XXXI ENCONTRO SOBRAC
SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA
Ouro Preto - MG 2026

Diseño acústico en oficinas corporativas de altas prestaciones: estudio de caso en Asunción, Paraguay

Artunduaga, Mariel[1]; Rolón, Sebastián[2]; Zeballos, Ignacio[3]; Camacho, Daniela[4]

[1] Acústica Latam, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Correo electrónico: mariel@acusticalatam.bo
[2] Acústica Latam, Asunción, Paraguay. Correo electrónico: sebastian@acusticalatam.bo
[3]Acústica Latam, Santa Cruz de la Siera, Bolivia. Correo electrónico: ignacio@acusticalatam.bo
[4]Acústica Latam, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Correo electrónico: daniela@acusticalatam.bo

Resumen

Las nuevas dinámicas laborales han transformado las exigencias acústicas de los espacios corporativos. Open spaces, videollamadas, áreas colaborativas y espacios privados requieren estrategias que equilibren privacidad, sonoridad y confort acústico sin comprometer la identidad arquitectónica del proyecto.
El proyecto acústico para oficinas corporativas de altas prestaciones en Asunción, Paraguay, planteó el desafío de alcanzar los criterios establecidos por los estándares internacionales, lo que implicó elevados requerimientos técnicos, arquitectónicos y constructivos. El proyecto incorporó estrategias integrales de aislamiento acústico, control de ruido y acondicionamiento acústico desde las primeras etapas del diseño arquitectónico.
Más allá del cumplimiento técnico, el proyecto buscó integrar el desempeño acústico con el bienestar de los usuarios, la iluminación, materialidad, estética corporativa y las nuevas formas de habitar los espacios de trabajo. La incorporación de elementos naturales (biofílicos) y estrategias acústicas visualmente integradas permitió desarrollar espacios colaborativos y privados con altos niveles de confort y calidad espacial. Los resultados obtenidos durante el diseño y ejecución del proyecto evidencian la importancia de integrar la acústica como parte del diseño arquitectónico contemporáneo.

Palabras-clave: acústica de interiores, oficinas corporativas, espacios colaborativos.

Acoustic Design in High-Performance Corporate Offices: A Case Study in Asunción, Paraguay

Abstract

New workplace dynamics have transformed the acoustic requirements of corporate environments. Open-plan offices, video calls, collaborative areas, and private spaces require strategies that balance privacy, sound quality, and acoustic comfort without compromising the architectural identity of the project.
The acoustic design for a high-performance corporate office project in Asunción, Paraguay, presented the challenge of meeting the criteria established by international standards, involving demanding technical, architectural, and construction requirements. The project incorporated comprehensive strategies for sound insulation, noise control, and room acoustic treatment from the earliest stages of the architectural design process. Beyond technical compliance, the project sought to integrate acoustic performance with user well-being, lighting, materiality, corporate aesthetics, and evolving ways of using workspaces. The incorporation of natural (biophilic) elements and visually integrated acoustic strategies enabled the development of collaborative and private spaces with high levels of comfort and spatial quality. The results obtained throughout the design and construction phases highlight the importance of integrating acoustics into contemporary architectural design.

Keywords: *indoor acoustics, corporate offices, collaborative space*

1. Introducción

El principal desafío consistía en compatibilizar espacios colaborativos de alta interacción con ambientes que requerían elevados niveles de privacidad y confort acústico [8] dentro de una misma oficina corporativa. En este contexto, este trabajo presenta el proceso de diseño e implementación acústica de oficinas corporativas de altas prestaciones ubicadas en la ciudad de Asunción, Paraguay, emplazadas en uno de los principales sectores corporativos y financieros de la ciudad. El proyecto se desarrolló bajo criterios internacionales de desempeño acústico, incorporando requerimientos específicos de aislamiento acústico, control de ruido y acondicionamiento acústico para responder a las exigencias de los espacios de trabajo contemporáneos.

2. Metodología

Se desarrolló en tres etapas principales: análisis del proyecto, modelado y simulación acústica, desarrollo de soluciones y validación mediante mediciones.

En una primera etapa se analizaron el programa arquitectónico de las oficinas corporativas y el pliego de especificaciones acústicas del proyecto, elaborado conforme a estándares internacionales. Este documento establecía los criterios de desempeño acústico requeridos para cada tipo de ambiente, incluyendo espacios de trabajo individual, áreas colaborativas, salas de reuniones y espacios destinados a videoconferencias. Con base en dichos requerimientos se definieron las soluciones de aislamiento y acondicionamiento acústico, integrándolas al diseño arquitectónico considerando simultáneamente criterios de desempeño acústico, estética y operación del edificio.

La segunda etapa consistió en la elaboración de modelos tridimensionales y simulaciones acústicas. Para el diseño del aislamiento acústico se empleó el software SONarchitect [10], mediante el cual se verificó el desempeño previsto de las soluciones constructivas entre recintos. Complementariamente, el acondicionamiento acústico fue evaluado mediante Treble Acoustic Simulation Platform [1], permitiendo analizar el comportamiento sonoro de los distintos ambientes y optimizar la selección y distribución de los materiales absorbentes.

Finalmente, una vez ejecutadas las intervenciones, se realizaron mediciones acústicas in situ con el objetivo de verificar el desempeño alcanzado y contrastar los resultados obtenidos con las predicciones realizadas durante la etapa de simulación. Esta validación permitió evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos acústicos establecidos para el proyecto.

3. Descripción

En este apartado se presenta el contexto general del proyecto, describiendo las características arquitectónicas de la oficina, la organización funcional de los espacios y la evolución del programa arquitectónico. Estos aspectos constituyen la base para comprender los criterios que guiaron el desarrollo de las estrategias acústicas implementadas.

3.1 Descripción general

Este caso práctico se enfoca en el diseño e implementación de las estrategias de un proyecto acústico completo desarrollado para una oficina corporativa de altas prestaciones. Desde las etapas iniciales del proyecto, el diseño acústico fue integrado al desarrollo arquitectónico con el objetivo de compatibilizar los criterios de desempeño acústico con la materialidad, la iluminación, la imagen corporativa y la incorporación de elementos biofílicos. Esta integración permitió desarrollar soluciones acústicas coherentes con la propuesta espacial y alineadas con los estándares de desempeño establecidos para el proyecto.

3.2 Descripción del proyecto

El proyecto corresponde a la adecuación y renovación de un espacio de oficinas corporativas de aproximadamente 506 m² ubicado en un edificio de oficinas existente en la ciudad de Asunción, Paraguay. Debido a las características del inmueble, parte de la configuración arquitectónica se encontraba condicionada por elementos constructivos preexistentes, incluyendo muros de hormigón, losas macizas, núcleos de circulación vertical y accesos mediante ascensores. Estas condiciones establecieron restricciones de diseño que influyeron directamente en las estrategias de aislamiento acústico y en la distribución funcional de los distintos ambientes.

La propuesta arquitectónica fue desarrollada para responder a los nuevos modelos de trabajo híbrido, combinando espacios destinados a la concentración individual, la colaboración presencial, las reuniones virtuales y la interacción informal. Más allá de los requerimientos funcionales, el proyecto buscó fortalecer la experiencia de los usuarios mediante espacios que integraran el confort acústico [2,3] con la identidad institucional, el bienestar y la calidad espacial. Esta configuración funcional definió los distintos requerimientos acústicos del proyecto, constituyendo la base para el desarrollo de las estrategias implementadas en las siguientes etapas del diseño.

Con el objetivo de responder a los distintos modos de uso presentes dentro de la oficina, los espacios fueron organizados conceptualmente en tres categorías funcionales. Las Hot Zones agrupan áreas de alta interacción y colaboración, caracterizadas por una mayor actividad y circulación de usuarios. Las Warm Zones corresponden a espacios de transición, reuniones y trabajo colaborativo, donde existen requerimientos de comunicación e intercambio de información. Finalmente, las Cold Zones reúnen ambientes destinados a actividades que demandan mayores niveles de privacidad, confidencialidad y concentración, como aparece en la Figura 1. Esta organización funcional constituyó la base para definir los distintos criterios de aislamiento, acondicionamiento y control del ruido aplicados en cada sector del proyecto.

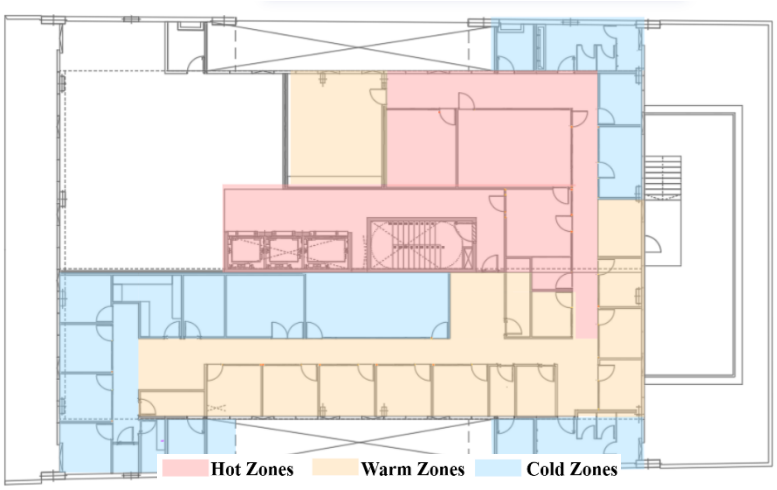
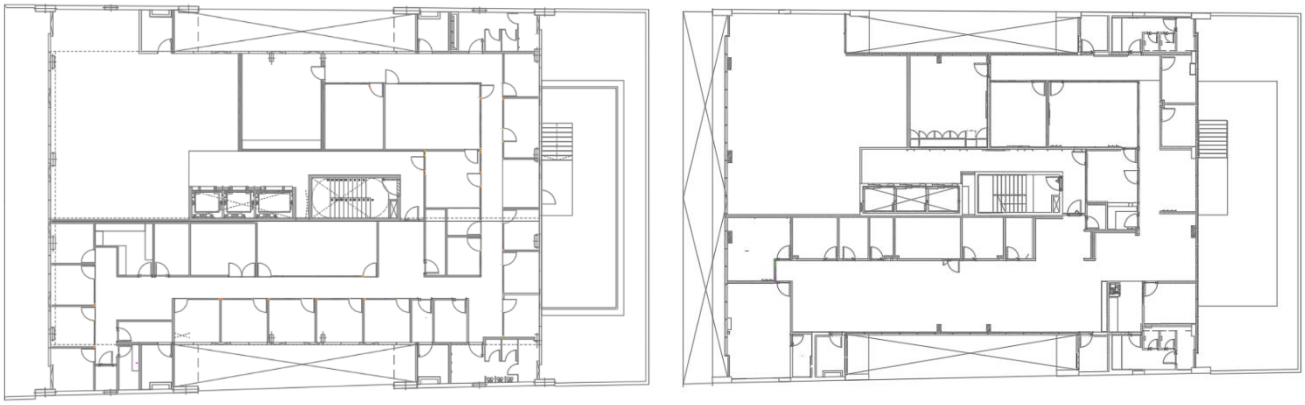


Figura 1: Organización conceptual de categorías de espacios

3.3 Evolución del programa arquitectónico

Durante las etapas iniciales de diseño, la propuesta arquitectónica contemplaba una distribución basada principalmente en oficinas privadas y espacios cerrados de trabajo, en línea con los lineamientos corporativos vigentes en ese momento. Este enfoque contemplaba ambientes individuales y compartimentados, con una limitada presencia de áreas colaborativas abiertas, como se observa en la Figura 2(a).

Posteriormente, como resultado de la evolución de los modelos de trabajo y la incorporación de nuevos criterios institucionales el proyecto fue replanteado para responder a dinámicas de trabajo híbrido. La nueva configuración promovió una mayor interacción entre usuarios mediante la incorporación de espacios de trabajo abiertos (Open Space), áreas colaborativas, espacios informales de encuentro, cabinas para reuniones virtuales, salas de reunión y espacios de conferencia, manteniendo simultáneamente ambientes que requerían altos niveles de privacidad, como la oficina del Country Manager [6] y otras oficinas cerradas, como aparece en la Figura 2(b).



(a) Primera propuesta de diseño **(b)** Propuesta final de diseño

Figura 2: Plantas de propuesta de diseño arquitectónico

4. Estrategias de diseño acústico

A partir de las condiciones arquitectónicas y funcionales del proyecto, se desarrolló una estrategia acústica integral orientada a satisfacer los distintos requerimientos de privacidad, confort y control del ruido presentes en la oficina. Las soluciones implementadas abarcaron tres ejes principales: aislamiento acústico, acondicionamiento acústico y control de ruido, los cuales se describen en las siguientes subsecciones.

4.1 Requerimientos y soluciones de aislamiento acústico

La evolución del programa arquitectónico generó nuevos desafíos para el diseño acústico, al requerir la coexistencia de espacios con niveles de actividad, ocupación y requerimientos de privacidad significativamente diferentes dentro de una misma planta de oficinas.

El diseño acústico tomó como referencia los criterios de separación acústica [2,3] establecidos para oficinas corporativas de altas prestaciones, los cuales definen índices mínimos de reducción sonora (R_w) según el tipo de recinto. Estos criterios sirvieron como base para jerarquizar los sistemas constructivos empleados en el proyecto mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1: Requerimientos mínimos de aislamiento acústico.

Tipo de recinto	R_w
Oficina Gerente	≥ 50 dB
Oficina cerrada	≥ 38 dB
Sala de reuniones	≥ 38 dB
Baños	≥ 40 dB

A partir de estos requerimientos, los muros existentes fueron reforzados mediante sistemas de trasdosado acústicos [2,3] compuestos por placas de yeso laminado y lana mineral, incrementando su aislamiento [2] respecto a espacios colindantes. Para las separaciones entre cafetería, salas de reuniones y áreas colaborativas se emplearon sistemas de muro seco de doble estructura con múltiples capas de placa de yeso y absorbente interior, permitiendo alcanzar mayores niveles de aislamiento entre actividades con diferentes grados de ocupación y generación de ruido.

En aquellos recintos con requerimientos superiores de privacidad, como oficinas adyacentes a baños y áreas de circulación, se incorporaron membranas acústicas de alta densidad dentro de la composición de los tabiques. Esta estrategia permitió aumentar la masa superficial del sistema y mejorar su comportamiento frente a la transmisión sonora aérea. La solución de mayor desempeño fue reservada para la oficina del Country Manager, donde los requerimientos de confidencialidad exigían los mayores índices de reducción acústica del proyecto como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2: Sistemas de muro

Sistema	Aplicación principal	R_w
Trasdosado acústico	Muro existente	+ 7 dB
Muro seco simple	Oficinas estándar	≥ 44 dB
Muro seco doble	Cafetería, meeting room, áreas colaborativas	≥ 52 dB
Muro seco simple+ membrana	Oficina Country Manager	≥ 55 dB
Muro seco doble+ membrana	Baños y sala de máquinas	≥ 58 dB

Las divisiones vidriadas fueron diseñadas con sistemas de doble vidrio laminado capaces de alcanzar índices de reducción acústica de $R_w \geq 42$ dB, permitiendo mantener la transparencia visual requerida por el proyecto arquitectónico sin comprometer los niveles de privacidad.

Las puertas fueron especificadas con una masa superficial mínima de 35 kg/m², sellos perimetrales y sistemas automáticos de cierre inferior. Debido a que pequeñas aberturas pueden reducir significativamente el desempeño global de un cerramiento acústico, mostrado en la Figura 3.

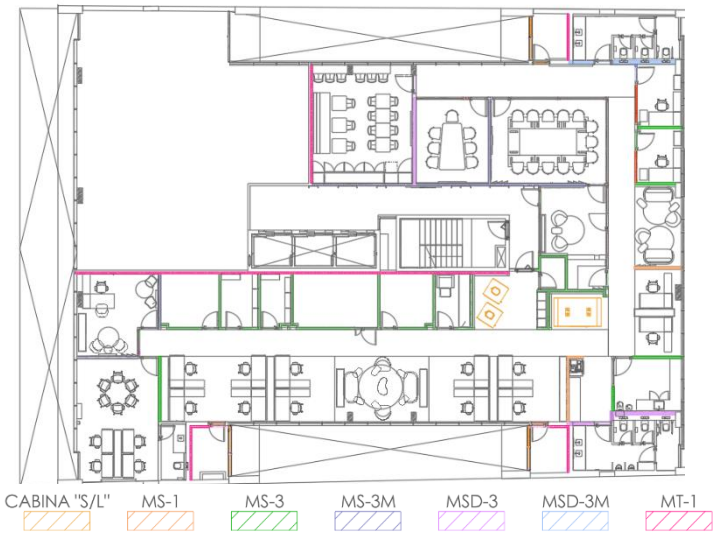


Figura 3: Planta de aislamiento

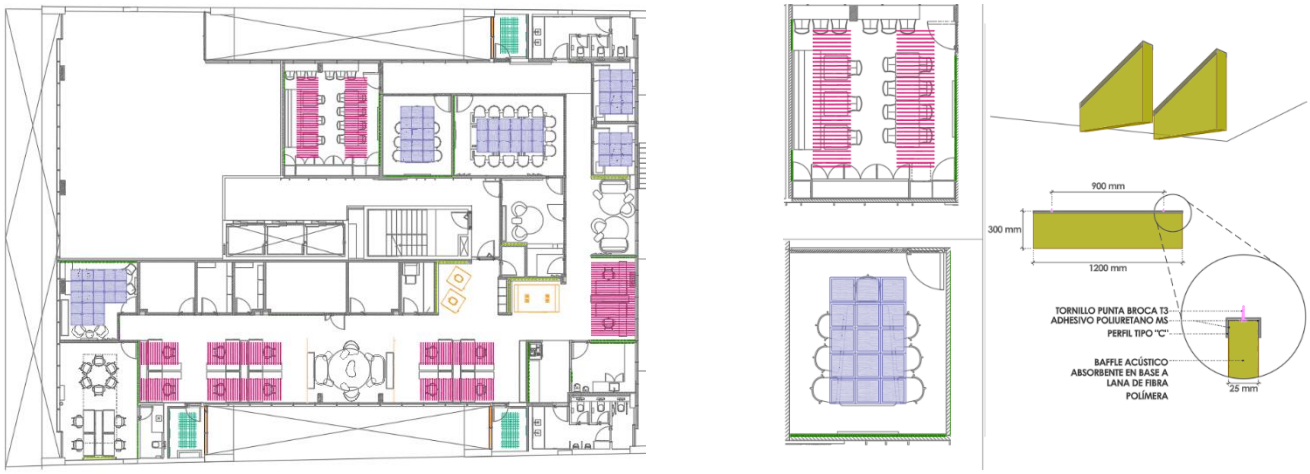
4.2 Requerimientos y soluciones de acondicionamiento acústico

Los documentos de Estándares y Guía de Marca del cliente establecían como criterio de diseño acústico que los espacios de trabajo abiertos (open space) y las áreas colaborativas, incluyendo cabinas telefónicas y comedor, debían presentar un tiempo de reverberación (R_t) inferior a 0,5 s [7], con el objetivo de garantizar condiciones adecuadas de confort acústico. Este requerimiento fue considerado desde las etapas iniciales del diseño y verificado posteriormente mediante simulaciones acústicas.

Complementariamente los criterios acústicos debieron integrarse con los requerimientos arquitectónicos y audiovisuales del proyecto. En particular, los espacios destinados a reuniones virtuales exigieron una cuidadosa selección de materiales, colores y acabados, evitando elementos visuales que pudieran afectar la calidad de imagen o distraer a los participantes remotos durante las videoconferencias, tal como aparece en la Figura 4(a).

Como parte de la estrategia de acondicionamiento acústico, se seleccionaron soluciones adaptadas a las características y al nivel de ocupación de cada espacio. En las áreas de trabajo abiertas, espacios colaborativos y cafetería se incorporaron bafles acústicos suspendidos de absorción Clase A ($\alpha_w \geq 0{,}95$) [2,3], permitiendo controlar la reverberación en ambientes de alta interacción y mejorar las condiciones de confort acústico [4].

Adicionalmente se utilizaron revestimientos acústicos de fieltro de poliéster de absorción Clase C ($\alpha_w \geq 0{,}70$) en sectores específicos de la oficina, contribuyendo al acondicionamiento acústico de los espacios se puede observar en la Figura 4(b) y favoreciendo su integración con la propuesta arquitectónica.



(a) Plano de techo acondicionamiento **(b)** detalles acondicionamiento

Figura 4: Planta de acondicionamiento

Como parte del diseño interior, se incorporaron elementos biofílicos mediante revestimientos de musgo natural en áreas seleccionadas del proyecto se puede muestra en la Figura 5, reforzando la identidad visual y la experiencia espacial planteada para los usuarios.

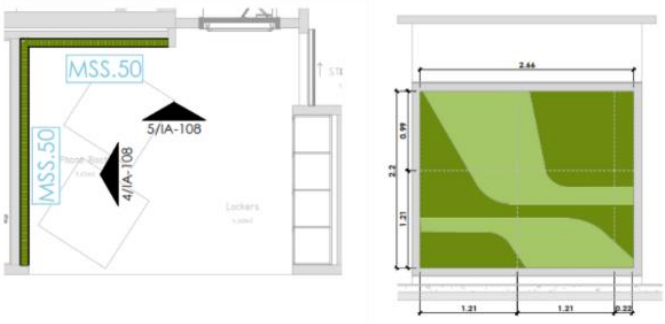


Figura 5: Planos de ubicación Musgo

Finalmente, la oficina incorporó cabinas acústicas individuales y grupales como complemento a las áreas de trabajo abiertas. Estas soluciones permitieron disponer de espacios destinados a llamadas telefónicas, reuniones breves y conversaciones que requerían un mayor nivel de privacidad, reduciendo simultáneamente la interferencia acústica sobre el resto de los usuarios del Open Space. La incorporación de estas cabinas resultó especialmente relevante dentro del modelo de trabajo híbrido adoptado por el proyecto, al ofrecer alternativas flexibles para actividades que demandan aislamiento temporal sin recurrir a oficinas cerradas permanentes.

4.3 Control de ruido

Con el objetivo de minimizar la transmisión del ruido generado por los sistemas mecánicos y preservar el confort acústico en los espacios de trabajo, se implementaron diversas estrategias de control de ruido, tanto para la propagación aérea como para la transmisión de vibraciones [2,3].

Se incorporó tratamiento acústico en los ductos de climatización mediante revestimientos absorbentes internos, reduciendo la propagación del ruido aéreo a través del sistema de aire.

En las salas de máquinas se implementaron atenuadores acústicos y soluciones de ventilación tipo louvre diseñadas para disminuir la transmisión de ruido hacia los ambientes ocupados, manteniendo al mismo tiempo las condiciones operativas de los equipos, este diseño se observa en la Figura 6.

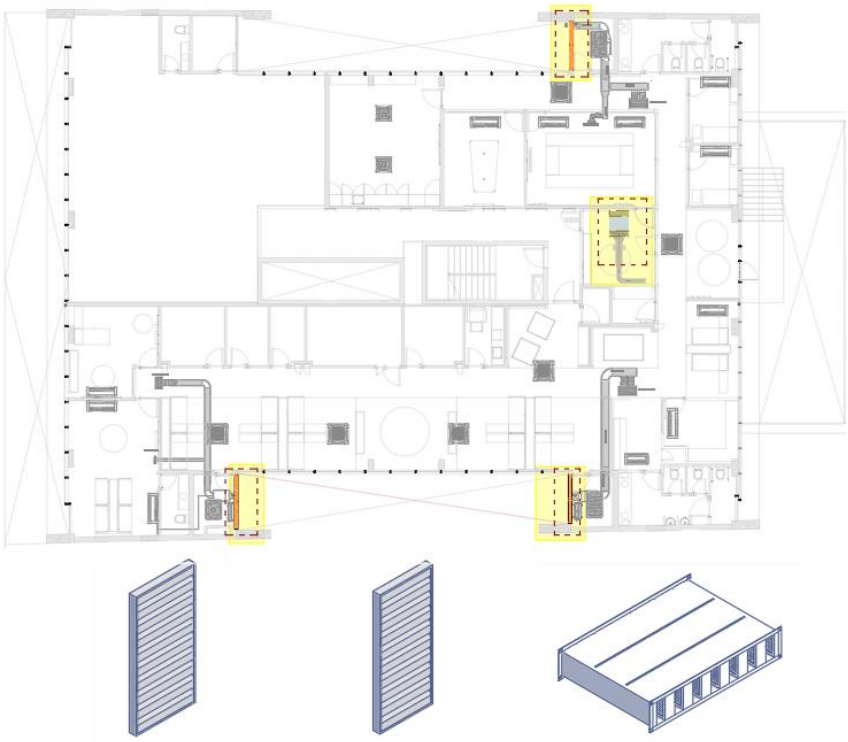


Figura 6: Planta control de ruido

Asimismo, se aplicaron sistemas amortiguadores en la base de las máquinas, con el fin de reducir la transmisión de vibraciones hacia la estructura del edificio y minimizar el ruido estructural asociado.

Como complemento, se utilizaron materiales absorbentes en áreas técnicas, contribuyendo a reducir los niveles de ruido de fondo y mejorando las condiciones acústicas generales del proyecto.

5. Ejecución

La ejecución del proyecto acústico se desarrolló mediante un proceso coordinado entre el equipo de diseño, la constructora, proveedores especializados y demás disciplinas involucradas. Debido a las altas exigencias de desempeño establecidas para el proyecto, como aparece en la Figura 7, fue necesario mantener un seguimiento continuo durante las distintas etapas de obra para asegurar la correcta implementación de las soluciones acústicas previstas.



Figura 7: Instalación de soluciones acústicas

Asimismo, el proyecto implicó la gestión logística de materiales y sistemas especializados provenientes de distintos países, así como la coordinación de profesionales para el seguimiento de etapas críticas de la obra. La incorporación de las soluciones acústicas requirió compatibilizar elementos arquitectónicos, instalaciones y carpinterías, dentro de un cronograma de ejecución ajustado.

En este contexto, el desarrollo de planos ejecutivos detallados y la supervisión técnica permanente permitieron garantizar la correcta instalación de los sistemas acústicos, reducir interferencias con otras disciplinas y mantener la correspondencia entre el diseño propuesto y su implementación final como se muestra en la Figura 8, estableciendo las condiciones necesarias para la posterior evaluación del desempeño acústico del proyecto.

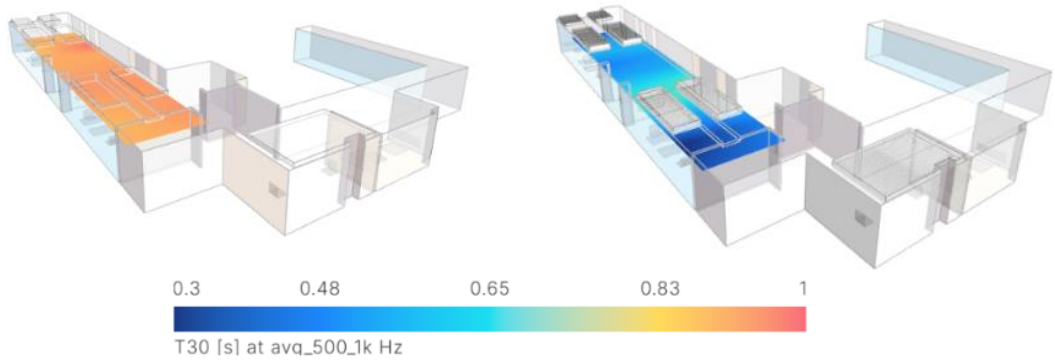


Figura 8: Proyecto acústico finalizado

6. Modelo acústico

El modelo acústico de las oficinas se desarrolló mediante el software especializado Treble [1], el cual permitió realizar simulaciones predictivas del comportamiento acústico de los distintos espacios antes y después de la implementación de las soluciones propuestas.

Se modelaron ambientes representativos del proyecto, incluyendo áreas de trabajo abiertas (Open Space) como se muestra en el Gráfico 1, oficinas privadas, pasillos y comedor. En cada caso se incorporaron las características geométricas de los recintos, los materiales especificados y las condiciones de uso previstas para cada espacio.



(a) Modelo acústico sin acondicionamiento **(b)** Modelo acústico con acondicionamiento

Gráfico 1: Modelo acústico en Treble [1]

Las simulaciones se enfocaron en la evaluación de parámetros asociados al confort acústico [8], particularmente el tiempo de reverberación [4,7], utilizado como indicador de la sonoridad [9] percibida en los distintos ambientes. Esto permitió analizar el impacto de las distintas estrategias de acondicionamiento acústico, optimizar las soluciones propuestas durante la etapa de diseño y verificar el cumplimiento de los objetivos de desempeño establecidos para cada ambiente.

7. Mediciones y resultados acústicos

Con el objetivo de verificar el desempeño acústico de los espacios una vez ejecutadas las soluciones de diseño, se realizaron mediciones in situ de aislamiento acústico entre recintos (D_{nTw}), nivel de ruido de fondo (NC) y tiempo de reverberación (R_t) [4,7]. Los ensayos se efectuaron en espacios representativos del proyecto, seleccionados por su relevancia funcional y por los criterios de desempeño establecidos durante la etapa de diseño. Los resultados obtenidos se comparan con los valores proyectados, permitiendo evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos acústicos planteados para las oficinas corporativas de altas prestaciones.

7.1 Aislamiento acústico entre espacios

El aislamiento acústico entre espacios fue evaluado mediante el índice estandarizado de diferencia de niveles ponderado (D_{nTw}), de acuerdo con la metodología establecida en la ISO 16283 [5] para las mediciones de campo y la clasificación de resultados según la ISO 717-1 [6]. Los valores obtenidos fueron comparados con las predicciones realizadas durante la etapa de diseño mediante el modelo desarrollado en SONarchitect [10]. Se analizaron tres relaciones representativas del proyecto: Sala de reuniones–Comedor, Sala de conferencias–Pasillo y Oficina individual–Open Space, comparando los valores proyectados durante el diseño con los obtenidos en las mediciones finales.

Tabla 3: Comparativa entre espacios.

RELACIÓN DE ESPACIOS	PROYECTADO $D_{nt,w}$ (dB)	MEDIDO $D_{nt,w}$ (dB)
COMEDOR - SALA DE REUNIONES	60	58
SALA CONFERENCIAS - PASILLO	38	33
OFICINA PRIVADA - OPEN SPACE	51	49

La Tabla 3 presenta los resultados más representativos y la comparación entre los valores proyectados y medidos del aislamiento acústico entre espacios. En los tres casos evaluados se observa una buena correspondencia entre los resultados de diseño y las mediciones in situ. Las diferencias registradas fueron de 2 dB para la relación Comedor–Sala de reuniones, 5 dB para Sala de conferencias–Pasillo y 2 dB para Oficina privada–Open Space, manteniéndose un comportamiento consistente con el previsto durante la etapa de diseño. Esta diferencia puede atribuirse a las condiciones propias de la ejecución y a posibles caminos de transmisión indirecta asociados a puertas y encuentros constructivos, aspectos que deberán ser considerados en futuras intervenciones.

7.2 Nivel de ruido de fondo (*NC*)

El nivel de ruido de fondo fue evaluado en condiciones de operación normal del sistema de climatización, con el aire acondicionado funcionando a velocidad media. Los niveles de presión sonora medidos por bandas de octava se compararon con la curva de criterio de ruido NC-25, establecida como objetivo de diseño para garantizar condiciones adecuadas de confort acústico en espacios de trabajo y reuniones.

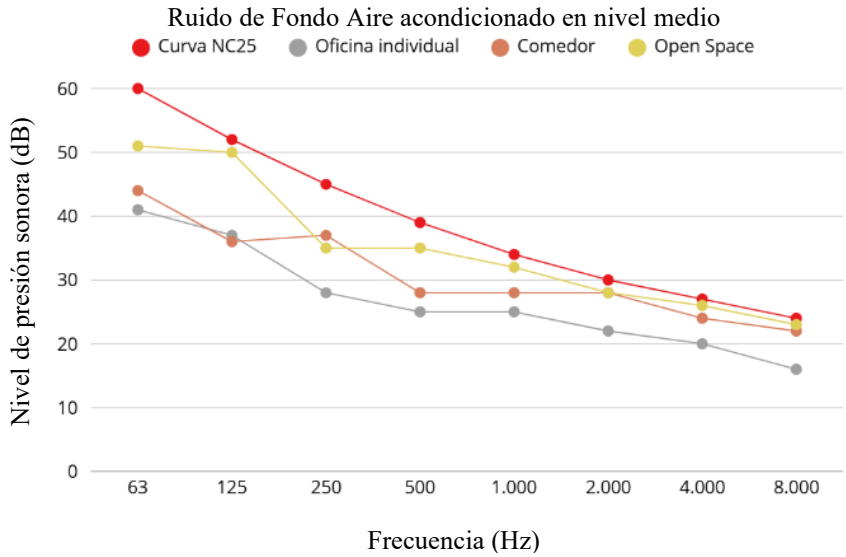


Gráfico 2: Niveles de ruido de Fondo

Como se observa en el Gráfico 2, los niveles de ruido de fondo registrados en los tres espacios evaluados permanecen por debajo de la curva NC-25 en todas las bandas de frecuencia analizadas. La oficina individual presenta los menores niveles de ruido, seguida por el comedor y el open space, este último con valores ligeramente superiores en bajas frecuencias, aunque sin superar el criterio de diseño. Estos resultados confirman que el sistema de climatización y las instalaciones asociadas mantienen un adecuado control del ruido de fondo, proporcionando condiciones compatibles con el uso previsto de los espacios.

7.3 Tiempo de reverberación (R_t) [4]

El tiempo de reverberación (R_t) [4] fue evaluado en los espacios representativos del proyecto con el fin de verificar el acondicionamiento acústico alcanzado tras la implementación de las soluciones de diseño. Los resultados obtenidos se compararon con los valores proyectados durante la etapa de simulación, permitiendo evaluar el comportamiento acústico real de los recintos.

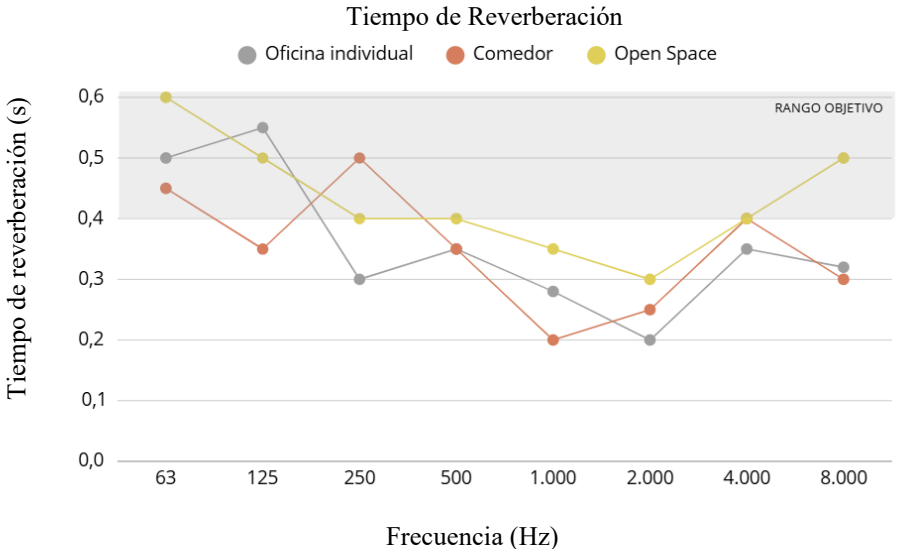


Gráfico 3: Tiempo de Reverberación

El Gráfico 3 presenta los tiempos de reverberación medidos en bandas de octava para la oficina individual, el comedor y el open space, comparados con el objetivo de diseño de $Rt = 0{,}5$ s [7]. En general, los resultados muestran un comportamiento próximo al valor objetivo, particularmente en las frecuencias medias (500 Hz a 2000 Hz), que son las más relevantes para la comunicación oral. Se observan variaciones entre los distintos espacios y bandas de frecuencia, atribuibles a las diferencias en volumen, geometría, distribución del mobiliario y materiales de acabado. No obstante, los valores obtenidos evidencian un adecuado control de la reverberación, favoreciendo condiciones de confort acústico e inteligibilidad de la palabra acordes con el uso previsto de los ambientes.

8. Conclusiones

El presente trabajo presentó el diseño e implementación de un proyecto acústico integral para oficinas corporativas de altas prestaciones, donde la acústica fue incorporada desde las primeras etapas del diseño arquitectónico para responder a los requerimientos de privacidad, confort acústico y nuevas dinámicas de trabajo.

Las estrategias de aislamiento acústico, acondicionamiento acústico y control de ruido, desarrolladas mediante simulaciones predictivas y verificadas posteriormente mediante mediciones *in situ*, permitieron alcanzar los objetivos de desempeño establecidos para el proyecto. Los resultados obtenidos confirmaron la efectividad de las soluciones implementadas y evidenciaron la importancia de validar el diseño mediante mediciones en obra.

Finalmente, este caso de estudio demuestra que la incorporación temprana de criterios acústicos como parte del proceso de diseño arquitectónico permite desarrollar oficinas corporativas que combinan desempeño acústico, calidad espacial y bienestar de los usuarios, ofreciendo una metodología aplicable a futuros proyectos de características similares.

9. Declaración sobre el uso de inteligencia artificial generativa

Durante la elaboración de este artículo se utilizaron herramientas de Inteligencia Artificial Generativa como apoyo para la revisión lingüística, el mejoramiento de la redacción, la traducción de fragmentos del manuscrito y la organización del texto. Dichas herramientas no fueron empleadas para generar los resultados científicos, las interpretaciones, el análisis técnico ni las conclusiones del estudio. Los autores revisaron y validaron íntegramente el contenido final del manuscrito

10. Agradecimientos

Se agradece al cliente por la confianza brindada para el desarrollo de este proyecto. Asimismo, se reconoce la colaboración de los profesionales y especialistas que participaron en las etapas de diseño, coordinación e implementación. Finalmente se agradece al equipo del Departamento de I+D+i, cuyo compromiso y aportación técnica fueron fundamentales para el desarrollo de las soluciones acústicas presentadas en este trabajo.

Referencias

[1] Treble Technologies. *Treble Acoustic Simulation Platform*. Documentación oficial en línea. Disponible en: https://docs.treble.tech/. Consultado el 24 de Julio de 2026.

[2] Carrión Isbert, A. *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona: Edicions UPC, 1998.

[3] Arau, H. *ABC de la acústica arquitectónica*. Barcelona: Grupo Editorial CEAC, 1999.

[4] International Organization for Standardization (ISO). *ISO 3382-2:2008. Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 2: Reverberation time in ordinary rooms*. Ginebra: ISO, 2008. Disponible en: https://www.iso.org/standard/36201.html.

[5] International Organization for Standardization (ISO). *ISO 16283-1:2014. Acoustics — Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 1: Airborne sound insulation*. Ginebra: ISO, 2014. Disponible en: https://www.iso.org/standard/55997.html.

[6] International Organization for Standardization (ISO). *ISO 717-1:2020. Acoustics — Rating of sound insulation in buildings and of building elements — Part 1: Airborne sound insulation*. Ginebra: ISO, 2020. Disponible en: https://www.iso.org/standard/77435.html.

[7] Deutsches Institut für Normung (DIN). *DIN 18041:2016-03. Acoustic quality in rooms — Specifications and instructions for the room acoustic design*. Berlín: DIN, 2016.

[8] International Organization for Standardization (ISO). *ISO 22955:2021. Acoustics — Acoustic quality of open office spaces*. Ginebra: ISO, 2021. Disponible en: https://www.iso.org/standard/74237.html.

[9] Zeballos Puccherelli, I.; Rolón Carreras, S.; Camacho Moreno, D. *Sonoridad y reducción de ruido en restaurantes. Casos prácticos*. XXX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC), Natal, Brasil, 2023. DOI: https://doi.org/10.29327/sobracnatal2023.748539.

[10] Sound of Numbers. *SONarchitect: Software for sound insulation calculation in the entire building*. Disponible en: https://www.soundofnumbers.net/sonarchitect/index.php/en/. Contacto: info@soundofnumbers.net. Consultado el 15 de octubre de 2026.