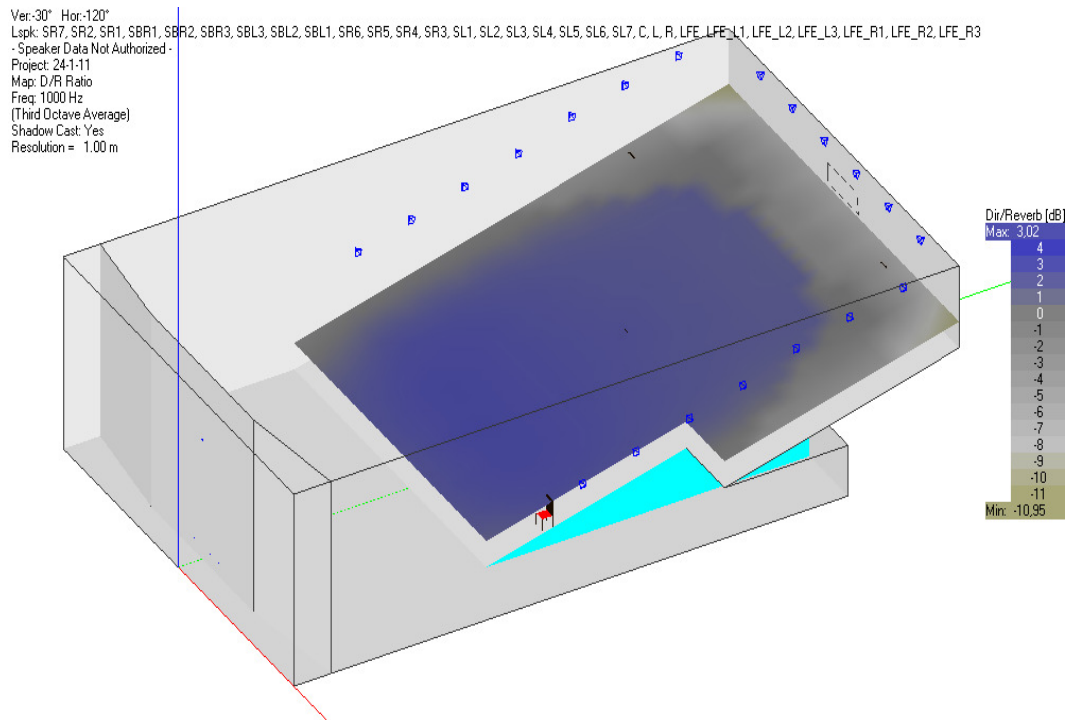


Ilustración 124. Inteligibilidad. D/R ratio a 1000Hz medio en 1/3 de octava.

Medido en Banda ancha:

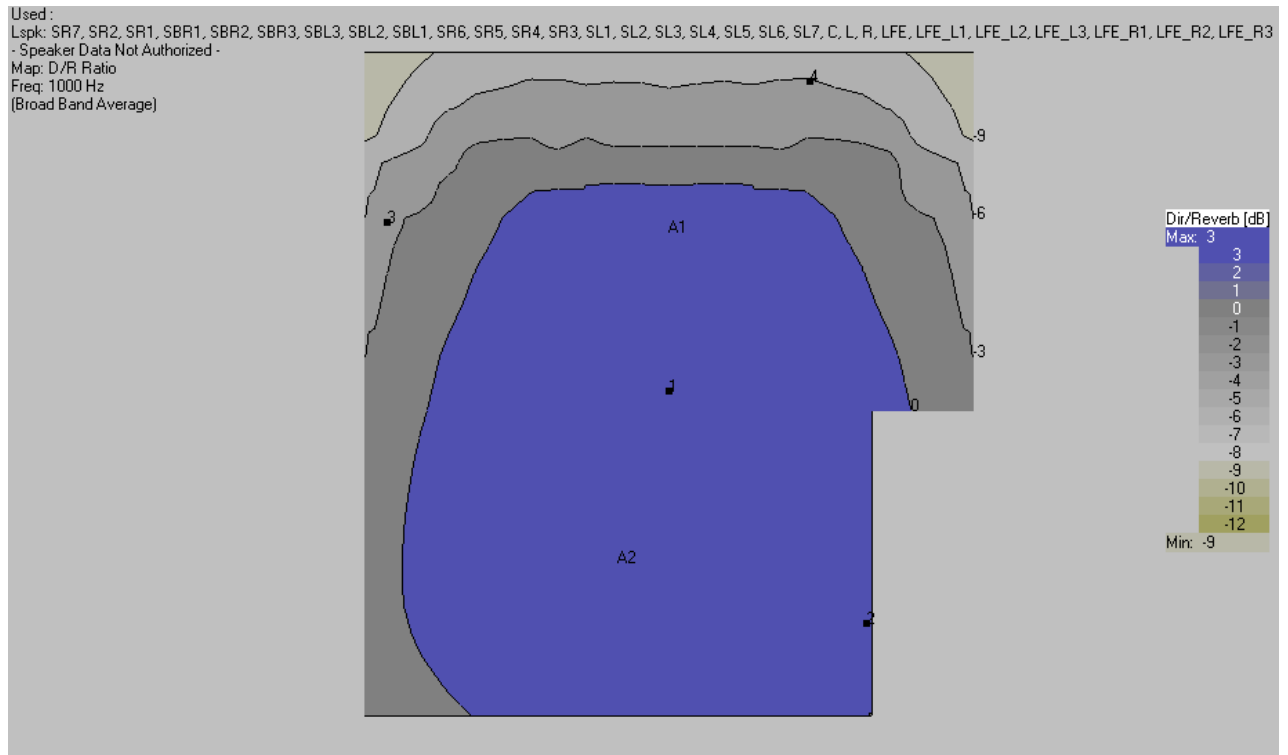


Ilustración 125. Inteligibilidad. D/R ratio en Banda Ancha.

4.9.- ECOS

Se denomina eco a cualquier reflexión de primer orden que llega con un retardo superior a 50 ms, para salas destinadas a la palabra. Si el sonido reflejado le llega al oído antes de este tiempo, lo percibe como una señal directa.

En toda sonorización se hace de suma importancia el estudio de los Ecos, y más concretamente de los Ecos molestos, es decir, aquellos que interfieren de manera negativa en la percepción del sonido.

Para este estudio mediremos la respuesta temporal de la sala, extraeremos Ecogramas y aplicaremos la curva de Doak y Bolt del 90% :

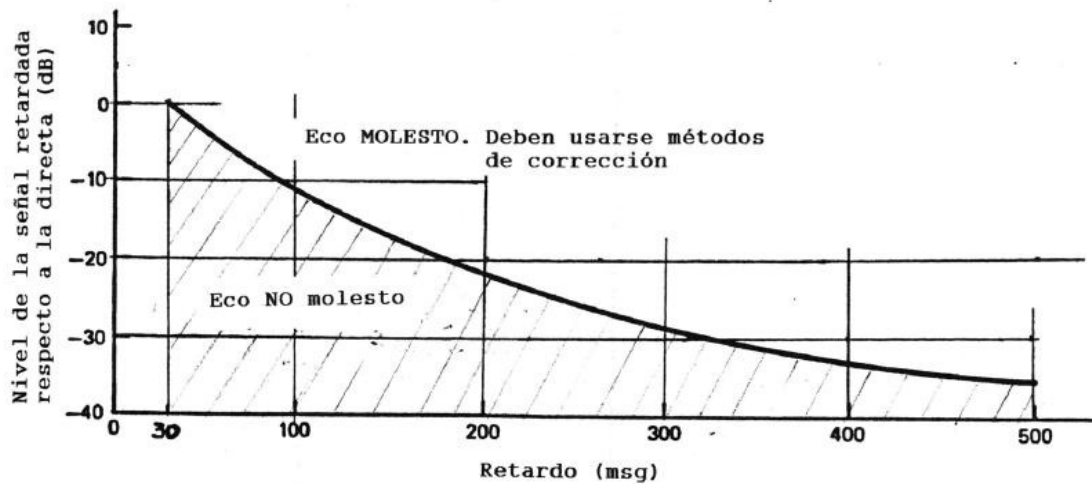


Ilustración 126. Ecos. Curva de Doak y Bolt.

En el caso de que se detecte un eco molesto o que, se sitúe por encima de la curva anterior habrá que eliminarlo, ya sea colocando materiales absorbentes en superficies conflictivas, no siendo esta superficie mayor del 10% ya que de otra manera se modificaría el tiempo de reverberación. Por lo tanto, vamos a comprobar que en nuestra sala no aparecen ecos molestos en cada uno de los oyentes.

4.9.1.- Ecogramas

La manera más precisa de calcular los ecogramas es a partir de la herramienta "Aura Response" que está basado en algoritmos CAESAR y desarrollados por la Aachen University cuyo resultado es muy preciso, a pesar del tiempo que lleva cada uno de los cálculos. Ésta se hallará para cada oyente con todos los canales a emitiendo a la vez para detectar en cada punto crítico de la sala si se percibe estos ecos molestos. Tomamos 250000 muestras para 1s, este tiempo debe ser mayor del tiempo de reverberación (en la frecuencia señalada) para obtener un gran número de reflexiones.

Por medio del ecograma podremos ver la representación de la llegada de cada rayo en función del tiempo.

Una vez obtenido el ecograma lo podremos comparar con la curva de “Doak & Bolt” para establecer si cumple con los requisitos que ésta propone.

A partir del resultado de la herramienta “Aura Response” Ease también nos proporciona, además, la respuesta en frecuencia y el tiempo de reverberación mediante el método de Schroeder.

A partir de los ecogramas y en la comparativa con la curva de Doak & Bolt del 90% podremos precisar los ecos molestos, como ya vimos anteriormente.

A continuación se muestra el ecograma en el oyente 1:

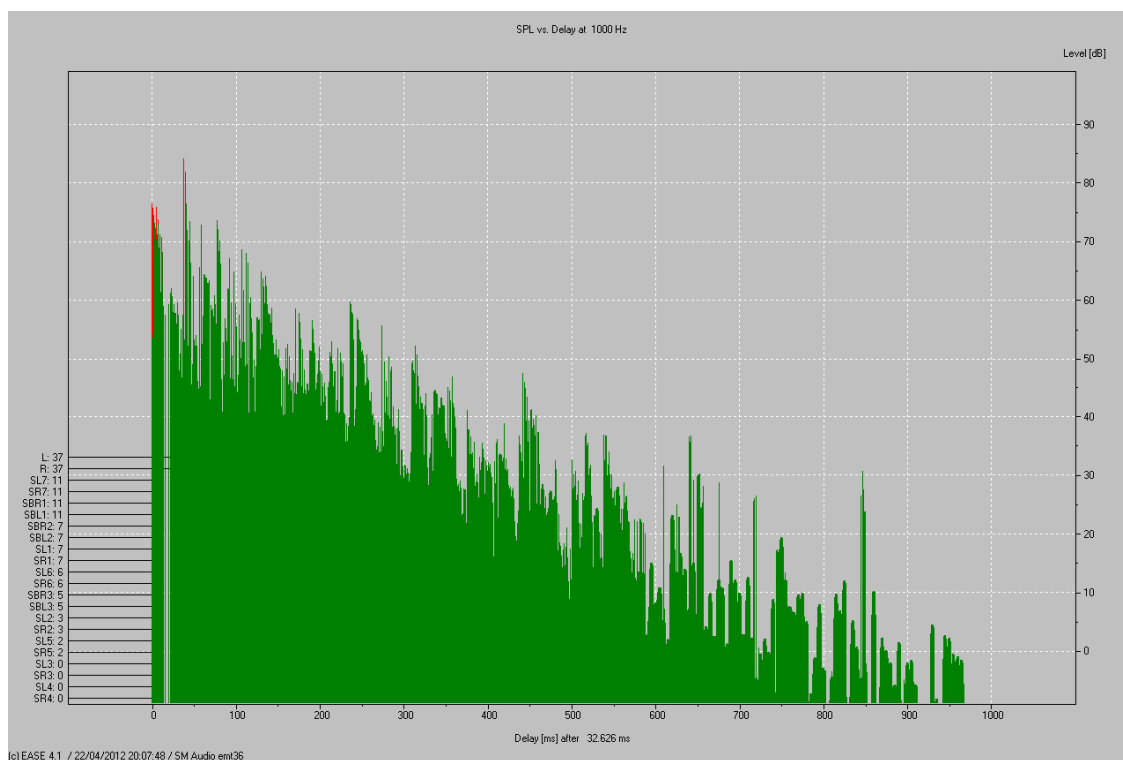
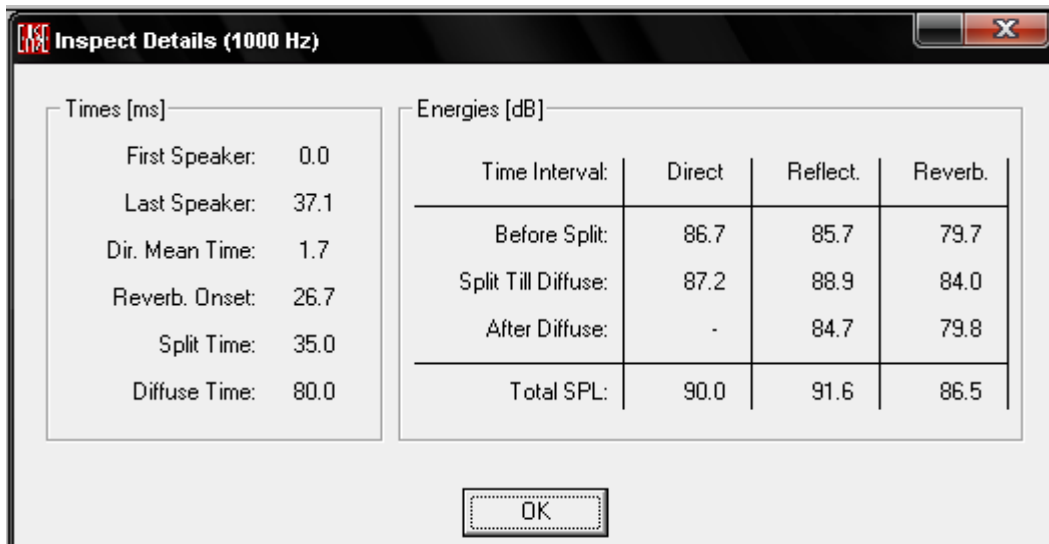


Ilustración 127. Ecogramas. Oyente 1.

En la curva, los rayos en rojo son las señales directas, por lo que vemos que, básicamente todas las señales reflejadas están por debajo de las directas y van bajando de nivel de igual manera que veíamos en la curva de Doak & Bolt.

Existe una opción llamada “Inspect Details” en el que vemos los valores directo,

reflejado y reverberante dentro del tiempo de integración del oído 35ms (Split time) y el tiempo después de éste (After Difuse).



A continuación se muestra la respuesta impulsiva en el oyente 1:

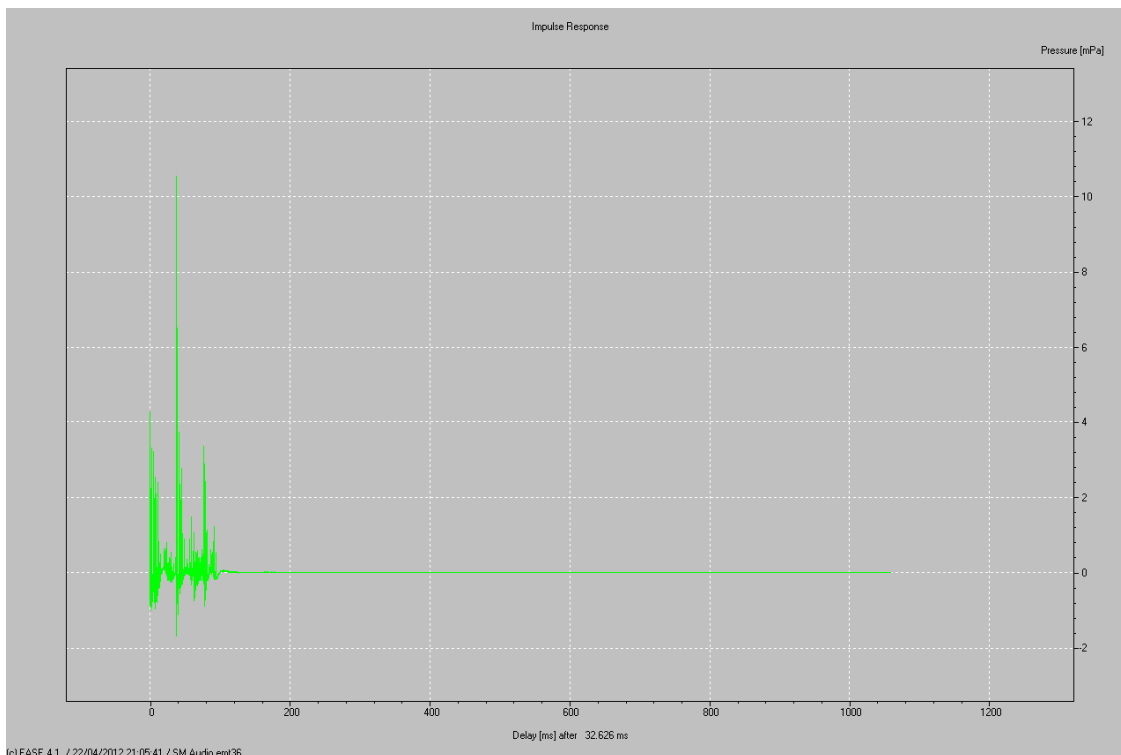


Ilustración 128. Respuesta impulsiva en el oyente 1.

Y la respuesta en frecuencia:

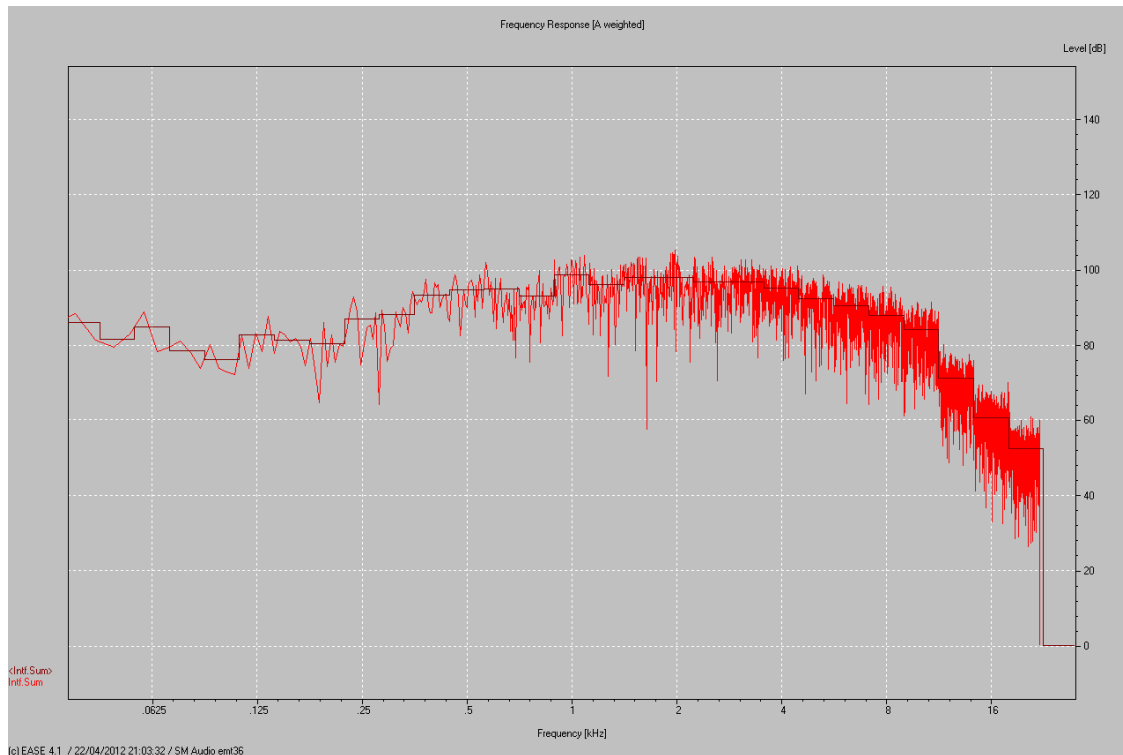


Ilustración 129. Ecograma. Respuesta en frecuencia en el oyente 1.

En las siguientes figuras se muestra los ecogramas de los oyentes 2, 3 y 4, todos ellos considerados oyentes críticos, respuestas en frecuencia y sus respuestas impulsivas.

Oyente 2:

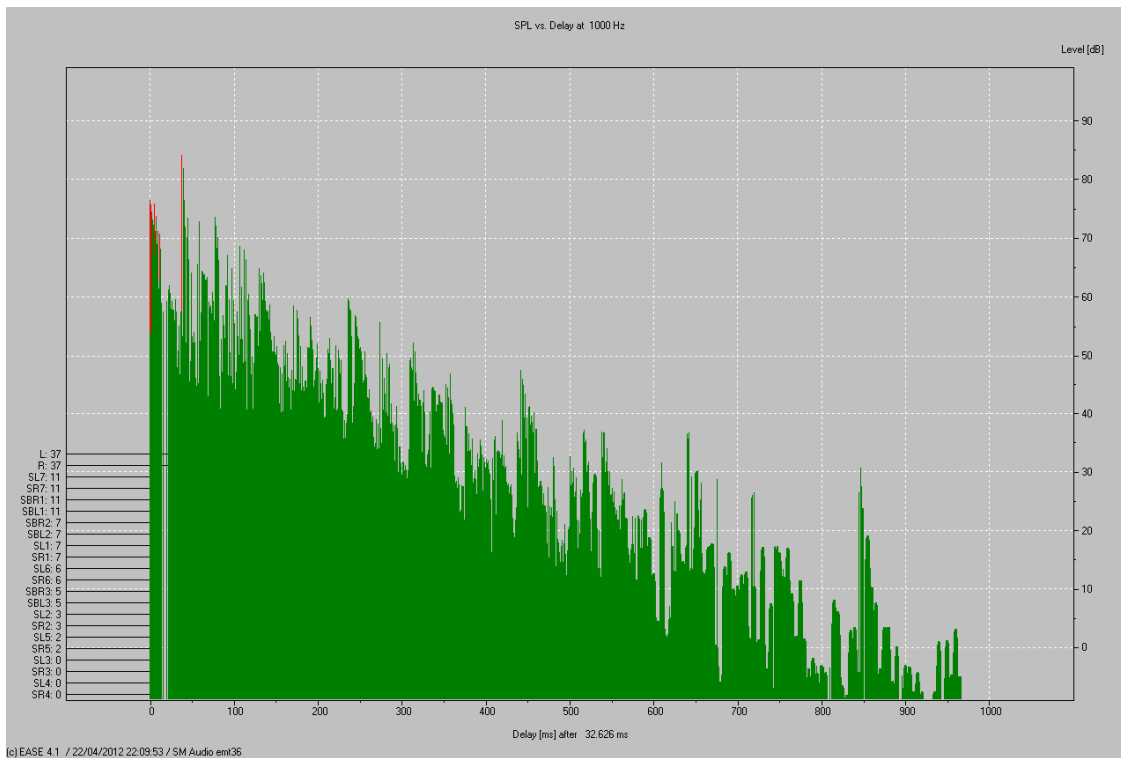


Ilustración 130. Ecograma. Oyente 2.

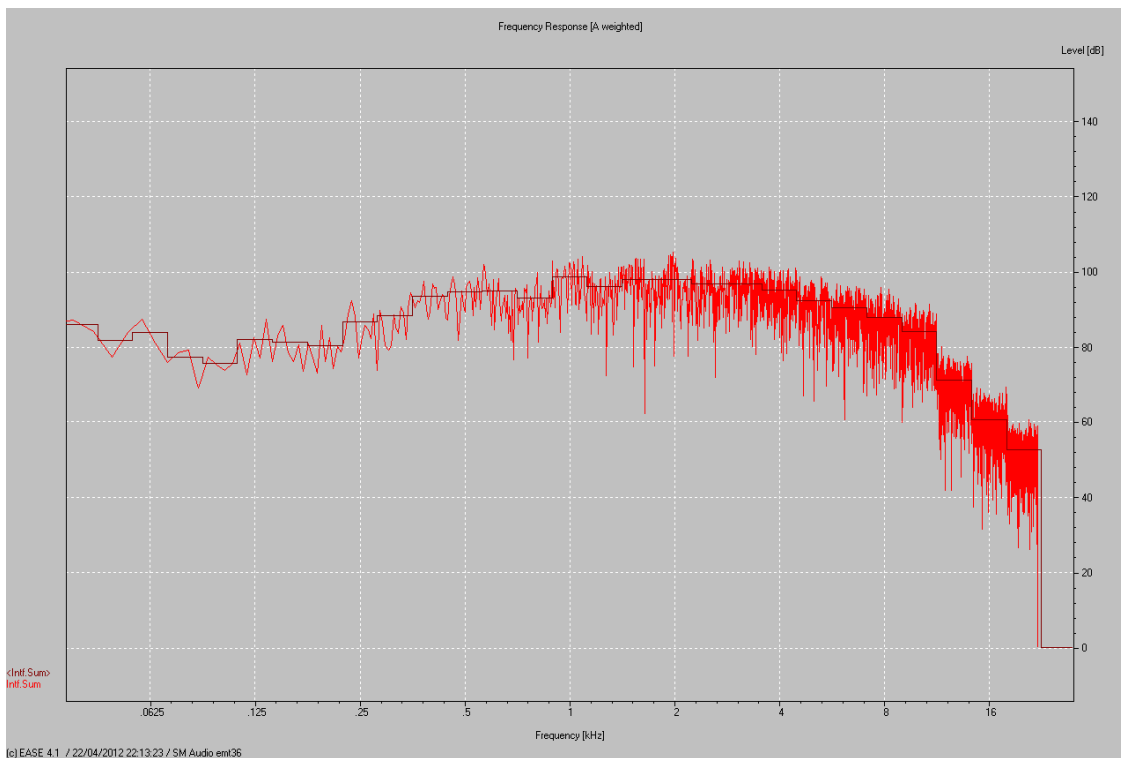


Ilustración 131. Ecograma. Respuesta impulsiva en el oyente 2.

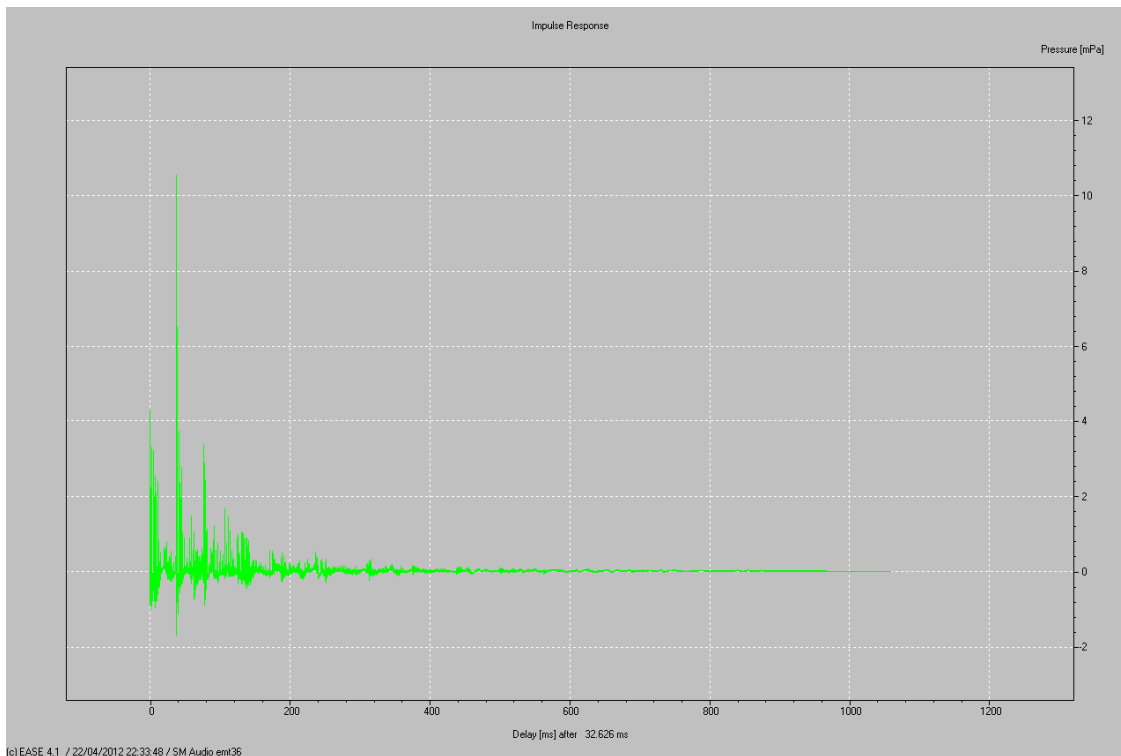


Ilustración 132. Ecograma. Respuesta en frecuencia en el oyente 2.

Oyente 3:

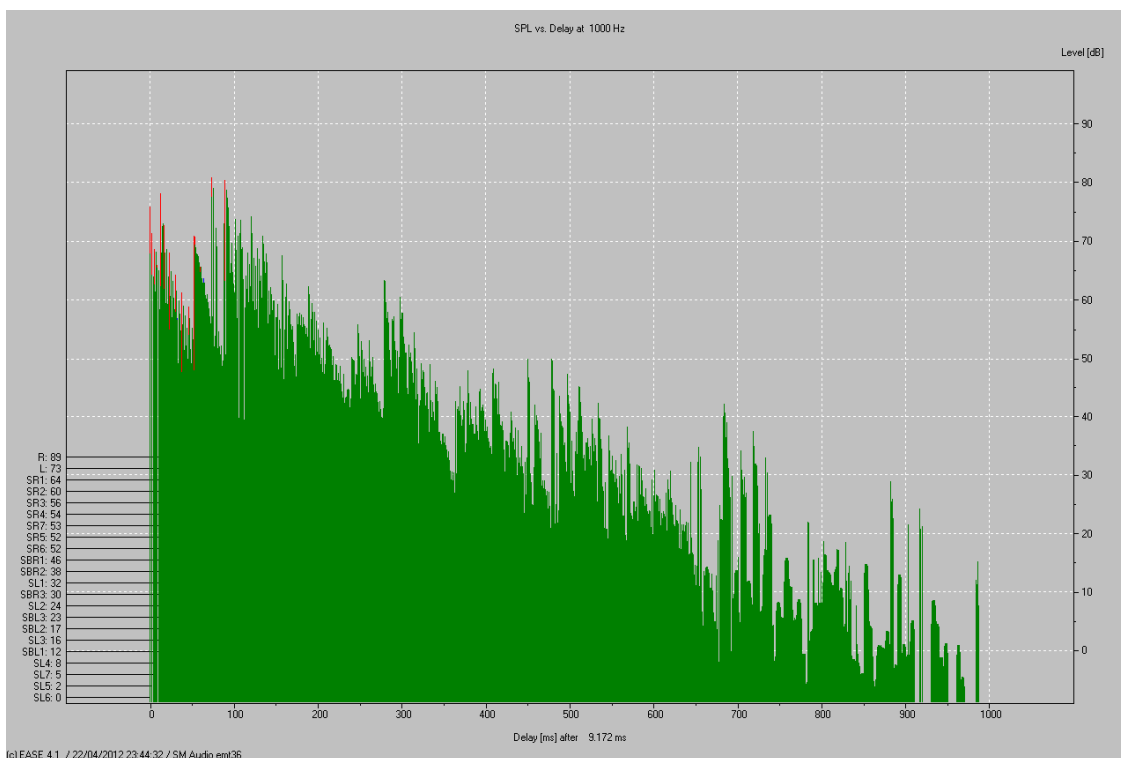


Ilustración 133. Ecograma. Oyente 3.

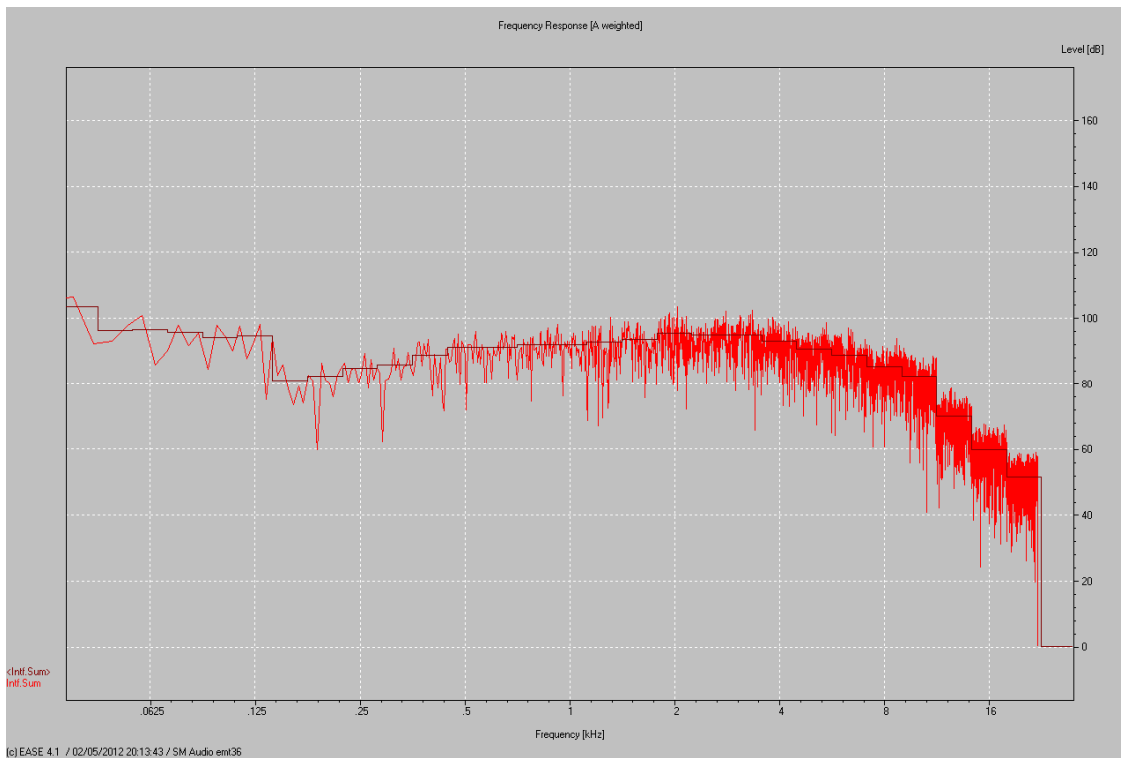


Ilustración 134. Ecograma. Respuesta en frecuencia en el oyente 3.

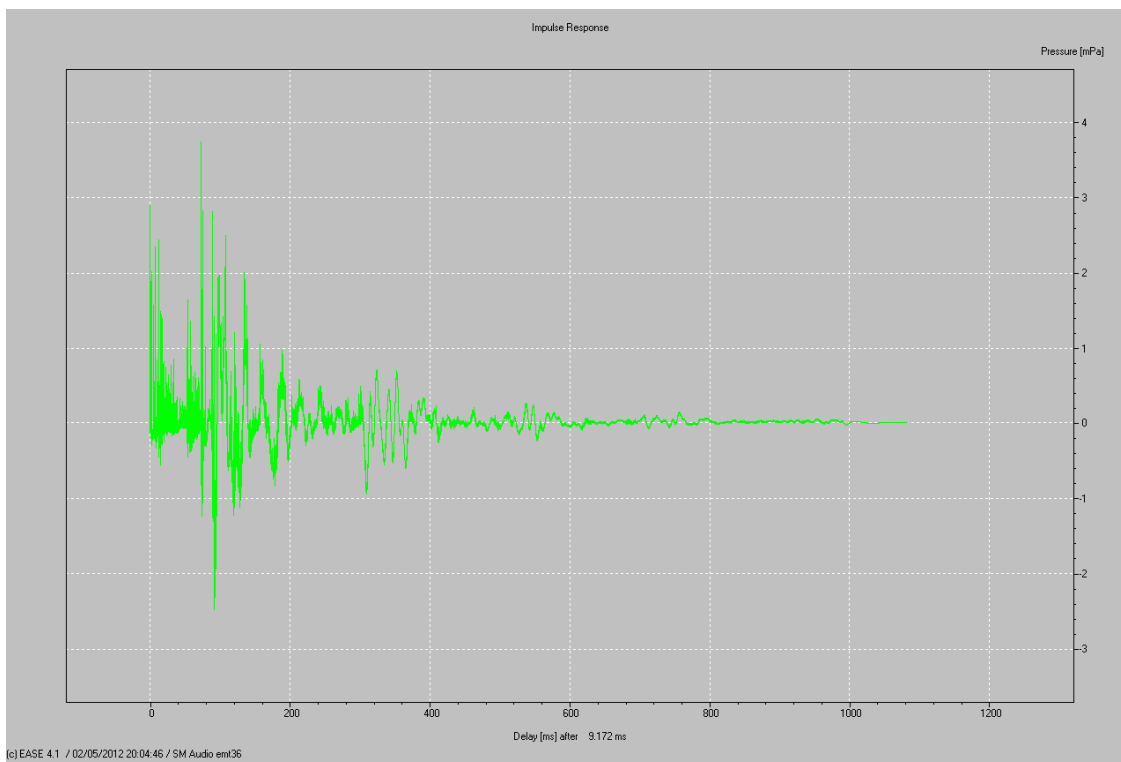


Ilustración 135. Ecograma. Respuesta en frecuencia en el oyente 3.

Oyente 4:

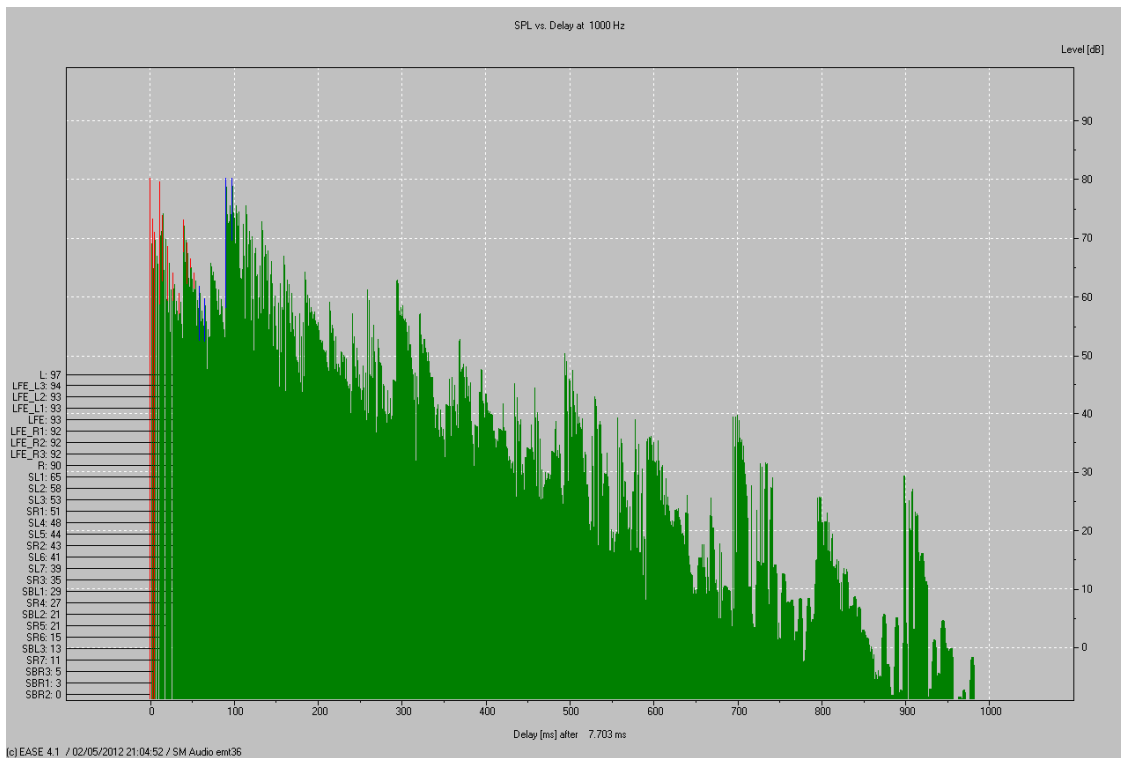


Ilustración 136. Ecograma. Oyente 4.

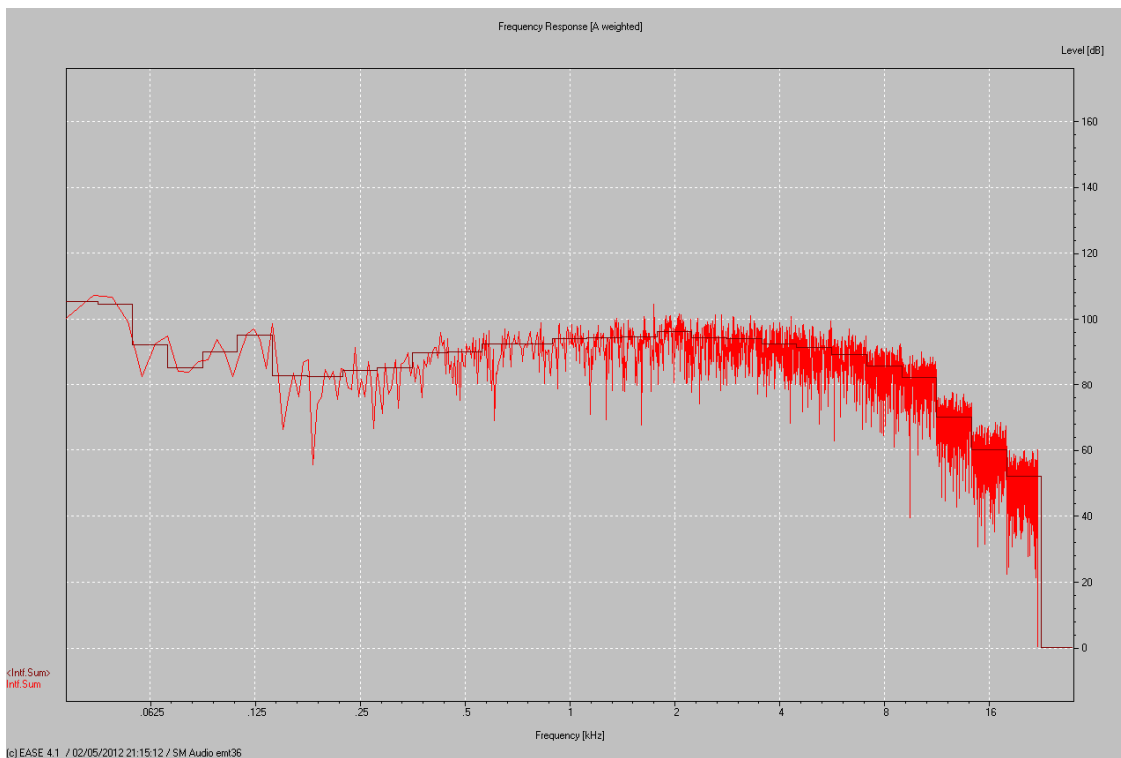


Ilustración 137. Ecograma. Respuesta impulsiva en el oyente 4.

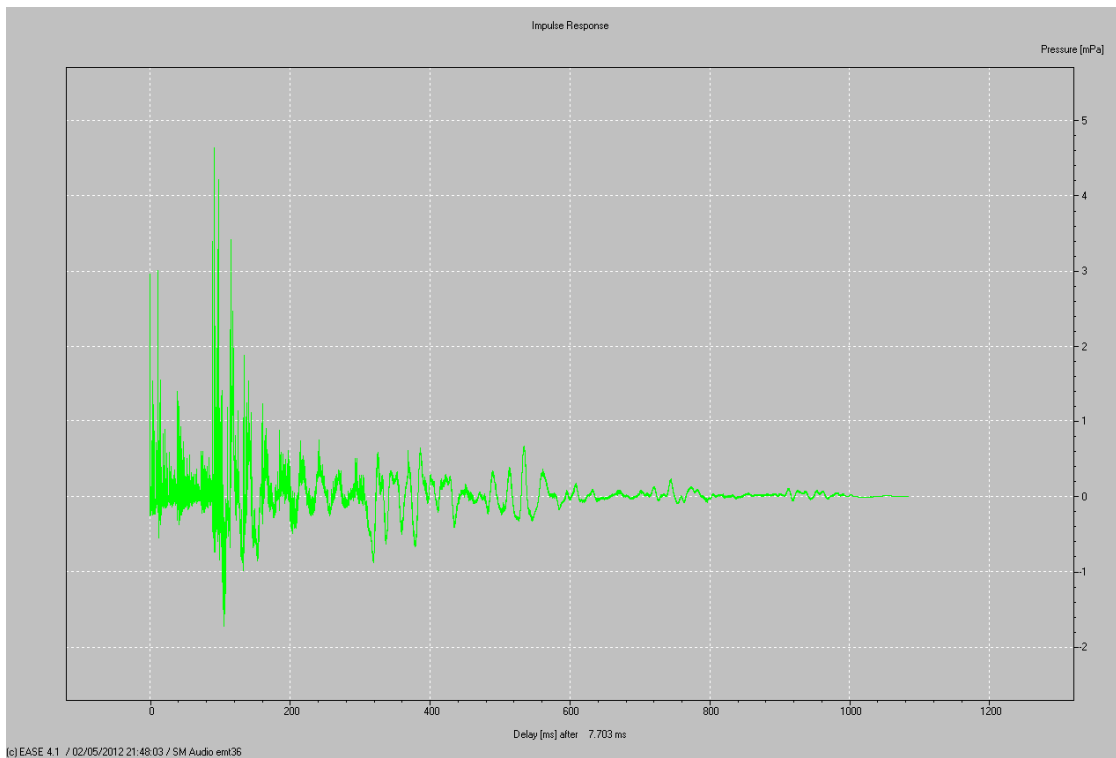


Ilustración 138. Ecograma. Respuesta en frecuencia en el oyente 4.

5.- EQUIPAMIENTO

Para que este diseño electroacústico sea viable se ha puesto especial cuidado en la selección del equipamiento, del mismo modo se han tenido en cuenta los aspectos relativos a la norma THX. El equipamiento propuesto es el siguiente:

5.1.- Pantalla

La pantalla se ha seleccionado el modelo Perlux del fabricante Harkness Screens, especialmente diseñado para la proyección cinematográfica. Para la pantalla se ha elegido la opción perfecta tanto para la proyección tanto de material 3D como 2D, el modelo Spectral™ 240, del fabricante Harkness Screen.

5.2.- Procesador de audio

En cuanto al procesador se ha elegido el de de Dolby para cine digital CP750.



Ilustración 139. Equipamiento. Procesador de Audio Dolby CP750.

Dicho procesador posee ocho canales de salida:

- Un procesador sonido de cine.

- Una entrada de micrófono.
- Una fuente analógica de sonido nonsync.
- Tres fuentes de contenido alternativo (contenidos previos o posteriores a la película).
- Dos salida auxiliar de audio analógico y para sordos.

Dicho procesador es perfecto tanto para salidas digitales como para la conversión analógica digital.

Características de Procesador de Cine Digital Dolby CP750

- **Procesador de Cine Digital:** Ahorra los costos de mantenimiento del clásico procesador de cine con el adaptador D/A cuando el procesamiento de películas ya no es un requisito.
- **Entrada digital de 8 canales (4 × AES/EBU) para el Servidor de Cine Digital:** Tiene hasta 8 canales para sonido; permite narrativas para sordos y ciegos.
- **Dos Pares de Entradas Digitales (1 × AES/EBU c/u):** Conecta fuentes alternativas de contenido (satélite, servidor de material pre película) para mayor rentabilidad.
- **Entrada Digital Toslink:** Conecta fuentes alternativas de contenido con salida a audio óptico digital.
- **Entrada Analógica de 8 canales:** Conecta con el procesador de sonido actual para instalaciones híbridas o modernizaciones.
- **Conexión USB:** Permite fácil acceso desde una PC.
- **Conector Ethernet:** Conecta con la red de Dolby TMS y/o puede ser monitoreada, controlada o mejorada desde cualquier parte de la red para obtener presentaciones sin fallas.
- **Integración del Software Dolby TMS:** Genera controles de volumen y la entrada de una selección digital para las presentaciones con un fácil sistema de “arrastrar y soltar” para obtener un control impecable.

Dicho procesador funciona de forma independiente cuando no se están proyectando películas, ahorrando el costo de mantenimiento o de reemplazo de su procesador.

El **CP750** acepta selección digital, pautas de volumen en presentación, se integra con el software de **Dolby® Theatre Management System (TMS)** de manera tal que puede responder a la selección digital y pautas de volumen en una presentación, a control de volumen de cualquier cliente de **Dolby TMS** y a comandos ASCII de controladores externos.

5.3.- Altavoces

5.3.1.- Altavoces de pantalla

Para los altavoces de pantalla se ha seleccionado un modelo de la serie 5000 de JBL, dicha serie tiene 2 modelos el 5672 y el 5674. Se ha seleccionado el primer modelo ya está indicado para salas con una capacidad de hasta 500. El segundo modelo no fue seleccionado ya que se aconseja para diseños de salas de unos 1200 espectadores y su elección sería sobredimensionada.



Ilustración 140. Equipamiento. Altavoces de Pantalla JBL5672.

Características

- Sistema de amplificación de tres vías, consiguiendo una salida óptima con la menor distorsión.
- Apertura B-Radial[®] y la inclusión de tecnología específica para minimizar al máximo la distorsión.
- Control de medios para mejorar la relación del nivel directo/reverberante.
- Tecnología “Vented Gap Cooled” (VGC™) en los transductores de baja para lograr una salida máxima sin distorsión.
- Diseño frontal que facilita el montaje, desmontaje y mantenimiento una vez instalado.
- Raíles totalmente ajustables para conseguir un control sobre la directividad del altavoz con total precisión.

5.3.2.- Altavoces de surround

Para los altavoces surround se ha optado por la marca Electro-Voice más en concreto en la serie SL, modelo SL12-2V. Dichos altavoces tienen la certificación THX y son de dos vías. Además se han seleccionado los raíles recomendados por el fabricante para el montaje y suspensión de los mismos.



Ilustración 141. Equipamiento. Altavoces Surround Electro-Voice SL12-2V.

Características

- Sistema de amplificación de dos vías.
- Respuesta en frecuencia amplia y uniforme.
- Doce pulgadas de diámetro en la vía de bajos (woofer) con un crossover pasivo.
- Directividad de 100° H x 90°V.
- 15° de optimización en la cobertura de audiencia debido a su caja inclinada.
- Compatible con rangos dinámicos de THX® (Digital Dynamics Capable™).
- Cubierta revestida de vinilo negro.

5.3.3.- Altavoces de baja (LFE)

El modelo escogido de los altavoces de baja es el TL880D de Electro-Voice.



Ilustración 142. Equipamiento. Altavoz LFE TL880D de Electro-Voice.

Características

- El modelo TL880D dual, de dieciocho pulgadas está diseñado para satisfacer las demandas del sonido de baja frecuencia demandado en el sonido del cine digital. Dicho modelo posee dos transductores EV X-180A, que le permiten proveer de la potencia necesaria para la emisión de frecuencias por debajo de los 20Hz.
- Ofrece la combinación perfecta de potencia y precisión, así como el máximo impacto con la menor distorsión enriqueciendo el sonido de la película.
- Está diseñado especialmente para satisfacer las demandas del sonido del cine digital.

5.4.- *Proyector*

Entre todos los proyectores existentes se ha elegido el modelo DP4K-23Bx de BARCO junto con un servidor de media integrado.



Ilustración 143. Equipamiento. Proyector de Barco DP4K-23Bx.

Características

- El modelo del fabricante Barco DP4K-23Bx es una solución ultra brillante mejorada de la 4K perfecta para pantallas hasta 23 metros de ancho.
- Dadas las características del chip Texas Instruments' 1.38" DLP Cinema®, dicho proyector está especialmente diseñado para asegurar la alta calidad de las salas de proyección cinematográficas Premium.
- Está totalmente integrado con un servidor de media, fácil de usar con un procesador de bloques IMB (Integrated Media Block) de Doremi.
- Dicho proyector se vende en un paquete compuesto por el mismo, una lámpara de 4kW, lentes, el procesador de bloques de Doremi, así como un programa de monitorado de la media y de administración del sistema, incluyendo el seguimiento del almacenamiento.
- Soporta alta velocidad de *frames*, incluyendo las velocidades necesarias para películas en 3D.

- Puede proyectar contenido alternativo ya que posee entradas adicionales como DVI dual, 3G-SDI y HDMI.
- Soporta la proyección de contenidos en MPEG-2 y H264 y está cercano a decodificar emisiones de 3D en vivo originadas por RealD Live o Sensio.
- Muy fácil de instalar y utilizar.

5.5.- Pantalla

Para la pantalla se ha elegido la opción perfecta tanto para la proyección de material tanto en 3D como 2D, el modelo Spectral™ 240, del fabricante Harkness Screen.

Características

- Aunque este modelo esta especialmente diseñado para 3D polarizado, también soporta cine convencional 2D.
- Temperatura de transporte y almacenamiento entre 5°C y 30°C
- Pantalla ultra brillante.
- Perfecta para la proyección de efectos especiales.
- La pantalla está perforada para facilitar la acústica de los altavoces situados detrás de la misma (frontales).

5.6.- Retardos y etapas de potencia

En este punto cabe destacar que se recomienda la siguiente mejora. La salida 6.1 que se saca del procesador se llevará a un distribuidor (conversor) Ethernet. Dicho esto si la entrada de audio es AES/EBU la salida será vía TCP/IP (RJ45).

Al ser una transmisión TCP/IP se puede monitorear la calidad de dicha señal en diferentes puntos del cableado, abaratando costes al ser la transmisión por red.

Al llegar a su destino (altavoces), la señal pasará una vez más por un conversor que la

convertirá de nuevo a señal AES/EBU que es la que aceptan como entrada los diferentes altavoces, es en este último proceso donde se pueden configurar los retardos y amplificar la señal para cada canal (ecualización).

Tanto el distribuidor que se recomiendan como los convertidores son de la marca Crown.

El distribuidor es el modelo DBC Network Bridge.



Ilustración 144. Equipamiento. Distribuidor Ethernet de Crown DBC Network Bridge.

Y para los convertidores (etapas de potencia y retardos) se utilizará el modelo CTs W/IQ-PIP-US3CN de (600, 1200, 2000, 4200w...etc.).



Ilustración 145. Equipamiento. Etapas de potencia y retardos de Crown CTsx600, Ctsx1200, CTsx2000 y CTs4200.

Las etapas de potencia se han seleccionado de modo que den una potencia de salida máxima mayor o igual al doble de la capacidad de carga continua también llamada Potencia de Programa continuo, Nominal, RMS...etc.

Por lo que teniendo en cuenta dichas potencias especificadas en las hojas de características de los fabricantes, las etapas de potencia seleccionadas serían:

Canal	Marca Modelo	Potencia de Entrada (W)	Vía	Modelo de cada vía	Modelo Etapa Potencia	Impedancia	Nº de etapas necesarias
Frontales (L,C y R) (3)	JBL JBL567 2	1200	L	4648A	1x2000w	4 ohms	3x2000w
		300	M	5674-M/HF	1x600w	8 ohms	3x600w
		200	H			8 ohms	
Surround (SL,SB,SBL y SBR) (7SL,7SR, 3SBL y 3SBR)	Electro-Voice SL12-2V	200	L	-	1x2000w 1x1200w	8 ohms	SL 1x2000w SR 1x2000w SBL 1x1200w SBR 1x1200w
			H	-		8 ohms	
LFE (7)	Electro-Voice TL880 D	2000	L	EVX180B	1x4000w	4 ohms	7x4200w
			L	EVX180B		4 ohms	

Siendo L baja frecuencia, M frecuencia media y H alta frecuencia

5.7.- Conexión y montaje

Seleccionado todo el equipamiento, se procederá a describir el montaje y el conexionado.

Para desarrollar la solución electroacústica diseñada se procederá a conectar todas las entradas de audio al procesador Dolby CP750.

Dicho procesador, al ser a su vez un "NOC" (*Network Operation Center*) puede ser monitoreado, configurado y controlado desde cualquier lugar de la red (muy útil si se quiere configurar un ordenador como puesto de control) parámetros tales como estado, funciones...etc.

Viene integrado con el software *Dolby Manager show*, el mismo es un software de fácil uso para la configuración de selección de entradas de audio, volumen, control de los audios encolados... Y también añade codificadores del canal de Surround de los formatos multicanal Dolby (Dolby Surround 7.1, 5.1 Digital PCM, Dolby Digital Surround EX™, Dolby Digital, Dolby Digital Prologic® II and Dolby Prologic).

De la salida del Dolby CP750 obtendremos la salida de audio de formato multicanal 6.1 (Norma THX), dicha señal tipo AES3 constituirá la entrada al equipo DBC Bridge, junto

con las demás entradas auxiliares que se deseen. El DBC Bridge las convertirá en señales TCP/IP. Dicha señal se distribuirá por una red Ethernet lo que facilita la interconexión y abarata los costes del cableado.

Dicha señal TCP/IP se distribuirá mediante cableado y los switchs necesarios, hasta llegar a los equipos CTs (etapa de potencia) que mediante la tarjeta de red w/IQ-PIP-USP4CN harán la conversión TCP/IP a AES3 y la amplificarán, distribuyéndola a cada grupo de altavoces pertenecientes a cada canal.

Los Cts son los equipos encargados de introducir los retardos y la ecualización (amplificación y/o atenuación de cada canal).

Conexionado

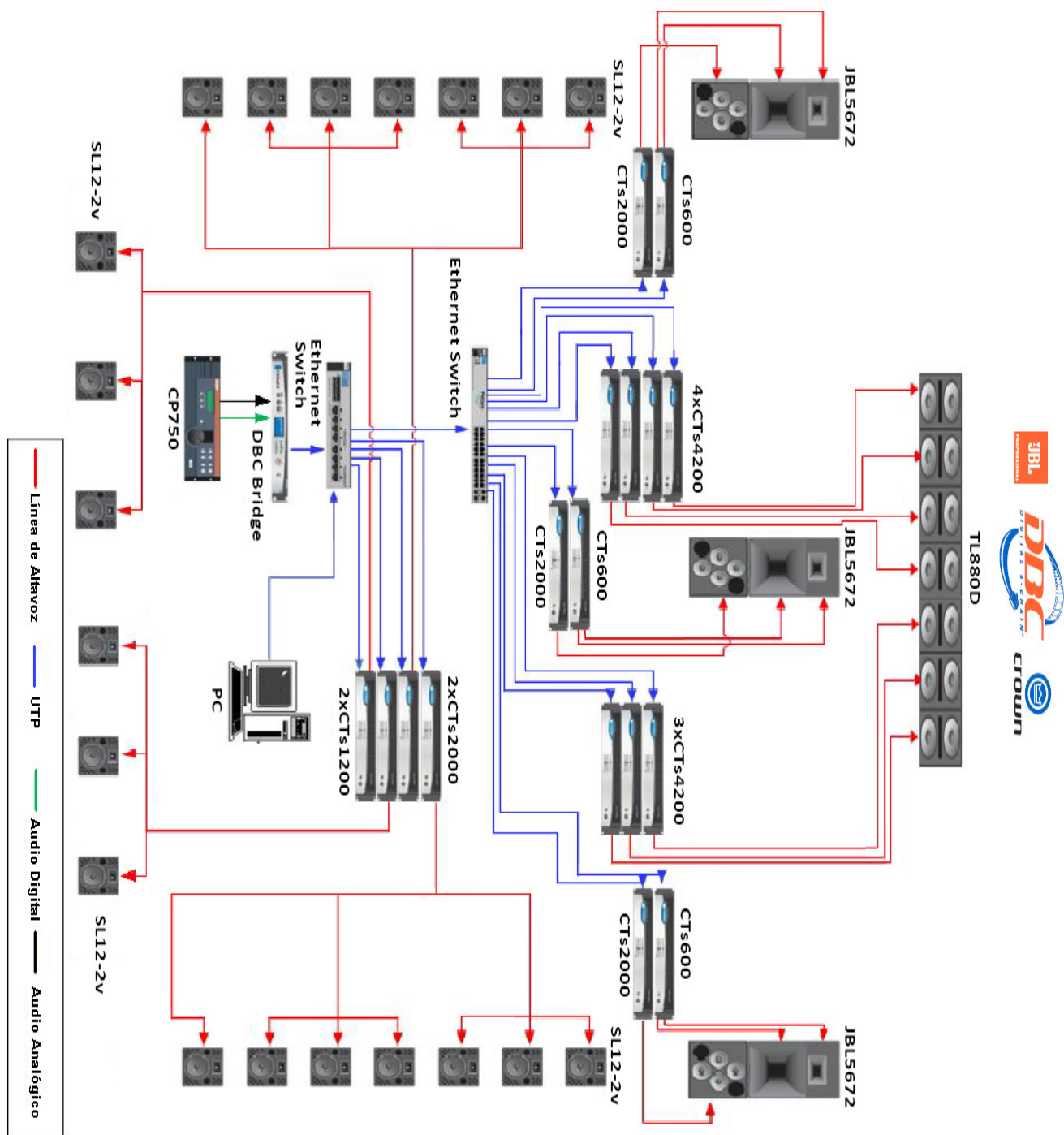


Ilustración 146. Equipamiento. Conexionado.

6.- MEJORAS

A parte de las mejoras comentadas anteriormente como la distribución del sonido multicanal vía TCP/IP por un cable Ethernet abaratando así los costes y pudiendo monitorear el sonido en diferentes puntos, así como la compatibilidad de la pantalla y proyector para reproducciones de tipo 3D, se van a comentar en este punto mejoras de muy fácil desarrollo pero que aportan un valor añadido en sí mismas.

Se recomienda encarecidamente la inclusión de audio para sordos con una especial adaptación de nivel y ecualización, así como para ciegos en la cual en el audio van incluidas descripciones de las imágenes que se están mostrando por pantalla. Dicho esto cabe recordar que el procesador elegido, el Dolby CP750 posee la opción de la inclusión de un canal de este tipo.

Por otro lado el proyector DP4K-23Bx de BARCO acepta entradas alternativas de video lo que posibilita usos más allá de la reproducción cinematográfica como congresos, convenciones, retransmisiones deportivas...etc.

7.- CONCLUSIONES

Pese a que algunas recomendaciones de la norma THX no las cumple, por ejemplo la curva de nivel de ruido se puede concluir que en el estudio de la totalidad de la sala responde a las expectativas de una buena calidad de sonido, por lo que se puede afirmar que es apta para la reproducción cinematográfica.

Además, el estudio de los ecos nos desvela que no se producen ecos molestos en las zonas críticas, como del mismo modo se trata de una sala con un alto nivel de inteligibilidad así como un tiempo de reverberación que cumple con la norma.

Los equipos de sonido son de alto nivel y tienen una respuesta en frecuencia óptima, sólo recomendar como ya se ha comentado anteriormente el uso de varios retardos dependiendo del tipo de canal.

8.- PRESUPUESTO

El presupuesto necesario para acometer estas mejoras es de XXX.

Sólo se ha tenido en cuenta el coste de las mejoras porque este proyecto se basa en el estudio de una sala en funcionamiento, por lo que sólo se tiene en cuenta lo que costaría acometer el conjunto de cambios que se han propuesto al cliente.

El presupuesto se ha dividido en tres apartados:

- Estudio e instalación: costes de personal y documentación de esta fase.
- Instalación y puesta en marcha: costes de personal y documentación de esta fase
- Equipamiento: costes de los equipos necesarios.
- Cableado: costes de conexionado.

8.1.- Estudio e instalación

El coste del Estudio e instalación se ha calculado en base a las horas y recursos humanos necesarios utilizados en esta fase. El coste total de esta fase es de 32500.

El desglose de dicha fase es el siguiente:

Estudio

Previo:

	Euros/hora	Horas totales	Coste total
Ingeniero Técnico	60	320	19200
Asistente	15	5	75
Documentación y soportes digitales			100
Coste total del estudio previo			19375

Instalación y puesta en marcha:

	Euros/hora	Horas totales	Coste total (Euros)
Ingeniero Técnico	60	105	7875
Asistente	25	105	2625
Asistente	25	105	2625
Coste total instalación y puesta en marcha			13125

El análisis, simulación y estudio previo se ha realizado en 320 horas de trabajo de un Ingeniero Técnico (o de 160 horas de dos) a 60 euros la hora y 10 horas de un asistente a 15 euros la hora. En la instalación y puesta en marcha el personal utilizado ha sido un Ingeniero Técnico de Telecomunicación como jefe de obra y dos Técnicos Instaladores durante 105 horas (15 días 7 horas).

8.2.- Equipos

El coste total del total de los equipos asciende a 162676,5 euros.

El desglose de precios de los equipos es el siguiente:

EQUIPO	MARCA	MODELO	PRECIO/UNIDAD	UNIDAD	PRECIO
Procesador Audio	DOLBY	CP750	11.500	1	11500
Distribuidor ethernet (convertidor)	CROWN	DBC BRIDGE	5100	1	5100
Ethernet Switch	CISCO	Catalyst 3560G-24TS 10/100/1000 4 SFP-based Ports IPS	3950,25	1	3950,25
Ethernet Switch	CISCO	Catalyst 3560G-24TS 10/100/1000 4 SFP-based Ports IPS	3950,25	1	3950,25
Tarjeta de Red	HP-IQ-PIP-USP4CN	Compac 6002 Pro	1200	1	1200
Etapas de potencia	CROWN	CTs600	850	3	2550
Etapas de potencia	CROWN	CTs1200	11088	2	22176
Etapas de potencia	CROWN	CTs2000	14050	5	70250
Etapas de potencia	CROWN	CTs4200	21000	2	42000
Coste total de los equipos					162676,5

8.1.- Cableado

El coste total del cableado está basado en su dimensionado y es de 5676,8 euros si se ha realizado la mejora de forma parcial o de 2184,22 si se ha realizado la mejora en su totalidad (etapas de potencia cerca de altavoces y por tanto mayor parte del cableado TCP/IP).

Mejora Parcial (Etapas de potencia situadas en la sala de mantenimiento situada detrás de la pantalla):

La estimación de dicho dimensionado se ha hecho de forma que las pérdidas que introduzcan los cables sean de menos del 5%. De esta manera se ha seleccionado su grosor. Para que tenga menos del 5% de pérdidas sabiendo la impedancia del equipo y la longitud del cable, el grosor medido en mm² (sección) a seleccionar sería:

Longitud cable	7,5m	15m	30m	75m	150m
16 ohm	0,7	1,0	1,5	2,5	3,5
8 ohm	1,0	1,5	2,0	3,5	4,5
4ohm	1,5	3,0	3,0	4,0	6,0

Tabla de sección de cable para pérdidas menores del 5%

El grosor del cable se elegirá de modo que sea el más adecuado para el altavoz con mayores pérdidas, es decir, el más alejado de cada tipo.

Dado que nuestra sala es de 35,3m de longitud y 21,6 de anchura y que el cableado por razones estéticas y de seguridad irá bordeando la sala o bajo un suelo técnico y que las etapas de potencia al no poder estar al lado del altavoz estarán situadas en un rack en la sala de mantenimiento donde están los altavoces frontales (detrás de la pantalla):

Canal	Longitud mínima (l+h+z) aprox. (m)	Vía	Impedancia (Ω)	longitud cálculo grosor	Grosor (mm ²)	longitud de Cable/Ud.	ud	Longitud Cable total 8 Ω Sección 2mm ²	Longitud Cable total 4 Ω Sección 3mm ²	Longitud Cable 8 Ω Sección 3,5mm ²
R	2+15+10,8=27,8 \approx 30m	L	4	30m	3	27,8	1		27,8	
		M	8	30m	2	27,8	1	27,8		
		H	8	30m	2	27,8	1	27,8		
C	2+15+5=22 \approx 30m	L	4	30m	3	22	1		22	
		M	8	30m	2	22	1	22		
		H	8	30m	2	22	1	22		
L	2+15+10,8=27,8 \approx 30m	L	4	30m	3	27,8	1		27,8	
		M	8	30m	2	27,8	1	27,8		
		H	8	30m	2	27,8	1	27,8		
LFE	2+15+5=22 \approx 30m	L	8	30m	3,5	22	7	154		
		L	8	30m	3,5	22	7	154		
SL1 SR1	15,3+5,5+10,8=30,6 \approx 75m	L	8	75m	3,5	30,6	2			61,2
		H	8	75m	3,5	30,6	2			61,2
SL2 SR2	17,3+5,5+10,8=33,6 \approx 75m	L	8	75m	3,5	33,6	2			67,2
		H	8	75m	3,5	33,6	2			67,2
SL3 SR3	20,3+5,5+10,8=36,6 \approx 75m	L	8	75m	3,5	36,6	2			73,2
		H	8	75m	3,5	36,6	2			73,2
SL4 SR4	23,3+5,5+10,8=39,6 \approx 75m	L	8	75m	3,5	39,6	2			79,2
		H	8	75m	3,5	39,6	2			79,2
SL5 SR5	26,3+5,5+10,8=42,6 \approx 75m	L	8	75m	3,5	42,6	2			85,2
		H	8	75m	3,5	42,6	2			85,2
SL6 SR6	29,3+5,5+10,8=45,6 \approx 75m	L	8	75m	3,5	36,6	2			73,2
		H	8	75m	3,5	36,6	2			73,2
SL7 SR7	32,3+5,5+10,8=48,6 \approx 75m	L	8	75m	3,5	48,6	2			97,2
		H	8	75m	3,5	48,6	2			97,2
SBL1	35,3+10+4,8= 50,1	L	8	75m	3,5	50,1	2			100,2

SBL1	≈ 75m	H	8	75m	3,5	50,1	2		100,2	
SBL2	35,3+10+7,8= 53,1	L	8	75m	3,5	53,1	2		106,2	
SBR2	≈ 75m	H	8	75m	3,5	53,1	2		106,2	
SBL3	35,3+10+10,8= 56,1	L	8	75m	3,5	56,1	2		112,2	
SBR3	≈ 75m	H	8	75m	3,5	56,1	2		112,2	
Metros totales de anchura de 2, 3, 3.5 y 4mm2 respectivamente								463,2	77,6	1710

La selección del parámetro Longitud del grosor se ha hecho en base a la tabla “sección de cable para pérdidas menores del 5%” eligiendo dicha longitud como la más larga de las obtenidas para cada canal. De este modo se unifica el grosor del cable para cada canal dentro de la misma impedancia simplificando a la hora de las instalaciones actuales y futuras (ej. El cambio de un cable dañado).

Longitud cable(m)	Marca	Sección (mm2)	Precio/metro	Coste total (euros)
463,2	Percon	2	1,5	694,8
77,6	Percon	3	2,5	194
1710	Percon	3,5	2,8	4788
Coste total cable				5676,8

Mejora total (Etapas de potencia situadas cerca de los altavoces p.ej. a 1m):

Como se puede comprobar, la mejora indicada sólo abarata costes en caso de encontrarse el altavoz cerca de la etapa de potencia, en cuyo caso estas longitudes de cable corresponderían a un TCP/IP que como máximo valdría 0,9euros/metro siendo entonces el coste del cableado de:

Longitud cable(m)	Marca	Precio/metro	Coste total (euros)
2250,8	PERCON (UTP CAT5e HF)	0,9	2025,72
34	PERCON (2mm2)	1,5	51
3	PERCON (3mm2)	2,5	7,5
36	PERCON (3,5mm2)	2.8	100,8
Precio total del cableado			2184,22

De este modo sí que se abarataría en más de la mitad el precio final del cableado.

Cabe comentar que como se ha calculado las longitudes del cableado de forma sobredimensionada no se ha tenido en cuenta las conexiones del DBCBrige con el

procesador de audio CP750 porque se sobreentiende que está instalado en el mismo rack, por lo que tanto los cables de audio digital como analógicos serían de una longitud inferior a un metro.

9.- Bibliografía

UNE-EN ISO 3382:1997: *Medición del tiempo de reverberación de recintos con referencia a otros parámetros acústicos*, 1997.

SMPTE Engineering Guideline EG-9 1995: *Audio Recording Reference Level for Post-Production of Motion-Picture Related Materials*, 1995.

SMPTE Engineering Guideline EG-15 1987: *Recording Level for Dialog in Motion-Picture Production*, 1987.

SMPTE Engineering Guideline EG-18 1994: *Design of Effective Cine Theaters*, 1994.

SMPTE Engineering Guideline RP-141 1995: *Background Acoustic Noise Levels in Theaters and Review Rooms*, 1995.

SMPTE Engineering Guideline RP-200 2002: *Relative and Absolute Sound Pressure Levels for Motion-Picture Multichannel Sound Systems —Applicable for Analog Photographic Film Audio, Digital Photographic Film Audio and D-Cinema*, 2002.

SMPTE Engineering Guideline 202M 1998: *for Motion-Pictures. Dubbing Theaters, Review Rooms, and Indoor Theaters. B-Chain Electroacoustic Response*, 1998.

SMPTE Engineering Guideline 323M 1999: *for Motion-Picture Film. Channel Assignments and Levels on Multichannel Audio Media*, 1999.

THX: *Recommended Guidelines For Presentation Quality and Theatre Performance For Indoor Theatres*, 2000.

THX: *Equipment*, 1999.

THX: *Sound System Approved Equipment and Architectural Suggestions*, 1993.

Manuel Recuero López, *Acústica Arquitectónica Aplicada*, Paraninfo, 1997.

Constantino Gil González, *Introducción a las salas para la palabra*, EUITT, 2003.

José Luis Sánchez Bote, *Sistema de refuerzo sonoro y megafonía*, EUITT, 1999.

Manuel Recuero López, Constantino Gil González, *Acústica Arquitectónica*, EUITT, 1991.

<http://www.meyersound.com/spanish/support/papers/speech/glossary.htm>

http://www.acusticarq.com/upload/contents/ACUSTICA_PARA_LA_EDIFICACION

http://oa.upm.es/1367/1/MONO_LUIS_ORTIZ_BERENGUER_2002_01X.pdf

http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0071-17132011000100008&script=sci_arttext

<http://www.ingenieriadesonido.com/upload/Acustica%20Arquitectonica%20-%20El%20Tiempo%20de%20Reverberacion.pdf>

http://es.wikipedia.org/wiki/Speech_Transmission_Index

<http://www.meyersound.com/spanish/support/papers/speech/section4.htm>

<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/304/30401108.pdf>

<http://www.cetear.com/InteligibilidaddelHablaParte2.pdf>

<http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/thx.htm>

www.inasel.com/public/Downloads/directDownload.php?id=41 >documento básico del HR

<http://www.sengpielaudio.com/calculator-ALcons-STI.htm>

<http://www.cinesdigitales.com/dolbyaudio.html>

<http://www.barco.com/es>

<http://www.electrovoice.com/>

OBRAS CITADAS

Steeneken, H.J.M y T. Houtgast. 1980. "A physical method for measuring speech transmission quality". J. Acoust. Soc. Amer 67 N° 1. [Links]

Sound system equipment - Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index. Geneva, Switzerland: International Electrotechnical Commission, International Standard IEC 60268-16; 2003. [Links]

American National Standards Institute. 1989. "Method for Measuring the Intelligibility of Speech over Communication Systems", ANSI S3.2. [Links]

Hearing in the Communication Society. 2005. Speech recognition tests for different languages, FP6-004171 HEARCOM. [Links]

Fuchs, G. L. y J. Osuna . 1965. "Medición de inteligibilidad". Memoria de las Primeras Jornadas Latinoamericanas de Acústica. Universidad Nacional de Córdoba. [Links]

Miñana, P. 1969. Compendio práctico de acústica. Barcelona: Labor. [Links]

Sommerhoff, J. y C. Rosas. 2007. "Evaluación de la inteligibilidad del habla en español". Estudios Filológicos 42: 215-225. [Links]

Steeneken, H.J.M. y T. Houtgast. 2002. "Validation of the STIr method with the revised model". Speech Communication 38: 413-425. [Links]

International Standard Organization. "Ergonomics - Assessment of speech communication", ISO 9921:2003. [Links]

Rosas, C. y J. Sommerhoff. 2008. "Inteligibilidad acústica en español: una propuesta para su medición". Estudios Filológicos 43: 179-190. [Links]

Quilis, Antonio. 1999. Tratado de fonología y fonética españolas. Madrid: Gredos. [Links]

* Este artículo forma parte de los resultados parciales del proyecto de investigación Fondecyt Regular N° 1090249.

Anexos

Datos

1.- Ajustes de nivel

Ajuste de Nivel de Presión Sonora del Canal R										
Frequency	Total SPL ecu	Curva C	SPLt ponderado en C	Presión sonora (Pa)	Ajuste de las 21 bandas	SPLt con Ajuste y ponderación C	Presiones Sonora (Pa)	SPLd Ecuallizado	SPLd Ecuallizado y Auste de Nivel	
100 Hz	102,49	-0,30	102,19	1,6558E+10	-16,4	85,79	379314798	122,6	106,2	
125 Hz	102,49	-0,17	102,32	1,7061E+10	-16,4	85,92	390840704	122,8	106,4	
160 Hz	102,48	-0,08	102,40	1,7378E+10	-16,4	86,00	398107478	124,5	108,1	
200 Hz	102,49	-0,03	102,46	1,762E+10	-16,4	86,06	403645194	125,7	109,3	
250 Hz	102,49	0,00	102,49	1,7742E+10	-16,4	86,09	406443129	126,7	110,3	
315 Hz	102,49	0,02	102,51	1,7824E+10	-16,4	86,11	408319185	127,2	110,8	
400 Hz	102,49	0,03	102,52	1,7865E+10	-16,4	86,12	409260458	127,5	111,1	
500 Hz	102,49	0,03	102,52	1,7865E+10	-16,4	86,12	409260458	127,8	111,4	
630 Hz	102,49	0,03	102,52	1,7865E+10	-16,4	86,12	409260458	128,0	111,6	
800 Hz	102,49	0,02	102,51	1,7824E+10	-16,4	86,11	408319185	128,2	111,8	
1000 Hz	102,49	0,00	102,49	1,7742E+10	-16,4	86,09	406443129	128,4	112,0	
1250 Hz	102,54	-0,03	102,51	1,7824E+10	-16,4	86,11	408319472	128,5	112,1	
1600 Hz	102,43	-0,09	102,34	1,714E+10	-16,4	85,94	392644963	128,5	112,1	
2000 Hz	102,53	-0,17	102,36	1,7219E+10	-16,4	85,96	394457191	128,7	112,3	
2500 Hz	101,54	-0,30	101,24	1,3305E+10	-16,4	84,84	304789563	127,6	111,2	
3150 Hz	100,54	-0,50	100,04	1,0093E+10	-16,4	83,64	231206528	126,5	110,1	
4000 Hz	99,54	-0,83	98,71	7430192945	-16,4	82,31	170215887	125,4	109,0	
5000 Hz	98,54	-1,29	97,25	5308845561	-16,4	80,85	121618626	124,8	108,4	
6300 Hz	97,54	-1,99	95,55	3589220103	-16,4	79,15	82224282,3	124,3	107,9	
8000 Hz	96,54	-3,05	93,49	2233572694	-16,4	77,09	51168194,3	124,0	107,6	
10000 Hz	95,49	-4,41	91,08	1282329952	-16,4	74,68	29376482,1	123,8	107,4	
Suma de Presiones =				2,8877E+11	Suma de Presiones =				6615235368	
Nivel total de la Presión=				114,605453	Nivel total de la Presión =				98,205453	
Nivel total de la Presión				101,4	Nivel total de la Presión				84,9832601	
					Nivel total de la Presión por banda redondeado =				85,0	OK!!!
LOG (21)=				13,2221929						
Ajuste (diferencia con 85dBc) =				-16,4						

1.2.- Canal L

Ajuste de Nivel de Presión Sonora del Canal L										
Frequency	Total SPL ec	Curva C	SPLt ponderado en C	Presión sonora (Pa)	Ajuste de las 21 bandas	SPLt con Ajuste y ponderación C	Presiones Sonara (Pa)	Total SPLd ecualizado	Total SPLd ecualizado y Ajuste de Nivel	
100 Hz	102,44	-0,30	102,14	1,6368E+10	-16,4	85,74	374973213	122,5	106,1	
125 Hz	102,47	-0,17	102,30	1,6982E+10	-16,4	85,90	389045254	122,8	106,4	
160 Hz	102,44	-0,08	102,36	1,7219E+10	-16,4	85,96	394457524	124,4	108,0	
200 Hz	102,49	-0,03	102,46	1,762E+10	-16,4	86,06	403645194	125,7	109,3	
250 Hz	102,46	0,00	102,46	1,762E+10	-16,4	86,06	403645308	126,7	110,3	
315 Hz	102,52	0,02	102,54	1,7947E+10	-16,4	86,14	411149403	127,2	110,8	
400 Hz	102,47	0,03	102,50	1,7783E+10	-16,4	86,10	407380392	127,5	111,1	
500 Hz	102,46	0,03	102,49	1,7742E+10	-16,4	86,09	406443243	127,8	111,4	
630 Hz	102,45	0,03	102,48	1,7701E+10	-16,4	86,08	405508251	128,0	111,6	
800 Hz	102,47	0,02	102,49	1,7742E+10	-16,4	86,09	406443443	128,2	111,8	
1000 Hz	102,44	0,00	102,44	1,7539E+10	-16,4	86,04	401791037	128,3	111,9	
1250 Hz	102,54	-0,03	102,51	1,7824E+10	-16,4	86,11	408319472	128,5	112,1	
1600 Hz	102,43	-0,09	102,34	1,714E+10	-16,4	85,94	392644963	128,5	112,1	
2000 Hz	102,53	-0,17	102,36	1,7219E+10	-16,4	85,96	394457191	128,6	112,2	
2500 Hz	101,55	-0,30	101,25	1,3335E+10	-16,4	84,85	305492326	127,6	111,2	
3150 Hz	100,56	-0,50	100,06	1,0139E+10	-16,4	83,66	232273549	126,5	110,1	
4000 Hz	99,55	-0,83	98,72	7447324972	-16,4	82,32	170608359	125,4	109,0	
5000 Hz	98,56	-1,29	97,27	5333345957	-16,4	80,87	122179897	124,8	108,4	
6300 Hz	97,55	-1,99	95,56	3597495879	-16,4	79,16	82413869,4	124,3	107,9	
8000 Hz	96,56	-3,05	93,51	2243880662	-16,4	77,11	51404336,3	124,0	107,6	
10000 Hz	95,48	-4,41	91,07	1279382293	-16,4	74,67	29308955,1	123,8	107,4	
Suma de Presiones =				2,8782E+11	Suma de Presiones =		6593585182			
Nivel total de la Presión=				114,591216	Nivel total de la Presión =		98,1912162			
Nivel total de la Presión				101,4	Nivel total de la Presión		84,9690233			
					Nivel total de la Presión por banda redondeado =		85,0	OK!!!		
LOG (21)=				13,2221929						
Ajuste (diferencia con 85dBc) =				-16,4						

1.3.- Canal SR

Ajuste de Nivel de Presión Sonora del Canal SR										
Frequency	Total SPL eq	Curva C	SPLt ponderado en C	Presión sonora (Pa)	Ajuste de las 21 bandas	SPLt con Ajuste y ponderación C	Presiones Sonora (Pa)	SPLd Ecuilizado	SPLd Ecuilizado y con Ajuste de Nivel	
100 Hz	101,37	-0,30	101,07	1,2794E+10	-18,2	82,87	193642319	109,61	91,41	
125 Hz	101,43	-0,17	101,26	1,3366E+10	-18,2	83,06	202301932	109,85	91,65	
160 Hz	101,33	-0,08	101,25	1,3335E+10	-18,2	83,05	201836721	110,78	92,58	
200 Hz	101,39	-0,03	101,36	1,3677E+10	-18,2	83,16	207014106	111,65	93,45	
250 Hz	101,41	0,00	101,41	1,3836E+10	-18,2	83,21	209411422	112,47	94,27	
315 Hz	101,37	0,02	101,39	1,3772E+10	-18,2	83,19	208449220	112,88	94,68	
400 Hz	101,33	0,03	101,36	1,3677E+10	-18,2	83,16	207014222	113,19	94,99	
500 Hz	101,42	0,03	101,45	1,3964E+10	-18,2	83,25	211348815	113,56	95,36	
630 Hz	101,31	0,03	101,34	1,3614E+10	-18,2	83,14	206062875	114,40	96,20	
800 Hz	101,32	0,02	101,34	1,3614E+10	-18,2	83,14	206062977	115,22	97,02	
1000 Hz	101,34	0,00	101,34	1,3614E+10	-18,2	83,14	206062818	115,93	97,73	
1250 Hz	101,33	-0,03	101,30	1,349E+10	-18,2	83,10	204173881	116,52	98,32	
1600 Hz	101,27	-0,09	101,18	1,3122E+10	-18,2	82,98	198609338	117,04	98,84	
2000 Hz	101,35	-0,17	101,18	1,3122E+10	-18,2	82,98	198609422	117,60	99,40	
2500 Hz	100,29	-0,30	99,99	9977002741	-18,2	81,79	151008047	115,92	97,72	
3150 Hz	99,37	-0,50	98,87	7709039566	-18,2	80,67	116681035	114,28	96,08	
4000 Hz	98,41	-0,83	97,58	5727965140	-18,2	79,38	86696260,7	112,57	94,37	
5000 Hz	97,41	-1,29	96,12	4092610048	-18,2	77,92	61944159,7	111,57	93,37	
6300 Hz	96,36	-1,99	94,37	2735269111	-18,2	76,17	41399973,3	110,62	92,42	
8000 Hz	95,40	-3,05	92,35	1717908991	-18,2	74,15	26001604,8	109,78	91,58	
10000 Hz	94,35	-4,41	89,94	986279139	-18,2	71,74	14927938,9	109,33	91,13	
Suma de Presiones =				2,2194E+11	Suma de Presiones =				3359259088	
Nivel total de la Presión =				113,462435	Nivel total de la Presión =				95,252435	
Nivel total de la Presión				100,2	Nivel total de la				82,0402421	
					Nivel total de la Presión por banda redondeado (dBc) =				82,0	OK!!
LOG(21) =				13,2221929						
Ajuste (diferencia con 82dBc) =				-18,2						

1.4.- Canal SL

Ajuste de Nivel de Presión Sonora del Canal SL									
Frequency	Total SPL en C	Corrección en C	SPL ponderado en C	Presión sonora (Pa)	Ajuste de las 21 bandas	SPL con Ajuste y ponderación C	Presiones Sonora (Pa)	SPLd Equalizado	SPLd Equalizado y con Ajuste de Nivel
100 Hz	101,37	-0,30	101,07	1,2794E+10	-18,2	82,87	193642319	109,61	91,41
125 Hz	101,43	-0,17	101,26	1,3366E+10	-18,2	83,06	202301932	109,85	91,65
160 Hz	101,33	-0,08	101,25	1,3335E+10	-18,2	83,05	201836721	110,78	92,58
200 Hz	101,39	-0,03	101,36	1,3677E+10	-18,2	83,16	207014106	111,65	93,45
250 Hz	101,41	0,00	101,41	1,3336E+10	-18,2	83,21	209411422	112,47	94,27
315 Hz	101,37	0,02	101,39	1,3772E+10	-18,2	83,19	208449220	112,88	94,68
400 Hz	101,33	0,03	101,36	1,3677E+10	-18,2	83,16	207014222	113,19	94,99
500 Hz	101,42	0,03	101,45	1,3964E+10	-18,2	83,25	211348815	113,56	95,36
630 Hz	101,31	0,03	101,34	1,3614E+10	-18,2	83,14	206062875	114,40	96,20
800 Hz	101,32	0,02	101,34	1,3614E+10	-18,2	83,14	206062977	115,22	97,02
1000 Hz	101,34	0,00	101,34	1,3614E+10	-18,2	83,14	206062818	115,93	97,73
1250 Hz	101,33	-0,03	101,30	1,349E+10	-18,2	83,10	204173881	116,52	98,32
1600 Hz	101,27	-0,09	101,18	1,3122E+10	-18,2	82,98	198609338	117,04	98,84
2000 Hz	101,35	-0,17	101,18	1,3122E+10	-18,2	82,98	198609422	117,60	99,40
2500 Hz	100,29	-0,30	99,99	9977002741	-18,2	81,79	151008047	115,92	97,72
3150 Hz	99,37	-0,50	98,87	7709039566	-18,2	80,67	116681035	114,28	96,08
4000 Hz	98,41	-0,83	97,58	527965140	-18,2	79,38	8686260,7	112,57	94,37
5000 Hz	97,41	-1,29	96,12	4092610048	-18,2	77,92	61944159,7	111,57	93,37
6300 Hz	96,36	-1,99	94,37	2735269111	-18,2	76,17	41399973,3	110,62	92,42
8000 Hz	95,40	-3,05	92,35	1717908991	-18,2	74,15	26001604,8	109,78	91,58
10000 Hz	94,35	-4,41	89,94	986279139	-18,2	71,74	14927988,9	109,33	91,13
Suma de Presiones =				2,2194E+11	Suma de Presiones =		3359259088		
Nivel total de la Presión =				113,462435	Nivel total de la Presión =		95,262435		
Nivel total de la Presión				100,2	Nivel total de la Presión por		82,0	OK!!	
LOG(21) =				13,2221929	Ajuste (diferencia)		-18,2		

1.5.- Canal SB

Ajuste de Nivel de Presión Sonora del Canal SB									
Frequency	Total SFL en C	Curva C	SPLt ponderado en C	Presión sonora (Pa)	Ajuste de las 21 bandas	SPLt con Ajuste y ponderación C	Presiones Sonora (Pa)	SPLd Ecuilizado	SPLd Ecuilizado y con Ajuste de nivel
100 Hz	100,10	-0,30	99,80	9549922505	-17	82,80	190546005	109,21	92,21
125 Hz	100,15	-0,17	99,98	9954057671	-17	82,98	198609562	109,46	92,46
160 Hz	100,00	-0,08	99,92	9817479430	-17	82,92	195884467	110,44	93,44
200 Hz	100,13	-0,03	100,10	1,0233E+10	-17	83,10	204173665	111,35	94,35
250 Hz	100,10	0,00	100,10	1,0233E+10	-17	83,10	204173723	112,21	95,21
315 Hz	100,13	0,02	100,15	1,0351E+10	-17	83,15	206537885	112,65	95,65
400 Hz	100,04	0,03	100,07	1,0162E+10	-17	83,07	202768315	113,00	96,00
500 Hz	100,11	0,03	100,14	1,0328E+10	-17	83,14	206063020	113,40	96,40
630 Hz	100,01	0,03	100,04	1,0093E+10	-17	83,04	201372524	114,23	97,23
800 Hz	100,04	0,02	100,06	1,0139E+10	-17	83,06	202301961	115,04	98,04
1000 Hz	100,07	0,00	100,07	1,0162E+10	-17	83,07	202768255	115,74	98,74
1250 Hz	100,11	-0,03	100,08	1,0186E+10	-17	83,08	203235730	116,36	99,36
1600 Hz	100,08	-0,09	99,99	9977004845	-17	82,99	199067418	116,95	99,95
2000 Hz	100,08	-0,17	99,91	9794903984	-17	82,91	195434028	117,60	100,60
2500 Hz	99,00	-0,30	98,70	7413102413	-17	81,70	147910839	115,94	98,94
3150 Hz	98,05	-0,50	97,55	5688533306	-17	80,55	113501161	114,34	97,34
4000 Hz	97,12	-0,83	96,29	4255936823	-17	79,29	84918101,2	112,69	95,69
5000 Hz	96,09	-1,29	94,80	3019949174	-17	77,80	60255907,8	111,72	94,72
6300 Hz	95,10	-1,99	93,11	2046443918	-17	76,11	40831924,3	110,82	93,82
8000 Hz	94,09	-3,05	91,04	1270573034	-17	74,04	25351264,9	110,02	93,02
10000 Hz	93,09	-4,41	88,68	737903608	-17	71,68	14723112,6	109,63	92,63
Suma de Presiones =				1,6541E+11	Suma de Presiones =				3300428870
Nivel total de la Presión =				112,185704	Nivel total de la Presión =				95,1857038
Nivel total de la Presión				99,0	Nivel total de la Presión por				82,0
LOG(21) =				13,2221929	OK!!				
Ajuste (diferencia)				-17,0					

1.6.- Canal LFE

Ajuste de Nivel de Presión Sonora del Canal LFE									
Frecuency	Total SPL	Curva C	Ponderab C	Resonancia	Ajuste	SPL ajustab	Resonancia	SPL d'1m	SPL djustab
100 Hz	118,73	-0,30	118,43	6,98627E+11	-13,1388436	105,29	33815484966	128,30	115,1611562
125 Hz	118,44	-0,17	118,27	6,71429E+11	-13,1388436	105,13	32592345877	128,30	115,1611562
		Suma de ruidos=		1,36808E+12			66407830864		
		Nivel de las urnas=		121,3610367			108,2221929		
		Nivel corregido=		108,1			95,0		
log21=	13,2221929								
		Diferencia con 95dB=		-13,13884					

HOJAS DE ESPECIFICACIONES

1.- JBL 5672



5672 Three-Way Screen Channel System

Application:

For critical film sound reproduction in medium to large cinemas and studio production and post-production environments.

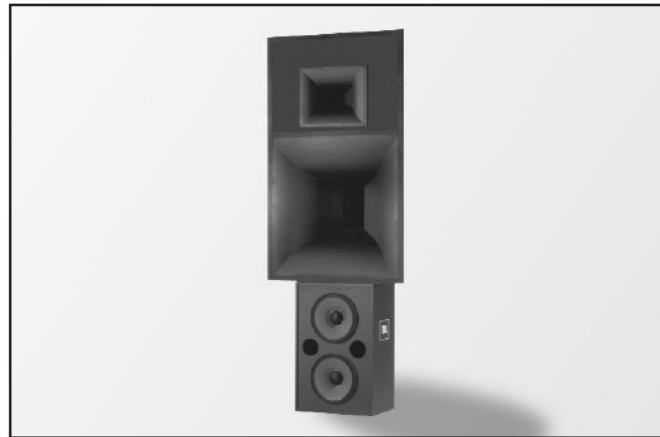
Key Features:

- ▶ Three-way system design for maximum output with minimum distortion
- ▶ Optimized Aperture Bi-Radial® horn and driver technology for ultra-low distortion
- ▶ Midrange pattern control for increased direct vs. reverberant ratio
- ▶ Two 380 mm (15") Vented Gap Cooled (VGC™) LF transducers
- ▶ Flat-front design for easy baffle wall installation
- ▶ Fully adjustable horn bracket for aiming in any direction

Digital soundtracks on today's feature films have the potential of pushing traditional two-way speaker system designs beyond their performance limits. Requirements for wide dynamic range, high power handling, and low distortion dictate the need for a new standard of performance for today's premier cinemas.

The 5000 Series Cinema Systems feature true three-way system design, with each section optimized for its specific bandpass region. All systems feature the best of JBL transducer and horn technology to produce a system design with maximum power handling capability and acoustic power output, with extremely low distortion. The system has been designed with particular attention to power response and directivity control, allowing seamless transitions between the three acoustic sections and smooth timbral character — consistent with current industry listening standards. The 5672 provides these benefits in a system package suitable for most medium to large cinema screen channel systems, as well as for studio production and post-production environments.

The 5672 is intended for tri-amplified use, utilizing JBL's DSC family of digital controllers. Crossover, signal alignment, and equalization can be accomplished using three channels of digital signal control, using factory pre-set tunings, for optimum performance from the 5672.



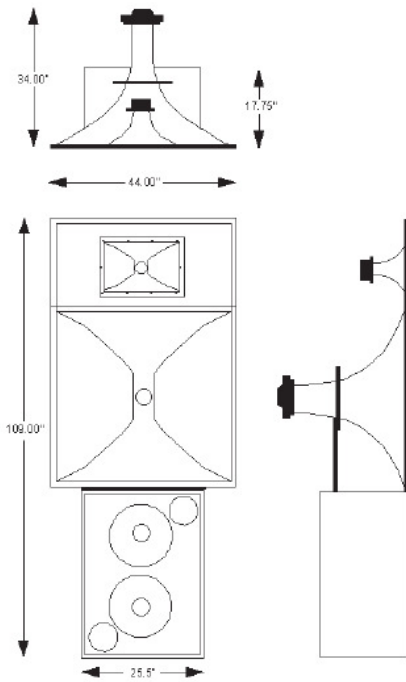
Specifications:

Frequency Range (-10 dB):	35 Hz-16 kHz
Frequency Response (±3 dB):	45 Hz-12.5 kHz
Hor. Coverage Angle (-6 dB):	80°, averaged 300 Hz to 16 kHz
Vert. Coverage Angle (-6 dB):	45°, averaged 300 Hz to 16 kHz
Directivity Factor (Q):	10.4
Directivity Index (DI):	11
Maximum peak output (1 m):	LF: 136.8 dB, MF: 140 dB, HF: 136.8 dB
Recommended Crossover Freq.	LF/MF: 297 Hz, MF/HF: 2.5 kHz
Recommended Controller:	JBL DSC family of digital controllers; settings available in memory
Dimensions (HxWxD):	2768.6 mm x 1118 mm x 812.8 mm (109 in x 44 in x 34 in.)
Net Weight:	87.3 kg (192.5 lbs.)
Shipping Weight:	96.4 kg (212.5 lbs.)
Transducers:	
Model 4648A	Low Frequency: Two 2226H 380 mm (15 in.) dia., 100 mm (4 in.) edgewound ribbon voice coil mounted in 4508A LF enclosure
	Nominal impedance: 4 ohms
	Input Power Rating: 1200 W, AES; 1200 W Recommended Amplifier
	Sensitivity: 100 dB, 1 W @ 1 m (3.3 ft.)
	Input Connectors: Barrier Strip
	Dimensions: 991 mm x 648 mm x 451 mm (39 in. x 25.5 in. x 17.75 in.)
	Net Weight: 61.2 kg (135 lbs.)
	Shipping Weight: 68 kg (150 lbs.)
Model 5674-M/HF	Mid Frequency: 2392 midrange horn 2490H midrange driver; 100 mm (4 in.) edgewound ribbon voice coil
	Nominal impedance: 8 Ohms
	Input Power Rating: 100 W, AES; 300 W Recommended Amplifier
	Sensitivity: 114 dB, 1 W @ 1 m (3.3 ft.)
	Net Weight: 28.35 kg (62.5 lbs.)
	High Frequency: 2352 horn 2451H driver; 100 mm (4 in.) edgewound ribbon voice coil
	Nominal impedance: 8 Ohms
	Input Power Rating: 75 W, AES; 200 W Recommended Amplifier
	Sensitivity: 112 dB, 1 W @ 1 m (3.3 ft.)
	Net Weight: 7.26 kg (16 lbs.)
	Mounting Accessories: HF horn baffle board and mounting frame which couples MF and HF; mounts to LF enclosure for aiming/tilting

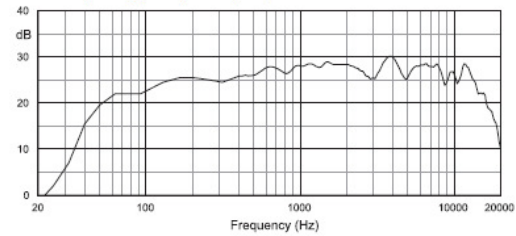
► 5672 Three-Way Screen Channel System

System Components

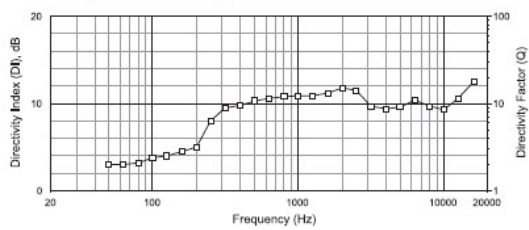
The 5672 consists of three sections: high frequency horn/driver, midrange horn/driver, and low frequency enclosure. The JBL 2352 Optimized Aperture Bi-Radial® horn with the JBL 2451H compression driver provides exceptionally low-distortion high frequency output due to JBL's "rapid flare" horn and driver design. The 2451H is a 1.5 inch exit driver with a neodymium magnet structure and pure titanium 100 mm diaphragm. The mid range section features JBL's 2392 Optimized Aperture Bi-Radial horn, coupled with the JBL 2490H 3 inch-exit compression driver, designed specifically for the critical midrange region. The low frequency section of the 5672 uses an 8 cubic foot (total net internal volume) enclosure with two JBL 2226H VGC drivers in a vertical over-under array.



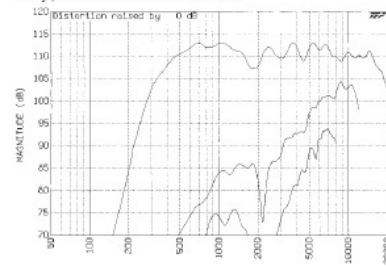
Axial Frequency Response, 1/3 octave resolution



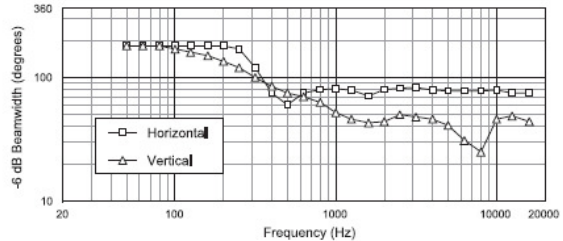
Directivity Index and Q



2nd and 3rd Harmonic distortion, MF and HF sections only; 10 watts at 4 meters



Beamwidth (-6 dB)



JBL Professional
8500 Balboa Boulevard, P.O. Box 2200
Northridge, California 91329 U.S.A.

■ A Harman International Company

SS 5672
CRP 15M
2/07
Rev 8/07

2.- JBL 5674

JBL Incorporated, 8500 Balboa Boulevard, P.O. Box 2200, Northridge, California 91329 U.S.A.

Technical Manual

JBL5674

SPECIFICATIONS



ACOUSTIC & ELECTRICAL SPECIFICATIONS:

- Max Amp Power: LF: 142.8 dB, MF: 140 dB, HF: 136.8 dB
- Frequency Range: 35 Hz – 16 kHz (–10dB)
- Sensitivity: 103 dB, 1 Watt @ 1 Meter
- Crossover Frequencies: LF/MF: 297 Hz, MF/HF: 2.5 kHz

MODEL 5644:

- Low Frequency Transducer: 380mm (15 in.) Cone Transducer (2226H) (4)
- Nominal Impedance: 4 ohms
- Input Power Rating: 2400W, AES
- Sensitivity: 103 dB, 1 Watt @ 1 Meter
- DC Resistance: 5.0 ohm ± 10% Aluminum Wire

MODEL 5674-19HF:

- Mid Range Transducer: 100mm (4 in.) Pure Titanium Diaphragm (2490H)
- Nominal Impedance: 8 ohms
- Input Power Rating: 100W, AES
- Sensitivity: 114 dB, 1 Watt @ 1 Meter
- DC Resistance: 3.6 ohm ± 8% Aluminum Wire

SPECIFICATIONS: (cont'd)

- High Frequency Transducer: 100mm (4 in.) Pure Titanium Diaphragm (2451H)
- Nominal Impedance: 8 ohms
- Input Power Rating: 75W, AES
- Sensitivity: 112 dB, 1 Watt @ 1 Meter
- DC Resistance: 4.1 ohm ± 8% Aluminum Wire

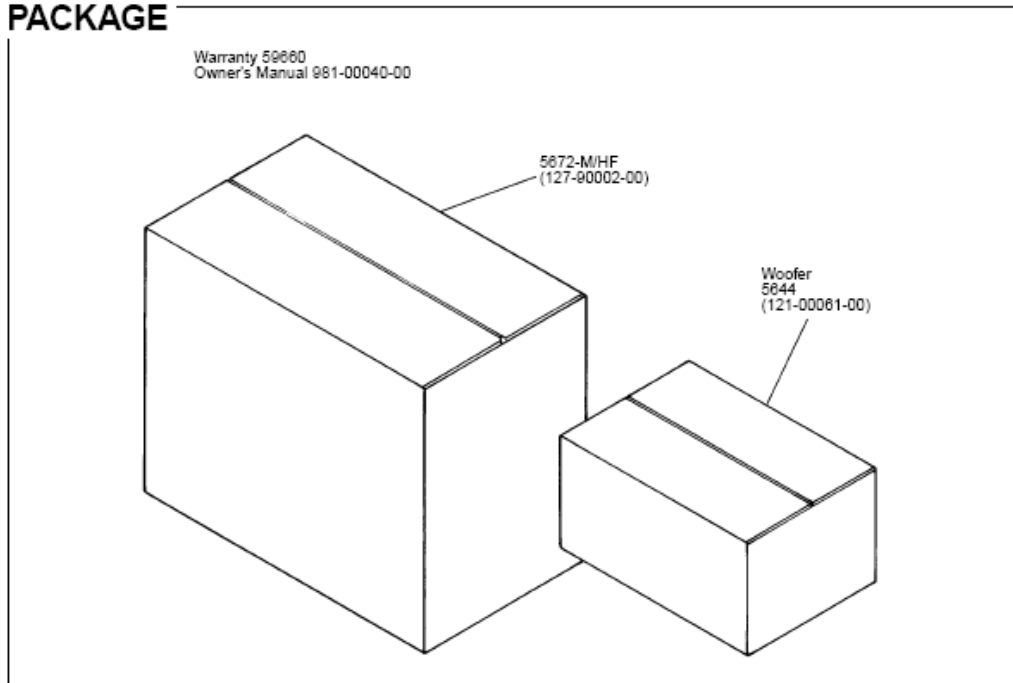
PHYSICAL SPECIFICATIONS:

- System Dimensions: 2896mm x 1118mm x 864mm D (114.0 x 44.0 x 34.0 in. D)
- System Shipping Weight: 818.5 lbs. (371.3 kg.)

WARRANTY INFORMATION:

- Refer to Warranty Statement packed with each product.

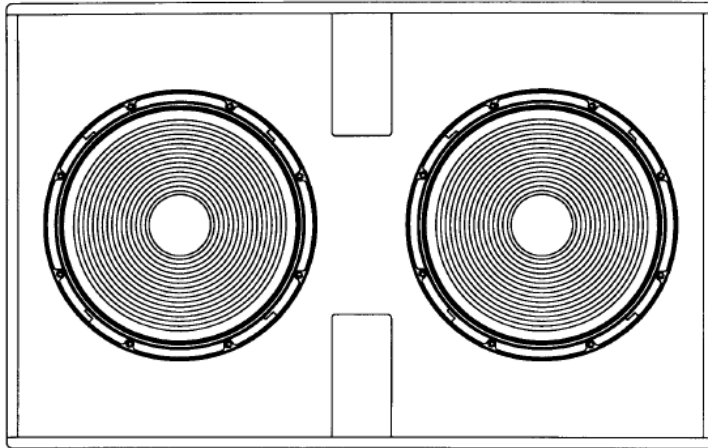
PACKAGE



JBL5674 REV A

3.- TL880D

Electro-Voice®



TL880D

Very-Low-Frequency Speaker System

- Designed for cinema subwoofer use
- High acoustic output to below 20 Hz
- Two EVX-180A woofers provide very high peak and long-term output that complements the dynamic potential of digital sound on film
- 2,000 watts continuous program
- Side-mounted connection panel facilitates hookup when depth behind the screen is restricted
- High output ability in the 20- to 40-Hz range is also ideal for very-low-frequency synthesized effects, down-tuned bass guitars or pipe organ
- Approved for subwoofer use in THX® cinema systems*

Description and Applications

The Electro-Voice TL880D is a member of the TL series of low-frequency enclosures. The TL880D is a dual direct-radiating vented design that provides high efficiency, low distortion and excellent low-frequency performance. The TL880D employs two long-throw EVX-180A 18-inch loudspeakers, in an 15.5-ft³, black-finished enclosure without grille. It is specifically designed to meet the low-frequency demands of digital cinema sound, in subwoofer applications. The TL880D's high pumping capability, high acoustic output ability and extended bass response (to below 20 Hz) make it particularly appropriate for the dynamic potential of the digital cinema application. (The TL880D is approved for subwoofer use in THX® cinema systems.)* The side-mounted input panel facilitates behind-the-screen installation, where limited space between the screen and theatre wall often makes it difficult to connect to the back of an enclosure. The TL880D's performance characteristics also make it highly appropriate as the subwoofer in large, multiway systems for contemporary music playback and sound reinforcement. The TL880D has more out-

put below 40 Hz than the devices typically used in these applications.

Frequency Response

The TL880D's axial frequency response was measured in Electro-Voice's large anechoic chamber at a distance of 10 feet with a swept sine-wave input of 4 volts. Figure 1 has been averaged and corrected for 1 watt/1 meter.

Directivity

The directional characteristics of the TL880D were measured in Electro-Voice's large anechoic chamber; the test signal was one-third-octave filtered pink noise at the frequencies indicated. A full spherical measurement system was used, which is compatible with the AcoustaCADD™ computer-aided design program. All directional information was measured at 20 feet.

Figure 2 illustrates the horizontal and vertical polar responses. Figure 3 shows the horizontal and vertical beamwidths. Beamwidth is the angle at which the horizontal and vertical polar responses have decreased in level by 6 dB when compared to the axial frequency response.

Figure 4 illustrates the total directivity of the TL880D. The directivity factor $R_0(Q)$ is the

relative value, at a point, of the TL880D when compared to an ideal spherical response. The directivity index, D_i , is calculated by $D_i = 10 \log R_0$.

Power Handling Capacity

To our knowledge Electro-Voice was the first U.S. manufacturer to develop and publish a power test closely related to real-life conditions. A random noise input signal is used because it contains many frequencies simultaneously, just like real voice or instrument program. The signal contains more energy at extremely high and low frequencies than typical actual program, adding an extra margin of reliability. The test combines not only the overall long-term average or continuous level—which our ear interprets as loudness—but also short-duration peaks which are many times higher than the average, just like actual program. The long-term average level stresses the speaker thermally (heat). The instantaneous peaks test mechanical reliability (cone excursion). Note that the sine-wave test signals sometimes used have a much less demanding peak value relative to their average level. In actual use, long-term average levels exist from several seconds on up. We test for several hours, adding another extra level of reliability.

*THX is a registered trademark of Lucasfilm Ltd.

TL880D Very-Low-Frequency Speaker System

Specifically, the TL880D is designed to withstand the power test described in ANSI/EIA RS-426-A 1980. The EIA test spectrum is applied for eight hours. The spectrum is obtained by filtering white noise (a particular type of random noise with equal energy per bandwidth). The filter applies a 6-dB-per-octave slope below 40 Hz and above 318 Hz. When measured with a one-third-octave constant-percentage analyzer, this filter produces a spectrum whose 3-dB-down points are at 100 Hz and 1,200 Hz with a 3-dB-per-octave slope above 1,200 Hz. This shaped signal is fed to the power amplifier with the continuous power set to provide 1,200 watts into the 4.8-ohm EIA equivalent impedance (75.9 volts rms).

Amplifier clipping sets instantaneous peaks at 6 dB above the continuous power, or 4,800 watts peak (151.8 volts peak). This procedure provides a rigorous test of both thermal and mechanical failure modes.

The TL880D has also been power tested with a two-hour sine wave, at minimum impedance, so that competitive comparisons can be made using consistent methods. Continuous program power is defined as 3 dB above (double) the continuous sine-wave power rating.

Subpassband Speaker Protection

Below the enclosure tuning frequency, cone excursion increases rapidly. Since acoustic output is also falling rapidly, there is no utility in driving the system with signals much below tuning frequency. While such signals may be in the program material, they are often extraneous, such as a dropped microphone. The Electro-Voice EX-24, XEQ-2 and XEQ-3 electronic crossover/equalizers can provide the necessary subpassband protection. The 3-dB-down points are 30 Hz (EX-24 and XEQ-2) and 16 Hz or 32 Hz (XEQ-3).

Other high-pass filters are available and one-third-octave equalizers can also be effective at providing the required protection.

Use In Multiples

Cone loudspeakers may be stacked for greater acoustic output and a narrower beamwidth. (It is assumed that all cones are

operating in unison or "in phase.") This principle is already employed in the dual-woofer TL880D, and is responsible for the higher sensitivity and narrower vertical beamwidth (with the system long axis vertical) relative to similar single-woofer systems. In addition, two TL880D's can be used side-by-side and their combined performance will be different from that of a single TL880D in the ways outlined below.

At relatively low frequencies, below about 150 Hz for typical TL series dimensions, stacking produces additional acoustic output without altering dispersion. When a common signal is applied, a 6-dB increase in maximum acoustic output occurs. The cones "mutually couple" and act as one cone with twice the area (therefore twice the efficiency) and twice the power capacity. The additional cone area provides 3 dB more output and the additional power capacity accounts for the remaining 3 dB.

Specifically, mutual coupling occurs at frequencies whose wavelengths are longer than one-quarter the center-to-center distance between the cones. The highest frequency at which mutual coupling occurs is calculated from the following equation:

$$f @ \frac{3,000}{D_{MAX}}$$

where D_{MAX} (inches) is the distance between the cones, and f (Hz) is the highest frequency at which coupling occurs. When D_{MAX} is greater than one-quarter wavelength, which would occur if two TL880D's were widely spaced, or at frequencies much above f even when closely spaced, the increase in acoustic output is limited to the 3-dB power-handling increase.

Installation and Suspension of TL880D Enclosures

The TL880D is designed for typical cinema stage (behind-the-screen) applications where subwoofers are mounted on the stage floor.

The TL880D is not designed to be self-suspended from above, and if suspended, must be supported and hung in a way which does not depend on the structure of the TL880D itself for support.

Architects' and Engineers' Specifications

The loudspeaker system shall be a dual low-frequency, bass-reflex design. Two 18-inch woofers shall be front mounted in an 15.5-ft³ enclosure. The system shall meet the following criteria: power handling, 1,200 watts of pink noise with a 6-dB crest factor; frequency response, smooth and uniform, usable at high output levels from 23 to 2,000 Hz; sensitivity, 98 dB at one watt, one meter, 100 to 800 Hz, on axis; impedance (woofers paralleled), 4 ohms nominal, 4.2 ohms minimum; dispersion angles 220° (horizontal) x 180° (vertical) at 200 Hz. The enclosure shall be constructed of black texture-painted poplar plywood. The enclosure will contain sound-absorbing glass wool. Each woofer shall have the capacity to be fed independently of the other. The input panel and connectors shall be side-mounted. An installed vent cover shall be supplied that, when removed, shall raise the box tuning frequency from 25 Hz to 30 Hz, for increased output in the 30- to 40-Hz range. The enclosure dimensions shall be 47.5 in. high x 30.0 in. wide x 23.8 in. deep (121 cm x 76.2 cm x 60.5 cm). Net weight shall be 160 lb (72.6 kg). The low-frequency speaker system shall be the Electro-Voice TL880D.

Uniform Limited Warranty

Electro-Voice products are guaranteed against malfunction due to defects in materials or workmanship for a specified period, as noted in the individual product-line statement(s) below, or in the individual product data sheet or owner's manual, beginning with the date of original purchase. If such malfunction occurs during the specified period, the product will be repaired or replaced (at our option) without charge. The product will be returned to the customer prepaid.

Exclusions and Limitations: The Limited Warranty does not apply to: (a) exterior finish or appearance; (b) certain specific items described in the individual product-line statement(s) below, or in the individual product data sheet or owner's manual; (c) malfunction resulting from use or operation of the product other than as specified in the

TL880D Very-Low-Frequency Speaker System

product data sheet or owner's manual; (d) malfunction resulting from misuse or abuse of the product; or (e) malfunction occurring at any time after repairs have been made to the product by anyone other than EVI Audio Service or any of its authorized service representatives. **Obtaining Warranty Service:** To obtain warranty service, a customer must deliver the product, prepaid, to EVI Audio Service or any of its authorized service representatives together with proof of purchase of the product in the form of a bill of sale or receipted invoice. A list of authorized service representatives is available from EVI Audio Service at 600 Cecil Street, Buchanan, MI 49107 (800/234/6831 or FAX 616/695/4743). **Incidental and Consequential Damages Excluded:** Product repair or replacement and return to the customer are the only remedies provided to the

customer. Electro-Voice shall not be liable for any incidental or consequential damages including, without limitation, injury to persons or property or loss of use. Some states do not allow the exclusion or limitation of incidental or consequential damages so the above limitation or exclusion may not apply to you. **Other Rights:** This warranty gives you specific legal rights, and you may also have other rights which vary from state to state.

Electro-Voice Speakers and Speaker Systems are guaranteed against malfunction due to defects in materials or workmanship for a period of five (5) years from the date of original purchase. The Limited Warranty does not apply to burned voice coils or malfunctions such as cone and/or coil damage resulting from improperly designed enclosures. Electro-Voice active electronics as-

sociated with the speaker systems are guaranteed for three (3) years from the date of original purchase. Additional details are included in the Uniform Limited Warranty statement.

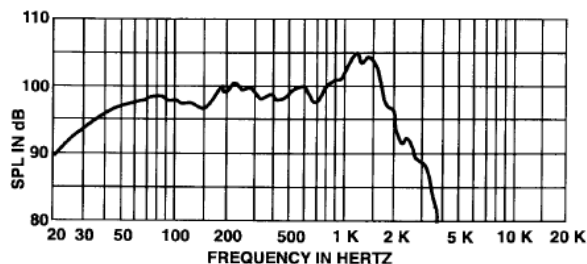
Electro-Voice Electronics are guaranteed against malfunction due to defects in materials or workmanship for a period of three (3) years from the date of original purchase. Additional details are included in the Uniform Limited Warranty statement.

For warranty repair, service information, or a listing of the repair facilities nearest you, contact the service repair department at: 616/695-6831 or 800/685-2606.

For technical assistance, contact Technical Support at 800/234-6831 or 616/695-6831, M-F, 8:00 a.m. to 5:00 p.m. Eastern Standard time.

Specifications subject to change without notice.

Figure 1—TL880D Axial Frequency Response (anechoic environment, 1 watt/1 meter)



TL880D Very-Low-Frequency Speaker System

Specification		
Frequency Response, 1 Watt at 1 Meter on Axis, Swept One-Third-Octave Pink Noise, Anechoic Environment (see Figure 1):	Dispersion Angle Included by 6-dB-Down Points on Polar Responses, Indicated One-Third-Octave Bands of Pink Noise (see Figure 3),	Transducer Complement:
23-1,800 Hz	90-125 Hz, Horizontal and Vertical:	Two EVX-180A
Low-Frequency 3-dB-Down Point:	360°	Net Box Volume:
23 Hz	125-500 Hz, Horizontal:	439 liters (15.5 ft ³)
Usable Low-Frequency Limit (10-dB-down point),	200° ± 80°	Box Tuning Frequency:
Normal Tuning:	125-500 Hz, Vertical:	25 Hz
20 Hz	160° ± 80°	Step-Down Peak-Boost Frequency:
Half-Space Reference Efficiency:	Directivity Factor R₀ (Q), Median over Indicated Range (see Figure 4),	25 Hz
6.0%	50-125 Hz:	Impedance, Nominal/Minimum:
Power-Handling Capacity (see Power Handling section),	1.0	4.0/4.2 ohms
Long-Term Average per ANSI/EIA RS-426-A 1980:	125-500 Hz:	Input Connectors:
1,200 watts	5.2	Side-mounted screw terminals (#10) on barrier strip
Continuous Program:	Directivity Index D_i (10 log R₀),	Enclosure Materials and Finish:
2,000 watts	50-125 Hz:	Black texture-painted poplar plywood
Maximum Long-Term Average Mid-Band Acoustic Output:	0.0 dB	Dimensions,
72 watts	125-500 Hz:	Height:
Sound Pressure Level at 1 Meter, 1 Watt (2.0 volts) Input, Anechoic Environment, Band-Limited Pink-Noise Signal,	7.2 dB	1210 mm (47.5 in.)
100-800 Hz:	Distortion, 0.1 Full Power Input (see Figure 5),	Width:
98 dB	Second Harmonic,	762 mm (30.0 in.)
50-125 Hz:	100 Hz:	Depth:
96 dB	0.9%	605 mm (23.8 in.)
	1,000 Hz:	Net Weight:
	0.9%	72.6 kg (160 lb)
	Third Harmonic,	Shipping Weight:
	100 Hz:	80.0 kg (176 lb)
	0.4%	
	1,000 Hz:	
	0.3%	

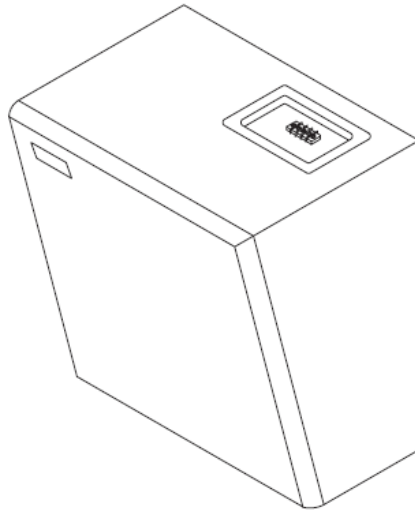
Electro-Voice®

600 Cecil Street, Buchanan, MI 49107
616/695-6831, 616/695-1304 Fax

SPEAKERS—Low-Frequency Systems

Part Number 534147—9703

4.- SL12-2V



SL12-2V

High-Output, Two-Way Slant Cinema Surround Speaker System

- High output--complements the potential digital sound sources
- Versatile suspension and safety options
- ISO 2969 treble roll-off (switchable)
- 15° Slanted profile for greater directivity
- 12-inch woofer
- 100° x 90° horn and HF compression driver
- THX®1 Approved

Description

The Electro-Voice SL12-2V is a 15° slanted baffle two-way, high-efficiency speaker system. Its primary intended application is for high-quality surround sound in medium and large premium cinema installations. It has been designed for high-power digital surround sound requirements using high-quality, professional-level components such as a high-frequency 100° x 90° horn/driver and 12-inch woofer. The sleek black-vinyl enclosure with a black cloth grille attached with four screws has been to blend into most interior design concepts. A third-order (18-dB-per-octave) crossover at 1,600 Hz is used to combine the two frequency sections and provide the system equalization while achieving the best directivity response both on and off axis.

Frequency Response

The SL12-2V axial frequency response was measured in Electro-Voice's large anechoic chamber at a distance of 10 feet with a swept

sine-wave input, corrected to 1 watt 1 Meter (see Figure 4). The two responses, ISO 2969 and "flat" are illustrated.

Directivity

The directional characteristics of the SL12-2V were measured in Electro-Voice's large anechoic chamber. The test signal was one-third-octave pink noise at the frequencies indicated. A full spherical measurement system was used. All directional information was measured at 20 feet. Figure 8 illustrates the horizontal and vertical polar responses. Figure 6 shows the horizontal and vertical bandwidths. Beamwidth is the angle at which the horizontal and vertical polar responses have decrease in level by 6dB when compared with the axial frequency response.

Figure 7 illustrates the total directivity of the SL12-2V. The directivity factor $R_0(Q)$ is the relative value, at a point, of an ideal spherical response. The directivity index, $D_1 = 10 \log_{10} R_0$.

Power Handling

Electro-Voice components and systems are manufactured to exacting standards, ensuring they will hold up, not only through

the most rigorous of power tests, but also through continued use in arduous, real-life conditions. The EIA Loudspeaker Power Rating Full Range (EIA RS-426-A 1980) uses a noise spectrum which mimics typical music and test the thermal and mechanical capabilities of the components. Electro-Voice will support relevant additional standards as and when they become available. Extreme, in-house power test, which push the performance boundaries of the system, are also performed and passed to ensure years of trouble-free service.

Specifically, the SL12-2V passes EIA RS-426-A 1980 with the following values.

$$R_{SR} = (1.15 \times R_E \text{ ohms}), R_E = 7.1 \text{ ohms}$$

$$P_{E(MAX)} = 200 \text{ watts}$$

$$\begin{aligned} \text{Test voltage} &= \text{square root of } P_{E(MAX)} \times R_{SR} \\ &= 40.4 \text{ volts rms.} \\ &= 80.8 \text{ volts peak} \end{aligned}$$

The "peak power-handling capacity of a woofer is determined by the peak test voltage amount. For the SL12-2V, a 80.8-volt peak test voltage translates into an 800-watt short-term-peak power-handling capacity. This is the equivalent of four times the "average" power-handling capacity,

1 THX® is a registered trademark of Lucasfilm Ltd.

SL12-2V High-Output, Two-Way Slant Surround Speaker System

SL12-2V High-Output, Two-Way Slant Cinema Surround Speaker System

and is a peak that can be sustained for only a few milliseconds. However, this sort of short duration peak is very typical in speech and music. Provided the amplifier can reproduce the signal accurately, without clipping, the system will also perform accurately and reliably, even at these levels.

Use in Cinemas

The SL12-2V has features which make it particularly suitable for use as a cinema surround sound, a black vinyl appearance to complement most theaters interiors. The high dynamics and power handling offered by professional-grade components make it especially suitable for digital surround sound. The SL12-2V is THX®1 approved.

Suspending the SL12-2V

The SL12-2V was designed to be mounted in a variety of ways using a variety of mounts. There are three 5/16-18 diameter holes left and right for horizontal or vertical mounting using ALLEN PRODUCTS COMPANY INC. (2-1100C Bracket) and four rear 1/4-20 mounting holes using ALLEN PRODUCTS COMPANY INC. (MultiMount™-24) The SL12-2V is also equipped to accommodate Acoustic Sound Products, Isolation mounts. As well as two support points for added security.

Architects' and Engineers' Specifications

The loudspeaker system shall be a two-way, 15° slanted baffle design, full-range system consisting of a 12-inch woofer, a 100° x 90° horn and compression driver, using a passive crossover network installed in a black vinyl-clad V-folded particle board enclosure with a black cloth grille.

The system shall have a crossover point of 1,600 Hz and have a nominal impedance of 8 ohms. Usable frequency range extended from 60 - 20,000 Hz. Sensitivity shall be an average of 93dB for a 1 watt input at a distance of 1 meter on axis. Long term power capacity shall be at least 200 watts, based on ANSI/EIA RS-426-A 1980 standard for full-range loudspeaker systems.

Input connections shall be #10 screw terminals on a barrier strip. A shorting jumper shall be present to allow the ISO 2969 or "flat" response to be selected. The Input panel will be located on the top surface. (See figure 2)

Suspension of the system shall be achieved through the use of ALLEN PRODUCTS COMPANY INC. (2-1100C Bracket) for horizontal mounting, or ALLEN PRODUCTS COMPANY INC. (MultiMount™-24) for rear mounting options.

Overall dimensions shall be no greater than (53.52 cm) 21.07 inches high by (47.63 cm) 18.75 inches wide and a maximum depth of (33.5 cm) 13.2 inches

Net weight shall be (21.3 kg) 47.0 lb. The system shall be Electro-Voice SL12-2V.

Uniform Limited Warranty Statement

Electro-Voice products are guaranteed against malfunction due to defects in materials or workmanship for a specified period, as noted in the individual product-line statement(s) below, or in the individual product data sheet or owner's manual, beginning with the date of original purchase. If such malfunction occurs during the specified period, the product will be repaired or replaced (at our option) without charge. The product will be returned to the customer prepaid. **Exclusions and Limitations:** The Limited Warranty does not apply to: (a) exterior finish or appearance; (b) certain specific items described in the individual product-line statement(s) below, or in the individual product data sheet or owner's manual; (c) malfunction resulting from use or operation of the product other than as specified in the product data sheet or owner's manual; (d) malfunction resulting from misuse or abuse of the product; or (e) malfunction occurring at any time after repairs have been made to the product by anyone other than Electro-Voice Service or any of its authorized service representatives. **Obtaining Warranty Service:** To obtain warranty service, a customer must deliver the product, prepaid, to Electro-Voice Service or any of its authorized service representatives together with proof of purchase of the product in the

form of a bill of sale or receipted invoice. A list of authorized service representatives is available from Electro-Voice Service at 600 Cecil Street, Buchanan, MI 49107 (800/234-6831 or FAX 616/695-4743). **Incidental and Consequential Damages Excluded:** Product repair or replacement and return to the customer are the only remedies provided to the customer. Electro-Voice shall not be liable for any incidental or consequential damages including, without limitation, injury to persons or property or loss of use. Some states do not allow the exclusion or limitation of incidental or consequential damages so the above limitation or exclusion may not apply to you. **Other Rights:** This warranty gives you specific legal rights, and you may also have other rights which vary from state to state.

Electro-Voice Accessories are guaranteed against malfunction due to defects in materials or workmanship for a period of one (1) year from the date of original purchase. Additional details are included in the Uniform Limited Warranty statement.

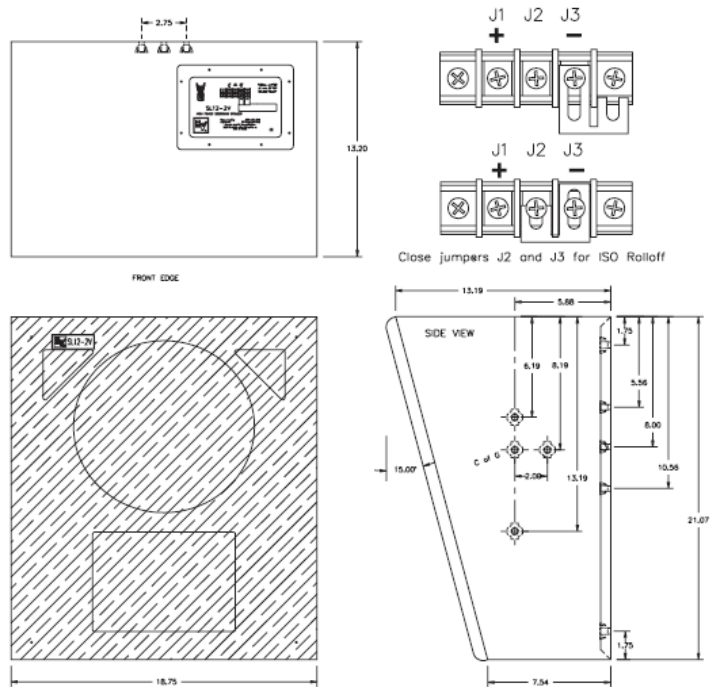
For warranty repair, service information, or a listing of the repair facilities nearest you, contact the service repair department at: 616/695-6831 or 800/685-2606.

For technical assistance, contact Technical Support at 800/234-6831 or 616/695-6831, M-F, 8:00 a.m. to 5:00 p.m. Eastern Standard time.

Specifications subject to change without notice.

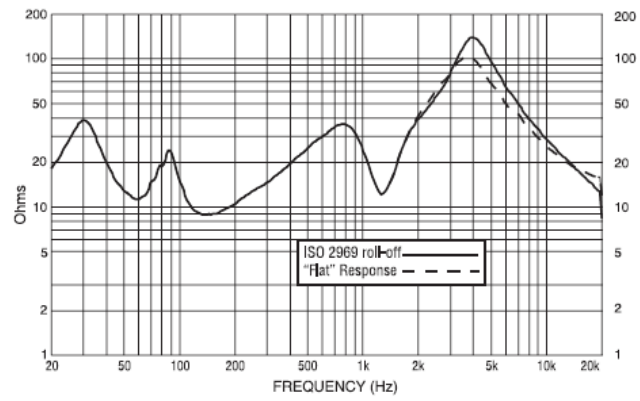
SL12-2V High-Output, Two-Way Slant Surround Speaker System

Figure 2—SL12-2V System Dimensions and ISO Selection



SL12-2V High-Output, Two-Way Slant Cinema Surround Speaker System

Figure 3—Impedance



SL12-2V High-Output, Two-Way Slant Cinema Surround Speaker System

SL12-2V High-Output, Two-Way Slant Surround Speaker System

Figure 4—Axial Frequency Response
(anechoic environment, 1 watt at 1 meter)

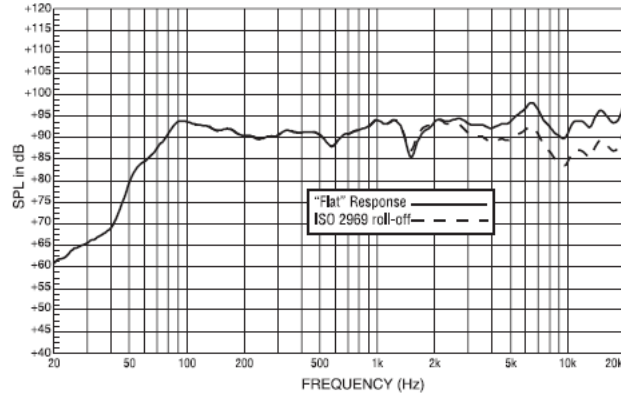


Figure 5—Harmonic Distortion,
0.1 Rated Power Input (10 watts),
"flat" response

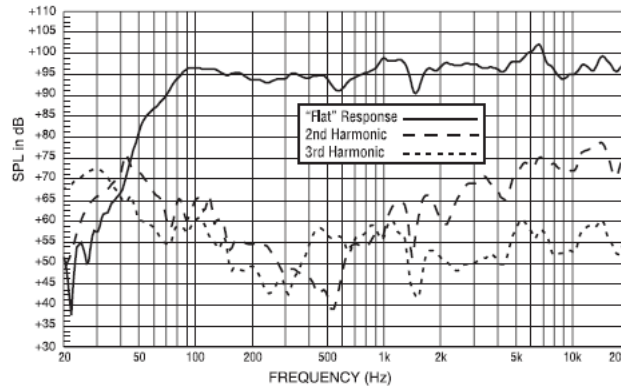


Figure 6—Bandwidth vs. Frequency
(anechoic environment)

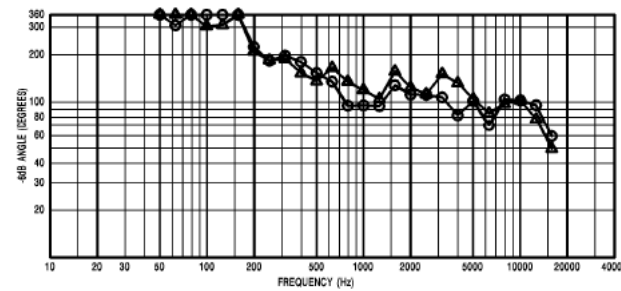
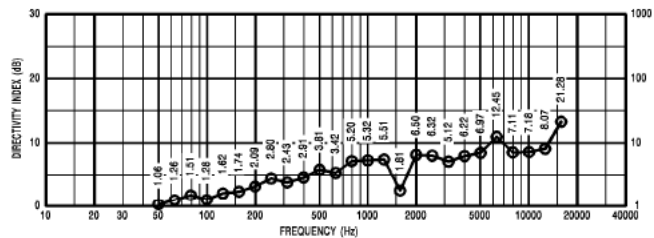


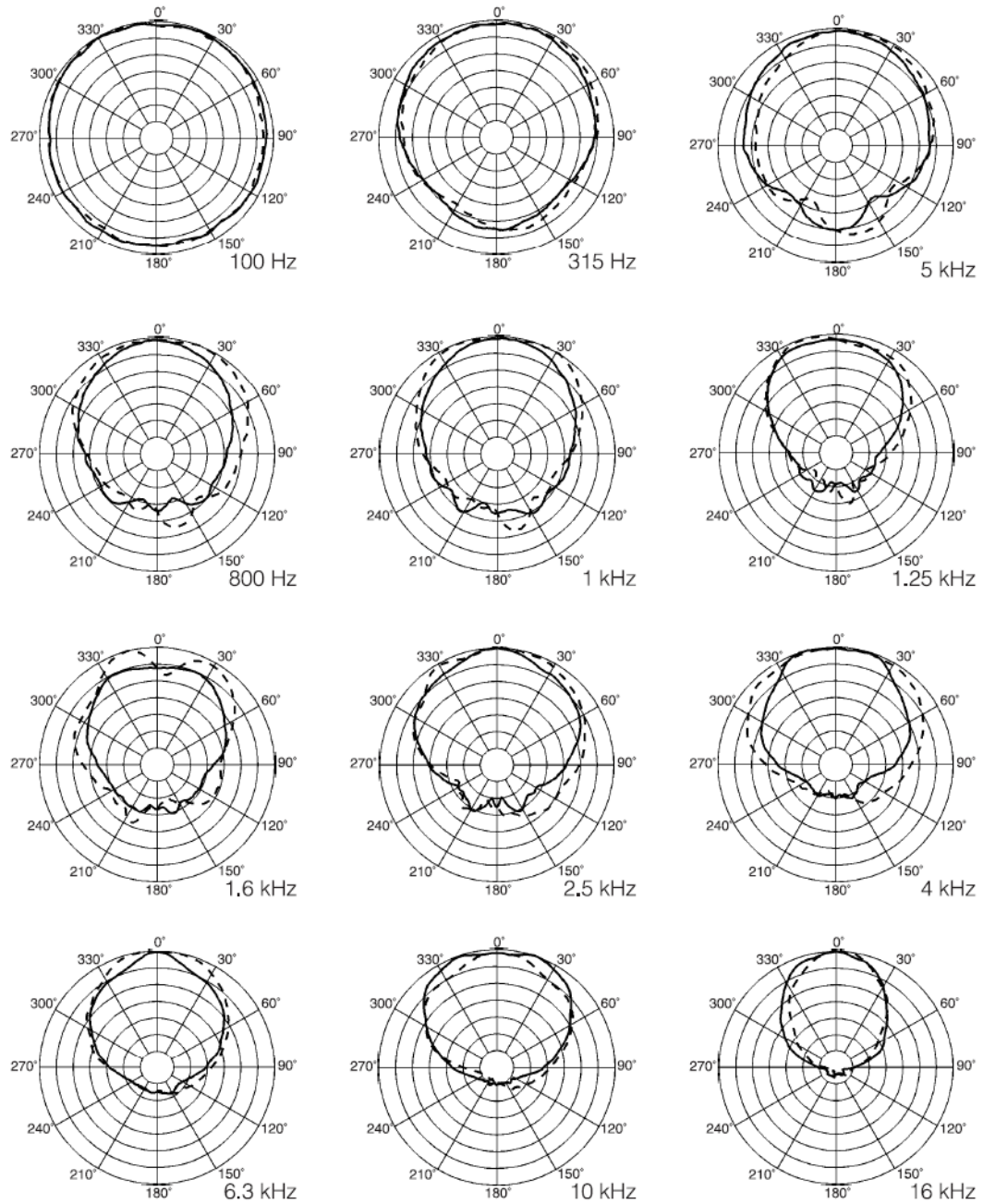
Figure 7—Directivity vs. Frequency
(anechoic environment)



SL12-2V High-Output, Two-Way Slant Surround Speaker System

Figure 8—One-Third-Octave Polar Response (anechoic environment)

Vertical
Horizontal

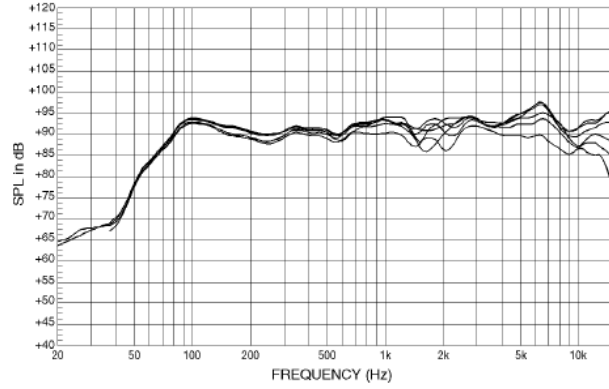


SL12-2V High-Output, Two-Way Slant Cinema Surround Speaker System

SL12-2V High-Output, Two-Way Slant Surround Speaker System

Figure 9— Offaxis Response from 0° to - 50° (anechoic environment)

SL12-2V High-Output, Two-Way Slant Cinema Surround Speaker System



SL12-2V High-Output, Two-Way Slant Surround Speaker System

Specifications

<p>Axial Frequency response(swept sine wave, 4 Volt at 10 feet on axis, in an anechoic environment normalized to 1 watt/1 meter: 70 Hz- 20,000 Hz (figure 2)</p> <p>Low frequency 3-dB-Down Point: 75 Hz</p> <p>Half-Space Reference Efficiency: 45 Hz</p> <p>Long-Term Average Power-Handling Capacity (per ANSI/EIA RS-426-A 1980): 200 watts</p> <p>Maximum Woofer Acoustic Output: 3.82 watts</p> <p>Sensitivity (SPL at 1 Watt 1 Meter with a nominal impedance, in an anechoic environment, band-limited pink-noise signal, 100- 16,000 Hz): (See Figure 4) 93 dB</p> <p>Beamwidth (angle include by 6-dB-down points on polar responses, horizontal and vertical planes. indicated one-third octave bands of pink noise: (See Figure 6) Horizontal 400-12,500 Hz 110° (30°, -25°) Vertical 2,000-12,500 Hz</p>	<p>95° (10°, -15°)</p> <p>Directivity Factor R_g(Q), 800-16,000 Hz Median (See Figure 7) 7.93dB(+4.5, -4.5)</p> <p>Directivity Index D_g, 800-16,000 Hz Median (See Figure 7) 6.12dB(+5.3, -4.3)</p> <p>Distortion, 0.1 Full Power (see Figure 5)</p> <p>Second Harmonic, 100 Hz -35dB, 1.8% 1,000 Hz -42dB, 0.8% 10,000 Hz -24dB, 6.3%</p> <p>Third Harmonic, 100 Hz -45dB, 0.6% 1,000 Hz -42dB, 0.8% 10,000 Hz -43dB, 0.7%</p> <p>Nominal Directivity: Horizontal: 100° Vertical: 90°</p> <p>Transducer Complement, Low Frequency: 12-inch woofer High Frequency: DH2010A and a 100° x 90° Horn</p> <p>Crossover Frequency: (See Figure 9) 1,600 Hz (12dB-per-octave slope)</p> <p>Impedance: (See Figure 3) Nominal 8 ohms</p> <p>DC Resistance</p>	<p>6.9 ~ 7.1 ohms</p> <p>Mounting: (See Figure 2) Three 5/16-18 diameter holes left and right for horizontal or vertical mounting using ALLEN PRODUCTS COMPANY INC. (2-1100C Bracket) and four rear 1/4-20 mounting holes using ALLEN PRODUCTS COMPANY INC. (MultiMount™-24), allowing for greater mounting versatility. The SL12-2V is also equipped to accommodate Acoustic Sound Products, Isolation mounts. As well as two support points for added securely.</p> <p>Material: V-folded black vinyl-clad particle board with a Black cloth Grille.</p> <p>Input Connectors: (See Figure 2) #10 screw terminals for Input and Jumper selectivity for Flat or ISO response.</p> <p>Dimensions Bass: (See Figure 2) Height: (53.52 cm) 21.07 in Width: (47.63 cm) 18.75 in. Depth: (33.5 cm) 13.20 in. Net Weight: (21.3 kg) 47 lb Shipping Weight: (25.4 kg) 58 lb Shipping Carton Dimensions: 26.5 in W. x 21 in D. x 19.25 in H.</p>
--	--	--

SL12-2V High-Output, Two-Way Slant Cinema Surround Speaker System

5.- Catalyst 3560G-24TS 10/100/1000 4 SFP-based Ports IPS



Brochure

Cisco Catalyst 3560 Series Switches

Foundation for Innovation-Powered by Cisco

Figure 1. Catalyst 3560 Series Switches



The Cisco® Catalyst® 3560 Series (Figure 1) is a line of fixed-configuration, enterprise-class switches that includes IEEE 802.3af and Cisco prestandard Power over Ethernet (PoE) capability in Fast Ethernet and Gigabit Ethernet configurations. The Cisco Catalyst 3560 is an ideal access-layer switch for small enterprise LAN access or branch-office environments, combining both 10/100/1000 and PoE configurations for maximum productivity and investment protection while facilitating the deployment of new applications such as IP telephony, wireless access, video surveillance, building management systems, and remote video kiosks. Customers can deploy networkwide intelligent services—such as advanced quality of service (QoS), rate limiting, access control lists (ACLs), multicast management, and high-performance IP routing—while maintaining the simplicity of traditional LAN switching.

PRODUCT BENEFITS

IEEE 802.3af and Cisco Prestandard Power over Ethernet

The Cisco Catalyst 3560 Series can provide a lower total cost of ownership (TCO) for deployments that incorporate Cisco IP phones, Cisco Aironet® wireless LAN (WLAN) access points, or any IEEE 802.3af-compliant end device. PoE removes the need for wall power to each PoE-enabled device and eliminates the cost for additional electrical cabling that would otherwise be necessary in IP phone and WLAN deployments.

The Cisco Catalyst 3560 24-port PoE configurations can support 24 simultaneous full-powered PoE ports at 15.4 watts (W) for maximum powered-device support. Taking advantage of Cisco Catalyst Intelligent Power Management, the 48-port PoE configurations can deliver the necessary power to support 24 ports at 15.4W, 48 ports at 7.7W, or any combination in between through the sophisticated power-management features in Cisco IOS® Software.

Maximum power availability for a converged voice and data network is attainable when a Cisco Catalyst 3560 Series switch is combined with the Cisco RPS 675 Redundant Power System for transparent protection against internal power supply failures and an uninterruptible power supply (UPS) system to safeguard against power outages.

Gigabit Ethernet

At speeds of 1000 Mbps, Gigabit Ethernet provides the bandwidth to meet new and evolving network demands, alleviate bottlenecks, and boost performance while increasing the return on existing and new infrastructure investments. Today's workers are placing higher demands on networks, running multiple, concurrent applications. For example, a worker joins a team conference call through an IP videoconference, sends a 10-MB spreadsheet to meeting participants, broadcasts the latest marketing video for the team to evaluate, and queries the customer relationship management (CRM) database for the latest real-time feedback. Meanwhile, a multiple-gigabyte system backup starts in the background, taking advantage of simple and affordable network attached storage (NAS) to comply with regulatory record keeping requirements such as Sarbanes-Oxley.

The Cisco Catalyst 3560 Series can scale the access network to 1 Gbps over existing Category 5 copper cabling and make the most of the desktops and notebooks that are now shipping with Gigabit Ethernet network interface cards (NICs) and higher PC bus speeds for full bandwidth utilization. In addition to being easy to deploy, Gigabit Ethernet networks are simpler to maintain with the new Cisco Time Domain Reflectometry (TDR) that helps verify existing cabling.

The Gigabit Ethernet models of the Cisco Catalyst 3560 Series also facilitate high-performance Grid and distributed computing in addition to preparing your network to deploy software applications such as Microsoft Exchange, as well as Microsoft Vista's remote imaging, data synchronization, and computer-to-computer search capabilities.

Enhanced Security

With the wide range of security features that the Cisco Catalyst 3560 Series offers, businesses can protect important information, keep unauthorized people off the network, guard privacy, and maintain uninterrupted operation. The Cisco Catalyst 3560 Series supports a comprehensive set of security features for connectivity and access control, including network admission control (NAC), ACLs, Dynamic ARP Inspection, IP Source Guard, VPN Routing/Forwarding Lite (VRF Lite), port-level security, and identity-based network services with 802.1x and extensions. These features increase LAN security; protect passwords and configuration information; offer options for network security based on users, ports, or MAC addresses; and help quicken responses to intruder and hacker detection. NAC helps organizations to limit damage from viruses and worms by enforcing security-policy compliance on endpoint devices.

Availability and Scalability

The Cisco Catalyst 3560 Series is equipped with a robust set of features that allow for network scalability and higher availability through IP routing as well as a complete suite of Spanning Tree Protocol enhancements aimed to maximize availability in a Layer 2 network. Enhancements to the standard Spanning Tree Protocol, such as Per-VLAN Spanning Tree Plus (PVST+), Uplink Fast, and Port Fast, as well as innovations such as Flex Links, maximize network uptime. PVST+ allows for Layer 2 load sharing on redundant links to efficiently use the extra capacity inherent in a redundant design. Uplink Fast, Port Fast, and Backbone Fast all greatly reduce the standard 30- to 60-second Spanning Tree Protocol convergence time.

The Cisco Catalyst 3560 Series also delivers high-performance, hardware-based IP routing for either unicast or multicast traffic. The Cisco Express Forwarding-based routing architecture allows for very high-speed lookups while delivering the stability, performance, and scalability necessary to meet the needs of future requirements. Implementing routed uplinks to the core will improve network availability by enabling faster failover protection and simplifying the Spanning Tree Protocol algorithm by terminating all Spanning Tree Protocol instances at the aggregator switch. Additionally, routed uplinks allow better bandwidth utilization by implementing equal cost routing (ECR) on the uplinks to perform load balancing. Routed uplinks optimize the utility of uplinks out of the wiring closet by eliminating unnecessary broadcast data flows into the network backbone. Private VLANs improve scalability and provide IP address management benefits and Layer 2 security by partitioning a regular VLAN domain into subdomains. Support for the IPv6 industry standard in the Cisco Catalyst 3560 Series also alleviates address space problems.

Advanced Quality of Service

The Cisco Catalyst 3560 Series provides intelligent services to keep everything flowing smoothly. Industry-leading mechanisms for marking, classifying, and scheduling deliver best-in-class performance for data, voice, and video traffic—all at wire speed. Important features include Shaped Round Robin scheduling and policing/rate limiting as well as innovations like Scavenger Traffic Queuing functions. The IP Services license (formerly called the Enhanced Multilayer Image, or EMI) provides a richer set of enterprise-class features, including advanced hardware-based IP Unicast and IP Multicast routing as well as policy-based routing (PBR).

Enhanced Security

The Cisco Catalyst 3560 Series uses the following capabilities to protect sensitive data and network resources from internal and external threats:

- The Cisco Catalyst 3560 Series supports Network Admission Control (NAC), an industry initiative sponsored by Cisco Systems® that uses the network infrastructure to enforce security-policy compliance on all devices seeking to access network computing resources, thereby limiting damage from viruses and worms. Using NAC, organizations can provide network access to endpoint devices such as PCs, personal digital assistants (PDAs), and servers that are verified to be fully compliant with established security policy. NAC can also identify noncompliant devices and deny them access, place them in a quarantined area, or give them restricted access to computing resources.
- Dynamic ARP Inspection and IP Source Guard are security features in the Cisco Catalyst 3560 Series that protect the network from certain man-in-the-middle attacks. Dynamic ARP Inspection validates Address Resolution Protocol (ARP) packets in a network and ensures that only valid ARP requests and responses are relayed. IP Source Guard restricts IP traffic from untrusted sources.
- VPN Routing/Forwarding Lite (VRF Lite) in the Cisco Catalyst 3560 Series helps enable unique VPNs without additional equipment at the customer site.
- The IEEE 802.1x standard supported by the Cisco Catalyst 3560 Series prevents unauthorized clients from connecting to a LAN through publicly accessible ports unless they are properly authenticated.
- Cisco Identity Based Networking Services (IBNS) in the Catalyst 3560 Series prevents unauthorized access and helps ensure that users receive only their designated privileges. It provides the ability to dynamically administer granular levels of network access.

- Secure Shell Protocol Version 2 (SSHv2) and Simple Network Management Protocol Version 3 (SNMPv3) provide network security by encrypting administrator traffic-preventing unauthorized users from accessing passwords or configuration information.
- Access control lists (ACLs) can be used to restrict access to sensitive portions of the network by denying packets based on source and destination MAC addresses, IP addresses, or TCP/UDP ports. ACLs can be used to guard against denial-of-service (DoS) and other attacks, and because ACL processing is done in hardware, forwarding performance of the switch is not compromised when implementing ACL-based security.
- Private VLAN edge provides security and isolation between ports on a switch, helping ensure that voice traffic travels directly from its entry point to the aggregation device through a virtual path and cannot be directed to a different port.
- Port security can be used to limit access on an Ethernet port based on the MAC address of the device that is connected to it. It also can be used to limit the total number of devices plugged into a switch port, thereby reducing the risks of rogue wireless access points or hubs.
- MAC Address Notification can be used to monitor the network and track users by sending an alert to a management station so that network administrators know when and where users entered the network. The Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Interface Tracker (Option 82) feature tracks where a user is physically connected on a network by providing both switch and port ID to a DHCP server. Additionally, the DHCP Snooping Option 82 feature enables granular control over IP address assignment by a DHCP server by augmenting a host IP address request so that the DHCP server can make a more sophisticated address assignment.
- TACACS+ or RADIUS authentication facilitates centralized access control of switches and restricts unauthorized users from altering the configurations. Alternatively, a local username and password database can be configured on the switch itself. Fifteen levels of authorization on the switch console and two levels on the Web-based management interface provide the ability to give different levels of configuration capabilities to different administrators.

Redundancy

The Cisco Catalyst 3560 Series supports the following capabilities to optimize network availability, so that users can access data at all times, locally and remotely:

- Per VLAN Rapid Spanning Tree Plus (PVRST+) allows rapid spanning-tree reconvergence on a per-VLAN spanning-tree basis, without requiring the implementation of spanning-tree instances.
- Flex Links are a pair of Layer 2 interfaces (switch ports or port channels), where one interface is configured to act as a backup to the other. This feature provides an alternative solution to the Spanning Tree Protocol, allowing users to turn off Spanning Tree Protocol and still provide basic link redundancy.
- 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol facilitates load balancing and improves network fault tolerance by providing multiple forwarding paths for data traffic. 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol provides rapid recovery of uplink connectivity following failure.
- Cisco Hot Standby Router Protocol (HSRP) is supported to create redundant, failsafe routing topologies.

- Equal cost routing (ECR) provides load balancing and redundancy. Basic IP Unicast routing protocols (static, RIPv1, and RIPv2) are supported for small-network routing applications. Advanced IP Unicast routing protocols (OSPF, Interior Gateway Routing Protocol [IGRP], Enhanced IGRP [EIGRP], and Border Gateway Protocol Version 4 [BGPv4]) are supported for load balancing and constructing scalable LANs. IP Services is required.
- Switch port auto-recovery (errdisable) automatically attempts to re-enable a link that is disabled because of a network error.
- The optional Cisco RPS 675 Redundant Power System protects against internal power supply failures.

Management

The Cisco Catalyst 3560 Series supports the following management capabilities:

- IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE support come with automatic discovery to detect a Cisco prestandard or IEEE 802.3af endpoint, negotiate the power to be budgeted for that device, and provide the necessary power—all done by the Cisco Catalyst 3560 Series switch without any user configuration.
- Cisco Smartport macros offer a set of verified feature templates per connection type in an easy-to-apply manner. With these templates, users can consistently and reliably configure essential security, IP telephony, availability, QoS, and manageability features with minimal effort and expertise. Smartport macros simplify the configuration of critical features for Ethernet networks.
- All Cisco Catalyst 3560 Series switches can be managed by the CiscoWorks LAN Management Solution (LMS) applications such as Resource Manager Essentials, Campus Manager, Device Fault Manager, and CiscoView. CiscoWorks LMS is a suite of powerful management tools that simplify the configuration, administration, monitoring, and troubleshooting of large Cisco networks. It integrates these capabilities into a world-class solution for improving the accuracy and efficiency of operations staff, increasing the overall availability of networks through proactive planning, and maximizing network security.
- Cisco Network Assistant software can manage a small network consisting of a diverse array of network devices, such as Cisco routers and Cisco Aironet wireless access points. A few mouse clicks enable the security, availability, and QoS features recommended by Cisco, without the need to consult a detailed design guide. The Security wizard automatically restricts unauthorized access to servers with sensitive data. Cisco Smartports and wizards save hours of time for network administrators, reduce human errors, and help ensure that the configuration of the switch is optimized for these applications. Available at no cost, Cisco Network Assistant can be downloaded from <http://www.cisco.com/go/cna>.
- The Cisco Express Setup feature simplifies initial configuration, eliminating the need for more complex terminal emulation programs and knowledge of CLI. This reduces the cost of deployment by enabling less-skilled personnel to quickly and simply set up switches.
- The DHCP Server feature enables a convenient deployment option for the assignment of IP addresses in networks that do not have a dedicated DHCP server.

Bandwidth Optimization

- Voice VLAN allows network administrators to assign voice traffic to a VLAN dedicated to IP telephony, simplifying phone installations and providing easier network traffic administration and troubleshooting.

- Cisco Fast EtherChannel[®] and Gigabit EtherChannel technology allows for aggregating ports for up to 2 Gbps full duplex on network or server connections. Use Port Aggregation Protocol (PAgP) for automatic configuration. Similarly, Link Aggregation Group Protocol (LACP) allows creation of Ethernet channeling with devices that conform to IEEE 802.3ad standard.
- Internet Group Management Protocol (IGMP) facilitates monitoring and management of multicast applications (such as e-learning and videoconferencing) while minimizing the performance impact of managing group membership information.

IPv6

- The Cisco Catalyst 3560 Series supports the IPv6 standard, which increases Internet global address space to accommodate the rapidly increasing number of users and applications that require unique global IP addresses.
- In addition to the larger address space, the Cisco Catalyst 3560 Series switches also make the most of other IPv6 features such as address autoconfiguration, embedded IP Security (IPSec), routing optimized for mobile devices, and Duplicate Address Detection.

Advanced Quality of Service

Cisco Catalyst intelligent switches offer industry-leading QoS features to prioritize critical traffic and applications thereby avoid bottlenecks. These features bring new levels of control, predictability, and adaptability to networks of all sizes:

- The Cisco Catalyst 3560 Series can identify traffic flows or traffic groups, and classify or reclassify these groups using Differentiated Services Code Point (DSCP) in the IP packet and the 802.1p class of service (CoS) field in the Ethernet packet.
- Users can mitigate DoS attacks by assigning a minimal bandwidth queue to "scavenger traffic" or unimportant traffic used for peer-to-peer media sharing, gaming, or any entertainment video applications. This reduces scavenger traffic during periods of congestion, but allows it to be available if bandwidth is not being used for business purposes, for example during off-peak hours.
- Rate limiting gives control over the amount of bandwidth across any configured interface, for appropriate distribution of available bandwidth.
- Four egress queues help network administrators to be more discriminating and specific in assigning priorities for the various applications on the LAN. Scheduling is performed in egress to assign the appropriate queues to the outgoing packets.
- Shaped Round Robin (SRR) scheduling helps ensure differential prioritization of packet flows by intelligently servicing the ingress queues and egress queues.
- Weighted Tail Drop (WTD) provides congestion avoidance at the ingress and egress queues before a disruption occurs.
- 64 policers per 10/100 or Gigabit Ethernet port used to allocate bandwidth based on source/destination (IP address, MAC address) or TCP/UDP port numbers.

CISCO CATALYST 3560 SERIES SWITCHES

Each model is available with the IP Base or the IP Services software loaded on it.

Table 1 lists the switches currently available in the Cisco Catalyst 3560 Series.

Table 1. Cisco Catalyst 3560 Series Switches

Product	Port Speed	Number of Ports	Uplinks	When to Buy
Cisco Catalyst 3560-8PC	10/100 with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE	8	1 dual-purpose 10/100/1000 and Small Form-Factor Pluggable (SFP) port	For deployments outside the wiring closet requiring low-density access with PoE
Cisco Catalyst 3560-24TS	10/100	24	2 SFP-based ports	For networks requiring low-density access, Layer 2+ features with optional advanced IP routing, and one or more fiber uplinks
Cisco Catalyst 3560-48TS	10/100	48	4 SFP-based ports	For networks requiring medium-density access, Layer 2+ features with optional advanced IP routing, and one or more fiber uplinks
Cisco Catalyst 3560-24PS	10/100 with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE	24	2 SFP-based ports	For networks requiring low-density access, PoE, Layer 2+ features with optional advanced IP routing, and one or more fiber uplinks
Cisco Catalyst 3560-48PS	10/100 with IEEE 802.3af and Cisco pre-standard PoE	48	4 SFP-based ports	For networks requiring medium-density access, PoE, Layer 2+ features with optional advanced IP routing, and one or more fiber uplinks
Cisco Catalyst 3560G-24TS	10/100/1000	24	4 SFP-based ports	For networks requiring low-density 10/100/1000 access, Layer 2+ features with optional advanced IP routing, and one or more fiber uplinks
Cisco Catalyst 3560G-24PS	10/100/1000 with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE	24	4 SFP-based ports	For networks requiring low-density 10/100/1000 access, PoE, Layer 2+ features with optional advanced IP routing, and one or more fiber uplinks
Cisco Catalyst 3560G-48TS	10/100/1000	48	4 SFP-based ports	For networks requiring medium-density 10/100/1000 access, Layer 2+ features with optional advanced IP routing, and one or more fiber uplinks
Cisco Catalyst 3560G-48PS	10/100/1000 with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE	48	4 SFP-based ports	For networks requiring medium-density 10/100/1000 access, PoE, Layer 2+ features with optional advanced IP routing, and one or more fiber uplinks

FOR MORE INFORMATION

For more information, please visit <http://www.cisco.com/go/catalyst3560>.



Americas Headquarters
Cisco Systems, Inc.
San Jose, CA

Asia Pacific Headquarters
Cisco Systems (USA) Pte. Ltd.
Singapore

Europe Headquarters
Cisco Systems International BV
Amsterdam, The Netherlands

Cisco has more than 200 offices worldwide. Addresses, phone numbers, and fax numbers are listed on the Cisco Website at www.cisco.com/go/offices.

CCDE, CCENT, Cisco Eos, Cisco HealthPresence, the Cisco logo, Cisco Lumin, Cisco Nexus, Cisco StadiumVision, Cisco TelePresence, Cisco WebEx, DCE, and Welcome to the Human Network are trademarks; Changing the Way We Work, Live, Play, and Learn and Cisco Store are service marks; and Access Registrar, Aironet, AsyncOS, Bringing the Meeting To You, Catalyst, CCDA, CCDP, CCIE, CCIP, CCNA, CCNP, CCSF, CCVP, Cisco, the Cisco Certified Internetwork Expert logo, Cisco IOS, Cisco Press, Cisco Systems, Cisco Systems Capital, the Cisco Systems logo, Cisco Unity, Collaboration Without Limitation, EtherFast, EtherSwitch, Event Center, Fast Step, Follow Me Browsing, FormShare, GigaDrive, HomeLink, Internet Quotient, IOS, iPhone, iQuick Study, IronPort, the IronPort logo, LightStream, Linksys, MediaTone, MeetingPlace, MeetingPlace Chime Sound, MGX, Networkers, Networking Academy, Network Registrar, PCNow, PIX, PowerPanels, ProConnect, ScriptShare, SenderBase, SMARTnet, Spectrum Expert, StackWise, The Fastest Way to Increase Your Internet Quotient, TransPath, WebEx, and the WebEx logo are registered trademarks of Cisco Systems, Inc. and/or its affiliates in the United States and certain other countries.

All other trademarks mentioned in this document or website are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company. (0812R)

Printed in USA

C02-379065-01 03/09

6.- Sistema distribuidor TCP/IP Crown



DBC Network Bridge

Operation Manual



Obtaining Other Language Versions: To obtain information in another language about the use of this product, please contact your local Crown Distributor. If you need assistance locating your local distributor, please contact Crown at 574-294-8000.

This manual does not include all of the details of design, production, or variations of the equipment. Nor does it cover every possible situation which may arise during installation, operation or maintenance.

The information provided in this manual was deemed accurate as of the publication date. However, updates to this information may have occurred. To obtain the latest version of this manual, please visit the Crown website at www.crownaudio.com.

Trademark Notice: Crown, Crown Audio, IQ, IQ System, and Amoron are registered trademarks of Crown International. DBC, IQwic and TCP/IP are trademarks of Crown International. Other trademarks are the property of their respective owners.

Some models may be exported under the name Amoron.®

©2008 by Crown Audio® Inc., 1718 W. Mishawaka Rd., Elkhart, Indiana 46517-9439 U.S.A. Telephone: 574-294-8000

137769-3
2/08

H A Harman International Company



DBC Network Bridge

Important Safety Instructions

- 1) Read these instructions.
- 2) Keep these instructions.
- 3) Heed all warnings.
- 4) Follow all instructions.
- 5) Do not use this apparatus near water.
- 6) Clean only with a dry cloth.
- 7) Do not block any ventilation openings. Install in accordance with the manufacturer's instructions.
- 8) Do not install near any heat sources such as radiators, heat registers, stoves, or other apparatus (including amplifiers) that produce heat.
- 9) Do not defeat the safety purpose of the polarized or grounding-type plug. A polarized plug has two blades with one wider than the other. A grounding-type plug has two blades and a third grounding prong. The wide blade or the third prong is provided for your safety. If the provided plug does not fit into your outlet, consult an electrician for replacement of the obsolete outlet.
- 10) Protect the power cord from being walked on or pinched, particularly at plugs, convenience receptacles, and the point where they exit from the apparatus.
- 11) Only use attachments/accessories specified by the manufacturer.
- 12) Use only with a cart, stand, tripod, bracket, or table specified by the manufacturer, or sold with the apparatus. When a cart is used, use caution when moving the cart/apparatus combination to avoid injury from tip-over.
- 13) Unplug this apparatus during lightning storms or when unused for long periods of time.
- 14) Refer all servicing to qualified service personnel. Servicing is required when the apparatus has been damaged in any way, such as power-supply cord or plug is damaged, liquid has been spilled or objects have fallen into the apparatus, the apparatus has been exposed to rain or moisture, does not operate normally, or has been dropped.



- 15) WARNING: TO REDUCE THE RISK OF FIRE OR ELECTRIC SHOCK, DO NOT EXPOSE THIS APPARATUS TO RAIN OR MOISTURE.
- 16) DO NOT EXPOSE TO DRIPPING OR SPLASHING. DO NOT PLACE OBJECTS FILLED WITH LIQUID, SUCH AS VASES, ON THIS APPARATUS.



TO PREVENT ELECTRIC SHOCK DO NOT REMOVE TOP OR BOTTOM COVERS. NO USER SERVICEABLE PARTS INSIDE. REFER SERVICING TO QUALIFIED SERVICE PERSONNEL.



CAUTION
RISK OF ELECTRIC SHOCK
DO NOT OPEN

A PRÉVENIR LE CHOC ÉLECTRIQUE N'ENLEVEZ PAS LES COUVERCLES. IL N'Y A PAS DES PARTIES SERVICEABLE À L'INTÉRIEUR. TOUS RÉPARATIONS DOIT ÊTRE FAIRE PAR PERSONNEL QUALIFIÉ SEULEMENT.



AVIS
RISQUE DE CHOC ÉLECTRIQUE
N'OUVREZ PAS

TO COMPLETELY DISCONNECT THIS EQUIPMENT FROM THE AC MAINS, DISCONNECT THE POWER SUPPLY CORD PLUG FROM THE AC RECEPTACLE. THE MAINS PLUG OF THE POWER SUPPLY CORD SHALL REMAIN READILY OPERABLE.



WATCH FOR THESE SYMBOLS:

The lightning bolt triangle is used to alert the user to the risk of electric shock.



The exclamation point triangle is used to alert the user to important operating or maintenance instructions.



FCC COMPLIANCE NOTICE

This device complies with part 15 of the FCC rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

CAUTION: Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.

Crown International, Inc.	DECLARATION of CONFORMITY
ISSUED BY: Crown International, Inc. 1718 W. Mishawaka Road Elkhart, Indiana 46517 U.S.A.	FOR COMPLIANCE QUESTIONS ONLY: Sue Whitfield 574-294-8289 swhitfield@crowintl.com
<p>European Representative's Name and Address: Nick Owen 35, Bassets Field Thornhill Cardiff, South Glamorgan CF14 9UG United Kingdom</p> <p>Equipment Type: Digital B-Chain Family Name: IQ System Component Model Names: DBC Network Bridge</p> <p>EMC Standards:</p> <p>EN 55103-1:1997 Electromagnetic Compatibility - Product Family Standard for Audio, Video, Audio-Visual and Entertainment Lighting Control Apparatus for Professional Use, Part 1: Emissions EN 55103-1:1997 Magnetic Field Emissions-Annex A @ 10 cm EN 61000-3-2:2001 Limits for Harmonic Current Emissions (equipment input current less than or equal to 16 A per phase) EN 61000-3-3:2002 Limitation of Voltage Fluctuations and Flicker in Low-Voltage Supply Systems Rated Current less than or equal to 16A EN 55022:2003 Limits and Methods of Measurement of Radio Disturbance Characteristics of ITE: Radiated, Class B Limits; Conducted, Class A EN 55103-2:1997 Electromagnetic Compatibility - Product Family Standard for Audio, Video, Audio-Visual and Entertainment Lighting Control Apparatus for Professional Use, Part 2: Immunity EN 61000-4-2:2001 Electrostatic Discharge Immunity (Environment E2-Criteria B, 4k V Contact, 8k V Air Discharge) EN 61000-4-3:2001 Radiated, Radio-Frequency, Electromagnetic Immunity (Environment E2, criteria A) EN 61000-4-4:2001 Electrical Fast Transient/Burst Immunity (Criteria B) EN 61000-4-5:2001 Surge Immunity (Criteria B) EN 61000-4-6:2003 Immunity to Conducted Disturbances Induced by Radio-Frequency Fields (Criteria A) EN 61000-4-11:2001 Voltage Dips, Short Interruptions and Voltage Variation</p> <p>Safety Standard: IEC 60065: 2002 7th Ed. Safety Requirements - Audio Video and Similar Electronic Apparatus</p> <p>I certify that the product identified above conforms to the requirements of the EMC Council Directive 89/336/EEC as amended by 92/31/EEC, and the Low Voltage Directive 73/23/EES as amended by 93/68/EEC.</p> <p>Signed Larry Coburn Title: Senior Vice President of Manufacturing</p> <p style="text-align: right;">Date of Issue: Dec. 1, 2004</p>	

1 Getting Started With the DBC Network Bridge

Welcome! This Quick-start guide will get you up and running in a short time. Then please refer to the rest of the manual for details on the DBC™ Network Bridge and its operation.

IMPORTANT: Unplug power cord from AC outlet before wiring.

1.1 Hardware Installation

You will need:

- Crown power amplifiers with USP3-CN PIP modules installed, or Crown I-Tech CobraNet™ version power amplifiers
- A computer running IQwiz software
- A 100Mb network switch
- An Ethernet cable (RJ45 connector on each end) for use between the computer and network switch
- Two Ethernet cables for use between the DBC Network Bridge and the network switch. One cable is sufficient, but two allow redundancy.
- An Ethernet cable between the network switch and each USP3-CN module (or Ethernet connector) installed in a Crown power amplifier.

1.1.1 Audio and Network Connections

Please refer to Figures 1.1 and 1.2.

1. Mount the DBC Network Bridge in a standard 19-inch (48.3-cm) equipment rack or cabinet.
2. Turn off all equipment that will connect to the unit.
3. Connect the AES/EBU digital output signal from your cinema processor, media player, or feature server to the analog DB25 connector on the back of the DBC Bridge. DB25 wiring is shown in Table 1 on the next page. Alternatively, connect the analog output signal from your cinema processor to the Analog DB25 connector on the back of the DBC Bridge. DB25 wiring is shown in Table 2 on the next page.
4. See Figure 1.2. Connect any auxiliary mic or line signals to the female XLR Auxiliary Inputs on the back of the DBC Network Bridge. Set the MLP switch for Mic, Line, or Phantom-powered mic. Adjust gain potentiometers to optimize gain structure.

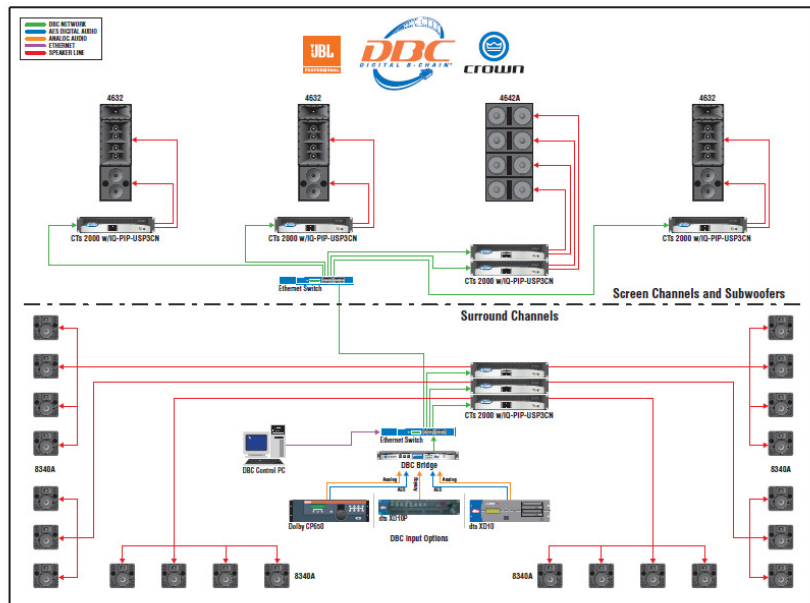


Figure 1.1 System Wiring

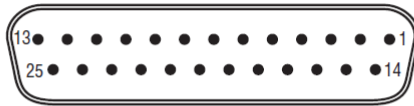


Figure 1.2 Audio Inputs on the Back Panel of the DBC Bridge

Getting Started With the DBC Network Bridge

Table 1

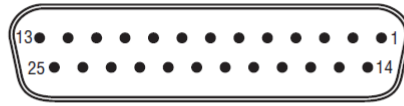
DBC DB25F DIGITAL AES/EBU PINOUTS



PIN	FUNCTION	PIN	FUNCTION
1	N/C	14	GND
2	N/C	15	AES1 (L/R)-
3	N/C	16	AES3 (Ls/Rs)-
4	N/C	17	N/C
5	N/C	18	GND
6	N/C	19	N/C
7	AES1 (L/R)+	20	N/C
8	AES3 (Ls/Rs)+	21	AES4 (Bs/Bsr)-
9	GND	22	AES4 (Bs/Bsr)+
10	N/C	23	AES2 (C/SW)-
11	GND	24	AES2 (C/SW)+
12	N/C	25	GND
13	N/C		

Table 2

DBC DB25F ANALOG PINOUTS



PIN	FUNCTION	PIN	FUNCTION
1	GND	14	L-
2	L+	15	GND
3	BSL-	16	BSL+
4	GND	17	C-
5	C+	18	GND
6	BSR-	19	BSR+
7	GND	20	R-
8	R+	21	N/C
9	GND	22	GND
10	Ls-	23	Ls+
11	Rs-	24	Rs+
12	SW-	25	SW+
13	GND		

Getting Started With the DBC Network Bridge

1.2 Communicating with the DBC Network Bridge: TCP/IQ™ Networking

1.2.1 The Network Wizard

If you are setting up a dedicated audio network that is not part of another network, you can use the Network Wizard to set up your network easily.

1. Open IQwic.
2. Select Setup > Network Wizard.
3. Follow the instructions on the screen.
4. When done, skip to Step 4 on page 11.

1.2.2 Introduction

The DBC Network Bridge connects directly to Crown IQ networks with TCP/IQ protocol. This permits extensive amp and speaker diagnostics and control by computer. The DSP functions in the DBC Network Bridge are controlled and monitored by a computer running IQwic software.

The computer connects to the DBC Network Bridge on a TCP/IQ network via a Category 5 cable plugged into the Primary Network connector on the back of the DBC Network Bridge. The TCP/IQ format uses off-the-shelf, fast (100 Mb) Ethernet connections. CobraNet lets you plug in a single cable for both networking and digital audio -- this is Crown's Single-Click solution.

Every component in a TCP/IQ network is identified by a unique address.

1.2.3 TCP/IQ Addressing Rules

In the next section, you will be assigning TCP/IP addresses to the devices in your network. When you do so, be sure to follow the addressing rules below. Otherwise, the computer may not communicate with the devices.

Turn off DHCP (automatic addressing). This will be done in Instruction 1C, described later.

Assign each device a static (fixed) IP address. An IP address is made of four numbers separated by periods. Each number can be zero to 255. The last number can never be a zero or 255. For example, 126.126.17.1 could be an IP address. 126.126.17.0 would not be a valid IP address.

Make sure that the computer and all the devices have the same NETWORK IDs in their addresses. This tells the computer that all those devices are on the same network. Various tools are available to determine whether devices are on the same network. In TCP/IQ utility described later, if items are NOT on the same network, they are highlighted in the list.

Make sure that each component has its own TCP/IP address, and there are no duplicate addresses. The same holds true for IQ addresses.

Assign a subnet mask. Make it the same for all devices on the network. If the network you are assembling will interconnect with other networks, your network is considered to be a subnet within the larger network. Check with the network administrator to determine the proper Subnet Mask for your subnet.

If you have a stand-alone network, set the Subnet Mask to 255.255.0.0 for all components, including the computer.

Note: Just because two components have the same subnet mask does not mean that they are on the same network. As we said, the subnet mask just tells what part of the TCP/IP address is the network ID.

Getting Started With the DBC Network Bridge

1.2.4 TCP/IQ Setup

This example is based on a stand-alone system using switches and routers. The screen captures were done in Windows 2000; your exact configuration may vary. If your computer uses a network for other applications, please check with your Information Technology Department before making any changes. Section 1.2.5 includes a helpful worksheet for assigning addresses.

1. Turn on your computer and the rest of the system equipment. On your computer desktop, select Start > Settings > Control Panel > Network Connections (Figure 1.3). Set a static TCP/IP address and Subnet mask on the master computer. Document the address and mask.

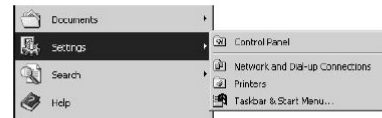


Figure 1.3 Selecting Settings > Control Panel

1A. Right-click on LAN Connections. Then select Internal > Properties (Figure 1.4).



Figure 1.4 Result of Clicking LAN Connections > Internal

Getting Started With the DBC Network Bridge

1B. Once the Properties window opens (Figure 1.5), click on Internet Protocol (TCP/IP).

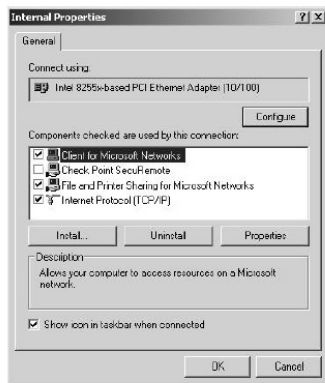


Figure 1.5 Internal Properties Window

The Internet Protocol (TCP/IP) Properties window appears (Figure 1.6). Disable Virtual Private Network or other encryption settings.

See Section 1.2.5, TCP/IQ Addressing Worksheet, on the next page. Open the supplied Excel worksheet called IQ Worksheet.XLS.

1C. We recommend that you uncheck "Obtain an IP address automatically", and check "Use the following address." If you decide to set an IP address manually, specify an IP address. The IP address is four numbers between 1 and 255 separated by periods. For example, 126.126.0.1.

Select a subnet mask. The subnet mask is four numbers between 1 and 255 separated by periods. For example, 255.255.0.0.

1D. Click OK and close the Control Panel. At this point, some computer operating systems will require a restart.

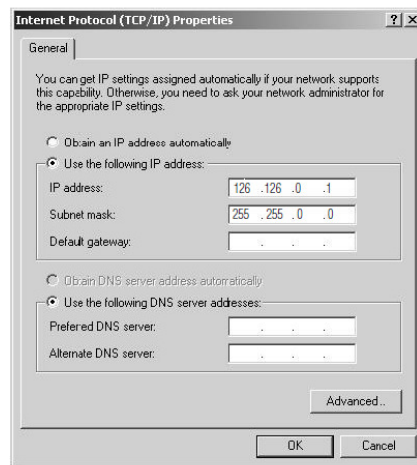


Figure 1.6 Internet Protocol (TCP/IP) Properties Window

Getting Started With the DBC Network Bridge

1.2.5 TCP/IQ Addressing Worksheet

Table 3 is an example of valid TCP/IP addresses on a stand-alone network. If the TCP/IQ network is going to be shared with other people, check with the Network Administrator for their addressing scheme. Without getting into all of the networking rules, the table lists approximately 20 network addresses out of a possible 65,534 addresses on this network. There are other addresses that are valid; these are just shown as a starting point.

- The Subnet Mask for all components, including the computer, needs to be set to 255.255.0.0.
- Each computer running IQwic software must have a subnet mask of 255.255.0.0. It also must be assigned one of the addresses listed on the following table.
- A space has been left to the right of all the addresses. This area is for your notes, such as the IQ address or the component type.

In the CD-ROM that came with your DBC Network Bridge is an Excel spreadsheet that you can use to keep track of TCP/IQ addresses.

Table 3
EXAMPLE OF AN IQ ADDRESSING WORKSHEET

ADDRESS	IQ ADDRESS	MODEL	DESCRIPTION	CHANNEL 1	CHANNEL 2
126.126.0.1			COMPUTER		
126.126.0.2	2	I-T8000 #1	RACK ROOM	LEFT CLUSTER	RIGHT CLUSTER
126.126.0.3					
126.126.0.4					
126.126.0.5					
126.126.0.6					
126.126.0.7					
126.126.0.8					
126.126.0.9					
126.126.0.10					
126.126.0.11					
126.126.0.12					
126.126.0.13					
126.126.0.14					
126.126.0.15					
126.126.0.16					
126.126.0.17					
126.126.0.18					
126.126.0.19					
126.126.0.20					

Getting Started With the DBC Network Bridge

2. Select IQ Systems > IQwic > TCP/IQ Utility (Figure 1.7). This launches the TCP/IQ Utility on the master computer.



Figure 1.7 Selecting IQ Systems > IQwic > TCP/IQ Utility

2A. The master computer should discover the TCP/IQ products (Figure 1.8). If not, please re-read Section 1.2.4 on addressing rules. Also read Chapter 6, Troubleshooting.

IP Address	IQ No.	Description	Version	Con	MAC Addr	Firmware Date
192.168.3.130	130	Crown USP3 v1.00	PSH1001	<input checked="" type="checkbox"/>	00-60-28-02-55-1E	Oct 30 2002
192.168.3.106	107	Crown USP3/CN v1.00	PSN100	<input checked="" type="checkbox"/>	00-60-28-02-55-1E	Sep 13 2002
192.168.3.97	98	Crown FIP Lite v1.00	IFL1001	<input checked="" type="checkbox"/>	00-0A-43-00-00-21	Oct 29 2002
192.168.3.74	75	Crown FIP Lite v1.00	IFL1001	<input checked="" type="checkbox"/>	00-0A-43-00-00-3E	Oct 29 2002
192.168.3.251	232	Crown USM810LC v3.00K	LDC300	<input checked="" type="checkbox"/>	00-60-28-02-52-E2	Oct 21 2002

Figure 1.8 Example of Discovered Components

2B. Once TCP/IQ Utility has launched, select a single component and click on Set Address. In the Set Address window (Figure 1.9), set up a TCP/IQ address—it must be unique. Then set up the same Subnet mask for all of the components as well as the master computer. Set the IQ address, and select Send Code.

2C. Close the software. Repeat as necessary.



Figure 1.9 Set Address Window

3. Launch the IQwic program (Figure 1.10).

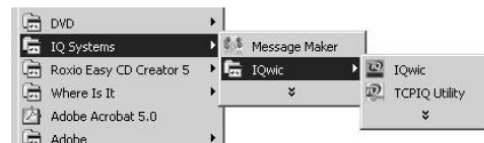


Figure 1.10 Selecting IQ Systems > IQwic

Getting Started With the DBC Network Bridge

4. The Component Discovery screen appears and displays the message, "Searching for TCP/IP components" (Figure 1.11).

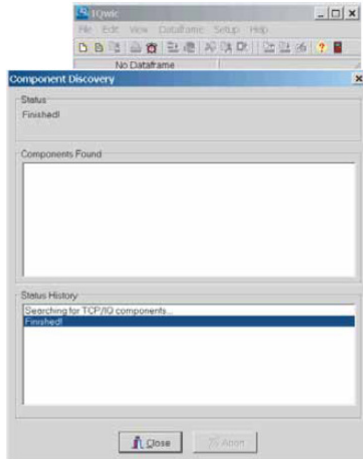


Figure 1.11 The Discovery Screen

5. The IQwic toolbar and Workspace appear. An icon of the DBC Network Bridge appears in the Workspace (Figure 1.12)

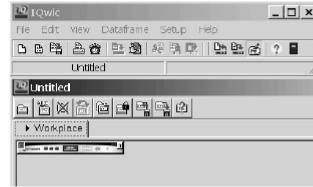


Figure 1.12 The IQwic Toolbar (Top) and Workspace (Bottom)

6. Double-click the DBC Network Bridge icon. The Input-Output window appears (Figure 1.13).



Figure 1.13 The Input-Output Window

7. Click on the yellow Expand/Shrink bar at the bottom of the Input-Output window.

Getting Started With the DBC Network Bridge

8. The processing functions appear. Click on the **Unit Presets** tab at the top. The Unit Presets window appears (Figure 1.14).

9. At the bottom right, select Preset 32, Standard Cinema. Then select **Recall this Preset**. Your system is running and ready to configure. Please continue reading the manual.

If there are problems, please re-read Section 1.2.3 on addressing rules. Also read Chapter 6, Troubleshooting.

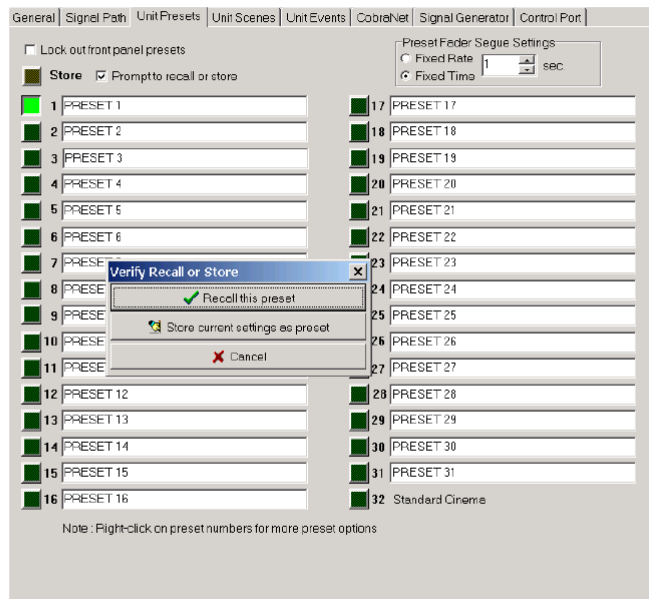


Figure 1.14 The Unit Presets Window

7.- Proyector Barco DP4K-23Bx

DP4K-23Bx

Ultra-bright Enhanced 4K projection and integrated media server package for screens up to 23m (75ft)



The Barco DP4K-23Bx is an ultra-bright Enhanced 4K digital cinema solution for theaters with screens up to 23m (75ft) wide. Featuring Texas Instruments' 1.38" DLP Cinema® chip, the DP4K-23Bx is specifically designed to ensure a razor-sharp movie experience on premium cinema screens.

Fully integrated

Digital cinema technology leaders Barco and Doremi bring a complete projection and integrated media server package to the digital cinema industry. In this ready-to-use package, Doremi's Integrated Media Block (IMB) has been incorporated into Barco's projectors. The DP4K-23Bx comes as an integrated package, including an ultra-bright Barco digital cinema projector, a 4kW lamp, a cinema-grade lens, a Doremi IMB and ShowVault media server including Screen Management Software (SMS) and storage.

Supporting High Frame Rates

Combined with the ShowVault SMS server and storage, the DP4K-23Bx system is fully equipped to decode and project standard DCI content. What's more, it supports 3D High Frame Rates (3D HFR) at high bit-rates for optimum viewing quality, which makes it future-proof.

Alternative content

With inputs such as dual DVI, dual 3G-SDI and HDMI, the DP4K-23Bx package is fully ready to play alternative content. It can also handle alternative content encoded in MPEG-2 or H.264, next to decoding 3D live broadcast streams packed with RealD Live or Sensio.

Easy to install and operate

Barco's projection and integrated media server package has been installed, tested and certified in the factory, to offer true turnkey cinema. It is very easy to set up and operate thanks to its smart modular design and user-friendly software tools.

Ultra-sharp image quality

The DP4K-23Bx brings stunning images in Enhanced 4K resolution (4,096 x 2,160), combined with ultimate brightness and vibrant color accuracy time after time. The DP4K-23Bx combines ultra-sharp image quality with an easy-to-use modular design,



Digital MicroMirror Device™	3 x 0,98" dispositivos de metal oscuro DC2K
resolución nativa	2.048 x 1.080 píxeles
caja	DMDs herméticamente cerrados y montaje óptico
lámpara	1,2 kW - 2 kW
salida de luz	9.500 lúmenes
tamaño de pantalla	Hasta 12 m / 39 pies de anchura (ganancia de pantalla 1,2 a 14 fti)
relación de contraste	2,000:1
Entradas de vídeo digital	2 x entradas SMPTE 292M 2 x entradas DVI ambas seleccionables como enlace simple o doble
Control I/O	Ethernet, 8x GPIO, Serial RS232
Integrated Media Block	JPEG2000 2K & 4K DCI play-out High Frame Rates 3D JPEG 2000 bit-rates up to 450Mbps Dolby3D color-correction BluRay 3D support MPEG-2 H.264 2 x 3G-SDI inputs 1x HDMI 1.3 input 16x AES/EBU audio channels (2x RJ45) 4x GPI, 6x GPO (2x RJ45)
Servidor de medios	2TB effective storage (RAID-5) 3x Hot-swappable 3.5" hard-drives Integrated touch screen for SMS control 2x ETH for management & ingest 1x front-accessible USB for ingest
Software de SMS	Show player/editor/scheduler Automation, 3D, ingest TMS integration
Objetivos primarios	1.2 - 1.8 1.4 - 2.05 1.6 - 2.5 1.95 - 3.2 2.4 - 3.9
Diagnósticos del proyector	a través del panel táctil para PC a través de software de control Communicator a través del agente SNMP
requerimientos de potencia	220 V
Dimensiones del proyector (AlxAnxP)	604 x 754 x 1129 mm 23.78 x 29.69 x 44.45 inch NB: min. 5 cm of air inlet spacing required at the bottom of projector
Peso del proyector	134 kg (295 lbs)
temperatura ambiente	Máx. 35 °C / 95 °F
Flujo de aire de escape	350 CFM

BARGO

Visibly yours

Características estándares	CLO (constant light output) Powerful SNMP agent Motorized/memorized lens (focus, zoom & shift) HDCP support Full 2K triple flash 3D Advanced patented DMD cooling
Opciones	ACS-2048 Complementos 3D Panel táctil Pedestal

Generado en: 10 jun 2012
Las especificaciones técnicas pueden estar sujetas a cambios sin previo aviso.
Consulte www.barco.com para obtener la información más actual.



8.- Spectral™ 240

Spectral™ 240 3D screens are considered by leading cinema exhibitors and special venue operators worldwide to be the optimum 3D projection surfaces. Silver aluminium flake based coating applied to a unique base material provides high gain characteristics, very low depolarisation level (extinction ratio) and excellent colour temperature. The surface type also supports conventional 2D pictures. Noted for invisible seams under normal projection conditions.

	Spectral 240	Spectral 240 MP
Application	Cinema (particularly suitable for polarised 3D systems), Screening Room, Roller Screen and 4D Theme Rides	
View Distance	Minimum of 5mtr (15') recommended on perforated surfaces	
Maximum Size	USA manufacture 23.77 x 12.19m (78' x 40')	Europe manufacture 33m x 11m (108' 3" x 36' 1")
Perforation Size	Ø1.2mm (0.047")	
Perforation Density	4.5%	1.7%
Weight	0.50kg/m ² (0.10lb/ft ²)	
Eyelet Spacing	150mm (6") nominal (US) / 200mm (8") France	
Typical Packing	Rolled in a cardboard tube; packed in a long wooden box when height is over 7m (23').	
Fire Certification	UK BS 5867 Part 2, USA NFPA 701, France M2, Germany B1, Japan BT-08-050 & Korea (regulation requires certification from importing company) and Australia.	
Surface Edging Options	<ul style="list-style-type: none"> • Web and eye (grommet). Triple fold web integral with surface • Cloth web and fixings (snaps) for press stud frames • Cut square (unfinished edge) 	<ul style="list-style-type: none"> • Preformed pipe pocket any size on any side • Straight sides or shaped to special order

Despatch/Storage

Screens should normally be transported and stored at temperatures between 5°C and 30°C (40°F and 85°F), with relative humidity less than 80%. If screens are very cold (e.g. following air transport) then they must be allowed to warm up before unpacking, otherwise cold cracking may occur. Screens should be installed within a maximum of 2 months of shipping. Packages should be handled with care to avoid damage. Spectral™ 240 cannot be folded for transit or storage; roll packing must always be used.

Installation

The following principles should be followed when installing Harkness Perlux screen surfaces:

- The auditorium should be clean with no building works taking place.
- Installation should be at ambient temperature (20/24°C-68/75°F).
- Care should be taken to avoid the screen coming into contact with sharp objects during installation.
- Excessive loads should not be placed on any specific point of the screen.
- Use of cotton gloves is recommended.
- The viewing surface should not be touched (the rear of the screen is identified by the product label).
- Creasing should be minimised during installation.

There are two principal methods to install the screen:

- Flying the screen by attaching several tie lines to the top of the screen, passing these over the top of the frame and using them to pull the screen into place.
- Unrolling the screen vertically across the front of the frame.

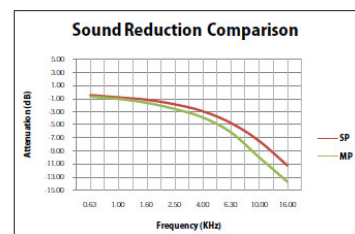
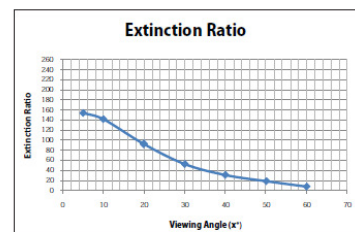
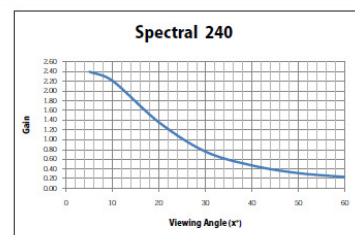
Using one of these methods, the screen surface is loosely attached to the top of the frame. After this, the top of the screen is fully attached to the top lacing bar by working from the centre out using each eyelet.

The lower edge of the screen should then be laced from the centre outwards, applying sufficient tension to pull the screen flat. Typically, the screen can be stretched up to 5% of its height at ambient temperature of 20/24°C-68/75°F using sisal cord lacing. Side lacing should be from the top down and sufficient to remove the flutes. Excessive side tension should be avoided, particularly on a curved frame, as it will result in straightening of the screen across the curve (belly).

Springs or elasticated ties are not recommended to install Harkness surfaces. The above method can be used for both lace-in and for wrap-round frames. Normally, two people are sufficient to install a screen.

Care and Maintenance

The general environment where the screen is installed should be kept reasonably clean to avoid dirt and dust build-up. Screens can be periodically cleaned using a soft brush or cloth, doing this vertically with limited pressure. Screens can be cleaned using a damp cloth wetted with water and a mild detergent. Under no circumstances should screens be cleaned with abrasive materials or harsh chemicals such as acids, bleaches or solvents. Harkness Screens is not liable for damage caused to screens through the use of inappropriate cleaning methods or chemicals.



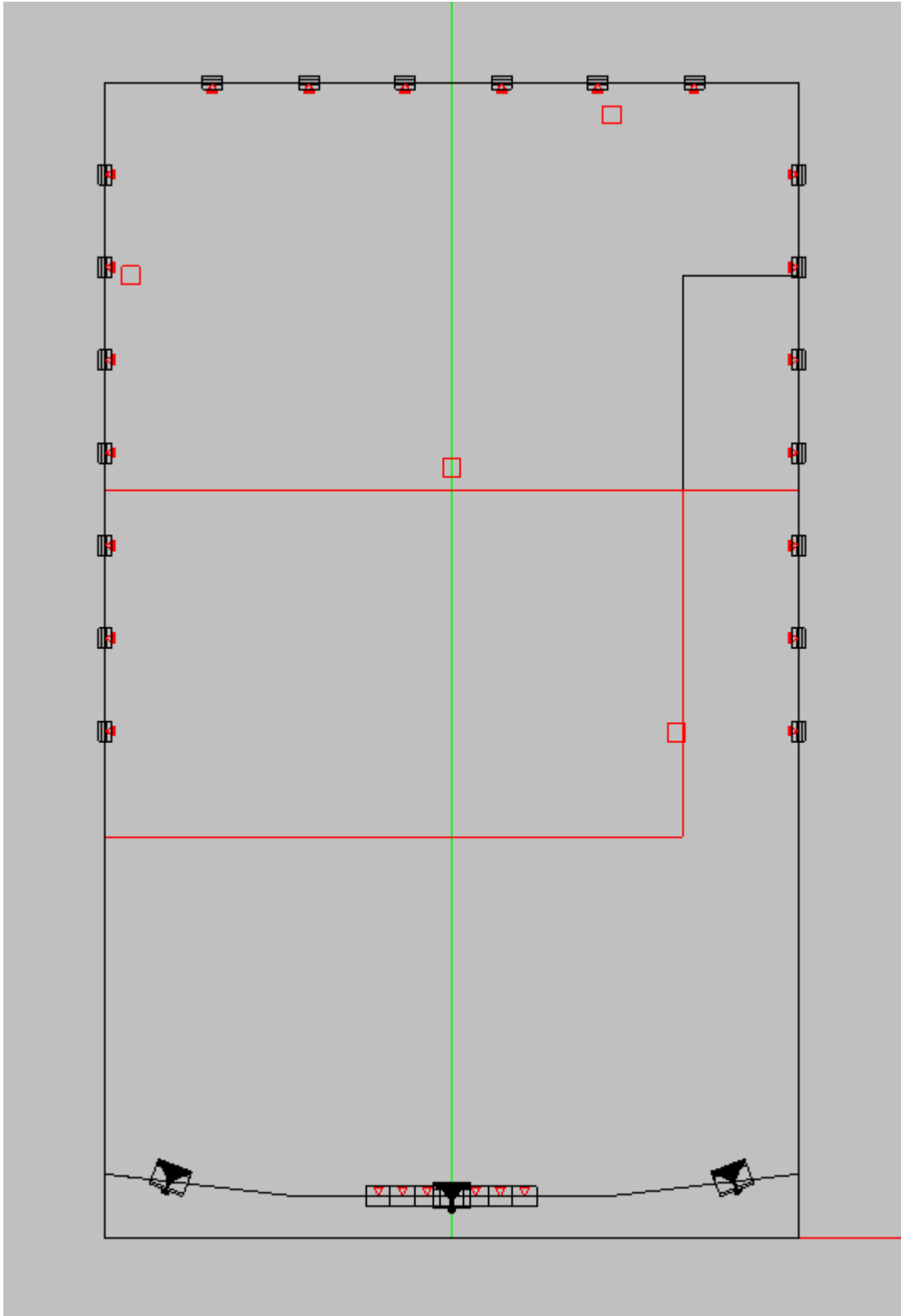
In the interest of product enhancement, Harkness Screens reserves the right to introduce modifications or alterations without notice.



UK: +44 (0)1438 725 200 | USA: +1 540 370 1590
 FR: +33 238 979 776 | CN: +86 106 202 3923
 Email: sales@harkness-screens.com | Web: www.harkness-screens.com

PLANOS

1. PLANTA



2. PERFIL

