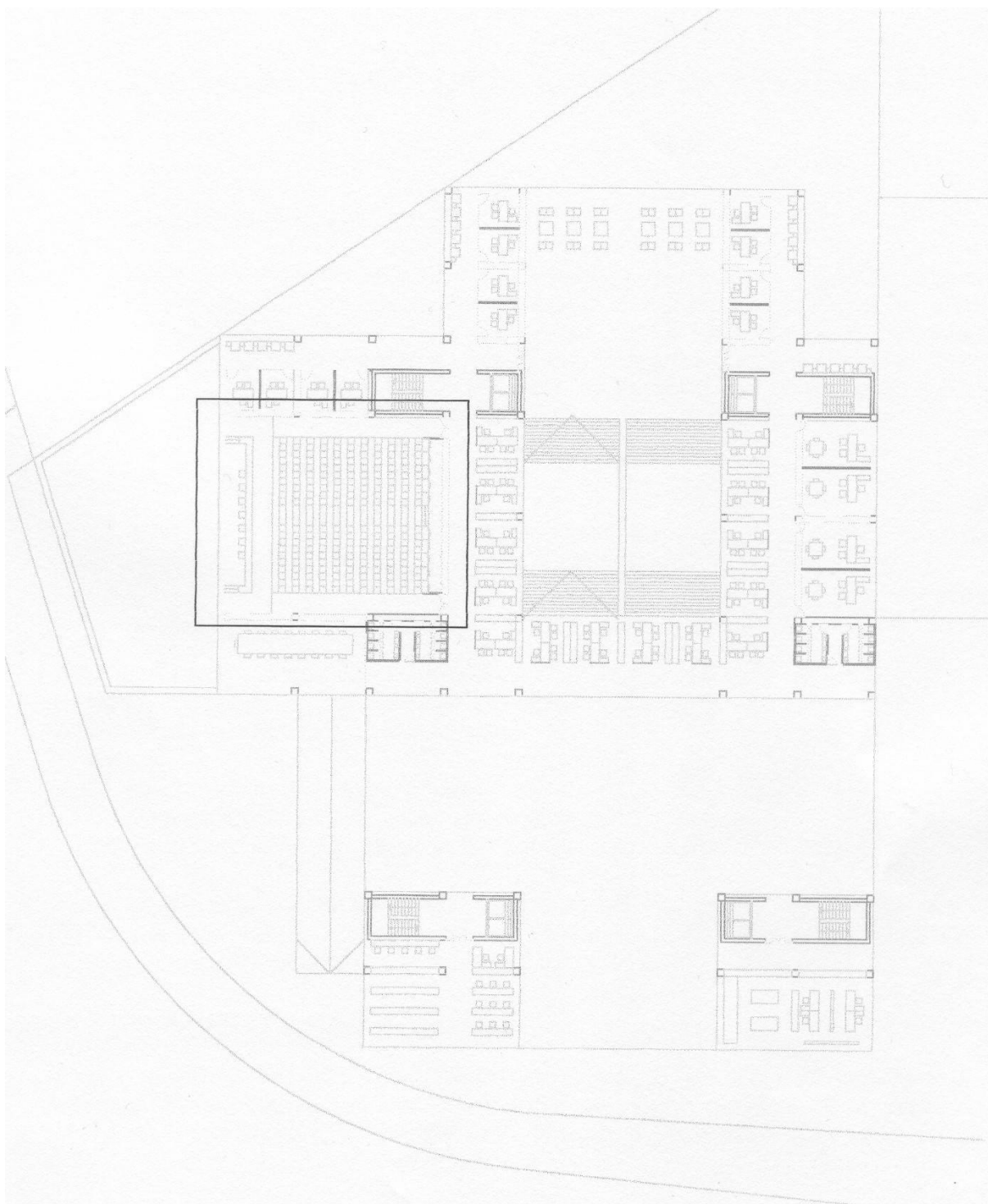


DISEÑO ACÚSTICO



SALA DE CONFERENCIA DE LA DIPUTACIÓN
DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO E: 1/ 500

DISEÑO ACÚSTICO DE LA SALA

CONDICIONES EXTERIORES DE LA SALA:

Problemas de ruido: Son elevados debido a la presencia de una carretera por la que transcurren los vehículos a elevada velocidad. No existen problemas de ruidos de trenes ni de aviones.

Una de las fachadas de la sala está en contacto con ambiente exterior y deberá ser protegida convenientemente. Se supone según CA-88 un nivel 10 en dBA de emisión, de 80 dBA para el caso de la calle asfaltado con tráfico denso y 3% de vehículos pesados.

CONDICIONES INTERIORES:

Según la normativa se puede asemejar a aulas docentes siendo los niveles máximos permitidos en el interior son de 40dBA durante el día.

FUENTES DEL RUIDO INTERNO:

La sala de conferencias se encuentra cubierta por una zona de estancia abierta, lo que puede producir contaminación acústica en la sala. Se establecen así los niveles de intensidad acústica para la planta superior:

Pisadas	nivel de ruido de 55 dBA
Conversación	nivel de ruido medio de 75dBA
Equipos de reproducción sonora	nivel de ruido máximo de 90 dBA

Las pisadas van a estar más vinculadas al hecho de las transmisiones de vibraciones estructurales, que al ser un edificio construido en hormigón in situ, los niveles de vibración son menores que si la estructura fuese de acero. Los niveles son similares para la planta inferior.

En los laterales la sala está lindando con un núcleo de aseos que la suministra, unas salas de reunión, despachos privados y zonas de oficina además de un núcleo de comunicaciones. De tal forma los niveles de intensidad acústica en estas zonas vendrán dados por:

Fontanería de los aseos	nivel de ruido máximo de 90 dBA
Calefacción	nivel de ruido máximo de 90 dBA
Climatización	nivel de ruido máximo de 40 dBA

Conservación
Equipos de reproducción sonora

nivel de ruido medio de 75 dBA
nivel de ruido máximo de 90 dBA

NIVELES DE AISLAMIENTO:

La normativa vigente establece los niveles mínimos de aislamiento en los cerramientos de la sala a acondicionar según la posición y separación de usos.

Así establece en el artículo 10 , un aislamiento mínimo de ruido aéreo en particiones internas similares de 30 dBA y lo mismo para elementos estructurales donde existe un mínimo de 45 dBA y 80 para el impacto.

- Nivel de intensidad acústica en las plantas superior e inferior:

$$L = 10 \log I / I_0$$

$$I/I_0 = 105.5 + 107.5 + 109 = 90 \text{ dBA}$$

- Nivel de intensidad acústica en las piezas anexas a la sala:

$$L = 10 \log I / I_0$$

$$I/I_0 = 105.5 + 107.5 + 109 + 107.5 + 109 = 95 \text{ dBA}$$

DESCRIPCIÓN DE CERRAMIENTOS:

El cerramiento de la sala de conferencias es de bloque cerámico aligerado, termoarcilla de 30cm de espesor, cuyas características técnicas se adjuntan. Debido al uso de la sala se renuncia a cerramientos mixtos de forma que se reducen los puentes acústicos y evitamos debilitar el comportamiento acústico del cerramiento. Además, se complementa el cerramiento con un trasdosado mediante sistema Pladur Trillaje.

Aislamiento a ruido aéreo bloque de termoarcilla 30cm

52dBA

Aislamiento a ruido aéreo Pladur trillaje 6 cm

33dBA

El forjado es unidireccional de viguetas de hormigón armado con bovedilla de hormigón, un aislante térmico de 50mm y una capa de mortero liso.

Aislamiento a ruido aéreo del forjado

55dBA

Nivel de ruido de impacto

80dBA

Por otro lado haremos una mejora de las condiciones de aislamiento a ruido de impacto de 16 dB colocando un parquet flotante, sumando a otra mejora de 10 dB debida a la colocación de falso techo flotante.

Las particiones se resuelven con sistemas especiales PLADUR METAL cuyas características se adjuntan con un aislamiento a ruido aéreo de 68.5 dBA.

La elección de estos cerramientos cumple con los artículos 10,11,12,13 y 14 de la NBE CA-88 en cuanto a niveles exigibles de aislamiento.

NIVELES DE AISLAMIENTO:

Aislamiento a ruido aéreo exterior:

Nivel de ruido exterior	80dBA
Aislamiento de cerramiento	52.5 + 33 dBA

Luego cumplimos con las exigencias de la normativa, pues el nivel de ruido por emisiones externas es inferior a 40 dBA según la tabla 1 de la normativa.

Aislamiento a ruidos procedentes de las plantas superior e inferior:

Nivel de ruido	90 dBA
Aislamiento de forjado+parquet+techo acústico	75dBA
CUMPLE	

Aislamiento a ruidos procedentes de locales anexos:

Nivel de ruido	95dBA
----------------	-------

Aislamiento de PLADUR METAL:

68.5 dBA el aislamiento mejorará con la inclusión de los elementos destinados al acondicionamiento acústico.

CUMPLE con un nivel de inmisión inferior a 40 dBA.

Las puertas serán de madera densa construidas con laminados blandos a flexión, montados sin unión rígida entre láminas e incluyendo capas de material absorbente amortiguador. El aislamiento será el siguiente:

$$R = 16.6 \log m + 2$$
$$R = 16.6 \log 32(\text{Kg} / \text{m}^2) + 2 = 27 \text{ dBA}$$

CRACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DEL RECINTO

OBJETIVOS ACÚSTICOS:

Los objetivos a cumplir serán los siguientes:

1. –Garantizar la existencia de confort acústico.
2. –Asegurar la correcta inteligibilidad de la palabra.
3. –En caso de que el espacio considerado disponga de un sistema de megafonía, asegurar que los mensajes emitidos sean claramente inteligibles y lleguen a todos los puntos con un nivel suficiente y sin coloraciones.

El hecho de que exista confort acústico significa que el campo sonoro existente no genera ninguna molestia significativa a las personas o espectadores presentes en el recinto.

Además, la existencia de confort acústico es indicativa de que el grado de inteligibilidad será más bien alto, aunque no supone una garantía absoluta de que sea óptimo. La obtención de una correcta inteligibilidad de la palabra es imprescindible en nuestro recinto, ya que la comprensión del mensaje oral es de vital importancia. Para conseguir un adecuado confort acústico, a la vez que una correcta inteligibilidad de la palabra, es preciso que:

- El ruido de fondo existente en la sala sea suficientemente bajo.
- El nivel del campo reverberante sea suficientemente bajo.
- No existan ecos, ni focalizaciones del sonido, ni eco flotante.

RUIDOS DE FONDO:

Se considera a todo aquel ruido que se percibe en una sala cuando en la misma no se realiza ninguna actividad.

Dicho ruido puede ser debido al sistema de climatización, a las demás instalaciones eléctricas y/o hidráulicas, e incluso puede provenir del exterior del recinto(ruido de tráfico).

La evaluación del grado de molestia que un determinado ruido de fondo provoca sobre un oyente, se hace por comparación de los niveles de ruido existentes en la sala, para cada banda de octava comprendida entre los 63Hz y los 8Hz, con un conjunto de curvas de referencia denominadas NC.

Las curvas NC son utilizadas para establecer los niveles máximos recomendados para diferentes tipos de espacios en función de su uso.

Para una sala de conferencias el ruido de fondo o el valor de las curvas NC recomendados es de 20 a 30.

TIEMPO DE REVERBERACIÓN:

Otro de los requisitos básicos para conseguir un buen confort acústico y una correcta inteligibilidad de la palabra es que el nivel del campo reverberante LR sea suficientemente bajo. La zona del campo reverberante es aquella donde predomina el sonido reflejado o reverberante, ya a ella pertenecen todos los puntos situados a una distancia de la fuente sonora superior a la distancia crítica D_c .

El espacio de la sala de conferencias al ser un gran volumen el nivel del campo reverberante será muy alto, lo que significa que la distancia crítica será pequeña. Al tratar el espacio se producirá una disminución del nivel de campo reverberante y un aumento de la distancia crítica. Todo ello redundará en beneficio del confort acústico y de la inteligibilidad de la palabra.

Debido a la relación directa entre el nivel de campo reverberante LR y el tiempo de reverberación RT, el objetivo a cumplir desde el punto de vista cuantitativo se fija siempre sobre este último parámetro. El tiempo de reverberación RT se define como el tiempo que transcurre desde que el foco sonoro se detiene, hasta que el nivel de presión sonora cae 60 dB.

ECOS Y FOCALIZACIONES DEL SONIDO:

El último requerimiento para que tanto el confort acústico, como el grado de inteligibilidad de la sala sean correctos, consiste en evitar la aparición de ecos, focalizaciones del sonido y eco flotante.

Si bien la existencia de focalizaciones y de ecos flotante viene generalmente determinada por las formas del recinto, la presencia de ecos puede ser debida tanto a una geometría inadecuada, como a un diseño incorrecto del sistema de megafonía(en caso de que hubiera). Cabe comentar que este tipo de anomalías se pone especialmente de manifiesto cuando el tiempo de reverberación de la sala es corto.

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

CÁLCULO DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN:

Para el cálculo del tiempo de reverberación se aplica la fórmula de Sabine donde:

$$Rt = 0.161 V / A_{total}$$

En donde:

V- volumen del recinto.

A- absorción total del recinto.

Para salas de conferencias está estipulado un valor $Rt = 0.8$ segundos. Conociendo el volumen de nuestra sala, que es de $V = 2000 \text{ m}^3$, obtenemos el área de absorción total del recinto a acondicionar acústicamente.

$$0.8 = 0.161 * 2000 \text{ m}^3 / A_{total}$$

$$A_{total} = 402.5 \text{ m}^2$$

Las superficies a tratar van a ser el techo, las paredes y el suelo.

La fórmula revisada de la de Sabine establece:

$$Rt = 0.161 V / \sum (-S_i \ln(1 - \alpha_i))$$

Con lo que podemos sacar el valor a.

$$A = \sum (-S_i \ln(1 - \alpha_i))$$

De donde $S = 18 * 19.8 + 2 * (19.8 * 8) + 18 * 8 + 18 * 4 = 889.2 \text{ m}^2$, sustituyendo valores obtenemos:

$$402 = -889.2 \ln(1 - \alpha)$$

$$\alpha = 0.65$$

El éxito del diseño acústico radica en la elección de los materiales más adecuados para utilizar como revestimiento del mismo con objeto de obtener unos tiempos reverberación óptimos.

La absorción del sonido se va a realizar a través de materiales absorbentes, del público y de las sillas.

La reflexión del sonido con el uso de paneles reflectores.

ABSORCIÓN:

Absorción de los materiales de construcción:

El techo acústico MINERVA LUX posee un coeficiente de absorción $\alpha = 0.74$.

El parqué de madera tiene un coeficiente de absorción $\alpha = 0.1$.

El coeficiente de absorción de los materiales de acabado de las particiones es despreciable.

Absorción del aire:

Es únicamente apreciable en recintos de grandes dimensiones y porcentajes bajos de humedad relativa además de altas frecuencias.

Absorción de superficies vibrantes:

Se refiere a la presencia en una sala de superficies límite que pueden entrar en vibración como pueden ser puertas o ventanas. Para este caso el valor de absorción es mínima y despreciable dentro del conjunto.

Absorción de las personas y de los asientos:

El grado de reverberación de una sala viene definido de manera muy notoria por la absorción producida por el público y las sillas.

Vamos a trabajar con una ocupación del 50 %, es decir que para los 220 asientos que existen tendremos una audiencia de 110 personas. Veamos la capacidad absorbente para una frecuencia de 1000 Hz.

Coeficiente de absorción de personas en el caso de estar de pie sin abrigo va a ser de $\alpha = 0.45$

Coeficiente de absorción de asientos a partir de asientos a partir de asientos con un porcentaje medio de superficie tapizada $\alpha = 0.2$.

De tal modo tendremos:

$$220 * 0.20 = 44 \text{ m}^2$$

$$110 * 0.45 = 49.5 \text{ m}^2$$

Lo que implica un valor de 93.5 m^2 que es inferior a las necesidades de absorción del recinto que es de 402.5 m^2 .

Veamos ahora para una ocupación del 100% donde habrá 220 asientos y 220 personas. De tal modo tendremos:

$$220 * 0.20 = 44 \text{ m}^2 \quad 220 * 0.45 = 99 \text{ m}^2$$

Lo que implica un valor de 143 m^2 que es inferior a las necesidades de absorción de la sala que tiene $A=402.5 \text{ m}^2$.

Es necesario introducir materiales absorbentes para completar lo necesario por la sala.

Materiales absorbentes:

Materiales que son capaces de absorber parte de la onda sonora que incide sobre ellos y se ubican en las paredes límites del recinto a acondicionar.

El material absorbente está colocado delante de un material rígido, si su espesor aumenta, aumenta su capacidad de absorción.

El techo acústico tiene una absorción de $19.8 \times 18 \times 0.74 = 263.736 \text{ m}^2$ lo que sumado a la absorción producida por personas y sillas en caso de ocupación media, tenemos una absorción de 357.236 m^2 inferior a las necesidades del recinto.

Se colocará en la sala un suelo absorbente de moqueta con un $\alpha = 0.3$ que multiplicado por la superficie de la sala a moquetar de 356.4 m^2 nos da una absorción.

$$a \cdot S = 0.3 \cdot 356.4 = 106.92 \text{ m}^2$$

y sumados a los 357.236 m^2 que obteníamos anteriormente, nos da una absorción de 463.32 m^2 , lo que supera ampliamente las necesidades de la sala.

Este cálculo de superficies absorbentes se ha realizado para una frecuencia media de 1000 Hz .

Vamos a realizar un preestudio a baja frecuencia de 125 Hz y a alta frecuencia de 4000 Hz , referido a una ocupación del 100% con moqueta:

$$220 \times 0.2 = 44 \text{ m}^2$$

$$220 \times 0.1 = 22 \text{ m}^2$$

$$356 \text{ A} \cdot 0.1 = 35.6 \text{ m}^2$$

$$356 \text{ A} \cdot 0.3 = 106.92 \text{ m}^2$$

Absorción total de 208.52 m^2 muy baja pero válida porque el oído humano oye menos a baja frecuencia.

$$220 \times 0.45 = 99 \text{ m}^2$$

$$220 \times 0.25 = 55 \text{ m}^2$$

$$356 \text{ A} \cdot 0.72 = 256.6 \text{ m}^2$$

$$356 \text{ A} \cdot 0.3 = 106.92 \text{ m}^2$$

Absorción total de 689.12 m^2 que es superior a las necesidades de absorción de la sala. Los absorbentes funcionan mejor a altas frecuencias.

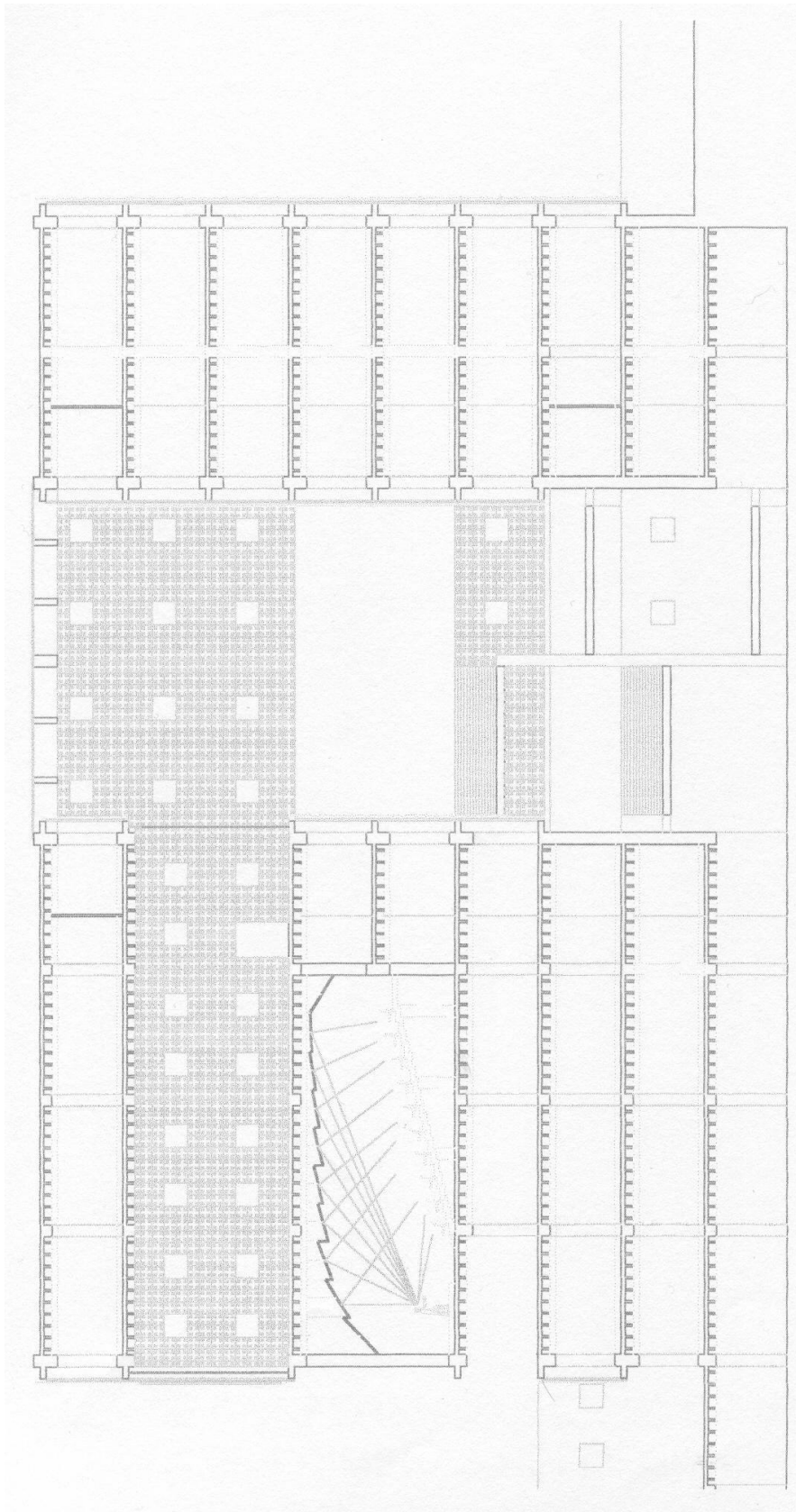
REFLEXIÓN:

Constituido por materiales lisos, no porosos y totalmente rígidos capaces de reflejar la mayor parte de la energía sonora que incide sobre ellos.

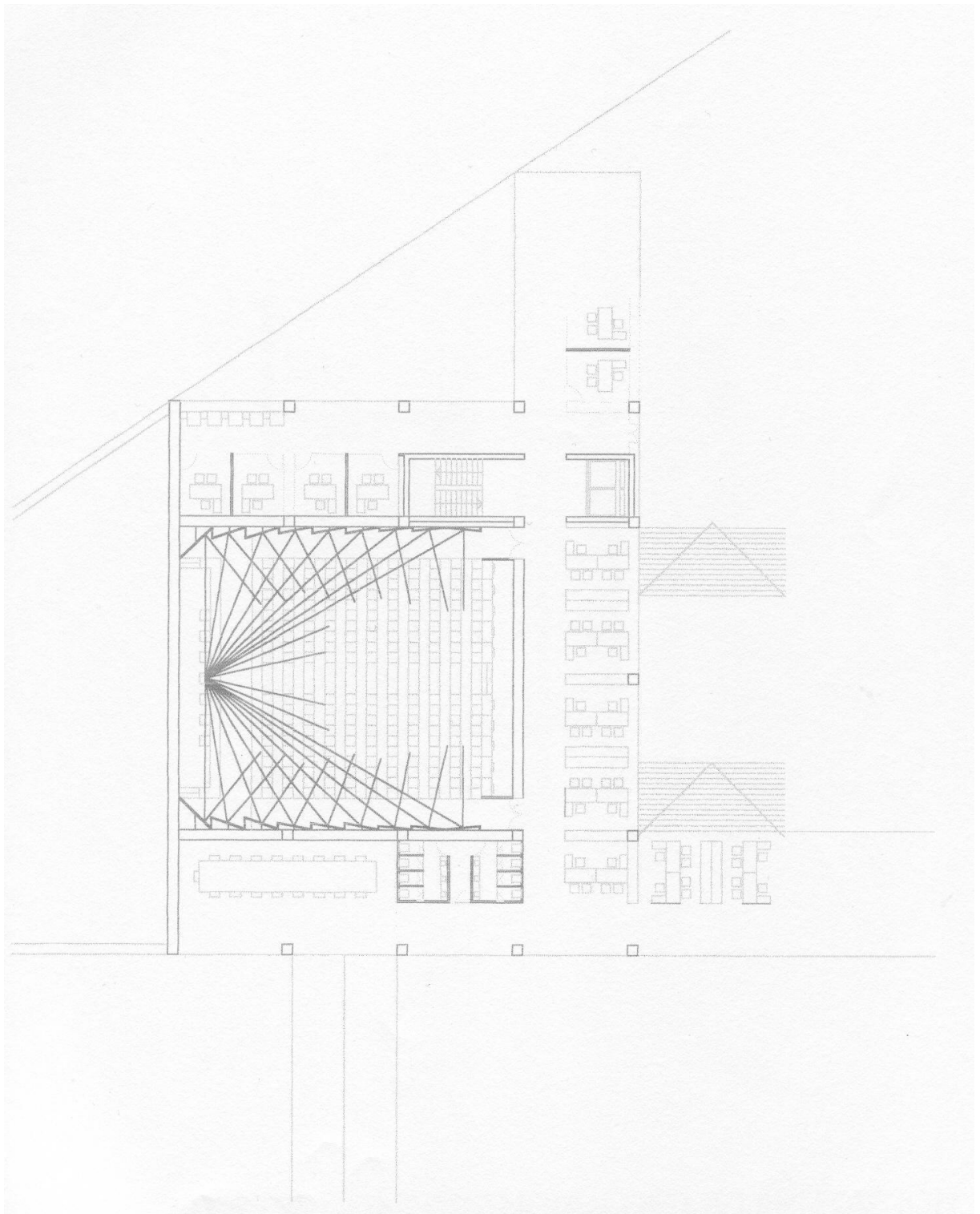
Para la sala de conferencias, las reflexiones útiles son aquellas que se producen dentro de los primeros cincuenta metros desde la llegada del sonido directo.

Dichas reflexiones al ser integradas por el oído humano junto con el sonido directo, contribuyen a mejorar la inteligibilidad de la palabra.

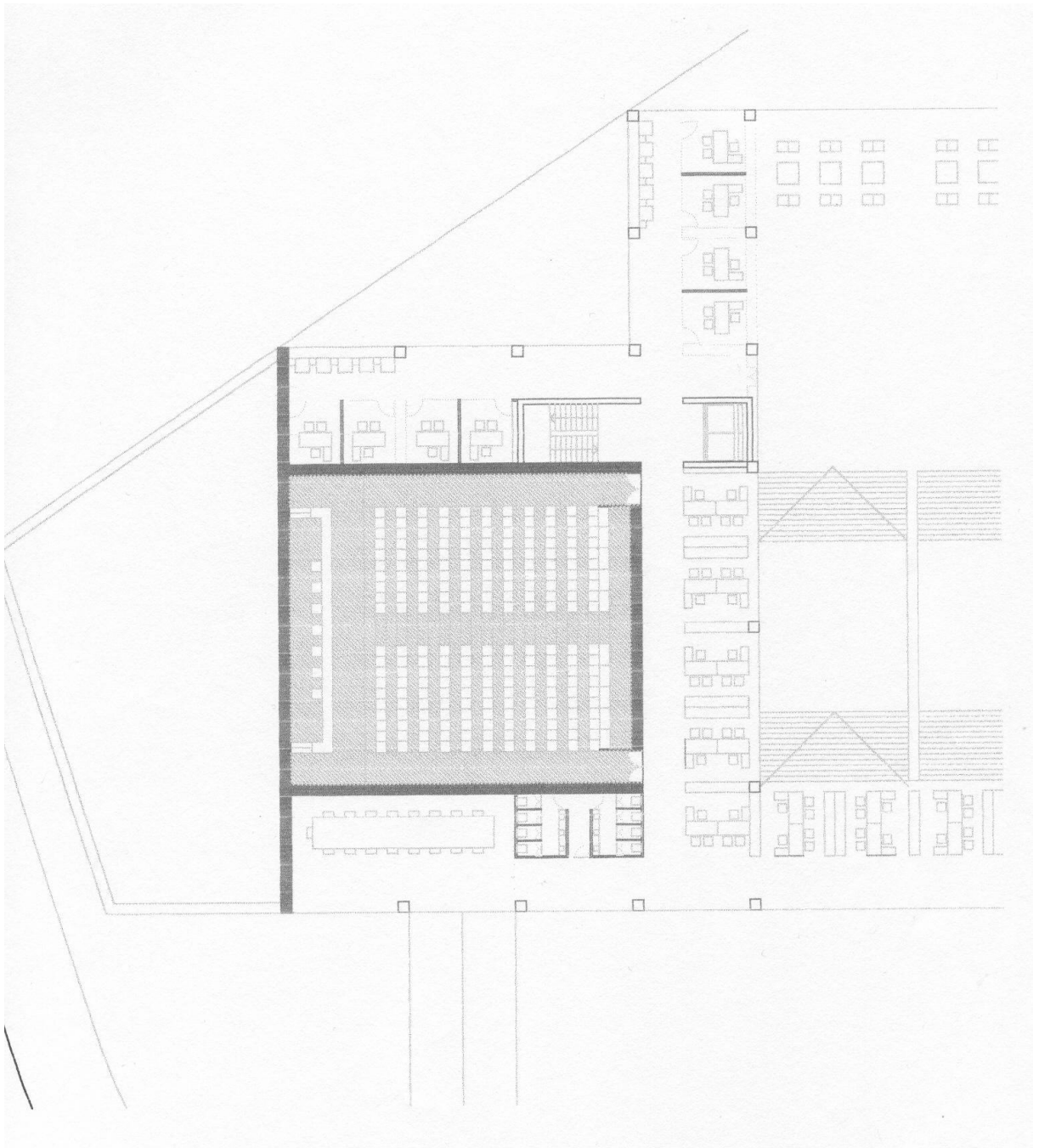
El hecho de carencia de megafonía en la sala obliga al diseño de paneles reflectores del sonido para asegurar la llegada a todos los puntos.



SECCIÓN PRIMERAS REFLEXIONES E: 1/300



PLANTA DE PRIMERAS REFLEXIONES E: 1/300



**SALA DE CONFERENCIAS DE LA DIPUTACIÓN PLANTA DE
SUPERFICIES TRATADAS
E: 1/300**

