



EQUIPSON[®] S.A.

PROPUESTA SONORIZACIÓN DE ESTADIO DEPORTIVO

PLANTEAMIENTO

Proyecto

El siguiente proyecto trata la sonorización del estadio de fútbol planteado por el cliente, del cual, después de recoger toda la información pertinente, se pretende realizar la distribución de diversas fuentes sonoras de forma que el sistema diseñado sea capaz de cumplir una serie de requisitos y estándares de calidad. Se proponen pues, a continuación, sistemas de sonido concretos del fabricante WORK PRO en su serie WFS diseñada específicamente para sonorización de grandes espacios en intemperie.

El proyecto requiere de parámetros de calidad tales como la buena distribución del sonido para toda la zona de audiencia, situada evidentemente en las graderías, pero también es demandado sonorizar la zona del terreno de juego para posibilitar la realización de pequeños eventos que requieran refuerzo sonoro de voz. Otro de los conceptos que es requerido es la buena inteligibilidad de la palabra para toda el área de audiencia. El parámetro más importante, que asegurará el cumplimiento de los requisitos, es tener un nivel de presión sonora equivalente de alrededor de 90 dB SPL con una cobertura lo más uniforme posible. Además, se pretende conseguir un espectro sonoro ancho que posibilite la reproducción musical en momentos puntuales.

La propuesta se basa completamente en los resultados de los estudios realizados con el software de simulación acústica EASE en donde es posible relacionar los parámetros espaciales, parametrizando cada uno de los cerramientos con sus características acústicas, con fuentes sonoras modeladas para este software que emulan los sistemas de sonido reales. Los resultados se muestran en forma de mapeado sobre el área de audiencia.

Se adjuntan, finalmente, todo el pliego de condiciones referente a planos y datos utilizados para la consecución del proyecto, además de toda la documentación técnica del material propuesto, así como un presupuesto de los elementos necesarios y recomendados para la correcta difusión del sonido en este recinto concreto.

Material recomendado

La propuesta de sonorización que se describe en este trabajo está realizada con las fuentes sonoras WFS 10 CX. Se plantea una propuesta inicial de 4 fuentes sonoras con algunas variaciones también estudiadas. La elección de esta fuente es debido a diferentes motivos:

Sistema 2 vías de alta sensibilidad, diseñado para tiradas de distancias medias-largas
Fabricado en fibra, es resistente a los cambios en la climatología y el paso del tiempo
Dispersión controlada de 90° en la mayor parte de su banda útil.

Debido a las largas tiradas de cable requeridas, se va a utilizar línea de 100 V, pues el WFS 10 CX dispone de un transformador de 120 W para este cometido. Por tanto, se propone un amplificador WORK PRO PA 5000 que ofrece 480 W en línea de 100 V para abastecer a las 4 fuentes previstas. En caso de requerir de fuentes extra, se puede utilizar un amplificador PA 1000 para cada fuente, pues ofrece 120 W en línea de 100 V.

Se recomienda, además la inclusión de un procesador de sonido WPE 26N, para el ajuste del sistema una vez instalado mediante el software WorkCAD (matriz, filtrado, ecualización, limitadores/compresores, etc.)

RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES

Como se ha introducido anteriormente, se ha utilizado el software EASE para el mapeado de las áreas de audiencia, reconociendo de una manera fácil e intuitiva el correcto cumplimiento de los cánones marcados.

Las dimensiones del terreno de juego son de 90x45 m, quedando las graderías a ambos lados del estadio. Se parte de 4 postes de iluminación para situar las fuentes sonoras a una altura determinada y con una inclinación concreta. Se utiliza el archivo .gll corresponsiente al WFS 10 CX para la simulación a partir de estas fuentes con sus respectivas características

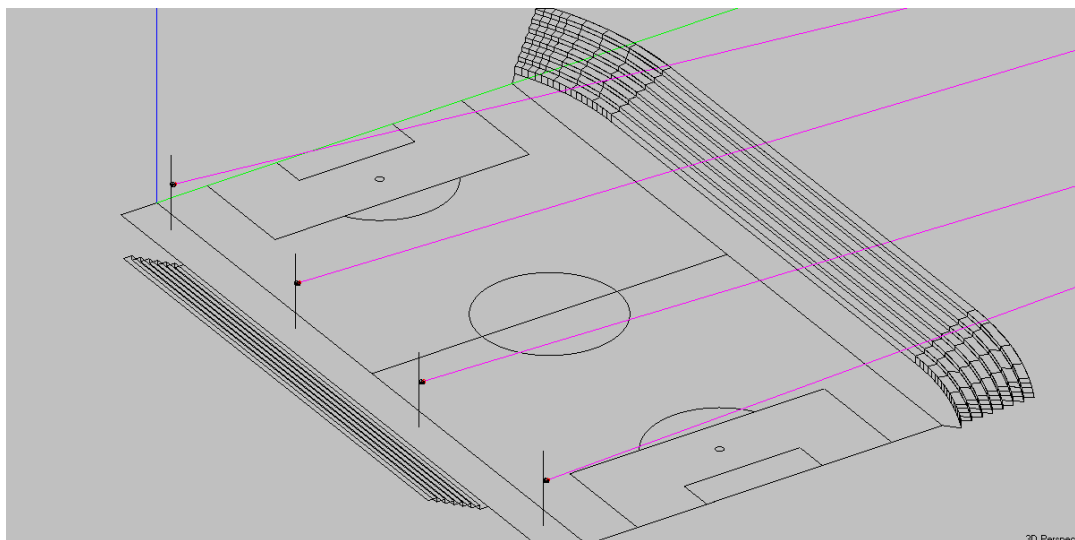


Figura 1. Vista general del proyecto en su ventana de edición

Nºfuente	Altura	Orientación Horizontal	Orientación Vertical
1	6	5°	-2°
2	6	0°	-2°
3	6	0°	-2°
4	6	-5°	-2°

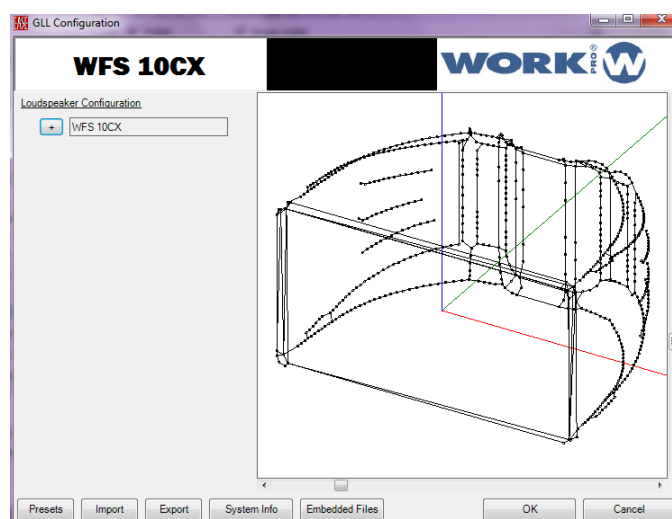


Figura 2. Archivo .gll insertado en el proyecto. Este archivo contiene toda la información del sistema WFS 10 CX y modela la fuente virtual

Se realizan diversos mapeados para corroborar cada uno de los parámetros comentados:

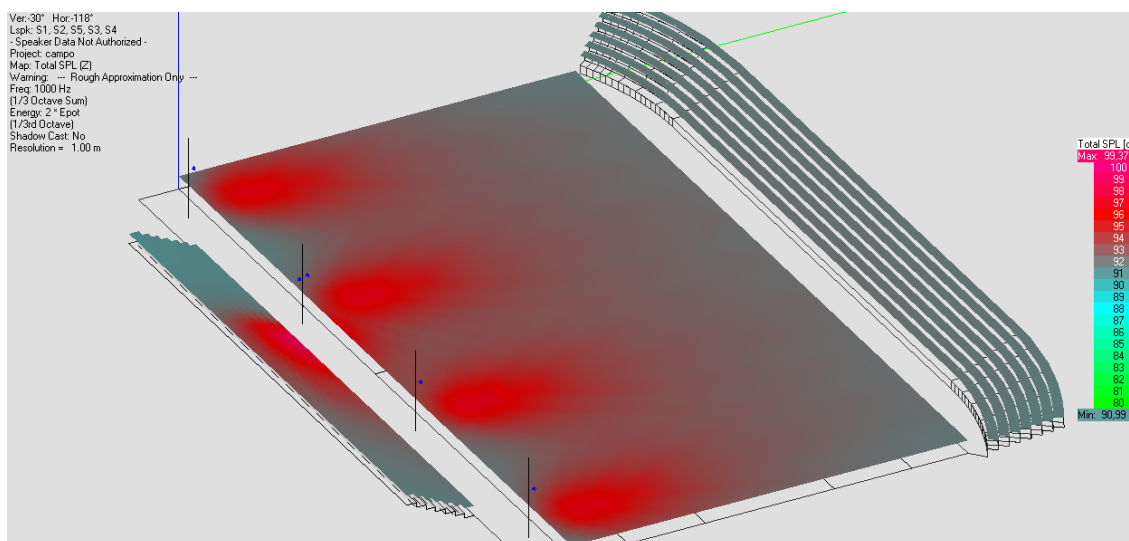


Figura 3. Vista general 3D del mapeado de SPL total

Distribución del sistema

Para cerciorarse de la correcta colocación y angulación de las fuentes sonoras, se mapea el sonido directo que llega a las distintas zonas de audiencia. Es importante insistir en que es sonido directo, sin influencia de las reflexiones que se puedan dar en suelo y graderías, pues es más fácil observar la correcta distribución sonora. Se muestra el mapeado para distintas bandas de frecuencia que cubren la (400, 800, 1600 y 3150 Hz)

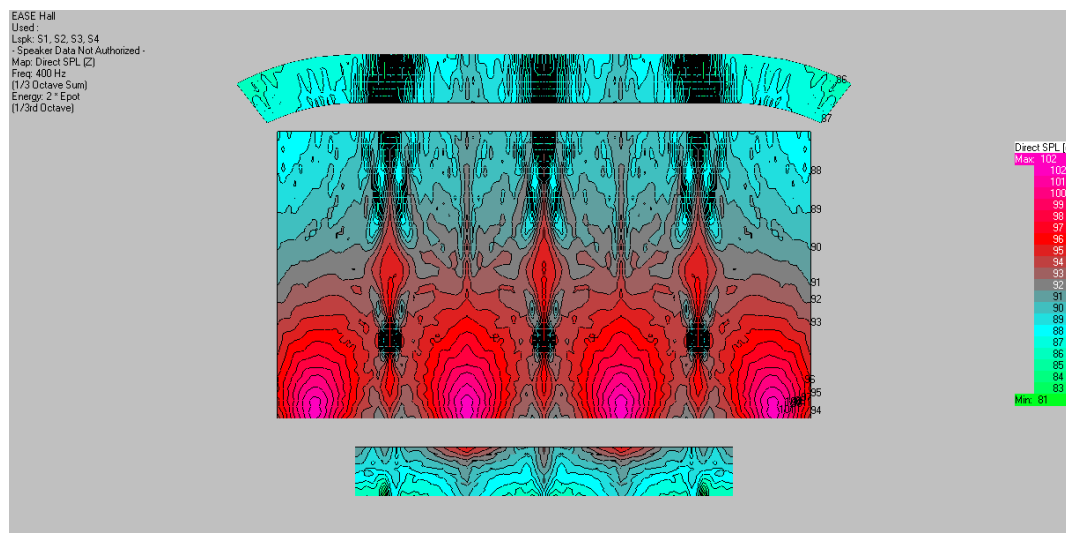


Figura 4. Sonido directo @ 400 Hz

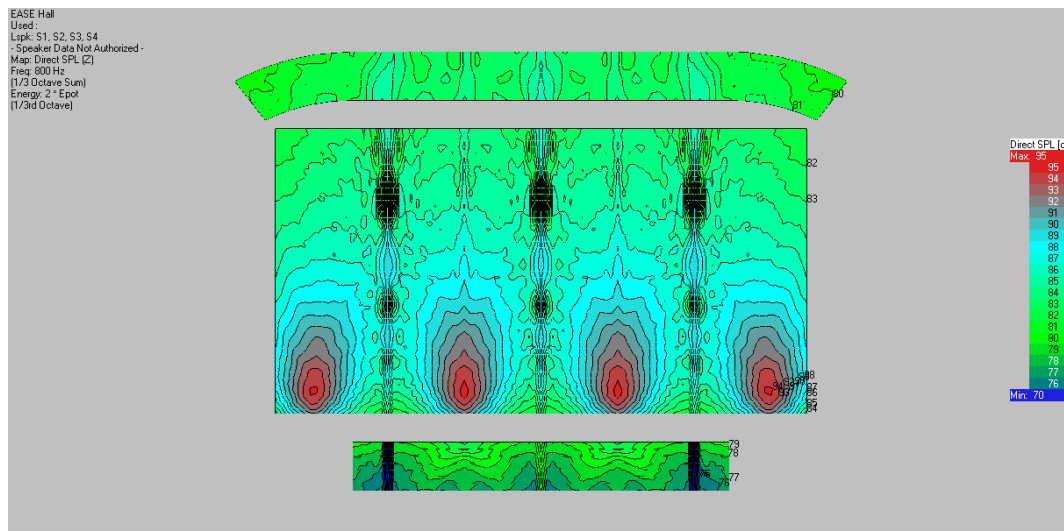


Figura 5. Sonido directo @ 800 Hz

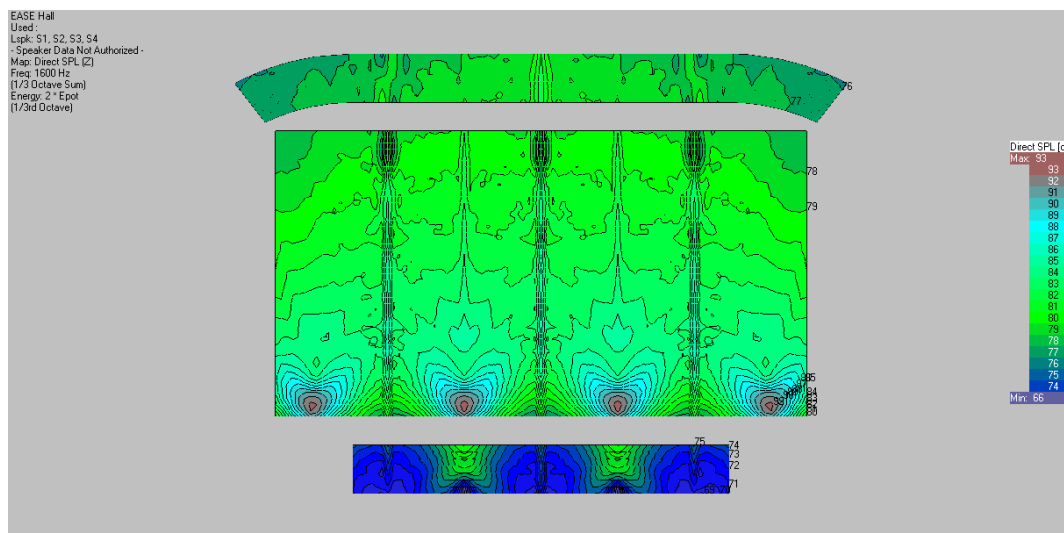


Figura 6. Sonido directo @ 1.6 kHz

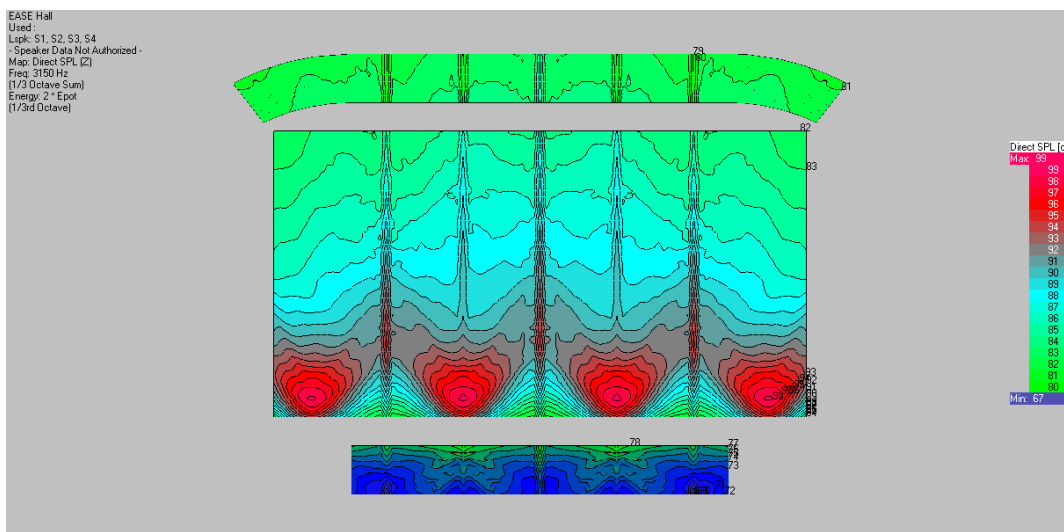


Figura 7. Sonido directo @ 3.15 kHz

Se estudia, además, las zonas de solapamiento de fuentes, observando que solo se cruzan hasta 3 fuentes en una pequeña zona de la gradería. Cuantas menos fuentes superpuestas, más distribuido será el sonido.

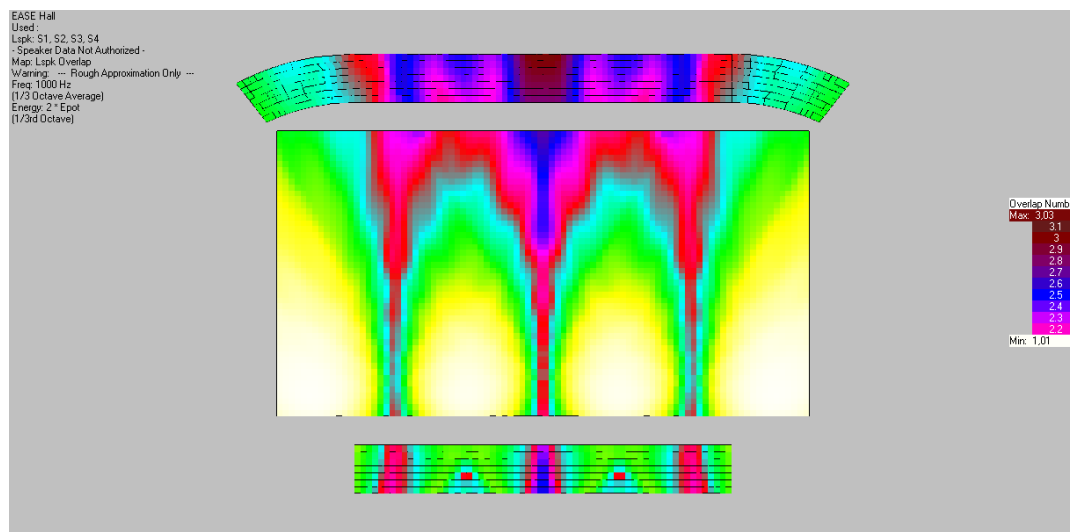


Figura 8. Zonas de solapamiento de fuentes

A partir de los resultados de los mapeados, se puede intuir que existe una buena distribución en las distintas áreas de audiencia. Como excepción, en la gradería que queda detrás del sistema de megafonía, queda una sombra importante, sobre todo en frecuencias altas. Se propone añadir una fuente más, aunque lo ideal sería añadir dos fuentes más situadas en los postes centrales. Se puede intuir fácilmente como mejora el nivel de presión sonora en esta zona.

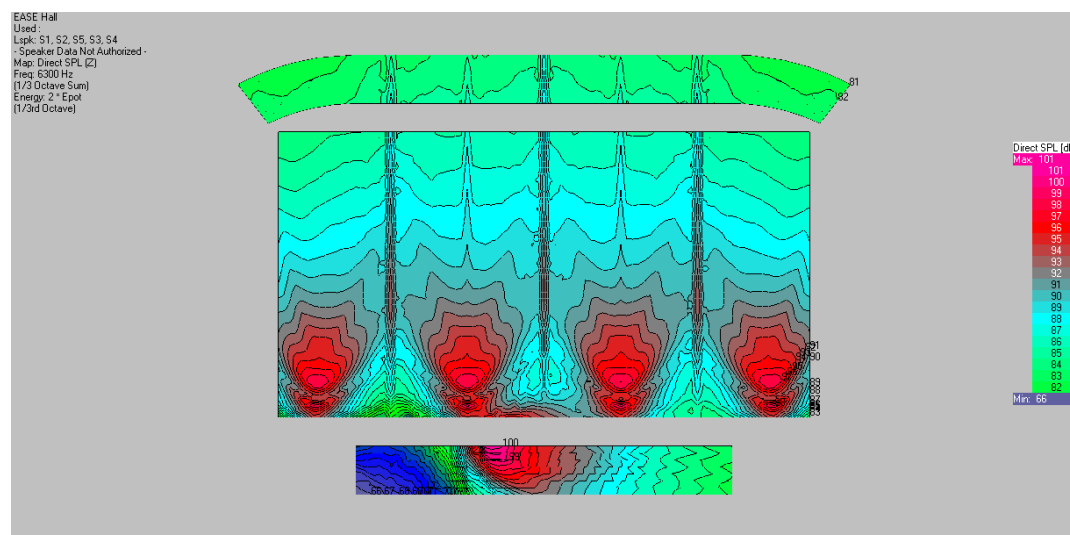


Figura 9. Propuesta con 5 fuentes. Sonido directo @ 3.15 kHz

Nivel de presión sonora total

Una vez corroborada la buena distribución mediante el sonido directo, se modela el recinto añadiendo las características de los materiales con los que ha sido construido el estadio. Básicamente, se ha modelado las graderías combinando el hormigón de las propias gradas con coeficientes de absorción de público sentado. El terreno de juego ha sido modelado con coeficientes de absorción correspondientes a la hierba.

Se mapea, entonces, el nivel de presión sonora total, teniendo en cuenta todas las reflexiones. Se encuentra, por tanto, un escenario mucho más homogenizado y con menor pérdida de nivel de presión en las graderías más lejanas debido a la contribución de las reflexiones del suelo. Este es el mapeado más realista que encontramos en el proyecto y que muestra cómo se encuentra todo el área de audiencia en alrededor de los 91 dB SPL con una desviación de ± 3 dB aproximadamente.

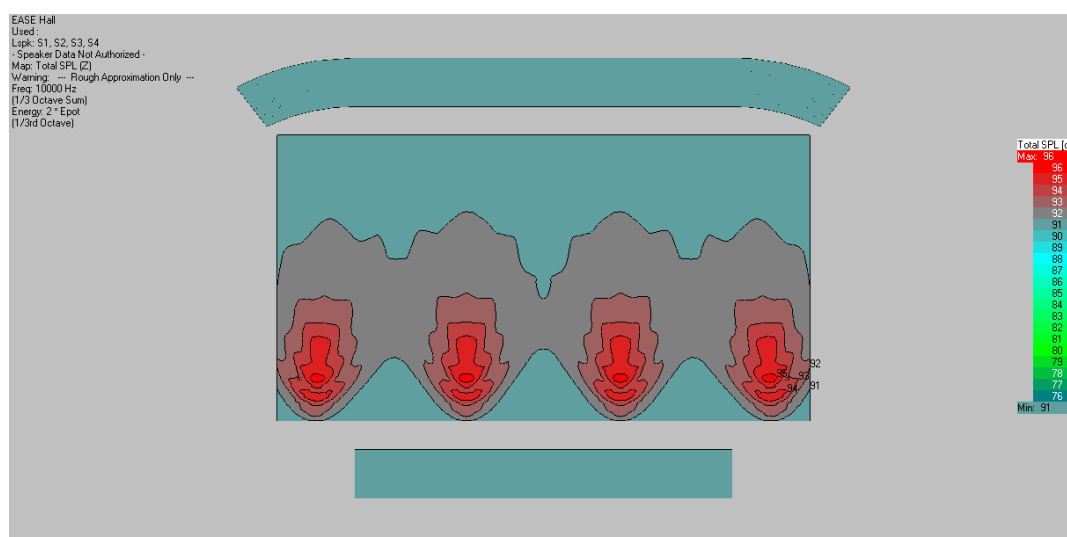


Figura 10. Nivel de presión sonora total @ 1 kHz

Fue petición del cliente también plantear la opción de poder sonorizar el espacio con tan solo dos fuentes. Se ha procedido a reubicar y reangular las fuentes de forma que se pueda distribuir de la mejor forma posible. Se estudia, además, la opción de colocar dichas fuentes en los postes exteriores o en los interiores. Obviamente, el nivel de presión sonora queda en aproximadamente 86 dB ± 3 dB.

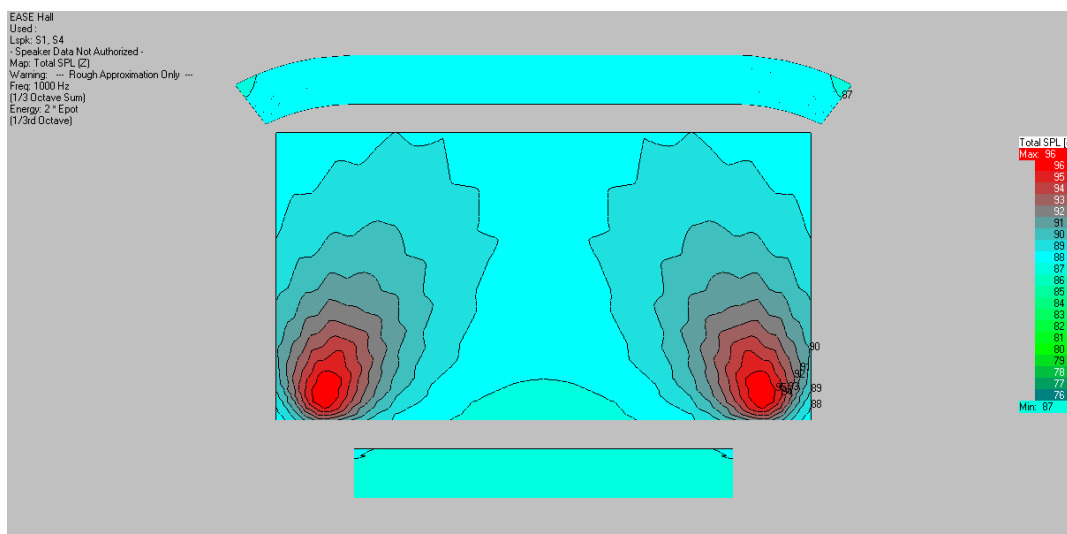


Figura 11. Propuesta con dos únicas fuentes colocadas a los extremos del estadio

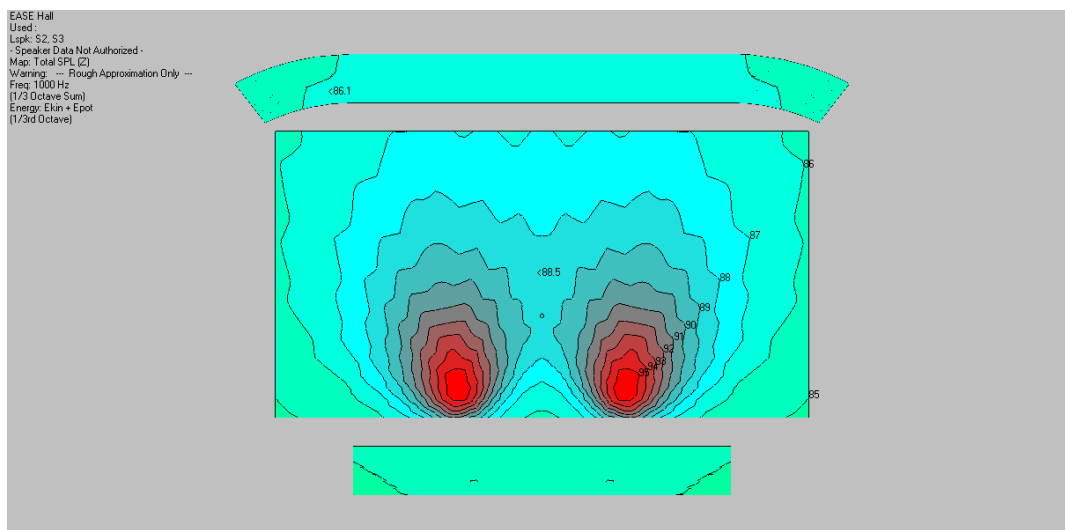


Figura 12. Propuesta con dos únicas fuentes colocadas al centro del estadio

La respuesta en frecuencia media de la instalación muestra que existe un amplio rango de frecuencia con el nivel de presión comentado, haciendo el sistema muy válido para aplicaciones de voz incluso para aplicaciones puntuales de reproducción musical.

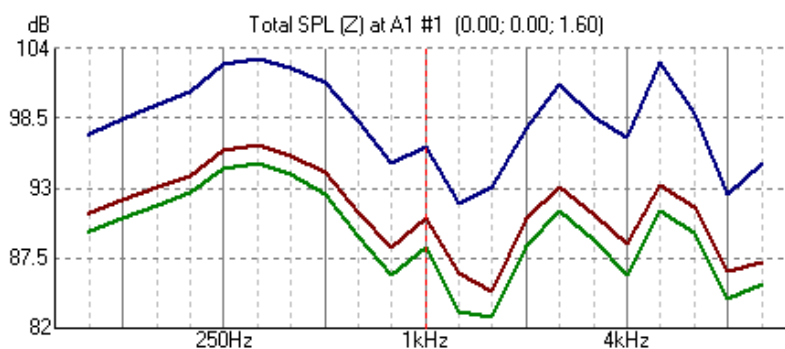


Figura 13. Por bandas de frecuencia, Nivel de Presión Sonora Máxima (Azul), Media (marrón) y Mínima (verde)

Índice de inteligibilidad

El índice de inteligibilidad utilizado es el %Alcons (Pérdida porcentual de articulación de las consonantes), que mide el valor medio porcentual de consonantes que no pueden llegar a entender los oyentes de un recinto. Se estudian las consonantes ya que las vocales se consideran innecesarias para el entendimiento de un mensaje.

Óptima	<10%
Buena	10-15%
Regular	15-30%
Pésima	>30%

El índice inteligibilidad tiene en cuenta, básicamente, la relación entre sonido directo y sonido reflejado. Por tanto, para este proyecto, no debe preocuparnos el nivel de inteligibilidad, pues será óptimo (<10% en todo el área de audiencia) por la gran cantidad de nivel de sonido directo, pese al alto nivel de ruido de fondo (70 dB)

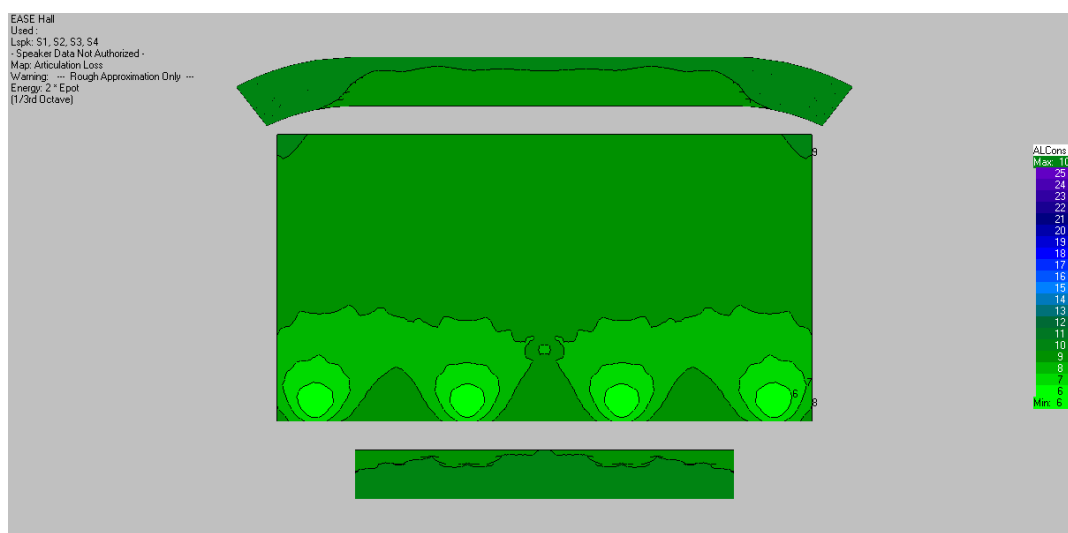
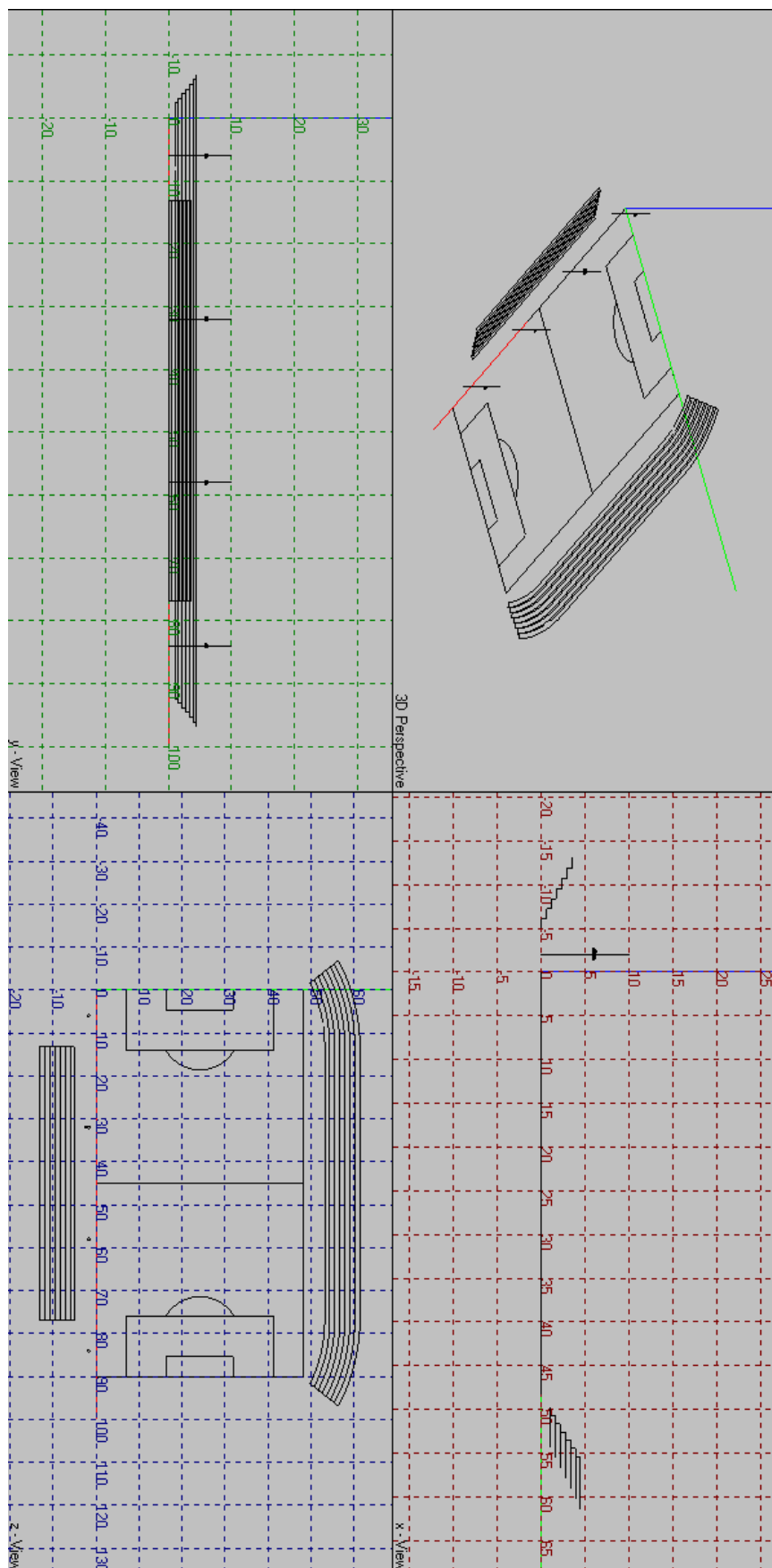


Figura 14. Índice %Alcons de inteligibilidad

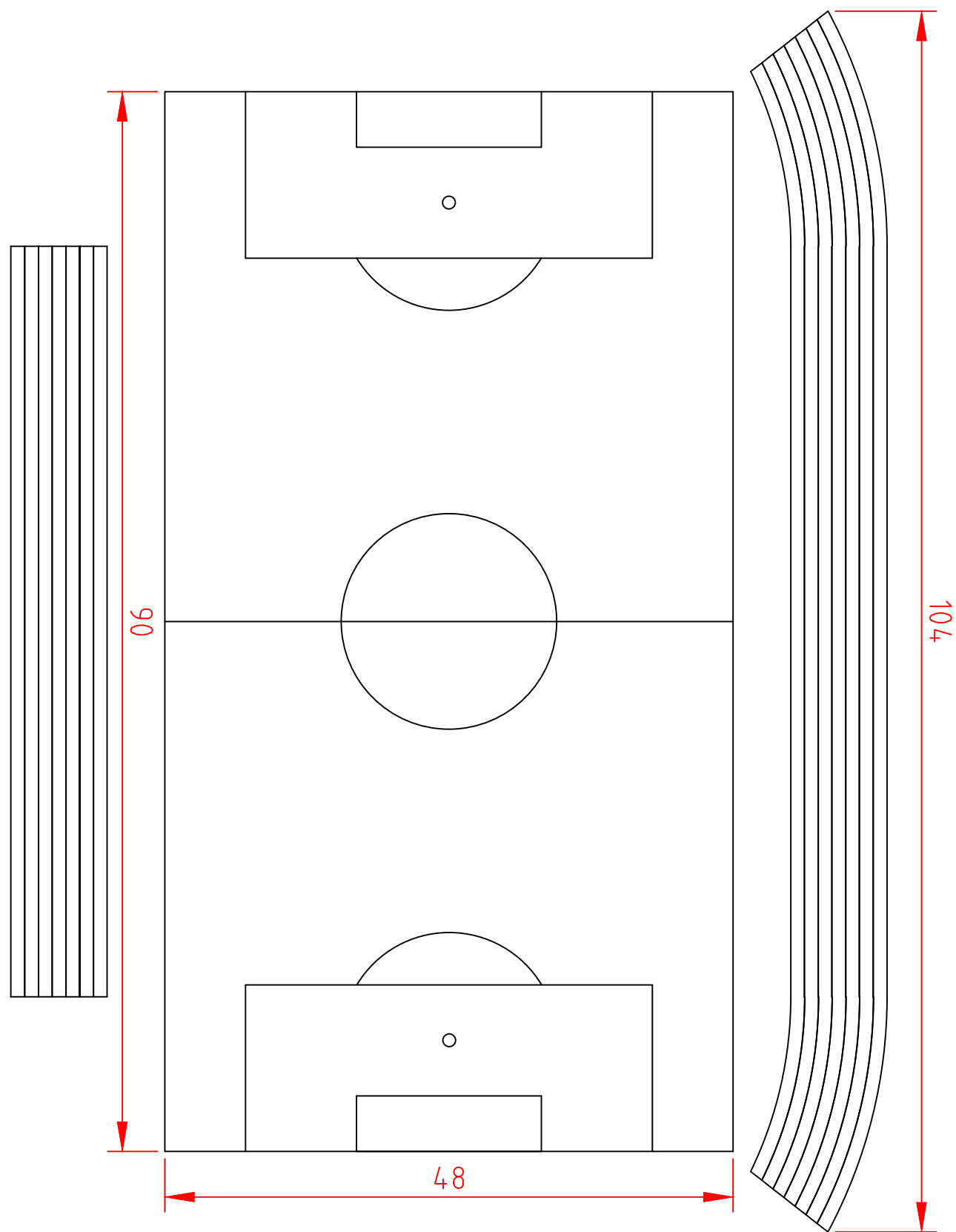
Índice de claridad de la palabra

No se han tenido en cuenta los índices de claridad de la palabra C50 y C80 por ser un espacio abierto y considerarse estos índices para recintos cerrados. No debe haber ningún problema para tener una buena calidad sonora debido a la falta de reflexiones tardías y la gran cantidad de sonido directo, sobretodo en la opción con 4-5 fuentes.

ANEXO I PLANOS



SONORIZACIÓN ESTADIO DEPORTIVO



 PROYECTO: SONORIZACION ESTADIO DEPORTIVO	 Verif.:	Plano: WFS 10 CX		
		Promotor:		
		Doc.: SONORIZ_ESTADIO_DEPORT.pdf		
		Fecha: 10/11/16	Escala:	Nº: 4/6



Avda. El Saler, 14 - Pol. Ind. L´Alteró, 46460 - Silla (Valencia) Spain

Tel. +34 96 121 63 01 Fax + 34 96 120 02 42

www.equipson.es support@equipson.es