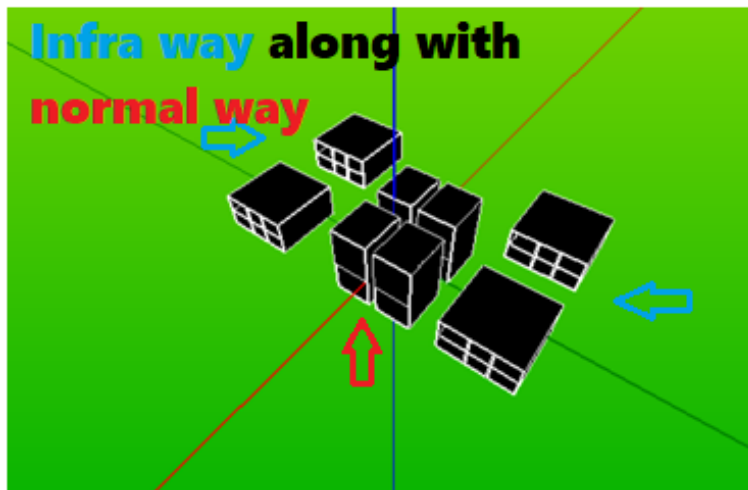


El Cardioide de Dos Vías

Sebastián Rivas – Ágata Research – Divulgación



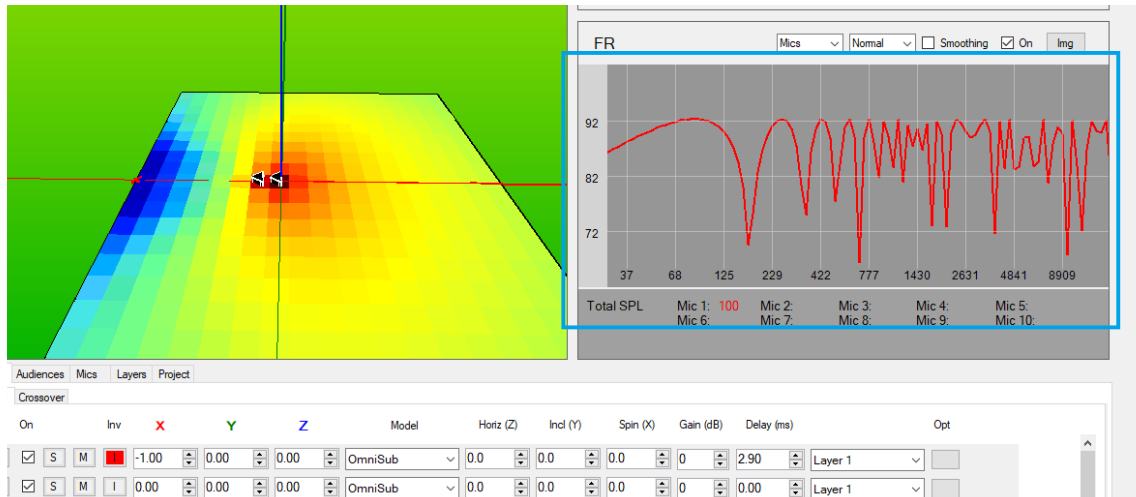
Introducción

Este artículo surge de la observación de despliegues cardioides de subgraves que siguen la regla general de separación de **1 metro**. Si bien esta configuración es válida para la mayoría de los subwoofers, en el caso de subgraves tipo *infra*, que trabajan en frecuencias extremadamente bajas, una separación de **1 metro** puede no ser la más eficiente.

Es fundamental recordar que existe una **pérdida inherente** en las frecuencias más bajas debido a la propia naturaleza del patrón cardioides, que introduce un **filtro peine** en la respuesta frontal. Este efecto es el resultado de la combinación de:

- Retraso por separación física
- Retardo aplicado
- Inversión de polaridad del elemento trasero

Dado que la mayor parte del análisis de sistemas cardioides se centra en la cancelación trasera, en este artículo nos enfocaremos en **lo que realmente escucha el público: la respuesta frontal**.



Antecedentes

Hace una década, analizamos este fenómeno en el artículo sobre el **Stair Cardioid** (<https://soundforums.net/articles/measurement-and-optimization/stair-cardioid-subwoofer-array-192534/>).

No abordaremos aquí la teoría general de los arreglos cardioides, ya que es un tema bien documentado. En su lugar, nos concentraremos en el impacto de estos arreglos en la respuesta frontal, especialmente en el rango de **infra bajos (20-40 Hz)**.

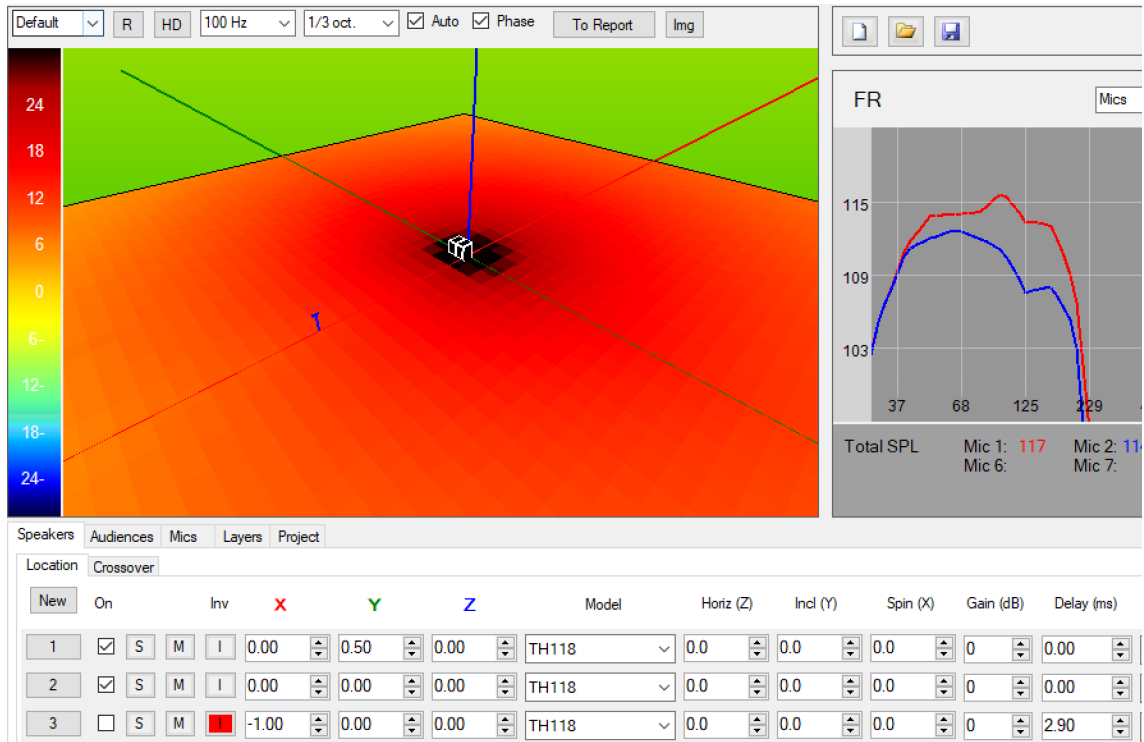
Y EN LA SUPERFICIE FRONTAL, DONDE ESTÁ LA GENTE QUE PAGA LA ENTRADA

Todos sabemos que el cardiode atrás es killer. Pero este artículo es sobre la optimización de este tipo de sistemas direccionales, HACIA ADELANTE. Continuemos...

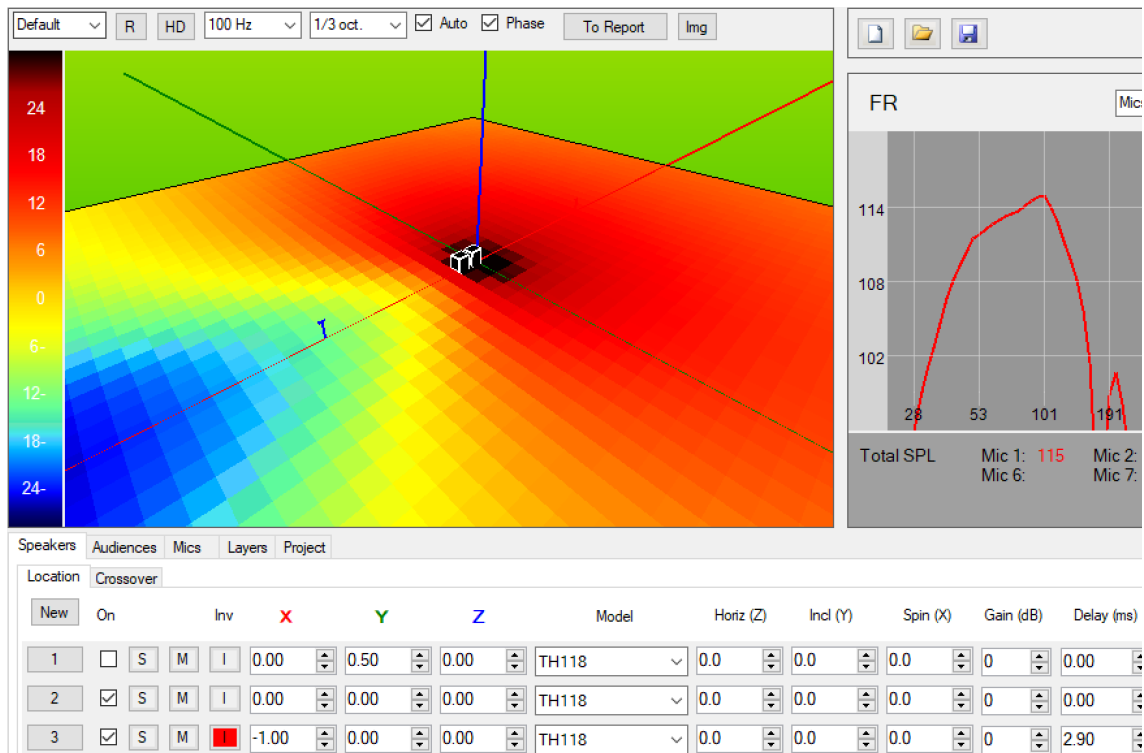
Análisis Comparativo: Mono Cluster vs. Cardiode con Separación de 1m

Para este análisis, realizamos simulaciones y mediciones comparativas utilizando las siguientes referencias:

- Punto de medición frontal (10 m en frente de la fuente sonora, curva roja)
- Punto de medición trasero (10 m detrás, curva azul)



Cardioid system, separated 1m:



Resultados

El sistema cardioide con una separación de **1 metro** mostró:

✓ **Cancelación trasera efectiva:** En la simulación ideal, la reducción es **matemáticamente infinita** ($-\infty$ dB). En mediciones reales, la atenuación ronda los **15 dB**, lo cual sigue siendo significativo.

✗ **Pérdida notable en bajas frecuencias:**

- A **31 Hz**, la pérdida supera los **6 dB** en la respuesta **frontal**.
- A **25 Hz**, la caída puede alcanzar entre **6 y 10 dB**.

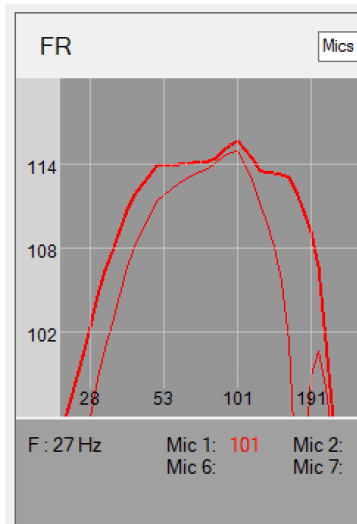
Esto significa que, si se están utilizando subwoofers *infra*, este arreglo está comprometiendo significativamente su rendimiento en las frecuencias más bajas. Están matando los bajos en forma acústica, y gastando la misma electricidad.

Este fenómeno puede ser difícil de percibir cuando se usan modelos de subgraves con respuestas no completamente planas, lo que resalta la importancia de trabajar con **fuentes teóricas perfectamente omnidireccionales** en simulaciones para comprender mejor el comportamiento acústico.

Sí, sin duda la cancelación trasera es excelente. Teóricamente, la curva azul bajó aproximadamente **25 dB**, por lo que salió de la ventana de respuesta en frecuencia. En la realidad, se obtiene menos, pero he medido hasta **15 dB**. Matemáticamente, se obtiene **-infinito dB** (todo igual, con polaridad invertida).

Pero no estamos aquí para hablar de la parte trasera. Todos sabemos que funciona, y funciona muy bien. Y dado que estamos tratando con longitudes de onda grandes... incluso con un error de hasta **10 centímetros (medio pie)**, la cancelación seguirá funcionando correctamente.

Ahora apagaremos el micrófono trasero y, como se mencionó, nos enfocaremos en la parte frontal. El simulador (**Danley's Direct**) nos permite **capturar** una traza tal como lo hacemos en **Smaart®**. En la curva gruesa se muestra la respuesta del **cluster mono**, y en la curva delgada, la del **cardioide**.

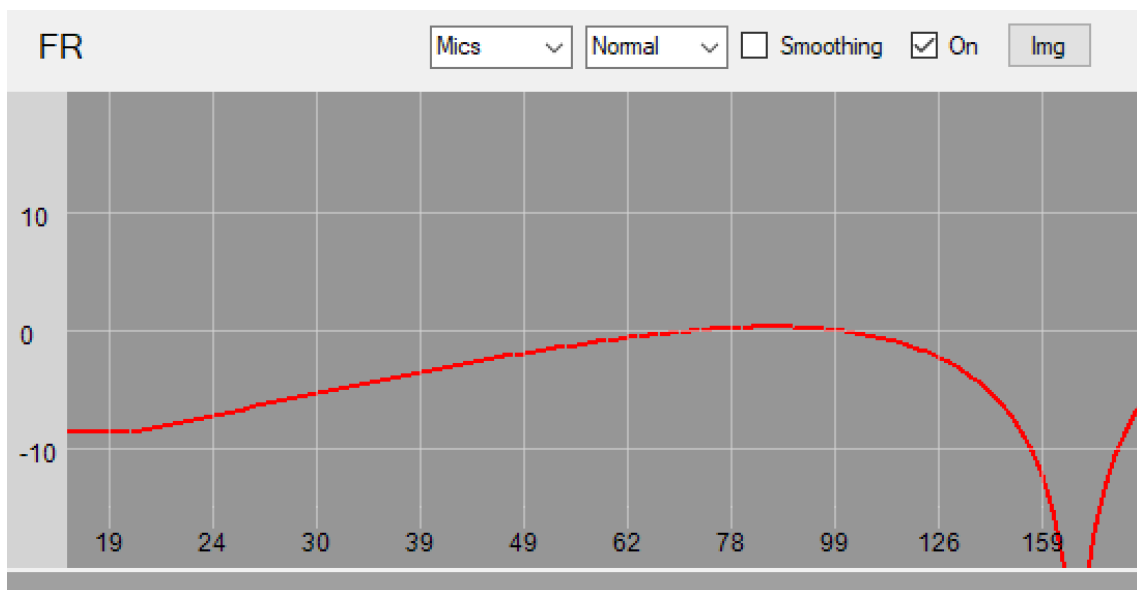


¡Algo pasó con los graves, eh! Ahí lo tienes. Como siempre se dice, **no hay almuerzo gratis en el audio, ni en la vida, diría yo**. A **31 Hz**, tenemos una pérdida de más de **6 dB**.

Por lo tanto, si estás utilizando subgraves *infra*, este arreglo está eliminando esa región de frecuencias. Y esto **ni siquiera es un subgrave ultra-infra**, sino un modelo notable. Sin embargo, la propia respuesta del subwoofer puede ser engañosa y no reflejar completamente lo que realmente está ocurriendo.

Como he mencionado en numerosas ocasiones, las ventajas de una fuente **perfectamente omnidireccional y plana** son de gran valor para el análisis.

Así que, nuevamente, realizamos la prueba utilizando una **fuente teórica perfecta**. *(Que, por cierto, es una herramienta extraordinaria para observar exactamente cómo se produce la suma acústica, más allá de cualquier modelo en particular).*



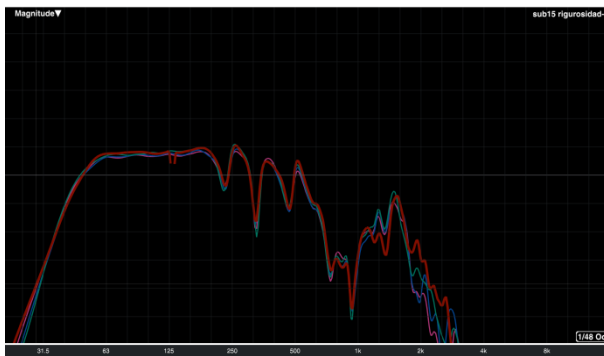
Botando a la basura desde 25 a 31 hz.

Ahora pasemos a las mediciones.

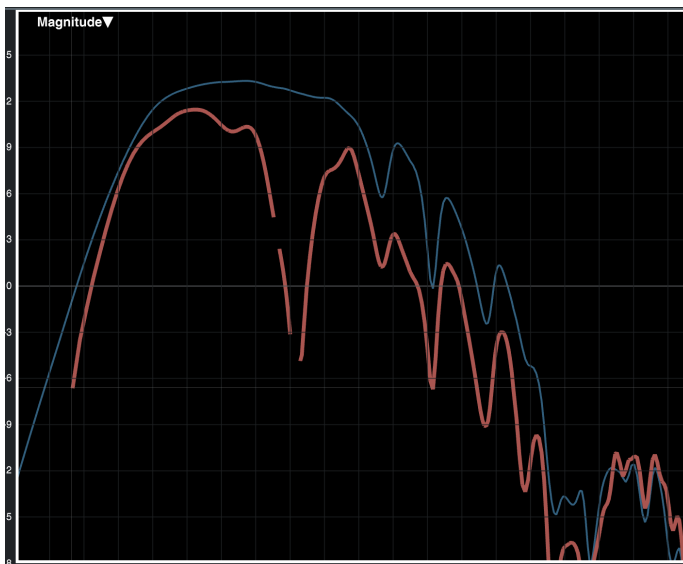
Esto fue posible gracias a la colaboración de varias personas:

- **Leo Troppa (Agata Research)** – Ingeniero de campo y experto en mediciones de audio.
- **José Cofré** – Propietario del espacio perfectamente plano donde realizamos las pruebas.
- **Sr. Gabriel Maban** – Responsable de la logística.
- **CELESTRE PRODUCCIONES** – Por proporcionar todo el equipo.
- **Rational Acoustics** – Herramientas de análisis.

Ahora, veamos qué nos dijo **SMAART®** aquella hermosa tarde...

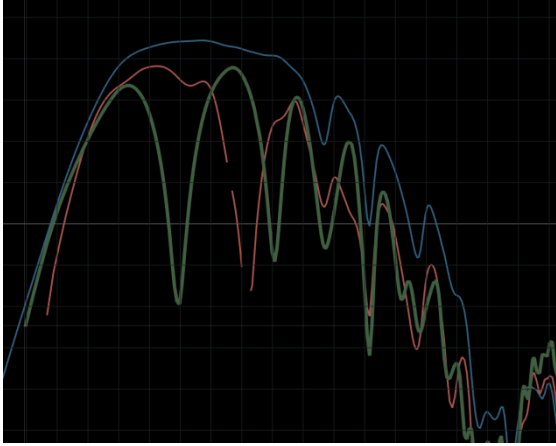


Rigurosidad. Cada fuente igual.



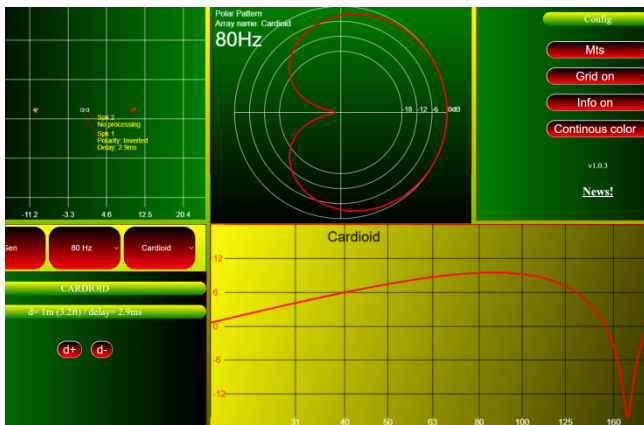
Esta imagen es importante.

Medición. Azul es arreglo mono. ADELANTE. Y el naranjito es el querido cardioide, je-je.



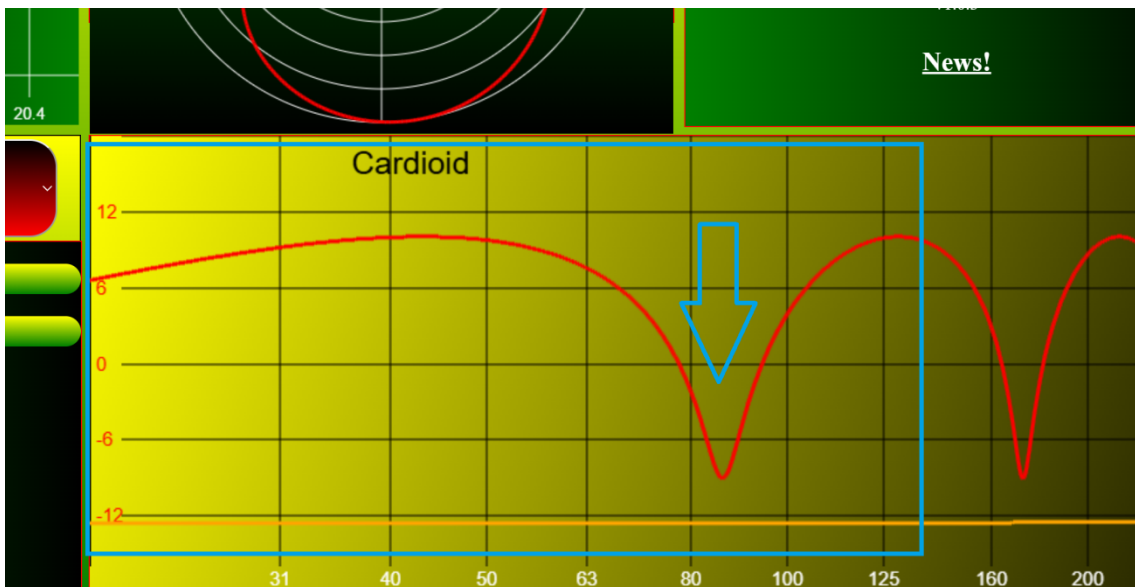
Ahora un gradiente separado 2 metros. La respuesta frontal es por supuesto, PEOR... pero en bajos profundos.... Miren bien... 😊

Ahora, luego de estas mediciones, volvamos un rato a la matemática. El Simulador:



1 metro de separación. Los bajos más profundos son CLARAMENTE perdidos o al menos castigados 😞

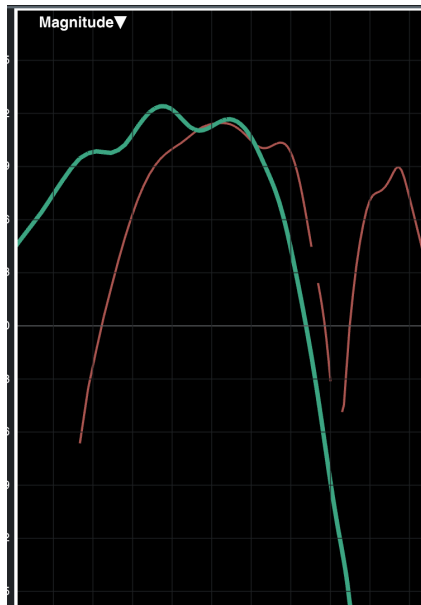
Ahora 2 metros de separación... atención...



La pérdida inherente del arreglo gradiente en la parte frontal se reduce significativamente en las frecuencias más bajas... **pero luego surgen problemas alrededor de los 80 Hz.**

Por lo tanto, la idea aquí es un **arreglo gradiente de dos vías**, o un **cardioide de dos vías**.

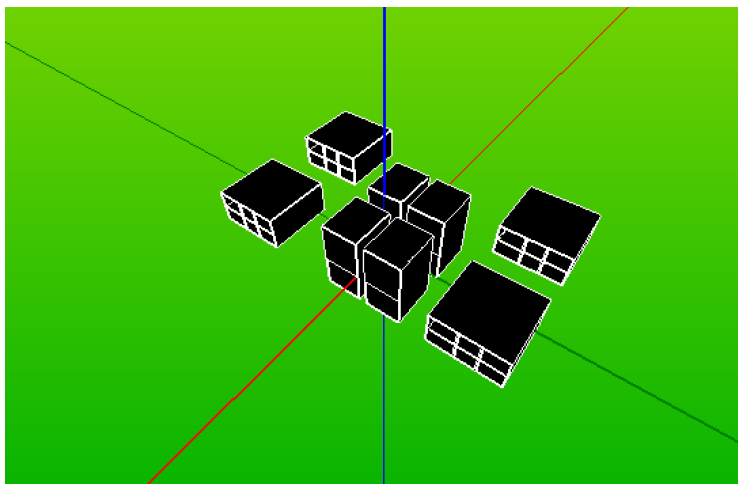
Volviendo a las mediciones:



Ahí lo tienes. **Subgrave infra separado 2 metros. Subgrave regular separado 1 metro.** La respuesta mejoró.

Y, por supuesto, la **cancelación trasera sigue siendo perfecta.**

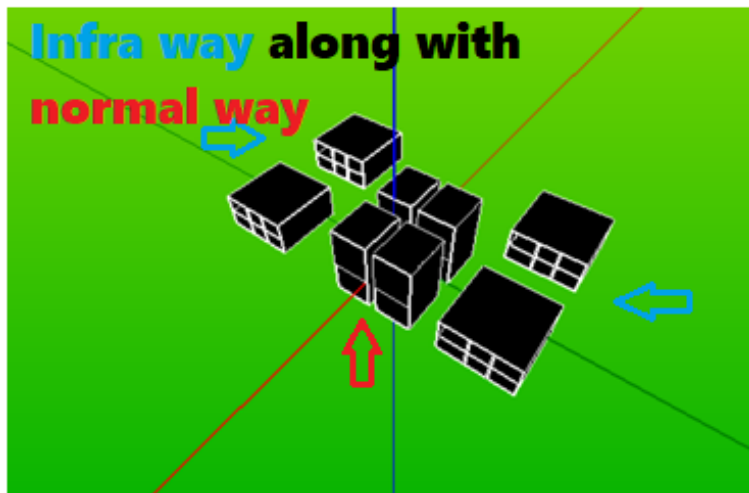
Aquí hay una configuración sencilla si alguien quiere jugar ☺:



Muchas gracias

Sebastian Rivas

Agata Research



Fue un lindo día.... Aquí, Mr Leo Troppa.







www.agataresearch.com