

### Una recorrida por las etapas de diseño acústico en Estudio Urbano

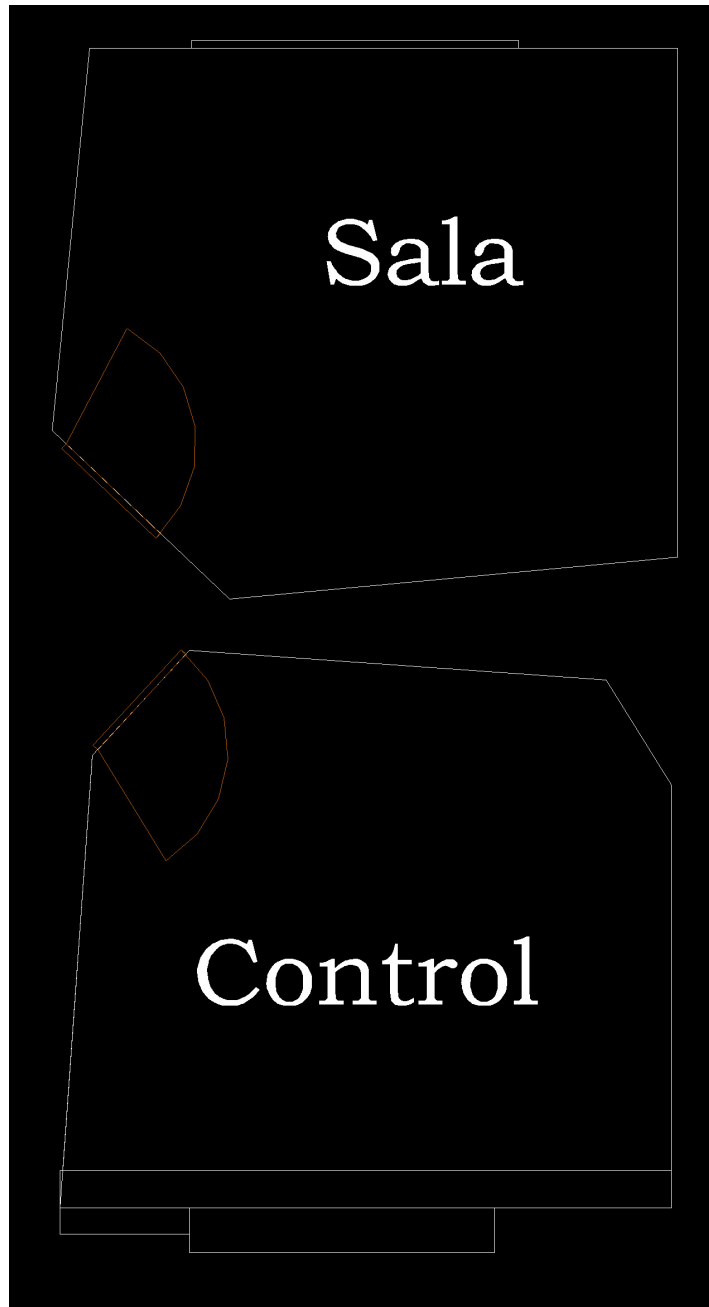
Queridos lectores de Tecnoprofile, voy a tratar de guiarlos a través del desarrollo acústico de una sala y un control para grabación y mezcla de música que tuvo sus lindos desafíos. Digo lindos en virtud de que ofrecieron un atractivo de cálculo y resolución de situaciones, con cierto grado de complejidad.

En primer lugar debería aclarar que todo lo concerniente a este proyecto se basa solamente en el tratamiento interno del estudio. No hubo inferencia en el tema de aislamiento, que ya estaba resuelto con anterioridad.

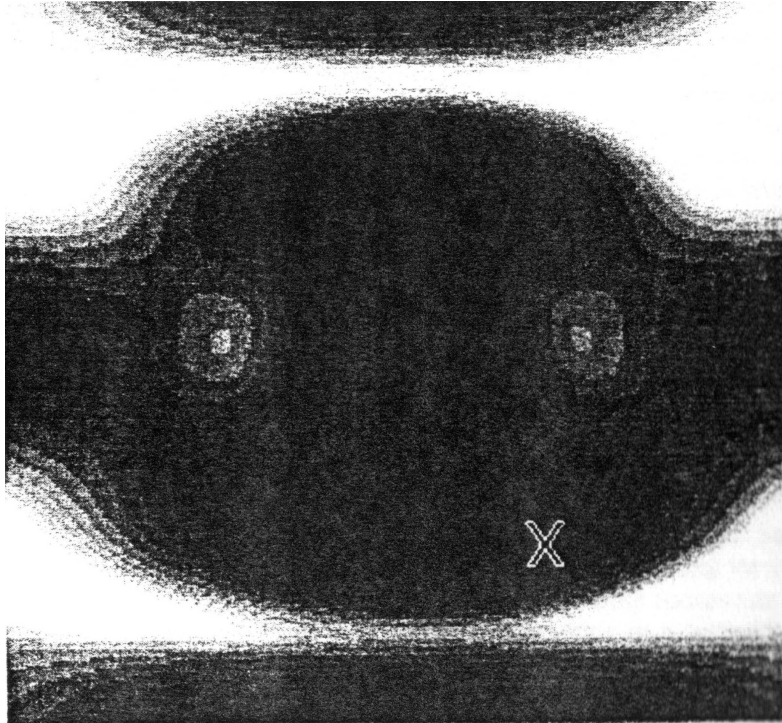
La estructura de la sala y control que había, al momento de empezar con el proyecto, era la que muestra la figura 1.

Como se puede apreciar todas las paredes tienen un ángulo diferente, lo cual sirve para evitar el "flutter eco"<sup>1</sup>, nada más.

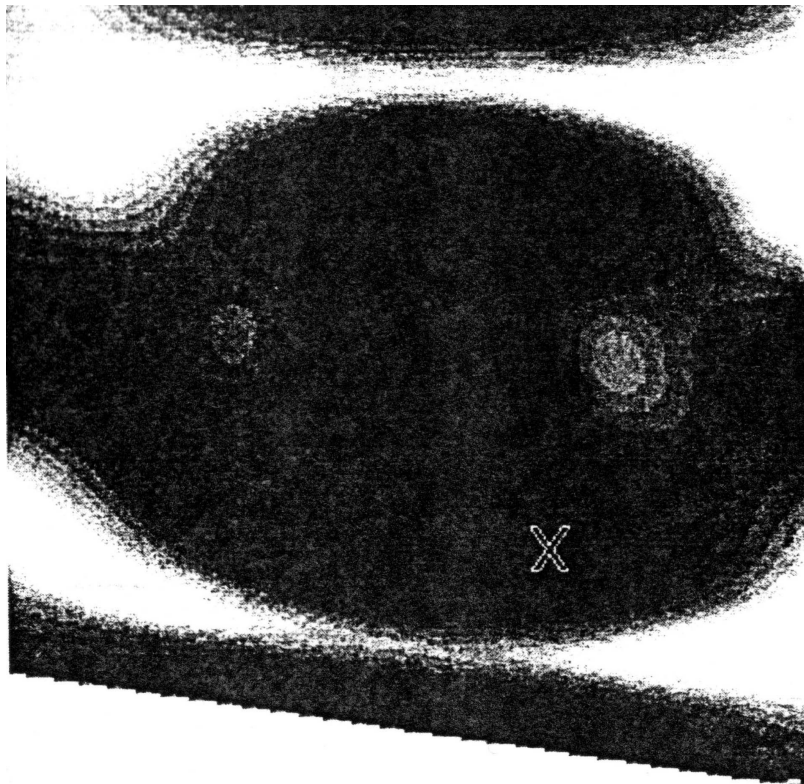
En alguna oportunidad escuché decir que hacer paredes no paralelas evita los modos de resonancia.... Bien, tengo malas noticias, una vez que el sonido se halla confinado, los modos van a estar allí. No se los puede eliminar, salvo que no tengamos paredes!! Piensen que lo que geométricamente no es paralelo, acústicamente sí lo es. Las longitudes de onda involucradas en la zona de modos de resonancia comparadas con las pequeñas diferencias de los ángulos entre paredes, hacen que los valores de frecuencia de los modos cambien tan poco como el ancho de banda de cada modo. Veamos esto con más detalle. Si tengo una distancia entre paredes (paralelas) de 10 m y emito un tono de 70 Hz voy a tener el resultado de la figura 2.



<sup>1</sup> Conocido como "eco flotante". Es el reflejo de la onda sonora contra dos superficies paralelas que se mantiene hasta extinguirse. Si uno emite un sonido rápido (como el chasquido de dedos), la percepción es la de una ráfaga de chasquidos. Piensen en el mismo fenómeno desde la perspectiva de la óptica; cuando colocan dos espejos paralelos, la imagen se repite hasta el infinito (y más allá!!).



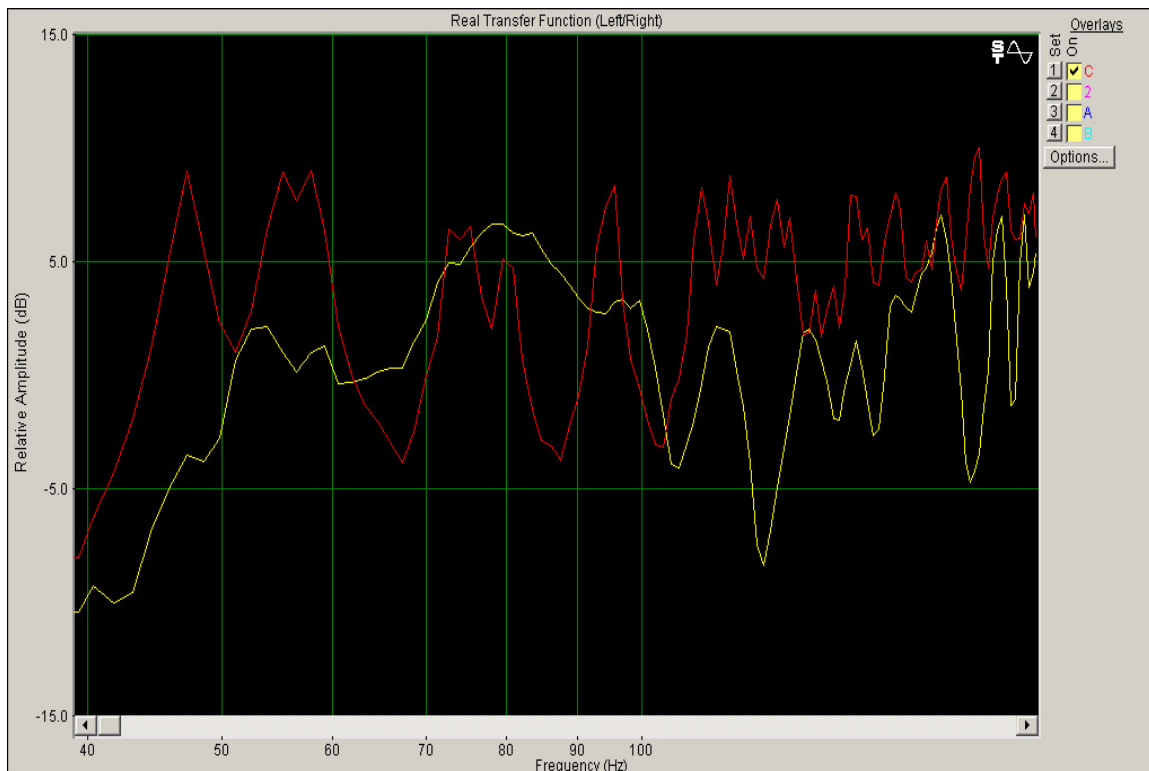
Lo que hago ahora es sacar de paralelismo estas paredes de manera que me quede en un extremo los 10 m originales y en el otro 8,5 m, o sea que, estoy sacando 1,5 m útiles de mi estudio; lo que obtengo ahora es, para el mismo tono de 70 Hz, lo que muestra la figura 3.



Es evidente que el 4º modo axial (70 Hz) se mantiene muy lindo (gozando de envidiable salud), cambiando solamente su distribución (con muy poca diferencia en la disposición de las presiones).

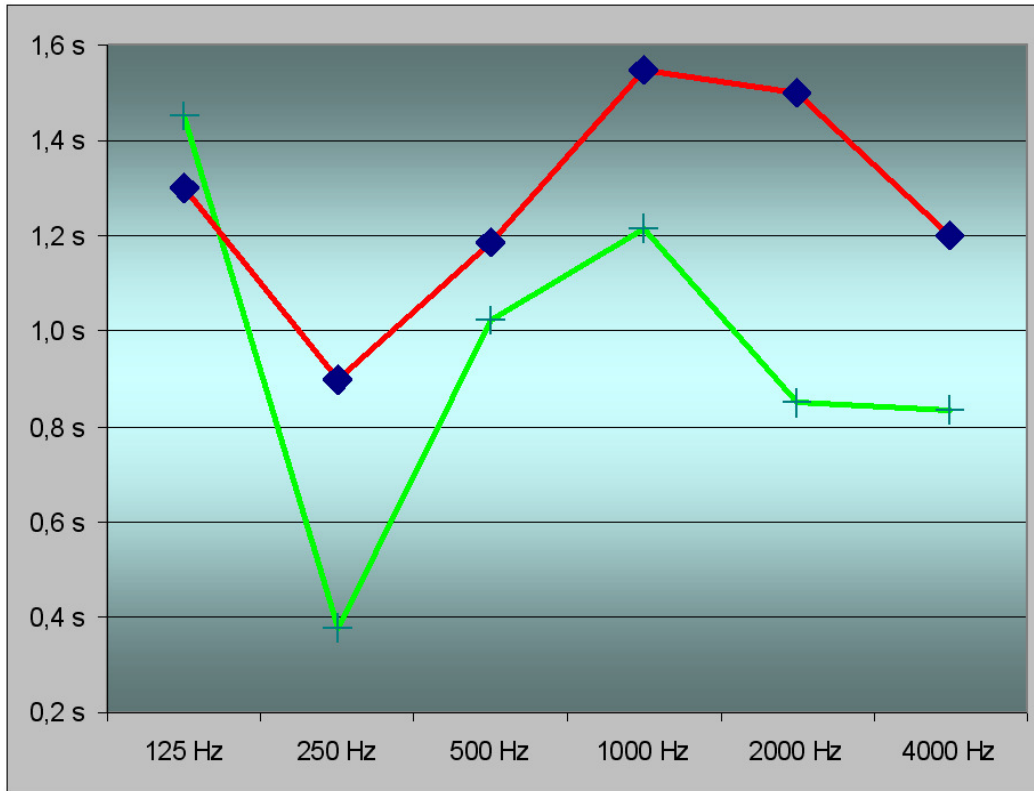
Volvamos nuevamente al proyecto. Toda esta distribución de ángulos en las paredes de la sala no afectaba en nada, en realidad servía al propósito de evitar el flutter eco y hacer que la diseminación de las reflexiones sea dispersa. El problema se presentó en el control, donde por lógica necesito simetría y desgraciadamente no la tenía. Había que fabricarla y ubicar todo de acuerdo a la nueva situación.

Sigamos con el análisis de la sala. Lo primero que habría que verificar era ver cómo se comportaba en la zona de los modos (bajas frecuencias). El gráfico de la figura 4 muestra dos curvas: la amarilla se obtuvo por medición en el lugar y la roja es la que surge del análisis por software dentro del rango que va desde 40 Hz hasta 200 Hz. Es importante, al menos para mí, ver que los resultados obtenidos sean lo más similares posibles. Si las diferencias son mínimas me aseguro que todo lo anticipado, mediante este método, dará buenos resultados posteriormente.



Se puede apreciar que las diferencias máximas en este rango está en el orden de los 5 dB, buenos augurios!!. Ajeno a la capacidad de prever los resultados, se puede observar que no hay grandes complicaciones debido a los modos de resonancia. Por lo tanto no será necesario realizar nada más al respecto. Estamos en condiciones de seguir adelante con las etapas posteriores, específicamente el RT60 (tiempo de reverberación); y en este caso dadas las dimensiones del lugar, el tipo de música a grabar y las necesidades de cierta neutralidad optamos por un valor de 0,4 s (entre 250 Hz y 1 kHz).

Para verificar que los cálculos posteriores estén dentro de los valores que se pretenden, calculamos el RT60 original, es decir antes de colocar los materiales para control del tiempo de reverberación. Se realizó una medición que arrojó los valores que se ven en la figura 5 con trazo de color verde y la cotejamos con la calculada mediante software de predicción (trazo color rojo). Las diferencias nuevamente nos predicen que todo va a funcionar (con cierto margen de tolerancia) de acuerdo a lo que calculamos, entonces manos a la obra.



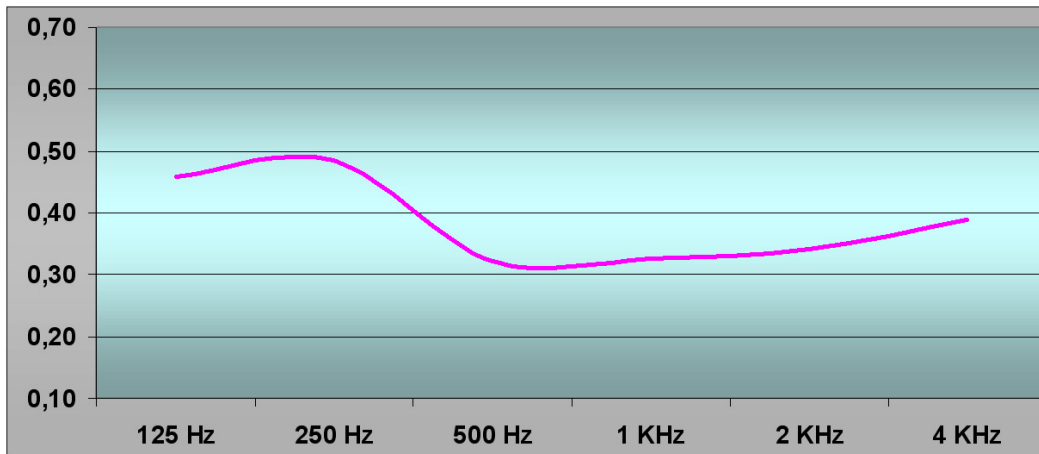
Por cuestiones que se relacionan con facilidad de construcción, necesidad de reflexiones difusas, estética, ligereza (muy importante donde las paredes no pueden soportar mucha carga, como en este caso), etc.; normalmente opto por trampas de tipo resistivas<sup>2</sup> con un espesor de 10 cm. Las dimensiones finales dependerán de los requisitos propios del cálculo. El resultado final obtenido nos demanda la cantidad de trampas con sus detalles que figuran en la siguiente tabla.

Cantidad y detalle de trampas resistivas				
Pared 1	2	de	0,30 m	x 2,00 m
	2	de	0,30 m	x 1,00 m
Pared 2	3	de	0,30 m	x 2,00 m
Pared 3	2	de	0,30 m	x 2,00 m
	2	de	0,30 m	x 1,00 m
Pared 4	3	de	0,30 m	x 2,00 m
Techo	4	de	0,60 m	x 2,20 m

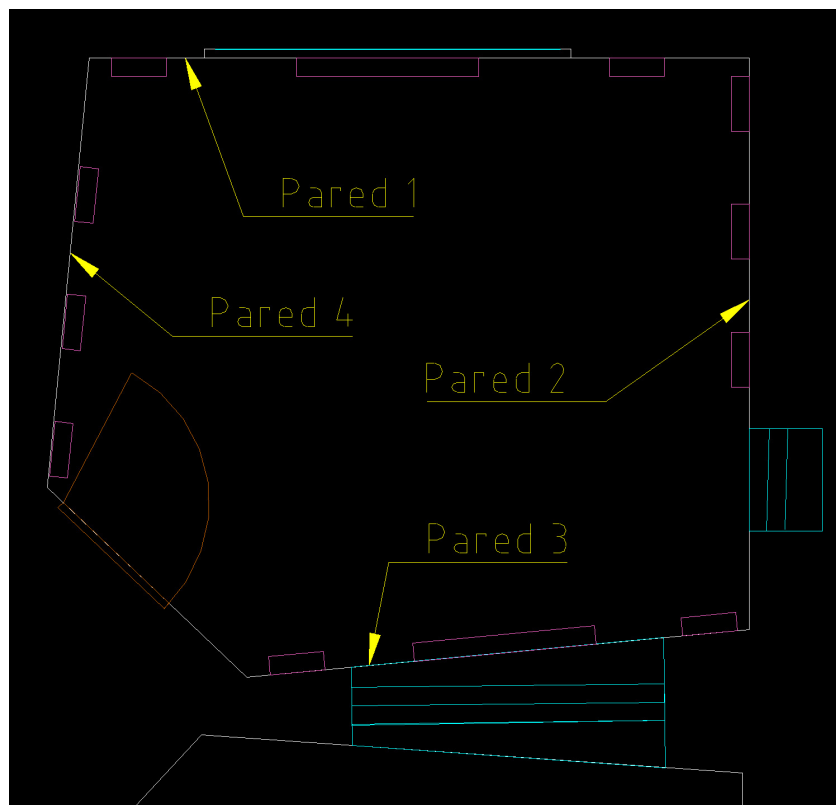
<sup>2</sup> Las trampas resistivas son simples bastidores de cualquier material como: madera, chapa, multilaminado fenólico, MDF®, Durlok®, plástico, etc. que contienen a un elemento absorbente como lana de vidrio, lana mineral, estopa, poliuretano expandido, pluma de aves, pelo de animales, etc. Normalmente van cubiertas con tela para evitar que la lana de vidrio se escape y por cuestiones estéticas. El término resistivo hace referencia a que su principio de absorción se basa en transformar la energía sonora en calor.

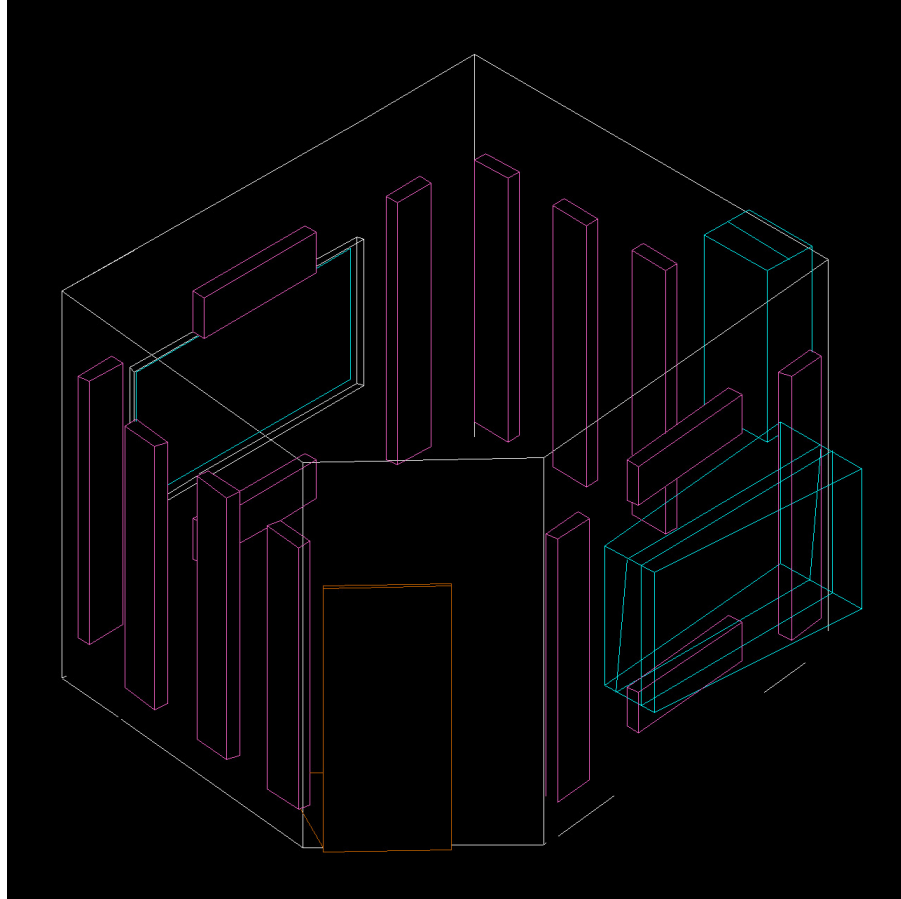


El resultado final de colocar estas trampas será el que muestra la figura 6. Con un valor en el rango de 250 Hz a 1 kHz de 0,38 s.

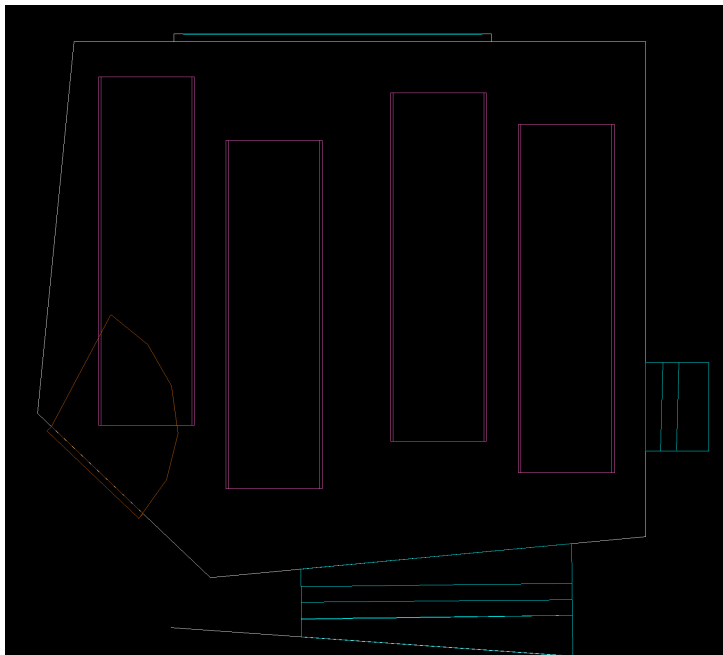


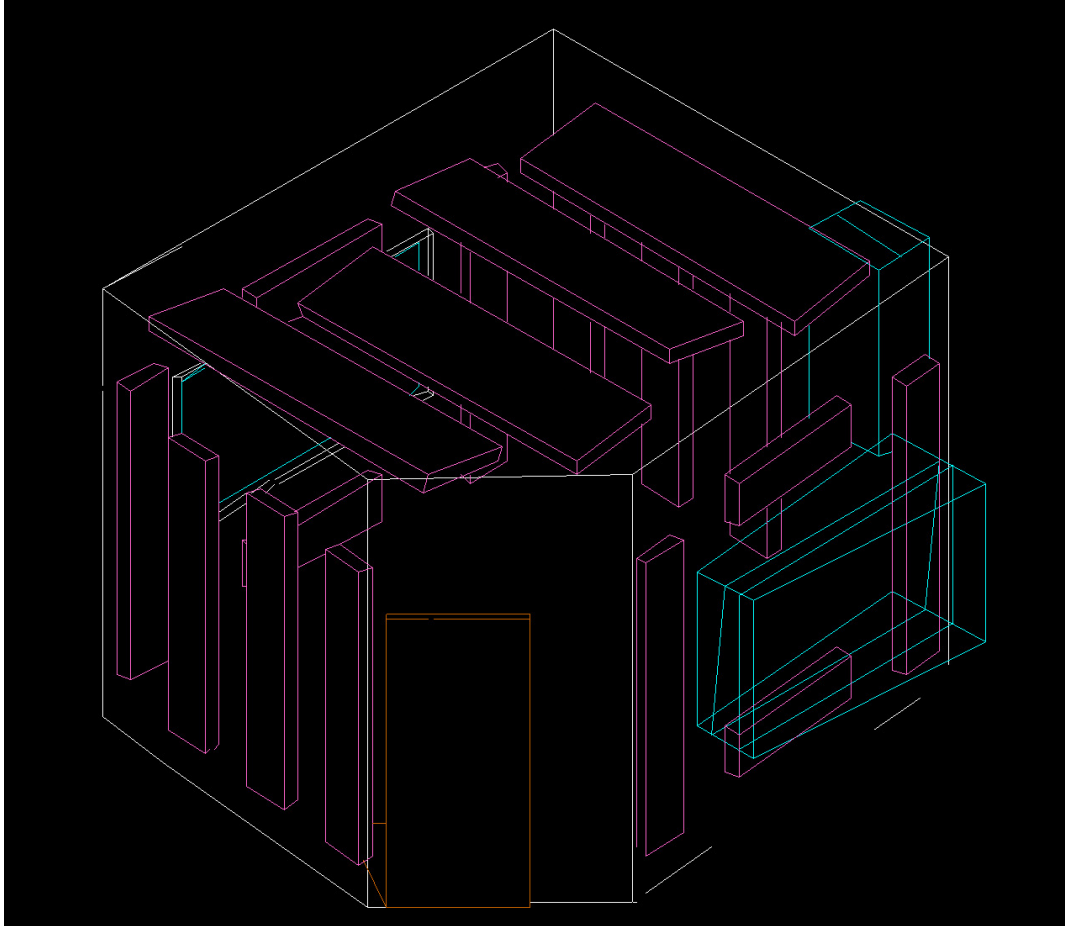
Lo que queda por hacer ahora tiene que ver con la distribución de las trampas y para eso no hay nada mejor que el sistema de los "enfrentados distintos". Este sistema simplemente nos indica que si en la pared enfrentada tengo absorción en la que estoy debo tener reflexión. Digámoslo de otra manera, se van enfrentando superficies que reflejan con las que absorben. Esa es una de las razones para tener trampas finas (30 cm de ancho) y largas (2 m de longitud). Una forma de obtener difusión es mediante esta secuencia de absorción – reflexión logrando así una red de gradiente de absorción. Si bien el rendimiento final será menor que el de los difusores de gradiente de fase, el ancho de banda es mucho más grande. La distribución final de las trampas en las paredes quedó como indica la figura 7. Esta es una vista de planta con dicha repartición. Las líneas de color celeste muestran las ventanas y pecera, las de color rosa las trampas vistas de arriba. La figura 8 muestra la misma distribución vista en perspectiva.





Nos resta ahora el techo que tiene una superficie cubierta de 51% con absorción . La vista superior es como la que vemos en la figura 9. El resultado total se ve en la figura 10 desde la perspectiva.





Se puede distinguir que las trampas del techo no están pegadas al mismo y tienen un pequeño ángulo que nos garantiza un incremento del coeficiente de absorción hacia la zona de bajas frecuencias y mayor difusión del sonido.

Todavía falta el control y algunos detalles más que iremos viendo en las futuras fichas de sonido. Espero que haya sido de utilidad para ayudar en el diseño o mejora de vuestros estudios. Todas las dudas que tengan al respecto serán bienvenidas y si quieren ver el lugar los invito para el próximo 8 de diciembre que es donde se realizará el evento de fin de año de AES Argentina.

Nos encontramos la próxima, muchos éxitos y buenas grabaciones.

Indio Gauvron [In\\_dio\\_ar@yahoo.com.ar](mailto:In_dio_ar@yahoo.com.ar)

### Una recorrida por las etapas de diseño acústico en Estudio Urbano (parte 2)

Queridos lectores de TecnoProfile, en la ficha de sonido anterior comenzamos a ver el desarrollo acústico de la sala de "Estudio Urbano". En esta oportunidad veremos los detalles concernientes al diseño del control; que es para grabación y mezcla de música.

Como dije en la ficha anterior, todo lo concerniente a este proyecto se basa solamente en el tratamiento interno del estudio. No hubo inferencia en el tema de aislamiento, que ya estaba resuelto con anterioridad.

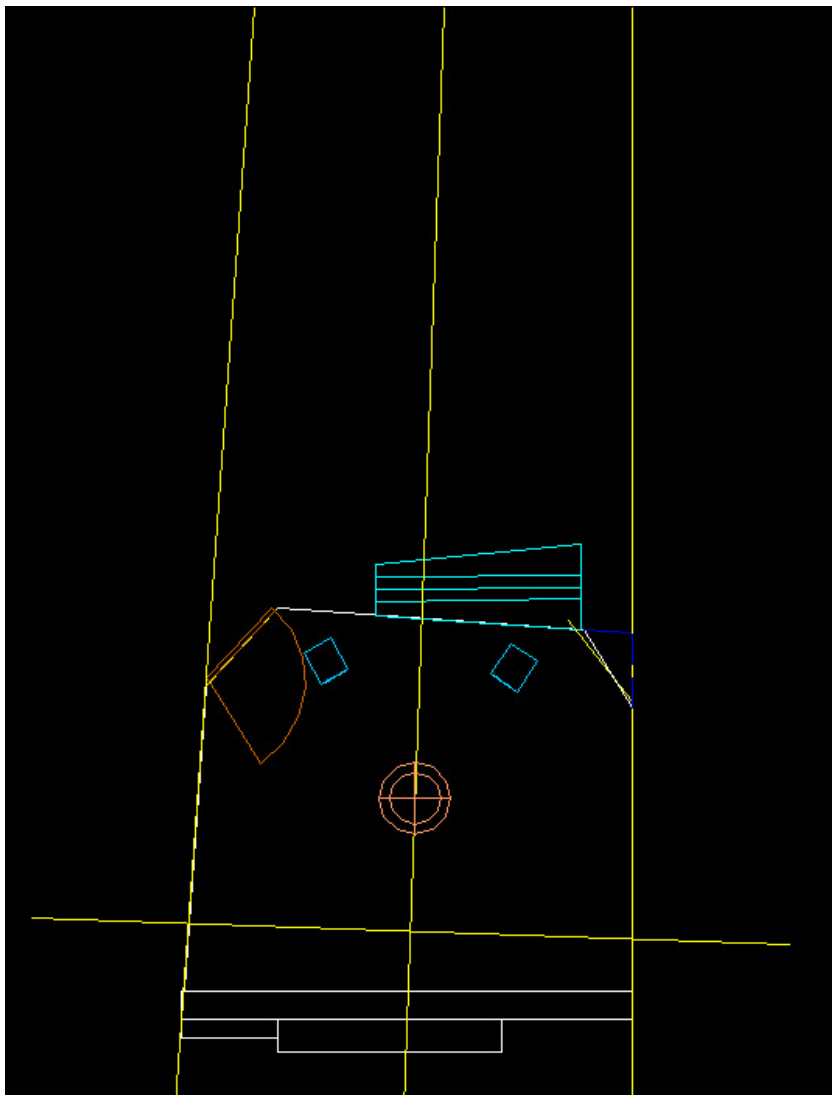
La estructura de la sala y control que había, al momento de empezar con el proyecto, era similar la que muestra la figura 1 (al principio de la nota).

Ya habíamos comentado que el ángulo de las paredes no tenían ninguna influencia en los modos de resonancia, pero sí nos ayudaban, de alguna manera, con el "flutter eco". Uno de los

problemas que se presentó en esta ocasión, debido a estos ángulos, fue el de la simetría del control.

Es un concepto básico que muchos no le adjudican la debida atención. Un control para grabación y mezcla o simplemente oír música (como las salas donde los melómanos escuchan sus discos) debe mantener simetría con respecto al eje oyente-parlantes. No necesariamente debe ser regular, pero, sí simétrico. Dada la disposición de las paredes (con sus respectivas inclinaciones), puerta de acceso y pecera lo que en ese momento estaba vigente era el famoso concepto de: "me cago en la simetría".....

Lo primero que necesitaba era fabricar algo que ayude a conseguir simetría en el control; para eso busqué un eje que cumpla, de acuerdo a los ángulos de las paredes, con ese objetivo. La solución fue extender hacia el infinito las paredes laterales, buscar la intersección y de ella trazar la bisectriz. Con esa base lograda, el resto se distribuyó manteniendo la simetría con ese eje. Se agregó una placa de multilaminado fenólico para compensar la puerta en su extremo espejado al eje y se hicieron las divisiones por dos, tres, cuatro y cinco en el largo y en el ancho para la ubicación de los monitores y el oyente (ver ficha de sonido N° 45 "Modos de resonancia, ondas estacionarias: ¿dioses o demonios?").

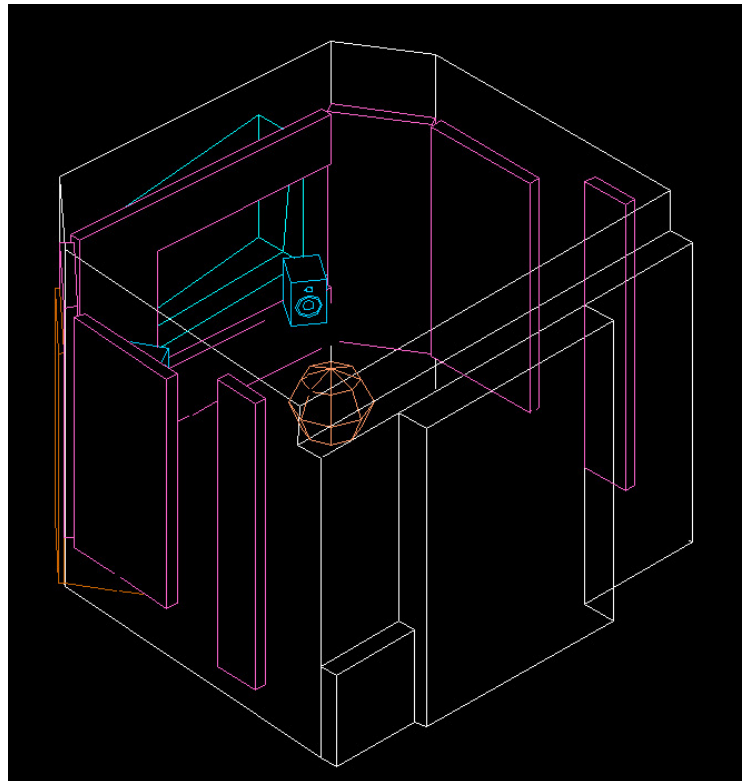


Para los modos de resonancia se hizo una predicción y una medición para corroborar lo calculado; y no había problemas muy grandes a resolver, por lo tanto, no hubo ninguna intervención al respecto.

El criterio de diseño utilizado para la distribución del material absorbente fue el LEDE<sup>3</sup> de Davis<sup>4</sup>. La cantidad de trampas necesarias (todas de tipo resistivas<sup>5</sup>) se calcularon para obtener un RT60 de 0,25 s, llegando a 0,35 s en bajas frecuencias. La cantidad y tamaños finales fueron los siguientes.

Cantidad y detalle de trampas resistivas control				
Pared izq.	1	de	1,00 m	x 2,00 m
	1	de	0,80 m	x 1,60 m
	1	de	0,80 m	x 0,40 m
	1	de	0,40 m	x 2,50 m
Pared frente	1	de	0,43 m	x 2,37 m
	1	de	0,72 m	x 1,00 m
	1	de	0,50 m	x 2,37 m
Pared der.	1	de	0,85 m	x 2,00 m
	1	de	1,00 m	x 2,00 m
	1	de	0,40 m	x 2,50 m
Techo	1	de	0,56 m	x 3,00 m
	1	de	1,00 m	x 3,20 m

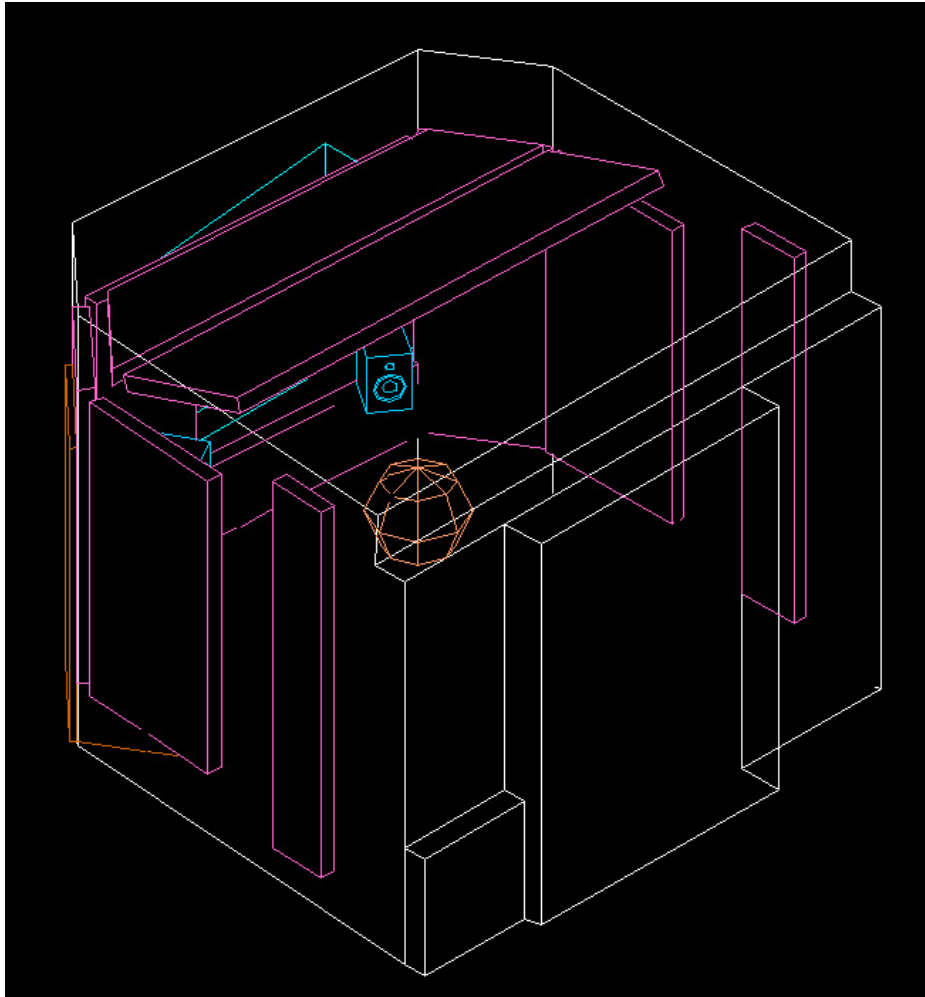
La disposición en el control concluyó como muestra la figura 3 con todas las laterales y la figura 4 mostrando las trampas del techo.



<sup>3</sup> LEDE siglas de: Live End, Death End (extremo vivo, extremo muerto).

<sup>4</sup> Según Davis el extremo muerto (muy absorbente) debe ser el delantero y el vivo (con reflexión) será el trasero.

<sup>5</sup> Ver ficha de sonido anterior donde hay una muy breve descripción.



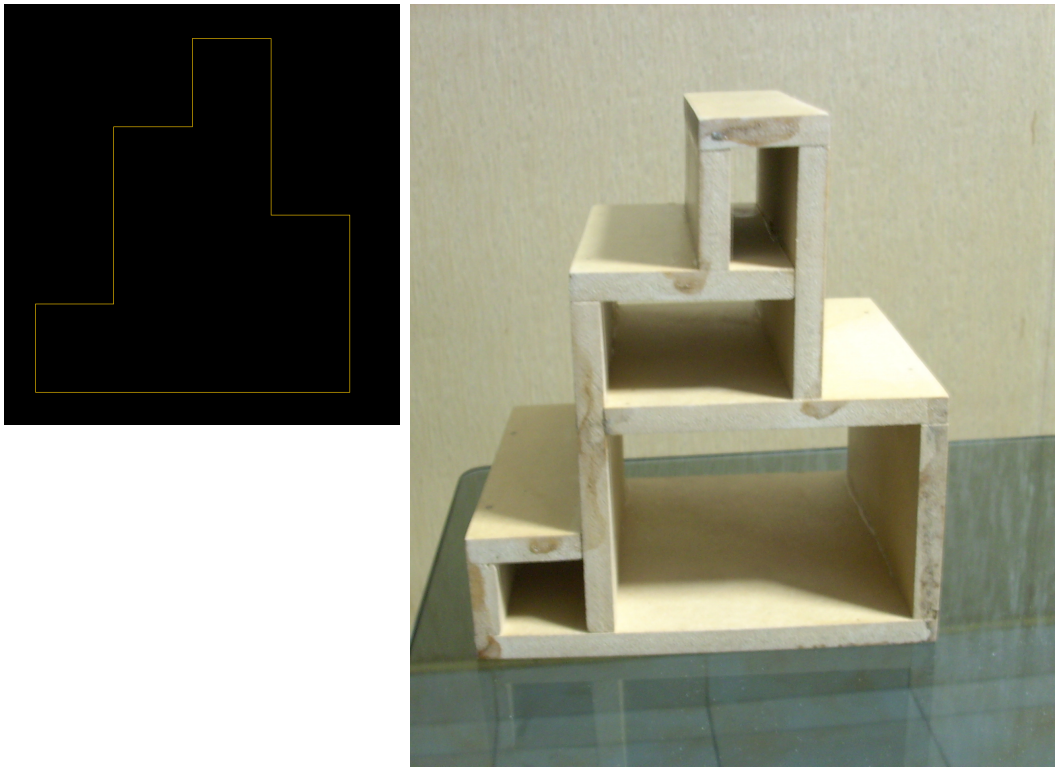
La terminación de las trampas fue con tela en un color rojo "juventud" mostrando un ambiente, de acuerdo a la gente del lugar, muy cálido (figuras 5 y 6).



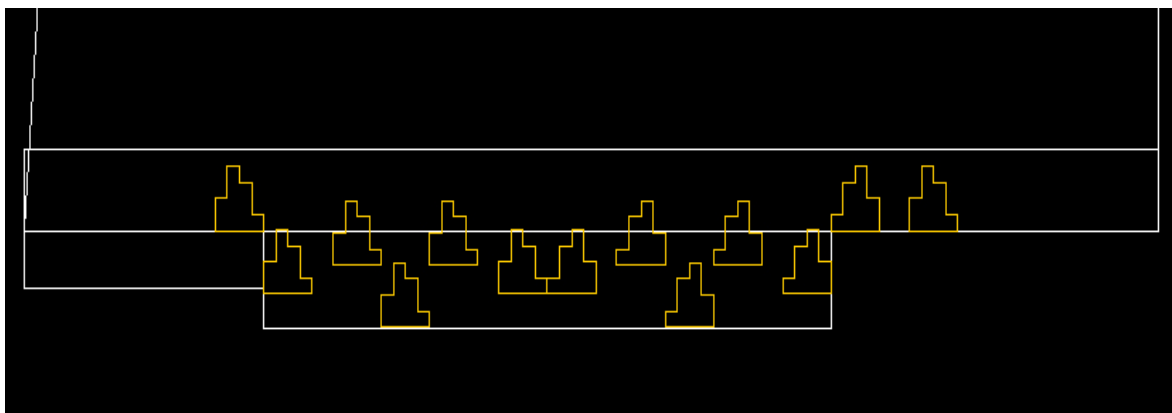
La pared trasera, que actúa como extremo vivo, se trató con difusores<sup>6</sup> usando la modulación de una secuencia 5 de raíces primitivas con disposición de residuos cuadráticos. Se construyó

<sup>6</sup> El objetivo del difusor es el de reflejar una onda incidente en todas direcciones, para lo cual usamos una estructura que consiste en una serie de salientes. Cada saliente se comporta como una fuente sonora pero

en Fibrofácil® con un solo perfil para reducir costos y a partir de esa base se fue modulando para crear la secuencia de la frecuencia más baja. En la figura 7 se puede ver el esquema de cada uno de los difusores raíces primitivas y en la figura 8 el modelo antes de emprender el armado.



La distribución de cada uno de estos módulos se realizó usando una secuencia de residuos cuadráticos. En ese lugar hay una ventana con una profundidad de 27 cm, la cual se usó para alojar la mayor parte del tratamiento difuso. Figuras 9 y 10.



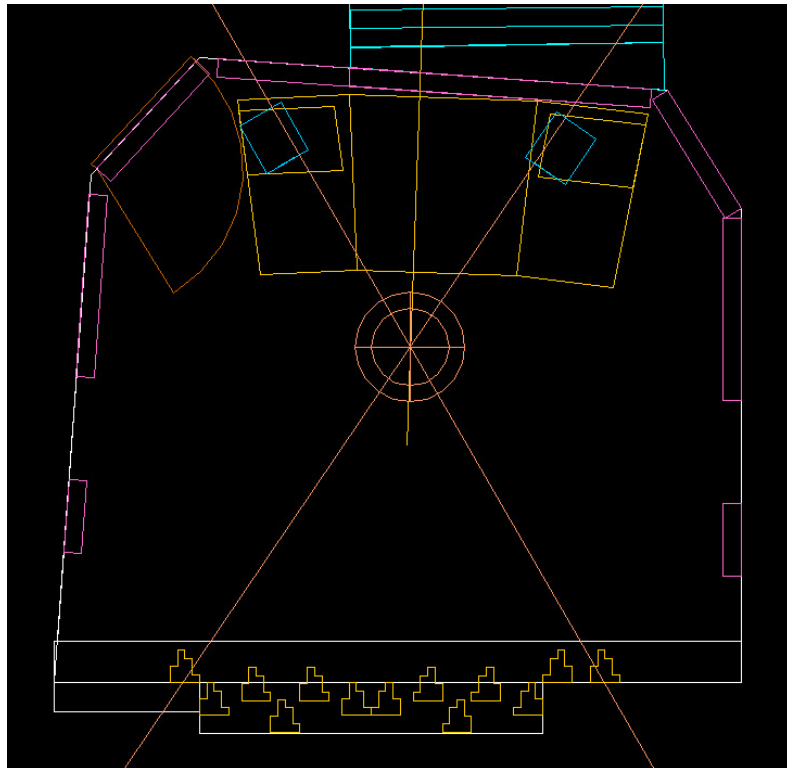
---

con un retardo igual al doble de su profundidad, luego el problema se limita a encontrar cual debe ser la secuencia de profundidades para que el patrón de difracción de la estructura sea lo más uniforme posible.





Por último, y dadas las condiciones iniciales, la ubicación del mueble donde se apoyan los monitores no cumplía con las medidas necesarias a dichos fines. Se agregaron unas "plataformas" que extendían las bases de apoyo y se pudieron solucionar los inconvenientes de simetría.





Con esto termino la recorrida por las etapas de diseño acústico en Estudio Urbano. Espero que haya sido de utilidad para ayudar o mejorar la acústica de vuestros estudios. La idea era contar un poco las fases involucradas en el cálculo y que tengan una base sobre la que puedan avanzar o consultar. Todas las dudas que tengan al respecto serán bienvenidas, sobre todo ahora que está todo expuesto. Nos encontramos la próxima, muchos éxitos y buenas grabaciones.

Indio Gauvron [In\\_dio\\_ar@yahoo.com.ar](mailto:In_dio_ar@yahoo.com.ar)