



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

“TÉCNICAS DE CONTROL PASIVO DE RUIDO PARA EL DISEÑO  
DE LA NUEVA SEDE DEL CONSERVATORIO REGIONAL DE  
MÚSICA ‘CARLOS VALDERRAMA’ EN TRUJILLO - 2020”

Trabajo de investigación para optar el grado académico de:

Bachiller en Arquitectura

**Autor:**

Analucia Andrea Toledo Bustamante

**Asesor:**

Mg. Arq. Hugo Gualberto Bocanegra Galvan

Trujillo – Perú

2020

## TABLA DE CONTENIDO

<b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
1.1 Realidad problemática .....	3
1.2 Formulación del problema.....	8
1.3 Objetivo general .....	8
1.4 Antecedentes teóricos .....	8
1.5 Dimensiones y criterios arquitectónicos de aplicación.....	16
<b>CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA</b> .....	<b>21</b>
2.1 Tipo de investigación.....	21
2.2 Presentación de casos arquitectónicos .....	22
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	29
2.4 Matriz de consistencia .....	29
<b>CAPÍTULO 3 RESULTADOS</b> .....	<b>30</b>
3.1 Análisis de casos arquitectónicos .....	30
3.2 Lineamientos del diseño .....	48
<b>CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>50</b>
4.1 Conclusiones teóricas .....	50
4.2 Recomendaciones para el proyecto de aplicación profesional .....	51
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>52</b>
<b>ANEXOS</b> .....	¡Error! Marcador no definido.

## CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

Hoy en día existe un avance importante en cuanto a la educación para el desarrollo sostenible que se ha logrado con la implementación de pedagogías más participativas, activas y basadas en el estudiante, muchas de las cuales tienden a elevar el nivel de ruido de las aulas y generan la necesidad de mejorar las condiciones acústicas de estos ambientes, de manera que los maestros se sentirán libres de elegir su método de enseñanza según sea necesario y sin limitarse por las condiciones acústicas del espacio. (Montiel y Mayoral, 2019)

La falta de conocimiento sobre la importancia de la acústica en espacios educativos, especialmente si se trata de educación musical, se puede evidenciar en la carencia de infraestructuras adecuadas para su impartición en la ciudad, dado que la construcción de un conservatorio de música no es idónea si es que no se han tomado en cuenta los criterios de aislamiento y acondicionamiento acústico necesarios para el óptimo funcionamiento de sus espacios de aprendizaje.

En consecuencia, existen técnicas de control de ruido y sonido que son fuente de investigación constante para muchos autores, de las cuales destacan las técnicas de control pasivo de ruido, que están orientadas a minimizar interferencias causadas en el exterior o interior de un edificio.

Las técnicas de control pasivo de ruido se basan en la utilización de materiales absorbentes o dispositivos que dificultan la propagación del ruido y se denominan pasivas porque, a diferencia de las técnicas activas, no añaden ninguna energía adicional al ruido existente (...). Se pueden aplicar en la fuente de ruido, partiendo de un diseño silencioso de la misma, amortiguando las vibraciones que genera o bien encapsulando la fuente para evitar la propagación exterior. También se pueden aplicar técnicas pasivas en el camino

que dificulten la propagación del ruido, utilizando pantallas acústicas, dispositivos aislantes, materiales absorbentes o filtros acústicos. (Cabo y Cuesta, 2018, p.63-64)

A nivel mundial, se sabe que la contaminación acústica presente en la mayoría de ciudades representa un grave peligro para la salud pública, lo cual amerita la especial consideración de técnicas pasivas para la reducción de ruido. Según Azimi (2017) el excesivo ruido perjudica nuestra existencia física y mental y por lo tanto es necesario realizar una evaluación de alternativas que involucren materiales de absorción de sonido, que además sean sostenibles, muy útiles dentro del control pasivo de ruido en una sala y que en general, son vistos como una tecnología efectiva para la reducción de ruido en edificios.

A nivel nacional, es importante destacar que estos avances han sido aplicados en grandes proyectos como es la construcción del Gran Teatro Nacional de Lima, el cual tiene la tecnología acústica más desarrollada de estos espacios en América Latina (Vadillo, 2017). Asimismo, se sabe que el Ministerio de Cultura bajo la premisa de “arte y no ruido”, ha seguido promoviendo el uso responsable de estas tecnologías y ha planteado un desafío internacional al gestionar la visita de reconocidas empresas de audio y sonido para la realización de capacitaciones que reafirman su compromiso de ofrecer espectáculos de primer nivel en nuestro país (Gran Teatro Nacional, 2019).

A nivel local, se ha evidenciado la intención de seguir con esta misma línea mediante la construcción del teatro “Víctor Raúl Lozano Ibáñez”, una de las obras más emblemáticas de la Universidad Privada Antenor Orrego, el cual es el teatro auditorio más grande y moderno del Perú, convirtiéndose además es un ícono del arte y la cultura según su directora, la doctora Bertha Malabrigo. Esto se debe a que la planificación de este proyecto ha considerado la implementación de equipamiento con tecnología de punta que asegura el cumplimiento de elevados estándares internacionales en cuanto a espacialidad y técnicas acústicas aplicadas a escenarios de espectáculos de la magnitud que se propuso.

El primer conservatorio nace en la Italia del S. XVI como equivalente a hospicio u orfanato, con un enfoque absolutamente comprensivo que rápidamente evolucionó y se perpetuó en el exigente modelo selectivo (...). La separación entre enseñanza instrumental y enseñanza de la música, con el auge posterior del estudio individual de muchas horas diarias y plasmado en la proliferación de «métodos» como recopilación de estudios de toda clase desde finales del XVIII, llevó a un concepto de «técnica» reducido a lo mecánico, que expande el adiestramiento intrínseco a la actividad instrumental hasta límites inimaginables. (Fernández & Casas, 2019)

A nivel mundial, se destaca que, en países como España, según Ponce de León (2017), existe una enseñanza estructurada de música que abarca mucho más que el aprendizaje de un instrumento en específico, puesto que durante 6 años los estudiantes reciben una formación variada, entre lo humanístico y lo musical, de forma individual y en conjunto, que contribuye a la formación integral de los músicos y no los limita a definirse como meros “ejecutantes”. Es por ello que se destaca la importancia de recibir una educación musical dividida en diversas asignaturas que, complementadas a la educación instrumental, sustentan el desafío de plantear la construcción de un conservatorio de música.

A nivel nacional, se conoce que algunas de las instituciones más importantes del país, dedicadas a la enseñanza musical en Lima, Cusco, Huánuco, Piura, Ica, Arequipa y La Libertad han alcanzado el rango universitario, lo cual posibilita la obtención de títulos profesionales para las carreras con las que cuentan actualmente (SUNEDU, 2018). Esta medida corresponde a un hecho que eleva el compromiso del Ministerio de Educación de formar profesionales de alta calidad académica y artística, de manera descentralizada, fomentando además la importancia de los centros superiores de educación musical para el país.

A nivel local, el Conservatorio Regional de Música “Carlos Valderrama” se define como un centro superior de enseñanza musical dedicado a la formación de licenciados en música y

licenciados en educación musical. Además, se destaca que su formación académica está orientada hacia la música clásica y operística (Conservatorio Regional del Norte Público "Carlos Valderrama", 2020). Sin embargo, las instalaciones de dicha institución, incluso siendo la única acreditadora de músicos profesionales en la ciudad, no está diseñada con condiciones óptimas de espacialidad para llevar a cabo las actividades pedagógicas requeridas, puesto que hacen falta aulas de clase, laboratorios, salas de ensayo y oficinas administrativas.

Dado que la comunicación oral es el principal medio que utilizamos en las escuelas para aprender, la acústica se convierte en uno de los atributos arquitectónicos más importantes del diseño de los espacios educativos. La acústica de las aulas adquiere una mayor connotación cuando consideramos la falta de desarrollo neurológico de la audición que exhiben los niños y jóvenes menores de 20 años de edad. Los niños educados en aulas con mala acústica –aulas ruidosas, reverberantes o con poca inteligibilidad del habla– aprenden menos, presentan un menor desempeño académico, y se desarrollan cognitivamente menos. Los efectos negativos comienzan a manifestarse desde los 4 años de edad, y hasta los 13 años los niños son considerados como población de riesgo ante una mala acústica en las aulas. (Aguilar, 2018, p.7)

A nivel mundial, la directora de la Oficina Regional para Europa de la OMS, Zsuzsanna Jakab, en el 2018, comentó durante una entrevista que “La contaminación acústica en nuestros pueblos y ciudades está aumentando, arruinando las vidas de muchos ciudadanos europeos. Más que una molestia, el ruido excesivo es un riesgo para la salud, que contribuye a las enfermedades cardiovasculares, por ejemplo” (Piqueras, 2018). A través de estas declaraciones, se denota la importancia de no pasar por alto la implementación de soluciones acústicas en el rubro de la construcción, pues es un elemento indispensable para el cuidado de la salud pública.

A nivel nacional, según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en el 2020, considera que las condiciones acústicas en un recinto educativo deben responder al control de interferencias entre distintos ambientes, así como al aislamiento de ruidos recurrentes externos como los generados por el tráfico, y también deben reducirse los ruidos generados en el interior, como los que se generan por el movimiento de mobiliario. Asimismo, el Ministerio de Educación recomienda diseñar las aulas de clase con materiales absorbentes que disminuyan eco y reverberaciones, y plantear una zonificación adecuada para que las actividades pedagógicas no interfieran entre sí.

A nivel local, se observa que las soluciones acústicas planteadas para las aulas de clase, salas de ensayo y zonas de expresión escénica de dicha institución no son óptimas para el desenvolvimiento de los alumnos y, por ende, para cumplir los objetivos del aprendizaje musical, ya que se evidencian interferencias de ruidos externos e internos que dificultan la comunicación oral. La falta de interés en un presupuesto destinado para un debido tratamiento acústico se puede traducir en que existe un vacío en la comprensión de la influencia que tiene el diseño integral de los espacios educativos en la ciudad.

Actualmente, el 6% de la población estudiantil en centros de educación superior de Trujillo corresponde a la categoría artística (ESCALE, 2020). Si el presente objeto arquitectónico no se llegara a construir en un futuro, es probable que dicho porcentaje de estudiantes no presencien un incremento en la calidad de enseñanza de dicha institución, limitando el desarrollo de los cursos según la malla curricular, por la falta de espacios educativos eficientes.

Asimismo, si el diseño de estos espacios no está condicionado por técnicas de control pasivo de ruido, esto traerá como consecuencia un inadecuado ambiente de aprendizaje, el cual se caracteriza por la interrupción de la comunicación en el aula, lo que a su vez trae consigo un

bajo rendimiento académico porque da lugar al ausentismo, agresividad, falta de motivación, concentración, atención, fatiga ocular, aburrimiento, hiperactividad, entre otros. (Gareca, 2018)

En conclusión, se debe reconocer la importancia del diseño de los espacios educativos para una óptima calidad de enseñanza, especialmente si se trata de educación musical, puesto que la propuesta de diseño de esta infraestructura debe contemplar las necesidades y retos que incluye la formación artística, desde ambientes correctamente dimensionados hasta salas de ensayo y escenarios debidamente acondicionados acústicamente, con los criterios de control pasivo de ruido correspondientes.

## **1.2 Formulación del problema**

¿De qué manera las técnicas de control pasivo de ruido condicionan el diseño de la nueva sede del conservatorio regional de música “Carlos Valderrama” en Trujillo?

## **1.3 Objetivo general**

Determinar de qué manera las técnicas de control pasivo de ruido condicionan el diseño de la nueva sede del conservatorio regional de música “Carlos Valderrama” en Trujillo - 2020.

## **1.4 Antecedentes teóricos**

### **1.4.1 Antecedentes teóricos generales**

Azimi (2017) en su trabajo de investigación sobre reducción de ruido mediante el uso de materiales absorbentes en edificaciones, realiza una reseña sobre artículos que describen las principales tecnologías pasivas y activas para minimizar los niveles de ruido en un recinto, destacando importancia del uso de materiales acústicos sostenibles que pueden ser naturales o hechos a partir de materiales reciclados, y enfocándose en la variable de técnicas de reducción pasiva de ruido por ser la más requerida en la industria.



Se menciona que, para lograr un aislamiento acústico aéreo, se deben usar materiales absorbentes como lino o fibras de celulosa recicladas, que equivalen al uso de fibras sintéticas como la lana mineral o lana de vidrio, lo cuales reducen el ruido al difundir energía y transformarla en calor. En cuanto al aislamiento acústico de impacto, que busca amortiguar las vibraciones de la fuente de ruido, recomienda el uso de corcho o caucho reciclado tanto en la estructura como en pisos y falsos techos. Además, destacan que estos materiales poseen buenas propiedades de aislamiento térmico.

Esta investigación servirá para poder conocer el concepto de técnicas pasivas de control de ruido y considerar el uso de materiales acústicos sostenibles, como reemplazo de los materiales sintéticos tradicionales, que sean absorbentes y contribuyan al aislamiento acústico aéreo y de impacto, teniendo en cuenta su aplicación en estructuras, pisos y falsos techos.

Sholanke (2019) en su trabajo de investigación sobre la contaminación acústica dentro del rubro de construcción en Nigeria, hace una revisión de literatura basada en los efectos de este fenómeno y su relación con la variable de técnicas de control de ruido, las cuales menciona que pueden ser pasivas o activas, con la finalidad de encontrar medidas que contribuyan a evitar riesgos en la salud de los usuarios.

Para el control pasivo del ruido, el autor recomienda iniciar con la planeación y organización del diseño del sitio de modo que se limite la exposición al ruido en ciertos ambientes. A continuación, destaca el uso de aislamiento acústico o barreras a prueba de sonido donde sea posible, complementado esta medida con la separación de las actividades que provoquen más ruido o disturbios mediante una adecuada zonificación. Finalmente, propone la implementación un tratamiento de sala para reducir el ruido transmitido y la utilización de dispositivos de protección auditiva para los usuarios.

Esta investigación servirá para entender la importancia de las técnicas pasivas de control de ruido para reducir los efectos de la contaminación acústica, además de cuáles son los métodos

más utilizados en el rubro de la construcción y qué recomendaciones deberían adoptarse en cuanto al aislamiento acústico para limitar la exposición al ruido en ciertos ambientes.

Dimitrijevic, D., Zivkovic, P., Dobrnjac, M., y Latinovic, T. (2017) en su trabajo de investigación sobre sistemas verdes de vida ecológica en zonas urbanas, analizan estudios relacionados a la importancia del uso de vegetación, sus beneficios acústicos y el impacto causado por dicho mecanismo en la mitigación del ruido, mediante la integración de la variable de reducción y control de la contaminación de ruido.

Es así que destacan la importancia de la absorción acústica que poseen dichos sistemas ecológicos, mencionando que el uso de estas técnicas abarca dos aspectos diferentes como son la absorción del ruido exterior y el aislamiento de los ambientes interiores al ruido exterior. En cuanto al primer aspecto, recomiendan el uso de elementos vegetales a modo de suelo acústico o techos vivos verdes por ser sistemas altamente porosos que permiten la atenuación de las ondas acústicas. Por otro lado, se concluyó que para el aislamiento de ambientes interiores se deben usar formas de vegetación en la superficie de la pared a modo de fachadas verdes o muros vivos.

Esta investigación servirá para conocer la importancia del uso de sistemas ecológicos para la reducción de ruido y cómo funcionan en edificaciones, ya que según su modo aplicación se pueden obtener resultados favorables dentro de los dos aspectos considerados por los autores, como son la absorción de ruido exterior y el aislamiento de los ambientes interiores.

Larsen, A., Markham, B., Zapfe, J., y Barnes, J. (2017) en su trabajo de investigación sobre directrices de control de ruido, analizan estudios sobre la trayectoria de los impactos y transmisión aérea del sonido, la vibración, la fuente del ruido y la exposición al mismo, para concluir con pautas orientadas a la variable mencionada, control de ruido, que se basan en el aislamiento acústico de ruido e impactos.

En cuanto al aislamiento acústico, se recomienda que para mitigar un problema transmisión de ruido aéreo se debe elegir una fuente silenciosa o aumentar la distancia entre la fuente y los receptores. También se destaca una correcta instalación de puertas y ventanas, el aumento de la masa de la construcción mediante capas de yeso, o el desacoplamiento que puede generarse con el diseño de paredes dobles con cavidades de aire interiores. En cuanto a la transmisión de sonido de impacto, se menciona el aumento de la rigidez de la estructura, así como el uso de alfombras y acabados suaves en el suelo para amortiguación, además del desacoplamiento de piso y techo, mediante la instalación de un piso flotante con aisladores elásticos y el uso de un techo suspendido elásticamente con ganchos de resorte.

Esta investigación servirá para conocer soluciones diversas basadas en el aislamiento acústico, abarcando dos aspectos importantes como son las transmisiones de sonido en el aire y las transmisiones de sonido de impacto en la edificación, las cuales tienen como finalidad favorecer el control de ruido mediante la reducción de sonido intrusivos no deseados.

Anónimo (2020) en su trabajo de investigación sobre el ruido como uno de los principales problemas que sufre la sociedad actual y el rubro de la construcción en España, realiza una serie de entrevistas para recopilar datos que tienen como finalidad dar a conocer diversas soluciones acústicas relacionadas a la variable de aislamiento y acondicionamiento acústico que puede aplicarse en edificaciones según su uso.

Para el reducir el ruido aéreo en un recinto, menciona sistemas de masa-resorte-masa y con la adición de materiales ligeros y flexibles como lana mineral, fibra de poliéster, láminas acústicas y materiales multicapa, los cuales tienen como objetivo reducir vibraciones. También señala que, para aminorar el ruido de impacto, se debe diseñar un suelo flotante que incluya el uso de espumas de polietileno, fibras de poliéster, lanas minerales, laminas recicladas de caucho o láminas anti impacto. Por otro lado, propone la implementación de falsos techos con materiales absorbentes, paredes forradas con materiales porosos, cortinas y alfombras, para

aportar al acondicionamiento acústico, y destaca el uso de techos acústicos para favorecer la absorción y disipación de ondas sonoras mediante el uso de materiales absorbentes acústicos.

Esta investigación servirá para conocer los conceptos de aislamiento y acondicionamiento acústico que tienen por finalidad mejorar la calidad de vida mediante las soluciones que se proponen para evitar la contaminación acústica. Asimismo, otro de los objetivos es obtener una calidad acústica determinada en las edificaciones, mediante la reducción de la transmisión de ruidos desde el exterior e interior.

#### 1.4.2 Antecedentes teóricos arquitectónicos

Aguilar (2019) en su trabajo de investigación sobre criterios de diseño acústico en infraestructura educacional, hace una revisión de la normativa internacional y el mapa de ruido urbano en la ciudad de Santiago – Chile, y compara dichos datos para encontrar una serie de falencias y establecer medidas que se relacionan a las variables de acústica en espacios educativos y aislamiento de ruido.

Menciona que existen 2 tipos de ruido desfavorables para el proceso de aprendizaje, como son el ruido exterior y el ruido interior, que son generados por factores como es el tráfico vehicular y las actividades urbanas, así como por actividades propias del establecimiento, ya sea que se lleven a cabo en el interior de las aulas adyacentes, el patio o los pasillos. Es por ello que se recomienda tomar en cuenta la separación de recintos adyacentes dependiendo de sus niveles de ruido y el aislamiento de ciertos elementos verticales u horizontales como son la fachada, los muros y los pisos, reconociendo que el ruido aéreo se propaga por medio de los muros y el ruido de impacto, por los pisos.

Esta investigación servirá conocer ciertas medidas que son elementales para el desarrollo óptimo de las actividades educativas y el desempeño de los estudiantes, teniendo en cuenta que actualmente es necesario elevar los estándares de calidad acústica en los espacios pedagógicos,

no solo mediante la construcción de edificios nuevos sino también con el acondicionamiento de escuelas ya existentes.

Carrión (2018) en su trabajo de investigación sobre acústica en edificaciones, realiza una serie de entrevistas con la finalidad de exponer diversas soluciones según el tipo de actividades a realizarse en un recinto, involucrando volúmenes, formas y revestimientos en superficies interiores, que guardan relación con la variable de acústica arquitectónica dividida en dos componentes, los cuales son aislamiento y acondicionamiento acústico.

En cuanto a aislamiento acústico, propone soluciones tipo sándwich, las cuales están basadas en la discontinuidad entre paredes y se componen de paredes ligeras de yeso laminado y una cavidad de aire rellena de absorbente acústico, generando niveles elevados de aislamiento. Para acondicionamiento acústico, recomienda tomar en consideración el uso de materiales absorbentes como son la lana de vidrio, lana mineral, las espumas a base de resina de melamina o la espuma de poliuretano, con el fin principal de eliminar ecos y reducir el nivel sonoro en espacios ruidosos. Además, menciona una lista absorbentes selectivos o resonadores acústicos, como son las láminas de plástico o de papel, los paneles ranurados de madera, chapa metálica o yeso laminado, el ladrillo perforado o los listones de madera dispuestos en paralelo.

Esta investigación servirá conocer los principales materiales y sistemas usados para mejorar las condiciones acústicas de un local, orientados tanto al acondicionamiento como al aislamiento de un espacio ruidoso, lo cual debería implementarse en las primeras etapas de un proyecto para evitar acciones correctivas al finalizar la obra, teniendo en cuenta el tiempo y dinero que involucran dichas modificaciones.

Gareca (2018) en su trabajo de investigación sobre parámetros para el diseño de aulas eficientes en el nivel secundario, realiza un estudio social basado en la aplicación de encuestas y conversatorios informales para conocer el impacto de los factores físicos dentro de las aulas

de clase y así poder plantear parámetros de diseño relacionados a la variable de confort acústico.

Es así que propone el uso de plafones acústicos por su propiedad de absorción de sonido, que, debido a que consiste en una caja hueca, además de brindar una alta absorción ondas sonoras, también favorece la reducción de reverberación. También menciona que las deficientes condiciones acústicas en espacios educativos se deben a que los materiales normalmente utilizados en su construcción son las cerámicas, vidrios, revestimientos y mobiliario. Por otro lado, recomienda dimensiones de aulas no mayores a 8 metros, el alejamiento de estos espacios de las vías de circulación vehicular, y el uso de especies forestales densas que funcionen a modo de colchón acústico natural.

Esta investigación será útil para entender que las aulas de los locales educativos deben presentar un alto grado de inteligibilidad, por lo cual es necesario implementar soluciones acústicas que disminuyan el ruido excesivo y la reverberación, los cuales son problemas puntuales que, según el autor, interfieren con la claridad de la voz y el entendimiento del receptor durante las actividades pedagógicas.

Montiel, Mayoral, Navarro y Maiques (2019) en su trabajo de investigación sobre el confort acústico en espacios de aprendizaje, revisan estudios científicos internacionales y pautas válidas que se refieren al ruido, con el objetivo de dar a conocer las ventajas de la aplicación de la variable de confort acústico para la mejora de la calidad de sonido en las aulas, como un elemento esencial para la educación.

En consecuencia, recomiendan soluciones de bajo, medio y alto costo, que se relacionan a la planificación de fuentes de contaminación acústicas y la geometría del espacio. Además, proponen el uso de ventanas de doble acristalamiento, adición de materiales absorbentes en techos, paredes y ventanas, instalación de techos y paneles absorbentes, así como materiales para la absorción del impacto en suelos. También consideran el uso de cortinas internas o

persianas que además de propiedades acústicas también brindan protección solar, y la elección de mobiliario silencioso dentro del aula. Por otro lado, destacan la importancia de los espacios abiertos y el uso de plantas como barreras naturales dentro de ellos.

Esta investigación será útil para conocer una serie de soluciones orientadas al confort acústico en espacios educativos, abarcando desde la planificación y el diseño de los espacios hasta la elección de materiales para cada recinto, y que además se encuentran clasificadas según categorías por costo alto, medio o bajo, lo cual es importante tomar en cuenta para reducir los costos de construcción.

Gantier y Gareca (2017) en su trabajo de investigación sobre ambientes de aprendizaje eficientes, hacen una revisión de siete factores de ambientes de aprendizaje orientados a la necesidad de identificar parámetros de diseño para este tipo de espacios, destacando su importancia dentro de proceso de aprendizaje. Uno de estos factores se relaciona a la variable de acondicionamiento acústico.

Mencionan que, dentro de dicho factor, debe tomar en cuenta el incremento de la absorción de sonido, considerando el uso de materiales blandos que tienen como finalidad absorber frecuencias altas y bajas, como son los paneles de fibra de vidrio, alfombras o cerámica acústica en techos, además del uso de un falso techo, para incrementar los niveles de absorción de ruido. Además, destacan que los criterios de reverberación que deben tomarse en cuenta para mejorar el proceso de enseñanza, haciendo énfasis en la eliminación del eco flotante, que es un tipo de sonido intrusivo parecido al timbre, lo cual puede lograrse evitando las superficies paralelas.

Esta investigación servirá para tomar en cuenta que un ambiente de aprendizaje con un inadecuado o inexistente acondicionamiento acústico se puede traducir en un bajo rendimiento académico por parte de los estudiantes, ya que da lugar a problemas como fatiga mental,

aburrimiento, ausentismo, entre otros. Por ello es indispensable aplicar técnicas de absorción de sonido y reverberación para contribuir a la reducción de ruidos excesivos.

## **1.5 Dimensiones y criterios arquitectónicos de aplicación**

### **1.5.1 Dimensiones**

“Geometría del espacio” (Montiel, Mayoral, Navarro y Maiques, 2019, pág. 13) tiene influencia en la reducción del ruido de reverberación, el cual se define por la presencia de ecos flotantes cuando las habitaciones son estrechas, generando superposición o manchado de sonidos e interfiriendo con la comunicación dentro del aula. Por ello, en este tipo de ambientes se recomienda usar una proporción 1:1 que resulta más cómoda acústicamente, así como distancias no mayores a 8 metros y muros no paralelos.

“Aislamiento de ruidos aéreos” (Anónimo, 2020, pág. 6) tiene como objetivo reducir el nivel de ruido transmitido hacia el exterior, así como atenuar aquellos ruidos que provengan de la calle, mediante soluciones que van desde el distanciamiento de vías vehiculares principales que se complementa con el uso de un colchón verde natural en el exterior del edificio, la elección y ubicación de vanos cuyo sistema y dimensiones eviten el ingreso del ruido aéreo, así como la de materiales de recubrimiento en aulas que favorezcan la acústica en su interior.

“Amortiguación de impactos” (Azimi, 2017, pág. 2) comprende soluciones que deben ser efectuadas entre las fuentes de ruido y las estructuras adyacentes para cortar el camino de la transmisión de ruidos por vibración o impacto, mediante el uso de sistemas de desacoplamiento, como es el sistema tipo sándwich. También se relaciona a una adecuada planificación del diseño traducida en una zonificación que considere los niveles de ruido de cada ambiente y al uso de acabados suaves en el piso como alfombras para amortiguar impactos, a diferencia de acabados como madera o porcelanato que no son óptimos para tal fin.



### 1.5.2 Criterios arquitectónicos de aplicación

“Dimensiones de muros no mayores a 8 metros para aulas de clase” (Gareca, 2018, pág. 11) se refiere a una solución relacionada a la proporción del espacio que tiene como objetivo asegurar que la fuente sonora, sea cualquiera la forma de organizar el aula, se encuentre a una distancia adecuada para favorecer la reducción de ecos flotantes que pueden contribuir con el ruido excesivo y dañar la claridad o entendimiento de la voz dentro del salón de clase.

“Superficies no paralelas para aulas de clase” (Gantier y Gareca, 2017, pág. 12) tiene que ver con la eliminación de ecos flotantes que pueden interferir con las actividades pedagógicas en un aula de clase, y que se aprecian al emitir un sonido entre superficies paralelas, en mayor nivel si es que el espacio es estrecho. El objetivo es reducir la cantidad de rebotes de ondas sonoras entre muros mediante la inclinación de uno de estos.

“Volúmenes con proporción 1:1 para aulas de clase” (Montiel, Mayoral, Navarro y Maiques, 2019, pág.13) se relaciona a la configuración de espacios que gracias a su forma cuadrada son más cómodos acústicamente, caracterizados por contribuir a la reducción de rebotes de ondas sonoras que generan molestias acústicas para los usuarios. Esto se logra mediante la distribución uniforme de los diferentes tipos de ruido que pueden emitirse dentro del aula de clases.

“Volúmenes en zonas opuestas a las vías de circulación vehicular de primer o segundo orden para zonas académicas” (Gareca, 2018, pág. 11) se refiere a la importancia de alejar las aulas pertenecientes a la zona académica de fuentes emisoras de ruido que pueden superar los 45 dB, como es el caso de las vías vehiculares de primer y segundo orden, las cuales corresponden a fuentes de ruido ambiental o ruido exterior a las que se verían expuestas las fachadas del objeto arquitectónico.

“Especies forestales densas en el exterior del edificio” (Gareca, 2018, pág. 11) tiene que ver con el uso de barreras naturales que sirvan como colchón acústico natural, lo que se

complementa con la separación que la edificación debe tener con respecto a vías vehiculares, siendo una estrategia de aislamiento de ruido. Además, el autor recomienda aprovechar esta área para espacios recreativos y, asimismo, que sean una visual importante para las aulas.

“Separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales” (Sholanke, 2019, pág. 6) tiene que ver con planear y organizar el diseño de tal modo que se limite la exposición al ruido, mediante el aislamiento de actividades ruidosas (como clases de música) o equipos ruidosos (que pueden estar instalados en cuartos de máquinas), en zonas de ruido donde causen menos perturbación, separándolos de ambientes como bibliotecas en donde se requiere un mayor aislamiento de ruido.

“Ventanas con sistema oscilobatiente para aulas de clase” (Anónimo, 2020, pág. 9) corresponde a una medida de aislamiento acústico que consiste en evitar el ingreso del ruido aéreo exterior o ruido ambiental dentro de ambientes pedagógicos, debido a que el uso de un sistema oscilobatiente, a diferencia de los sistemas deslizantes, presenta mayor eficacia energética y acústica.

“Aberturas reducidas de vanos en salas de música” (Montiel, Mayoral, Navarro y Maiques, 2019, pág.13) se refiere a la importancia de utilizar vanos pequeños o mantener las ventanas cerradas en todo momento a la hora de ejecutar algún instrumento musical dentro de salones de conjunto o salones de ensayo individual, algo que podría complementarse con el uso de aire acondicionado, el cual no debe descartarse por representar una fuente de ruido importante, ya que las actividades realizadas en este tipo de aulas suelen ser mucho más ruidosas.

“Sistema tipo sándwich en zonas académicas interiores” (Carrión, 2018, pág. 2) se refiere a una medida para aislamiento de ruido aéreo a base de paredes ligeras de yeso laminado y una cavidad de aire rellena de absorbente acústico, que resulta eficiente gracias a la discontinuidad creada entre ambas paredes, incrementando el paso y la elasticidad del sistema para disminuir la transmisión por vibraciones y lograr el confort acústico necesario.

“Techos acústicos en salas de música y auditorios” (Anónimo, 2020, pág. 11) es una solución que permite aislar el ruido procedente de recintos adyacentes y a su vez mejorar la calidad del sonido interior, puesto que, al estar situado volumétricamente en la zona más favorable, permite abarcar la totalidad de la superficie del espacio con material absorbente, dotándolo de condiciones acústicas y además estéticas requeridas para el interiorismo.

“Paneles o listones de madera en auditorios o salas de ensayo” (Carrión, 2018, pág. 36) corresponde al uso de materiales absorbentes selectivos o resonadores acústicos, como son la madera, la cual puede ser instalada como paneles o listones, con el fin de obtener una gran absorción a frecuencias bajas y aportar en la reducción de reverberación de la sala de ensayo o del auditorio en cuestión. La eficiencia de este material viene acompañada de la geometría del espacio.

“Alfombras en aulas de clase y salas de ensayo” (Larsen, Markham, Zapfe, Barnes, 2017, pág.8) se refiere al uso de acabados suaves en el piso para amortiguar sonidos de impacto o vibración que pueden provocarse por el movimiento brusco del mobiliario o por el simple tránsito de los usuarios; esto se intensifica cuando el acabado es de madera o cerámico. Además, el uso de alfombras contribuye, aunque en menor porcentaje, a evitar la reverberación excesiva en aulas de clase o salas de ensayo.

### Criterios arquitectónicos

- Aplicación de dimensiones de muros no mayores a 8 metros para aulas de clase.
- Disposición de superficies no paralelas para aulas de clase.
- Utilización de volúmenes con proporción 1:1 para aulas de clase.
- Ubicación de volúmenes en zonas opuestas a las vías de circulación vehicular de primer o segundo orden para zonas académicas.
- Uso de especies forestales densas en el exterior del edificio.

- Aplicación de separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales.
- Uso de ventanas con sistema oscilobatiente para aulas de clase
- Utilización de aberturas reducidas de vanos en salas de música.

#### Criterios de detalle

- Uso de sistema tipo sándwich en zonas académicas interiores.
- Uso de techos acústicos en salas de música y auditorios.

#### Criterios de materiales

- Uso de paneles o listones de madera en auditorios o salas de ensayo.
- Uso de cielos rasos en zonas académicas.

## CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de investigación

#### **No experimental – Descriptiva – Cualitativa**

La presente investigación se divide en dos fases:

- Revisión documental
  - Método: Revisión de artículos primarios sobre investigaciones científicas.  
Propósito: Identificar definiciones, dimensiones y criterios de aplicación arquitectónica de la variable. Las dimensiones de la variable son las partes en las cuales dividir la variable para mejorar su comprensión. Los criterios de aplicación arquitectónica de la variable describen la modalidad de utilizar la variable en un diseño arquitectónico.
  - Materiales: muestra de artículos (9 investigaciones primarias entre artículos e investigaciones y tesis).
  - Procedimiento: identificación de las dimensiones y criterios de aplicación arquitectónicos más frecuentes que caracterizan la variable.
- Análisis de casos arquitectónicos

Se utilizó un modelo de Ficha de Análisis de Casos.

#### **Tipo de investigación.**

Según su profundidad, es una investigación descriptiva por describir el comportamiento de una variable en una población definida o en una muestra de una población. Por la naturaleza de los datos, es una investigación cualitativa por centrarse en la obtención de datos no cuantificables, basados en la observación. Por

la manipulación de la variable es una investigación no experimental, basada fundamentalmente en la observación.

- Método: Análisis arquitectónico de los criterios de aplicación arquitectónicos de la variable en planos, gráficos y fotografías.
- Propósito: Identificar los criterios de aplicación arquitectónicos en hechos arquitectónicos reales para validar su pertinencia y funcionalidad.  
Materiales: 5 hechos arquitectónicos seleccionados por ser homogéneos, pertinentes y representativos.
- Procedimiento: Identificación de criterios arquitectónicos de aplicación de la variable en hechos arquitectónicos y elaboración de cuadro de resumen de validación de los criterios arquitectónicos de aplicación de la variable.

## 2.2 Presentación de casos arquitectónicos

### 2.2.1 Escuela de Música Tohogakuen



*Figura 1 Vista del exterior del edificio*



*Figura 2 Plano del Primer Nivel - Salas de ensayo*



*Figura 3 Corte longitudinal*



*Figura 4 Vista interior del edificio*

El proyecto fue diseñado por el estudio de arquitectos Nikken Sekkei y construido en el año 2014 en la ciudad de Chofu, Japón. Su función es de Escuela de Música.

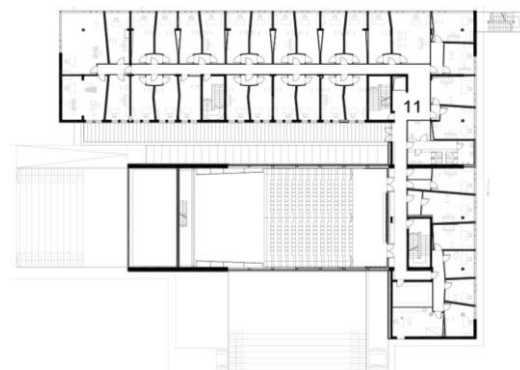
Dentro de sus pilares de diseño ha priorizado el contacto visual entre los diferentes usuarios del espacio por medio de cerramientos traslúcidos, la independencia acústica en espacios para entrenamiento musical gracias a la separación entre sus aulas, y una apertura del edificio que tiende a aislarse del exterior debido al uso de vanos pequeños.

Tanto el concepto de independencia acústica y apertura del edificio tienen una estrecha relación con la variable de control de ruido, puesto que están orientados al aislamiento de ruido aéreo en espacios interiores y a la protección de ruido exterior, respectivamente.

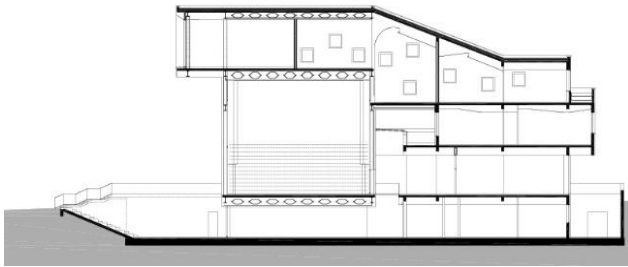
### 2.2.2. Academia de Muzica si Arte



*Figura 5 Vista exterior del edificio*



*Figura 6 Plano del Primer Nivel – Salas de ensayo*



*Figura 7 Corte transversal*



*Figura 8 Vista interior – Sala de ensayo*

El proyecto fue diseñado por el estudio de arquitectos LTFB Studio y construido en el año 2012 en la ciudad de Bucarest, Rumania. Su función es Escuela de Música y Artes.

Agrupar 35 aulas de música en su primera planta, en donde se aprecian paredes y techos en ángulo, y cuenta con un volumen independiente que alberga dos salas de espectáculos y un espacio flexible en el subsuelo para la zona administrativa. En cuanto a su fachada, se aprecian pequeñas ventanas cuadradas para salas de ensayo y mamparas para la zona de gestión.

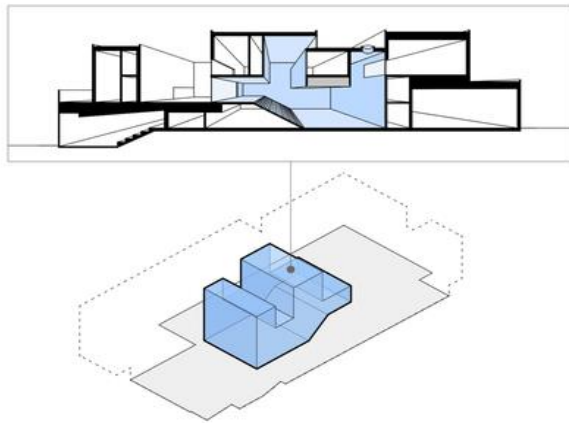
De este proyecto se puede destacar la aplicación de la variable de control de ruido mediante el uso de muros en ángulo que corresponden a la dimensión de geometría del espacio. También se evidencia el uso de diferentes tamaños de vanos según la función de cada ambiente, lo cual se relaciona a criterios de aislamiento de ruido.

### 2.2.3. Conservatorio Henri Dutilleux



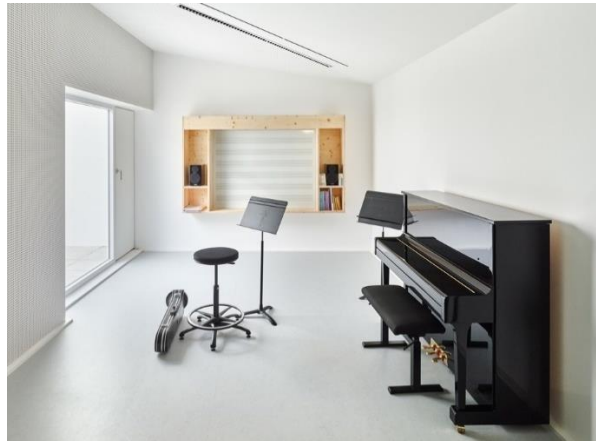


*Figura 9 Vista de la fachada principal*



*Figura 11 Corte longitudinal*

*Figura 10 Plano del Primer Nivel*



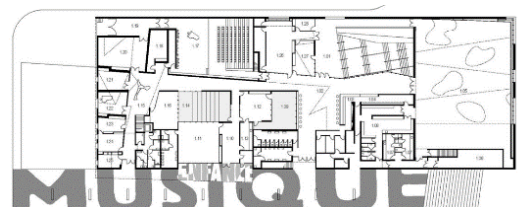
*Figura 12 Vista interior – Sala de ensayo*

El proyecto fue diseñado por el estudio Dominique Coulon & associés y construido en el año 2015 en la ciudad de Belfort, Francia. Su función es Conservatorio de Música.

Se caracteriza por su solidez expresada en su masa casi opaca de concreto gris. Sus volúmenes son variados y la acústica de cada estudio está diseñada para adaptarse a un instrumento específico. Se observa el uso de muros y techos inclinados en salas de ensayo.

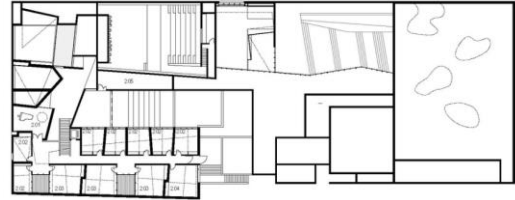
Estos criterios se relacionan con la variable de investigación por recurrir a un volumen de escasas aberturas, lo cual favorece al aislamiento de ruido aéreo. Además, la disposición de sus muros y techos acústicos contribuyen a un mejor control acústico interior.

#### **2.2.4. Conservatorio de la Música en Maizieres**

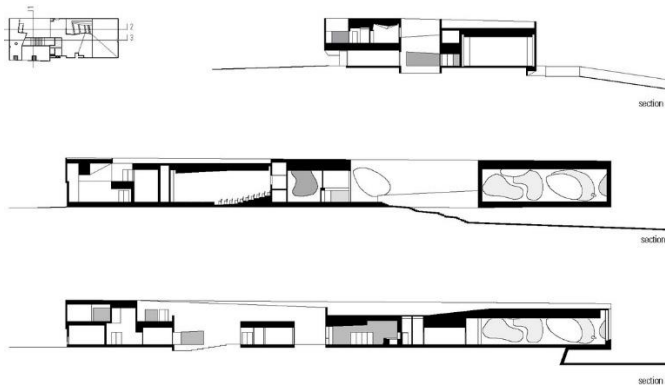




*Figura 13 Vista de la fachada principal*



*Figura 14 Plano del Primer y Segundo Nivel*



*Figura 15 Corte longitudinal*



*Figura 16 Vista interior – Sala de ensayo*

El proyecto fue diseñado por el estudio Dominique Coulon & Associés, construido en el año 2009 en la ciudad de Maizières, Francia. Su función es Conservatorio de Música.

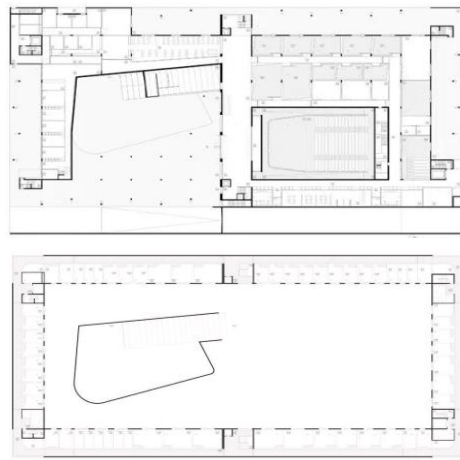
Se trata de un bloque monolítico de 100 metros de longitud y 40 metros de ancho, ubicado de forma perpendicular a la carretera principal sobre un espacio público de 16 metros, con el fin de aislarse del ruido exterior. El edificio cuenta con un auditorio y salones de ensayo acústicamente preparados.

Estos criterios se relacionan con la variable de investigación porque utilizan la geometría del espacio en sus salones de ensayo, mediante muros y techos acústicos angulados, además priorizan el aislamiento de ruido desde el emplazamiento y posicionamiento del edificio.

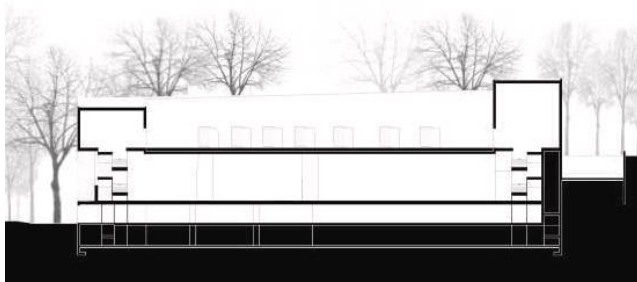
### 2.2.5. Escuela de Música en Lisboa



*Figura 17 Vista de la fachada principal*



*Figura 18 Plano del Primer y Segundo Nivel*



*Figura 19 Corte longitudinal*



*Figura 20 Vista desde el patio interior*

El proyecto fue diseñado por el arquitecto Joao Luis Carrilho da Graca y construido en el año 2012 en la ciudad de Lisboa, Portugal. Su función es educacional.

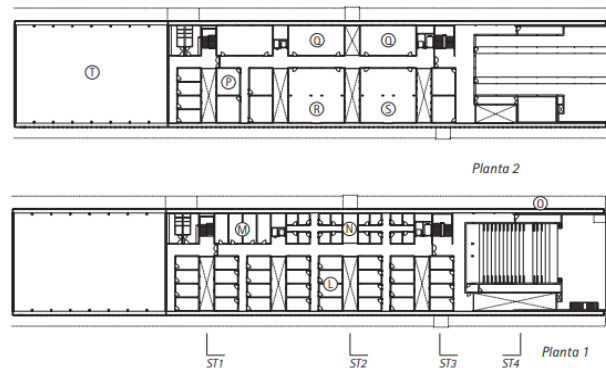
Se buscó equilibrar la apertura hacia el exterior y optar por una climatización mecánica para cada uno de los espacios, creando un patio central abierto con los volúmenes ubicados en el perímetro del mismo, aumentando gradualmente de altura para la protección del ruido exterior.

El presente proyecto tiene una estrecha relación con la variable de técnicas de control pasivo de ruido porque se destaca en primer lugar el uso de un volumen casi ciego apreciable desde el exterior de la escuela, el cual favorece al aislamiento de ruido aéreo. Además, propone criterios de ordenamiento y zonificación de tal modo que se separen las aulas o espacios más ruidosos de aquellos en donde se emiten menos decibeles.

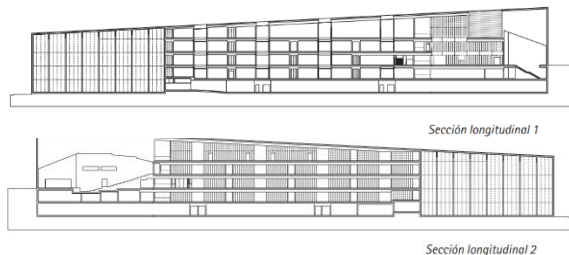
## 2.2.6. Conservatorio de Música de Bilbao



*Figura 21 Vista de la fachada principal*



*Figura 22 Plano del primer y segundo nivel*



*Figura 23 Corte longitudinal*



*Figura 24 Vista interior – Auditorio*

El proyecto fue diseñado por los arquitectos Roberto Ercilla y Miguel Ángel Campo, y construido en el año 2006 en la ciudad de Bilbao, España. Su función es Conservatorio de Música.

Se integra a la ciudad a través de un balcón-corredor como acceso principal, el cual se eleva en una plaza inclinada de madera. Por dentro, su distribución en espina de pez, beneficia el aislamiento acústico tanto de las aulas como de las salas de ensayo. Además, incorpora techos acústicos, ventanas oscilobatientes, un sistema de losa flotante de hormigón y tabiques con un sistema tipo sándwich.

Estas soluciones se relacionan a los criterios identificados ya que se usan sistemas de tipo sándwich en las aulas de ensayo, además de materiales absorbentes para adecuarlas al tipo de

instrumento. Incluso destacan la importancia de una correcta zonificación para aislar ambientes ruidosos en el área académica, lo cual contribuye a reducir las perturbaciones en el aprendizaje.

### **2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

En la presente investigación se hace uso de una Ficha de Análisis de Casos como un instrumento de recolección de datos y análisis de los mismos, para concretar de manera educada el estudio. (Ver Anexo N°1)

### **2.4 Matriz de Consistencia**

En la presente investigación se hace uso de una Matriz de Consistencia para organizar los datos recolectados sobre el problema, objetivo, la variable de investigación, dimensiones y criterios de aplicación, e instrumentación. (Ver Anexo N°2)

## CAPÍTULO 3 RESULTADOS

### 3.1 Análisis de casos arquitectónicos

Ficha de Análisis de Caso N°1	
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	
Nombre del proyecto: Escuela de Música Tohogakuen	
Ubicación: Chofu, Japón	
Fecha de construcción: 2014	
Naturaleza del edificio: Arquitectura educacional	
Función del edificio: Escuela de música	
<b>AUTOR</b>	
Nombre del Arquitecto: Estudio de arquitectos Nikken Sekkei	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Ubicación/Emplazamiento: Se ubica en un entorno suburbano típico de Tokio.	
Área Techada: 1943 m <sup>2</sup>	
Área no techada: 1372 m <sup>2</sup>	
Área total: 3315 m <sup>2</sup>	
<b>VARIABLE DE ESTUDIO</b>	
Técnicas de control pasivo de ruido	
<b>RELACIÓN CON LAS DIMENSIONES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
1. Aplicación de dimensiones de muros no mayores a 8 metros para aulas de clase.	X
2. Disposición de superficies no paralelas para aulas de clase.	
3. Utilización de volúmenes con proporción 1:1 para aulas de clase.	X
4. Ubicación de volúmenes en zonas opuestas a las vías de circulación vehicular de primer o segundo orden para zonas académicas.	X
5. Uso de especies forestales densas en el exterior del edificio.	X
6. Aplicación de separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales.	X
7. Uso de ventanas con sistema oscilobatiente para aulas de clase.	
8. Utilización de aberturas reducidas de vanos en salas de música.	
9. Uso de sistema tipo sándwich en zonas académicas interiores.	
10. Uso de techos acústicos en salas de música y auditorios.	X
11. Uso de paneles o listones de madera en auditorios o salas de ensayo.	X

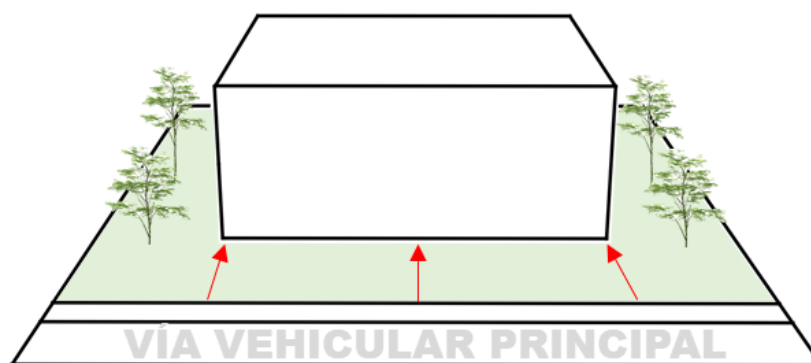
12. Uso de cielos rasos en zonas académicas.

La Escuela de Música Tohogakuen se caracteriza por tener salas de ensayo con dimensiones menores a 8 metros y con proporciones de 1:1 y 2:1, lo cual favorece la reducción de ruidos molestos dentro del aula.

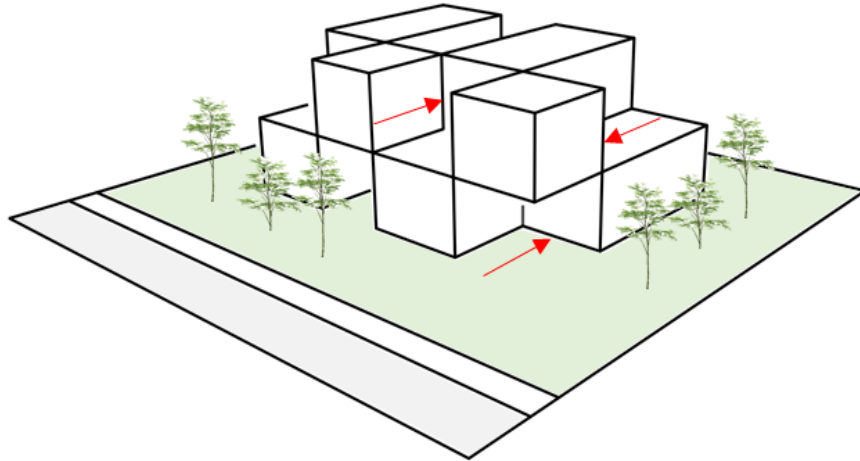
Además, se observa que la edificación está alejada de vías de circulación vehicular de primer o segundo orden, y que está rodeada de vegetación, las cuales son medidas que contribuyen al aislamiento del edificio del ruido exterior.

Otra peculiaridad del proyecto, es que emplea la separación de salas de ensayo en un mismo piso, y entre dos pisos contiguos, lo cual además de favorecer el aislamiento de ruido en el interior del recinto, también contribuye a una mejor iluminación y ventilación de todos los espacios.

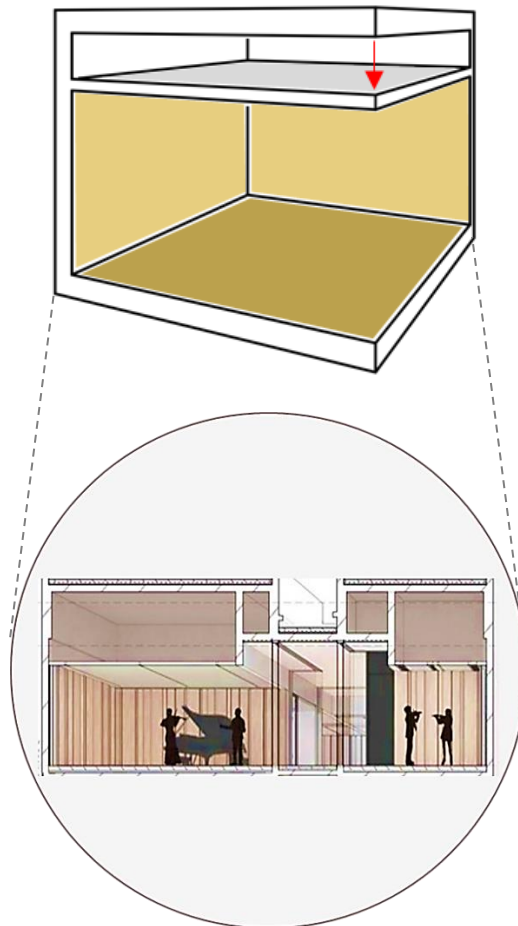
Por otro lado, en los detalles constructivos se puede observar el uso de techos acústicos, así como el uso de paneles de madera, que también se aprecia en las fotografías del interior de las aulas. Ambas medidas contribuyen a la amortiguación de vibraciones por desacoplamiento y a aislamiento de ruido mediante el uso de resonadores acústicos respectivamente.



*Figura 25 Alejamiento de la vía vehicular principal*



*Figura 26 Separación de los volúmenes de salas de ensayo*



*Figura 27 Sala con recubrimiento de madera y techo acústico*



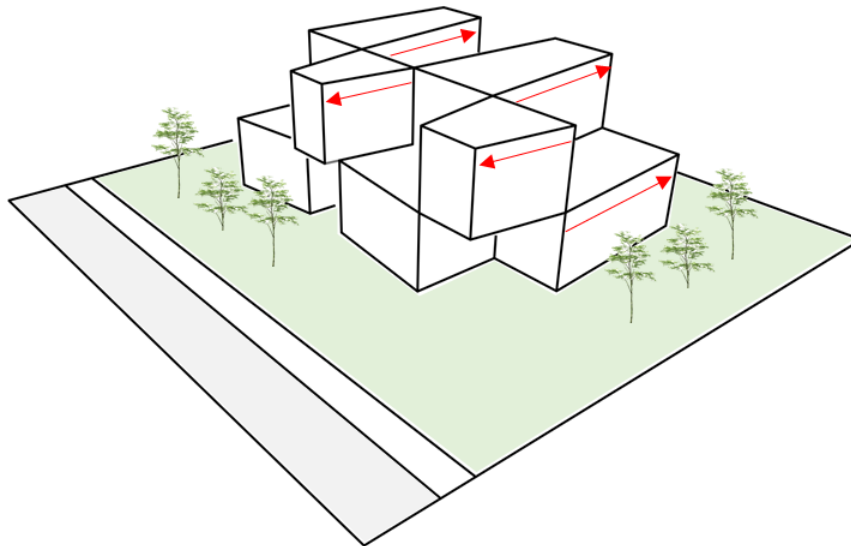
Ficha de Análisis de Caso N°2	
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	
Nombre del proyecto: Academia de Muzica si Arte	
Ubicación: Bucarest, Rumania	
Fecha de construcción: 2012	
Naturaleza del edificio: Arquitectura educacional	
Función del edificio: Escuela de música y artes	
<b>AUTOR</b>	
Nombre del Arquitecto: LTFB Studio	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Ubicación/Emplazamiento: Barrio de viviendas.	
Área Techada: 1500 m2	
Área no techada: 3700 m2	
Área total: 5200 m2	
<b>VARIABLE DE ESTUDIO</b>	
Técnicas de control pasivo de ruido	
<b>RELACIÓN CON LAS DIMENSIONES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
1. Aplicación de dimensiones de muros no mayores a 8 metros para aulas de clase.	<b>X</b>
2. Disposición de superficies no paralelas para aulas de clase.	<b>X</b>
3. Utilización de volúmenes con proporción 1:1 para aulas de clase.	
4. Ubicación de volúmenes en zonas opuestas a las vías de circulación vehicular de primer o segundo orden para zonas académicas.	<b>X</b>
5. Uso de especies forestales densas en el exterior del edificio.	<b>X</b>
6. Aplicación de separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales.	
7. Uso de ventanas con sistema oscilobatiente para aulas de clase.	<b>X</b>
8. Utilización de aberturas reducidas de vanos en salas de música.	<b>X</b>
9. Uso de sistema tipo sándwich en zonas académicas interiores.	
10. Uso de techos acústicos en salas de música y auditorios.	<b>X</b>
11. Uso de paneles o listones de madera en auditorios o salas de ensayo.	
12. Uso de cielos rasos en zonas académicas.	

La Academia de Muzica si Arte se caracteriza por tener una zona de salas de ensayo, cuyas aulas presentan muros no paralelos y con dimensiones menores a 8 metros, que favorecen la reducción de perturbaciones dentro del ambiente por ecos flotantes.

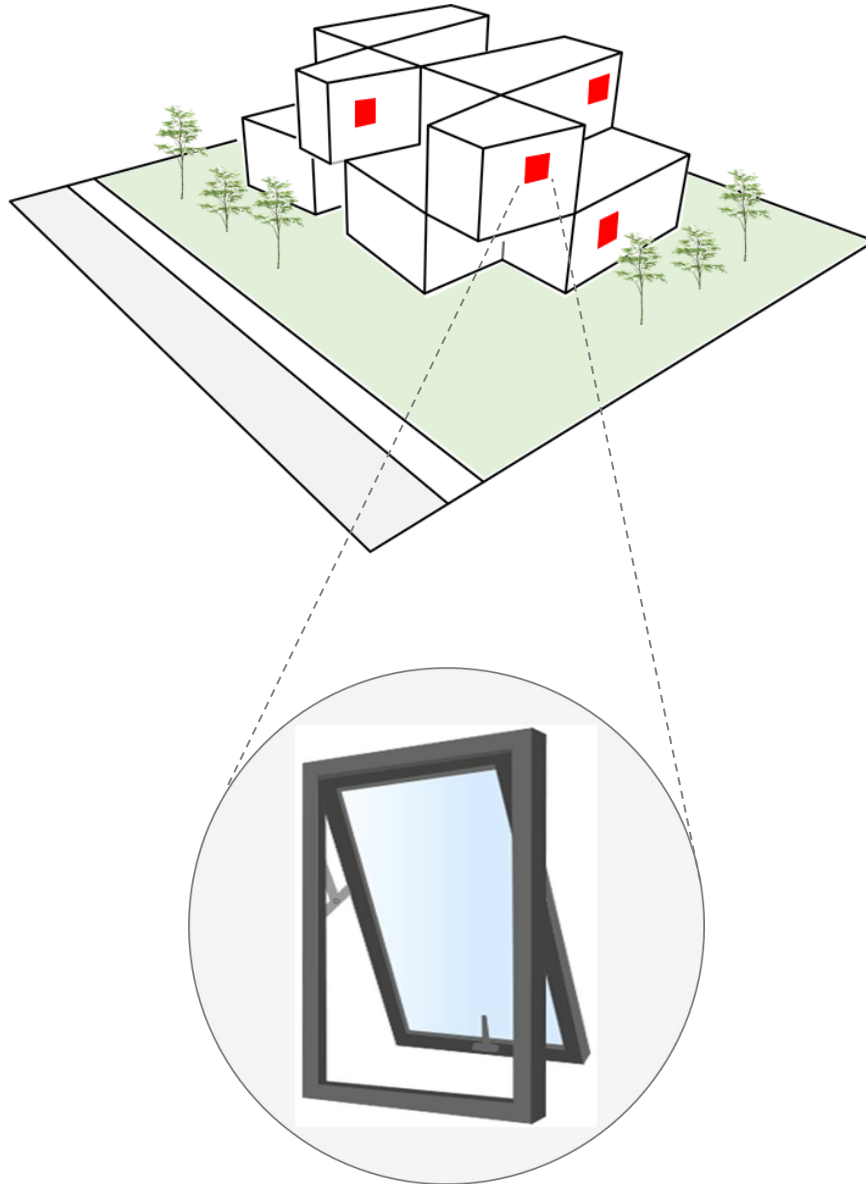
Además, se observa que la edificación está ubicada en un terreno alejado de vías vehiculares principales y que está rodeada por un extenso colchón verde, lo cual contribuye al aislamiento del ruido exterior.

Otra peculiaridad del proyecto, es que utiliza vanos pequeños en sus aulas y salas de ensayo y que sus ventanas tienen un sistema de apertura oscilobatiente. Ambas medidas se complementan para minimizar el ingreso o salida de ruidos aéreos, y además destacan en la composición de la fachada del edificio.

Por otro lado, en los cortes del edificio se puede observar el uso de techos acústicos, tanto en las salas de ensayo como en su auditorio, lo cual permite reducir ecos y además disminuye la transmisión de vibraciones de un nivel a otro.



*Figura 28 Inclinación de muros en volúmenes de salas de ensayo*



*Figura 28 Uso de aberturas reducidas de vanos y ventanas con sistema oscilobatiente*

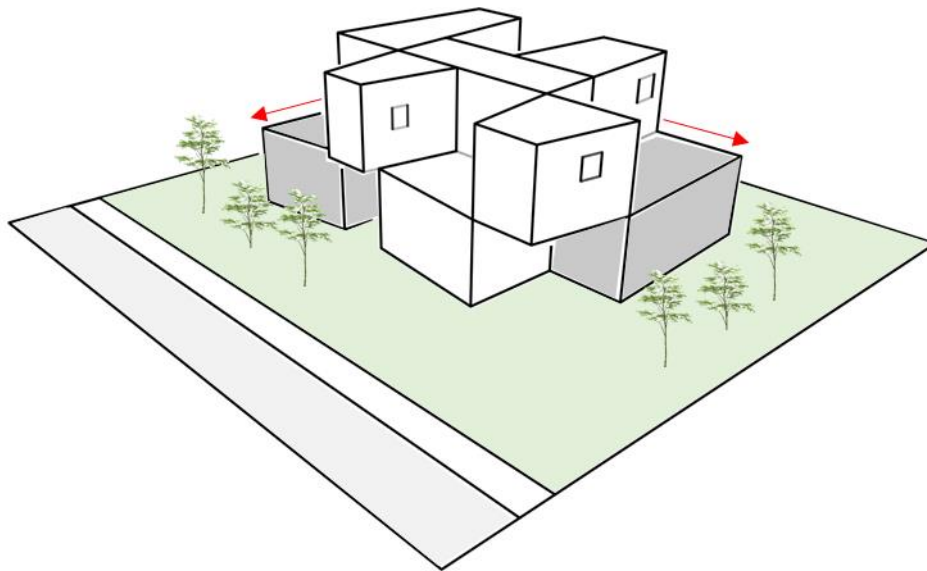
Ficha de Análisis de Caso N°3	
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	
Nombre del proyecto: Conservatorio Henri Dutilleux	
Ubicación: Belfort, Francia	
Fecha de construcción: 2015	
Naturaleza del edificio: Arquitectura educacional	
Función del edificio: Conservatorio de Música	
<b>AUTOR</b>	
Nombre del Arquitecto: Dominique Coulon & associés	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Ubicación/Emplazamiento: Barrio de viviendas.	
Área Techada: 3895 m <sup>2</sup>	
Área no techada: 2142 m <sup>2</sup>	
Área total: 6037 m <sup>2</sup>	
<b>VARIABLE DE ESTUDIO</b>	
Técnicas de control pasivo de ruido	
<b>RELACIÓN CON LAS DIMENSIONES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
1. Aplicación de dimensiones de muros no mayores a 8 metros para aulas de clase.	X
2. Disposición de superficies no paralelas para aulas de clase.	X
3. Utilización de volúmenes con proporción 1:1 para aulas de clase.	
4. Ubicación de volúmenes en zonas opuestas a las vías de circulación vehicular de primer o segundo orden para zonas académicas.	X
5. Uso de especies forestales densas en el exterior del edificio.	X
6. Aplicación de separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales.	X
7. Uso de ventanas con sistema oscilobatiente para aulas de clase.	X
8. Utilización de aberturas reducidas de vanos en salas de música.	
9. Uso de sistema tipo sándwich en zonas académicas interiores.	
10. Uso de techos acústicos en salas de música y auditorios.	X
11. Uso de paneles o listones de madera en auditorios o salas de ensayo.	
12. Uso de cielos rasos en zonas académicas.	

El Conservatorio Henri Dutilleux se caracteriza por tener un conjunto de salas de ensayo dispuesto en forma de U, cuyas aulas presentan muros no paralelos y con dimensiones menores a 8 metros, que favorecen la reducción de perturbaciones dentro del ambiente por ecos flotantes. La parte central de esta zonificación corresponde a áreas comunes.

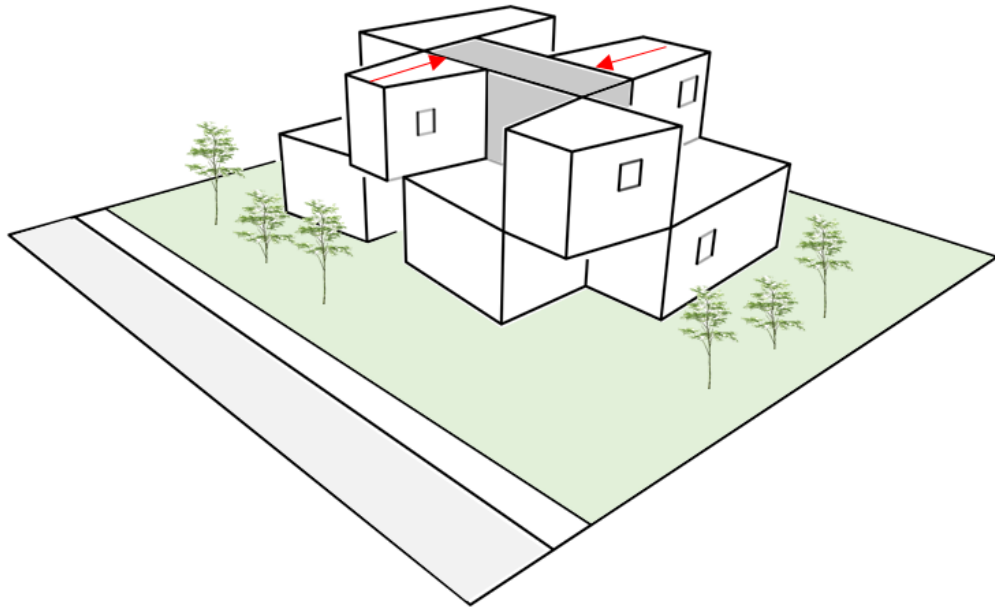
Otra peculiaridad del proyecto, es que los auditorios están ubicados en el primer nivel y ambos extremos del proyecto, dejando a las aulas en los niveles superiores y rodeando al hall interior central que busca otorgar fluidez espacial y separar ambientes ruidosos.

Además, se destaca que el edificio presenta 3 frentes y su retiro mayor se encuentra en el lado que colinda con la vía vehicular principal. Asimismo, se encuentra rodeado de áreas verdes.

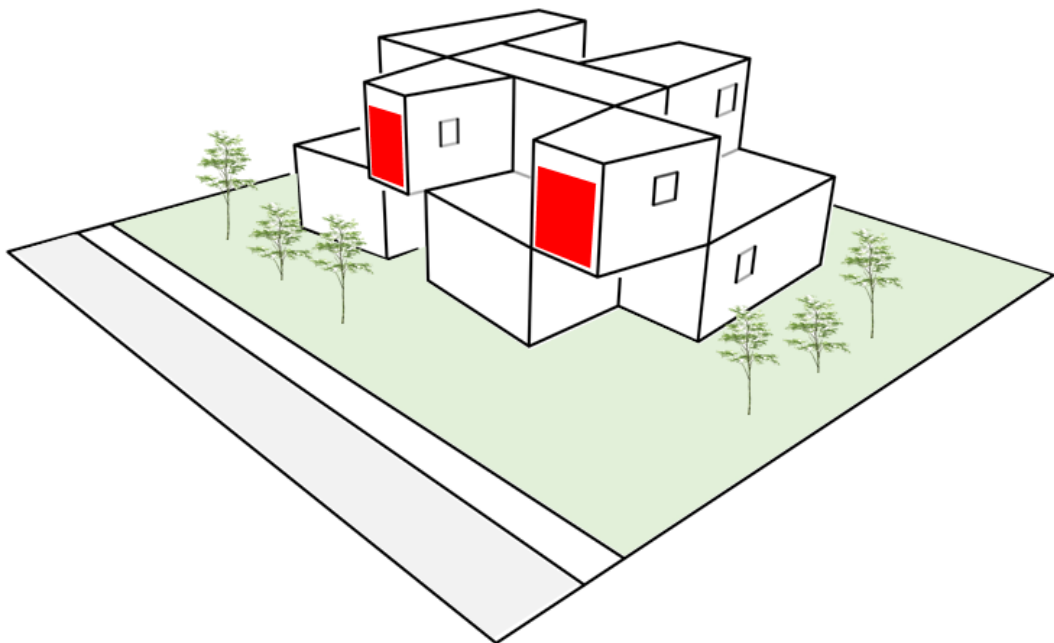
Por otro lado, se aprecia que las aulas de clase presentan grandes mamparas fijas y algunas de ellas, en el segundo y tercer nivel, incluyen pequeñas ventanas con sistema oscilobatiente.



*Figura 29 Ubicación de espacios ruidosos a los extremos del edificio*



*Figura 29 Ubicación de hall interior central*



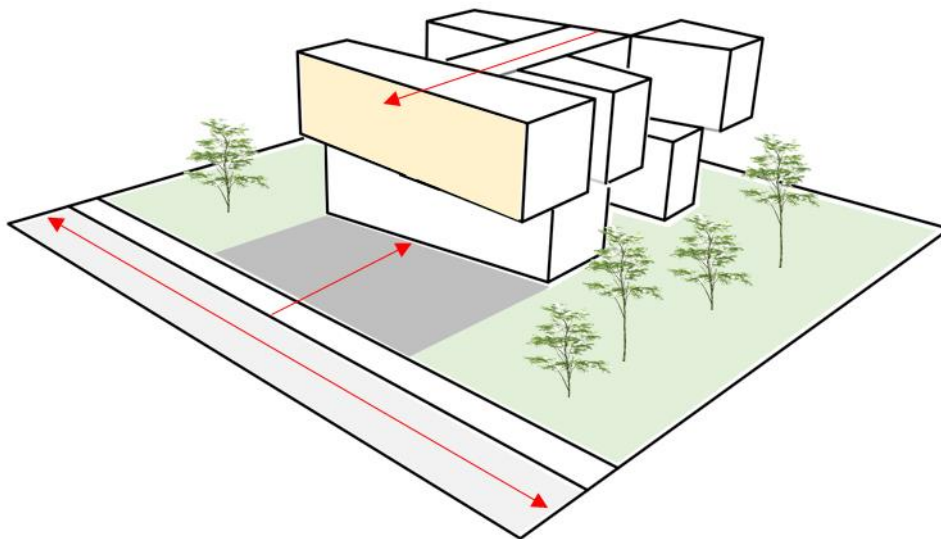
*Figura 30 Apertura de mamparas fijas para iluminación*

Ficha de Análisis de Caso N°4	
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	
Nombre del proyecto: Conservatorio de la Música en Maizieres	
Ubicación: Maizières-lès-metz, Francia	
Fecha de construcción: 2009	
Naturaleza del edificio: Arquitectura educacional	
Función del edificio: Conservatorio de Música	
<b>AUTOR</b>	
Nombre del Arquitecto: Dominique Coulon & associés	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Ubicación/Emplazamiento: Entrada a la ciudad.	
Área Techada: 3400 m <sup>2</sup>	
Área no techada: 1500 m <sup>2</sup>	
Área total: 4900 m <sup>2</sup>	
<b>VARIABLE DE ESTUDIO</b>	
Técnicas de control pasivo de ruido	
<b>RELACIÓN CON LAS DIMENSIONES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
1. Aplicación de dimensiones de muros no mayores a 8 metros para aulas de clase.	X
2. Disposición de superficies no paralelas para aulas de clase.	X
3. Utilización de volúmenes con proporción 1:1 para aulas de clase.	
4. Ubicación de volúmenes en zonas opuestas a las vías de circulación vehicular de primer o segundo orden para zonas académicas.	X
5. Uso de especies forestales densas en el exterior del edificio.	
6. Aplicación de separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales.	
7. Uso de ventanas con sistema oscilobatiente para aulas de clase.	
8. Utilización de aberturas reducidas de vanos en salas de música.	X
9. Uso de sistema tipo sándwich en zonas académicas interiores.	
10. Uso de techos acústicos en salas de música y auditorios.	X
11. Uso de paneles o listones de madera en auditorios o salas de ensayo.	X
12. Uso de cielos rasos en zonas académicas.	

El Conservatorio de la Música en Maizieres se caracteriza por ser un bloque aparentemente macizo que carece de aperturas en el exterior. Su ubicación estratégica le permite minimizar su exposición a los ruidos de la carretera, y aprovecha su separación de la vía para conformar un espacio público en el frente del edificio.

Otra peculiaridad del proyecto, es que utiliza grandes mamparas fijas y áreas verdes interiores que favorecen la iluminación de las aulas y protegen determinadas zonas de la contaminación de la autopista.

Por otro lado, los salones de ensayo grupales están revestidos de madera color claro y poseen techos acústicos con grandes cavidades. Asimismo, en algunos de los salones de ensayo individuales los techos presentan inclinaciones para favorecer la reverberación interior.



*Figura 31 Orientación transversal del volumen con respecto a la vía principal*



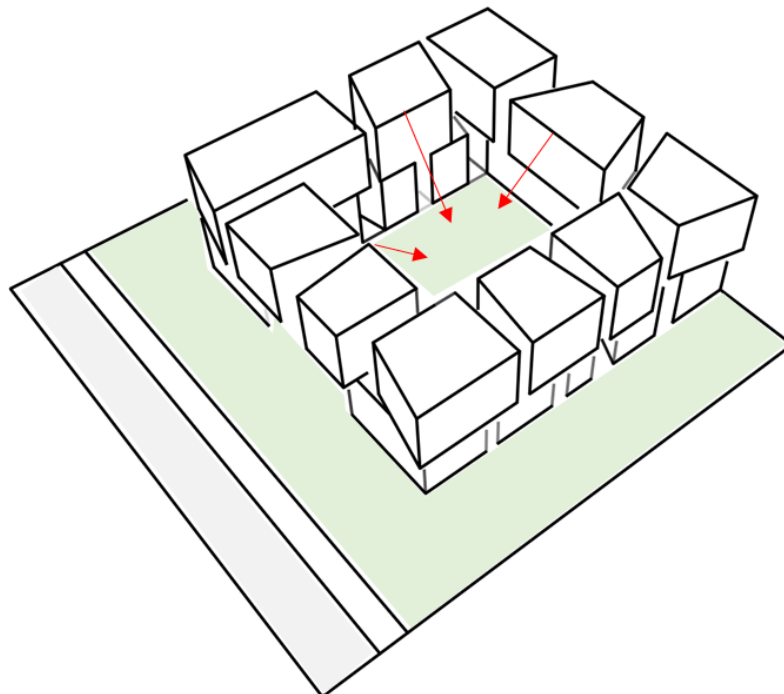
Ficha de Análisis de Caso N°5	
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	
Nombre del proyecto: Escuela de Música en Lisboa	
Ubicación: Lisboa, Portugal	
Fecha de construcción: 2012	
Naturaleza del edificio: Arquitectura educacional	
Función del edificio: Escuela de Música	
<b>AUTOR</b>	
Nombre del Arquitecto: Joao Luis Carrilho da Graca	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Ubicación/Emplazamiento: Barrio de Benfica.	
Área Techada: 6200 m2	
Área no techada: 10700 m2	
Área total: 16900 m2	
<b>VARIABLE DE ESTUDIO</b>	
Técnicas de control pasivo de ruido	
<b>RELACIÓN CON LAS DIMENSIONES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
1. Aplicación de dimensiones de muros no mayores a 8 metros para aulas de clase.	X
2. Disposición de superficies no paralelas para aulas de clase.	
3. Utilización de volúmenes con proporción 1:1 para aulas de clase.	X
4. Ubicación de volúmenes en zonas opuestas a las vías de circulación vehicular de primer o segundo orden para zonas académicas.	X
5. Uso de especies forestales densas en el exterior del edificio.	
6. Aplicación de separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales.	X
7. Uso de ventanas con sistema oscilobatiente para aulas de clase.	
8. Utilización de aberturas reducidas de vanos en salas de música.	X
9. Uso de sistema tipo sándwich en zonas académicas interiores.	
10. Uso de techos acústicos en salas de música y auditorios.	X
11. Uso de paneles o listones de madera en auditorios o salas de ensayo.	X
12. Uso de cielos rasos en zonas académicas.	

La Escuela de Música en Lisboa se caracteriza por ser un gran bloque rectangular de aulas y salas de ensayo con una extensa área verde en la parte central del edificio. El edificio no opta por ubicar grandes extensiones de área verde como colchón natural, ya que jerarquiza sus visuales y su espacio recreativo en el interior de la escuela.

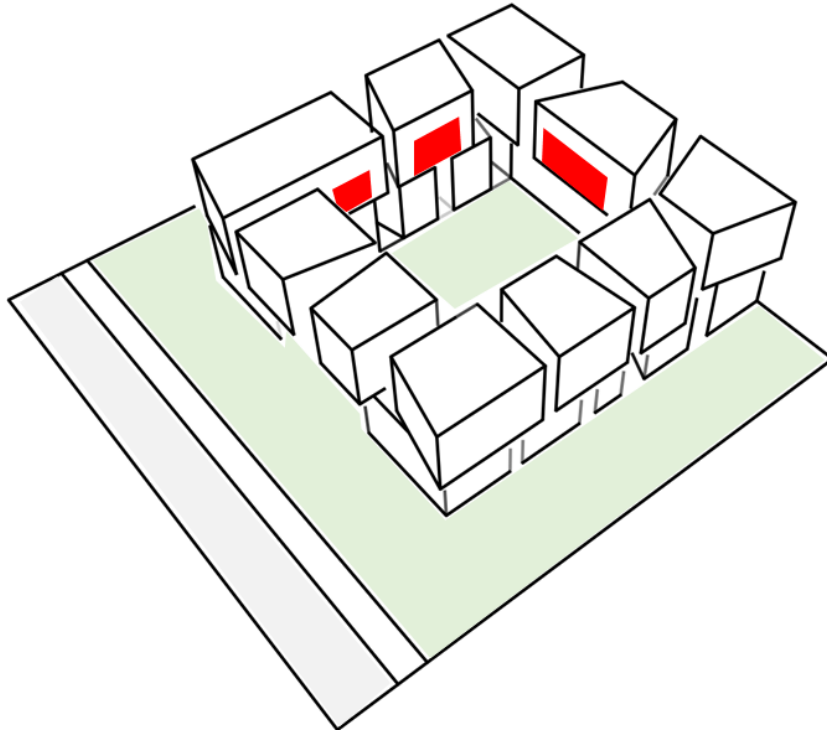
Otra peculiaridad del proyecto, es que zonifica sus aulas de acuerdo a los instrumentos que se practican en ellas, siendo las aulas más pequeñas y donde se practican los instrumentos más débiles, las que se ubican en los pisos inferiores. Las salas de ensayo más grandes, se ubican en los últimos pisos para aislarse mucho mejor del ruido.

Asimismo, los espacios público y auditorio se construyeron en debajo de la gran extensión de áreas verdes que caracterizan al presente proyecto.

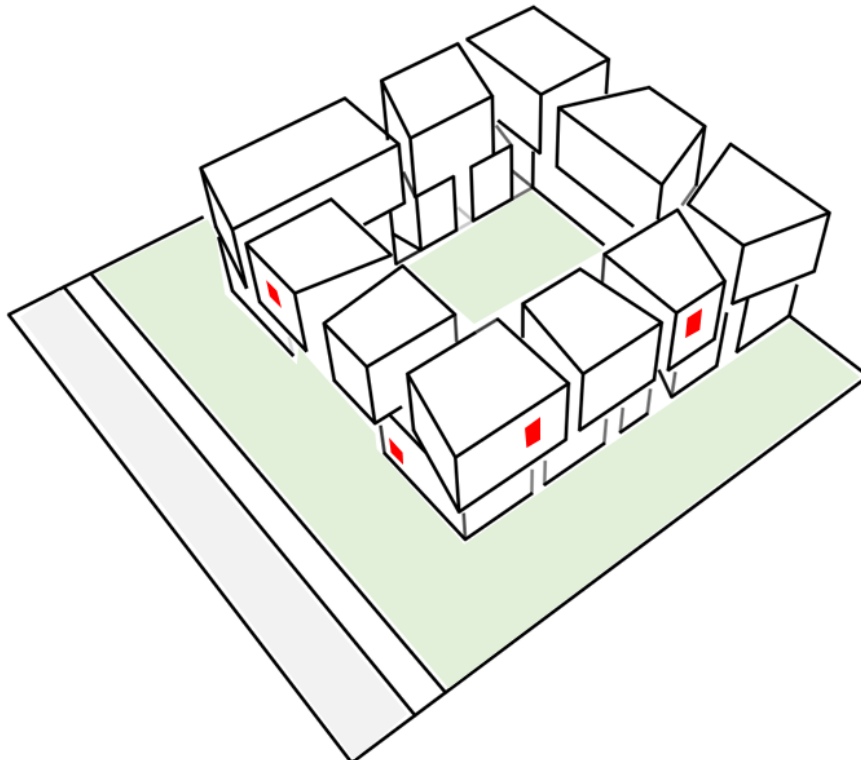
Por otro lado, se utilizaron grandes mamparas fijas en el interior, y en la fachada se utilizó un lenguaje de volumen casi ciego, a excepción de las esquinas del mismo, en donde se colocaron superficies de cristal.



*Figura 32 Ubicación de patio central interior*



*Figura 33 Uso de mamparas fijas con visual al patio central interior*



*Figura 34 Uso de vanos reducidos con ventanas de sistema oscilobatiente en la fachada exterior*

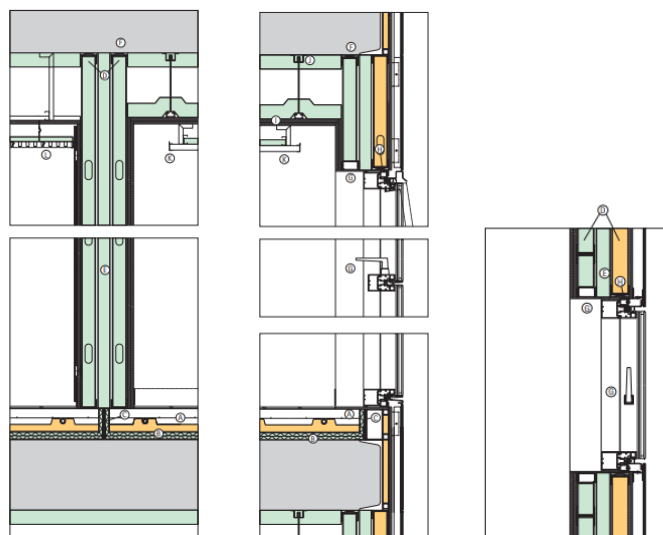
Ficha de Análisis de Caso N°6	
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	
Nombre del proyecto: Conservatorio de Música de Bilbao	
Ubicación: Bilbao, España	
Fecha de construcción: 2007	
Naturaleza del edificio: Arquitectura educacional	
Función del edificio: Conservatorio de Música	
<b>AUTOR</b>	
Nombre del Arquitecto: Roberto Ercilla y Miguel Ángel Campo	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Ubicación/Emplazamiento: Barrio de Deusto.	
Área Techada: 6215 m <sup>2</sup>	
Área no techada: 5085 m <sup>2</sup>	
Área total: 11300 m <sup>2</sup>	
<b>VARIABLE DE ESTUDIO</b>	
Técnicas de control pasivo de ruido	
<b>RELACIÓN CON LAS DIMENSIONES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
1. Aplicación de dimensiones de muros no mayores a 8 metros para aulas de clase.	X
2. Disposición de superficies no paralelas para aulas de clase.	
3. Utilización de volúmenes con proporción 1:1 para aulas de clase.	
4. Ubicación de volúmenes en zonas opuestas a las vías de circulación vehicular de primer o segundo orden para zonas académicas.	
5. Uso de especies forestales densas en el exterior del edificio.	
6. Aplicación de separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales.	X
7. Uso de ventanas con sistema oscilobatiente para aulas de clase.	X
8. Utilización de aberturas reducidas de vanos en salas de música.	
9. Uso de sistema tipo sándwich en zonas académicas interiores.	X
10. Uso de techos acústicos en salas de música y auditorios.	X
11. Uso de paneles o listones de madera en auditorios o salas de ensayo.	X
12. Uso de cielos rasos en zonas académicas.	

El Conservatorio de Música de Bilbao se caracteriza por ser un gran bloque rectangular con una envolvente de vidrio y una cubierta de zinc. Sus aulas presentan una geometría rectangular, de proporción 2:1 con dimensiones menores a 8 metros.

Otra peculiaridad del proyecto, es que en su interior existe un cuerpo fracturado, a diferencia de los que se muestra en el exterior, ya que se ubicaron patios transversales a la fachada que permiten el ingreso de la luz y además reducen el impacto acústico proveniente del exterior e interior. Su distribución de aulas en forma de pez también aporta al aislamiento de aulas y salas de ensayo.

Asimismo, para conseguir el adecuado nivel de aislamiento de ruidos, se construyeron tabiques con doble estructura de acero galvanizado, placas de cartón yeso en ambas caras y una cámara de aire interior con triple capa de lana de roca, lo cual se conoce como sistema tipo sándwich. El techo de las salas acústicas consistió en un cielorraso suspendido con amortiguadores acústicos para independizarlo de la losa superior.

Por otro lado, las ventanas se ejecutaron con una perfilería de aluminio y sistema de apertura oscilobatiente.



*Figura 35 Detalle de muro con sistema tipo sándwich*

*Tabla 9*  
*Cuadro comparativo de casos*

VARIABLE 1	CASO 01	CASO 02	CASO 03	CASO 04	CASO 05	CASO 06	RESULTADO
INDICADORES	Escuela de Música Tohogakuen	Escuela de Música y Artes	Conservatorio Henri Dutilleux	Conservatorio de Música de Maizieres	Escuela de Música de Lisboa	Conservatorio de Música de Bilbao	
Aplicación de dimensiones de muros no mayores a 8 metros para aulas de clase.	X	X	X	X	X	X	Caso 1,2 ,3 ,4 ,5 ,6
Disposición de superficies no paralelas para aulas de clase.		X	X	X			Caso 2, 3, 4
Utilización de volúmenes con proporción 1:1 para aulas de clase.	X				X		Caso 1, 5
Ubicación de volúmenes en zonas opuestas a las vías de circulación vehicular de primer o segundo orden para zonas académicas.	X	X	X	X	X		Caso 1, 2, 3, 4, 5
Uso de especies forestales densas en el exterior del edificio.	X	X	X				Caso 1, 2, 3
Aplicación de separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales.	X		X		X	X	Caso 1, 3, 5, 6
Uso de ventanas con sistema oscilobatiente para aulas de clase.		X	X			X	Caso 2, 3, 6
Utilización de aberturas reducidas de vanos en salas de música.		X		X	X		Caso 2, 4, 5
Uso de sistema tipo sándwich en zonas académicas interiores.						X	Caso 6
Uso de techos inclinados en salas de música y auditorios.		X	X	X	X	X	Caso 2, 3, 4, 5, 6
Uso de paneles o listones de madera en auditorios y salas de ensayo.	X			X	X	X	Caso 1, 4, 5, 6
Uso de cielos rasos en zonas académicas.		X	X	X	X	X	Caso 2, 3, 4, 5, 6

A partir de los casos analizados, se verificó el cumplimiento de los criterios arquitectónicos de aplicación, obteniendo las siguientes conclusiones:

- Se verifica en los casos 1,2 ,3 ,4 ,5 ,6; el criterio “Aplicación de dimensiones de muros no mayores a 8 metros para aulas de clase”.
- Se verifica en los casos 2, 3, 4; el criterio “Disposición de superficies no paralelas para aulas de clase”.
- Se verifica en los casos 1 y 5; el criterio “Utilización de volúmenes con proporción 1:1 para aulas de clase”.
- Se verifica en los casos 1, 2, 3, 4, 5; el criterio “Ubicación de volúmenes en zonas opuestas a las vías de circulación vehicular de primer o segundo orden para zonas académicas”.
- Se verifica en los casos 1, 2, 3; el criterio “Uso de especies forestales densas en el exterior del edificio”.
- Se verifica en los casos 1, 3, 5, 6; el criterio “Aplicación de separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales”.
- Se verifica en los casos 2, 3, 6; el criterio “Uso de ventanas con sistema oscilobatiente para aulas de clase”.
- Se verifica en los casos 2, 4, 5; el criterio “Utilización de aberturas reducidas de vanos en salas de música”.
- Se verifica en el caso 6; el criterio “Uso de sistema tipo sándwich en zonas académicas interiores”.
- Se verifica en los casos 2, 3, 4, 5, 6, el criterio “Uso de techos inclinados en salas de música y auditorios”.
- Se verifica en los casos 1, 4, 5, 6; el criterio “Uso de paneles o listones de madera en auditorios y salas de ensayo”.
- Se verifica en los casos 2, 3, 4, 5, 6, el criterio “Uso de cielos rasos en zonas académicas”.

### 3.2 Lineamientos del diseño

1. Aplicación de dimensiones de muros no mayores a 8 metros para aulas de clase para evitar la propagación de ruidos que alteren el transcurso de las actividades pedagógicas.
2. Disposición de superficies no paralelas para aulas de clase para ampliar progresivamente la longitud de las ondas de sonido dentro del ambiente y disminuir así la cantidad de rebotes entre muros.
3. Utilización de volúmenes con proporción 1:1 para aulas de clase para evitar interferencias de ruidos que normalmente se generan en habitaciones estrechas.
4. Ubicación de volúmenes en zonas opuestas a las vías de circulación vehicular de primer o segundo orden para zonas académicas para evitar la transmisión de ruido aéreo proveniente de una de las mayores fuentes de contaminación acústica en una ciudad, como es el tránsito y/o congestionamiento vehicular
5. Uso de especies forestales densas en el exterior del edificio para contribuir a la minimización de transmisión de ruido aéreo propio del entorno urbano mediante la creación de una barrera o colchón verde.
6. Aplicación de separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales para ubicarlos en diferentes pisos según sus niveles ruido alcanzados, de modo que también se facilite el acondicionamiento acústico de cada uno de ellos en caso sea necesario.
7. Aplicación de separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales para evitar que las actividades en bibliotecas o aulas de clase se vean perjudicadas por la emisión de ruidos excesivos en salones de ensayo mediante una zonificación y distribución adecuada en un mismo nivel.
8. Uso de ventanas con sistema oscilobatiente para aulas de clase para minimizar la transmisión de ruidos aéreos sin perjudicar la ventilación de estos ambientes.



9. Utilización de aberturas reducidas de vanos en salas de música para aumentar el área de las superficies adaptadas acústicamente y disminuir la posibilidad de crear interferencias con el ingreso de ruido proveniente del exterior.
10. Uso de sistema tipo sándwich en zonas académicas interiores para amortiguar los niveles de ruido de impacto o por vibraciones que puedan transmitirse entre las aulas de clase o salones de ensayo, favoreciendo también a la absorción de ruidos aéreos.
11. Uso de techos inclinados en salas de música y auditorios para absorber los niveles de ruido que puedan generarse por una cantidad menor de rebote de los mismos, y evitar así la aparición de ecos flotantes, con hasta dos ángulos de inclinación en el techo.
12. Uso de techos inclinados en salas de música y auditorios para absorber los niveles de ruido que puedan generarse por una cantidad mayor de rebote de los mismos, y evitar así la aparición de ecos flotantes, con múltiples ángulos de inclinación en el techo.
13. Uso de paneles o listones de madera en auditorios o salas de ensayo para eliminar las reflexiones indeseadas de ruido que puedan generarse dentro de estos ambientes, optimizando también sus niveles de reverberación.
14. Uso de cielos rasos en zonas académicas para amortiguar o disminuir la transmisión de ruidos por impacto al desacoplarse de la estructura del edificio, la cual es la transmisora de vibraciones.

## CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE INVESTIGACIÓN

### 4.1 Conclusiones teóricas

Se determinó que las técnicas de control pasivo de ruido relacionadas a la geometría del espacio, plantean el uso de dimensiones de muros no mayores a 8 metros, la disposición de superficies no paralelas y una proporción de 1:1 para disminuir la cantidad de rebotes de ecos flotantes dentro de un aula de clases.

Asimismo, las técnicas de control de ruido relacionadas al aislamiento de ruido, plantean la ubicación de volúmenes lejos de vías vehiculares principales, el uso de especies forestales densas en exteriores, ventanas pequeñas y con sistemas oscilobatientes como parte del tratamiento de la fachada, con el fin de proteger el edificio de ruidos exteriores. También se plantea el uso de techos inclinados y listones de madera en aulas de clase para el aislamiento de ruido interior.

Finalmente, se determinó que las técnicas de control pasivo de ruido relacionadas a la amortiguación de vibraciones, plantean el uso de un sistema tipo sándwich y cielos rasos, complementado con la separación de zonas ruidosas y silenciosas, con el fin de reducir la transmisión de ruidos por impacto entre los distintos ambientes de la edificación.

## 4.2 Recomendaciones para el proyecto de aplicación profesional

Al diseñar las salas de ensayo de un conservatorio de música, ya sean grupales o individuales, se debe tener en cuenta criterios relacionados a la geometría del espacio, puesto que las dimensiones del salón, la proporción utilizada y la disposición de sus cerramientos contribuirán a reducir las interferencias causadas por el rebote de ruidos propios de estos ambientes.

Además, al diseñar dichas áreas de aprendizaje, se deben tener en cuenta los criterios de aislamiento de ruido exterior, dentro de los cuales destacan el uso de especies naturales como barreras acústicas para el control de ruidos provenientes de la congestión vehicular o actividades de la zona, lo cual se complementa con un correcto posicionamiento, emplazamiento y elección de vanos, sin dejar de lado el uso de techos inclinados y listones de madera para el aislamiento de ruidos interiores en salas de ensayo o auditorios.

Por último, al diseñar áreas académicas, de gestión y de servicio, se deben tener en cuenta criterios de amortiguación de vibraciones, para lo cual se debe usar un sistema tipo sándwich y cielos rasos que impidan la rápida transmisión de impactos, así como una adecuada zonificación basada en la separación de ambientes ruidosos, como son las salas de ensayo grupales, y ambientes silenciosos, como la biblioteca o las aulas teóricas, para evitar que las actividades pedagógicas interfirieran entre sí.

## REFERENCIAS

- Aguilar, J. (2019). Una mirada a los criterios de diseño acústico de la infraestructura educacional en Chile . *Revista Ingeniería de Construcción*, 115-123.
- Azimi, M. (2017). Noise Reduction in Buildings Using Sound Absorbing Materials. *Journal of Architectural Engineering Technology*.
- Carrió, L. (2018). Acondicionamiento acústico. *Promateriales*, 23-48.
- Conservatorio Regional del Norte Público "Carlos Valderrama". (2020). *Conservatorio Regional del Norte Público "Carlos Valderrama"*. Obtenido de <https://www.conservatoriotrujillo.edu.pe/>
- Dimitrijevic, D., Zivkovic, P., Dobrnjac, M., & y Latinovic, T. (2017). Noise pollution reduction and control provided by Green living systems in urban areas. *INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL "INNOVATIONS IN DISCRETE PRODUCTIONS"*, 133-136.
- ESCALE. (2020). *Magnitudes de la educación en el Perú*. Obtenido de <http://escale.minedu.gob.pe/magnitudes>
- Fernández, B., & Casas, A. (2019). Why Teaching Music Is Not Enough: Musical Education and its Nomological Network. *Revista Internacional de la Educación Musical* , 1-11.
- Gantier, N., & Gareca, M. (2017). Ambientes de aprendizaje eficientes. *Revista Scientia*, 77-99.
- Gareca, M. (2018). Aulas eficientes para nivel secundario: ¿qué parámetros de diseño debo seguir? *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, 9-28.
- Gran Teatro Nacional. (5 de Febrero de 2019). *Gran Teatro Nacional reúne a las empresas internacionales más importantes del audio y el sonido*. Obtenido de

<https://granteatronacional.pe/noticia/gran-teatro-nacional-reune-las-empresas-internacionales-mas-importantes-del-audio-y-el>

Larsen, A., Markham, B., Zapfe, J., & Barnes, J. (2017). Noise Control Insights and Guidelines.

*SOUND & VIBRATION/JANUARY*, 12-19.

Montiel, I., Mayoral, A., Navarro, J., & Maiques, S. (2019). Acoustic Comfort in Learning

Spaces: Moving Towards Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 1-18.

Piqueras, Á. (2018). *Diario AS*. Obtenido de

[https://as.com/deporteyvida/2018/10/13/portada/1539420898\\_907436.html](https://as.com/deporteyvida/2018/10/13/portada/1539420898_907436.html)

Promateriales. (2020). Aislamiento y acondicionamiento acústico. *Promateriales*, 63-86.

Sholanke, A. (2019). Noise Pollution and Waste Control Techniques in Building Construction

in Nigeria: A Literature Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental*

*Science*, doi:10.1088/1755-1315/331/1/012016.

SUNEDU. (19 de Diciembre de 2018). *Instituciones con rango universitario*. Obtenido de

<https://www.sunedu.gob.pe/instituciones-con-rango-universitario/>

Vadillo, J. (23 de Febrero de 2017). *Andina*. Obtenido de [https://andina.pe/agencia/noticia-](https://andina.pe/agencia/noticia-conoces-todos-los-rincones-del-gran-teatro-nacional-exploralo-ahora-600159.aspx)

[conoces-todos-los-rincones-del-gran-teatro-nacional-exploralo-ahora-600159.aspx](https://andina.pe/agencia/noticia-conoces-todos-los-rincones-del-gran-teatro-nacional-exploralo-ahora-600159.aspx)

## ANEXOS

### Anexo 1. Modelo de la ficha utilizada para el análisis de casos

Ficha de Análisis de Caso N°1	
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	
Nombre del proyecto:	
Ubicación:	
Fecha de construcción:	
Naturaleza del edificio:	
Función del edificio:	
<b>AUTOR</b>	
Nombre del Arquitecto:	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Ubicación/Emplazamiento:	
Área Techada:	
Área no techada:	
Área total:	
<b>VARIABLE DE ESTUDIO</b>	
Técnicas de control pasivo de ruido	
<b>RELACIÓN CON LAS DIMENSIONES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
1. Aplicación de dimensiones de muros no mayores a 8 metros para aulas de clase.	
2. Disposición de superficies no paralelas para aulas de clase.	
3. Utilización de volúmenes con proporción 1:1 para aulas de clase.	
4. Ubicación de volúmenes en zonas opuestas a las vías de circulación vehicular de primer o segundo orden para zonas académicas.	
5. Uso de especies forestales densas en el exterior del edificio.	
6. Aplicación de separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales.	
7. Uso de ventanas con sistema oscilobatiente para aulas de clase.	
8. Utilización de aberturas reducidas de vanos en salas de música.	
9. Uso de sistema tipo sándwich en zonas académicas interiores.	
10. Uso de techos acústicos en salas de música y auditorios.	
11. Uso de paneles o listones de madera en auditorios o salas de ensayo.	
12. Uso de cielos rasos en zonas académicas.	

## Anexo 2. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
Título: “Técnicas de control pasivo de ruido para el diseño de la nueva sede del Conservatorio Regional de música Carlos Valderrama en Trujillo – 2020”					
Problema	Objetivo	Variable	Dimensiones	Criterios arquitectónicos de aplicación	Instrumentación
¿De qué manera las técnicas de control pasivo de ruido condicionan el diseño de la nueva sede del conservatorio regional de música “Carlos Valderrama” en Trujillo?	Determinar de qué manera las técnicas de control pasivo de ruido condicionan el diseño de la nueva sede del conservatorio regional de música “Carlos Valderrama” en Trujillo - 2020.	<p><b>Técnicas de control pasivo de ruido</b>, variable cualitativa que pertenece al ámbito de la acústica arquitectónica.</p> <p>Corresponde a la planificación y organización del diseño de un recinto para limitar su exposición al ruido, mediante el uso aislamiento acústico o absorción acústica como parte del tratamiento interior de una sala o la envolvente exterior de una edificación. (Sholanke, 2019)</p> <p>Una acústica apropiada es fundamental en los centros educativos ya que la comunicación oral aún constituye el principal medio que se utiliza para enseñar y aprender en las salas de clases. (Aguilar, 2019)</p>	<p><b>Geometría del espacio</b></p> <p><b>Aislamiento de ruidos</b></p> <p><b>Amortiguación de vibraciones</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de dimensiones de muros no mayores a 8 metros para aulas de clase.</li> <li>• Disposición de superficies no paralelas para aulas de clase.</li> <li>• Utilización de volúmenes con proporción 1:1 para aulas de clase.</li> <li>• Ubicación de volúmenes en zonas opuestas a las vías de circulación vehicular de primer o segundo orden para zonas académicas.</li> <li>• Uso de especies forestales densas en el exterior del edificio.</li> <li>• Uso de ventanas con sistema oscilobatiente para aulas de clase.</li> <li>• Utilización de aberturas reducidas de vanos en salas de música.</li> <li>• Uso de techos inclinados en salas de música y auditorios.</li> <li>• Uso de paneles o listones de madera en auditorios y salas de ensayo.</li> <li>• Uso de sistema tipo sándwich en zonas académicas interiores.</li> <li>• Aplicación de separación de espacios ruidosos en zonas académicas y de servicios generales.</li> <li>• Uso de cielos rasos en zonas académicas.</li> </ul>	Ficha de análisis de casos