



SEGUNDA ETAPA DEL

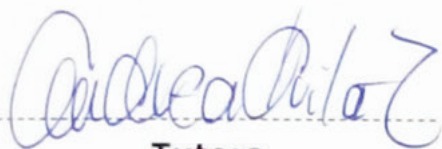
INSTITUTO NACIONAL DE MÚSICA

Moravia, San José

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Proyecto Final de Graduación para optar por el título de Licenciatura
en Arquitectura.**

Milena Valverde López

CONSTANCIA DE LA DEFENSA PÚBLICA DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN



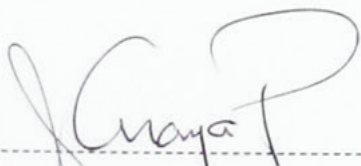
Tutora

Dra. Arq. Andrea Ávila
Zamora



Lector

Ph. Arq. Sebastián Orozco
Muñoz



Lector

Dr. Físico José Araya Pochet



Estudiante

Milena Valverde López

El presente proyecto de graduación titulado "Segunda etapa del Instituto Nacional de Música", realizado durante el año 2013-2014, ha sido defendido el JUEVES 06 DE NOVIEMBRE del 2014, ante el tribunal examinador integrado por la Arq. Andrea Ávila, el Arq. Sebastián Orozco y el físico Jose Araya, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Arquitectura del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La orientación y supervisión del proyecto desarrollado por la estudiante Milena Valverde López , carné 200624704, estuvo a cargo de la tutora Dra. Arq. Andrea Ávila y los lectores Ph. Arq. Sebastián Orozco y Dr. Físico José Araya.

Este proyecto y defensa ante el tribunal han sido declarados:

Público



Privado



85

CALIFICACIÓN

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios y a la Virgen de los Ángeles, por haberme regalado el don de la vida y la inteligencia y paciencia suficiente para poder llegar al final de esta carrera universitaria.

Segundo a mis padres Cecilia y Emilio y a mi familia, gracias por haberme dado la oportunidad de estudiar, y por el apoyo incondicional en todos los momentos buenos y difíciles de mi vida.

Finalmente quiero agradecer a todas las personas, compañeros y amigos, que han formado parte de mi crecimiento personal y profesional. Muchas gracias a todos por haber sido parte de mi vida.

RESUMEN

El Centro Nacional de la Música en Costa Rica, es un órgano de desconcentración mínima del Ministerio de Cultura y Juventud. Agrupa cuatro unidades o programas de gran importancia en el ámbito musical costarricense: la Orquesta Sinfónica Nacional, el Instituto Nacional de la Música, la Compañía Lírica Nacional y el Coro Sinfónico Nacional.

El Instituto Nacional de la Música se dedica a la formación de músicos profesionales. Su educación inicia desde edades tempranas (4 años) , hasta la educación universitaria. En el año de 1994, se creó el edificio actual del Centro Nacional de Música (CNM), en el cual el Instituto Nacional de Música forma parte. Este fue diseñado para 400 alumnos que cursaban el programa juvenil de la Orquesta Sinfónica Nacional.

Actualmente existen más de 950 estudiantes que conforman los diferentes programas del Instituto, y debido a su falta de espacio, es necesario la ampliación de las instalaciones. Esta investigación propone la creación de una segunda etapa del Instituto Nacional de Música, con el fin de solventar las necesidades espaciales y de confort ambiental que sufre actualmente el mismo.

El proyecto está dirigido a los estudiantes universitarios del Instituto, pues ellos requieren las mejores herramientas para enfrentarse al mundo profesional de la música. Para ello, se propone la creación de más espacios que son deficientes en las instalaciones actuales, tales como los cubículos individuales, salones para grupos de cámara y aulas teóricas. Además, gracias al estudio de los usuarios, se conoce la necesidad de implementar nuevos espacios como lo son los salones para recitales y un estudio de grabación.

Como parte fundamental de esta investigación, es el confort acústico de los espacios. Por lo tanto, se estudian las necesidades específicas de cada uno de ellos, para proponer un diseño integral, donde se obtenga un confort espacial, ambiental y acústico.



INTRODUCCIÓN

El proyecto “SEGUNDA ETAPA DEL INSTITUTO NACIONAL DE MÚSICA” es una propuesta de diseño que surge gracias a la necesidad espacial que tienen las instalaciones actuales del Instituto Nacional de Música (INM), ubicados en San José, Moravia, distrito San Vicente. Para ello, se realiza una investigación preliminar del caso, analizando el problema principal que tienen, tanto a nivel de infraestructura como de acústica, y se generan objetivos viables para obtener la solución integral al mismo.

Se recolecta y un conjunto de información teórica y estudio de casos en diversos temas :teoría musical, escuelas de música, acústica arquitectónica, entre otros.

Seguidamente se analiza al usuario del proyecto (los estudiantes universitarios del INM), con el fin de conocer sus opiniones y necesidades como formandos en la profesión musical. Por medio de encuestas y visitas al sitio se obtienen las pautas de disconformidad y necesidad de los estudiantes, creando un criterio más amplio de su problemática actual.

De la misma manera, se estudian las instalaciones actuales en las cuales estos usuarios viven diariamente, para conocer la dinámica durante el día, así como sus fortalezas y debilidades. De ese modo, se obtienen pautas de diseño necesarias a implementar en la propuesta de la segunda etapa.

El sitio propuesto para esta segunda etapa está ubicado al lado este de las instalaciones actuales. Por lo tanto se analiza su ubicación a nivel macro y micro, para conocer su relación con el entorno, y obtener provecho de las bondades del sitio, mediante la generación de pautas de diseño.

Finalmente, se propone un proyecto integral, el cual contemple la necesidad de los espacios de estudio, pero también la generación de espacios flexibles y confortables, en los cuales tanto estudiantes como profesores, puedan disfrutar de un ambiente académico saludable y agradable, lleno de música y talento.

Índice de CONTENIDO

1.1	Estado de la Cuestión	14
1.2	Planteamiento del problema	18
1.3	Justificación	19
1.4	Objetivos	20
1.5	Viabilidad	20
1.6	Delimitación	21

1 ASPECTOS INTRODUCTORIOS

2.1
Marco Teórico 24

2.2
Estudio de Casos 48

2.3
Marco Legal 53

2.4
Diseño
Metodológico 55

2

FUNDAMENTOS
TEÓRICOS

3.1
Introducción 64

3.2
Resultados de la
encuesta 64

3.3
Conclusiones 72

3

ACERCAMIENTO AL
USUARIO

4.1
Introducción 76

4.2
Análisis
Cuantitativo del
espacio 76

4.3
Análisis Cualitativo
del espacio 80

4.4
Conclusiones 85

4

DIAGNÓSTICO DE
INSTALACIONES
ACTUALES

5.1
Ubicación 88

5.2
Contexto Inmediato 89

5.3
Uso de suelo 90

5.4
Vegetación y topografía 92

5.5
Estudio del Clima 94

5.6
Valoración del Análisis 97

5

ANÁLISIS DEL
SITIO

6.1
Conclusiones de los
objetivos 100

6.2
Planteamiento de la
propuesta 102

6.3
Programa
Arquitectónico 103

6.4
Concepto arquitectónico 108

6.5
Diseño Arquitectónico 109

6 PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

A1.1
Futuras líneas de
investigación 154

A1.2
Encuesta 155

A1.3
Referencias bibliográficas 156

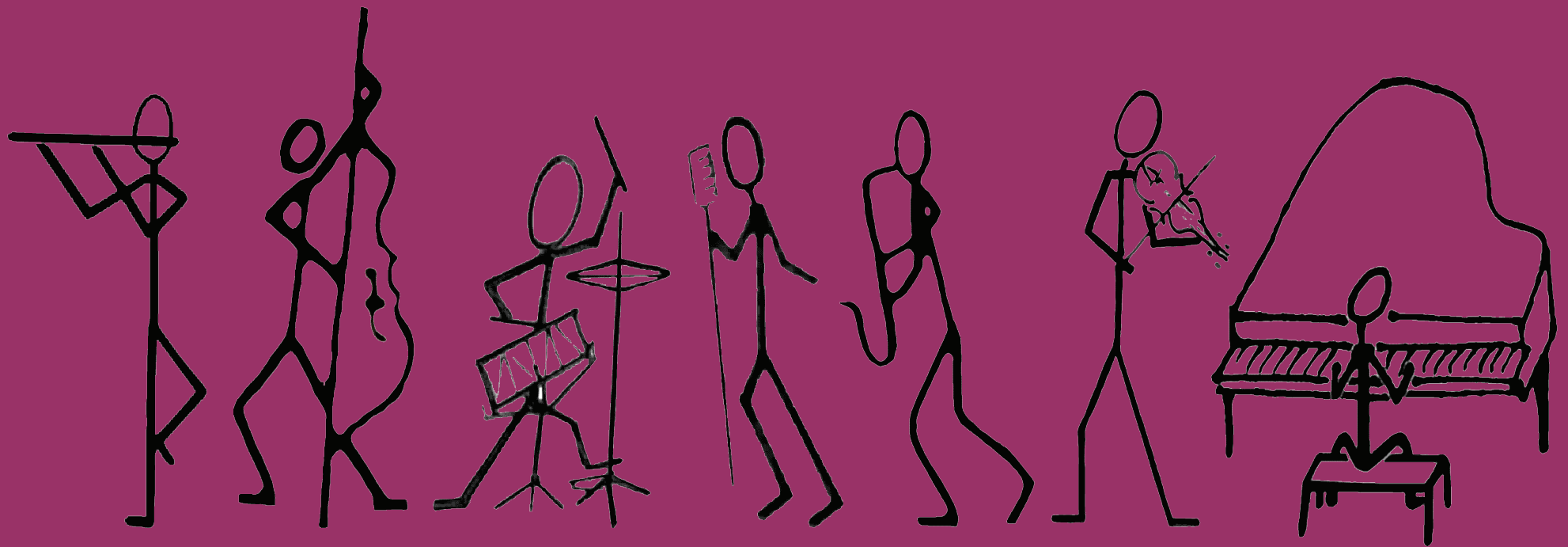
A1.4
Referencias Digitales 157

A1.5
Referencias de imágenes 158

A1.6
Referencias de gráficos y
tablas 162

A1.7
Anexo de tablas 164

A ANEXOS Y BIBLIOGRAFÍA





A spectos
INTRODUCTORIOS



F1.2

1.1 Estado de la CUESTIÓN

Desde el inicio de la humanidad, el hombre ha tenido la necesidad de comunicarse con los demás y de expresar sus sentimientos. Gracias a ello, se desarrollaron diferentes tipos de expresiones creativas como lo son la música, la danza, la pintura, entre otras.

“La música da alma al universo, alas a la mente, vuelos a la imaginación, consuelo a la tristeza, y vida y alegría a todas las cosas.”

Platón
Filósofo griego
427-347 a. C

A nivel mundial, el arte ha sido parte de la cultura de cada país, el cual refleja su estilo de vida, clima, entre otras características propias de cada región. Este fenómeno ha generado una conexión del arte con su gente, identificándolos y representándolos

del resto del mundo. Un ejemplo de ello es la música ranchera de México, el cual refleja su alegre cultura con su particular estilo musical.

El desarrollo del arte comenzó como un entretenimiento recreativo, y se fue desarrollando durante mucho tiempo de una forma empírica. Sin embargo, desde la creación de las escuelas de arte, se ha re-conceptualizado la carrera artística como opción profesional, principalmente por su integración temprana de los niños y jóvenes, direccionándolos a una profesión a futuro, así como ayudando a alejarlos de los vicios y otros problemas sociales.

Educación a nivel mundial

A través de los años, la educación musical como profesión universitaria se ha expandido y mejorado, y con ellas sus universidades especializadas en la educación de la música y el arte en general

han aumentado. Con ello, el estudio de la acústica aplicada en la arquitectura ha aumentado, y se ha perfeccionado gracias al apoyo de la tecnología, no solo para satisfacer las necesidades de los espacios para educación musical, sino también para acondicionar correctamente las diferentes salas de conciertos (auditorios, teatros, etc.).

Algunas Universidades prestigiosas, las cuales se dedican exclusivamente a la enseñanza de la música y al arte en general son:

- The Juilliard School Music Division (NY, Estados Unidos)
- The Curtis Institute of Music (Pensilvania, Estados Unidos)
- Conservatoire de Paris (Paris, Francia)
- Moscow Conservatoire (Moscú, Rusia)
- Hochschule für Musik “Hans Eisler (Berlin, Alemania)
- Universität Mozarteum (Salzburg, Austria)

Educación musical en Costa Rica

A finales del siglo XIX, comienza en la historia de Costa Rica el recuento de

veladas musicales y retretas organizadas por escuelas de música y agrupaciones culturales, las cuales reunían al pueblo, ya sea en casas particulares, como en los kioscos de los parques.

El libro *De las fanfarreas a las salas de concierto, Música en Costa Rica (1840- 1940)*, de la autora María Clara Vargas Cullell, relata la historia de la evolución de música nacional en general y de las escuelas musicales, a finales del siglo XIX. A continuación se menciona un resumen de los principales acontecimientos de la época:

La primera escuela de música formal de Costa Rica, fue la llamada Escuela Nacional de Música (1890-1894), cuyo objetivo principal era formar instrumentistas para integrar una orquesta sinfónica. Su fundación fue producto de la necesidad de crear una Orquesta Sinfónica de Costa Rica, pues estaban en el proceso de construcción del actual Teatro Nacional (fundado en el año 1897), y era necesario representar esa obra arquitectónica nacional, con una agrupación nacional.

En 1893, Eduardo Cuevas y Giordano Morales decidieron separarse de la Escuela Nacional de Música y fundar otra que llamaron La Lira Josefina. Alejandro Monestel fue quien asumió como nuevo director de la Escuela Nacional. La Lira Josefina había logrado formar una orquesta en 14 meses, cosa que no había conseguido la escuela estatal en cuatro años. A pesar del aparente interés del Estado, la Escuela desapareció a finales de 1894. Dos de las causas de su desaparición fueron la falta de presupuesto y la división del profesorado.

Otra de las escuelas de música formales de ese tiempo, fue la Escuela de Música Santa Cecilia (1894-1956), la cual era una escuela privada fundada como consecuencia de la desaparición de la Escuela Nacional de Música y La Lira Josefina. En él sus integrantes recibieron clases de teoría musical elemental y, a la vez, formaron un coro alrededor de 60 voces, con edades entre los 16 y 40 años. Este intento, sin embargo, no fructificó ya que sus integrantes no tenían tiempo para dedicarse al entrenamiento musical.

A partir de 1917, su problema de falta de infraestructura se solucionó durante bastantes años al impartirse las clases en las instalaciones del Colegio de Señoritas. A partir de inicios del siglo XX, el desarrollo de varias sociedades y asociaciones musicales era mayor, educando a la ciudadanía de forma formal en el estudio y la apreciación musical. Algunas de estos grupos fueron:

- Sociedad Santa Cecilia (1902)
- Sociedad Musical de Costa Rica (1911)
- Sociedad Filarmónica Josefina (1914)
- Asociación Musical (1915)
- Asociación de Cultura Musical (1937-1946)

A pesar del interés y dedicación de los grupos por mantenerse unidos y organizados, su duración era corta, principalmente por problemas económicos de infraestructura e instrumentos.

A partir de la década de los 70, se desarrolla la “revolución musical” la cual es explicada poste-

riormente, y donde el crecimiento y estudio musical se formaliza .

Actualmente, Costa Rica cuenta con escuelas de música públicas (Ej.: SINEM – Sistema Nacional de Escuelas de Música) y privadas (Ej.: Escuela Bansbach), pero no están enfocadas al estudio de la música como profesión universitaria. Las únicas escuelas universitarias en el país, las cuales están aprobadas por el CONESUP (Consejo Nacional de Educación Superior) para graduar profesionales musicales son:

- Universidad de Costa Rica (Escuela de Artes Musicales)
- Universidad Nacional (Escuela de Educación Musical)
- Centro Nacional de la Música (CNM)

En el campo de la infraestructura de estas tres instituciones, no cuentan con algunos recursos espaciales, acústicos y/o tecnológicos necesarios. Por otro lado, el estudio acústico en el país es escasa. El desarrollo de este tema en el campo de la arquitectura es prácticamente nulo, y hasta ahora, no hay ninguna institución pública

ni privada que imparta algún curso o postgrado para el estudio del mismo.

Investigaciones realizadas del tema

Actualmente las investigaciones relacionadas con el tema de la acústica arquitectónica son escasas. A nivel general, las investigaciones consultadas contienen información básica de conceptos de música, acústica y diseño arquitectónico de espacios musicales. Sin embargo, en la gran mayoría, carecen de su aplicación práctica a la teoría citada en el marco teórico, y su base de diseño se plantea solamente desde el aspecto estético y arquitectónico, sin tomar en cuenta sus implicaciones acústicas. La tesis que tiene más a fondo el diseño acústico de su propuesta, es el de Espinoza (2008), de la Universidad de Costa Rica, en el cual se basa en el diseño detallado de una sala de conciertos para música lírica y orquestal. En él, contempla conceptos como la curva de visibilidad y reverberación del sonido.

Del mismo modo, la bibliografía

consultada por los investigadores es exigua en el ámbito acústico, y su base teórica se sustenta prácticamente solo bajo el libro “Diseño acústico de espacios arquitectónicos” de Antoni Carrión (1998). Otro factor a considerar es que los arquitectos especialistas de este tema, son muy pocos en Costa Rica, por lo que el aprendizaje del diseño acústico para este tipo de investigaciones, es con poca orientación profesional.



F1.3. Instituciones pertenecientes al Centro Nacional de Música (CNM).

Centro Nacional de Música (CNM)

El Centro Nacional de la Música en Costa Rica, es un órgano de desconcentración mínima del Ministerio de Cultura y Juventud. Agrupa cuatro unidades o programas de gran importancia en el ámbito musical costarricense: la Orquesta Sinfónica Nacional, el Instituto Nacional de la Música, la Compañía Lírica Nacional y el Coro Sinfónico Nacional.

Historia

En 1940, el director uruguayo Hugo Mariani y el costarricense Alfredo Serrano crearon la primera Orquesta Sinfónica Nacional, la cual recibió una subvención del Estado durante el Gobierno del Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia y se le otorgó rango oficial como parte del Ministerio de Educación Pública.

En 1970 se creó el Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes durante la Presidencia de José Figueres Ferrer. Como Ministro se nombró al Lic. Al-

berto Cañas Escalante, y como Vice ministro, a Guido Sáenz González quienes con sus ideas iniciaron la denominada “revolución musical”, la cual posee tres puntos medulares:

- Elevar el nivel técnico de los ejecutantes de la Orquesta
- Compra de instrumentos
- Organización de un programa educativo, adjunto a la Orquesta, para la preparación de instrumentistas del más alto nivel

El primer concierto de la Orquesta Sinfónica Nacional, con su nueva estructura, se realizó en el mes de octubre de 1971, y logró una ejecución altamente profesional.

“¿Para qué tractores, sin violines?”

José Figueres Ferrer

En 1972, como complemento al tercer objetivo de la revolución musical,

se crea el Programa Juvenil, situación que permite que la música sea considerada una disciplina de participación popular, inclusive, los programas de formación musical han sido gratuitos. La convocatoria para la carrera musical recibió un acogida de seis mil niños con sus padres en la afueras del Teatro Nacional. De los seis mil, solo 250 podían ser recibidos por razones de espacio y económicas.

La consolidación de ambas orquestas permitió que grupos de damas diplomáticas organizaran actividades para recaudar fondos o recibir donaciones de partituras de música clásica de gran valor. Asimismo, surgió una postura solidaria de parte de los artistas y grupos teatrales, quienes organizaban veladas a favor de la Sinfónica Juvenil. Los estudiantes del programa juvenil iniciaron clases el 2 de mayo de 1972. El debut de la Sinfónica Juvenil aconteció el 3 de noviembre del año siguiente, en el Teatro Nacional, con 150 jó-

venes, con edades entre 7 y 18 años. En 1990, surge un nuevo espacio de oportunidades musicales, esta vez, dirigida para los más pequeños, de nivel elemental, niños con edades entre 6 y 12 años. Esta Orquesta Sinfónica Infantil, se creó bajo el apoyo exclusivo del programa de ahorro infantil del Banco de Costa Rica.

La perseverancia y determinación del Instituto Nacional de Música ha resultado en un importante número de conciertos, recitales y clases maestras, presentadas por sus dieciséis agrupaciones, las cuales están integradas por estudiantes que buscan alcanzar el más alto nivel profesional. El Instituto Nacional de Música anualmente abre sus puertas en busca de talentos, los cuales comprende edades de 7 a 12 años. También se realizan audiciones para poder ingresar a programas avanzados y universitarios del Instituto, pero de una manera más selectiva.

1.2

Planteamiento del PROBLEMA

En el año de 1994, se creó el edificio actual del Centro Nacional de Música (CNM), ubicado en San José, Moravia, bajo la administración del entonces presidente de la República de Costa Rica, José Figueres Ferrer, el cual fue diseñado para 400 alumnos que cursaban el programa juvenil de la Orquesta Sinfónica Nacional. Al paso de los años, el Centro fue creciendo y se han ido incorporando y desarrollando nuevos programas de formación: el Instituto Nacional de la Música, el Coro Sinfónico Nacional y la Compañía Lírica Nacional.

Actualmente existen más de 950 estudiantes y profesionales que conforman los diferentes programas del Centro, por lo que deben compartir aulas, salón de ensayos y los diferentes espacios de estudio, restringiendo el uso de las instalaciones.

Uno de los sectores más olvidados son los estudiantes universitarios del INM (Instituto Nacional de Música), pues carecen de espacios amplios y especializados para satisfacer sus necesidades acústicas. Dado a lo anterior, es necesario responder la siguiente pregunta de investigación:

• **¿Cómo a través de una propuesta de diseño arquitectónico se puede contribuir a solventar la demanda espacial y acústica que requieren los estudiantes universitarios del Instituto Nacional de Música (INM) en las próximas dos décadas?**



1.3 JUSTIFICACIÓN

La educación musical ha crecido y se ha profesionalizado cada vez más a lo largo de los años, por todo el mundo. Con ese crecimiento, han sido necesarios los aportes acústicos y arquitectónicos para poder crear espacios aptos para las necesidades de los estudiantes, tales como salones de ensayo, cubículos de estudio individual, estudios de grabación, salas de concierto, salones de piano y áreas de reunión social como comedores y espacios de estar.

A nivel nacional, Costa Rica cuenta con escuelas de música públicas y privadas a pequeña escala, las cuales no satisfacen la demanda del país. Sin embargo, la mayoría son escuelas informales, las cuales no cuentan con una infraestructura adecuada para impartir y recibir las lecciones .

Existen las escuelas universitarias (Ej.:

Artes Musicales, Universidad de Costa Rica), pero para ser parte de ellas, se debe tener un conocimiento musical previo, tanto al ejecutar el instrumento, como en la parte teórica, limitando a la población en general, la educación musical desde sus inicios . El único centro especializado en el estudio y labor musical el cual abarca todo grupo de edades (4 años a indefinido) es el Instituto Nacional de la Música (INM), ente perteneciente al Centro Nacional de Música (CNM). Este Instituto es de gran importancia a nivel musical ya que además de generar un semillero de talento musical y darle continuidad al proceso de aprendizaje en ésta área educativa, se encuentra respaldada con el título profesional otorgado por el INM y la UNED, formalizando el estudio musical como una carrera universitaria.

Actualmente el INM no cuenta con la infraestructura necesaria para satisfacer la demanda actual del mismo. Por lo tanto, para el desarrollo de este proyecto, se pretenden analizar las instalaciones y funcionamiento espacial del edificio actual del CNM, a fin de obtener los requerimientos a nivel de infraestructura física, que contribuya a mejorar el confort arquitectónico y espacial, producto del crecimiento de la población, con el fin de auxiliar a satisfacer las necesidades del estudiantado universitario del Instituto Nacional de Música.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar el anteproyecto arquitectónico de la segunda etapa del INM, que contribuya a resolver las necesidades espaciales de los estudiantes universitarios.

1.4.2 Objetivos Específicos

A Determinar las necesidades de los usuarios universitarios del Instituto Nacional de Música (INM), para conocer sus requerimientos a nivel de infraestructura física.

B Analizar las instalaciones actuales del INM, para determinar las principales carencias que éste posee, a nivel de infraestructura física.

C Evaluar las características topográficas y espaciales en materia educativa y de entorno inmediato del sitio de estudio con el fin de obtener pautas de diseño arquitectónico, para ser considerados en el análisis de la propuesta de diseño arquitectónico.

Diseñar a nivel de anteproyecto **D** una propuesta de diseño arquitectónico que contribuya al mejoramiento de infraestructura física del INM.

1.5 VIABILIDAD

Actualmente, existe gran interés por parte del Centro Nacional de Música (CNM) para ampliar sus instalaciones físicas existentes y generar una segunda etapa, debido a su crecimiento y su falta de infraestructura.

El director del Centro, Guillermo Madriz y su administración han mostrado su apoyo en cuanto a la accesibilidad de información correspondiente al proyecto, así como establecer contacto con las diferentes partes o entidades involucradas en el proceso.

El proyecto cuenta con el apoyo económico del CNM y del Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes (MCJD), según lo manifestó el director Guillermo Madriz.

Como parte del proceso de investigación, me integré por 2 meses (octubre y noviembre del año 2013) al grupo de investigaciones del Laboratorio de Confort Ambiental, perteneciente a la

Universidad Federal Río Grande del Sur (UFRGS), ubicada en Porto Alegre, Brasil, dirigida por el arquitecto Rômulo Plentz Giralt. Ahí mismo, conté con la guía del Doctor en Acústica Arquitectónica, el Arquitecto Flavio Maya Simões, en la cual se abarcaron varias pautas y requerimientos espaciales y acústicos que requieren los espacios de estudio musical y salas de concierto. Gracias a esta experiencia, obtuve bibliografía y pautas de diseño para lograr el confort ambiental y acústico de los diferentes espacios arquitectónicos propuestos.

Finalmente, como ex alumna del INM (2002-2012), viví la necesidad de confort ambiental de sus espacios, lo cual me genera una visión más amplia y a fondo del problema de sus instalaciones.

1.6 DELIMITACIÓN

1.6.1 Delimitación Física

El proyecto de investigación, se desarrolla en torno a la infraestructura actual del Centro Nacional de Música, ubicado en la provincia de San José, cantón Moravia, Residencial Los Colegios Sur, de la entrada principal antiguo Colegio Lincoln, 100 metros Oeste, 100 metros Sur y 100 metros Oeste. Convenientemente, al lado nor-este

del edificio actual, se encuentra un lote de 8080,04 m² perteneciente al Ministerio de Cultura, y directamente al Centro Nacional de Música, el cual es el sitio apto para implantar la propuesta de diseño arquitectónico.



F 1.5 Vista aérea del lote perteneciente al Centro Nacional de Música, ubicado al costado nor-este de las instalaciones actuales del mismo.

1.6.2 Delimitación Social

El presente estudio está dirigido a los estudiantes universitarios del Instituto Nacional de Música (INM), uno de los cuatro entes pertenecientes al CNM. Esto debido a ser el grupo de estudiantes con mayor temporalidad y mayor necesidad de espacios adecuados y especializados para el estudio profesional de la música. El rango académico de los mismos, está en edades entre los 18 y los 30 años, aproximadamente.

1.6.3 Delimitación Temporal

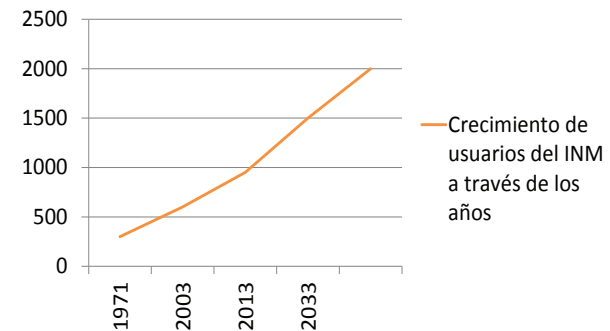
Desde el año 1971 hasta el 2012, el crecimiento de población del CNM ha sido del 31.7% entre estudiantes y profesionales, según lo reflejan los datos de matrícula brindados por el Instituto Nacional de Música, desde el año 1972

hasta el primer semestre del año 2013¹. La administración del CNM comentó su crecimiento exponencial en la última década (gráfico 1), debido a la formalidad y buena enseñanza que éste posee, impulsando cada vez a más jóvenes a ser parte del gremio profesional musical.

Esta investigación pretende contribuir a solucionar las necesidades de infraestructura actuales y con una proyección a 20 años, cuyo crecimiento se estima que será mayor que en décadas pasadas. (50%).

A nivel de elaboración de la propuesta, la temporalidad está limitada a un año de investigación para proponer el diseño de infraestructura física carente del CNM, en su segunda etapa.

Crecimiento de usuarios del INM



G 1.1 Gráfico de crecimiento de usuarios del INM desde 1971 hasta 2030, basado en la tasa de crecimiento de las últimas 2 décadas.



2

Fundamentos
TEÓRICOS

2.1

Marco TEÓRICO



F2.1

El presente marco teórico se enfoca en tres temas esenciales para obtener una buena base teórica para la elaboración de la propuesta arquitectónica. Estos temas son:

1. Centro para la educación musical .
2. Confort ambiental en espacios para la educación musical.

2.1.1 Centro para la educación musical

La música es el arte de combinar los sonidos de la voz humana o de los instrumentos, o de unos y otros a la vez, para crear un determinado efecto (RAE, 2005). Para el estudio de la música, esta investigación se basa en la plataforma educativa que tiene actualmente el Instituto Nacional de Música, en la cual forma músicos a partir del estudio de música clásica y su integración a bandas y orquestas sinfónicas.

Para este tipo de agrupaciones (bandas y orquestas sinfónicas), los instrumentos están catalogados por tres familias principales:

- a. Instrumentos de viento
- b. Instrumentos de cuerda
- c. Instrumentos de percusión

a. Instrumentos de viento

Los instrumentos de viento emiten su sonido por la vibración que se ejerce en una superficie ya sea natural o artificial, producto de la emisión de aire ejercida en el instrumento. Esta familia, se divide en dos categorías:

- a.1 Instrumentos de viento – metal
- a.2 Instrumentos de viento - madera

a.1

Los instrumentos de viento-madera, son los que producen su sonido con la vibración de uno o dos elementos de madera llamado “caña”. En esta categoría se encuentra entre los instrumentos de banda y orquesta sinfónica el saxofón, el clarinete, el oboe, el cor-



F 2.2 Instrumentos de viento madera: clarinete, flauta traversa, saxofón, oboe y fagot.

a.2

Los instrumentos de viento – metal, tienen la característica que el elemento que vibra para producir el sonido, es el labio del ejecutante. En este grupo se encuentra entre los instrumentos de banda y orquesta sinfónica la trompeta, el trombón, la tuba, el corno francés y el barítono



F 2.3 Instrumentos de viento metal: trompeta, trombón, tuba, corno francés.

b. Instrumentos de cuerda

En este grupo se encuentran todos los instrumentos que están conformados por cuerdas. Además, necesitan una caja de resonancia para amplificar y propagar el sonido que produce la cuerda. Los instrumentos de cuerda se dividen en tres categorías:

- b1. Instrumentos de cuerda frotadas o de arco
- b2. Instrumentos de cuerda pulsadas
- b3. Instrumentos de cuerda percutidas o golpeadas.

b.1

Los instrumentos de cuerda frotadas o de arco, son los que producen su sonido cuando las cuerdas son frotadas con un arco. En esta categoría se encuentra el violín, la viola, el violoncello y el contrabajo.

b.2

Los instrumentos de cuerda pulsada, tienen la característica que el sonido de la cuerda se emite cuando se puntean en ellas, ya sea con los dedos o con la “puntilla”, uti-

lizada en guitarra . En este grupo se encuentra el arpa y la guitarra.

b.3

Los instrumentos de cuerda percutidas o golpeadas, emiten su sonido al golpearlas cuerdas, generalmente con un pequeño martillo. El instrumento más conocido de este grupo es el piano, en el cual al tocar las teclas, éstas se conectan con unos martillos que están en la caja de resonancia, golpeando las cuerdas que se encuentran en ella.



F 2.4 Instrumentos de cuerda frotada: Violín, viola, violoncello, contrabajo



F 2.5 Instrumentos de cuerda pulsada: guitarra, arpa



F 2.6 Instrumentos de cuerda percutida: piano

c. Instrumentos de percusión

Los instrumentos de percusión son, como su nombre lo indica, los que producen su sonido al ser percutidos o golpeados con algún implemento: martillo, bolillos, mazo, etc. Estos instrumentos tienen mucha variedad, y se pueden clasificar de varias maneras, sin embargo, para esta investigación, se clasifican en dos categorías, desde el punto de vista musical:

- c1. Instrumentos de percusión con entonación definida
- c2. Instrumentos de percusión con entonación no definida

c.1

Los instrumentos de percusión con entonación definida, son los que producen notas identificables. Es decir, aquellos cuya altura de sonido está determinada (ej: do –re-mi-fa-sol-la-si). En esta categoría se encuentra el xilófono, las campanas tubulares, el vibráfono, los timbales, la marimba, principalmente.

c.2

Los instrumentos de percusión con entonación no definida, son los que producen notas no identificables. Es decir, aquellos cuya altura de sonido no está determinada. En esta categoría se encuentra el bombo, el redoblante, la caja, las maracas, el cencerro, las claves, las castañuelas, entre muchos otros.



F 2.7 Instrumentos de percusión con entonación definida: xilófono, timbales, campanas tubulares.



F 2.8 Instrumentos de percusión con entonación no definida: congas, bombo, pandereta, redoblante.

Ahora bien, ya habiendo conocido las clasificaciones de los instrumentos, a continuación se desarrolla los tipos de espacios que son necesarios para un centro de educación musical.

En el estudio de la música, se desarrollan dos tipos de clases: teóricas y prácticas. En las clases teóricas, se abarcan temas de lectura de la música o solfeo,

estudio de la armonía y contrapunto, en fin, todas las clases que no necesitan la ejecución de un instrumento. Entre las clases prácticas, se encuentra principalmente tres tipos: las clases individuales (alumno y profesor), las de grupos de cámara (en la cual es el conjunto de 3 a 20 instrumentistas, generalmente), y las agrupaciones grandes como lo son las orquestas y bandas.

Para cada una de estas clases, se necesitan diferentes espacios de estudio, los cuales están directamente relacionado con la cantidad de músicos, y las dimensiones de los instrumentos. Es importante rescatar que esta investigación está enfocada al estudio de las necesidades de infraestructura universitaria del Instituto Nacional de Música (INM), por lo que su

funcionamiento y metodología educativa es vital para conocer los requerimientos del mismo. Por eso, a manera de resumen, se enuncian los instrumentos y las clases en los cuales se imparten lecciones universitarias, con el fin de orientar la investigación al objetivo específico del INM.



T 2.1 Clases individuales y grupales impartidas por el Instituto Nacional de Música en su programa universitario para la educación musical.

2.1.1.a Cubículos individuales

Estos cubículos, son utilizados tanto para el estudio individual de los estudiantes, como para la impartición de las clases individuales que tienen cada profesor con el estudiante. Generalmente, cada instrumento tiene su propio cubículo asignado, el cual está ligado a las necesidades espaciales que requiere cada uno. Por ese

motivo, es importante conocer las dimensiones mínimas que requiere cada músico con su instrumento para poder contribuir al confort en un lugar cerrado y pequeño por varias horas. Para eso, se estudian los instrumentos de mayor tamaño de cada familia estudiada anteriormente (cuerdas, viento, percusión) para tener un acertado dimensionamiento de cada cubículo.

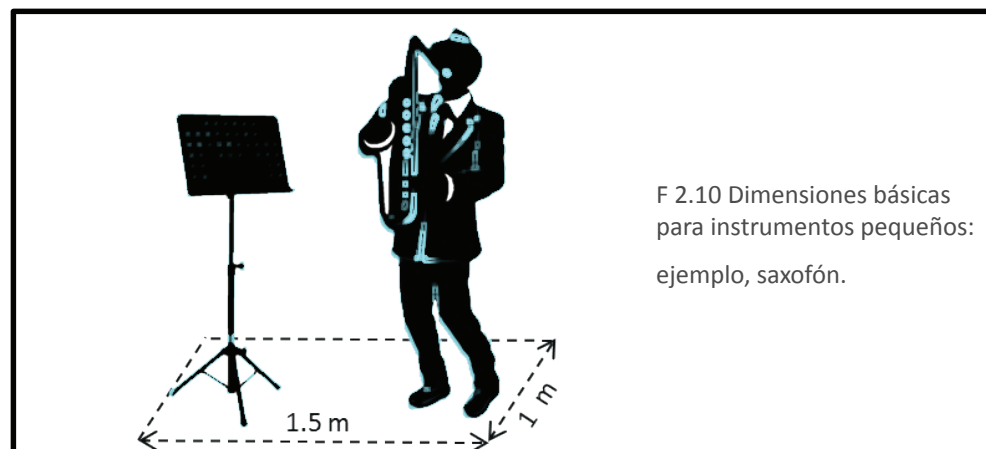
INSTRUMENTOS PEQUEÑOS	INSTRUMENTOS MEDIANOS	INSTRUMENTOS GRANDES
Saxofón	Tuba	Timbales
Clarinete	Violoncello	Xilófono
Violín	Contrabajo	Marimba
Viola	Arpa	Batería
Trompeta	Piano	
Trombón		

T 2.2 Clasificación de los cubículos individuales según la dimensión y necesidades de los instrumentos.



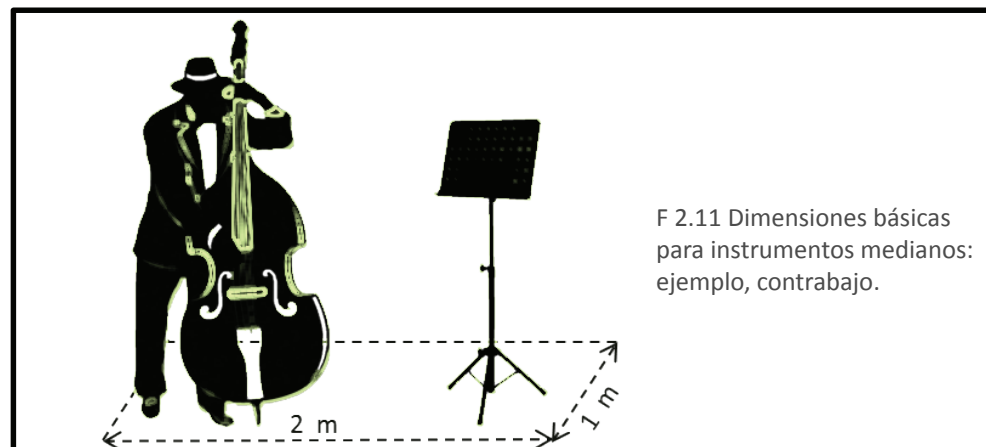
F2.9

INSTRUMENTOS PEQUEÑOS		
Cubículo para clases	Área del músico:	1.5 m ²
	Área del profesor:	1 m ²
	Área de mobiliario:	1 m ²
	Área de circulación (30%) :	1 m ²
TOTAL		4.5 m²
Cubículo para estudio	Área del músico:	1.5 m ²
	Área de mobiliario:	0.5 m ²
	Área de circulación (30%) :	1 m ²
	TOTAL	3 m²



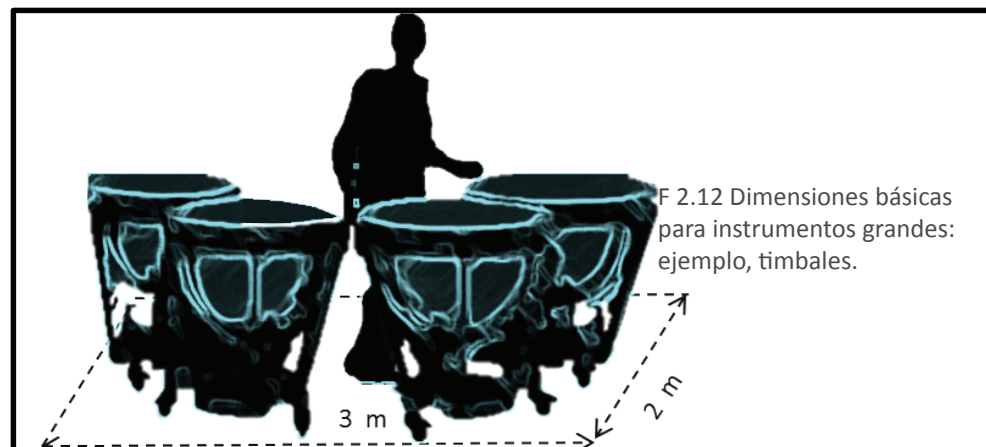
F 2.10 Dimensiones básicas para instrumentos pequeños: ejemplo, saxofón.

INSTRUMENTOS MEDIANOS		
Cubículo para clases	Área del músico:	2 m ²
	Área del profesor:	1.5 m ²
	Área de mobiliario:	1 m ²
	Área de circulación (30%) :	1 m ²
TOTAL		5.5 m²
Cubículo para estudio	Área del músico:	2 m ²
	Área de mobiliario:	0.5 m ²
	Área de circulación (30%) :	1 m ²
	TOTAL	3.5 m²



F 2.11 Dimensiones básicas para instrumentos medianos: ejemplo, contrabajo.

INSTRUMENTOS GRANDES		
Cubículo para clases	Área del músico:	6 m ²
	Área del profesor:	1.5 m ²
	Área de mobiliario:	1 m ²
	Área de circulación (30%) :	1.5 m ²
TOTAL		10 m²
Cubículo para estudio	Área del músico:	6 m ²
	Área de mobiliario:	1 m ²
	Área de circulación (30%) :	1 m ²
	TOTAL	8 m²



F 2.12 Dimensiones básicas para instrumentos grandes: ejemplo, timbales.

T 2.3. Dimensiones de los cubículos individuales, según el tamaño y necesidades de los instrumentos. Información obtenida de mediciones personales en sitio y del análisis de espacios en conjunto con el Arquitecto Dr. Flavio Simoes, especialista en acústica de la Universidad Rio Grande del Sur, Brasil (2013).



E2.13

2.1.1.b Salones para conjuntos de músicos

El estudio de la música a nivel grupal es de vital importancia en el aprendizaje de los músicos, pues con ello se desarrollan muchas destrezas de coordinación y ensamblaje de la música. Para el estudio de este apartado, se dividen los conjuntos en dos categorías:

- a. Grupos de cámara
- b. Bandas y orquestas

a. Grupos de cámara

Un grupo de cámara está conformado por un grupo pequeño de instrumentistas, generalmente de 3 a 20 músicos. Los grupos de cámara son típicos en las escuelas de música, ya que su enriquecedor aprendizaje entre compañeros es vital para un buen desempeño en grupos más numerosos (orquestas - bandas). Algunos de los grupos de cámara típicos, los menciono en la siguiente

lista, haciendo énfasis en la cantidad de personas que lo conforman.

- Trío de flautas
- Cuarteto de clarinetes
- Quinteto de metales
- Camerata de cuerdas (12-20 integrantes)
- Ensamble de saxofones (12-20 integrantes)

b. Bandas y orquestas

Una banda sinfónica es un conjunto de músicos que interpretan instrumentos de viento y de percusión, principalmente. La orquesta comprende los instrumentos de la banda, sumándole los instrumentos de cuerda. En general este tipo de agrupaciones es de 40 a 60 integrantes.

2.1.1.b1 Dimensiones de salones para conjuntos de música

Según se hizo referencia con anterioridad, los conjuntos musicales varían mucho en el número de integrantes y en la instrumentación de los mismos, los cuales requieren un espacio adecuado para poder ensayar durante varias horas. Para esta investigación, se separan estos espacios en 3 tipos de dimensiones:

Los salones pequeños: para grupos de cámara pequeños (de 3 a 8 integrantes)

Los salones medianos: para grupos de cámara grandes (de 9 a 20 integrantes)

Los salones grandes : para bandas y orquestas. (de 21 a 60 integrantes)

En la tabla T 2.4 se presentan las dimensiones sugeridas, dependiendo del tipo de salón.

DIMENSIONES DE SALONES DE GRUPOS		
SALONES PEQUEÑOS 3 a 8 músicos	Área por músico:	1.5 m ²
	Área total de músicos:	12 m ²
	Área de mobiliario y piano:	3 m ²
	Área del circulación (20%) :	4.5 m ²
	TOTAL	19.5 m²
SALONES MEDIANOS 9 a 20 músicos	Área por músico:	1.5 m ²
	Área total de músicos:	30 m ²
	Área de mobiliario y piano:	3 m ²
	Área del circulación (20%) :	6 m ²
	TOTAL	39 m²

SALONES GRANDES 21 a 60 músicos	Área por músico:	1.5 m ²
	Área total de músicos:	90 m ²
	Área del director:	3 m ²
	Área del circulación (20%) :	18 m ²
	TOTAL	112 m²

T 2.4 Dimensiones sugeridas de los cubículos individuales, según el tamaño y necesidades de los instrumentos. Obtenidas del análisis de espacios en conjunto con el Arquitecto Dr. Flavio Simoes, especialista en acústica de la Universidad Rio Grande del Sur, Brasil (2013).

DIMENSIONES DE SALONES PARA RECITALES		
Área del público	Área de una butaca:	0,7 m ²
	Área total de butacas (60) :	42 m ²
	Iluminación y sonido:	4 m ²
	Área del circulación (30%) :	13.8 m ²
	SUB -TOTAL	60 m²
Área de los músicos	Escenario:	32 m ²
	Camerino:	16 m ²
	Área del circulación (30%) :	19 m ²
	SUB -TOTAL	62 m²
ÁREA TOTAL		122 m²

2.1.1 c Salones para recitales

Este tipo de espacios se caracteriza, por ser el lugar donde los alumnos del Instituto Nacional de Música, realizan los recitales del semestre, ya sea para cambio de nivel académico, como para presentaciones extracurriculares. Generalmente el público para este tipo de actividades varía en el intervalo de 20 a 60 personas, y la realizan los estudiantes como solistas con el pianista y los grupos de cámara. Este tipo de espacios también se usa para la realización de clases maestras y seminarios, realizados durante el año.

En la tabla T2.5 se presentan las dimensiones sugeridas, para los salones para recitales, con un máximo de 60 personas de público.

T 2.5 Dimensiones sugeridas de los salones para recitales. Obtenidas del análisis de espacios en conjunto con el Arquitecto Dr. Flavio Simoes, especialista en acústica de la Universidad Rio Grande del Sur, Brasil (2013).

2.1.1.d Aulas teóricas

Las clases teóricas, se brindan principalmente en grupos pequeños de 7 a 16 estudiantes, debido a la necesidad de cada profesor a brindar la educación personalizada de cada estudiante. Las clases teóricas que se imparten son principalmente solfeo, armonía, contrapunto, apreciación musical, historia de la música y análisis de la música. En el libro “El arte de proyectar”, se presentan varias formas de espaciamiento para espacios de educación grupal (Imagen 2.14).

En la tabla T2.6 se presentan las dimensiones sugeridas, para las aulas teóricas de máximo 20 estudiantes .

DIMENSIONES DE AULAS TEÓRICAS	
Área por estudiante:	0,7 m ²
Área total de estudiante (20):	14 m ²
Área de mobiliario y piano:	4 m ²
Área de circulación (20%):	3.5 m ²
TOTAL	21.5 m²

T 2.6 Dimensiones sugeridas de las aulas teóricas. Obtenidas del libro “Arte de proyectar” de Neuferd (1995).

2.1.2 Confort ambiental en espacios para la educación musical

Gracias a los sentidos que posee el ser humano (tacto, vista, audición, olfato y gusto), su relación con el entorno generan estímulos específicos a su organismo: frío, dulzura, miedo, rugosidad, etc. Esos estímulos, interfieren tanto positiva como negativamente en cada persona, generándole sensaciones agradables o desagradables, los cuales, en este caso, lo relacionamos con el grado de confort de cada uno (Serra, R. 2000). Ahora bien, concerniente al estudio del confort desde una visual arquitectónica y dejando de lado los aspectos sociales, psicológicos y culturales, esos estímulos están vinculados a variables generadas por el entorno que los rodea. Entre las principales funciones de la arquitectura, se destaca la optimización de la calidad del confort ambiental interno. Es por eso, que el estudio de estas variables es tan importante, para primeramente reconocer en qué tipo de entorno se está interviniendo, y segundo, para poder reconocer sus debilidades a superar para obtener un entorno “ideal” para el confort óptimo de sus usuarios.

Confort ambiental de los espacios

Los autores Oscar Corbella y Simos Yannas (2003) describen el confort ambiental de la siguiente manera: Una persona está confortable ambientalmente cuando su ambiente físico está en neutralidad con relación a él. Este confort está vinculado a parámetros y factores del mismo, los cuales son citados a continuación.

Parámetros del confort:

Según Serra (2000), los parámetros del confort son aquellas características objetivables de un espacio determinado, que pueden valorarse en términos energéticos y que resumen las acciones que, en dicho espacio, reciben las personas que lo ocupan. Por lo tanto, son el objetivo directo del diseño ambiental en la arquitectura. Estos se dividen en parámetros generales, los cuales están relacionados con dimensiones globales del espacio y los parámetros específicos,

los cuales comprenden las variables térmicas, acústicas, visuales, etc. Por lo tanto, estos parámetros pueden ser controlados, mediante el estudio de las variables naturales y físicas del entorno global e inmediato (radiación solar, vegetación y edificios existentes, dirección del aire, topografía, etc).

Factores del confort:

Son las características correspondientes a los usuarios del espacio (Serra, 2000).

Ellos se dividen en tres categorías:

Biológico – fisiológico: edad, sexo, herencia.
Sociológicas: educación, tipo de actividad.
Psicológicas: características individuales.

Estos factores son más difíciles de controlar que los parámetros. Sin embargo, para el proyecto Centro Nacional de Música, se tiene certeza que dos factores predominantes son la edad y el tipo de actividad, ya que está dirigido para el estudiantado universitario del estudio musical. Gracias a esas dos características, se pueden obtener pautas de

diseño como colores y ambiente térmico necesarias para el confort ambiental de los usuarios.

Para el estudio de este apartado, se estudiarán los diferentes espacios que requieren los centros par la educación musical, con el fin de contribuir a satisfacer las necesidades del mismo, dependiendo del tipo de espacios. Los espacios a estudiar se dividen para esta investigación en 3 categorías, desde el punto de vista acústico:

1. Espacios con aislamiento acústico
2. Espacios con buena reverberación acústica
3. Espacios sin necesidades acústicas especiales.

Sin embargo, antes de iniciar con el desarrollo de los espacios, se hace un acercamiento al aspecto acústico de los espacios, para mejor comprensión de la materia.

2.1.2.1 Acústica

La acústica se refiere a la característica de un recinto referida a la calidad de la recepción de los sonidos (Real Academia Española, 2001). Para esta investigación, es de suma importancia el estudio de la acústica arquitectónica, pues es parte fundamental para el buen funcionamiento de un centro de música, en el que el sonido, es la materia prima para elaborar su función principal: el estudio y ejecución musical. Por esa razón, a continuación se analizan varios conceptos referentes al sonido y



el ruido, y su comportamiento en el ambiente, con el fin de obtener pautas de diseño propias a incorporar en un proyecto con un fin musical.

A . Definiciones:

a. El sonido

El sonido es toda vibración u onda mecánica generada por un cuerpo

vibrante, responsable de ser detectado por el ser humano, por el sentido auditivo. A partir de esa fuente (emisor), el sonido se propaga en todas direcciones siguiendo una esfera, llegando a un receptor que recibe esa onda (Cruz da Costa, 2003).

Esa recepción del sonido, actúa sobre nuestro bienestar, no solo directamente, sino también modificando y con frecuencia empeorando nuestras sensaciones térmicas, lumínicas o de otro tipo. Es por eso, tan importante el control de la propagación del sonido en los diferentes recintos del proyecto arquitectónico, para poder obtener un confort ambiental del sus usuarios.}

El sonido se convierte en ruido cuando deja de ser un sonido puro (una única frecuencia) o un sonido musical (reparto de energías para las distintas frecuencias siguiendo un orden matemático) (Cruz da Costa, 2003). Sin embargo, en esta investiga-

ción, se considerará ruido a cualquier sonido no deseado dentro de un espacio arquitectónico.

2. La frecuencia (f) y periodo (T)

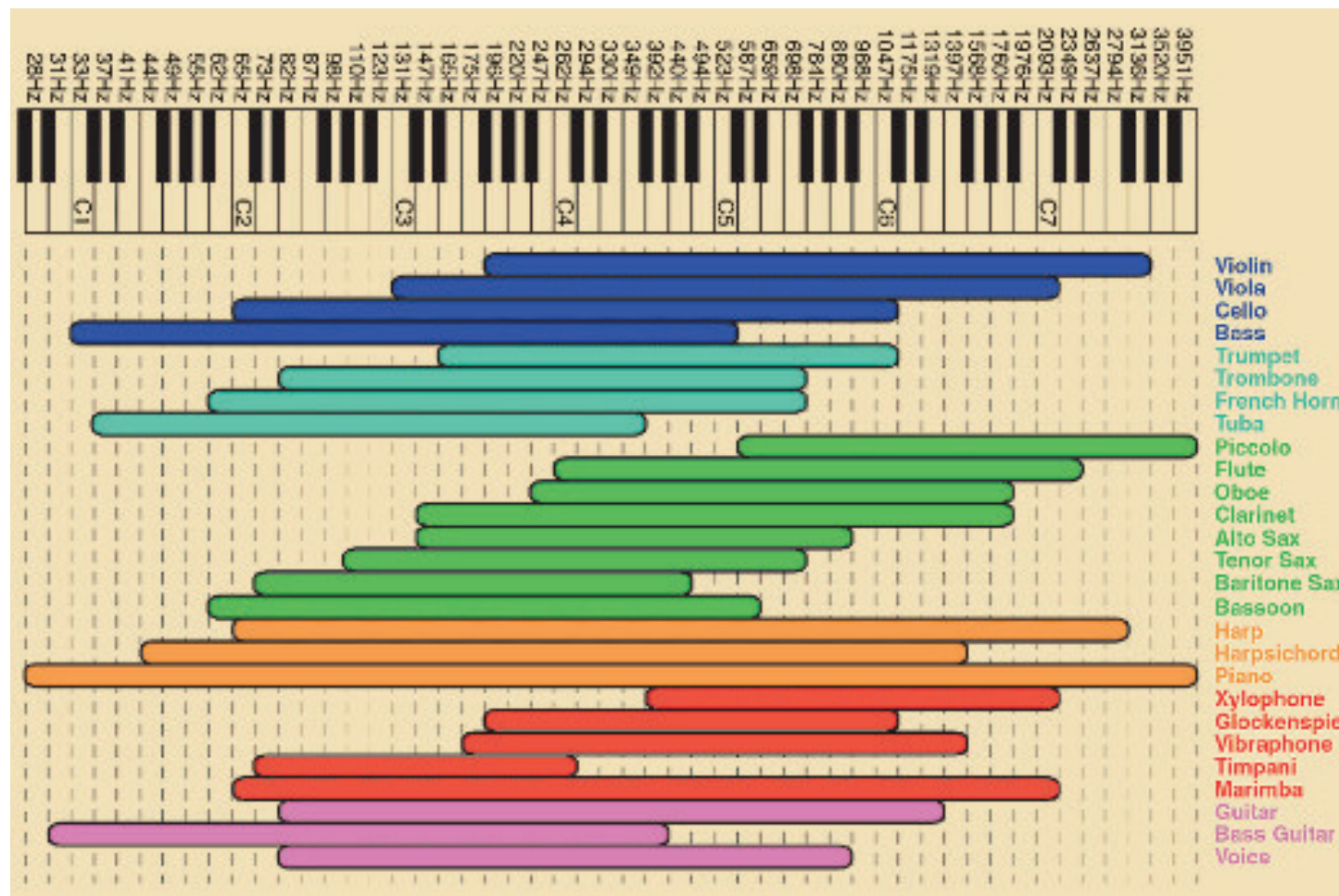
La frecuencia es el número de oscilaciones (o ciclos) por unidad de tiempo (periodo)(Real Academia Española, 2001). En la tabla T2.7, y la figura F 2.14 se pueden apreciar diferentes tipos de frecuencia, los cuales están relacionadas al tipo de sonido que percibe el ser humano

2.a Clasificación de ondas sonoras dependiendo de la frecuencia

La frecuencia de las ondas de sonido, están directamente relacionadas con el tipo de sonido que percibimos: grave – medio – agudos. A continuación se muestra una tabla donde relaciona el tipo de frecuencia y su relación con el sonido emitido.

Característica	Tipo de sonido	Ejemplo
Bajo de 20 Hz*	No perceptible al oído humano	Sonido emitido por elefantes y tigres
De 20 a 200 Hz	Sonidos graves	Sonido de una tuba
De 200 a 2.000 Hz	Sonidos medios	Sonido de un saxofón
De 2.000 a 20.000 Hz	Sonidos agudos	Sonido de una flauta travesa
Encima de 20.000 Hz	No perceptible al oído humano	Sonido emitido por delfines y murciélagos

T 2.7 Relación del sonido emitido con los instrumentos musicales

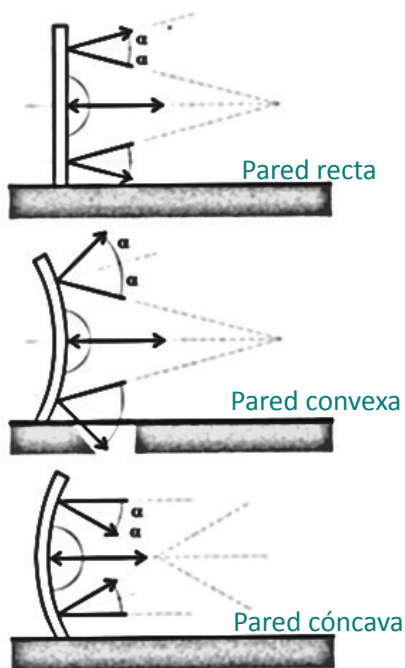


F 2.14. Relación de frecuencia (en Hz) con el timbre de los instrumentos musicales

3. Reflexión del sonido

La reflexión del sonido es la forma en la cual el sonido se comporta al rebotar con una superficie sólida. Analizando el trayecto de su onda, el comportamiento es exactamente el mismo del de la luz. Por lo tanto, se analizan las 3 formas regulares de pared, y su comportamiento reflexivo del mismo. Con esto, se obtienen pautas arquitectónicas de formas de paredes y techos, para los diferentes espacios arquitectónicos del Centro Nacional de Música.

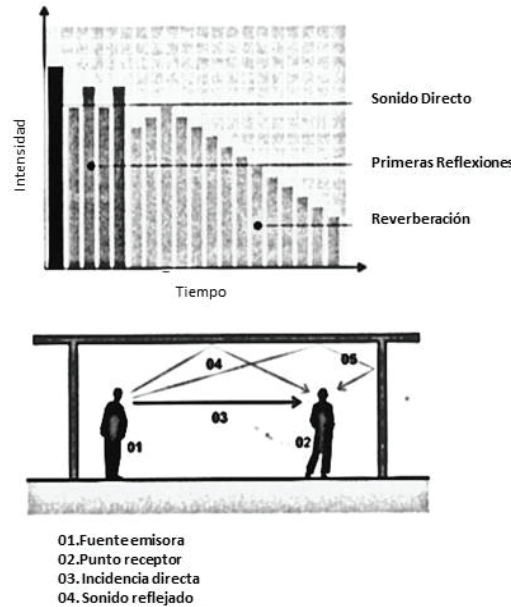
Ángulo de incidencia = Ángulo de reflexión



F 2.15 Relación de formas de pared con la reflexión del sonido

4. Reverberación del sonido

Consiste en el prolongamiento necesario de un sonido producido, a título de su inteligibilidad en espacios más afectados de la fuente productora. Eso se da básicamente en recintos de tipo cerrados. Ese prolongamiento deberá ser mayor, cuanto mayor sea la distancia entre la fuente de recepción, o aún, cuanto mayor sea el volumen del recinto (Cruz da Costa, 2003).



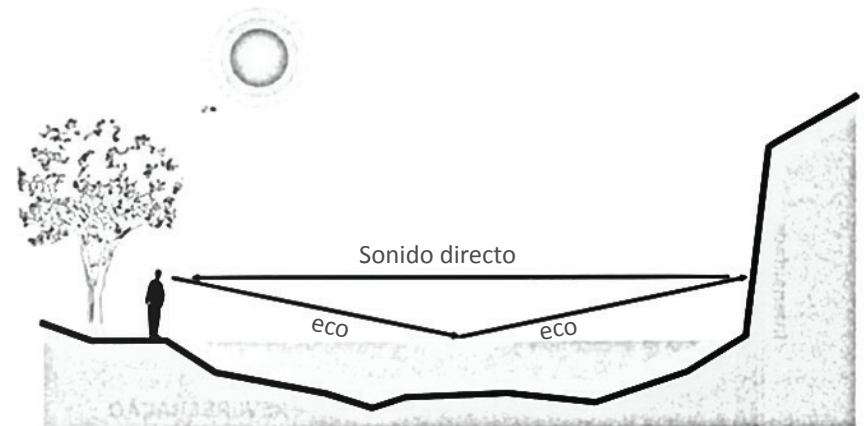
F 2.16 Tiempo de reverberación del sonido

La reverberación influencia positiva o negativamente la percepción de la música en salas de concierto (auditorios, teatros, etc.) por lo que su cálculo debe de ser considerado para el planteamiento de las alturas y ángulos de inclinación de paredes y techos. De esta manera se optimiza un tiempo de reverberación óptimo para la buena percepción musical, pero sin caer en el efecto eco, definido posteriormente.

5. Eco

Es un fenómeno que sucede cuando el sonido, reflejado por una o más superficies, retorna al mismo recep-

tor en un intervalo de tiempo mayor que 1/15 de segundo. A partir de 22 metros de detección, el oyente escucha dos sonidos: note que la distancia recorrida dividida por la velocidad del sonido en el aire, es igual a 1/15 de segundo (Cruz da Costa, 2003). Como se menciona anteriormente, el eco está muy relacionado con la reverberación del espacio. Por lo tanto, es necesario tener control en estos dos aspectos, al diseñar los espacios para conciertos, donde se requiere reverberación, caso contrario a los espacios de estudio musical, donde la reverberación debe ser nula.



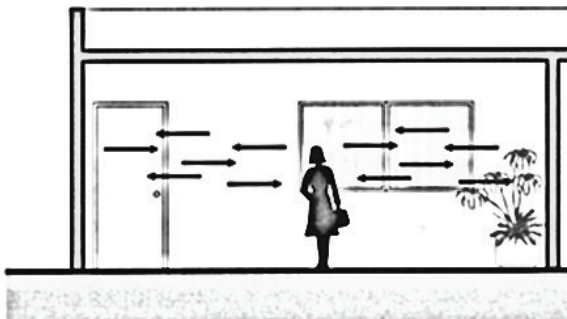
F 2.17 Fenómeno del eco



F2.18

5.1 Eco palpitante

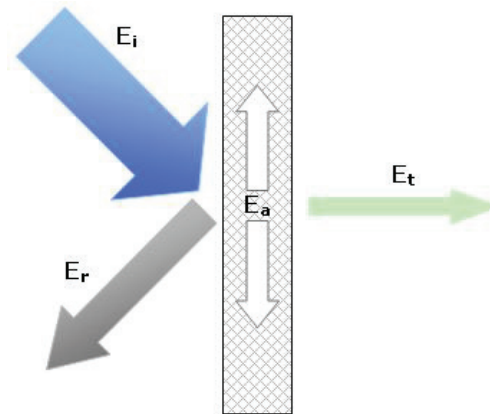
Es cuando se observan sucesivas reflexiones entre las paredes paralelas de una sala (Cruz da Costa, 2003). Este efecto es apreciable para espacios pequeños como cubículos y aulas de estudio. Sin embargo, en lugares amplios, este factor se descarta del análisis acústico.



F 2.19 Fenómeno del eco palpitante

6. Comportamiento acústico de los materiales

En la naturaleza, todo y cualquier material responde acústicamente de la siguiente manera:



E_i = energía incidente
 E_r = energía reflejada
 E_a = energía absorbida por el material
 E_t = energía transmitida

$$E_i = E_r + E_a + E_t$$

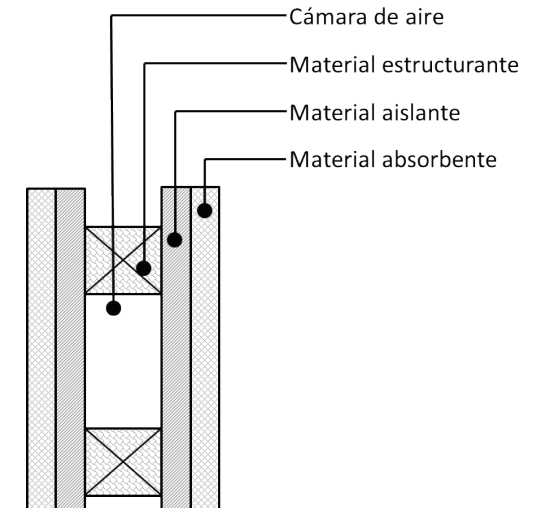
F 2.20 Comportamiento acústico de los materiales

Cuando una onda sonora incide sobre un obstáculo, genera 3 situaciones distintas: una parte de ella es transmitida a través del material, otra parte es absorbida por el obstáculo y el restante es reflejado. Si un material retiene una cantidad mayor de ondas sonoras, transformándolas en energía térmica, se dice que tiene buena absorción acústica. Si el material refleja gran parte de energía sonora incidente, evitando que ésta sea transmitida de un medio para otro, se caracteriza como un buen aislante acústico.

7. El efecto sándwich

Un aspecto relevante que se refiere a la capacidad de aislamiento acústico

de sistemas de materiales consiste en generar espacios vacíos en su interior, o mejor aún, rellenos con material absorbente acústico, como está demostrado en la imagen. Éste es el efecto conocido como efecto sándwich.



F 2.21 Corte de una pared con efecto acústico de sandwich

B. Acústica arquitectónica

Como se menciona anteriormente, el sonido que se percibe en un espacio y momento determinado, afecta positiva o negativamente nuestro estado de confort ambiental, por lo cual es de suma importancia poder tener buen control del mismo, tanto externa como internamente. “La capacidad de que cada edificio posea su propia acústica debería ser la visión positiva del sonido en la arquitectura, entender los espacios como resonadores de los sonidos que en ellos se producen, palabras, música, pero también pasos, golpes, clics de interruptores, repiqueteo de lluvia o murmullos de la gente” (Serra, 2000)

a. Control externo del ruido.

Para este apartado, es necesario recordar que se considera ruido a todo sonido no deseado en un espacio determinado. Para poder obtener un mejor confort ambiental dentro del proyecto, es necesario controlar los ruidos externos no deseados, como los pueden ser el de música de vecinos, bulla de ca-

rros y autobuses que pasan al frente del mismo, etc. Para eso, es necesario el uso de barreras artificiales (muros) o vegetales ubicadas cerca al origen del ruido, para su mejor absorción. Según menciona Serra (2000), el uso de barrera visual no significa barrera acústica, pero ayuda psicológicamente. Él propone como pauta de diseño, el uso de estas barras, acompañadas con aleros para protección de lluvia, e incluso con un uso adecuado de la iluminación, la cual invita a los usuarios a entrar a “refugiarse” en un edificio de la agresividad del mundo exterior.

b. Control externo - interno del ruido.

Ya teniendo controlado el sonido externo incidiendo en el proyecto, se genera un microclima controlado en el interior del mismo, lo cual asegura un mejor confort ambiental de sus usuarios. Sin embargo, se debe tomar en cuenta la segunda variable de importancia fundamental en este proyecto: es un centro de música, por lo cual el ruido generado a nivel interno es casi mayor que el ruido externo, y su incidencia en los espacios de estudio grupal e individual.

No en tanto, su control es mayor en algunos espacios que en otros. Por eso en el apartado siguiente se estudian las necesidades acústicas de cada espacio, para poder controlar la incidencia externa del ruido.

Para el desarrollo de este apartado, se dividen los espacios dependiendo de la tipología acústica requerida:

1. Espacios con aislamiento y absorción acústico

- Cubículos individuales, estudio de grabación y salones grupales

2. Espacios con reflexión acústica:

- Salas de concierto

3. Espacios sin requerimientos acústicos especiales:

- Aulas teóricas y espacios comunes

1. Espacios con aislamiento acústico total.

Este tipo de espacios es ideal para el estudio del instrumento, en el cual se necesita la absorción total de las ondas sonoras emitidas por un instrumento, pues la idea de estos espacios es poder escuchar todo tipo de imperfecciones sonoras, con el fin de estudiar y perfeccionar ataques, calidad y nitidez del sonido, entre otros.

1.1 Requerimientos arquitectónicos y acústicos

A continuación se presentan diferentes pautas de diseño a implementar en la propuesta arquitectónica de este tipo de espacios.

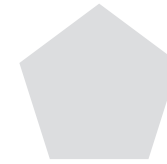
FORMA

Las paredes de los espacios de estudio musical no deben ser paralelas, para evitar el efecto de eco palpitante. De la misma manera, se recomienda que el techo del mismo tenga inclinación para evitar el paralelismo con el piso.

En casos donde se requiera por condiciones arquitectónicas y de otras índoles, el mantener formas geométricas de 90 grados, se recomienda el uso de paneles internos, los cuales se puedan colocar de formas inclinadas, para evitar el paralelismo interno.



Triangular



Pentagonal



Irregular

DISEÑO INTERNO

El libro Interior & color book (Zamora, 2009) aconseja para espacios de estudio, la aplicación de un tono y una textura distintos en el suelo, con el fin de definir de una manera eficaz las diferentes áreas. Zamora también recomienda un esquema cromático claro combinado con un estilo minimalista, para producir una sensación de amplitud, sin dejar de lado el uso de colores brillantes en ciertos puntos para incrementar la profundidad de la gama de colores. El azul y verde, aportan una sensación relajante al espacio.

Esquema cromático claro



Esquema cromático brillante



VENTILACIÓN

El clima de Moravia (sitio del proyecto) es templado, el cual es necesario ser aprovechado en la mayor parte del año. Sin embargo, debido a las necesidades acústicas de espacios herméticos, es recomendable la utilización de aire acondicionado, para satisfacer las necesidades de confort térmico en el interior, cuando las ventanas y puertas se encuentran cerradas.



Vent. Natural



Vent. artificial

ILUMINACIÓN

A primera instancia, se recomienda el aprovechamiento de la iluminación natural a lo largo del día; Al usar iluminación artificial, se sugiere la iluminación de tarea o localizada para este tipo de espacio. De ese modo, se permite la previsión de niveles de iluminación más altos para las tareas visuales como lo es la lectura de partituras, mientras se mantiene el resto de la iluminación general o de fondo, a niveles más bajos. Se recomienda que la iluminación ambiental sea por lo menos un 33% de la iluminación de tarea para confort visual y adaptación del usuario . (Duta-Lamberts-Pereira, 1997).

Luminarias recomendadas



Fluorescente

Para ambiente o fondo



Incandescente

Para tarea localizada

PUERTAS Y VENTANAS

En un espacio con aislamiento acústico, es de suma importancia poner atención a los puntos débiles de los espacios, los cuales son donde fugan las ondas de sonido. Estos puntos débiles son las ventanas y las puertas, por lo que es necesario tener condiciones especiales a utilizar. En el mercado se encuentran varias empresas que ya tienen certificadas puertas y ventanas aislantes acústicas. Respecto a ventanas, las más utilizadas son las de vidrio temperado con un marco aislante, sin embargo, también se recomiendan los vidrio-block, por su capa de aire y grosor.

MATERIALES

En este tipo de espacios, es necesario el uso de materiales absorbentes, los cuales impiden el rebote de las ondas sonoras, evitando el efecto de eco palpante y eliminando el efecto reverberante del espacio.

Es necesario recalcar que el NRC (Noise Reduction Coefficient [Coeficiente de Reducción de Ruido]) de cada material depende del fabricante y del grosor del mismo. Así que es necesario la búsqueda del material deseado, tomando en cuenta el NRC del mismo, para el buen desempeño del material, dependiendo del espacio y el nivel de absorción requerido.

A continuación se citan algunos materiales absorbentes del mercado.

CORCHO



Gracias a su textura irregular , el corcho está compuesto por celdas rotas las cuales actúan como poros que absorben las ondas sonoras del espacio.

ALFOMBRA

La alfombra es material más utilizado en los pisos de los espacios con necesidades absorbentes, pues además de amortigua el sonido de los pasos, ese tipo de material tiene las características porosas necesarias para la absorción del sonido.



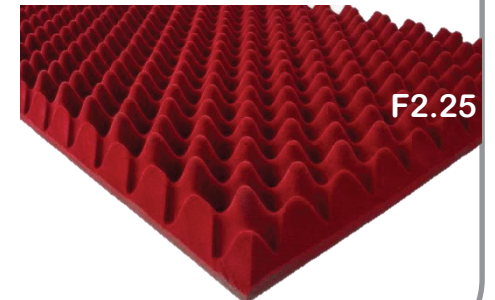
FIBRAS ABSORBENTES



Se encuentran como paneles los cuales se pegan directamente sobre la superficie. Entre algunas de sus ventajas está la absorción acústica, es aislante térmico, incombustible, su peso es liviano, lo cual facilita la instalación, y no crea ni bacterias ni hongos. Algunas de las fibras más comunes son la fibra mineral, la fibra de vidrio y el black theater.

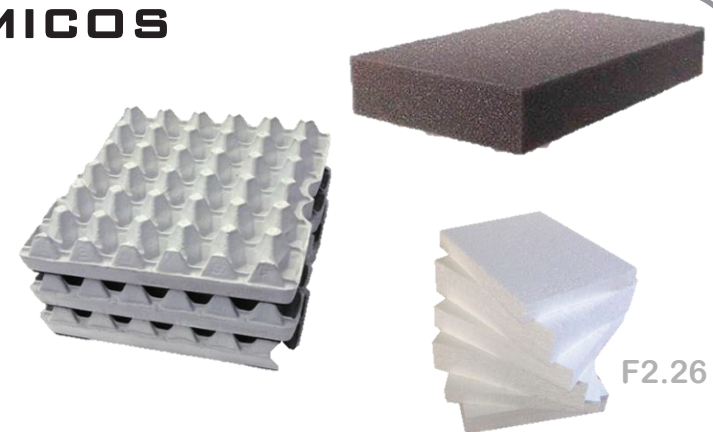
ESPUMAS ABSORBENTES

Gracias a su textura, proporcionan la difusión de las ondas de sonido, al mismo tiempo que las absorben. Además, gracias a su amplia gama de colores y texturas, se pueden generar espacios muy agradables y diferentes.



MATERIALES ECONÓMICOS

Se conoce que el costo de los materiales mencionados anteriormente, es alto, pues sus implicaciones técnicas lo requieren. Sin embargo, no significa que en proyectos que requieran aislamiento acústico, no se pueda lograr por falta de recursos económicos. Existen varios materiales alternativos, los cuales funcionan bien, respecto a la absorción del sonido; no con esto se garantiza una absorción absoluta, sin embargo es conveniente tomarlo en cuenta, en situaciones donde el proyecto lo requiera. Para mencionar algunos, los más utilizados son los cartones de huevo, el estereofón y la esponja de poliuretano. Estos tres materiales tiene algunas de las características mencionadas en los materiales anteriores, tales como la porosidad y el relieve, difundiendo y absorbiendo las ondas sonoras del espacio.



Maderas

El uso de la madera en el campo de la música, siempre ha tenido un papel significativo a lo largo de la historia. De ahí que muchos de los instrumentos musicales sean hechos con este materia. La madera es un material ideal para espacios donde se requiere minimizar la reverberación, sin llegar al extremo de crear un espacio completamente absorbente al sonido. Además de su belleza y diversidad estética, la madera cuenta con las características de ser buen aislante acústicos y térmicos. Respecto a las características acústicas, el libro "Acoustics of wood" (Bucur, 2006), menciona como dependiendo del tipo de madera, su densidad y módulo de Young (grado de elasticidad), se pueden ambientar espacios con buena reverberación o aislantes acústicos, según sea la necesidad del caso. Esto se debe gracias a su estructura, la cual está formada por fibras y poros, en la cual dependiendo de su cohesión, éstas se dividen en maderas, durísimas, duras, semiduras, blandas y muy blandas.

A continuación se presenta la tabla T.2.8 donde se clasifican algunas maderas, dependiendo de sus parámetros de densidad y módulo de Young.

En este caso se puede analizar como el pino albar es el material más absorbente acústicamente de la lista, pues su módulo de Young es muy alto, y su densidad también, generando un material muy elástico y poroso, favoreciendo la absorción de las ondas de sonido. Por otro lado, la balsa es el material más aislante acústico de la lista, pues su elasticidad es muy baja, al igual que su densidad, impidiendo la incidencia de sonido a su interior, y ocasionando el rebote del sonido en la superficie.





Entre las características térmicas de la madera, se encuentra su propiedad higroscópica, la cual describe un estudio realizado por el Instituto de Biomecánica de Valencia (2007), la cual tiene la capacidad para regular la humedad relativa y la temperatura del entorno. De esta manera, la madera puede aumentar o disminuir su tamaño dependiendo de la humedad ambiente. Las maderas ligeras, blandas

Especie	Densidad (kg/m³)	Módulo de Young (10⁸ N/m²)
Balsa	200	6,3
Álamo amarillo	380	97
Abedul	620	163
Roble	660	53
Fresno	670	158
Haya	750	137
Sitka	390	116
Picea	440	159
Abeto	450	127
Pino albar	550	163

T 2.8 Tipo de Maderas, densidad y módulo de Young.





y con mucha porosidad son las más aislantes del calor, y las duras, densas y compactas, las menos aislantes. A nivel nacional, Costa Rica cuenta con gran variedad de maderas, las cuales pueden ser utilizados para fines acústicos, térmicos y estéticos del proyecto. A continuación se mencionan algunos ejemplos, en las tablas T 2.9 y T 2.10.

MADERAS ABSORBENTES CULTIVADAS EN COSTA RICA

Nombre Común	Nombre científico	Hábitat de cultivo	Propiedades tecnológicas
Caoba 	Swientenia macrophylla	<p>Esta especie es nativa desde México hasta Brasil. Se desarrolla en elevaciones bajas, con climas secos a muy húmedos, con estación seca.</p> <p>En Costa Rica se localiza naturalmente en la región noroeste del país.</p>	Clasificación: Liviana
			Velocidad de secado: rápida y sin defectos
			Durabilidad natural: Alta
			Usos comunes: Carpintería Construcción interna Paredes de contención
Cedro amargo 	Cedrales odorata L.	<p>Se encuentra creciendo en América tropical desde México hasta las Antillas. En elevaciones bajas, con climas de secos hasta húmedos.</p>	Clasificación: Pesada
			Velocidad de secado: Moderado
			Durabilidad natural: Media
			Usos comunes: Cajas y cajones Postes y estacas Pulpa para papel
Guanacaste 	Enterolobium cyclocarpum	<p>Se distribuye desde el sur de México hasta el norte de América del Sur, correspondiente a las partes bajas de ambas vertientes, con climas secos a húmedos.</p>	Clasificación: Pesada
			Velocidad de secado: Rápida
			Durabilidad natural: Baja
			Usos comunes: Cajas y cajones Carpintería Ebanistería
Teca 	Tectona grandis	<p>Se desarrolla en suelos profundos y de buen drenaje, en climas húmedos y elevaciones bajas.</p> <p>Es nativa de Asia y Malasia. Sin embargo, se cultiva en todo el trópico americano.</p>	Clasificación: Pesada
			Velocidad de secado: Rápida
			Durabilidad natural: Moderada
			Usos comunes: Construcción general Pulpa para papel Ebanistería

T 2.9 Maderas absorbentes más comunes de Costa Rica, y sus respectivas características



Nombre Común	Nombre científico	Hábitat de cultivo	Propiedades tecnológicas	
Cenízaro 	Pithecolobium Saman	Esta especie es nativa desde México hasta Brasil. Se desarrolla en elevaciones bajas, con climas secos a muy húmedos. En Costa Rica, abunda en la aprte del Pacífico norte, donde crece rápidamente en forma natural.	Clasificación:	Pesada
			Velocidad de secado:	Rápida
			Durabilidad natural:	Alta
			Usos comunes:	Construcción general
				Pulpa para papel
	Postes y estacas			
Ciprés 	Cupressus lusitanica	En Costa Rica, se localiza ampliamente en todo el territorio, distribuyendose desde el nivel del mar hasta zonas con elevaciones medianas con climas de húmedos a muy húmedos.	Clasificación:	Pesada
			Velocidad de secado:	Moderada
			Durabilidad natural:	Alta
			Usos comunes:	Construcción interna
				Postes y estacas
	Muebles			
Eucalipto 	Eucalyptus deglupta	En Costa Rica, se encuentra en diversos puntos, generalmente en las zonas húmedas.	Clasificación:	Moderada
			Velocidad de secado:	Moderada
			Durabilidad natural:	Alta
			Usos comunes:	Decoraativo
				Paneles para paredes
	Chapa decorativa			
Roble 	Quercus	En Costa Rica, se encuentra en las regiones altas del Valle Central y la región montañosa de Santa María de Dota, en zonas altas con climas muy húmedos.	Clasificación:	Pesada
			Velocidad de secado:	Lenta
			Durabilidad natural:	Baja
			Usos comunes:	Construcción general
				Ebanistería
	Muebles			

T 2.10 Maderas aislantes más comunes de Costa Rica, y sus respectivas características

2. Espacios con reflexión acústica:

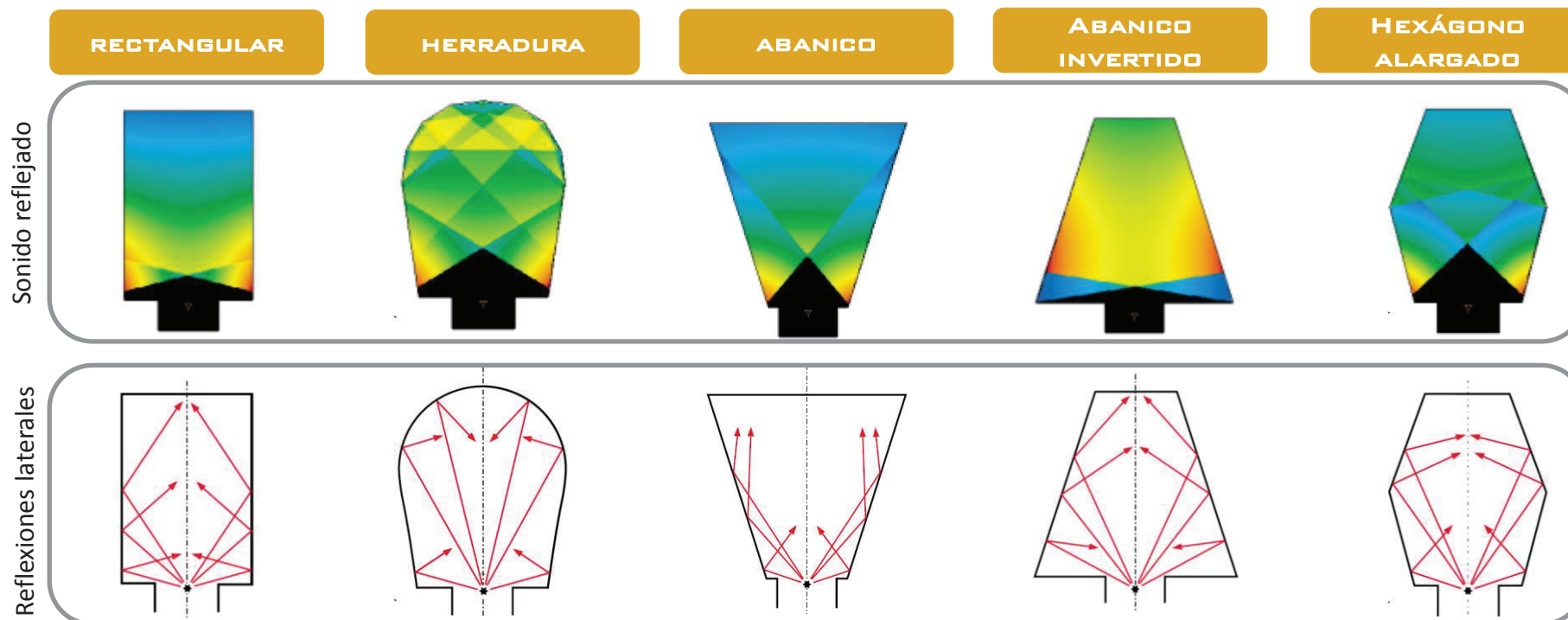
Este tipo de espacios es ideal para el estudio del instrumento, en el cual se necesita una buena reverberación del sonido, con el fin de acondicionar el espacio de una manera óptima para la correcta apreciación musical.

1.1 Requerimientos arquitectónicos y acústicos

FORMA

Este tipo de espacios relaciona su forma principalmente a la cantidad de público que desea capacitar. Sin embargo, existen varias formas que se recomiendan en el libro *Diseño acústico de espacios arquitectónicos* (Carrión, 1998), los cuales generan diferentes ventajas y desventajas, según sea la prioridad del diseñador. A continuación se mencionan las 5 formas básicas de las salas de concierto

FORMAS DE SALAS DE CONCIERTO



T 2.11 Formas de salas de concierto

La más utilizada generalmente es la forma rectangular, por su fácil adaptación al resto de la arquitectura y al sitio. Sin embargo, esta forma tiene la debilidad de que la visibilidad

del público es muy pobre en algunas partes. Además, como se puede observar en la ilustración del sonido reflejado, en la parte delantera se crea un eco palpante no deseado, por

el rebote de sonidos muy cercanos. Por otro lado, a nivel acústico, la forma hexagonal alargada, responde muy eficiente y homogéneamente a lo largo de la sala. Sin embar-

go, a nivel espacial, se pierde mucho espacio por su forma irregular.

VENTILACIÓN E ILUMINACIÓN

Generalmente se utiliza ventilación artificial, con el fin de mantener la hermeticidad del lugar. De la misma forma, la iluminación utilizada es artificial, para garantizar una correcta y óptima iluminación para el confort visual de los músicos y el público.

OTROS ASPECTOS

Respecto al diseño interior y el manejo de puertas y ventanas, aplica lo enunciado en el aspecto anterior

MATERIALES

Como se menciona anteriormente, estos espacios buscan el buen manejo del tiempo de reverberación de las salas. Por lo tanto se necesita utilizar materiales que reflejen el sonido, en lugar de absorberlo. Para este fin, se utilizan principalmente materiales semiduros como el plywood y la madera, ya que son materiales que son fáciles de manipular, y colocar en diferentes ángulos, según sea necesario, para obtener los ángulos de reverberación óptimos.

3. Espacios sin requerimientos acústicos especiales

Este tipo de espacios son las aulas teóricas y los espacios comunes y para ocio. En estos espacios es ideal el máximo aprovechamiento de las variables naturales para optimizar el confort ambiental de los usuarios. Por lo tanto, el uso de estrategias pasivas para el aprovechamiento de la ventilación e iluminación natural, es vital para estos espacios. Otro factor importante para mantener un clima agradable, es el incluir en el diseño, microclimas internos, los cuales optimicen y garanticen la frescura y belleza que los caracteriza. Para ello es recomendable la implementación de vegetación y aspectos naturales como el agua además del uso de materiales naturales, tales como la madera. De esta manera, se crea un espacio tropical agradable y tranquilo, generando bienestar a los usuarios.

2.2 Estudio de CASOS



F2.27

A continuación se presentan tres casos de estudio, los cuales abarcan el aspecto acústico como base para su diseño arquitectónico.

2.2.1

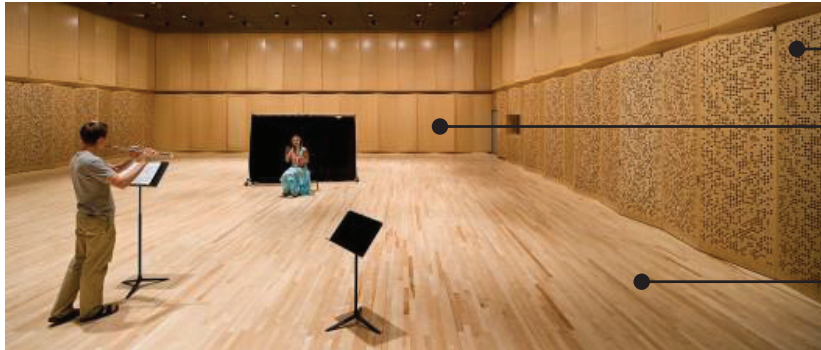
Universidad de Juilliard, ubicada en Nueva York, Estados Unidos.

Es un conservatorio de artes, donde imparten danza, música y teatro. Es considerada como una de las mejores universidades de música de Estados Unidos y del mundo. Como parte de su privilegiado currículum académico, sobresalen sus amplias y modernas instalaciones, las cuales están a la altura de las necesidades profesionales de sus estudiantes.

Unos de sus espacios sobresalientes son los salones de ensayos. En ellos se destacan el uso de materiales porosos de madera, uso de textiles en las ventanas, además de su amplitud e iluminación general uniforme por todo el espacio. Otra característica importante es el uso de los paneles en las

paredes, los cuales están direccionados en diferentes sentidos para evitar el paralelismo del espacio, y con ello, el rebote o eco palpante del sonido. En ambas fotografías se puede observar como el uso de la madera como material primario es muy importante en este tipo de espacios. El empleo de este material evita pérdidas bruscas de calor y reduce los ruidos y ecos, gracias a sus propiedades de porosidad (la cual absorbe las ondas de sonido) e higroscópicas de este material (higroscópicas: capacidad para regular la humedad relativa y la temperatura del entorno).

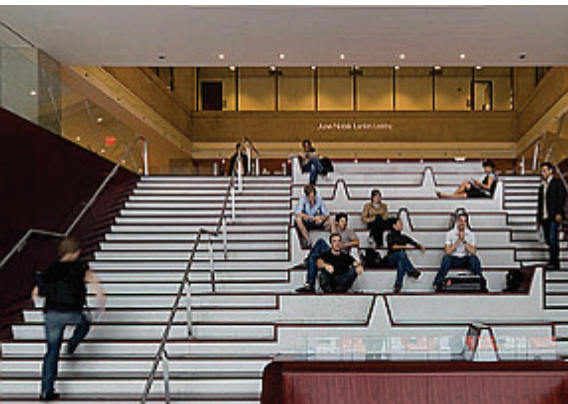
2.2.1.1 Salones de ensayo de la Universidad de Juilliard, NY.



- Implementación de paneles de madera porosos, los cuales ayudan con la absorción de las ondas sonoras
- Paneles de madera colocados en forma diagonal, evitando el paralelismo de las paredes, con el fin de reducir el efecto de eco palpitante.
- Uso de madera en el piso



- Iluminación artificial uniforme por todo el espacio
- Uso de textiles gruesos en las ventanas para evitar la vibración de los vidrios
- Uso de madera y lana en las paredes, para absorber las ondas de sonido generadas por la orquesta.
- Uso de colores tierra en todo el espacio, generando un ambiente tranquilo para el estudio de varias horas en un mismo lugar.



Otro componente importante a rescatar de este diseño, es la creación de espacios de ocio para sus estudiantes y profesores, ubicados a lo largo del campus universitario. En la imagen se rescatan dos espacios ubicados en zonas de circulación, los cuales son áreas de ocio y descanso, necesarias en una universidad.

2.2.2 Auditorio “Araju Vianna”, ubicado en Porto Alegre, Brasil.

El auditorio Araju Vianna fue inaugurado el 12 de marzo de 1964, con capacidad para 4.500 personas. Fue diseñado por los arquitectos Moacyr Moojen Marques y Carlos Maximiliano Fayet. Este auditorio era al aire libre, en su concepción inicial. Sin embargo, con el paso de los años y debido a los grandes cambios climáticos de Porto Alegre, el auditorio fue perdiendo funcionalidad, por lo que decidieron cubrirlo con un techo de lona. La lona fue inaugurada el 4 de octubre de 1996. Un año después, en 1997, el auditorio fue declarado Patrimonio Histórico y Cultural de la Municipalidad.

El sonido en las presentaciones y fun-

ciones era pésimo, pues la lona vibraba y su reverberación y eco era muy amplia, ocasionando mucho ruido a los espectadores y artistas, además de entorpecer la calidad de los espectáculos. Sin embargo, al ser un patrimonio histórico, era imposible poder reemplazar la concepción general del inmueble, como lo es la lona del techo. Por lo tanto fue intervenida, para aislarlo acústicamente, y poder tener un sonido controlado con amplificación. Para ello, colocaron

paneles aislantes conformados por lana y madera a lo largo del techo, y cubrieron de madera las paredes.

Gracias a esta intervención de los materiales correctos al espacio, la acústica del auditorio mejoró en un 75%. Esto demuestra que la implementación de materiales acústicamente favorables para las necesidades de un espacio, afecta positivamente en el comportamiento acústico del mismo.



Techo del auditorio, intervenido con paneles aislantes.

F 2.30 Imagenes del auditorio Araju Vianna, con su singular cobertura de carpa, la cual fue intervenida en su interior mediante paneles absorbentes de sonido.

F 2.29. Espacios de circulación y ocio de la Universidad de Juilliard, NY.

2.2.3

Estudio de grabación “EVER-GROOVE”, ubicado en Colorado, Estados Unidos.

El estudio de grabación Evergroove está situado en las estribaciones de las Montañas Rocosas en Evergreen, Colorado. Fue diseñado por la firma Wes Lachot Design Group, de Carolina del Norte. Este diseño cuenta con varias pautas arquitectónicas y acústicas importantes a rescatar. El estudio de grabación se divide en

dos zonas principales: la sala de control y la sala de grabación. En la sala de grabación se puede apreciar un buen uso del espacio, con la implementación de materiales porosos como los son la madera en las paredes, la lana en el cielo raso, y la alfombra y madera en el piso. La iluminación en este espacio es tenue, pues quien tiene el predominio es la sala de grabación. De igual manera, se puede apreciar el uso de tecnología incorporada en el diseño del estudio, pues es una parte fundamental en este tipo de espacios.

La sala de grabación cuenta con varias características importantes a rescatar. Primero, el uso de materiales absorbentes alrededor del espacio, tales como madera y lana. También se puede apreciar como el arquitecto diseñó este espacio de una manera irregular para poder disminuir el efecto de eco palpante. Otra característica importante es el uso de los ventanales, tanto en conexión con el exterior, como en conexión con la sala de control. En ambos casos, el vidrio utilizado es doble, con cámara de aire en el medio.

Como ventaja de uso de la ventana al exterior, es que se aprovecha la iluminación natural, así como se aprovecha el paisaje exterior, generando un ambiente de tranquilidad y armonía con la naturaleza. La iluminación en este espacio es más clara que en el de la sala de control, por la implicaciones visuales que requieren los músicos al grabar. Finalmente, se puede observar el uso de una antecámara, relacionando la sala de control con la de grabación, de tal forma que se disminuya el ruido no deseado de los espacios.



F 2.31 Imágenes del estudio de grabación Ever Groove, ubicado en Colorado, USA. .

2.2.4

Valoración del análisis de casos.

De los casos presentados, se extraen las siguientes conclusiones:



Es necesario conocer el **tipo de actividad** musical que se va a realizar en cada espacio, pues de ello depende la intervención acústica y arquitectónica que requiere; ya sea en un espacio de estudio donde se requieren espacios con materiales absorbentes, como en los espacios para conciertos se requiere el uso de materiales reflectivos para la buena reverberación del sonido.



La **iluminación** de espacios de estudio musical para grupos debe ser uniforme y clara, para no esforzar la visión de los ejecutantes. Gracias a que el proyecto está inmerso en un país tropical, es necesario aprovechar la iluminación y ventilación natural durante el día, y usar la iluminación artificial en horas nocturnas y días de invierno, donde la iluminación natural no es suficiente para el confort de los usuarios.



El **uso de materiales** como lanas y maderas porosas es vital para espacios de estudio musical. Sin embargo, también se utilizan materiales no tan rígidos como lo son las alfombras y textiles, para cubrir espacios de una manera parcial, tal como ventanas y pisos.



La **inclinación en paredes y techos** de espacios pequeños y medianos de estudio musical, es necesaria para evitar el eco palpante del sonido. Del mismo modo, se crean espacios menos rígidos y más acordes al ambiente musical, relacionando conceptos de ritmo, armonía y conjunto.



El **uso de colores** en este tipo de espacios es muy sobrio. Como la madera es el material principal en espacios con necesidades acústicas, su color natural es respetado y armoniza con el resto del diseño del aposento. Del mismo modo, al implementar otros colores, mantienen el uso de tonos tierra, para generar un lugar tranquilo y en armonía con la naturaleza, pues son espacios donde se trabaja por varias horas al día, y es necesario ese clima de calma para sus usuarios.



El **aprovechamiento de las variables climáticas**, tales como la iluminación y la ventilación natural es vital para ahorrar costos, así como para crear un ambiente en armonía con la naturaleza, generando microclimas agradables y tranquilos en los espacios internos.



La **implementación de espacios de ocio** de calidad arquitectónica en una universidad en general, es vital para el confort de sus usuarios. De igual manera, es necesario incorporar esta pauta de diseño para la propuesta de la segunda etapa del Instituto Nacional de Música, pues sus usuarios (estudiantes universitarios) pasan la mayor parte de su tiempo en la institución.

2.3

Marco LEGAL

2.3.1 Antecedentes

La legislación de Costa Rica no regula las normas acústicas y espaciales necesarias para escuelas de música, salas de concierto, estudios de grabación y otros espacios relacionados a la acústica arquitectónica. Sin embargo, el Ministerio de Salud posee un reglamento para el control de ruido y vibraciones, el cual es mencionado en el apartado siguiente.

A nivel internacional existen instituciones y grupos de profesionales del campo, haciendo innovaciones y recomendaciones acústicas y espaciales para este tipo de espacios.

A nivel iberoamericano, existe la Federación Iberoamericana de Acústica (FIA), cuyos miembros son las sociedades de acústica de los países de habla española y portuguesa. La FIA

tiene como objetivo, promover el desarrollo y el progreso de la acústica reuniendo en su estructura a asociaciones de los países iberoamericanos de habla española y portuguesa.

Sus miembros son:

- Instituto Mexicano de Acústica (IMA)
- Sociedad de los Acústicos Argentinos (AdAA)
- Sociedad Chilena de Acústica (SOCHA)
- Sociedad Colombiana de Acústica (ASCAC)
- Sociedad Peruana de Acústica (S.Per.A)
- Sociedad Uruguaya de Acústica (AUA)
- Sociedad Brasileña de Acústica (SOBRAC)
- Sociedad Española de Acústica (SEA)

La FIA está afiliada al Instituto Internacional de Acústica y Vibraciones (IIAV – Estados Unidos), es miembro observador del Instituto Internacional de Ingeniería de Control del Ruido (IINCE – Estados Unidos) y de la Comisión Internacional de Acústica (ICA).

2.3.2 Legislación vigente

Debido a que la segunda etapa del Instituto Nacional de Música, está dirigido especialmente a la educación universitaria de sus estudiantes, la legislación que se debe implementar como referencia para el desarrollo de la propuesta es la siguiente:

- Partiendo de que la ubicación preliminar del terreno para el proyecto pertenece al cantón de Moravia, se debe tomar como referencia principal, el Plan Regulador de dicha municipalidad. Además, es necesario incorporar el Reglamento de Construcciones de Costa Rica, el cual regula las disposiciones básicas para la construcción en general y para espacios para estudio, en particular.

- Respecto a espacios educativos, el Reglamento de Construcciones de Costa Rica contiene el capítulo XI*, el cual brinda las normativas referentes a espacios, áreas mínimas, iluminación y ventilación necesaria y otras, requeridos en los centros educativos en general (escuelas, colegios, etc.). Sin embargo, esta reglamentación no hace mención a necesidades especiales para escuelas y/o espacios para música.
- El reglamento de la Ley 7600, es el regulador de los requisitos necesarios para que los espacios públicos tengan todas las condiciones aptas y accesibles para las personas con discapacidad.
- En el Título II del mismo, los capítulos 1, 4 y 7 se refieren a la normativa referente al acceso a la educación, al espacio físico público y a la cultura y actividades recreativas, las cuales se deben respetar e implementar a la propuesta de diseño del proyecto.

- Respecto al control del ruido, se debe implementar el Reglamento para el control de Ruidos y Vibraciones, emitido por el Ministerio de Salud Pública. En el capítulo II del mismo, se dictan las pautas a implementar en caso de sobrepasar ruidos superiores a 85 decibeles.
- El Consejo Nacional del Educación Superior (CONESUP) es el ente encargado de la regulación de los centros educativos universitarios públicos. Respecto a la normativa de su infraestructura, posee en la “Sección Sexta” de su reglamento oficial, lo referente a instalaciones, mobiliario, equipos y recursos educativos. Sin embargo, también hacen mención al apoyo de La Dirección de Infraestructura e Ingeniería (DIEE), perteneciente al Ministerio de Educación Pública (MEP).
- El DIEE realizó un conjunto de recomendaciones y normativas referentes al diseño y construcción de Edificios para la Educación, los cuales están basados en leyes nacionales, y su obje-

tivo es ser guía y complemento para los ingenieros y arquitectos.

- Respecto a la regulación de edificios sostenibles en los trópicos, existen las normas RESET. Es un documento base desarrollado en Costa Rica por el Instituto de Arquitectura Tropical (IAT), con el objeto de ampliar los requisitos de sostenibilidad a una amplia gama de edificaciones. Prioriza la capacidad del diseño y el potencial de sostenibilidad que tiene la arquitectura. El documento base de esta norma fue donado por el Instituto de Arquitectura Tropical - IAT al país, de forma que a través de instituciones competentes se establezca como norma nacional. (<http://www.arquitecturatropical.org/>)



2.4

Diseño METODOLÓGICO



F2.32

En el planteamiento del diseño metodológico, se propone una estrategia de trabajo, con el fin de obtener la información necesaria para realizar la investigación.

Esta investigación es de enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), por lo cual, la recolección de información será capturada con varios métodos mencionados posteriormente, los cuales han sido propuestos en el libro “Metodología de investigación” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

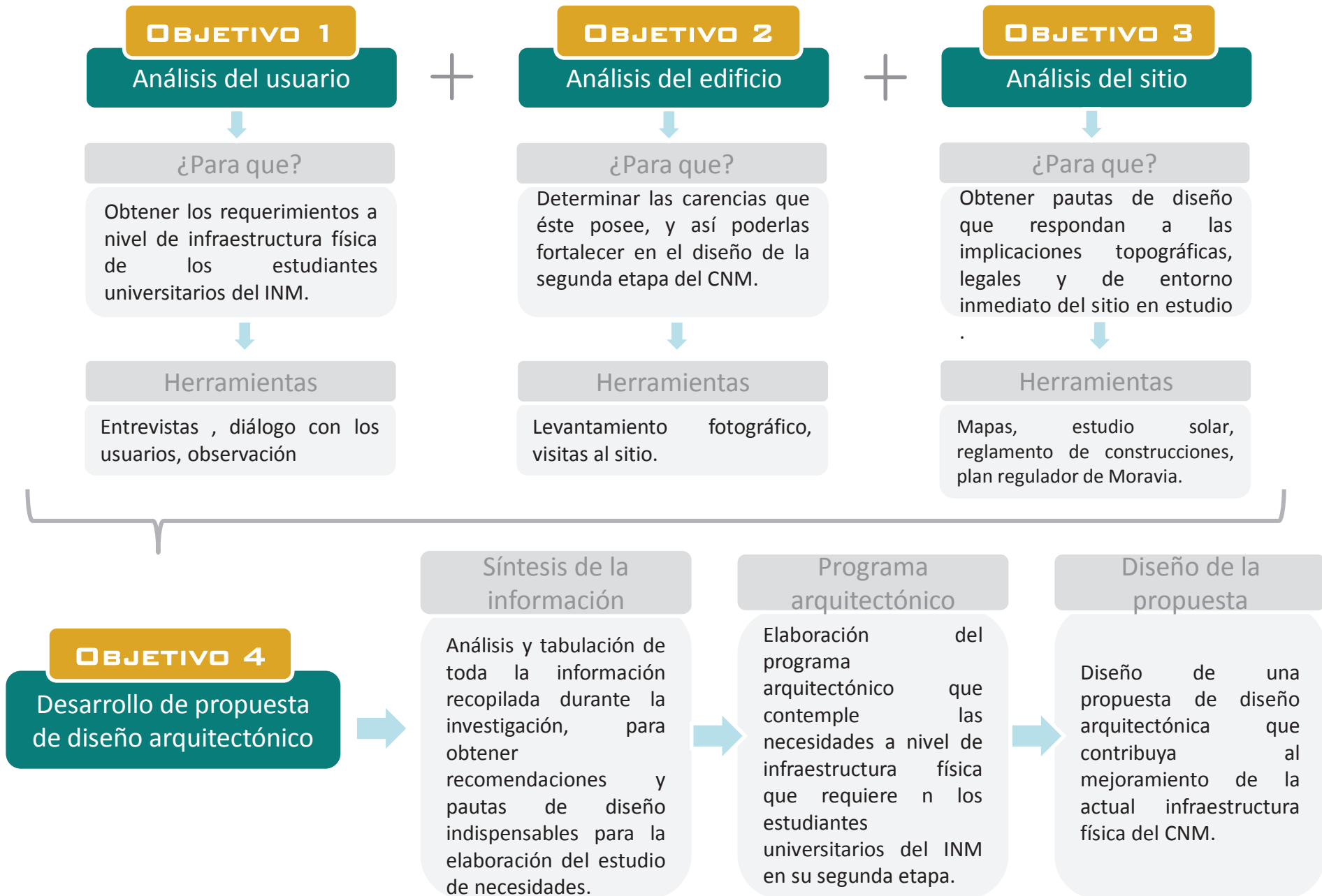
2.4.1 Enfoque y alcance

Como se menciona anteriormente, esta investigación utiliza el enfoque mixto, pues utiliza el enfoque cualitativo y cuantitativo durante el proceso de recolección de información. El enfoque cuantitativo brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos de los fenómenos, además de que facilita la comparación entre estudios similares. Por su parte, el enfoque cualitativo proporciona profundidad a los datos,

dispersión, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente, detalles y experiencias únicas. También aporta un punto de vista “fresco, natural y completo” de los fenómenos, así como flexibilidad (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

Respecto al alcance de la investigación, corresponde al descriptivo – correlacional. El alcance descriptivo busca especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. El alcance correlacional pretende conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010). A continuación se desarrollará la inmersión de los métodos relacionados al enfoque mixto y al alcance descriptivo-correlacional al desarrollo de la investigación.

DIAGRAMA CONCEPTUAL DE METODOLOGÍA



T 2.12 Diagrama conceptual de la metodología.

2.4.2 Población y muestra

2.4.2.1 Población

En la actualidad, el Centro Nacional de Música cuenta con aproximadamente 950 usuarios, entre profesores, estudiantes y profesionales musicales. El INM cuenta con varios programas de aprendizaje musical, dependiendo principalmente de la edad de cada alumno. A continuación se muestra una distribución de sus programas educativos.

-
- Nivel preparatorio : Niño(a)s (de 3 a 7 años)
- Nivel elemental : Niño(a)s (de 7 a 12 años)
- Nivel intermedio : Adolescentes (de 13 a 17 años)
- Nivel avanzado : Universitarios (de 18 a 30 años)

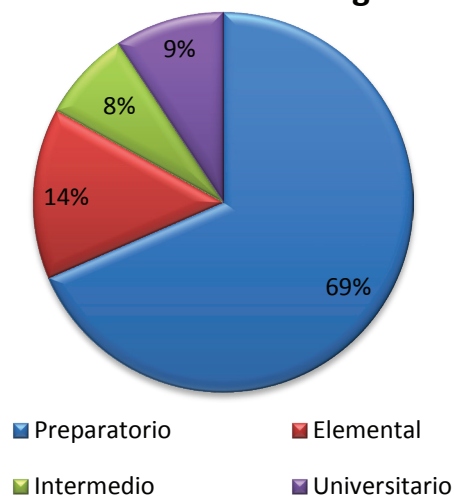
El gráfico G2.1 muestra el porcentaje de población que tiene cada nivel en la actualidad, según los datos registrados en la matrícula del primer semestre del 2013.

2.4.2.2 Muestra

Este trabajo está dirigido principalmente a contribuir resolver las necesidades de infraestructura física del CNM para los estudiantes universitarios del INM. Para la realización de las encuestas, se analizará una muestra de la población, la cual equivale al 15% del total de los estudiantes universitarios del INM.

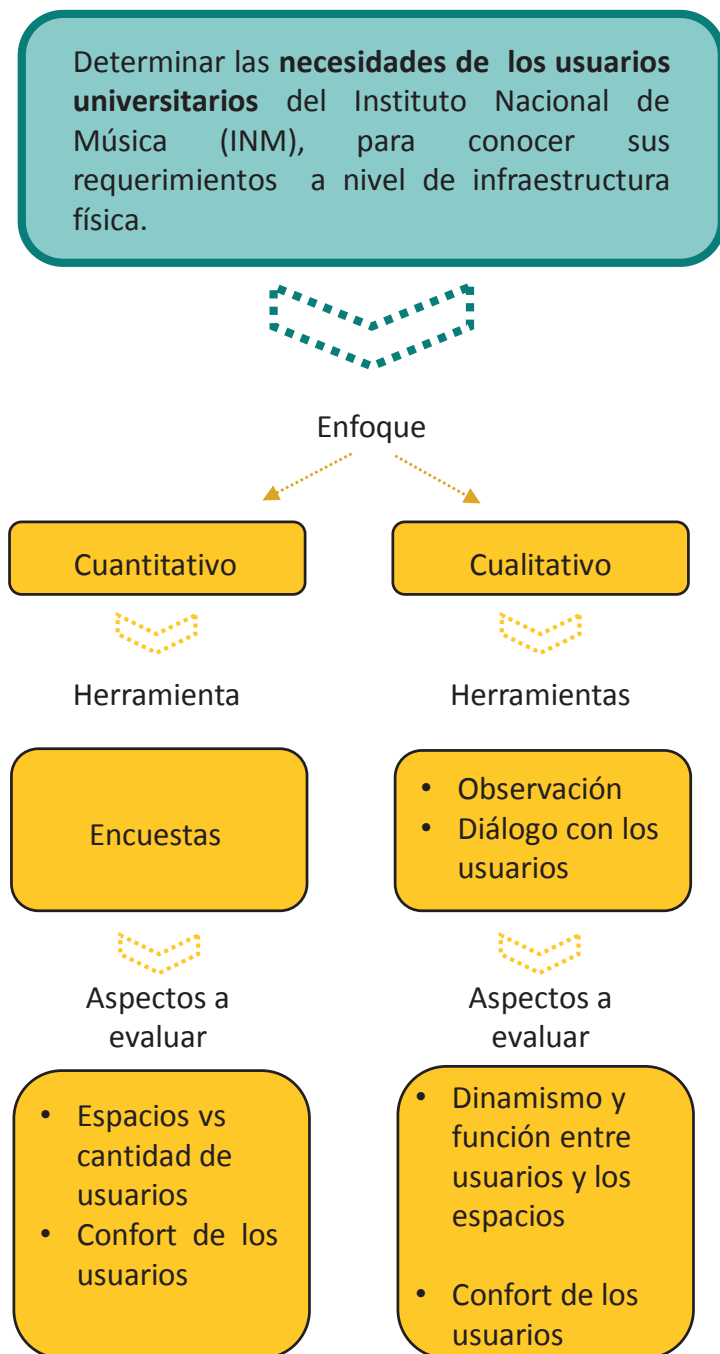
Actualmente, el INM cuenta con el 9% de estudiantes universitarios. Además, cada cátedra de instrumento cuenta en promedio con 2 profesores, los cuales son parte vital del aprendizaje y desarrollo musical del alumnado, tanto a nivel práctico como teórico. Es por eso que será involucrado en las encuestas para tener otro punto de vista respecto a las necesidades de infraestructura que el CNM requiere.

Estudiantes del INM según nivel



G 2.1 Porcentaje de número de estudiantes del Centro Nacional de Música, según su nivel académico.

2.4.3 OBJETIVO 1



T 2.13 Diagrama de trabajo del objetivo 1

Para determinar las necesidades de los usuarios universitarios del Instituto Nacional de Música, se realiza una investigación mixta, en el cual el enfoque es cuantitativo y cualitativo.

Respecto al enfoque cuantitativo, se realiza una encuesta a la muestra determinada anteriormente, en la cual se abarcan temas de calidad y cantidad de espacios requeridos por la población universitaria, así como aspectos relacionados con el confort ambiental de los usuarios, al estar en sus lecciones individuales y colectivas. Esta encuesta fue realizada durante la semana del 16 al 20 de setiembre del 2013 a los estudiantes universitarios y profesores del INM. Con este método cuantitativo, se obtiene de manera relativamente rápida, datos sobre las variables a estudiar, de manera que se pueden analizar y comparar sus resultados de una manera fácil y sencilla. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

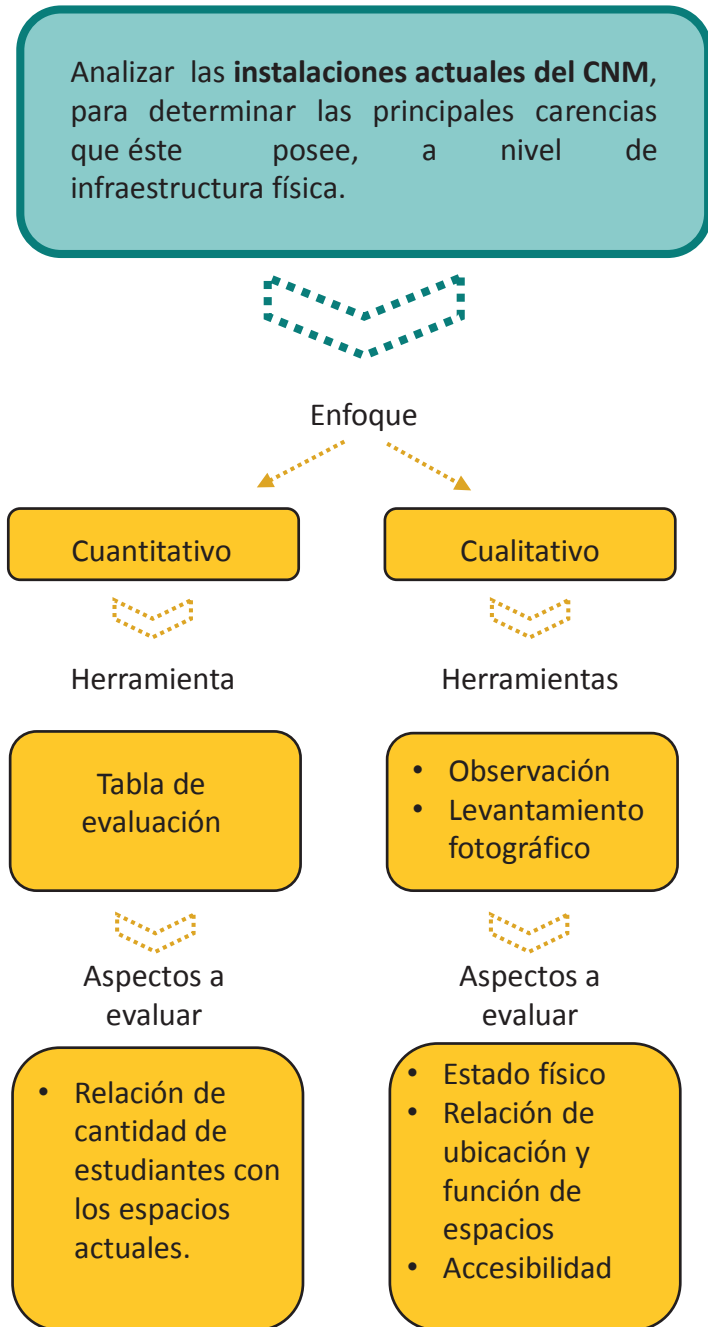
En el enfoque cualitativo de la investigación, se utilizan dos herramientas: la observación y el diálogo con los usua-

rios. Con estos métodos, se recolecta la información no controlada respecto a conductas y procesos desarrollados en el Instituto Nacional de Música, y se obtiene una visión más en detalle de las sensaciones positivas o negativas de la infraestructura y su función. Estas visitas fueron efectuadas durante el mes de setiembre del 2013, en horas del día y de la noche, para poder analizar el comportamiento y diferencia de dinamismo de los usuarios en los espacios, a lo largo del día.

Al concluir con ese análisis, se genera una tabla de resultados obtenidos y conclusiones, los cuales reúnen el enfoque mixto en un conjunto de aspectos positivos y negativos, emitidos por la muestra de usuarios universitarios en estudio.

Como resultado de estos enfoques, se obtiene una visión integral del grado de satisfacción o disconformidad de los usuarios, los cuales sirven de base para generar pautas de diseño necesarias a implementar en la propuesta, con el fin de contribuir a mejorar la enseñanza universita-

2.4.4 OBJETIVO 2



T 2.14 Diagrama de trabajo del objetivo 2

Para analizar las instalaciones actuales del Centro Nacional de Música, se realiza una investigación mixta, en el cual el enfoque es cuantitativo y cualitativo.

Respeto al enfoque cuantitativo, se realiza una tabla de evaluación donde se crea una relación del número de estudiantes vs la cantidad de espacios disponibles para las clases impartidas. Esta información es obtenida del departamento administrativo del Instituto Nacional de Música, y visitas al sitio, para el conteo de los espacios útiles actuales.

En el enfoque cualitativo de la investigación, se utilizan dos herramientas: La observación y el levantamiento fotográfico. Gracias a la observación, se determinan las virtudes y carencias de las instalaciones, así como la relación de ubicación de sus espacios con la función. Como respaldo de esta observación, se obtiene un levantamiento fotográfico, el cual evidencia la realidad actual del CNM. Las visitas a las instalaciones actuales , se efectuaron durante el

mes de setiembre del año 2013.

Al finalizar con ese análisis, se genera una tabla de resultados obtenidos y conclusiones, los cuales reúnen el enfoque mixto en un conjunto de aspectos positivos y negativos, obtenidos al analizar las instalaciones actuales del CNM.

2.4.5 OBJETIVO 3

Evaluar las características topográficas, legales y espaciales en materia educacional y de entorno inmediato del **sitio** de estudio con el fin de obtener pautas de diseño arquitectónico, para ser considerados en el análisis de la propuesta de diseño arquitectónico.



Enfoque

Cualitativo



Herramientas

- Observación
- Mapas
- Estudio solar y ventilación. Reglamento de construcciones.
- Plan regulador de Moravia.



Aspectos a evaluar

- Topografía del sitio
- Aspectos climáticos : iluminación, calentamiento y ventilación natural.
- Accesibilidad y relación con el entorno
- Reglamentación vigente.

Para la evaluación del sitio, se utiliza el enfoque cualitativo, el cual contempla los aspectos necesarios a considerar, para realizar una propuesta de diseño apta para la zona de estudio.

En este enfoque, se implementan varias herramientas, las cuales generan características específicas del sitio, tales como los mapas topográficos, de vialidad y legales, así como los reglamentos vigentes para esa zona.

Del mismo modo, se desarrolla un análisis climático obtenido mediante la observación, visitas al sitio y el uso de softwares específicos tales como Ecotect 2011 (Producto de Autodesk) y Solar (Software libre) para obtener el estudio de las variables solares y de dirección de los vientos predominantes, relacionados con el entorno inmediato de la zona, generando un microclima específico para la zona.

Al concluir con ese análisis, se genera una tabla de resultados obtenidos y conclusiones, los cuales reúnen las características cualitativas del sitio. Con esto, se obtienen pautas de diseño apli-

T 2.15 Diagrama de trabajo del objetivo 3





A acercamiento al USUARIO

Para poder cumplir con el objetivo 1 “Analizar los usuarios universitarios del Instituto Nacional de Música (INM), para conocer sus requerimientos a nivel de infraestructura física”, se aplicó una encuesta a los estudiantes universitarios y profesores del INM, el día 11 de setiembre del 2013. El análisis de resultados de esta entrevista es vital para el estudio cuantitativo de la investigación, ya que el uso de ésta herramienta, permite obtener información valiosa y vital de los usuarios diarios del Centro Nacional de Música (CNM), así como sus necesidades a nivel de infraestructura física del mismo, para un mejor estudio musical.

Como se había mencionado al inicio del trabajo, el CNM recibe a profesionales musicales de todas las edades: desde los 4 años hasta adultos mayores, los cuales en su mayoría son los veteranos de la Orquesta Sinfónica Nacional. Sin embargo, como delimitación social para este trabajo de investigación, se redujo al estudio de la población estudiantil universitaria del Instituto Nacional de Música, el cual comprende aproxima-

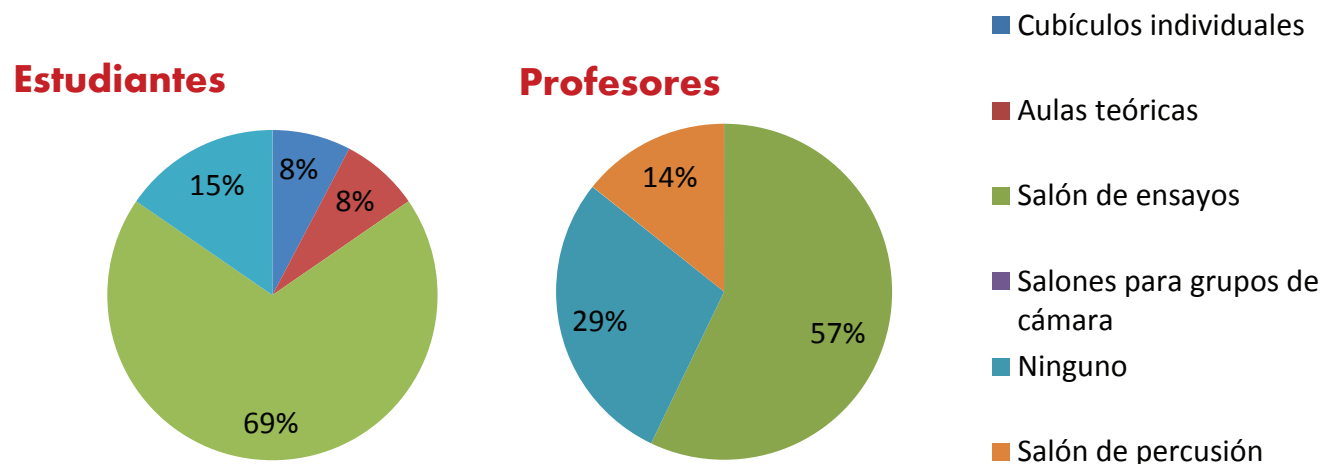
damente las edades de 18 a 30 años. La encuesta incorpora preguntas respecto a la infraestructura actual y las necesidades y mejoras espaciales que ésta requiere por parte de los encuestados.

3.1 Resultados de la ENCUESTA

El 11 de setiembre del 2013 se realizaron las encuestas para el análisis tanto de los estudiantes universitarios del CNM, como los profesores del mismo centro. Esta herramienta se utilizó para cumplir con el enfoque cuantitativo de la investigación, al acercamiento a los usuarios. A continuación

se exponen los resultados obtenidos, así como el análisis de los mismos.

3.1.1
Pregunta 1. *¿Que espacio de estudio del Centro Nacional de Música es el que considera que está mejor equipado para las necesidades acústicas y musica-*



Gráficos 3.1 Resultado de pregunta 1 realizada en la encuesta efectuada a los estudiantes universitarios y profesores del Centro Nacional de la Música.

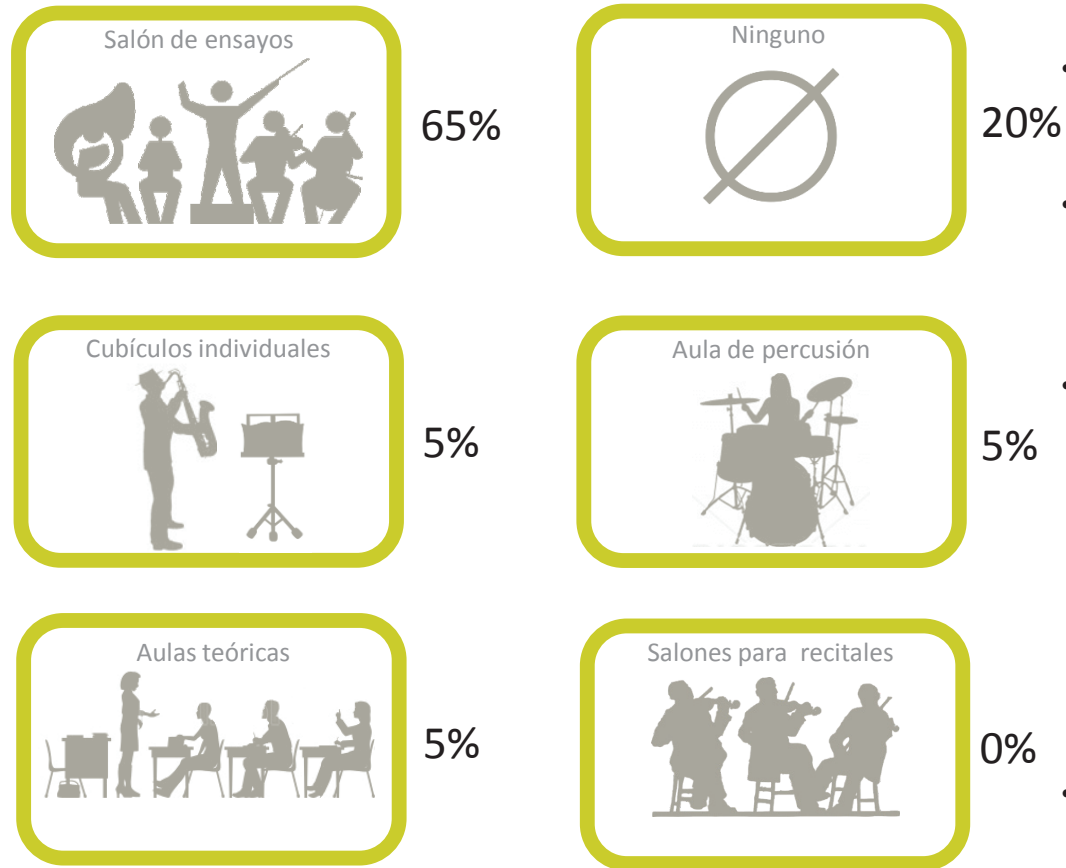
Resultados obtenidos por los estudiantes

- La mayoría de los estudiantes universitarios escogieron como opción de espacio mejor equipado del CNM, el salón de ensayos
- La falta de espacios equipados se evidencia en la escogencia de “ninguno” como opción.
- Ningún estudiante encuestado eligió “Salones para recitales/grupos” como opción.

Resultados obtenidos por los profesores

- Al igual que los estudiantes universitarios, los profesores escogieron como opción de espacio mejor equipado del CNM, el salón de ensayos
- La falta de espacios equipados se evidencia en la escogencia de “ninguno” como opción por parte de los profesores.
- Los profesores escogieron como tercera opción de lugar mejor equipado el salón de percusión, por su amplitud y reciente remodelación principalmente.

Resultado general



F 3.2 Resultados de espacios mejores equipados en el Centro Nacional de Música

Argumentos

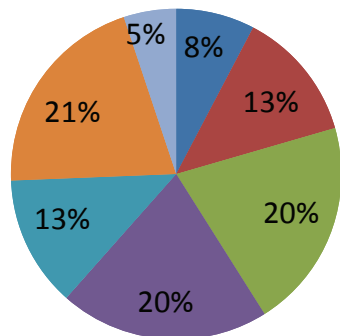
- El salón de ensayos es el espacio más amplio agradable
- El salón de ensayos está recientemente remodelado.
- Los demás espacios no están adecuados a las necesidades de los músicos.

- ¿ Por qué el salón de ensayos?
 1. Amplitud del espacio
 2. Remodelado recientemente con aislantes acústicos
- El espacio mejor equipado para las necesidades acústicas es el salón de ensayos
- Lo que más atrae a los usuarios a votar por el salón de ensayos, es por ser el lugar más amplio del CNM, además de estar recientemente remodelado.
- Como segunda opción, los usuarios no escogieron ningún espacio apto para las necesidades acústicas, pues consideran que el edificio no está diseñado para ser un centro de música. Además, las necesidades acústicas y espaciales que se han generado a través de los años, se han resuelto de manera no planificada y empírica .
- Los salones para grupos de cámara, así como para recitales no fueron escogidos por ninguno de los encuestados. Por otra parte, dichos salones han sido subutilizados para esos fines por falta de espacio, ya que el CNM no cuenta con salones diseñados para ese uso.
- El salón de percusión fue propuesto por los profesores como otro espacio equipado, por su amplitud y su reciente remodelación acústica , realizada en conjunto con el salón de ensayos.

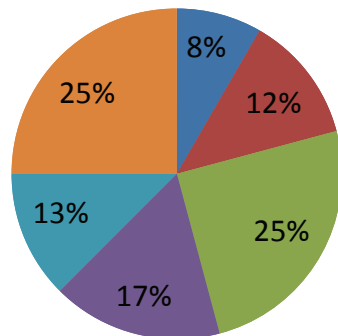
3.1.2

Pregunta 2. ¿Que aspectos de confort de la infraestructura actual del edificio (CNM) considera que son necesarios mejorar ?

Estudiantes



Profesores



■ Iluminación natural

■ Iluminación artificial

■ Ventilación

■ Dimensiones de espacios

■ Mobiliario

■ Tecnología en las aulas /
cubículos

Gráficos 3.2 Resultado de pregunta 2 realizada en la encuesta efectuada a los estudiantes universitarios y profesores del Instituto Nacional de la Música.

Resultados obtenidos por los estudiantes

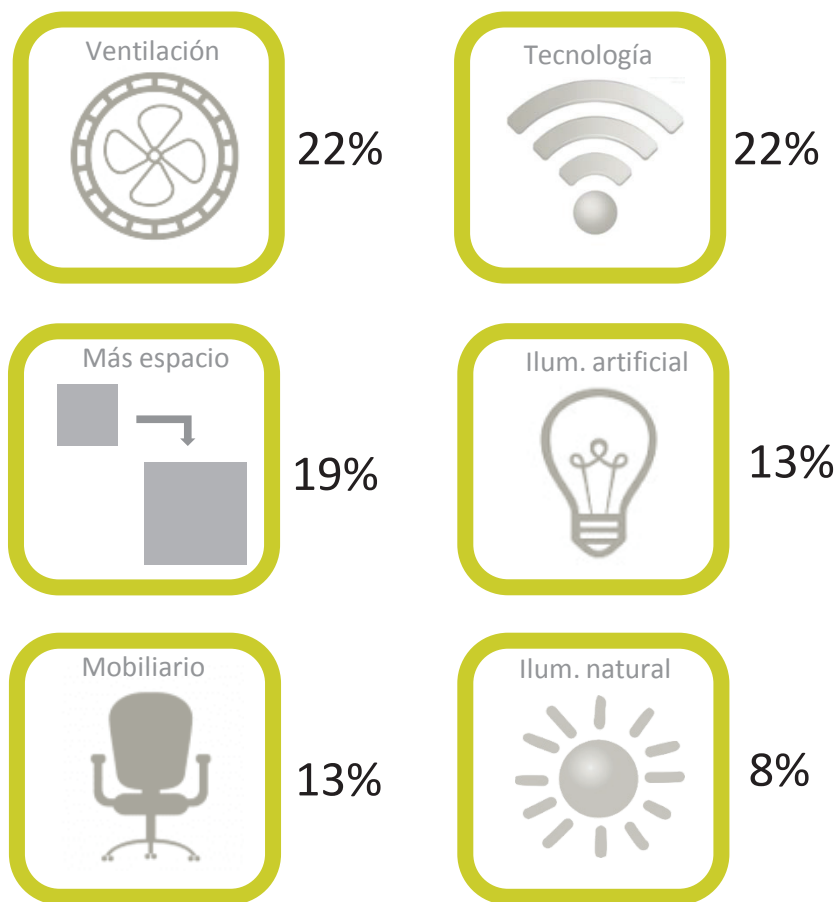
- Las opciones más votadas fueron las de “Tecnología”, “Ventilación” y “Dimensiones del espacio”
- Los problemas de iluminación natural y artificial afectan a los estudiantes, sin embargo no son su prioridad
- Como respuesta adicional, se obtuvo la necesidad de mejorar las dimensiones de accesos y puertas

del CNM, especialmente para los estudiantes que ejecutan instrumentos de gran tamaño (cellos, contrabajo, arpa, por ejemplo)

Resultados obtenidos por los profesores

- Las opciones más votadas fueron las de “Tecnología”, y “Ventilación”, resultados similares a los obtenidos por los estudiantes
- El problema de mobiliario es importante para los profesores, especialmente la calidad de los atriles y sillas de los cubículos individuales.

Resultado general



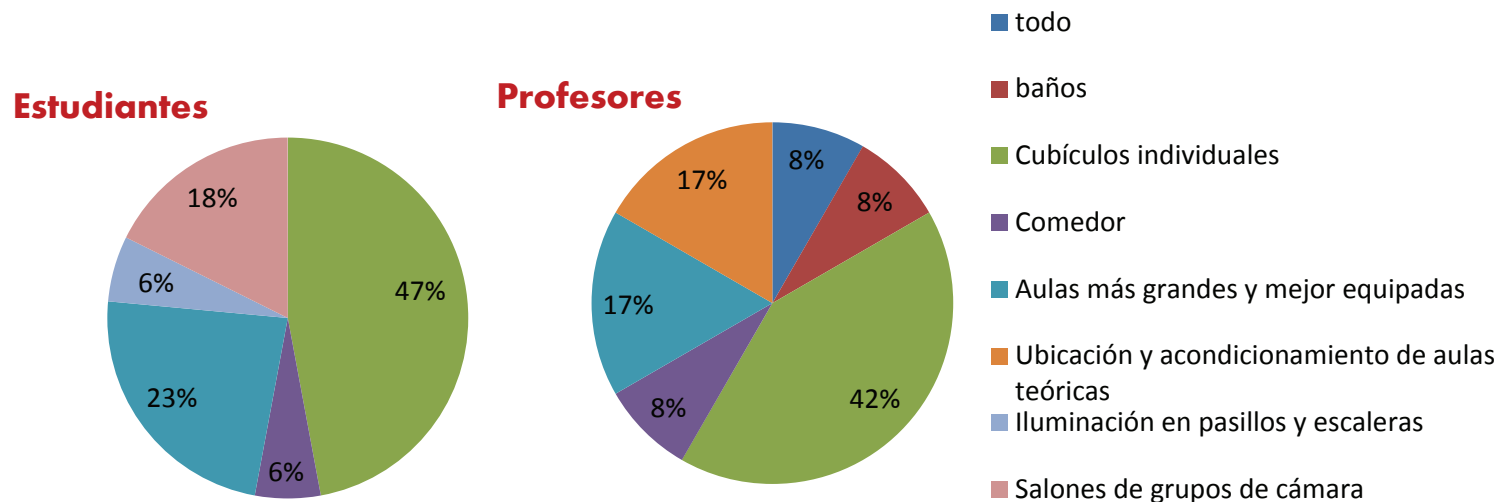
F 3.3 Resultados de los aspectos de confort necesarios a mejorar en el Centro Nacional de Música

Análisis de resultados

- En general, la mayoría de los encuestados eligieron todas las opciones planteadas.
- La falta de ventilación y tecnología en las aulas y cubículos, es un mal que perjudica tanto a los estudiantes como a los profesores.
- Tanto las dimensiones de espacios como la de las puertas y accesos, son aspectos que afectan principalmente a los estudiantes. Sin embargo, afecta principalmente a los estudiantes que ejecutan instrumentos de gran tamaño, como tubas, contrabajos, violoncelos y arpas.
- La falta de iluminación tanto natural como artificial es un mal que afecta tanto a estudiantes como a profesores, pero no son considerados como prioridad. Sin embargo, a largo plazo, afecta la vista de los músicos, al tener que leer las partituras forzosamente por la falta de este aspecto en los diferentes espacios de estudio.

3.1.3

Pregunta 3. ¿Qué espacios del edificio del Centro Nacional de Música considera que son necesarios cambiar y/o renovar? ¿Por qué?



Gráficos 3.3 Resultado de pregunta 3 realizada en la encuesta efectuada a los estudiantes universitarios y profesores del Instituto Nacional de la Música.

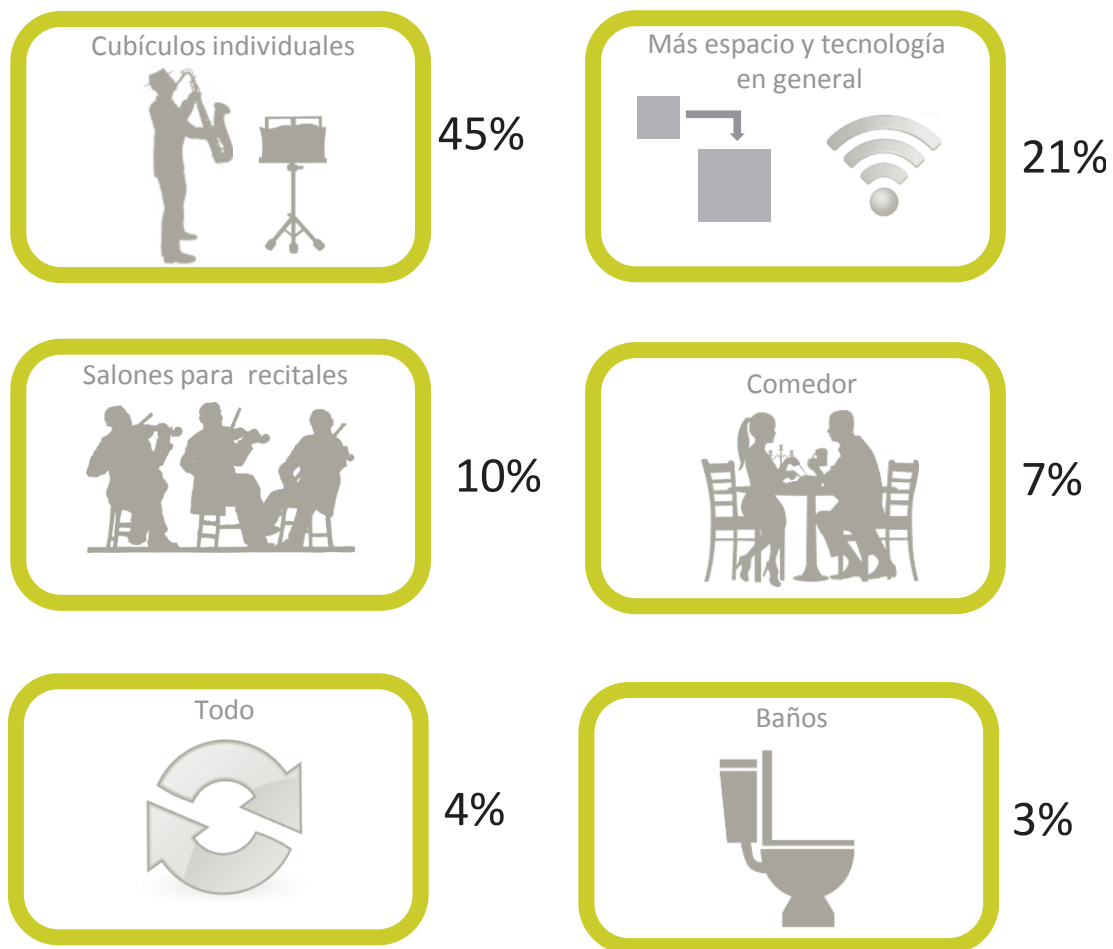
Resultados obtenidos por los estudiantes

- La opción más votada fue la de “cubículos individuales”.
- Como segunda y tercera opción, votaron por las opciones “aulas más grandes y mejor equipadas” y “salones para recitales”
- Los estudiantes no escogieron las opciones de “Ubicación y acondicionamiento de aulas” y “Baños”.

Resultados obtenidos por los profesores

- La opción más votada fue la de “cubículos individuales”, al igual que el resultado de los estudiantes.
- Como segunda opción, votaron por la opción “Ubicación y acondicionamiento de aulas”, elección por la cual no fue votada por ninguno de los estudiantes encuestados.

Resultado general



F 3.4 Resultados de los espacios a mejorar en el Centro Nacional de Música

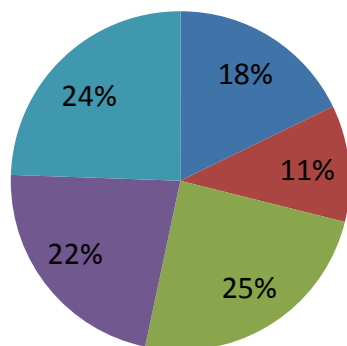
Análisis de resultados

- Los cubículos individuales son los más necesarios de renovar, debido a su espacio reducido y malas condiciones acústicas y de infraestructura. Además, son los espacios más demandados por los 2 tipos de usuarios, por lo que su deterioro es mayor.
- El problema de dimensiones y equipamientos de los diferentes espacios afecta tanto a estudiantes como a profesores.
- El problema acústico que presentan las aulas teóricas se da principalmente por su cercanía a los cubículos de estudio y falta de materiales aislantes.
- La necesidad de mejorar los salones de grupos musicales afecta principalmente a los estudiantes, debido a su necesidad de ensayar en conjuntos pequeños de músicos, como grupos de cámara, seccionales y recitales.
- A pesar de que la pregunta 3 se dejó abierta a opiniones propias, los resultados reflejan la disconformidad de los espacios de estudio grupal e individual, por encima de los espacios comunes de servicio y ocio.

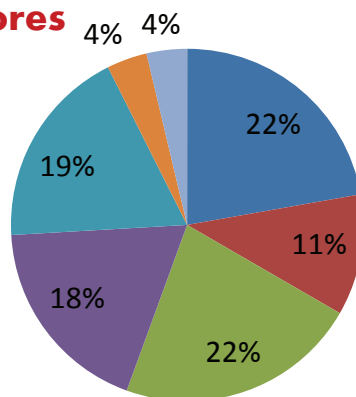
3.1.4

Pregunta 4. ¿Considera necesario la creación de más o nuevos espacios para el estudio teórico y práctico, así como espacios de servicio? No/Si ¿Cuales?

Estudiantes



Profesores



- Sala de conciertos
- Bodegas para instrumento de uso constante
- Cubículos individuales
- Salas para recitales / grupales
- Estudio de grabación
- Sala de teleconferencias
- Aulas teóricas

Gráficos 3.4 Resultado de pregunta 4 realizada en la encuesta efectuada a los estudiantes universitarios y profesores del Instituto Nacional de la Música.

Resultados obtenidos por los estudiantes

- En general, las opciones votadas estuvieron muy parejas.
- Las opciones más votadas fueron “Cubículos individuales “ y “Estudio de Grabación”, sin embargo está muy cerca de la opción “Cubículos para recitales /grupales”
- La opción “aulas teóricas” no es una prioridad para los estudiantes universitarios

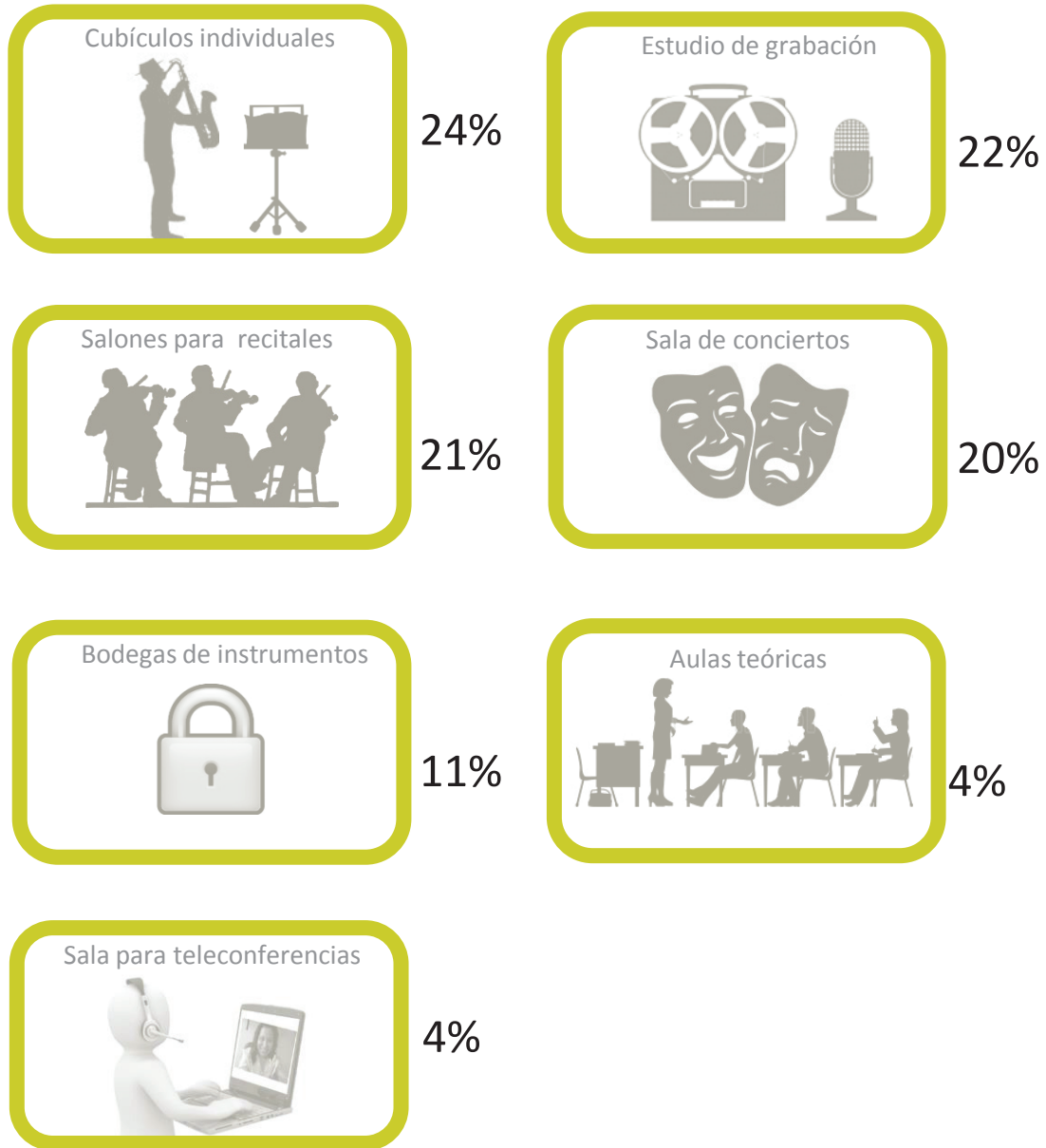
Resultados obtenidos por los profesores

- La opción más votada fue la de “cubículos individuales”, al igual que el resultado de los estudiantes. Sin embargo, en igual número de votos, está la “sala de conciertos”, difiriendo con la prioridad de los estudiantes
- Como segunda opción, votaron por la opción “Estudio de grabación”, y de tercera, “salas para

- recitales/grupales”, con un porcentaje de votos muy similar.
- Como respuesta abierta, los profesores también propusieron incorporar una sala da teleconferencias, para tener seminarios con músicos en el exterior.
- A pesar de que los resultados difieren un poco entre los profesores y estudiantes, los dos grupos escogieron entre sus cuatro opciones primordiales los cubículos individuales, el estudio de gra-

bación, las salas para recitales/grupos y la sala de conciertos.

Resultado general



Análisis de resultados

- La necesidad de crear más cubículos individuales es prioritaria debido a su gran demanda vs los pocos cubículos disponibles.
- El estudio de grabación es el segundo espacio necesario, lo cual refleja la necesidad de tecnología y modernidad que requiere el CNM.
- Dos espacios propuestos por los profesores son las aulas teóricas y sala de teleconferencia.

F 3.5 Resultados de los nuevos espacios a diseñar en la segunda etapa del Instituto Nacional de Música

3.2

Valoraciones del ANÁLISIS

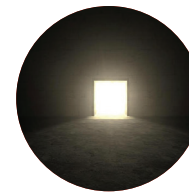
A. VALORACIONES DE LAS VISITAS

Durante las visitas realizadas al CNM, se utilizaron las herramientas de “Observación” y “Diálogo con los usuarios”, con el fin de conocer a profundidad y con una perspectiva exterior al sistema, las opiniones de los estudiantes universitarios y profesores del Instituto Nacional de Música.

Respecto al uso de la herramienta “Observación”, se pudieron anotar los siguientes argumentos:



- Los estudiantes y profesores pasan la mayor parte del día, en la institución. Sin embargo, generalmente se les ve sentados en los pasillos, en el comedor y en varios rincones improvisados por los mismos estudiantes, en los tiempos de ocio, pues no cuentan con espacios aptos para el descanso y socialización.
- Los cubículos individuales pasan ocupados la mayor parte del día, por lo que para poder tomar campo en alguno de ellos, es necesario llegar temprano.
- Se pudo observar como varios cubículos individuales y aulas teóricas pasaban con la puerta abierta durante sus lecciones y horas de estudio. Esto, debido al terrible calor que se concentra en esos espacios, por lo que es insostenible pasar encerrado. Gracias a esta consecuencia, el nivel de ruido aumenta en el centro, tanto hacia los pasillos como a otros espacios de estudio.



- Durante la noche, los espacios de circulación (pasillos, escaleras y rampas) no cuentan con una iluminación ideal, y los usuarios caminan con más precaución. Como ventaja, las personas ya conocen bien los recorridos del instituto, sin embargo, no deja de ser un factor de inseguridad a los usuarios en general.

Respecto al uso de la herramienta “Diálogo con los usuarios” se pudieron anotar los siguientes argumentos:



- En general, tanto estudiantes como profesores están disconformes con las condiciones actuales del Instituto.
- Se generaron varios comentarios respecto a los problemas de espacios disponibles, tanto para impartir lecciones como para estudiar.
- Otra característica en común es la falta de ventilación de los espacios cerrados. Mencionan la disconformidad y el agotamiento mental y físico de pasar tantas horas inmersos en un cuarto pequeño y cerrado, y sin la posibilidad de cambiarse de lugar, por la falta de espacios.
- Es importante de mencionar, el problema de accesos a músicos con instrumentos grandes como la tuba, el violoncelo, contrabajo y arpa. Argumentan que las puertas y las circulaciones del centro en general no son aptas para estas dimensiones, y es muy agotador lidiar con eso todos los días.

B. VALORACIONES DE LA ENCUESTA

- Es necesario renovar y acondicionar las instalaciones actuales del CNM a las necesidades acústicas y espaciales que requieren los usuarios del centro. Sin embargo, este trabajo de investigación será dirigido solamente a la creación de una nueva etapa del CNM, por lo que esta conclusión no está tomada en cuenta para la propuesta de diseño arquitectónico.
- La necesidad de expansión del edificio es urgente. En la pregunta cuatro de la encuesta, se evidencia la necesidad de más espacios para el estudio tanto individual como grupal de los estudiantes. La gran demanda vs los pocos espacios disponibles son un problema diario que viven tanto los estudiantes como los profesores, lo cual entorpece la calidad de aprendizaje de los estudiantes.
- Es primordial la creación de más y mejores cubículos individuales. Entre las estrategias de diseño necesarias a implementar en dichos cubículos son la ventilación cruzada, el aprovechamiento de la luz natural, el uso de estrategias pasivas para disminuir la incidencia de sonido de lugares externos al cubículo para un mejor estudio del instrumento y la implementación de tecnología a los mismos.
- La implementación de espacios accesibles y seguros, con buena iluminación y ventilación, así como con las dimensiones óptimas para el paso de instrumentos de toda dimensión, es necesaria en la propuesta de diseño.
- Además de aumentar el número de los cubículos individuales, es necesario crear nuevos espacios para el buen desarrollo de la carrera musical, como lo es el estudio de grabación, un anfiteatro para conciertos, salones para grupos de cámara y recitales, y una bodega para instrumentos de uso constante. Dichos espacios deben de cumplir con los requerimientos arquitectónicos espaciales, tecnológicos y de confort ambiental requeridos, para así romper con la desvinculación del edificio y el uso del actual edificio del CNM. De esa manera se crea un sistema integral de actividades que se generan en el mismo centro.

Los espacios necesarios a mejorar y ampliar son:



2. Los espacios necesarios a crear en la segunda etapa del INM son:



Las necesidades de confort ambiental a implementar en la segunda etapa son:







Diagnóstico de las
INSTALACIONES
ACTUALES

Para el análisis físico de la infraestructura actual, se tomará como herramienta principal las guías de observación del edificio. Estas guías de observación se realizarán al analizar el CNM para obtener una visión general del funcionamiento diario del CNM, así como un análisis físico de la infraestructura actual, materiales utilizados, deterioro de los mismos, espacios sub-utilizados, entre otros.

Finalmente se analizarán los resultados obtenidos, y se reflexionará acerca de las carencias y fortalezas del CNM, para poder obtener conclusiones de diseño necesarias para la elaboración de la propuesta.

Para la elaboración de esta guía de observación, se deberá hacer previamente un levantamiento de la infraestructura actual del CNM, y así poder efectuar el análisis relacionado directamente con la situación física actual y obtener conclusiones espaciales y funcionales del edificio .

4.1

Análisis

CUANTITATIVO












del espacio

En este enunciado se realiza una tabla de evaluación con enfoque cuantitativo, donde se comparan la cantidad de espacios por familia musical (viento – madera, viento-metal, cuerda, percusión) y espacios de usos comunes como las aulas teóricas y salones de recitales, versus la demanda estudiantil actual. Para ello se ilustra un levantamiento de la infraestructura actual del CNM. Se realiza un conteo general de los espacios disponibles actuales, y se realiza una relación entre el número de espacios versus la cantidad de usuarios.

Levantamiento de la infraestructura actual del CNM



4.1.1 Simbología de los usos de espacios

- | | | | |
|--|--------------------------|---|---|
|  | Acceso a peatones |  | Espacios de servicio |
|  | Acceso de vehículos |  | Cubículos individuales – vientos (2 niveles) |
|  | Acceso a camión de carga |  | Cubículos individuales – cuerdas (2 niveles) |
|  | Aula de percusión |  | Salón de ensayos |
|  | Aulas teóricas |  | Comedor |
| | |  | Espacios usados para recitales y estudio grupal |

F 4.2 Levantamiento de la infraestructura actual del CNM.

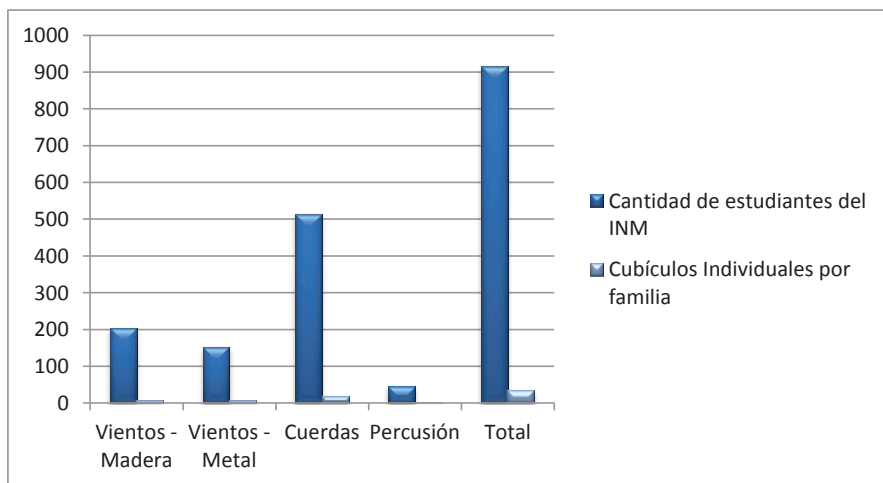
A continuación se presenta una tabla de número de espacios actuales del CNM, así como la cantidad de estudiantes por familia

			CANTIDAD	ÁREA (parcial)	ÁREA (total)
ÁREA DE ESTUDIO	Cubículos individuales	Total	36		148 m ²
		Vientos - Madera	7	4 m ²	
		Vientos - Metal	7	4 m ²	
		Cuerdas	20	4 m ²	
		Percusión	2	8 m ²	
	Aulas teóricas	Total	5	20 m ²	100 m ²
	Salones para recitales/grupos	Total	4	35 m ²	140 m ²
Salón de ensayos	Total	1			
ÁREA DE SERVICIO	Comedor	Total	1		
	Servicios Sanitarios	Total	3		
		Mujeres	1		
		Hombres	1		
		Profesores	1		
	Bodegas	Total	3		27 m ²
		Percusión	1	12 m ²	
		Instrumentos sin uso	1	10 m ²	
		Instrumentos en uso	1	5 m ²	
	Administración	Total	2		320 m ²
		Del CNM	1	160 m ²	
Del INM		1	160 m ²		
Parqueo	Cap.total/ vehículos	45		1875 m ²	

T 4.1 Cantidad y dimensiones de espacios del Instituto Nacional de Música

Familia	Cantidad de estudiantes del INM	Cubículos Individuales por familia
Vientos - Madera	203	7
Vientos - Metal	153	7
Cuerdas	514	20
Percusión	46	2
Total	916	36

T 4.2 Cantidad de estudiantes, divididos por familia, del INM, y su relación con la cantidad de cubículos individuales actuales



G4.1 Relación de estudiantes con cantidad de cubículos individuales del INM

En la tabla 4.2 se muestra una comparación de la cantidad de estudiantes del INM con la cantidad de cubículos individuales que están disponibles actualmente. Esta comparación se realiza, pues una de los pilares fundamentales para el estudio de la música, es el estudio individual con el instrumento. Para esto, es necesario estar inmerso en un espacio individual apto para las necesidades del músico. Sin embargo, se puede apreciar en el gráfico 1, cómo la relación de cantidad de estudiantes vs la cantidad de espacios es inmensamente deficiente.

Este gráfico se puede traducir de la siguiente manera:

Solo 1 de cada 29 estudiantes de la familia de viento-madera, tiene acceso a un cubículo individual. Solo 1 de cada 21 estudiantes de la familia de viento-metal, tiene acceso a un cubículo individual. Solo 1 de cada 26 estudiantes de la familia de cuerda, tiene acceso a un cubículo individual. Solo 1 de cada 23 estudiantes

de la familia de percusión, tiene acceso a un cubículo individual.

Otro factor a tomar a consideración, es que en esos mismos cubículos es donde se reciben las clases de instrumento, por lo que prácticamente siempre pasan ocupadas por profesores, entorpeciendo el horario de estudio individual del estudiantado.

Hay que tomar en cuenta, que en este análisis, se están evaluando todos los estudiantes del Instituto Nacional de Música, a pesar de que esta investigación se dirige exclusivamente al estudiantado universitario del mismo. Sin embargo, las instalaciones son compartidas no solo por todos los estudiantes del INM, sino por todas las entidades pertenecientes al Centro Nacional de Música.

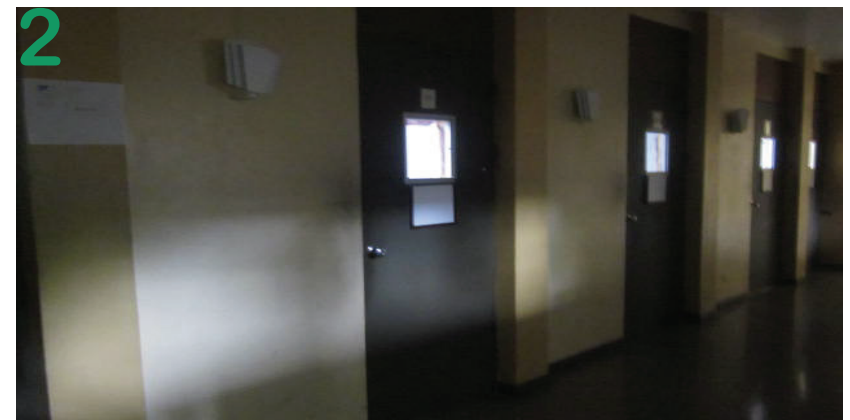
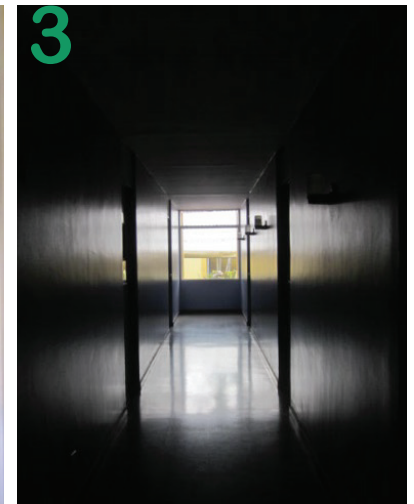
4.2 Análisis CUALITATIVO del espacio

En este apartado se analizan los diferentes espacios de las instalaciones actuales del CNM, las cuales poseen carencias arquitectónicas. De esta manera se obtienen pautas de diseño que son necesarias a implementar en el diseño de la segunda etapa, con el fin de contribuir a mejorar su funcionamiento y confort físico y ambiental.

4.2.1 Pasillos sin mobiliario ni iluminación

C a r e n c i a s

- Falta de iluminación y ventilación.
- Pobreza de calidad espacial arquitectónica.
- Falta de mobiliario .
- Problemas de dimensiones para accesos .



F 4.3 Imágenes de los pasillos actuales del CNM.

4.2.2 Estudio del instrumento en los pasillos



F 4.4 Imágenes de los pasillos actuales del CNM.

C a r e n c i a s

- Falta de cubículos individuales, lo cual provoca el estudio del instrumento en los pasillos del CNM.
- La improvisación de los espacios de estudio ocasiona más desorden y contaminación sónica entre los diferentes aposentos del CNM.
- El estudio del instrumento se vuelve un evento desordenado y poco focalizado, debido a la falta de infraestructura y la distracción del lugar.



4.2.3 Falta de espacios para guardar instrumentos

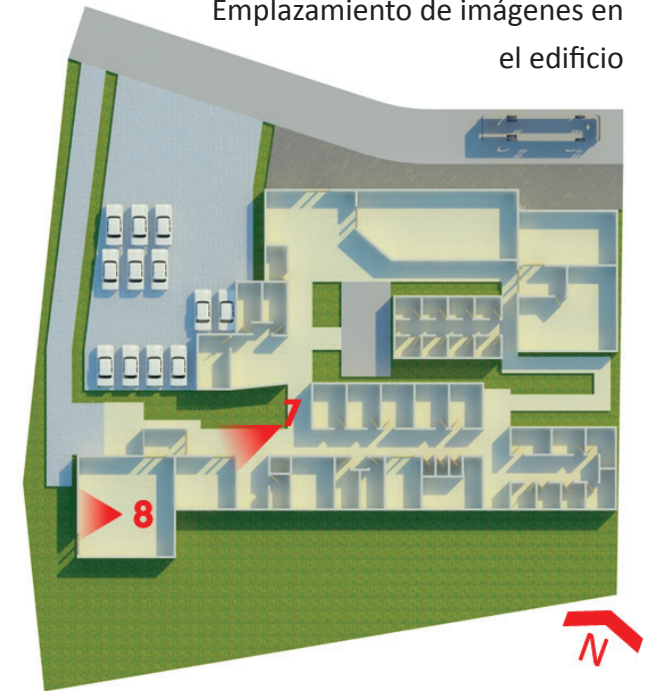
C a r e n c i a s

- Los cajones para guardar los instrumentos de uso constante están ubicados en diferentes espacios de pasillos y otros usos, lo cual genera desorden y problemas de espacios para circulación y otras funciones.
- La ubicación esporádica de estas bodegas improvisadas, provoca problemas de seguridad de los instrumentos y contaminación visual del edificio.



F 4.5 Imágenes de los pasillos y salones del CNM

Emplazamiento de imágenes en el edificio



4.2.4 Falta de espacios y equipamiento para recitales, seminarios y otros

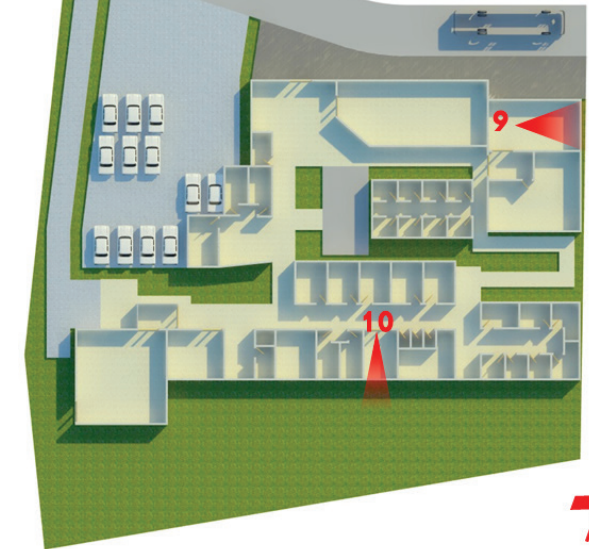
C a r e n c i a s

- Los espacios utilizados para estos fines, no tienen las condiciones óptimas de confort espacial y ambiental para albergar un grupo pequeño de personas (4 a 20 personas) en un espacio cerrado. Provocando problemas acústicos y de disconformidad de los usuarios.



F 4.6 Imágenes de los salones del CNM

Emplazamiento de imágenes en el edificio



4.2.5 Falta equipamiento e infraestructura física para clases teóricas

Carencias

- Falta de tecnología en las aulas
- Falta de iluminación natural
- Falta de mobiliario
- Carente diseño arquitectónico de los espacios



F 4.7 Imágenes de los salones y aulas del CNM



4.2.6 Falta de espacio y confort ambiental del comedor

C a r e n c i a s

- Falta de espacio en relación a la gran demanda de uso del mismo .
- Falta de ventilación
- Falta de calidad del espacio



4.3 Valoraciones del ANÁLISIS

La creación de nuevos espacios multifuncionales para clases maestras, recitales, grupos de cámara y otros, es urgente. Además, los mismos deben tener condiciones óptimas para el confort espacial y ambiental de sus usuarios, así como la implementación de tecnología en todos los espacios de estudio, tanto teórico como práctico.

La falta de cubículos individuales provoca que los estudiantes utilicen espacios esporádicos para el estudio de su instrumento, ocasionando problemas de circulación y sonido. Por eso es necesario aumentar el número de cubículos individuales, acondicionándolos con las necesidades específicas que cada sección de instrumentos requiere, dependiendo de su dimensión.

El buen diseño de espacios de circulación y de uso común como pasillos, accesos y comedor debe ser implementado en el nuevo diseño, con buena iluminación, mobiliario ventilación y relación de los espacios para un buen funcionamiento del mismo.



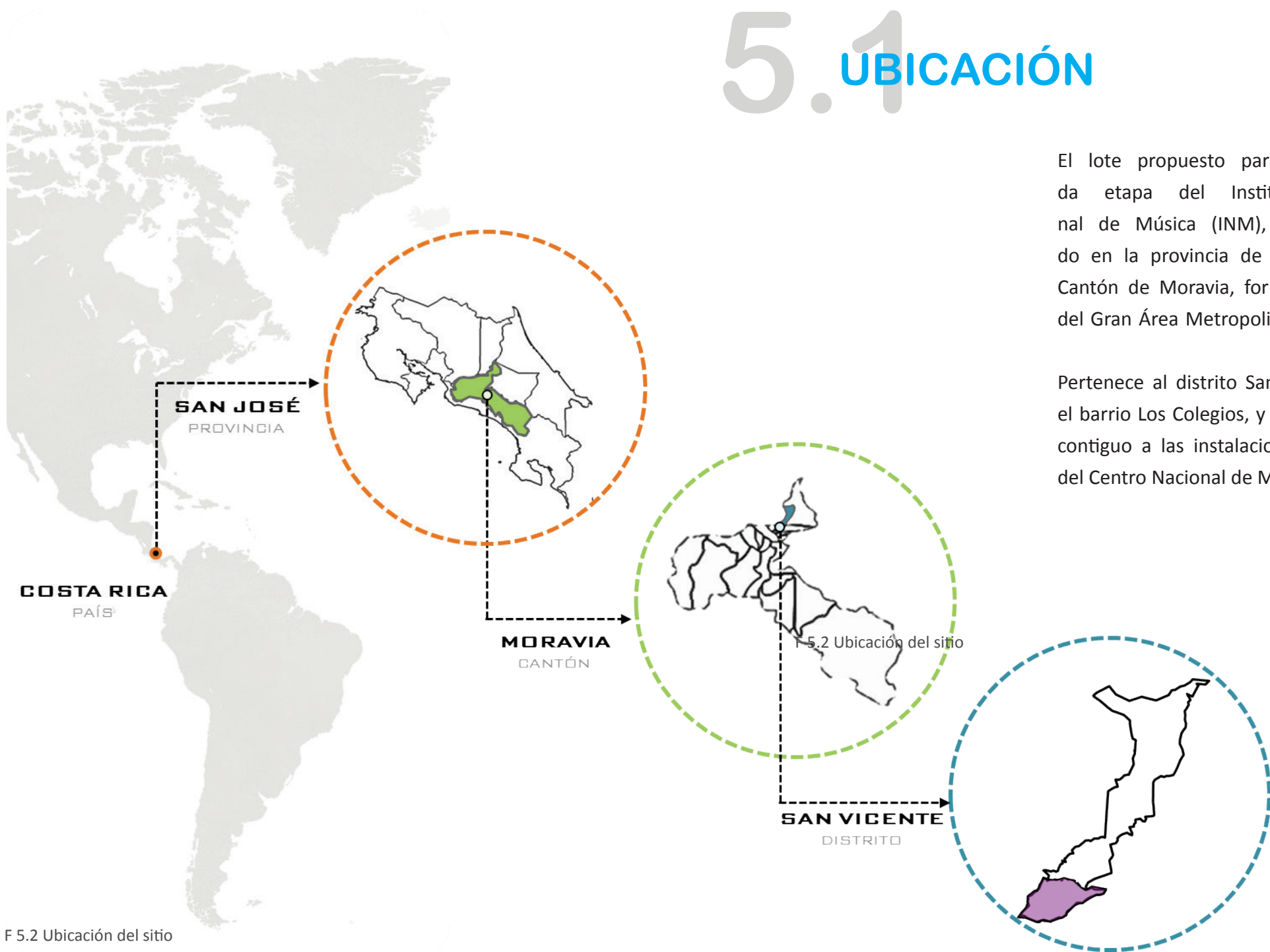
F 4.8 Imágen del comedor del CNM



A análisis del SITIO



5.1 UBICACIÓN



El lote propuesto para la Segunda etapa del Instituto Nacional de Música (INM), está ubicado en la provincia de San José, el Cantón de Moravia, formando parte del Gran Área Metropolitana (GAM) .

Pertenece al distrito San Vicente, en el barrio Los Colegios, y se encuentra contiguo a las instalaciones actuales del Centro Nacional de Música (CNM).










F 5.2 Ubicación del sitio

5.2 Contexto INMEDIATO



F 5.3 Ubicación del sitio y su relación con el entorno inmediato

SIMBOLOGÍA

-  Vía principal de Moravia (avenida 65 y calle 55)
-  Vía secundaria
-  1 Lote propuesto
-  2 Instalaciones del Centro Nacional de Música (CNM)
-  3 Parque recreativo del Norte
-  4 Centro Comercial "Lincoln Plaza"
-  5 Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM)
-  6 Centro Comercial "Plaza Los Colegios"
-  7 Barrio Pilar



El lote está inmerso en un entorno comercial y público, el cual le favorece pues su acceso, vialidad y relación con el entorno es dinámica y activa. Sin embargo, al estar retirado de las vías principales, brinda una notoria disminución de los niveles de ruido, los cuales ayudan al funcionamiento educativo del Instituto Nacional de la Música.

Uno de los aspectos rescatables es la relación inmediata del lote propuesto con el Complejo deportivo llamado Parque Recreativo del Norte, ubicado al frente del mismo, el cual es propiedad pública de la Municipalidad de Moravia, y gracias a su aporte vegetal, le crea frescura y tranquilidad a las propiedades vecinas.

Otra característica importante, es que la parte sur del lote limita con una zona residencial de Barrio Pilar, aportando la seguridad y tranquilidad del lugar.

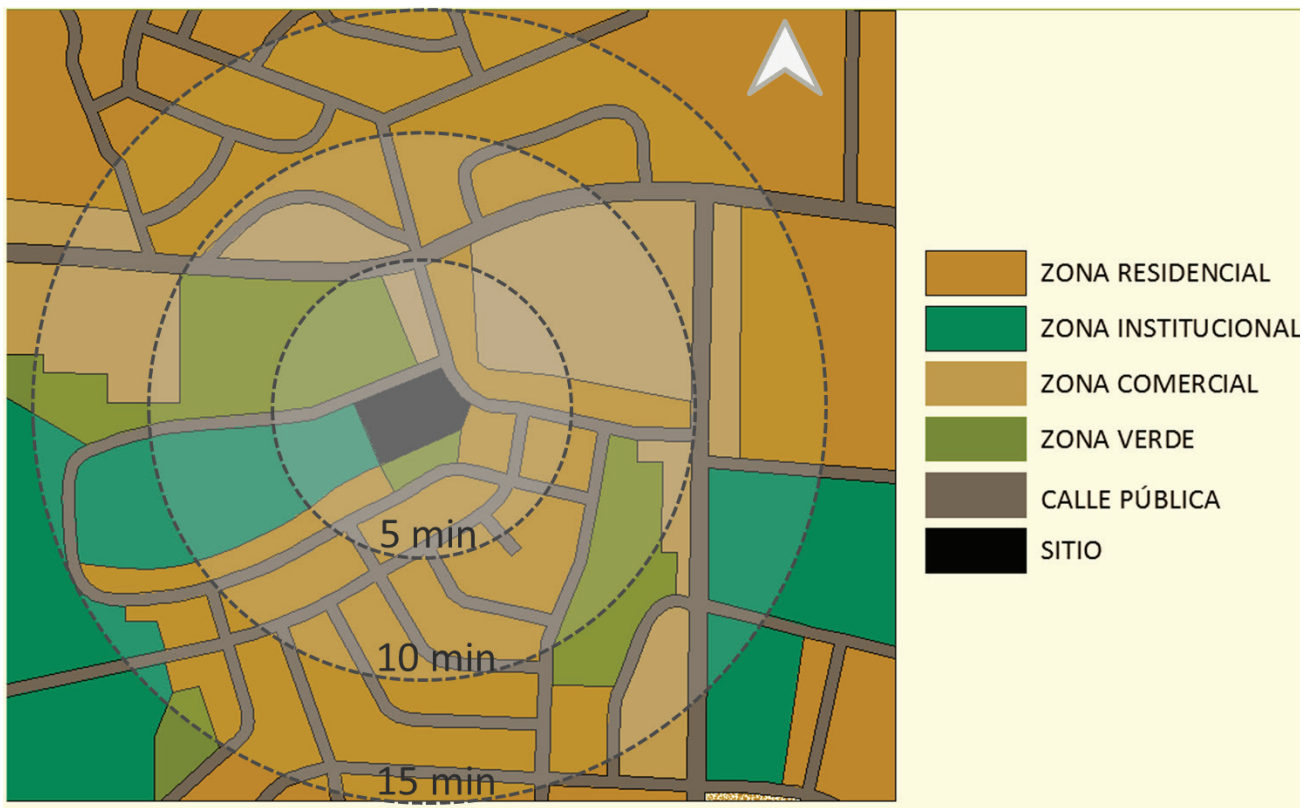
5.3

Uso de SUELO

El uso de suelo de la zona está regulado por la Municipalidad de Moravia.

El sitio se encuentra rodeado de una zona mixta, donde se encuentran residencias, instituciones gubernamentales, áreas públicas verdes y comercio de bajo y mediano perfil.

Una de las fortalezas de la ubicación del sitio con el contexto inmediato, son sus colindancias. En el norte y sur del sitio, se encuentran dos parques pertenecientes a la municipalidad de Moravia, como parte de las zonas de conservación verde para la recreación de su población. Eso tiene como ventaja, la frescura generada por los árboles, además del agradable entorno visual. Las otras colindantes principales (este y oeste) están destinadas por el actual Centro Nacional de Música, y calle pública respectivamente, facilitando la conexión con el proyecto y



F 5.4 Uso de suelo del entorno del sitio, y cercanía con servicios.

la relación con el entorno, así como la conexión inmediata con el mismo.

VIABILIDAD

El sitio se encuentra en una zona poco transitada. Sin embargo, a los 50 mts al norte se encuentra la avenida 65, la cual es una de las vías principales del cantón de Moravia, el cual conecta el centro del mismo

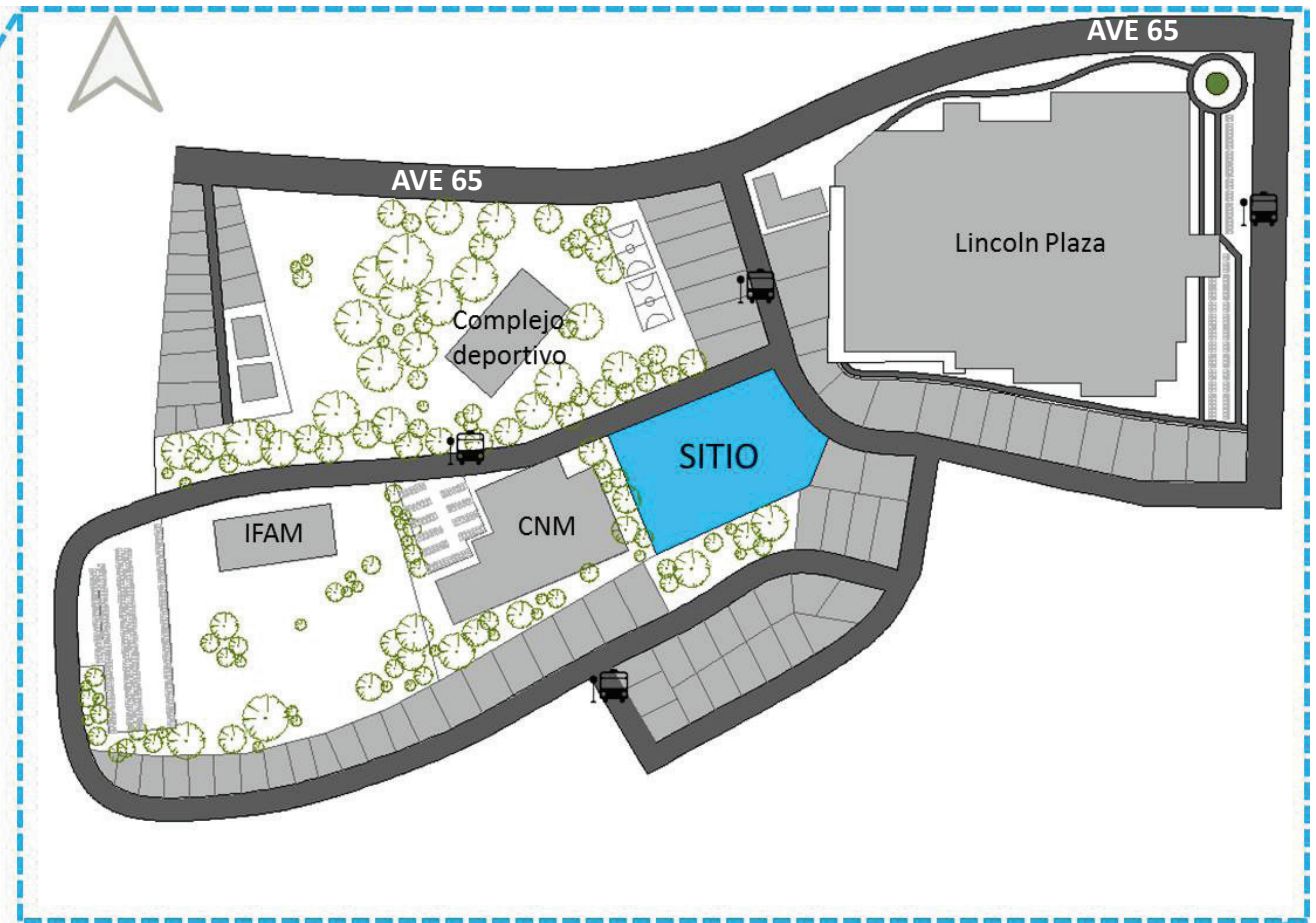
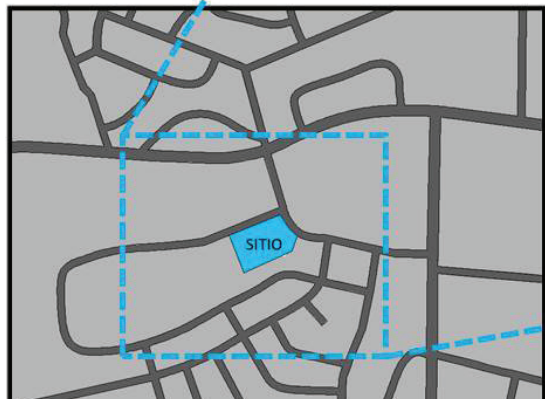
con el cantón de Tibás (Ver F 5.5). Como parte importante de la viabilidad y el transporte de la zona, el sitio cuenta con la ventaja de poseer un bus público, perteneciente a la compañía de autobuses de Guadalupe, el cual tiene el nombre al barrio ubicado al sur del sitio, llamado “Barrio Pilar”. Esta pauta es de suma importancia, pues el proyecto está destinado para la educación de estudiantes universi-

tarios, los cuales su mayor medio de transporte es el público. Además de ello, la parada de buses más cercana al sitio, se encuentra ubicada a 25 metros del mismo (Ver F 5.5). Sin embargo, no cuenta con un espacio adecuado para la espera de sus usuarios, por lo que es recomendable la propuesta de un diseño de parada del bus como parte del proyecto, incentivando el uso colectivo del transporte, además de facilitar su

relación con los estudiantes del Instituto Nacional de Música y sus vecinos.

SERVICIOS CERCANOS

El sitio cuenta con la cercanía a servicios básicos y lugares públicos, tales como parques cantonales y centros comerciales. En un radio máximo de 500 mts (Ver F5.4), una persona puede trasladarse caminando a éste y otros lugares de interés como instituciones públicas y residencias, incentivando el transporte ecológico, tal como el uso de bicicletas y/o andar a pie.



F 5.5 Entorno inmediato del Sitio.

5.4 Vegetación y TOPOGRAFÍA



F 5.6 Mapa del sitio y ubicación de las imágenes.
F 5.7 Imágenes del sitio y su entorno inmediato.



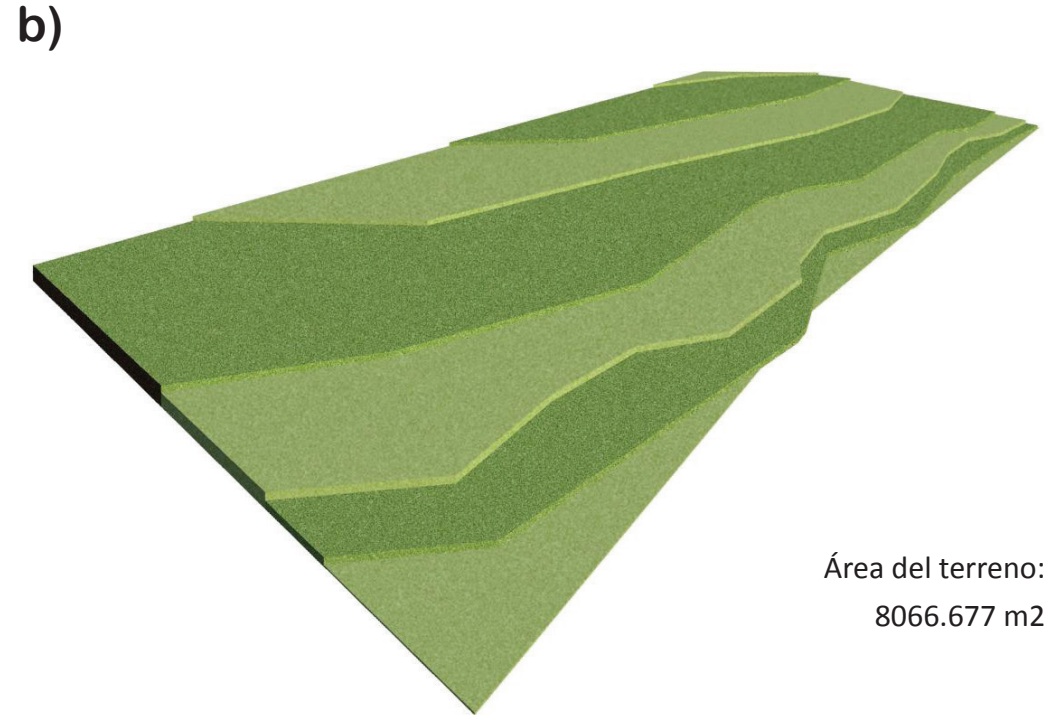
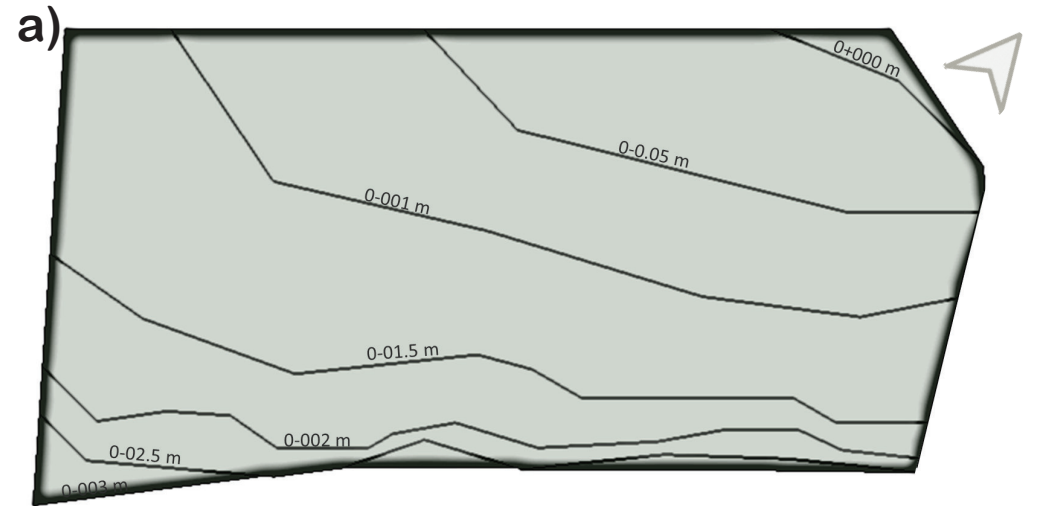
VEGETACIÓN

El sitio posee vegetación en la mayor parte del terreno. Sin embargo los árboles existentes son de tamaños medianos y pequeños, y no posee ningún árbol destacable para considerar a rescatar. El terreno ha estado en modo virgen desde su compra, por lo que el crecimiento de vegetación conocida como “maleza” es predominante. (Ver F 5.7 -1). Como parte del contexto inmediato, hay otro punto de vegetación importante a considerar en el diseño del proyecto, gracias a aumento de confort térmico y visual de la zona. Éste es el complejo deportivo ubicado al lado norte del sitio, en el cual se encuentra rodeado

de un gran número de vegetación con árboles de gran altura (Ver F 5.7 - 3) .

TOPOGRAFÍA

La topografía de la zona es irregular. Sin embargo, es conveniente para la ubicación del sitio. En la imagen F5.7 - 2 se puede apreciar como la altura del lote en la parte sur del lote, beneficia tanto visual como acústicamente, al estar por encima de la zona residencial del Barrio Pilar, ubicada en la parte trasera del lote. A nivel interno, la topografía del lote presenta una pendiente regular de 10 a 15%. En la zona sur del lote, las curvas de nivel son más seguidas, incrementando la pendiente a un 25%, el cual es positivo para el diseño, pues genera un cambio de nivel considerable con la zona residencial colindante en ese lindero.



F 5.8 Topografía del sitio . a) Vista en planta b) Vista en perspectiva.

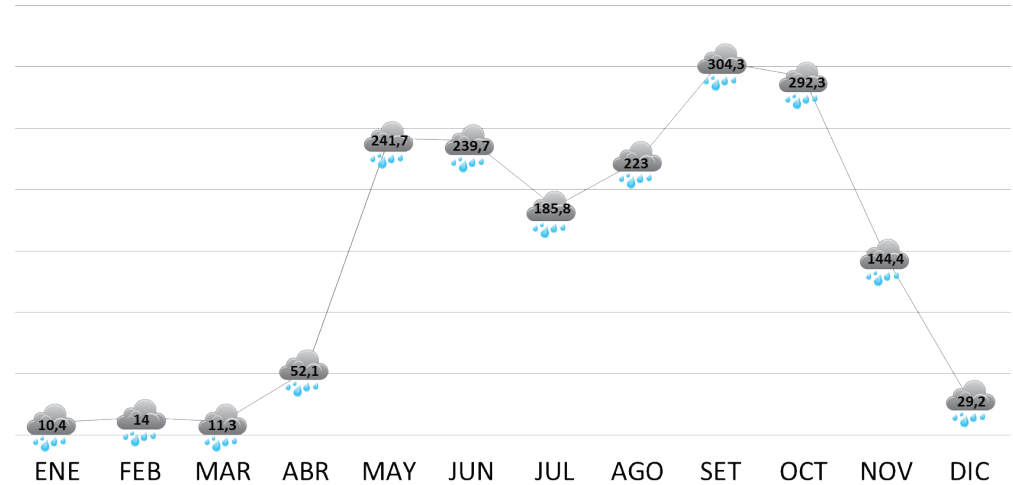
5.5 Estudio del CLIMA

El sector de Moravia presenta un clima Templado a lo largo del año. Entre sus características principales se encuentra las temperaturas constantes a lo largo del año, y dos estaciones bien definidas : estación seca, la cual comprende los meses de diciembre hasta mediados de abril, y la estación lluviosa, la cual abarca el resto del año. El Instituto Metereológico de Costa Rica contiene estadísticas anuales de la zona de Moravia, la cual está graficada en las imágenes G5.1 y G5.2.

ras relativamente estables durante todo el año, teniendo como puntos máximos y mínimos, 26.3 °C y 16.1 °C respectivamente. Estas temperaturas se encuentran en su mayoría en la zona de confort del ser humano, el cual es conveniente para un buen diseño arquitectónico.

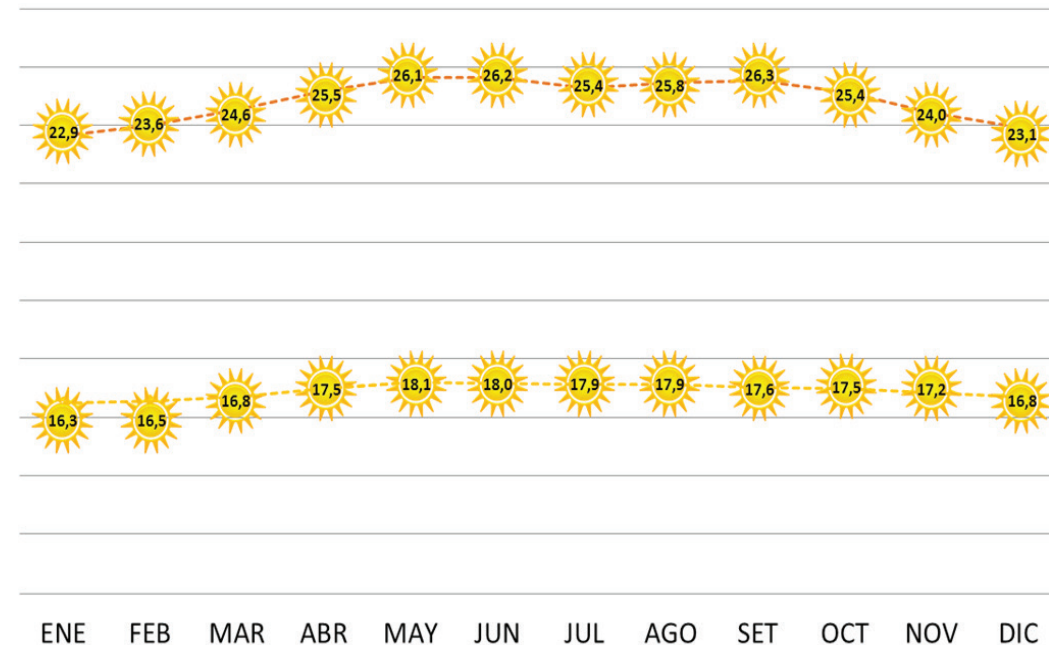
En el Gráfico G5.1 se observa cómo la precipitación anual aumenta en los meses de mayo a octubre, hasta llegar a 304.3 mm en el mes de agosto, como su punto más alto. Esta consideración es necesaria para el diseño de lugares aptos para contrarrestar las precipitaciones a lo largo del año. El gráfico G5.2 muestran temperatu

Precipitación anual (mm Hg)



G 5.1 Precipitación anual del cantón de Moravia. Información obtenida del Instituto Metereológico de Costa Rica.

Temperaturas anuales máximas y mínimas de Moravia

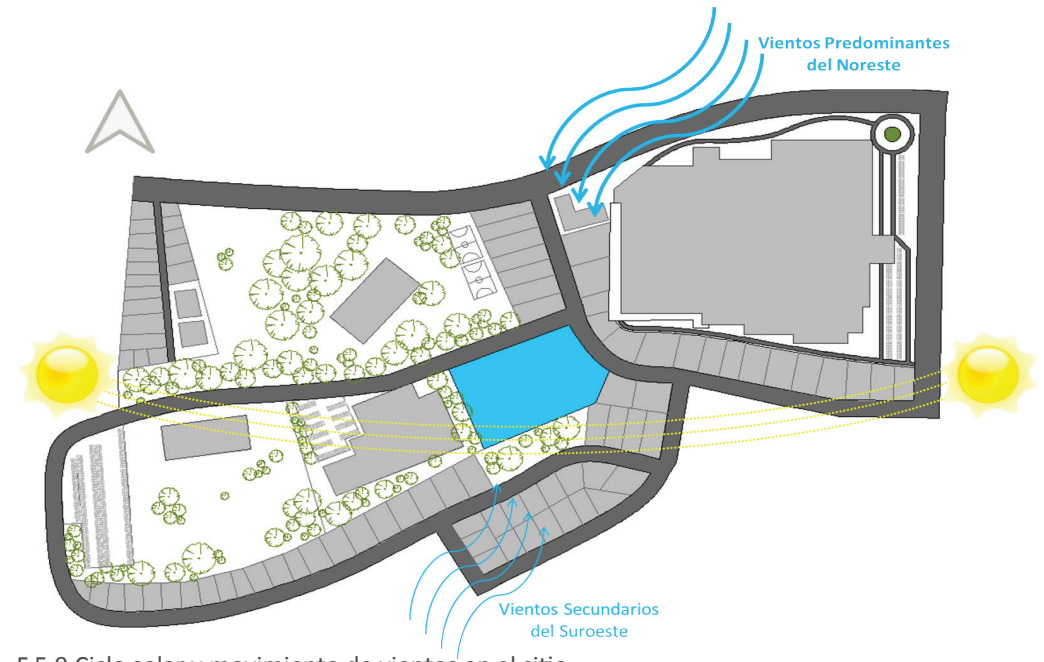


G 5.2 Temperatura anual del cantón de Moravia. Información obtenida del Instituto Metereológico de Costa Rica.

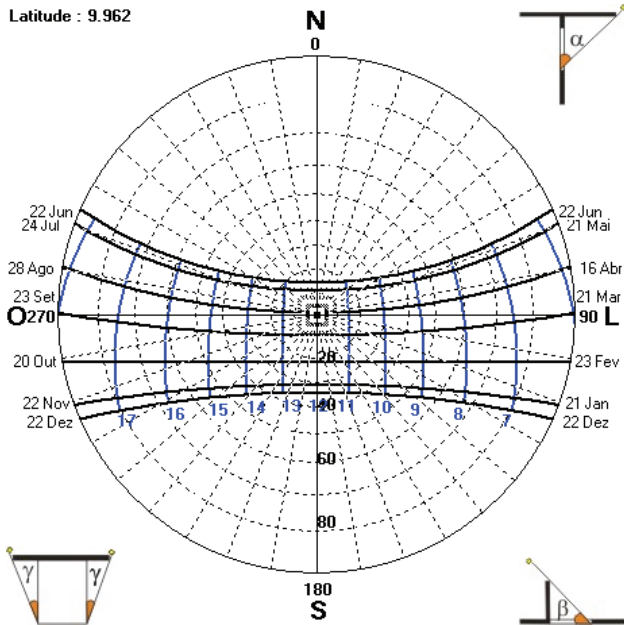
CLIMA EN EL SITIO DE ESTUDIO

El sitio está inmerso en una zona urbana, por lo que la relación con las edificaciones y vegetación de su entorno, afecta directamente al mismo. La figura F 5.9, recopila a nivel macro, el sentido del sol y el paso de los vientos por el sitio. La figura F5.10 representa la carta solar de la zona, en la cual se detalla el recorrido del sol a lo largo del año. Se observa que el sol tiene una dirección este-oeste, sin embargo,

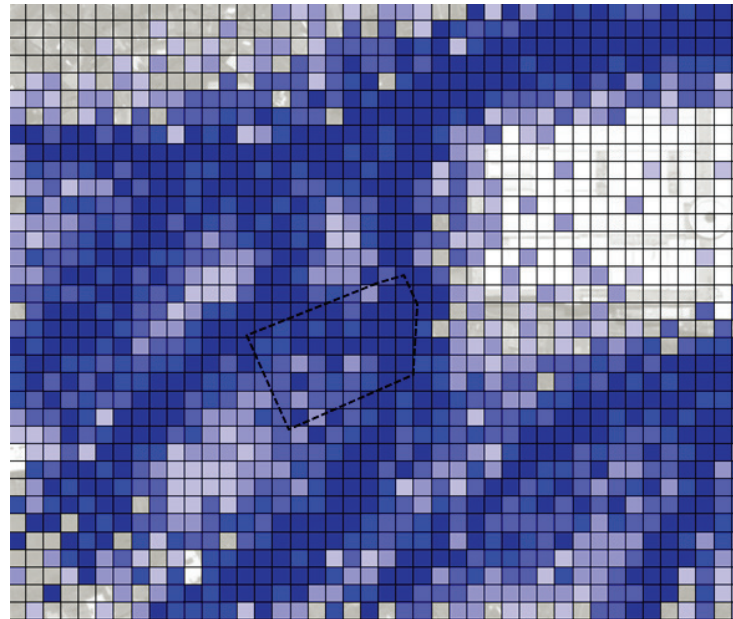
está inclinado hacia el sur. Esta pauta es importante a considerar, pues revela que las fachadas que se diseñen hacia el sur, requieren mayor protección solar que las del norte. La figura F5.11 representa el paso de los vientos por el sitio, en el cual se ve afectado directamente por las edificaciones existentes. En esta figura se puede apreciar cómo la edificación del Centro Comercial Lincoln Plaza, afecta directamente con la dirección de los vientos; No obstante, se genera una especie de canal en la calle colindan-



F 5.9 Ciclo solar y movimiento de vientos en el sitio



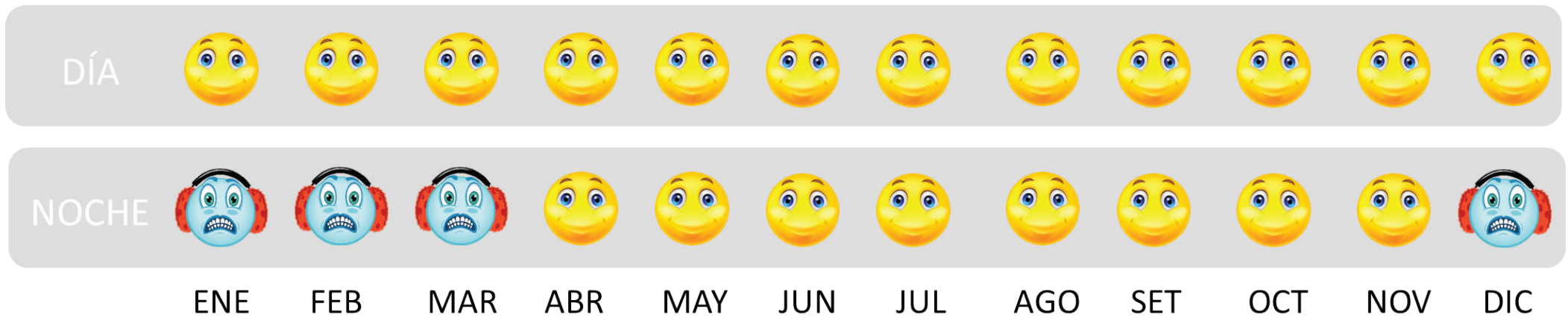
F 5.10 Carta solar del sitio



F 5.11 Movimiento de vientos de la zona en estudio (En punteado está el perímetro del sitio).

te, lo cual succiona el viento y lo direcciona al sitio de estudio. Otro punto importante es que gracias a la colindancia con el Complejo Deportivo, los vientos predominantes del nor-oeste se dirigen más fácilmente al sitio, además de refrescar más el viento gracias a la vegetación existente en esa zona.

Índices de confort anual de Moravia, durante el día y la noche



T 5.1 . Índices de confort anual de Moravia, durante el día y la noche.

Otro factor a considerar, es el índice de confort de la zona en estudio, durante el día y la Noche. Mediante la tabla de Mahoney, se obtuvieron los resultados expuestos en la tabla T5.1, en el cual se observa un nivel de confort a lo largo del año durante el día, y en los meses de diciembre a marzo , se presenta frío en las horas nocturnas.

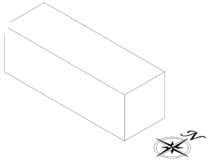
Del mismo modo, la tabla de Mahoney presenta varias recomendaciones de diseño, basandose en las temperaturas máximas y mínimas, la humedad relativa y las precipitaciones de la zona . Estas recomendaciones son:

- 1) Diseñar edificios en la dirección este-oeste para disminuir la exposición al sol.
- 2) Diseñar edificios de orientación doble que permitan una circulación de aire intermitente.
- 3) Las dimensiones de las ventanas deben ser del 25 al 40% de las fachadas norte y sur
- 4) Se deben preveer protección para la radiación solar directa, así como la lluvia.

5.6

Valoración del ANÁLISIS

A continuación se presentan las conclusiones generadas por el análisis de sitio generado en este capítulo.



Orientar el edificio en sentido este-oeste . De esta manera se protege de la radiación solar directa durante todo el día, al mismo tiempo que se aprovecha la iluminación natural en las aberturas de las fachadas norte y sur.



Aprovechar la vegetación existente para la incidencia de vientos, así como la frescura generada. Del mismo modo, es recomendable proponer en el diseño interno, un microclima natural, el cual genere un espacio fresco y tranquilo, que satisfaga el confort de sus usuarios.



Utilizar estrategias de diseño como parasoles, celosías y aleros, para protegerse de la incidencia solar directa, así como de las lluvias ocurrentes en la mayor parte del año.



Implementar en el diseño del proyecto, una zona para el uso del transporte público, tales como autobuses y taxis. De esta manera, se facilita la conexión del transporte con los usuarios, al mismo tiempo que se genera un lugar público seguro para la zona.



Diseñar las aberturas como ventanas y accesos en las partes norte y sur del proyecto. Estas deben ser de un 25 a un 40% del total de cerramiento, para garantizar una buena circulación del aire, mediante la estrategia de ventilación cruzada.



Proponer un buen diseño de drenaje dentro del proyecto, para evitar problemas de estancamiento en las épocas lluviosas del año. Del mismo modo se debe considerar el óptimo diseño de canoas y techado, para el buen manejo de las aguas pluviales.



Aprovechar la visual sur del proyecto. La topografía de la zona favorece la visual del proyecto, al dejar en altura el diseño del mismo, en relación a la zona residencial ubicada en el sur del sitio. De esta manera se aprovechan las visuales de las montañas sur del valle central.



Proponer un diseño macro del proyecto en forma de terrazas, para minimizar el impacto ecológico del desnivel original de la tierra. Así, se aprovecha el juego de alturas del proyecto, creando dinamismo, al mismo tiempo que se aprovecha la circulación del mismo, de una manera interactiva.



AUDITORIO FIGUERES



Propuesta de
ANTEPROYECTO

6.1 Conclusiones de los OBJETIVOS

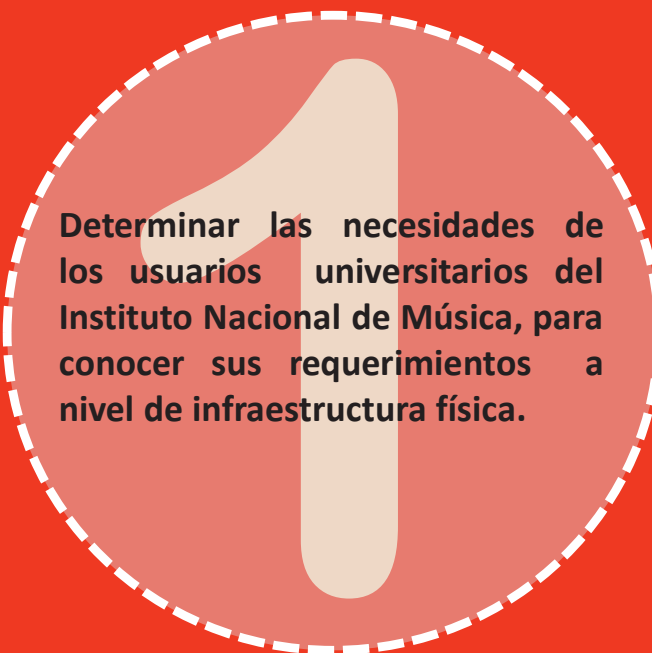


Basado en el desarrollo de los capítulos anteriores, se obtiene un grupo de conclusiones, las cuales se encuentran resumidas en la figura F 6.2. En síntesis, se demuestra la necesidad que tienen los usuarios del Instituto Nacional de Música, por ampliar sus instalaciones, así como mejorar las condiciones internas, tanto a nivel de infraestructura y confort climático, como las condiciones acústicas, las cuales son parte fundamental para el diseño de este tipo de proyectos. La ubicación del sitio propuesto para el dieño del proyecto, contiene muchas ventajas, tanto a nivel espacial como acústico, gracias a su relación con el entorno, lo cual favorece la conexión con la primera etapa del Instituto, así como la vegetación existente en su alrededor, enriqueciendo el “colchón” acústico natiral deseable para minimizar la contaminación sónica que pueda

ser generada por el mismo Instituto Nacional de Música a sus vecinos más cercanos, especialmente al Barrio El Pilar, ubicado al sur del proyecto. A nivel micro, tanto el análisis de las instalaciones actuales, como el acercamiento al usuario, evidenciaron la necesidad de expandir laos diferentes espacios de estudio individual y grupal. Además, se llegó a la conclusión de incorporar nuevos espacios, tales como los salones para recitales, auditorio y estudio de grabación. Éstos tres espacios necesitan la correcta intervención acústica y espacial, ya que forman parte del estudio académico profesional y actualizado que quiere impartir el Instituto Nacional de Música, a sus estudiantes universitarios, con el fin de que tengan acceso a todas las herramientas teóricas, prácticas y tecnológicas actuales de la educación musical.

La figura F 6.1 muestran los espacios principales a diseñar en la segunda etapa del Instituto Nacional de Música, desarrollada en este capítulo.

F.6.1 Espacios requeridos en la segunda etapa del Instituto Nacional de Música.



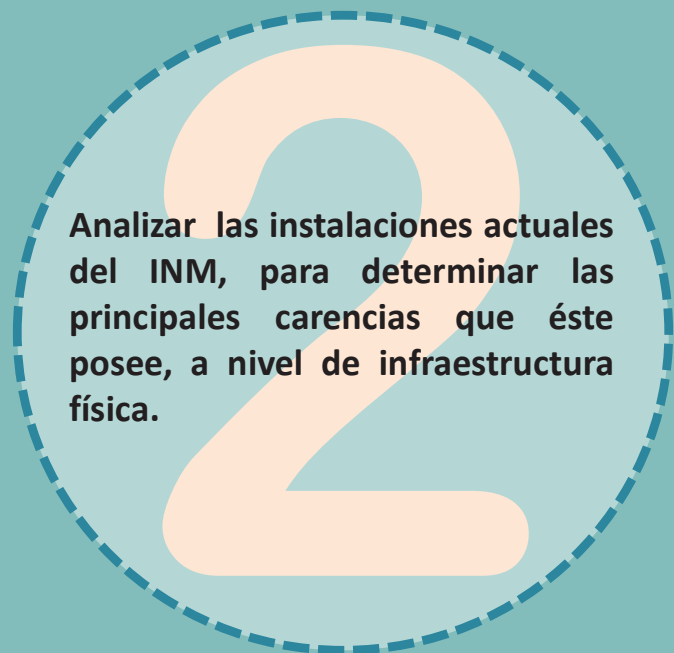
Determinar las necesidades de los usuarios universitarios del Instituto Nacional de Música, para conocer sus requerimientos a nivel de infraestructura física.

Es necesario crear **más y mejores espacios**, como lo son:

- Cubículos individuales
- Salones para grupos de cámara
- Salones para recitales

Se debe implementar la **parte tecnológica en los espacios**, para actualizar y mejorar la educación musical. Por eso es necesario el espacio de un estudio de grabación apto a las necesidades del usuario.

La implementación de **espacios accesibles y seguros**, con buena iluminación y ventilación, así como con las dimensiones óptimas para el paso de instrumentos de toda dimensión, es necesaria en la propuesta de diseño.




Analizar las instalaciones actuales del INM, para determinar las principales carencias que éste posee, a nivel de infraestructura física.

Es necesario implementar estrategias de diseño como ventilación cruzada, iluminación natural y artificial y uso de materiales aptos para el **confort ambiental y acústico** de los diferentes espacios.

La creación de **nuevos espacios multifuncionales** para clases maestras, recitales, grupos de cámara y otros, es urgente. Con ello, deben implementarse estrategias acústicas para optimizar el sonido de estos espacios.

El buen diseño de **espacios de circulación y de uso común** como pasillos, accesos y comedor debe ser implementado en el nuevo diseño, con buena iluminación, mobiliario ventilación y relación de los espacios para un buen funcionamiento del mismo.



Evaluar las características topográficas, legales y espaciales en materia educacional y de entorno inmediato del sitio de estudio con el fin de obtener pautas de diseño arquitectónico, para ser considerados en el análisis de la propuesta de diseño arquitectónico.

Orientar el edificio **en sentido este-oeste**.

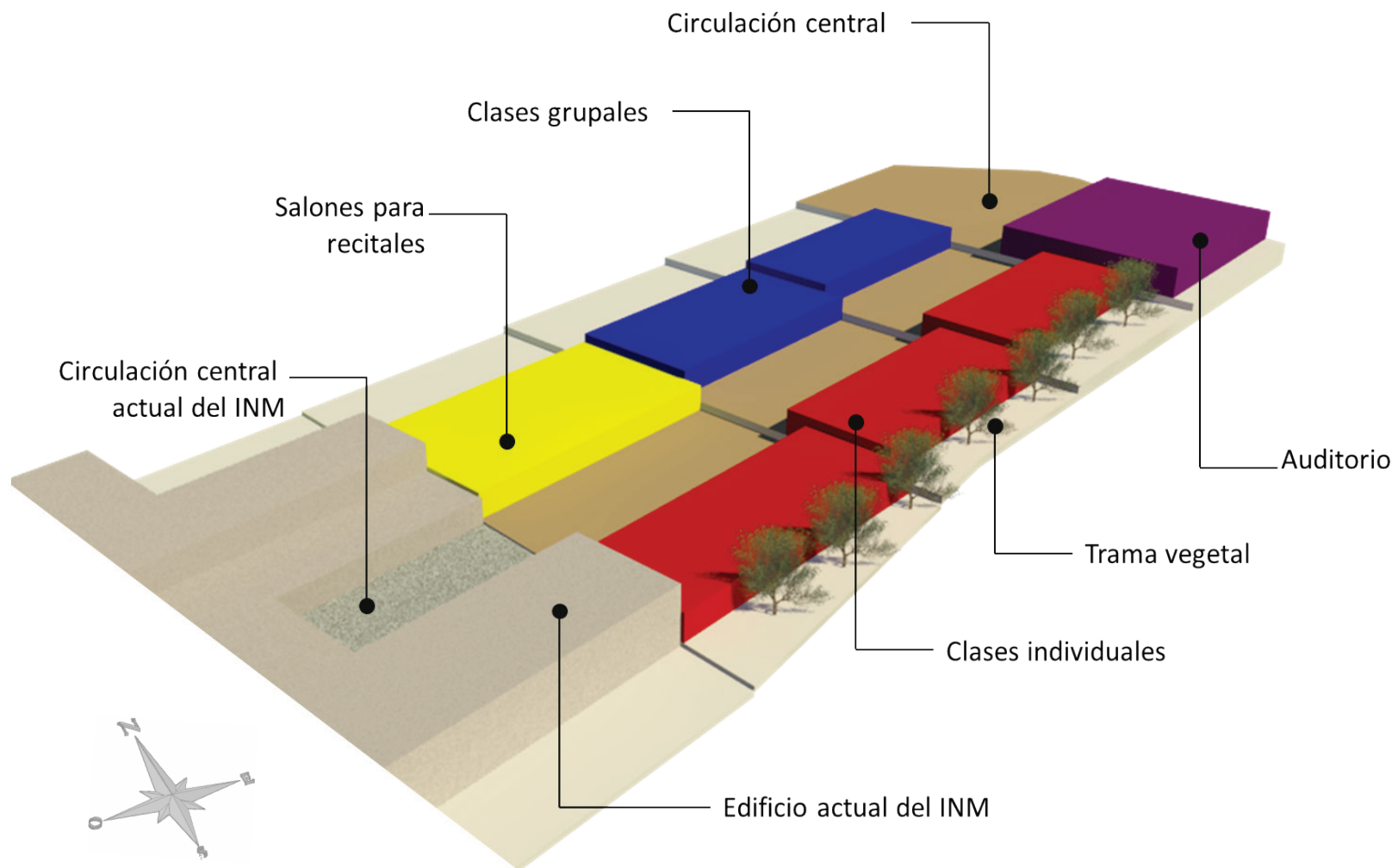
Aprovechar **la vegetación** existente e implementar vegetación al proyecto para crear un microclima óptimo para el confort ambiental.

Utilizar estrategias de diseño como **parasoles, celosías y aleros**, para protegerse de las adversidades climáticas.

Implementar en el diseño del proyecto, una zona para el uso del **transporte público**, tales como autobuses y taxis.

Proponer un diseño macro del proyecto en forma de **terrazas**, para minimizar el impacto ecológico del desnivel original de la tierra.

6.2 Planteamiento de la PROPUESTA



El planteamiento del proyecto está conceptualizado en dos naves laterales, las cuales comprenden los espacios cerrados para el desarrollo de las clases prácticas y teóricas del Instituto Nacional de Música, conectados con una nave central, la cual actúa como conector entre ambos extremos, al mismo tiempo que es un área abierta la cual pretende generar espacios más libres e improvisados, donde los estudiantes puedan descansar y expresarse más libremente, en un contexto seguro y eficiente.

Esta área central (ver F6.3, Circulación central), comprende la conexión a lo largo del proyecto, desde el lado nor-este, generando el acceso al proyecto desde la calle pública, hasta el lado oeste, donde se conecta con la primera etapa del Instituto Nacional de Música; sus instalaciones actuales.

Gracias a las características del sitio, el terreno ha sido nivelado en terrazas, con el fin de facilitar la circulación del proyecto.

El proyecto está diseñado según en tipo de actividad efectuada. Estas ac-

F 6.3 Planteamiento de la propuesta de diseño de la segunda etapa del Instituto Nacional de Música.

tividades son: clases grupales, clases individuales y salones de conciertos.

En la nave sur, se encuentran tres bloques rojos los cuales representan las aulas individuales. Al norte, están ubicados en azul los bloques de aulas grupales, los cuales abarcan las clases teóricas y prácticas de grupos de cámara, de 4 a 16 personas.

En los extremos sur-este y nor-oeste, se encuentran las salas de concierto; una a nivel micro, como lo son los salones para los recitales (bloque amarillo) y otra a nivel macro, como lo es el auditorio para presentaciones de bandas y orquestas sinfónicas(morado).

Como se había mencionado anteriormente, al sur del sitio, se encuentra el Barrio El Pilar, por lo que como parte de la propuesta de conservación vegetal y disminución de la contaminación sónica, se idea el recorrido de una trama vegetal (F 6.3), la cual sirva de “colchon acústico”, al mismo tiempo que embellece y genera frescura a la zona.

6.3 Programa ARQUITECTÓNICO

El programa arquitectónico es el resultado de las necesidades espaciales que requiere el Instituto Nacional de Música, a implementar el su segunda etapa. La propuesta de el programa arquitectónico, está basado principalmente en las necesidades acústicas que cada espacio requiere, pues para este proyecto, esa pauta es de vital importancia para el buen desarrollo del proyecto.

Por esto, para esta investigación, se han separado los espacios del Instituto Nacional de Música en tres grupos principales: los espacios con aislamiento acústico, espacios con reflexión acústica y espacios sin condiciones acústicas especiales. La figura F 6.4 muestra en detalle, algunas de las características principales de cada uno de esos espacios. Por lo tanto, el programa arquitectónico utiliza esta simbología para

representar en que categoría de espacio se encuentra cada uno de los enunciados, además de características propias de cada uno, tales como dimensiones, necesidades especiales y equipamentos requeridos.

Espacios con aislamiento acústico

- Uso de materiales absorbentes en su interior
- Uso de materiales aislantes en su exterior

Espacios con reflexión acústica

- Uso de materiales absorbentes en su interior
- Uso de materiales reflectivos en su interior

Espacios sin condiciones acústicas

- Aprovechamiento de condiciones naturales como ventilación e iluminación.
- Implementación de vegetación en estas zonas para crear microclimas agradables.

F 6.4 Clasificación acústica de los espacios del INM

Programa **ARQUITECTÓNICO** de la segunda etapa del **INSTITUTO**

TIPO	ESPACIO	FUNCIÓN	CANTIDAD	CONEXIÓN	CAPACIDAD
A	Cubículos individuales	Estudiar y recibir lecciones individuales de cada instrumento	36 cubículos (12 p/familia)	-Bodega para instrumentos -Circulación central	2-3 personas
A	Aulas de percusión	Estudiar y recibir lecciones individuales de percusión	4 cubículos	-Bodega para instrumentos -Circulación central -Auditorio -Acceso principal	2-3 personas
A	Salones para grupos de cámara	Lugar de ensayo de instrumentos individuales y grupos de cámara con piano para prepararse para recitales, conciertos y exámenes semestrales	4 salones	-Bodega para instrumentos -Circulación central	4-8 personas
A	Estudio de grabación	Espacio para grabar a grupos de cámara y ejecutantes individuales, tanto del INM, como al público en general	1 estudio	-Circulación central	8 personas
B	Salones para recitales	Lugar acondicionado acústicamente para realizar recitales, exámenes, seminarios y/o teleconferencias	2 salones	-Circulación central	60 (público) + 12 (músicos)
B	Auditorio	Lugar para conciertos de orquesta y banda sinfónica, así como de otras agrupaciones de gran tamaño.	1 auditorio	-Acceso principal	400 (público) + 80 (músicos)

T 6.1 Programa arquitectónico del proyecto.

NACIONAL DE MÚSICA

ÁREA	EQUIPAMENTO	NECESIDADES ESPACIALES Y ACÚSTICAS	NECES.TÉRMICAS
3.5 m ² (grand.), 2,7 m ² (peq.)	2 atriles, 2 sillas, 1 mesa, equipo de sonido	Unir los cubículos por familias : (cuerdas - vientos metales - vientos maderas) Minimizar la entrada de ruido externo de manera natural Evitar superficies opuestas paralelas, inclusive con techos inclinados. Crear un ambiente acústico opaco (seco), para maximizar la percepción de imperfecciones sonoras al ejecutar el instrumento	Ventilación Artificial Iluminación Nat. Indirecta Iluminación Art. General Iluminación Art. Puntual
6 m ²	2 atriles, 2 sillas, 1 mesa, equipo de sonido	Lejos de aulas teóricas Minimizar la entrada de ruido externo de manera natural Evitar superficies opuestas paralelas, inclusive con techos inclinados.	Ventilación Artificial Iluminación Nat. Indirecta Iluminación Art. General Iluminación Art. Puntual
15 m ²	1 piano de cajón 6 atriles 6 sillas 1 pizarra 1 equipo de sonido	Minimizar la entrada de ruido externo de manera natural Usar materiales absorbentes de sonido para minimizar el ruido interno . Buen acceso con doble puerta, para el ingreso de todo tipo de instrumentos.	Ventilación Natural Ventilación Artificial Iluminación Nat. Indirecta Iluminación Art. General
25 m ²	Equipo especial de sonido sillas, atriles 1 Piano	Conexión directa o semi-directa al exterior. Conexión con auditorio para aprovechamiento del equipo de sonido	Iluminación Nat. Indirecta Iluminación Art. General Iluminación Art. Puntual
80 m ²	1 piano de cola 12 atriles 12 sillas 1 proyector	Conexión directa o semi-directa al exterior. Debe tener espacios tales como: vestíbulo, nave, escenario, camerinos, baños, cuarto de sonido. Usar materiales reflectivos y absorbentes de sonido.	Iluminación Nat. Indirecta Iluminación Art. General Iluminación Art. Puntual
800 m ²	1 podio para el director 400 butacas 80 atriles 80 sillas 1 piano de cola	Conexión directa o semi-directa al exterior. Debe tener espacios tales como: vestíbulo, nave, escenario, boletería, camerinos, baños, cuarto de sonido e iluminación.	Iluminación Nat. Indirecta Iluminación Art. General Iluminación Art. Puntual

TIPO	ESPACIO	FUNCIÓN	CANTIDAD	CONEXIÓN	CAPACIDAD
C	Servicios sanitarios y cuarto de servicio	Espacio para satisfacer las necesidades fisiológicas de estudiantes y profesores del INM, así como el mantenimiento del mismo.	2 núcleos	-Acceso principal	12 personas
C	Comedor	Espacio de comidas, para abastecer las necesidades gastronómicas de los estudiantes y profesores del INM, así como del público en general	1 comedor	-Circulación central -Acceso principal	40 personas
C	Parqueo	Área de parqueo para uso de usuarios del INM y visitantes al mismo	1 área de parqueos	-Calle pública -Acceso principal	120 vehículos
C	Aulas teóricas	Impartir clases teóricas universitarias tales como armonía, historia de la música, contrapunto y análisis de la música.	4 aulas	-Servicios Sanitarios -Circulación central	16 personas
C	Bodega de instrumentos	Guardar parcial y totalmente los instrumentos del INM	2 bodegas: 1 de percusión, 1 del resto de instrum.	-Auditorio -Cubículos individuales -Circulación central	1 persona

T 6.1 Programa arquitectónico del proyecto.

ÁREA	EQUIPAMENTO	NECESIDADES ESPACIALES Y ACÚSTICAS	NECES.TÉRMICAS
80 m ²	7 Inodoros 3 mingitorios 6 lavatorios 1 pila Estantes p. cuarto de serv.	Debe tener espacios tales como: Núcleo húmedo femenino Núcleo húmedo masculino Núcleo húmedo de servicio	Ventilación Natural Ventilación Artificial Iluminación Nat. Indirecta Iluminación Art. General
75 m ²	5 mesas de 4 personas 10 mesas de 2 personas 1 equipo de sonido	Conexión directa o semi-directa al exterior. Aprovechamiento de variables climáticas naturales Debe tener espacios tales como: Área de comidas, de cocina, de venta y servicios sanitarios.	Ventilación Natural Ventilación Artificial Iluminación Nat. Indirecta Iluminación Art. General
2700 m ²	Aguja de entrada Puesto de cobro de salida	Conexión directa a la calle pública	Ventilación Natural Iluminación Nat. Directa Iluminación Art. General
26 m ²	1 piano de cajón 15 pupitres 1 escritorio, 1 proyector 1 piz. blanca y cn pentagrama 1 equipo de sonido	Aprovechamiento de variables climáticas naturales Aislar naturalmente mediante vegetación, del resto de espacios	Ventilación Natural Iluminación Nat. Directa Iluminación Nat. Indirecta Iluminación Art. General
25 m ²	Estantes Baules para instrum. 1 Computadora	Amplitud de accesos. Estantería ordenada	Ventilación Natural Iluminación Nat. Indirecta Iluminación Art. General



A Espacios con aislamiento acústico



B Espacios con reflexión acústica



C Espacios sin condiciones acústicas

6.4 Concepto ARQUITECTÓNICO

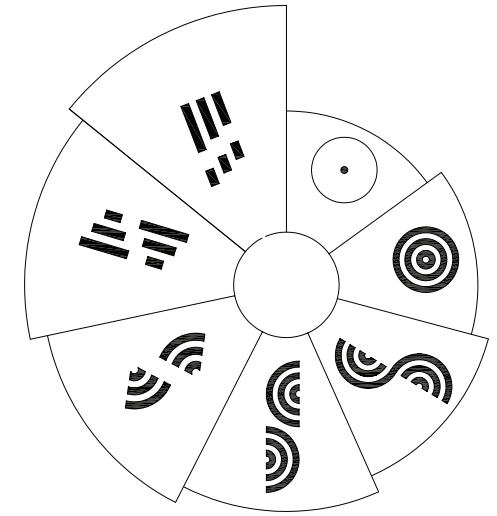
El concepto de este proyecto está inspirado en la obra titulada "Danzón 2" del compositor mexicano Arturo Márquez Navarro. Al ser un compositor latinoamericano, su obra musical refleja el ritmo tropical y alegre de la zona. A manera personal, es una pieza que siempre he disfrutado escuchar y ejecutar, pues pienso que emana mucho la forma de ser de los latinos.

El concepto surge con la interpretación personal de la obra

y su relación con las figuras. La figura F 6.5 muestra en gráfico la explicación del mismo. En el punto uno, la obra inicia con un solo de clarinete, muy dulce y piano; en él está puesta toda la atención, mientras la orquesta lo escucha. Seguidamente se van uniando los demás instrumentos, poco a poco, de una forma misteriosa y hasta tenebrosa. Ya en el tercer punto, la obra comienza con su ritmo tropical romántico, y dan ganas de bailar con compañía. Por eso la imagen 3 evo-

ca a una pareja unida por el baile. Finalmente, la música se convierte en una fiesta tropical, llena de alegría y celebración. Los puntos 5,6 y 7 son transformaciones de las figuras generadas en los puntos anteriores.

La obra hace esa secuencia 3 veces. Por eso es que en la figura F6.6 se muestra el orden en forma circular, como lo es en la pieza originalmente.



F 6.6 Evolución conceptual del proyecto, en forma de ciclo.



F 6.5 Evolución conceptual del proyecto.

6.5

Diseño ARQUITECTÓNICO

El conjunto de la propuesta arquitectónica contiene una variedad de espacios cerrados, semicerrados y abiertos, que requieren los estudiantes universitarios del Instituto Nacional de Música, para la óptima educación profesional de los mismos.

La forma macro del proyecto, pretende mantener un ritmo ascendente y descendente en cada una de las naves laterales,

El proyecto cuenta con espacios cerrados como las aulas de estudio individual y grupal, las cuales cuentan con su tratamiento acústico necesario para el confort sonoro que los estudiantes requieren.

También cuenta con espacios abiertos, los cuales permiten tener lugares improvisados para un concierto inesperado.



F 6.7 Vista general del proyecto

Planta de DISTRIBUCIÓN GENERAL



F 6.8 Vista en planta del proyecto en general.

La distribución general del proyecto, (F6.8) está basado en la forma conceptual desarrollada anteriormente. En ella, se busca generar un ritmo en la composición del proyecto, sin dejar de lado el orden y la necesidad de espacios geoméricamente estables, para el máximo aprovechamiento del espacio. Sin embargo, rompiendo con el diseño de formas puras, en la parte central se encuentra un recorrido amplio y “desordenado”, permitiendo improvisar lugares de estar y para tocar, evitando la necesidad de estar encerrado en un aula o cubícula.

Ese recorrido está en todo el proyecto, rematando con el acceso principal, donde se encuentra el auditorio. Éste será el punto focal del proyecto, por su ubicación y escala; sin embargo, el diseño interno del mismo no será abarcado en este diseño y será propuesto para futuras investigaciones.

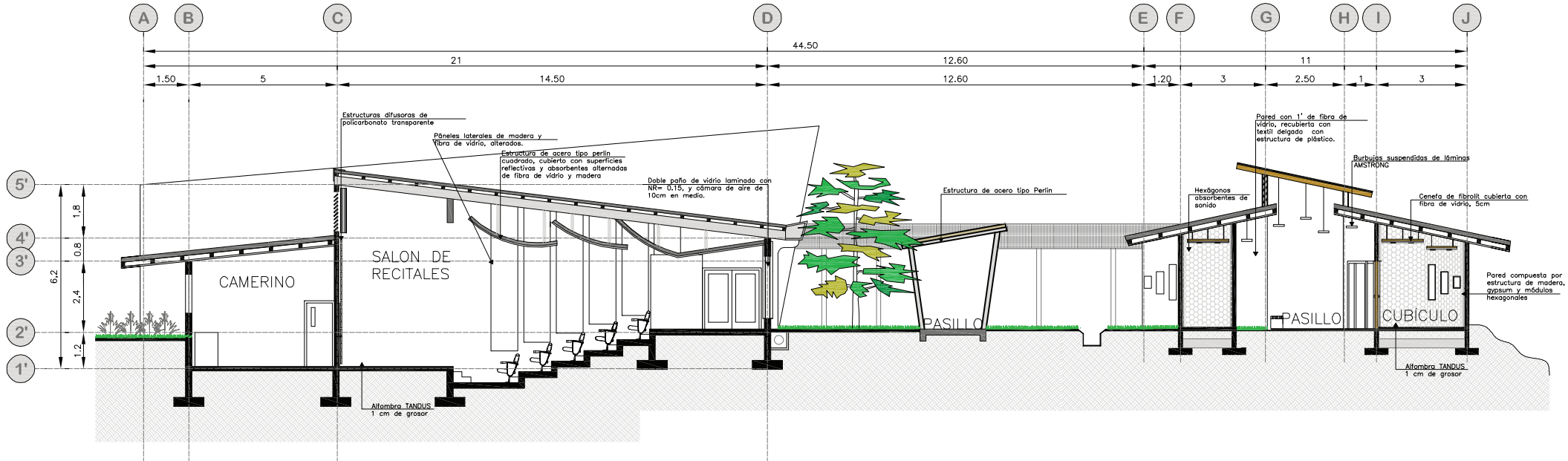


F 6.9 Elevación sur del proyecto, con su división de niveles.

La figura F 6.9 representa la elevación sur del proyecto, donde se observa el uso de terrazas, para la división de zonas y la óptima circulación del proyecto.

Corte

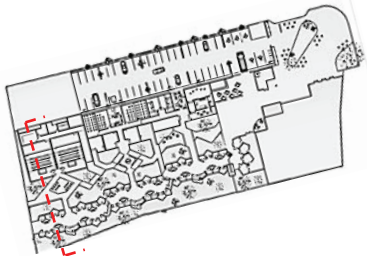
TRANSVERSAL



F 6.10 Corte Transversal del proyecto. Pasa por los salones para recitales y cubículos individuales respectivamente.

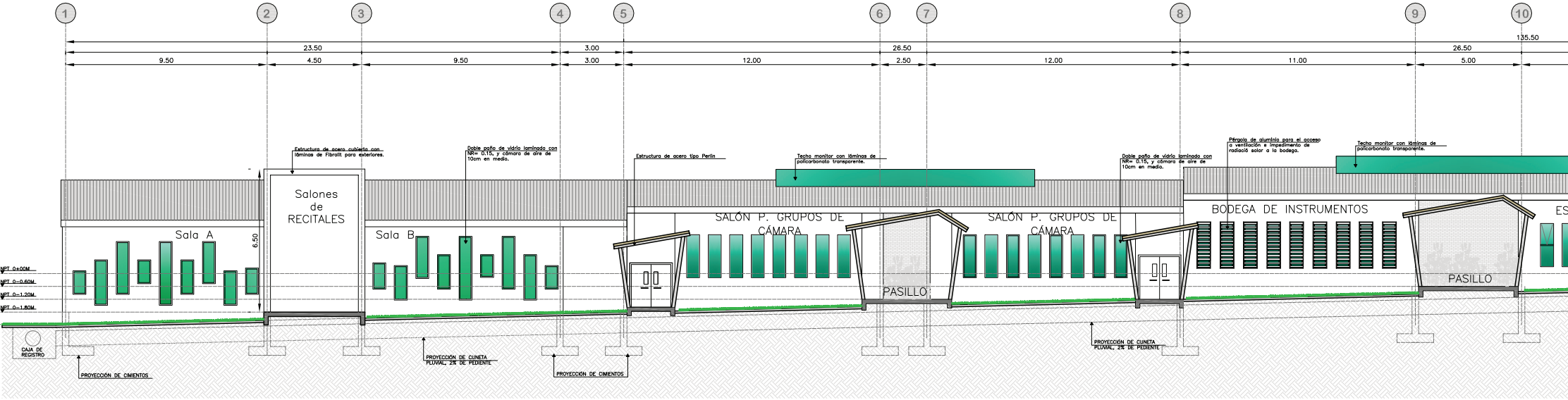
CORTE TRANSVERSAL

Escala 1:300



Fachada

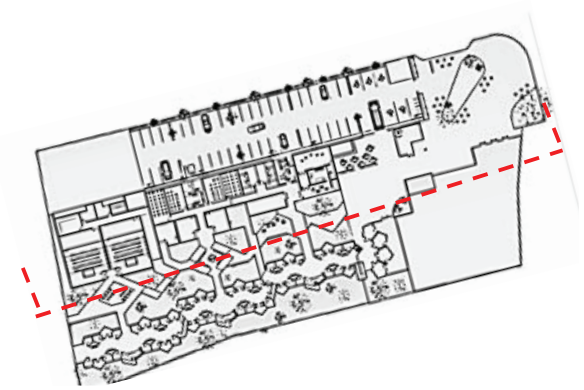
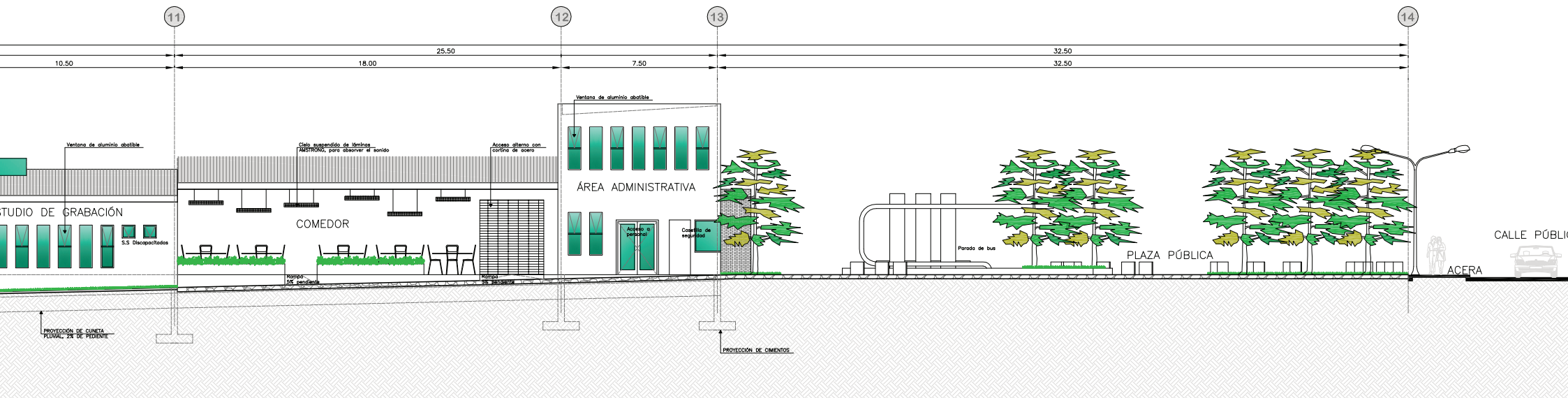
LONGITUDINAL



CORTE LOGITUDINA

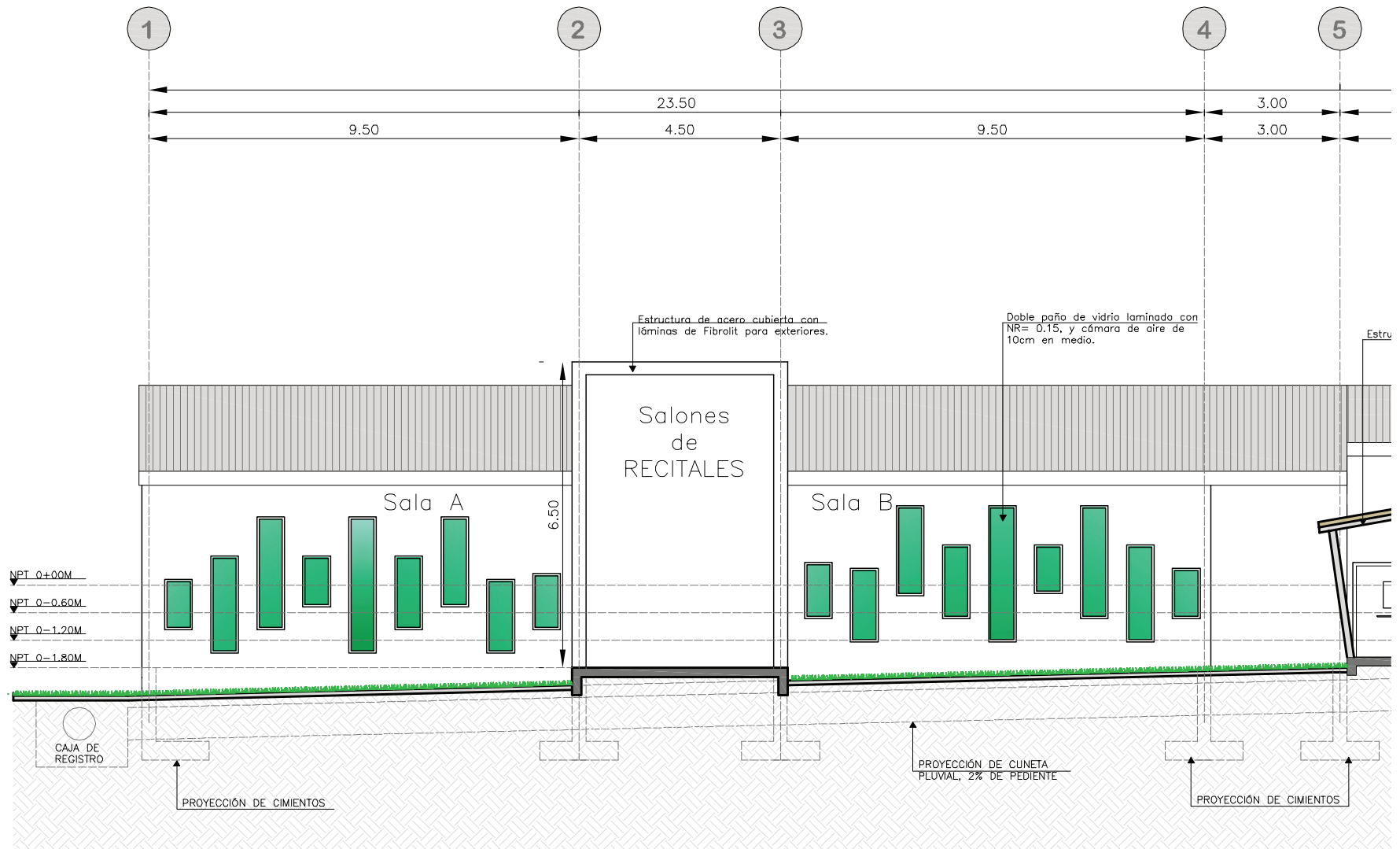
Escala 1:300
FACHADA INTERNA NORTE

F 6.11 Fachada Longitudinal del proyecto



Fachada

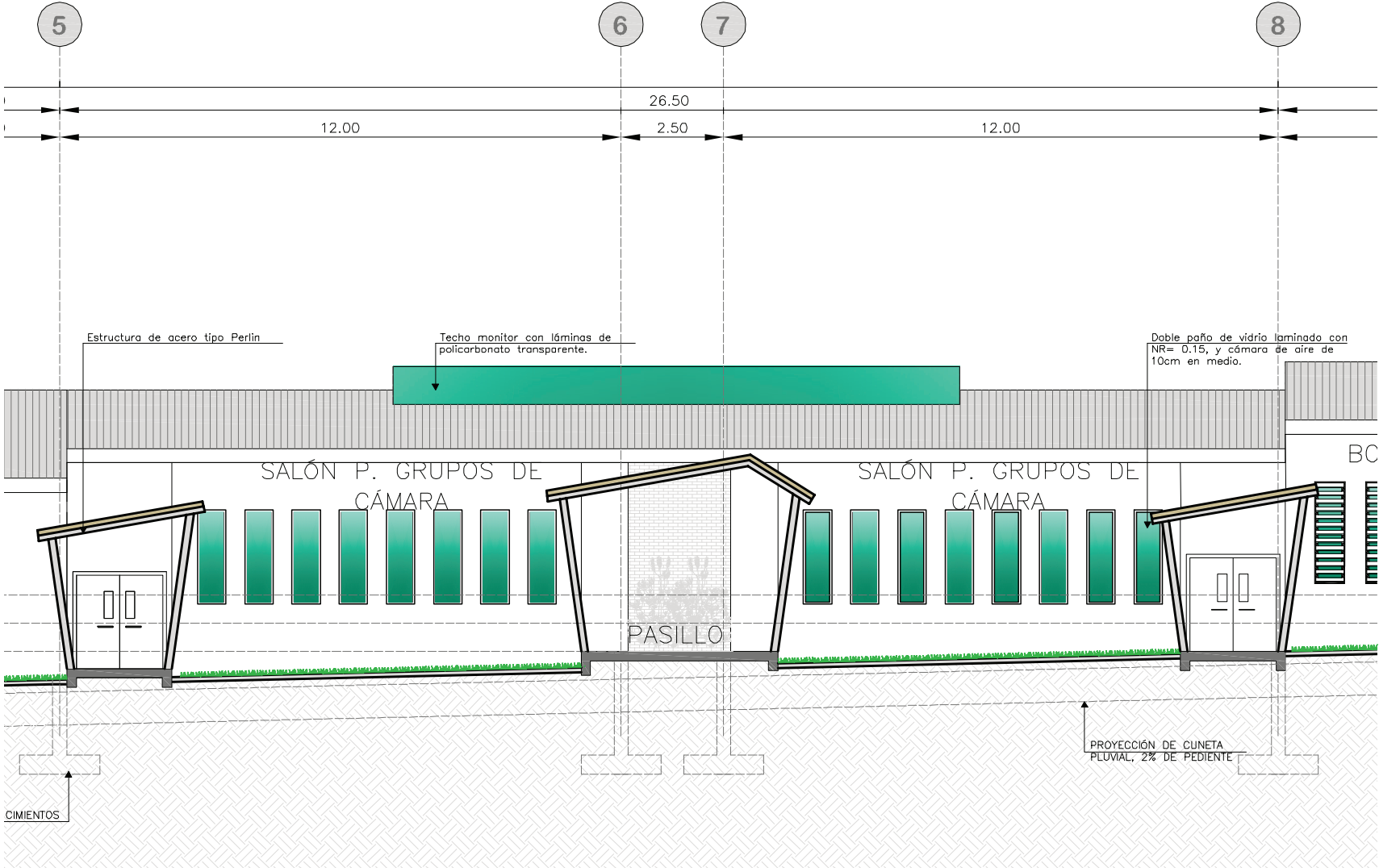
LONGITUDINAL



F 6.12 Fachada Longitudinal del proyecto. PRIMER NIVEL

Fachada

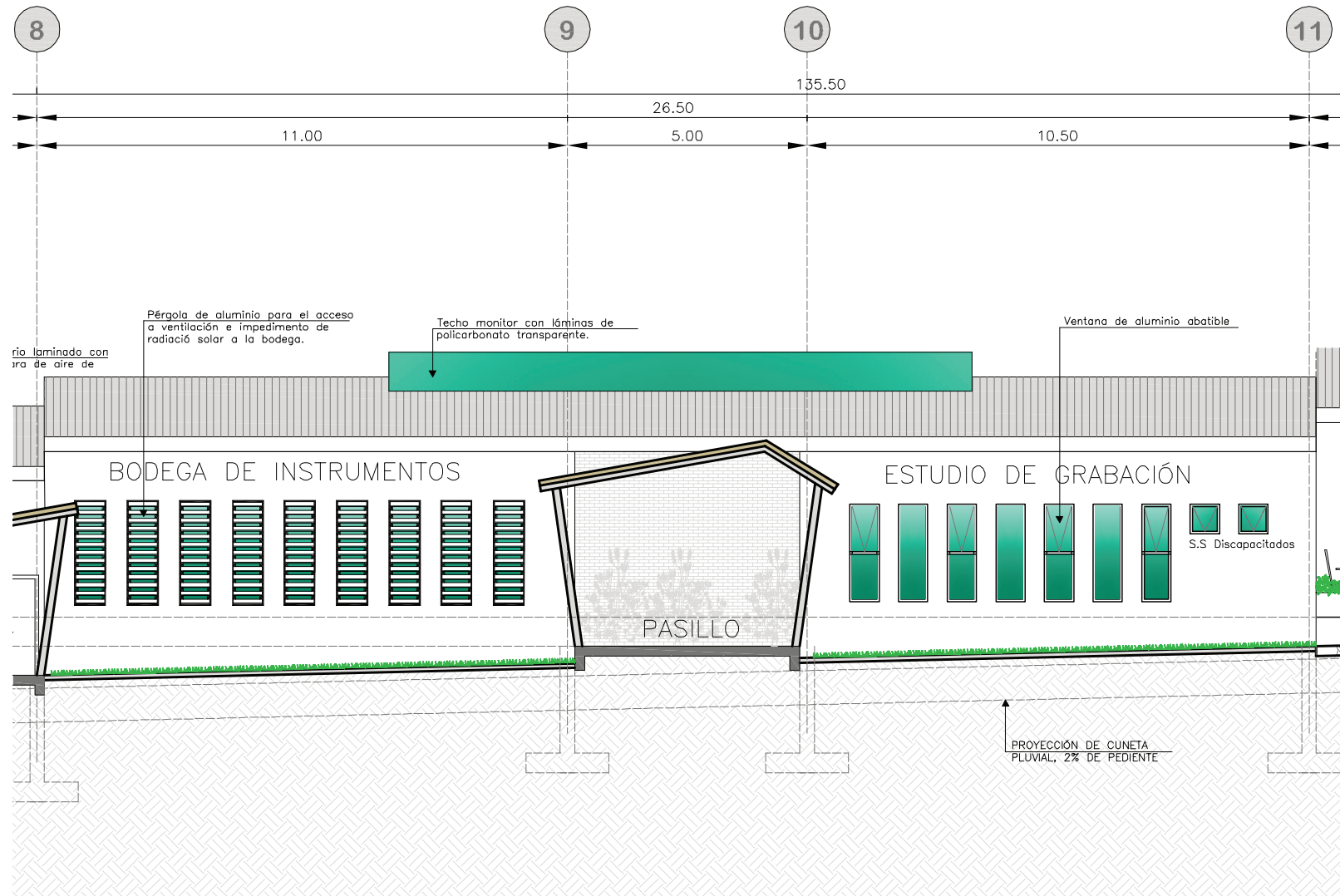
LONGITUDINAL



F 6.13 Fachada Longitudinal del proyecto. SEGUNDO NIVEL

Fachada

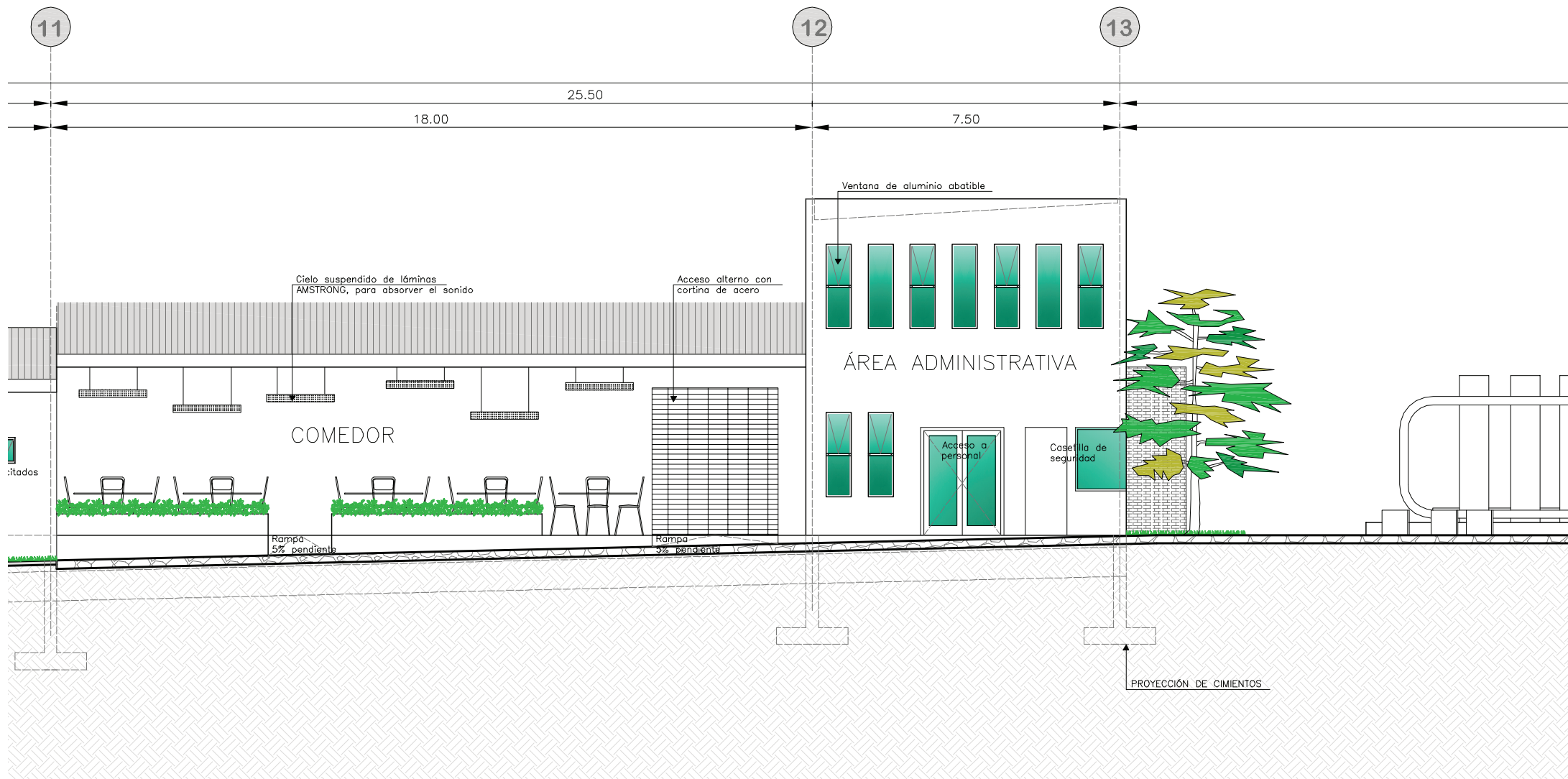
LONGITUDINAL



F 6.14 Fachada Longitudinal del proyecto.TERCER NIVEL

Fachada

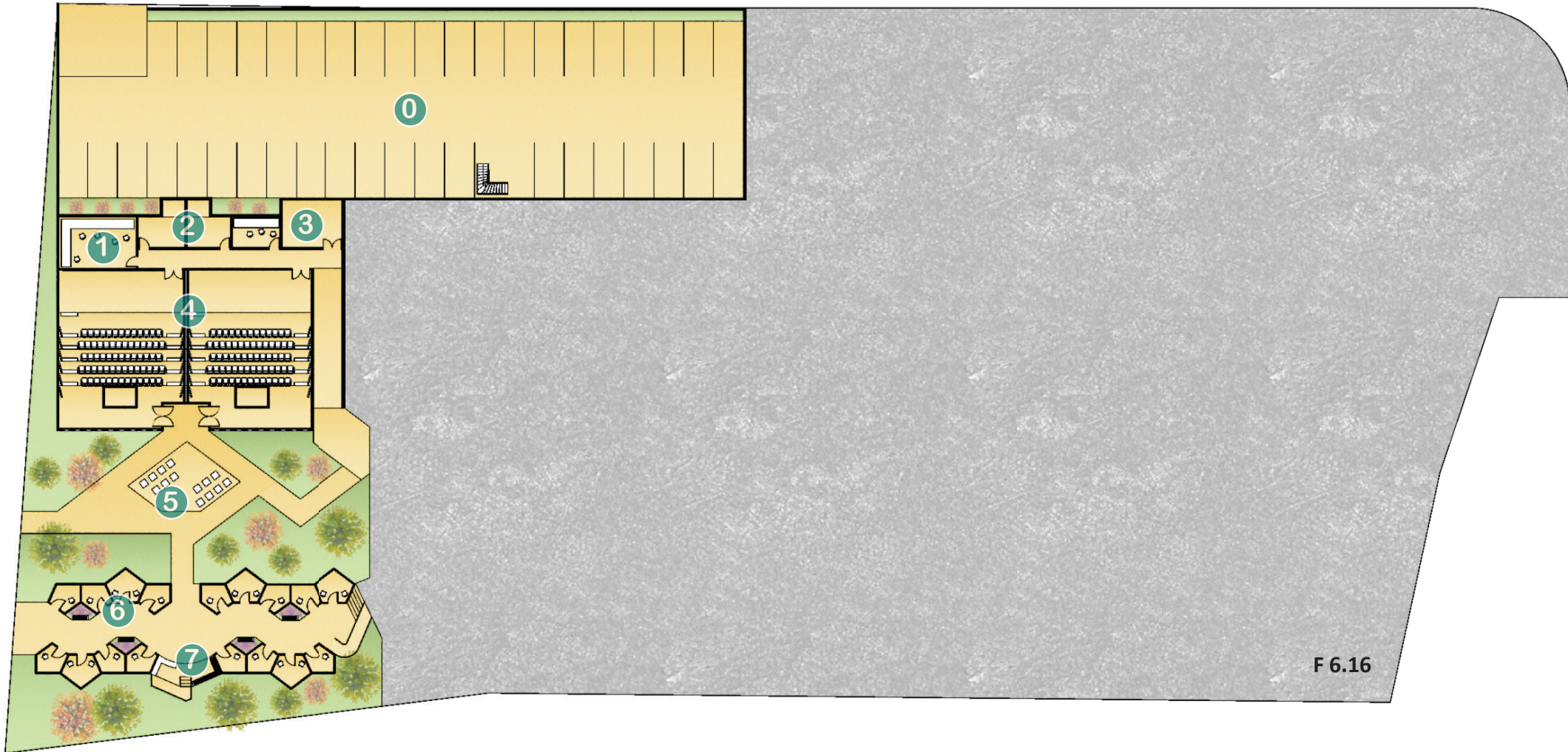
LONGITUDINAL



F 6.15 Fachada Longitudinal del proyecto. CUARTO NIVEL

PRIMER

Nivel



F 6.16

0 Parque inferior

2 Núcleo de Baños

4 Salones de recitales

6 Cubículos individuales
para cuerdas

1 Camerinos

3 Bodega de salones

5 Terraza para estar

7 Terraza para estar

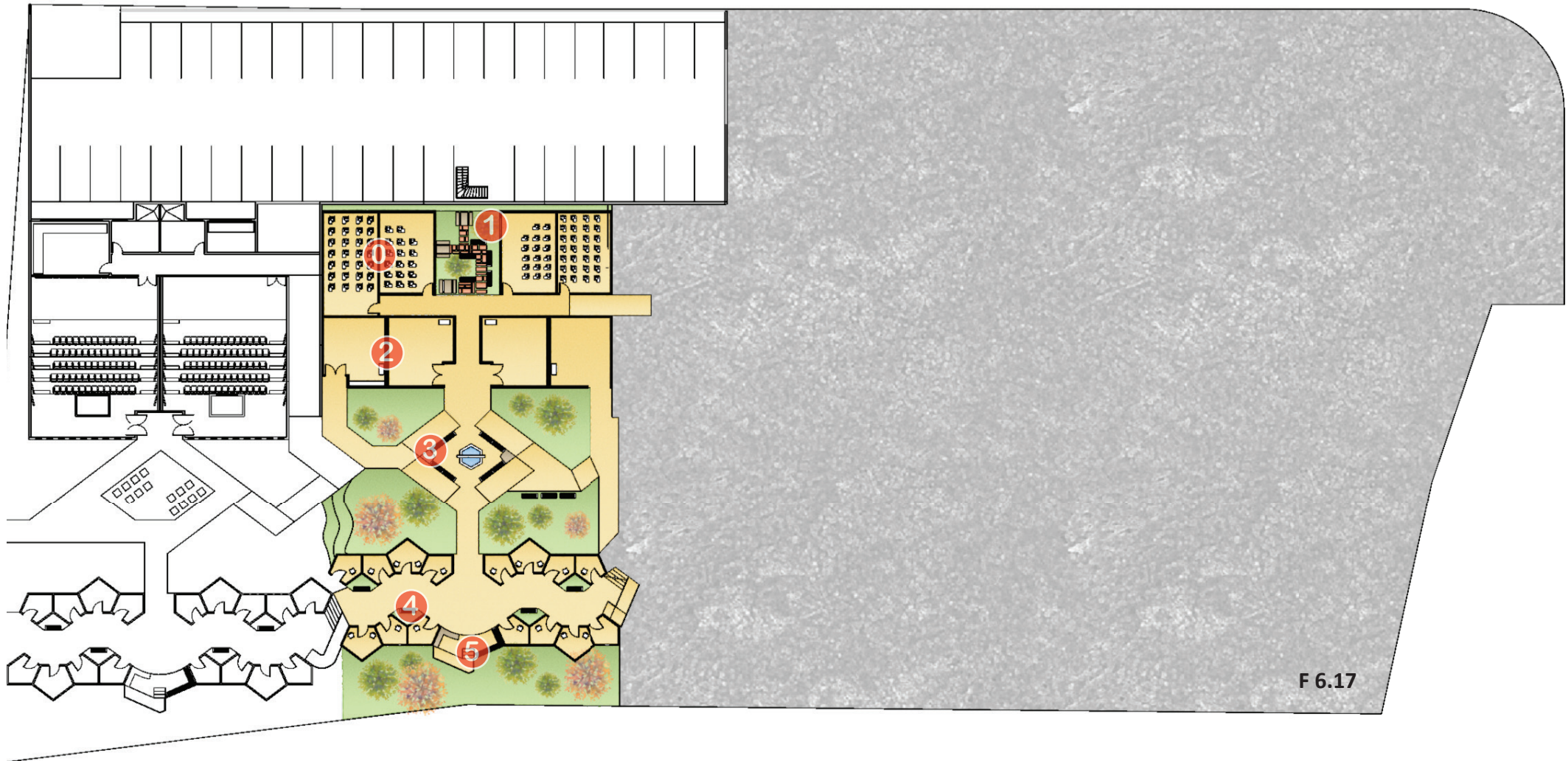
Planta Arquitectónica

Primer Nivel

Escala 1:600

NPT: 0+000m

SEGUNDO Nivel



F 6.17

Planta Arquitectónica

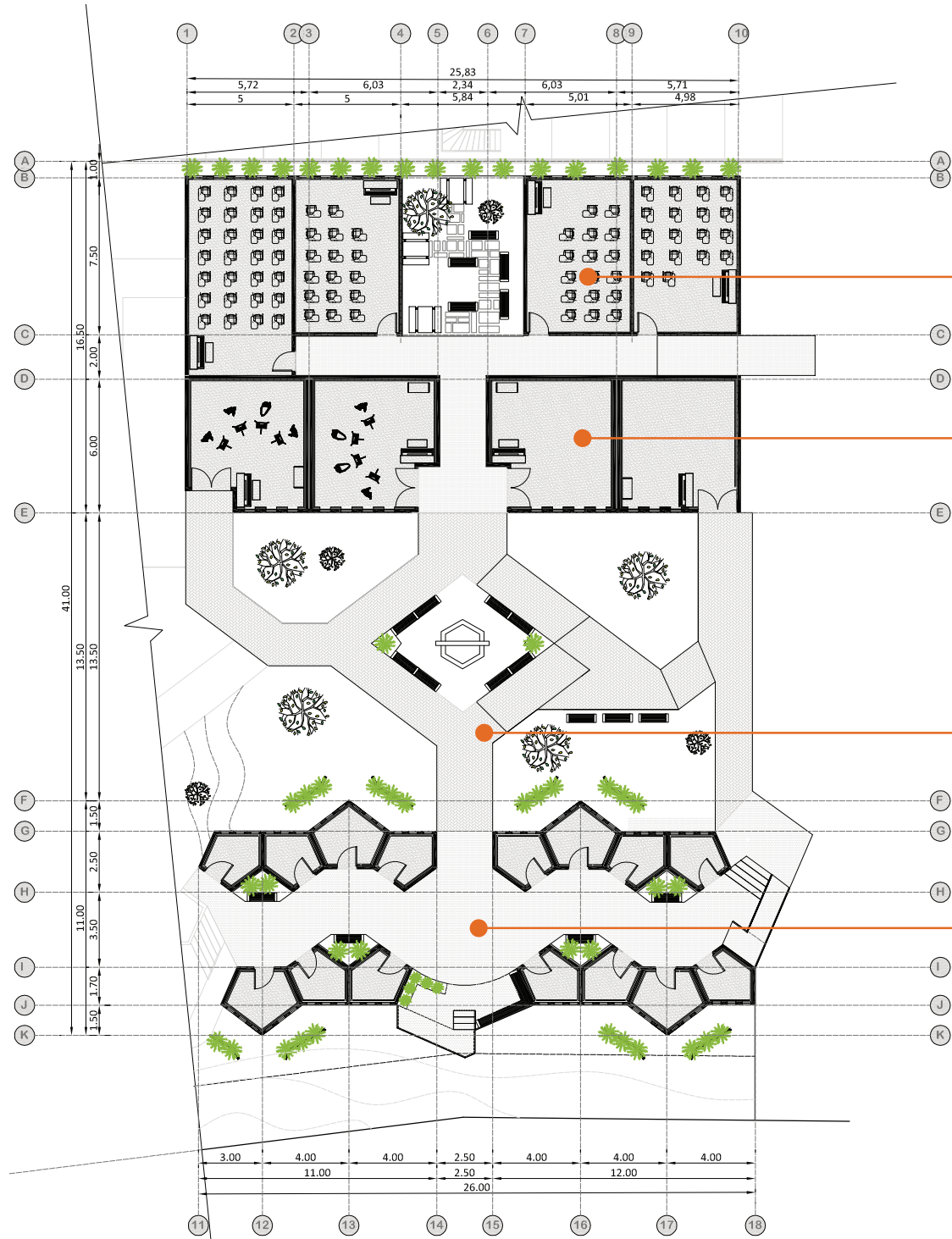
Segundo Nivel

Escala 1:600

NPT:0+0.80m

- | | | |
|----------------------|---------------------------------|--|
| 0 Aulas teóricas | 2 Salones para grupos de cámara | 4 Cubículos individuales para vientos-madera |
| 1 Terraza para estar | 3 Fuente de agua | 5 Terraza para estar |

SEGUNDO Nivel



Aulas teóricas

Salones p. Grupos de cámara

Pasillo central

Cubículos individuales
Bloque B

Planta Arquitectónica

Segundo Nivel

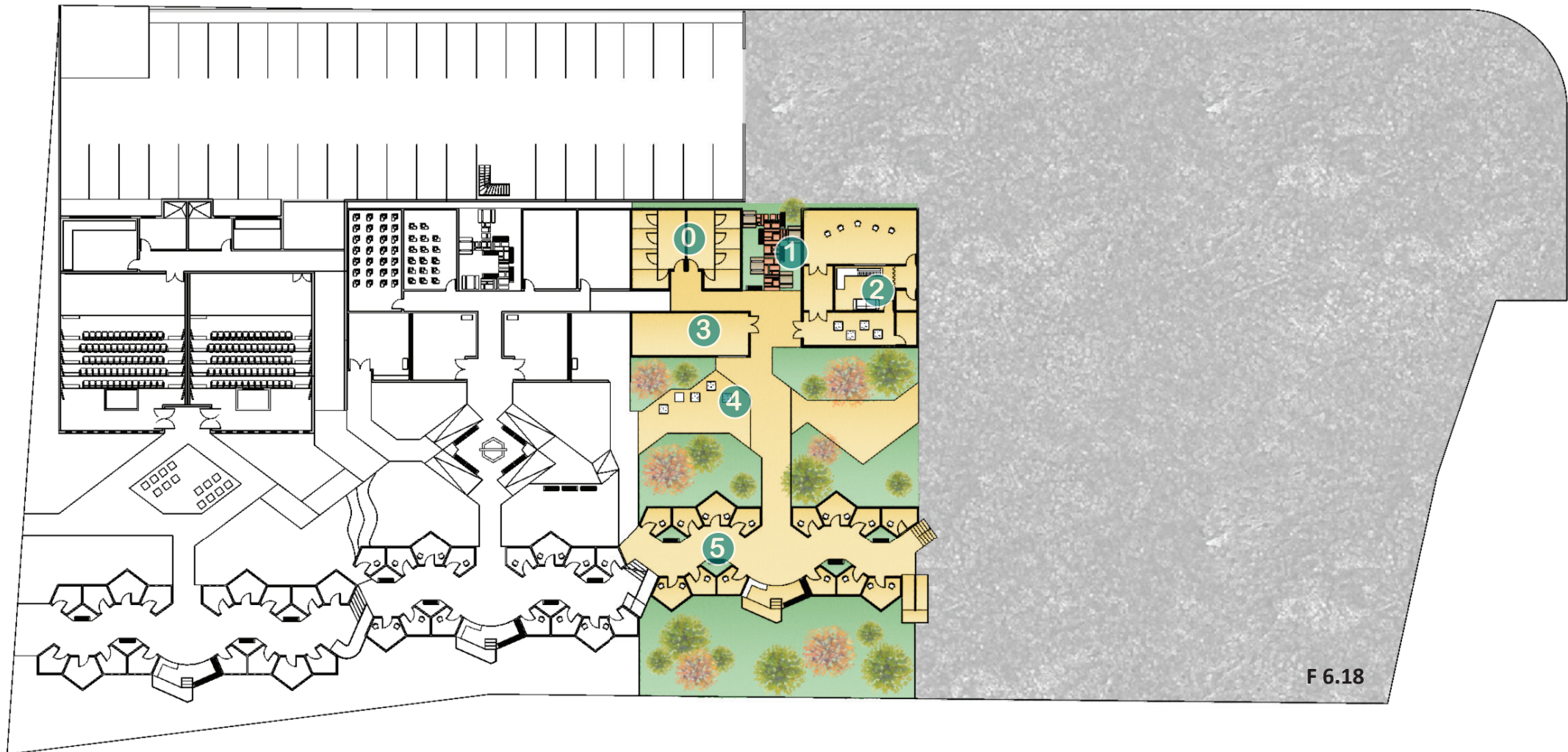
Escala 1:300

NPT:0+0.80m

- PISOS**
-  Cemento compactado
 -  Alfombra Amstrong
 -  Adoquines
 -  Azulejo

TERCER

Nivel



- 0 Núcleo de Baños
- 1 Terraza para estar
- 2 Estudio de grabación
- 3 Bodega de instrumentos
- 4 Terraza para estar
- 5 Cubículos individuales para vientos-metal

Planta Arquitectónica

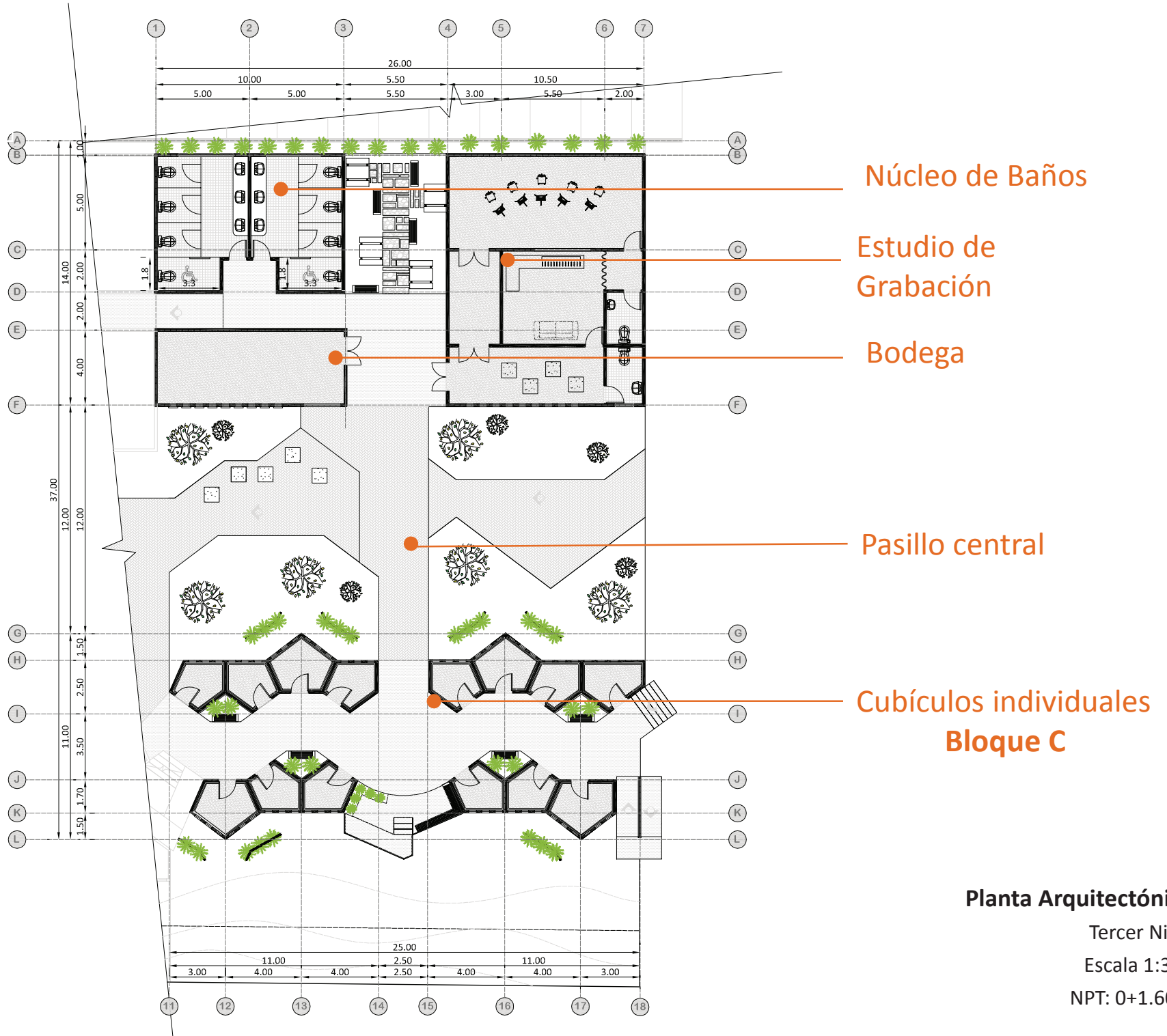
Tercer Nivel

Escala 1:600

NPT: 0+1.60m

TERCER Nivel

Nivel



Planta Arquitectónica

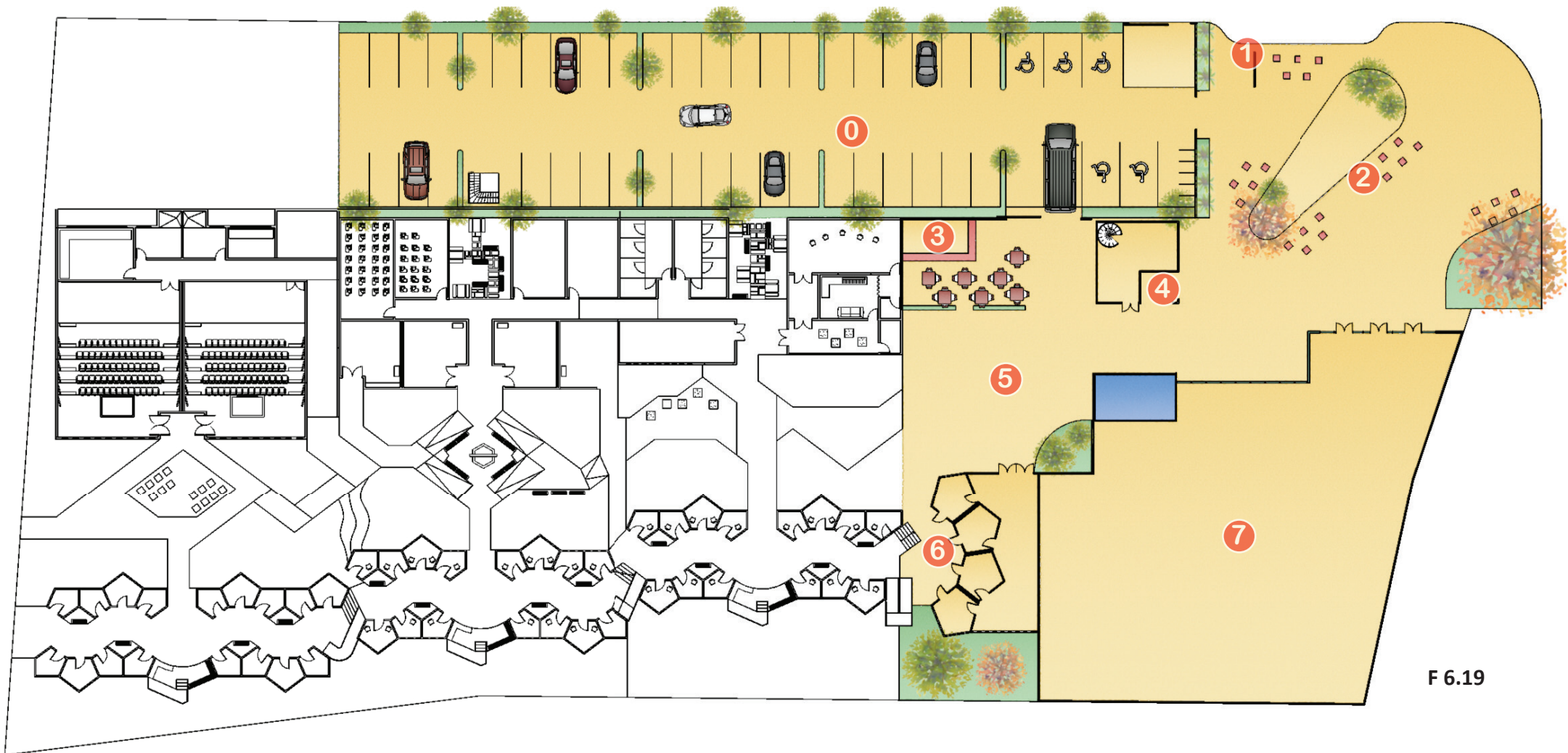
Tercer Nivel

Escala 1:300

NPT: 0+1.60m

CUARTO

Nivel



F 6.19

Planta Arquitectónica

Cuarto Nivel

Escala 1:600

NPT:0+2.40m

0 Parqueo superior

2 Plaza pública

4 Área administrativa y seguridad

6 Cubículos individuales para percusión

1 Parada de bus

3 Comedor

5 Plaza principal

7 Auditorio

CUARTO Nivel



F 6.20

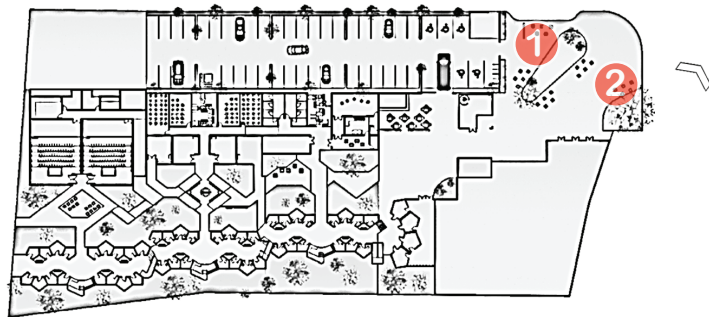
PARADA DE BUSES



6.5.1

Espacios

EXTERNOS



La propuesta de los espacios externos en el proyecto, pretende crear espacios flexibles y abiertos, los cuales puedan servir para diferentes actividades, según sea la ocasión o el momento ideal. Al ser un centro de música, los estudiantes necesitan tener la libertad de expresar su talento en cualquier lugar, sin tener limitaciones de seguridad, confort ambiental o falta de espacio; es por eso, que a lo largo de todo el proyecto, se encuentran diferentes tipos de espacios bajo techo y al aire libre, para satisfacer las necesidades de los usuarios, además de crear espacios para ocio y recreación social en los tiempos de descanso.

ACCESO PRINCIPAL

El sitio queda ubicado en la esquina de una cuadra, por lo que la perspectiva para el proyecto es muy amplia, dándole predominio en la zona. El proyecto presenta en su entrada principal, la edificación de mayor volumen: el auditorio (F6.20, F6.21) En ella, tanto estudiantes como público en general podrán ser parte de los conciertos presentados por las dife-

rentes agrupaciones del Centro Nacional de Música. Frente al mismo, se encuentra una plaza pública, la cual es el vestíbulo al proyecto del Instituto Nacional de Música. En ella, se encuentra vario mobiliario y vegetación para el confort de sus usuarios. En el centro de la misma, se encuentra un desnivel en forma de gota, el cual se pretende que funcione como espacio para conciertos y actividades al aire libre, los cuales se celebran durante el año en el Instituto, tales como la semana de la música, el aniversario del INM, festivales musicales, entre otros. En el lado norte del proyecto, se diseñó una parada para transporte público (F6.20), la cual la integra al proyecto, dándole seguridad y belleza visual al espacio.



F 6.22

PASILLOS



F 6.23

ÁREA DE DESCANSO

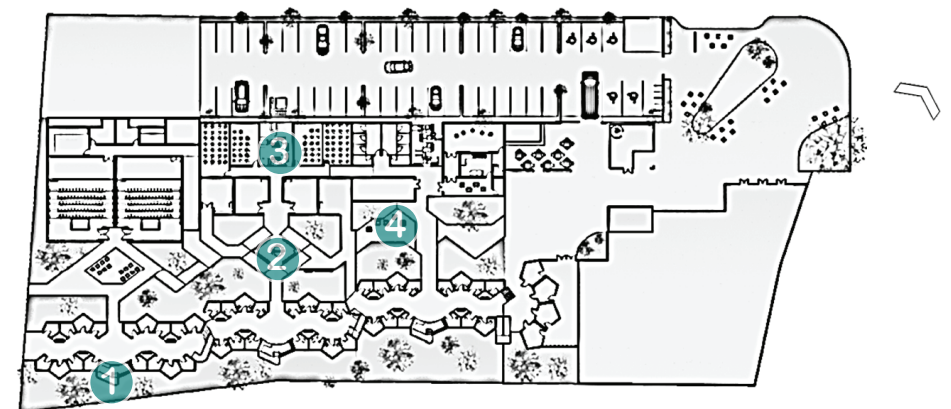


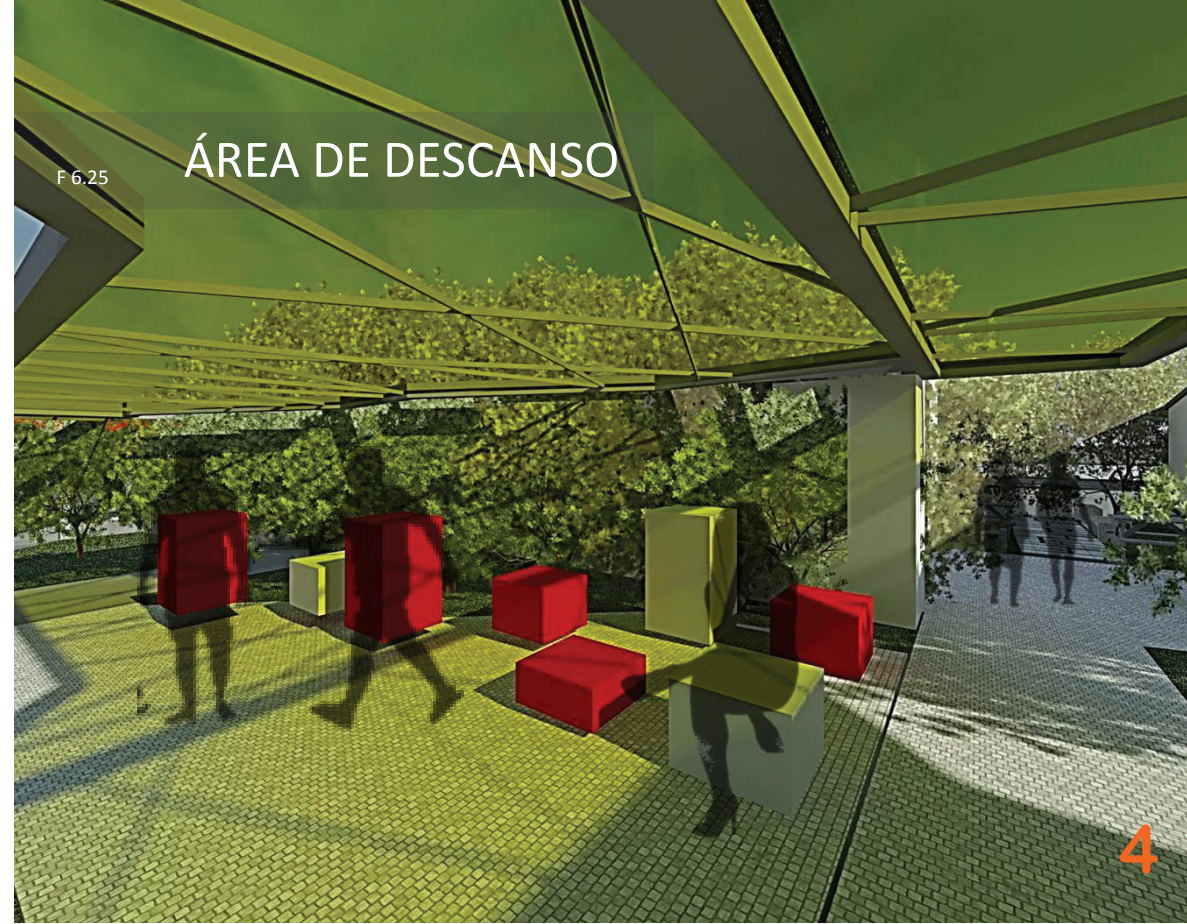
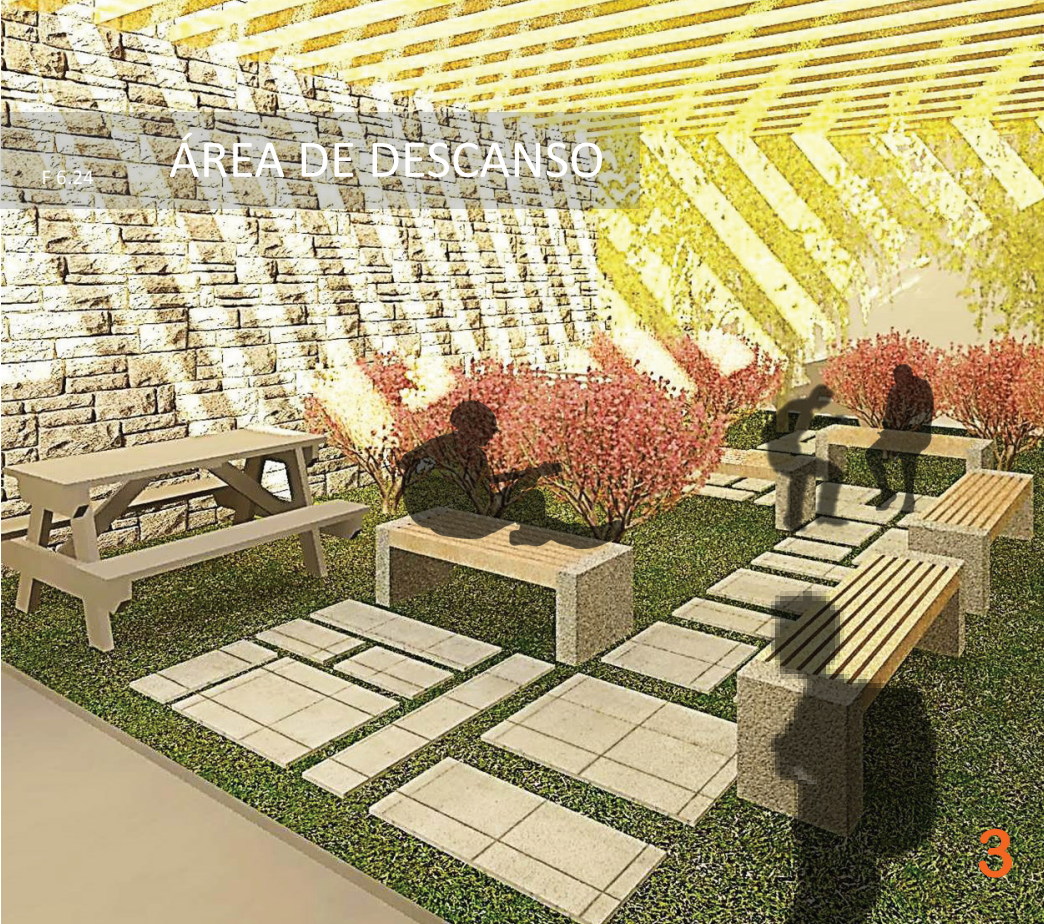
6.5.2 Espacios

INTERNOS - ABIERTOS

Estos espacios se encuentran dentro de las instalaciones del Instituto Nacional de Música, y son de uso exclusivo para los estudiantes universitarios y profesores del mismo. Su intención, pretende crear espacios con diferentes ambientes, pero siempre rodeados de naturaleza y fresca natural, con el fin de que sus usuarios encuentren ambientes confortables para estar y descansar. La figura F 6.23 es una de las 3 terrazas ubicada en el bloque de cubículos individuales. Su intención es darle a los estudiantes un espacio para

para su clase individual. Con ello, se evita la estadía de los estudiantes en los pasillos, y se obtienen espacios acorde a sus necesidades de espera. Las figuras F6.22 y F6.25 son espacios ubicados a lo largo del pasillo central que recorre el proyecto. Estos espacios cuentan con espejos de agua, vidrios de colores, y cubos de concreto, que le aportan dinamismo al entorno. Este tipo de espacios es más para la interacción social y la intervención espontánea e improvisada de los músicos. Con ello, el ambiente del INM, está rodeado no solo de educación académica convencio-

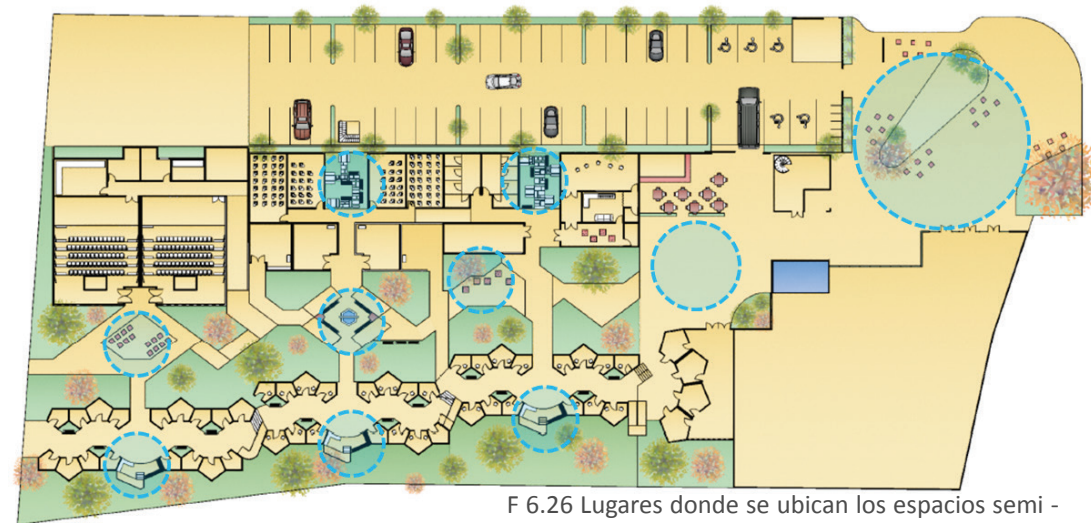




nal, sino también del intercambio de ideas y talento en las afueras de las aulas, ampliando y profesionalizando más y mejor a sus estudiantes.

La figura F.24 es uno de los dos espacios verdes ubicados en el área de aulas grupales, al norte del proyecto. Estos espacios cuentan con asientos y mesas, destinadas a la espera y el estudio libre de los estudiantes, para sus

clases teóricas impartidas por el INM. La figura F6.26 muestra con los círculos celestes, todos los lugares donde se encuentran ubicados este tipo de espacios a lo largo del proyecto. Con esto, se garantiza una buena funcionalidad y orden en los pasillos y salones de clase, así como se crea confort y un ambiente agradable tanto para los estudiantes como para los profesores.



6.5 Espacios

CERRADOS

El diseño interno de los espacios destinados para la educación musical, es la parte más importante de esta investigación. Cada espacio requiere condiciones especiales de forma, uso de materiales y ubicación, necesarias para una óptima sonoridad.

Como se mencionó en capítulos anteriores, el diseño de los espacios internos del INM ha sido dividido en tres categorías principales, con el fin de facilitar el cálculo de sus condiciones especiales. Estos espacios son:

- 1) Espacios con aislamiento acústico .
- 2) Espacios con reflexión - Absorción acústica.
- 3) Espacios sin requerimientos acústicos especiales.

A continuación se hará un análisis teórico y práctico de los espacios 1 Y 2 citados, con el fin de justificar de manera integral el buen diseño y funcionamiento de cada uno de ellos.

1 Espacios con aislamiento acústico

Este tipo de espacios son los más importantes en un centro de música, pues es el lugar donde los estudiantes pasan la mayor parte del tiempo, perfeccionando la sonoridad, musicalidad y caracter de las obras musicales.

Entre los espacios con aislamiento acústico, se encuentran los cubículos individuales, los salones para grupos de cámara y el estudio de grabación.

Estos tres espacios, necesitan como factor principal, obtener un sonido "seco", o más bien, con la menor cantidad de reflexiones sonoras, para poder estudiar con detenimiento las imperfecciones del instrumentista.

El aislamiento acústico que requiere este tipo de espacios, está dividido en dos categorías:

a) AISLAMIENTO DEL RUIDO : Necesitan que el ruido proveniente del exterior, no penetre hacia el interior de los mismos.

b) ACONDICIONAMIENTO DEL SONIDO : Requiere que el sonido emitido en su interior, sea absorbido y controlado por las superficies que lo encierran.

Para esta investigación, se analizaron las dos categorías por aparte, con el fin de obtener un mayor confort acústico en su interior.

a) AISLAMIENTO DEL RUIDO :

Es común que en los centros educativos se generen una gran cantidad de ruido, provenientes principalmente del alumnado y de las actividades académicas. Ahora bien, esta norma se duplica, cuando se habla de un centro para la educación musical. Ésto ocurre pues los instrumentos musicales emiten un mayor grado de decibeles que la voz humana, incrementando el nivel general del ruido. Esta condición se vuelve en un problema muy importante de conside-

rar, al diseñar espacios con requerimientos de aislamiento acústico, pues se debe evitar lo inevitable: la inmersión del ruido a los espacios . Sin embargo, es casi imposible, y muy costoso, poder diseñar un espacio 100% aislado de su entorno. No entanto, hay parámetros ya establecidos de porcentajes de tolerancia requeridos para los diferentes espacios, dependiendo principalmente de su actividad. Para ello, se utiliza el NC (Noise Criteria) recomendado para cada espacio. Al tener claro el NC necesario, y con ayuda de la curva de NC ya estipulada mundialmente, se calcula el TL (Transmission loss) que se obtiene de unas tablas, donde se estudia el aislamiento que impide la transmisión del sonido a través de una superficie y/o material. Estos valores se dan a las frecuencias estándares del estudio acústico de 125 Hz, 250 Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz y 4000Hz. El desempeño del aislamiento provisto por una partición se establece por una cantidad llamada la STC (Sound Transmission Class) de la partición. Entre mayor sea STC, mejor el aislamiento.

El valor de STC es la TL proyectado a 500 Hz. Al tener el valor del STC requerido, se buscan en tablas estándares (Ver tabla TA2 de anexo) los materiales que cumplan con ese número, y de esa manera se garantiza un buen manejo del ruido externo.

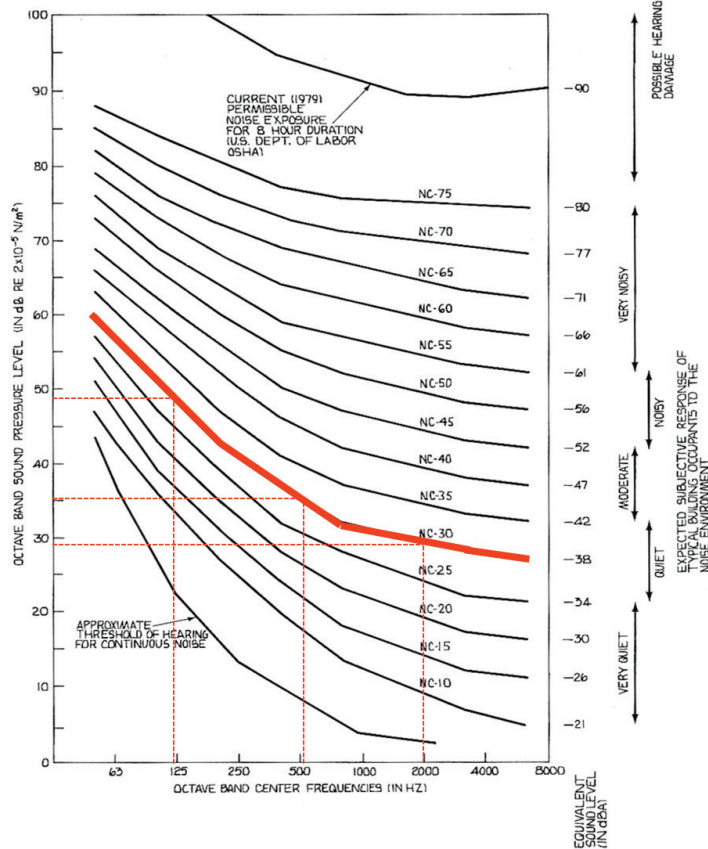
CÁLCULO

El libro Architectural acoustics

(Egan, 2007). (Ver tabla TA3 de anexo) expone una tabla donde recomienda para espacios como aulas para estudio de música y estudios de grabación, un NC < 30 . El gráfico G6.1 muestra las diferentes curvas del NC, .Se resalta la del NC=30 para el análisis de este caso. Los dB relacionados en las diferentes frecuencias están dados por la misma. En este caso, sobresalen tres fre-

cuencias: 125 Hz, 500 Hz y 2000 Hz. La tabla T6.1 Muestra en el cuarto emisor, los decibeles emitidos por un cuarto de música, haciendo un promedio de los instrumentos extremos (graves y agudos). En el cuarto receptor se encuentra el NC máximo permitido, haciendo la suposición que no hay ruido en ese lado. Los valores de la tabla del Receptor, son los obtenidos en la

gráfica G6.1, gracias a la curva. Finalmente se obtienen los TL ideales para las diferentes frecuencias. El valor de STC es la TL proyectado a 500 Hz, por lo tanto, el STC ideal es de 61 dB. Éste es un valor bastante alto, por lo que un solo material no es capaz de retener . Por lo tanto, es necesario utilizar paredes compuestas.



G 6.1 Curvas de NC (Noise Criteria). En la gráfica se resalta el NC=30 y sus dB relacionados para el análisis del caso.

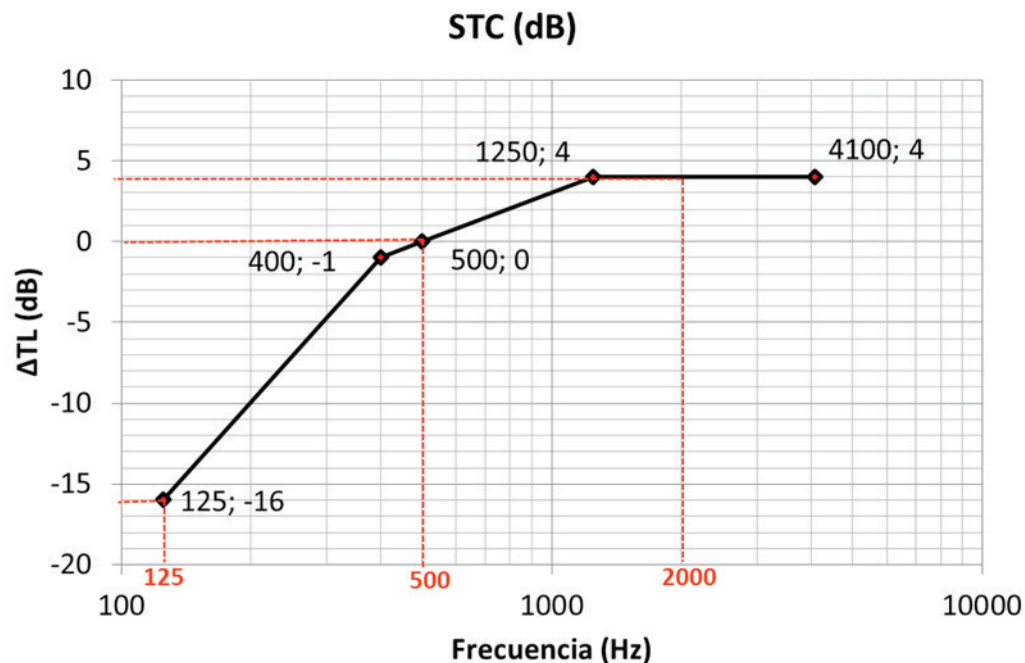
Emisor: Cuarto de música		PARED	Receptor. NC = 30	
Frecuencia (Hz)	L emisor (dB)		Frecuencia (Hz)	L receptor (dB)
125	94		125	48
500	96		500	35
2000	91		2000	29

La pared debe tener las siguientes pérdidas de transmisión (TL)

$$TL = L_{emisor} - L_{receptor}$$

F (Hz)	TL pared
125	46 dB
500	61 dB
2000	62 dB

T 6.2 Relación de dB del emisor hacia el receptor, obteniendo TL's ideales para las diferentes frecuencias .



G.6.2 Gráfica de STC (Sound Transmission Class).

El gráfico G.6.2 muestra el comportamiento de la curva de STC en las diferentes frecuencias. Basándose que el STC para este caso es de 61, al hacer el análisis con las otras dos frecuencias en estudio, se ve un cambio en el TL de 16 dB para 125 Hz, y 4 dB para 2000 Hz. Al relacionarlo con los valores de TL obtenidos en la tabla T6.1, se concluye que estos valores sobrepasan el valor mínimo esperado de STC, lo cual garantiza un aislamiento óptimo. La tabla de materiales de construcción y sus STC relacionados (ver tabla

TA2 de anexo) recomienda, el uso de mampostería de 12 cm, una cámara de aire de 4 cm, y fibra de vidrio de 5cm, para obtener un STC de 61.

b) ABSORCIÓN DEL SONIDO

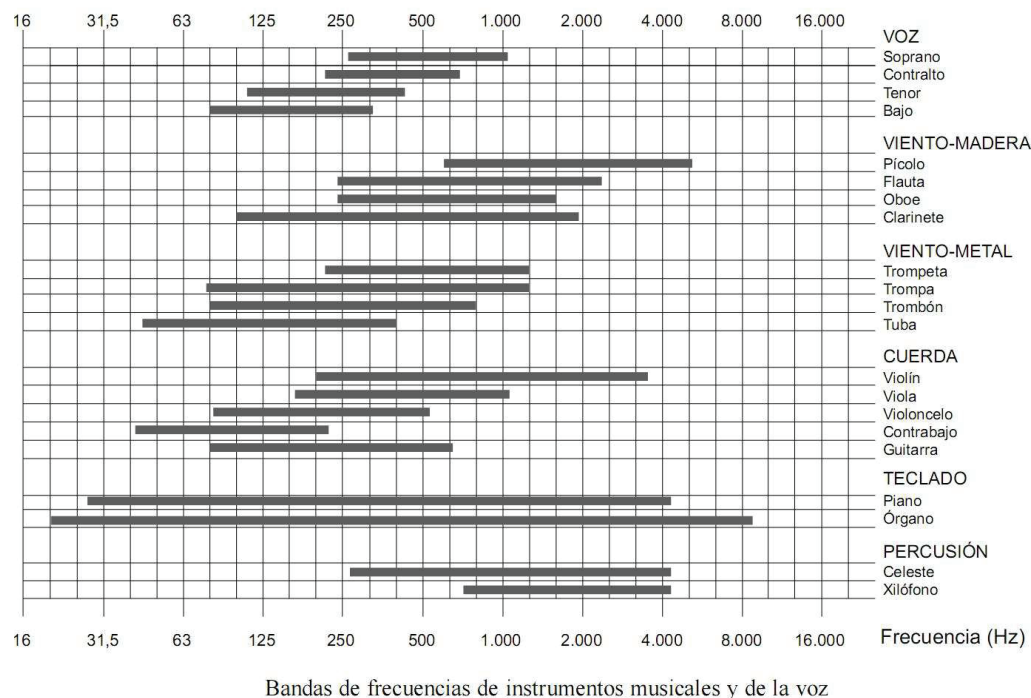
Habiendo solucionado el control externo del ruido, es necesario solventar las necesidades internas.

Los instrumentos musicales presentan una amplia banda de frecuencias (G.6.3), relacionada directamente con el registro del instrumento.

El órgano es el instrumento con mayor banda de frecuencia. La gráfica G.6.3 demuestra como abarca frecuencias desde 20 hasta 8000 Hz. Esta amplitud de banda, complica la situación, cuando es necesario controlar el sonido, pues se necesitan condiciones específicas de materiales que logren absorber las ondas sonoras en las diferentes frecuencias. Sin embargo, para ello se ha creado el NRC (Noise reduction coefficient). Este valor, representa el porcentaje de absorción de los mate-

riales, siendo 1, la absorción absoluta.

El libro Architectural acoustics (Egan, 2007). (Ver tabla TA1 de anexo) presenta una tabla con los NRC de diferentes materiales de construcción, los cuales han sido implementados para el diseño de los espacios. A mayor sea el coeficiente de absorción, mejores son las condiciones acústicas de estos espacios. Por lo tanto, se toma como regla, utilizar materiales con un equilibrio entre costo y NRC alto, para satisfacer las necesidades



G.6.3 Bandas de frecuencias de instrumentos musicales.

Cubículos

INDIVIDUALES

Como se mencionó en el marco teórico, los instrumentos se dividen en categorías o familias:

Instrumentos de cuerda

Instrumentos de viento-madera

Instrumentos de viento-metal

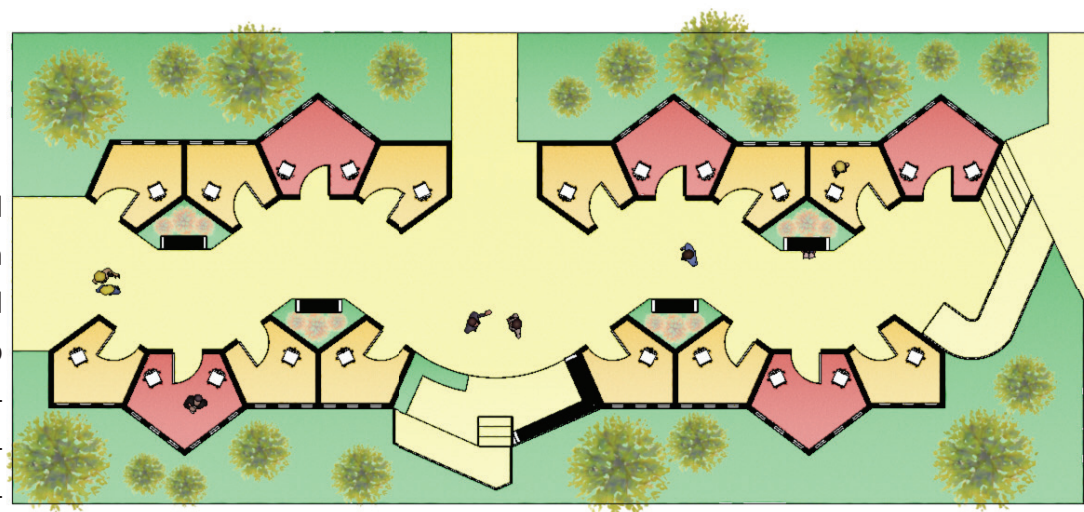
Instrumentos de percusión


En el proyecto, cada familia tiene un bloque de cubículos individuales, organizado por niveles, según se mencionó al inicio del capítulo. La figura F 6.28 muestra un ejemplo de un bloque de cubículos, ubicado en el primer nivel del proyecto. Cada bloque posee 17 cubículos, divididos en 2 categorías: cubículos A, destinado a las clases individuales con el profesor, y cubículos B, para el estudio individual de los estudiantes con su instrumento. Esos bloques están rodeados de un “colchón vegetal” de aproximadamente 5 metros de longitud. Entre las ventajas de esta trama, está la frescura, tran-


quilidad y belleza que se genera en el recorrido, creandose un microclima de confort ambiental. Sin embargo, el segundo propósito es el aislamiento sonoro que tiene esta zona con el resto del proyecto. Es importante recordar que los cubículos individuales requieren de un alto grado de control del sonido, tanto externo como interno. Mediante la implementación del “colchón vegetal” al diseño, se crea una cámara de aire natural, con planos a diferentes ángulos (hojas de los árboles) que crean la dispersión del sonido, favoreciendo el aislamiento acústico.

Otra de las ventajas de esta trama natural, es la disminución del ruido generado por el INM a los vecinos del Barrio el Pilar, ubicados al sur del sitio. Con esta trama, se disminuye la contaminación sónica directa e indirecta a las residencias.

Al observar la figura F6.27, se aprecia que la forma de los cubículos



 **CUBÍCULO A:** Clase individual con el profesor. Área: 7 m²

 **CUBÍCULO B:** Estudio individual del instrumento. Área: 5 m²

F 6.27 Planta de conjunto de cubículos, en un nivel. Zonificación.

es de un pentágono irregular. Esta pauta de diseño obedece a romper con el paralelismo de las paredes, en especial en este tipo de espacios tan pequeños, de tal forma que se evite el efecto de eco palpitante, desarrollado en el marco teórico.

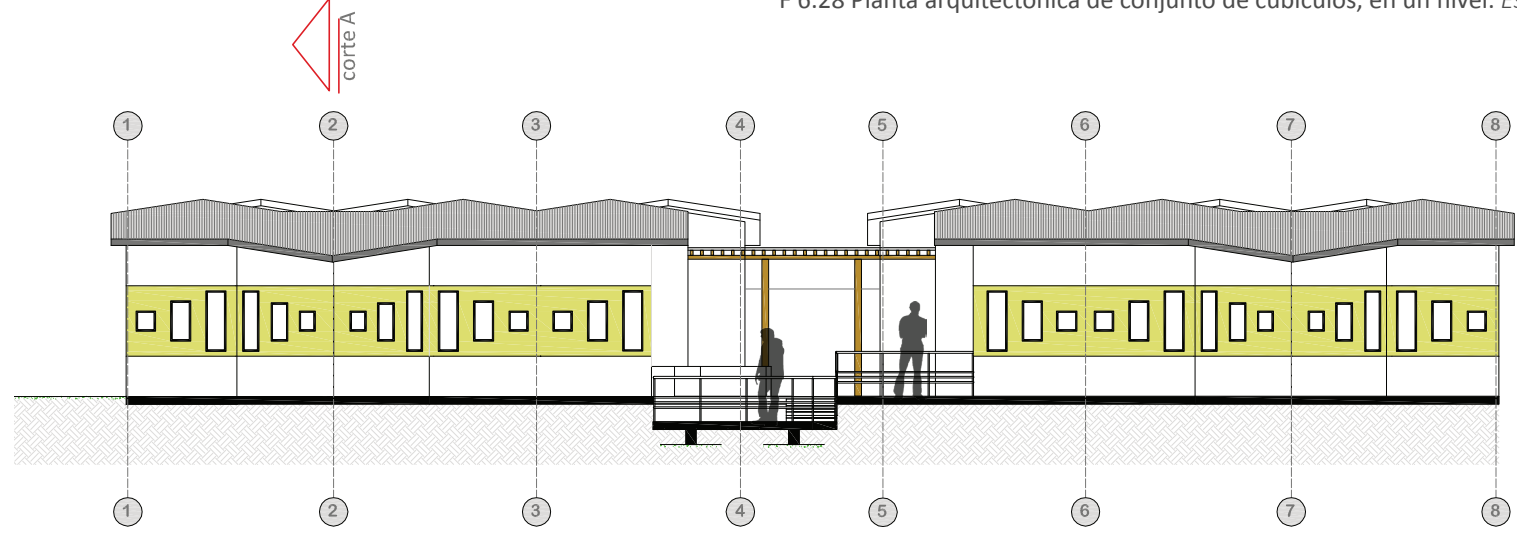
De la misma manera, la figura F 6.30 resalta el juego de niveles diseñados en el cielo raso, impidiendo el mismo efecto, tanto en sentido vertical como horizontal de las ondas sonoras.

HERMETICIDAD DEL ESPACIO

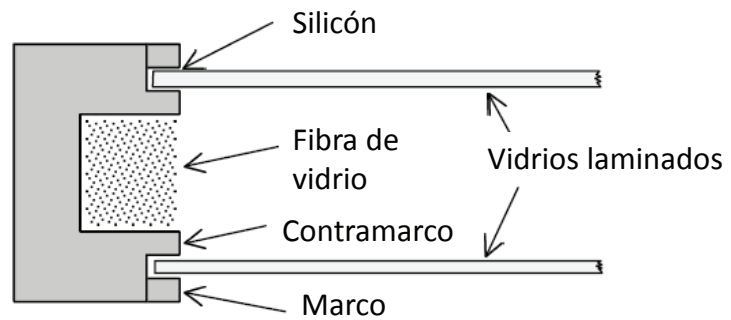
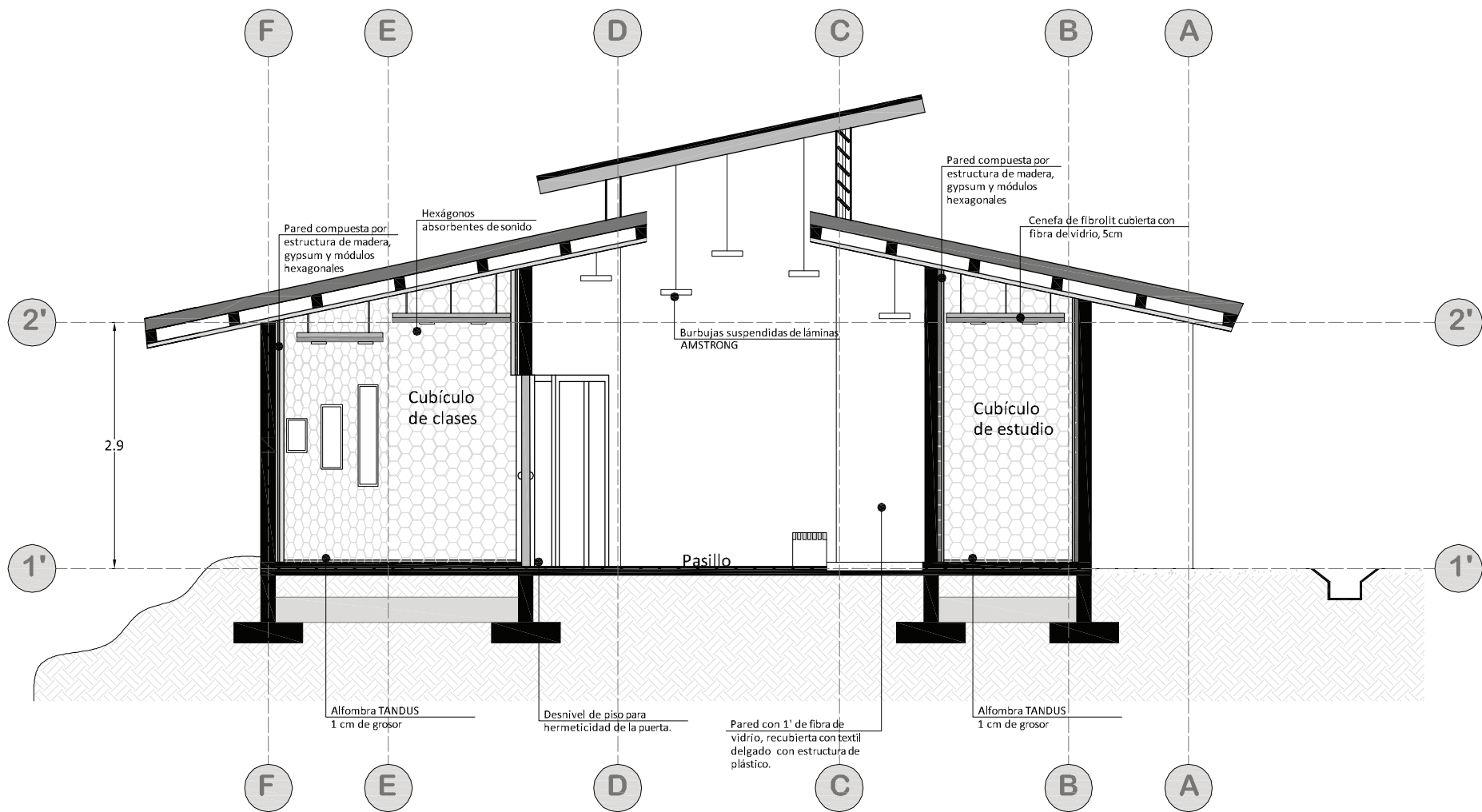
Este tipo de espacios requiere un nivel de hermeticidad muy alto, para evitar la fuga de ondas sonoras. Es por ello, que las aberturas (ventanas y puerta) son los puntos de inflexión del espacio. Para ello, en las ventanas, se utiliza vidrio temperado, recubierto con un marco aislante de corcho, para evitar la vibración del mismo con las ondas de sonido. Con esto se aprovecha la ilumi-

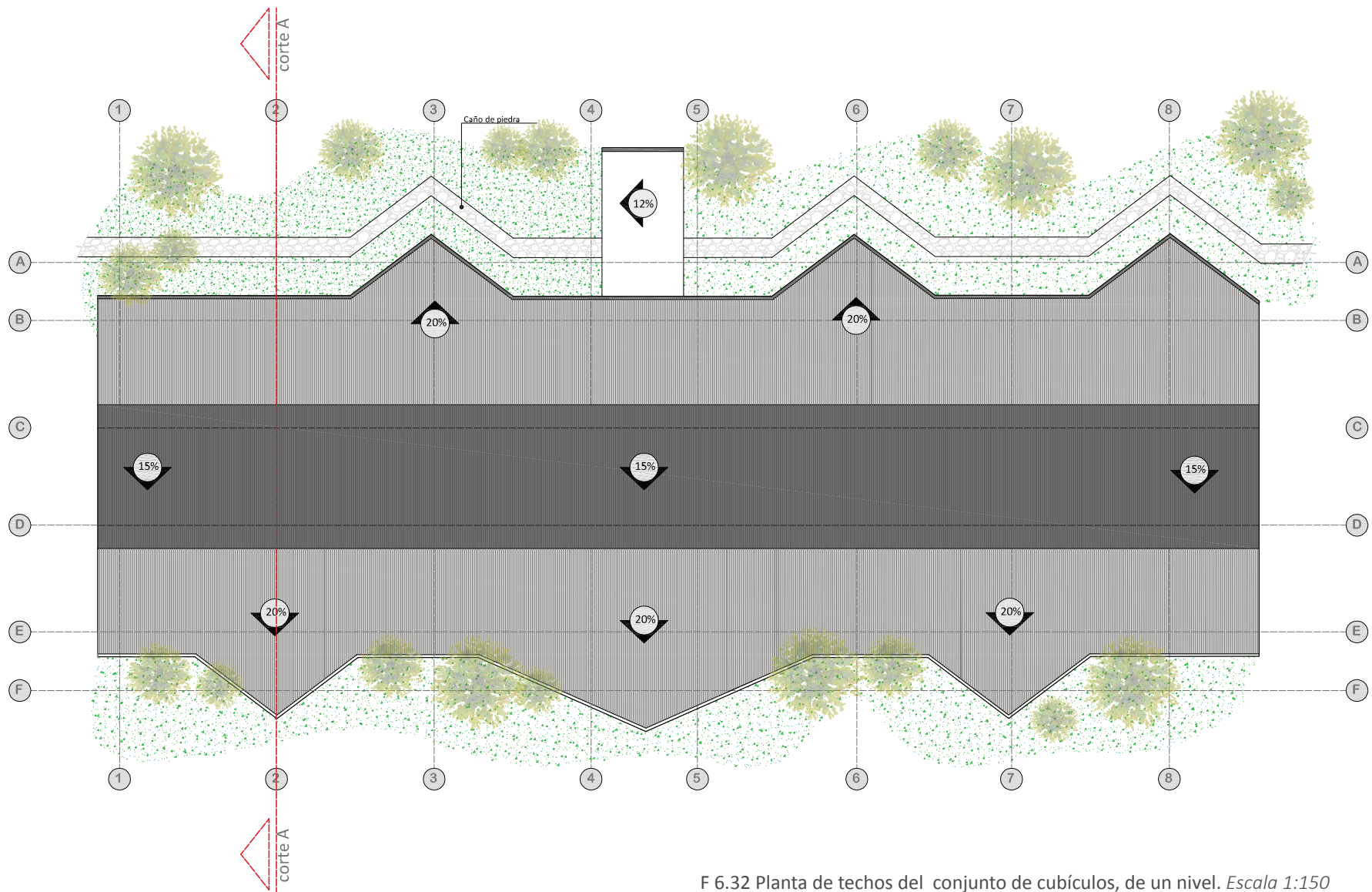


F 6.28 Planta arquitectónica de conjunto de cubículos, en un nivel. Escala 1:150



F 6.29 Fachada sur de conjunto de cubículos, en un nivel. Escala 1:150





F 6.32 Planta de techos del conjunto de cubículos, de un nivel. *Escala 1:150*



CUBÍCULO INDIVIDUAL

F 6.33

nación natural y la visual de la zona, sin afectar el aspecto acústico del espacio. De la misma manera, las puertas utilizadas, son fabricadas especialmente para este tipo de espacios. Estas cuentan con un marco hermético, el cual garantiza el cierre sin fuga del sonido. Además, poseen una ventana la cual favorece con el funcionamiento del mismo, pues se puede saber desde el exterior, si el cubículo está ocupado o no, sin necesidad de interrumpir una clase u hora de estudio.

Al ser un lugar cerrado, es inevitable el uso de aire acondicionado en estos espacios, para garantizar el confort térmico de sus usuarios.

MATERIALES

El uso adecuado de los materiales, es vital para el diseño de estos espacios. La figura F 6.34 muestra un corte de los materiales utilizados en las paredes de los cubículos.

Según el análisis del aislamiento del ruido, el STC sugerido es de 61, en el cual se obtuvo de la tabla (Egan,

2007) (Ver anexo) que los materiales que cumplen con esa estipulación es el uso de mampostería de 12 cm, una cámara de aire de 4 cm, y fibra de vidrio de 5cm.

Por otro lado, se requiere tener en su interior, materiales absorbentes, para evitar la reflexión y el rebote de las ondas de sonido. Para ello, se utilizan patrones de hexágonos, conformados por una mezcla de concreto y fibras de madera. Este material, además de ser reciclado y amigable con el ambiente, posee una belleza estética, con el juego de colores , generando dinamismo al espacio.

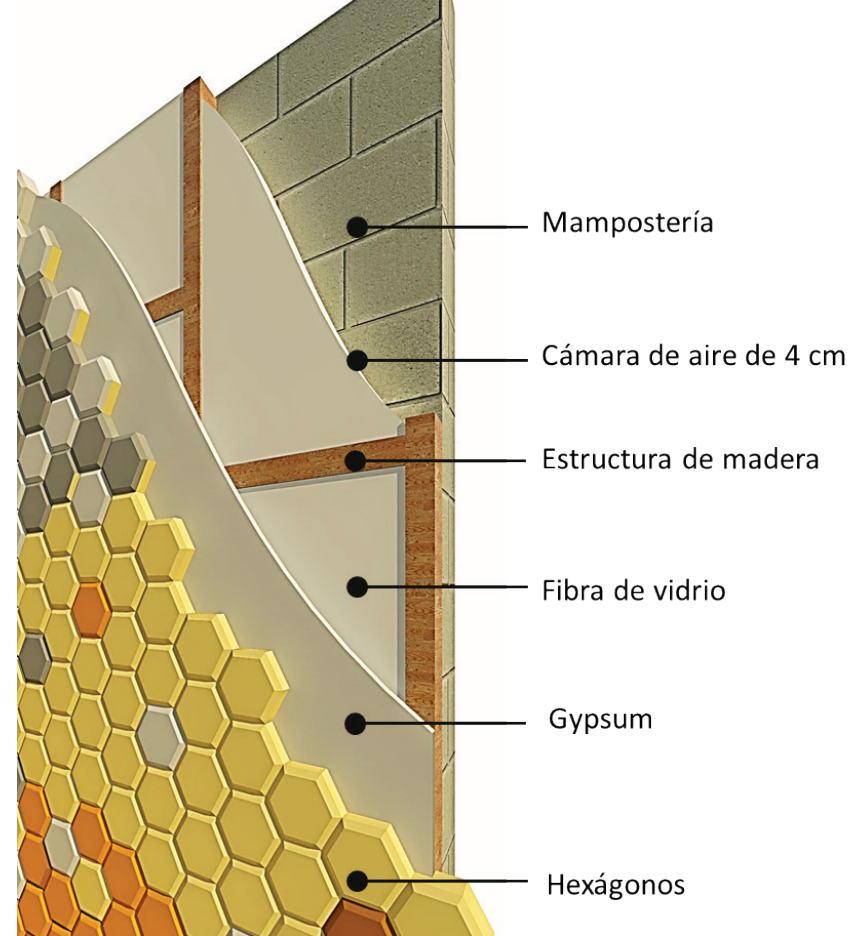
Seguidamente, se encuentra una capa de gypsum, el cual es un material que sirve de estructura para los exágonos; no obstante, posee un NRC de 0.5, el cual beneficia a la absorción de las ondas.

Detrás se encuentra una estructura de madera de teca, la cual además de sus características de absorción, es un material local, favoreciendo la sostenibilidad del proyecto. En medio de esa estructura se encuentra la fibra de

vidrio, la cual está en medio del “sandwich” de la pared. Este material es uno de los más absorbentes del mercado, con un NRC de 0.8. Por lo tanto, tiene la doble función de absorber el sonido emitido de su interior, así como aislar el ruido proveniente del exterior.

En el cielo raso se utilizaron cenefas de gypsum, recubiertas por fibra de vidrio y forradas con un textil poroso. En piso del espacio está cubierto con alfombra de 2 cm, el cual es el material para piso más absorbente del mercado, con un NRC de 0.4

La figura 6.35 muestra un resumen de las principales características de los materiales absorbentes utilizados en el diseño.



F 6.34 Corte de pared de los cubículos individuales. Detalles de materiales



Hexágono

Materiales : fibras de madera y concreto.
NRC: 0,7
Dimensiones:

- Alto: 16cm
- Ancho: 11cm
- Grosor: 2cm



Gypsum

Materiales : Yeso
NRC: 0,5
Dimensiones:

- Alto: 122cm
- Ancho: 244cm
- Grosor: 1cm



Fibra de vidrio

Materiales : fibra de vidrio
NRC: 0,8
Dimensiones:

- Alto: NA
- Ancho: 122cm
- Grosor: 5cm

F 6.35 Materiales absorbentes utilizados en el diseño de los cubículos individuales

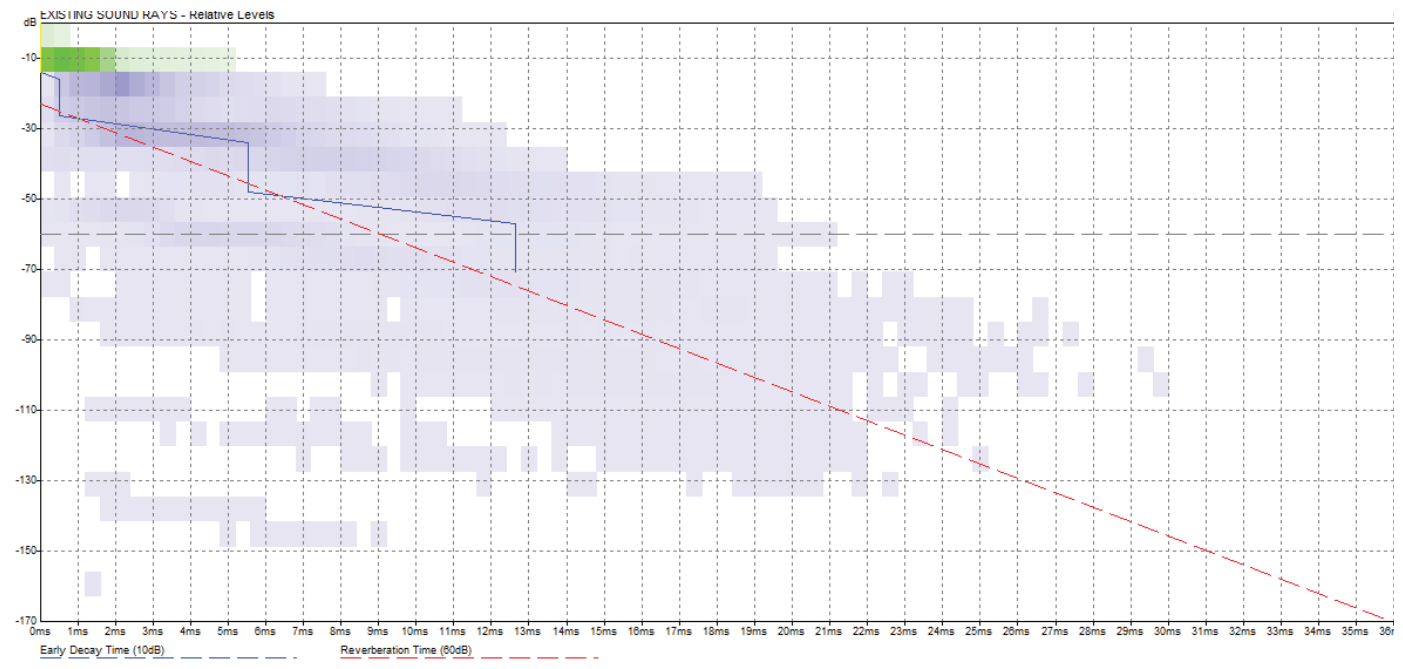
Análisis acústico del CUBÍCULO INDIVIDUAL

Teniendo la forma y los materiales diseñados, se crea un análisis virtual del comportamiento de las partículas de sonido. Con el programa Ecotect Analysis, se crea una simulación del comportamiento de las partículas de sonido a través del tiempo. Las características especiales de NRC en las diferentes frecuencias de cada material expuesto anteriormente, fueron recopiladas de la Tabla del Coeficiente de Absorción del sonido (Egan, 2007)(Ver anexo). De esta manera se obtiene un video, expuesto en la figura F 6.36 donde se observa el comportamiento de las partículas de sonido al paso del tiempo. En el primer y tercer milisegundo (ms), las partículas de sonido son emitidas por una fuente sonora (en este caso, un instrumento musical), y su expansión es de sonido directo. Al pasar 5 ms, las primeras partículas llegan a las superficies, las cuales rebotan pero en forma de sonido enmascara-

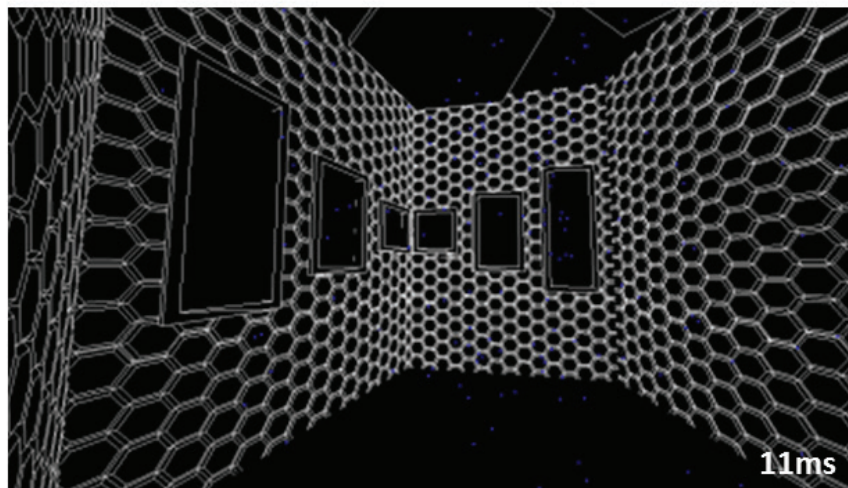
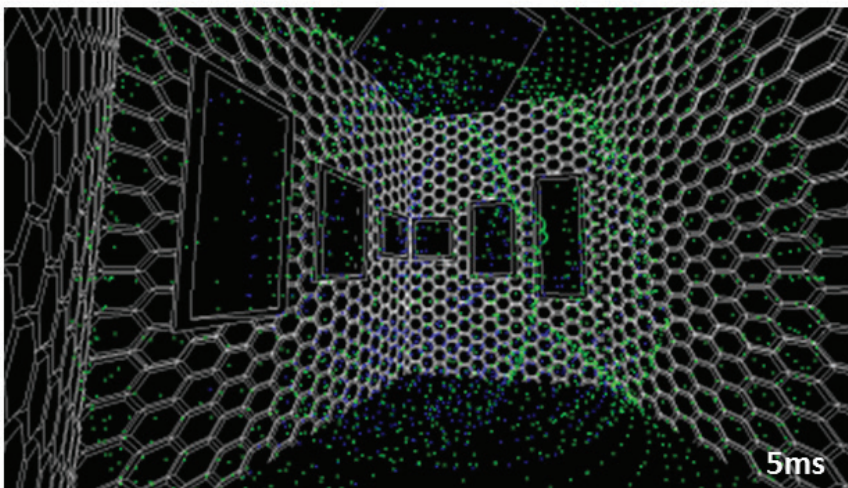
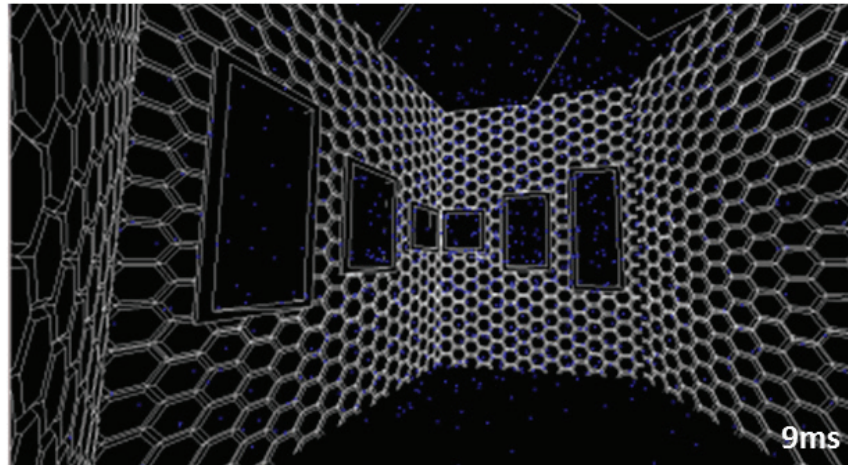
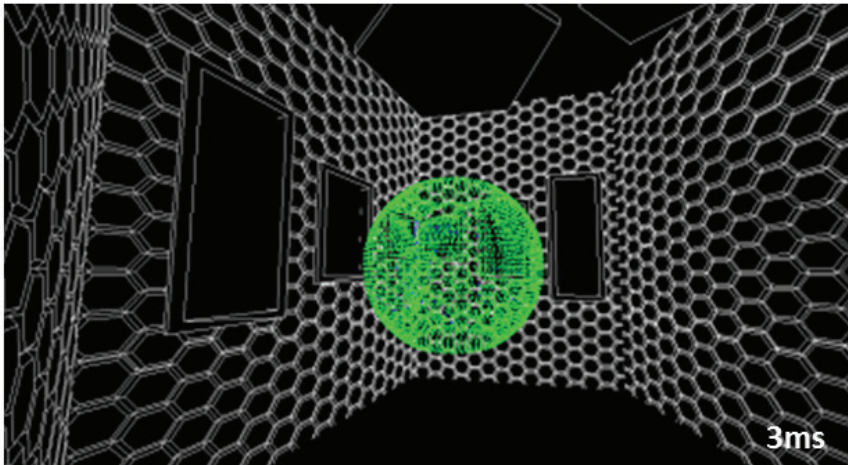
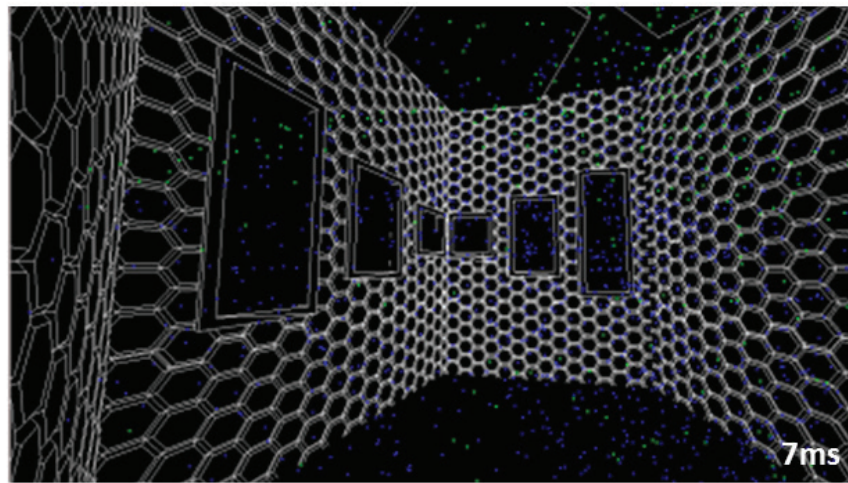
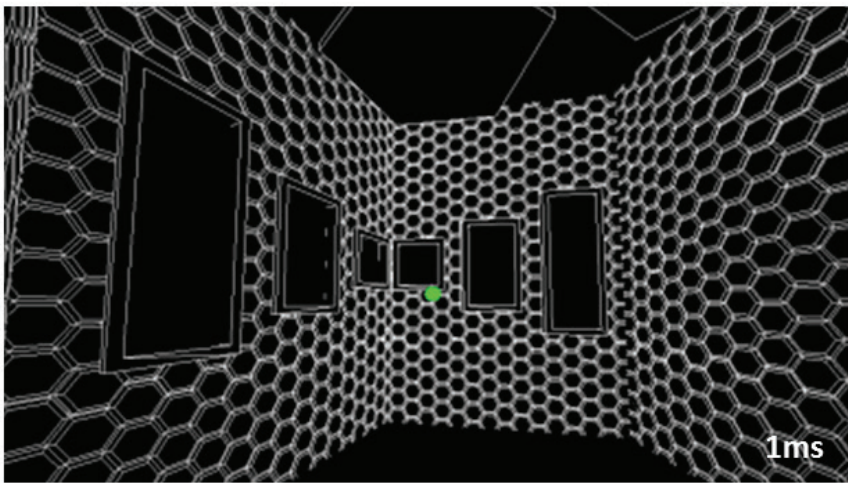
do, o imperceptible al oído humano. De igual manera, a como va avanzando el tiempo, el sonido directo es absorbido completamente del entorno, quedando solamente sonidos enmascarados que luego desaparecen. Otra característica importante de rescatar para este análisis es el ángulo de reflexión del sonido directo. A pesar de que el sonido directo es

absorbido casi completamente por los materiales utilizados, el cambio de ángulos de las paredes y el uso de niveles en el cielo raso, refuerza la tendencia a desaparecer la reflexión del sonido al oído humano, redireccionando las partículas de sonido hacia otra superficie absorbente que debilita completamente su energía. El gráfico G 6.4 muestra el comportamiento del sonido a través del tiempo. Se observa que los primeros 2 ms, el sonido es emitido directamente y su energía está al 100%.

Conforme pasa el tiempo a los 6ms, y a pesar de que el sonido no ha llegado aún a ninguna superficie, las partículas de sonido pierden energía, producto de la fricción con el aire. Después de los 5ms, la línea azul denota una absorción inmediata del sonido directo que llega a la superficie, transformando las partículas en sonido enmascarado. De igual manera se ve la cantidad de sonido enmascarado que queda en el ambiente; no obstante, es a un nivel de decibeles muy bajo.



G 6.4 Comportamiento del sonido en el cubículo individual diseñado.



- Sonido directo
- Eco
- Reverberación
- Sonido Enmascarado

F 6.36 Comportamiento del sonido en el diseño de un cubículo individual, al paso del tiempo.

Análisis acústico Comparativo

Se elabora un análisis comparativo con un cubículo promedio. Este presenta forma rectangular, con un área de 5 m². Sus paredes son de mampostería, ventanas con vidrio estándar y puerta sencilla. Además, el piso es de ce-

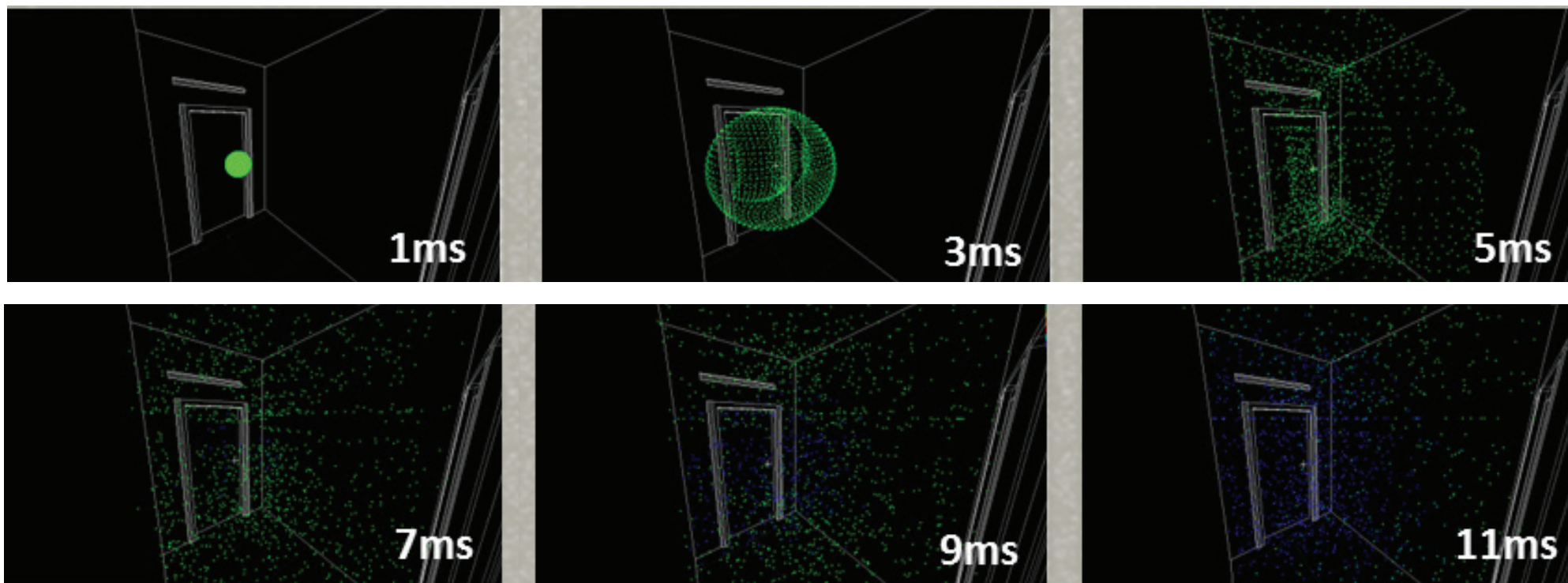
rámica y cielo raso de gypsum.

La figura F6.37 desarrolla la secuencia de las partículas de sonido al paso del tiempo. Al igual que en la figura F6.36, al paso de 3 ms, el sonido es emitido por una fuente sonora, y se expande

por el espacio. A los 5 ms, las primeras partículas de sonido llegan a las superficies, pero en lugar de ser absorbidas, son reflejadas hacia la fuente sonora, gracias al paralelismo de las superficies, y el bajo grado de NRC de los materiales utilizados. A los 7 ms, se observa una reflexión de las partículas, las cuales todavía tienen comportamiento de sonido directo, ocasionando bullicio en el espacio. Al paso

de 11 ms, surgen partículas de reverberación del sonido, las cuales son indeseadas para este tipo de espacios. Al compararlo con el análisis anterior, a los 11 ms, continúa la entropía sonora en este caso, mientras en el primero, el control del sonido ya es absoluto.

El gráfico G 6.4 refuerza el análisis, evidenciando la decadencia lenta y desordenada de la energía sonora.



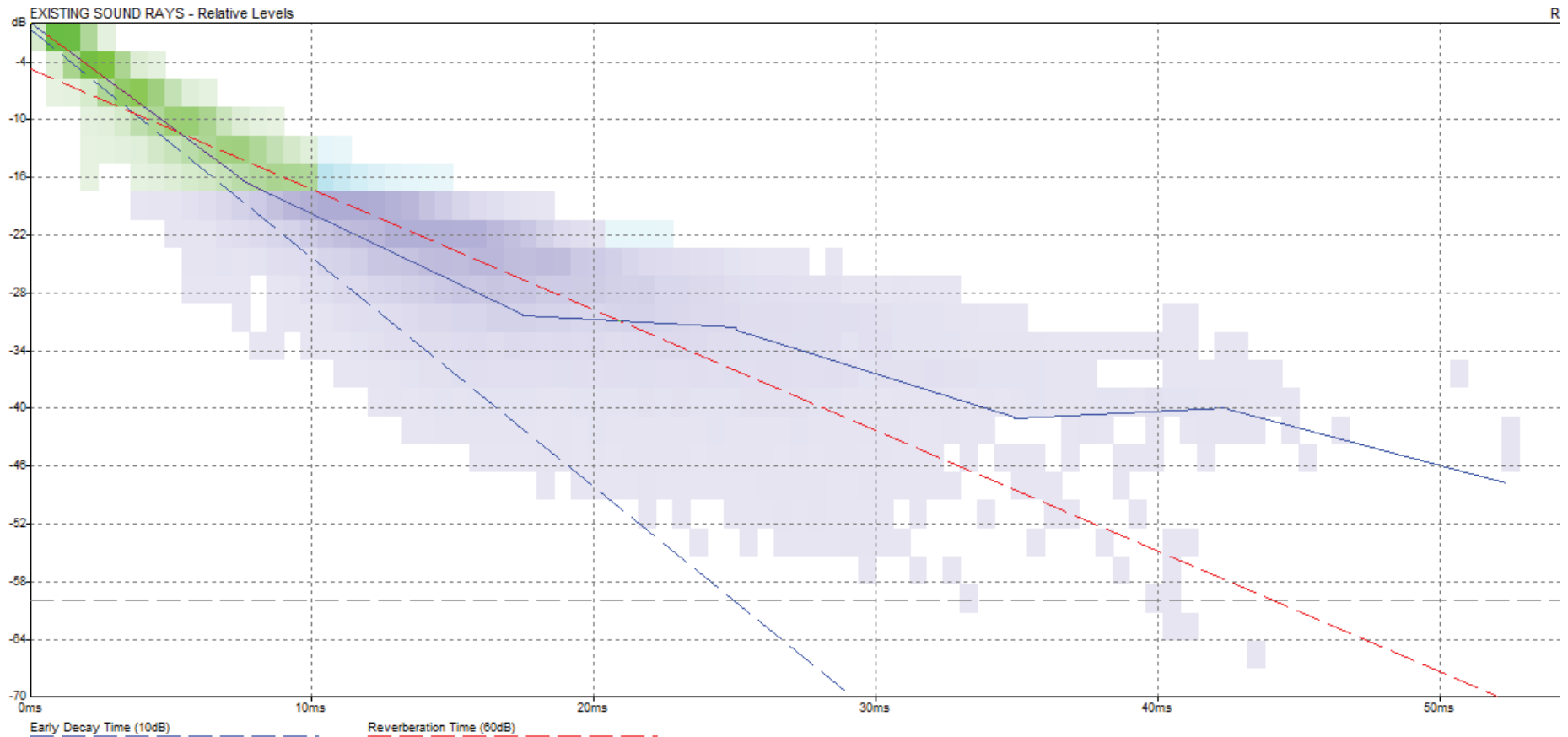
F 6.37 Comportamiento del sonido en un cubículo individual convencional, al paso del tiempo.

De hecho, la escala del mismo tuvo que ser ampliada a analizarse cada 10ms (caso contrario al análisis anterior, el cual se analiza cada 1ms), pues su comportamiento es más amplio. El sonido directo se propaga en los primeros 10 ms, cada vez con menos energía; no obstante, no deja de ser perceptible y a la vez indeseado, pues genera ruido. Además, a los 10ms, aparece el sonido

reverberante, indeseado en este espacio, el cual se propaga por casi 10ms más. El sonido enmascarado se crea de manera uniforme, hasta los 25ms, cantidad de tiempo muy amplia y deficiente para la calidad de sonido que este espacio requiere.

Gracias a este análisis, se confirma como el buen uso de materiales y formas en el diseño interno

de los cubículos, favorece a las necesidades acústicas de los espacios.



G 6.5 Comportamiento del sonido en el cubículo individual rectangular

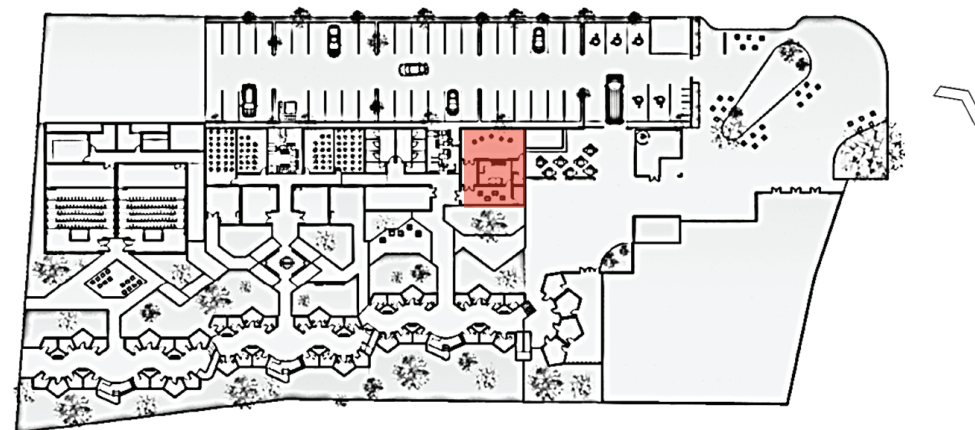
Estudio de GRABACIÓN

El estudio de grabación es uno de los nuevos espacios propuestos por los usuarios del INM, a implementar en esta nueva etapa. En la actualidad, la relación de las carreras universitarias con la tecnología es vital; es por eso, que se propone este tipo de espacios, para el desarrollo integral de la educación musical, al tener una herramienta tan útil para los músicos en general, como lo es el estudio de grabación.

Además, es otro de los espacios que requiere un amplio control del sonido, tanto externo como interno. No obstante, para el análisis de este espacio, se toman las conclusiones obtenidas en el análisis del aislamiento del ruido, y se implementan los materiales propuestos.

La figura F 6.38 muestra la ubicación del estudio de grabación en el proyecto.

ciones principales: la sala de grabación y la sala de control (F 6.28). Sin embargo, se necesitan otros espacios de servicio y acceso, para una funcionalidad óptima del espacio. La figura F 6.39 muestra la distribución por zonas de los espacios diseñados.



F 6.38 Ubicación del estudio de grabación en el proyecto



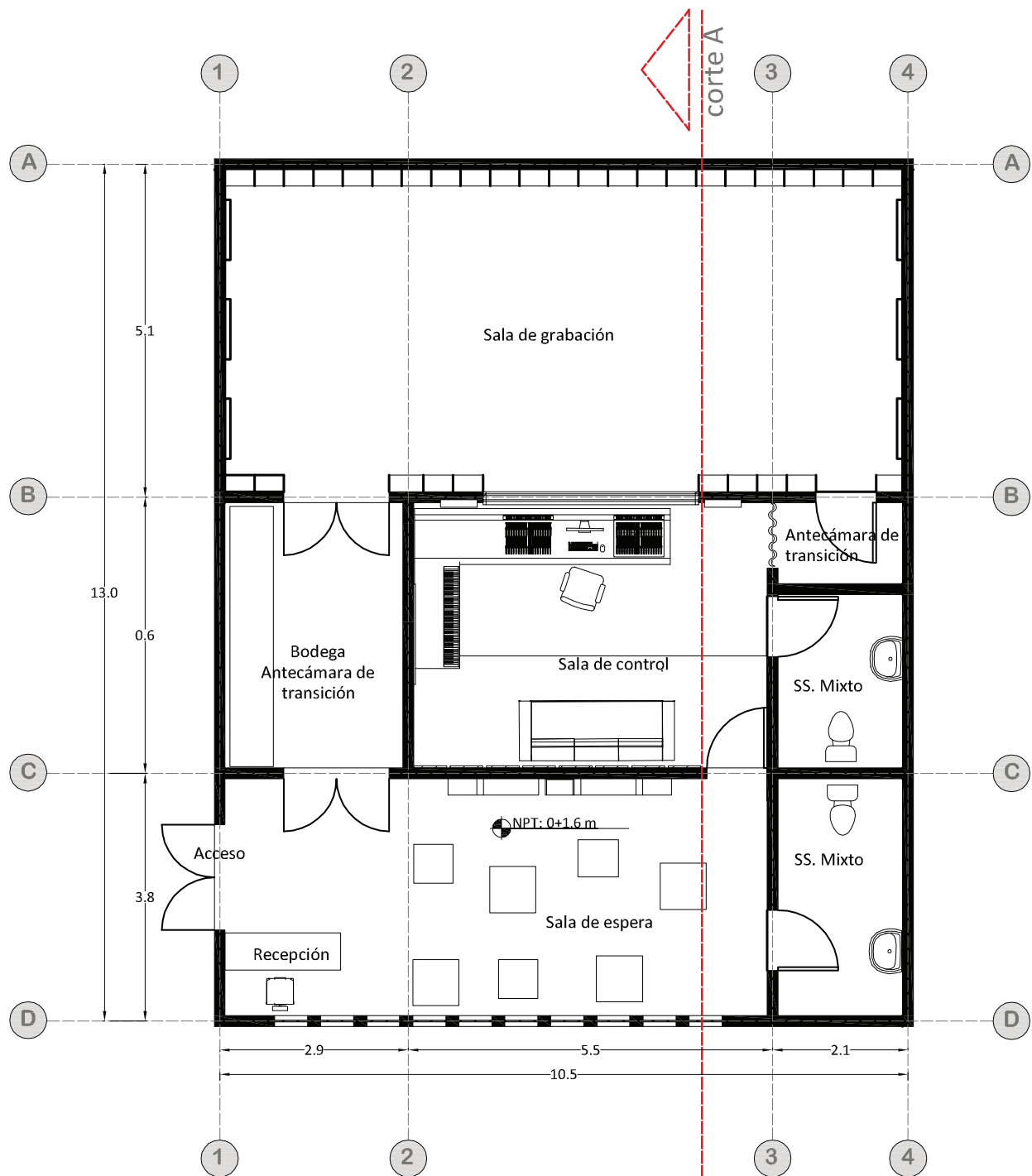
F 6.39 Zonificación del estudio de grabación

F 6.34
Sala de control del estudio de grabación

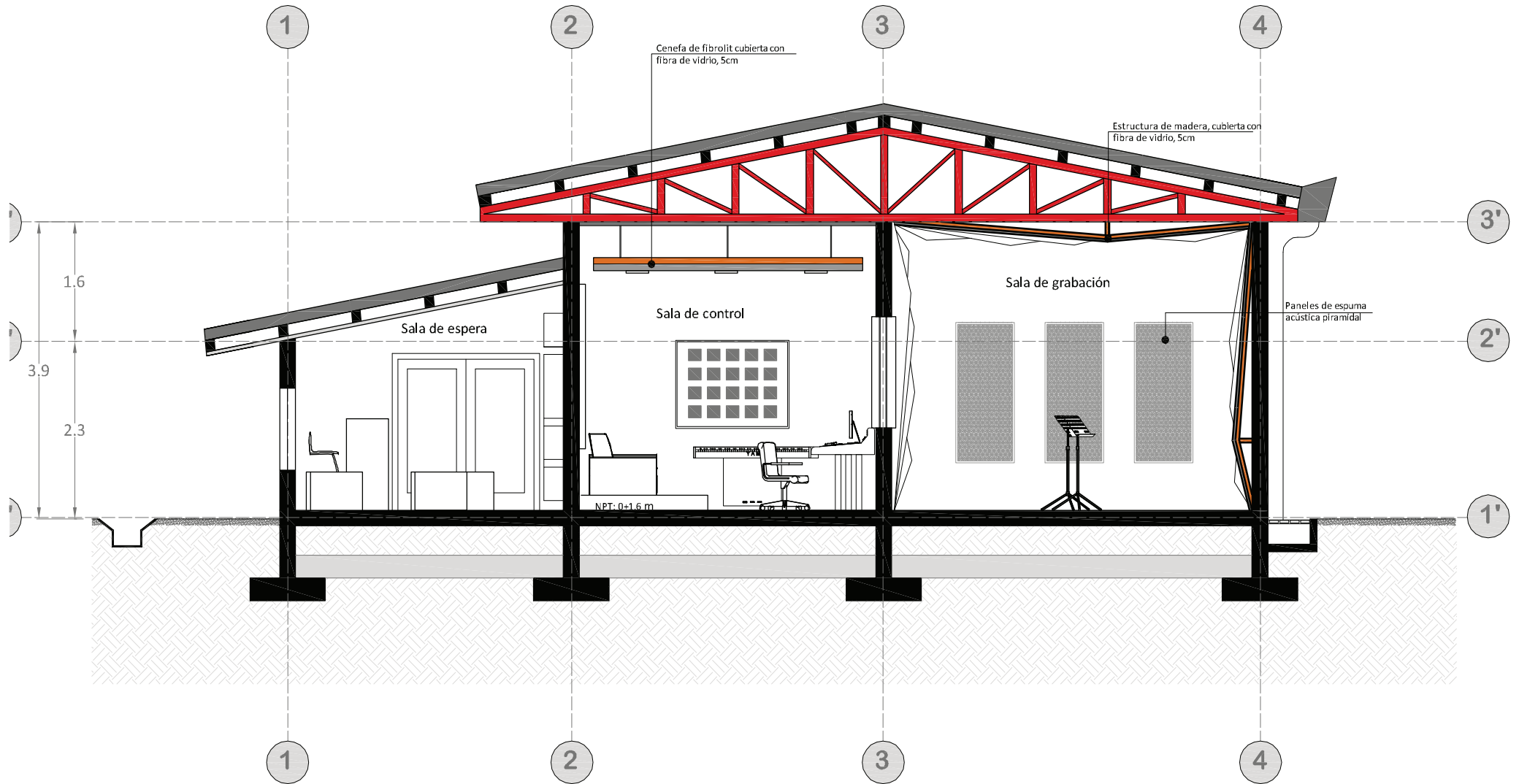
El estudio está dividido en dos sec-



SALA DE CONTROL



F 6.41 Planta arquitectónica del estudio de grabación



F 6.42 Corte "A" del estudio de grabación.

Sala de GRABACIÓN

La sala de grabación es el espacio destinado para la ejecución de los músicos. Este espacio cuenta con un área de 50 m², con una capacidad máxima de 10 músicos. Sus paredes y techos están cubiertos por una estructura secundaria de madera, recubierta con fibra de vidrio y forrada con textil poroso, para permitir la absorción del sonido. La figura F6.43 muestra la forma de estas estructuras. Se puede apreciar que

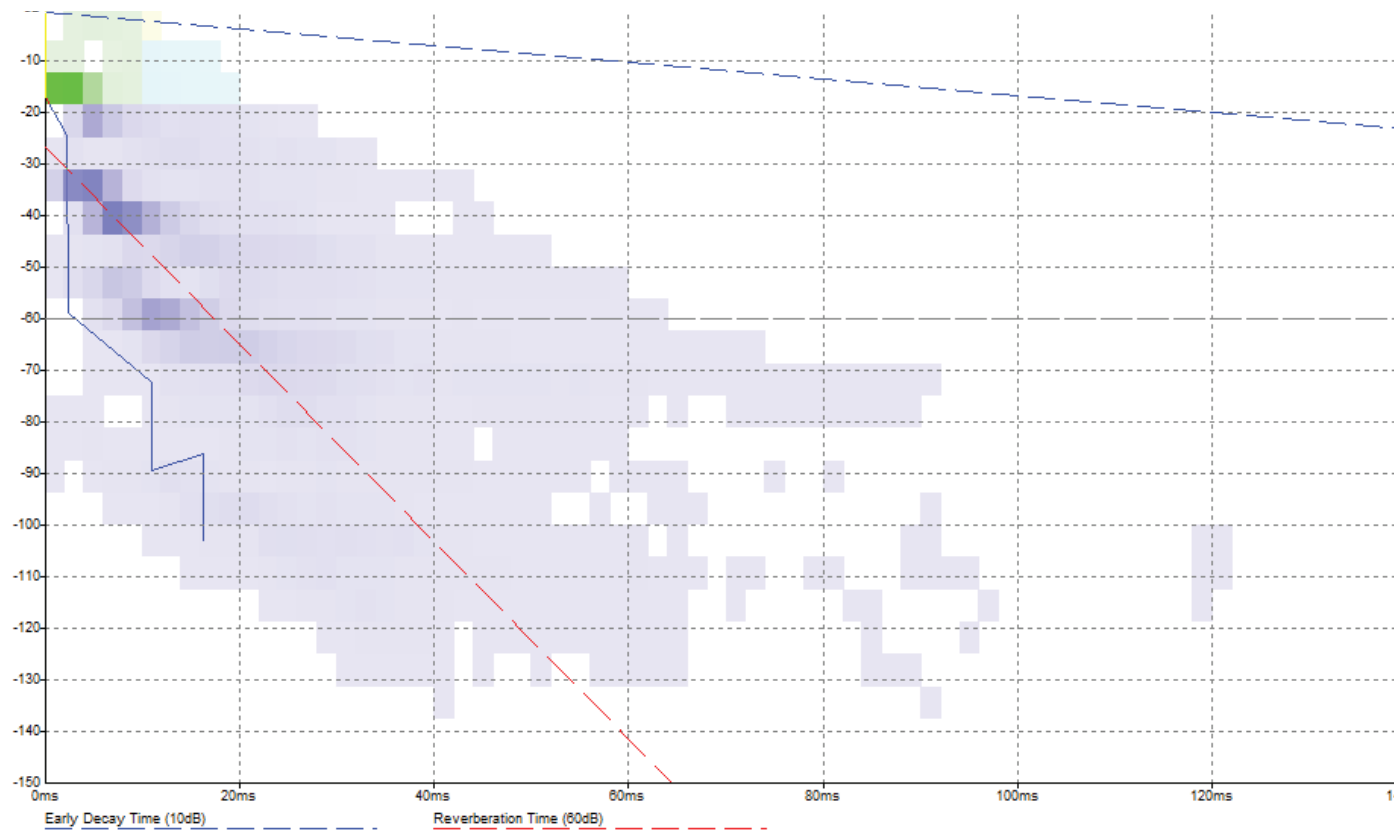
los ángulos de cada uno de los bloques, están en diferente dirección. Ésto para evitar el paralelismo de las superficies, y así, evitar el eco del sonido. En las paredes laterales, cuenta con paneles de espuma acústica, en formas piramidales, las cuales son ideales para la absorción del sonido. Finalmente, el piso está cubierto por una capa de 2cm de alfombra, la cual contribuye con el aumento del NRC del espacio.



SALA DE GRABACIÓN

Análisis acústico de la SALA DE GRABACIÓN

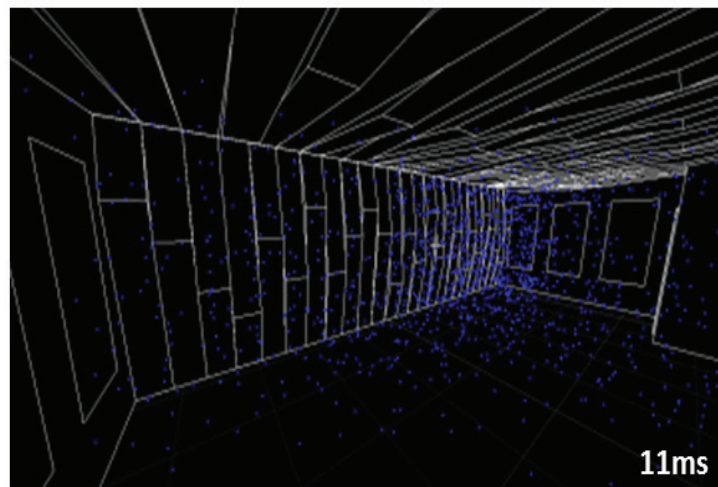
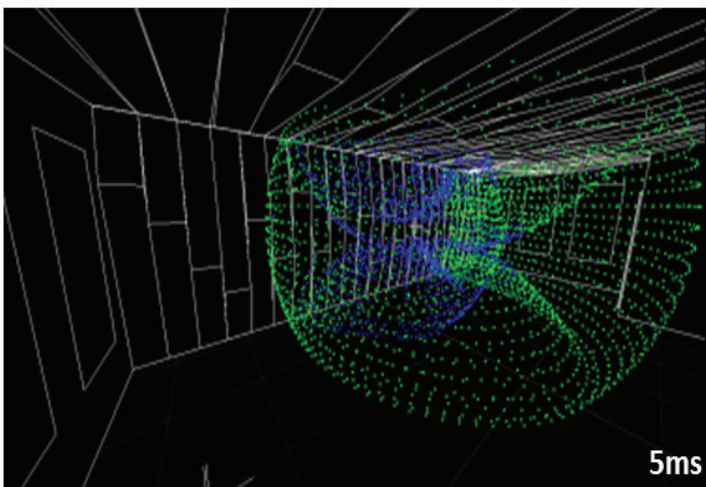
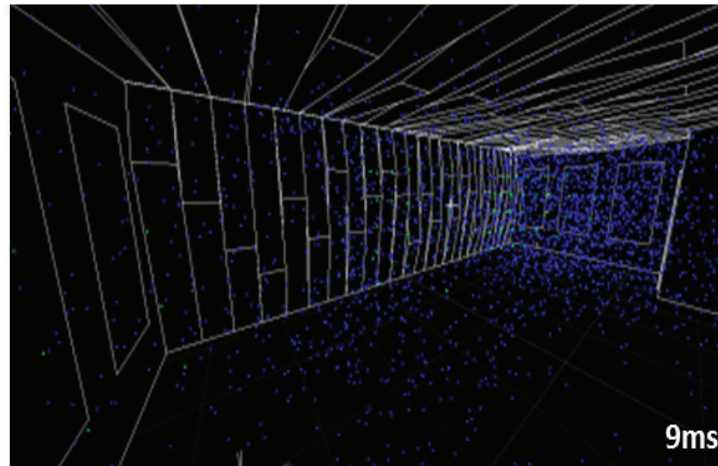
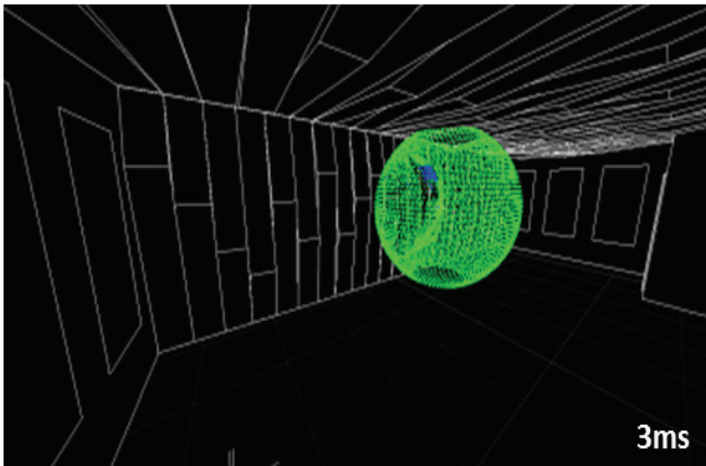
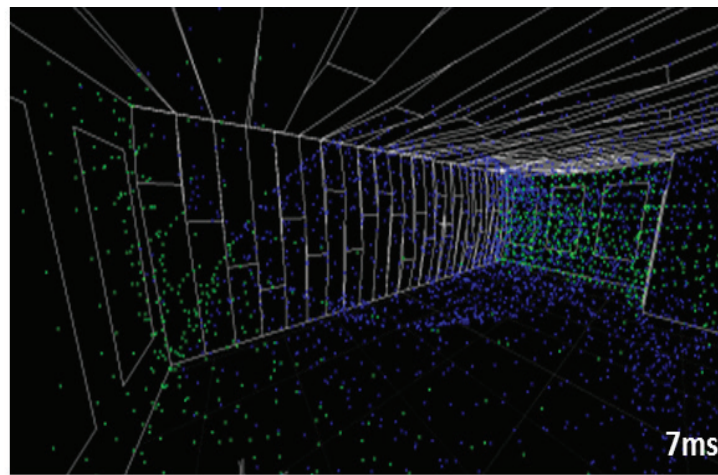
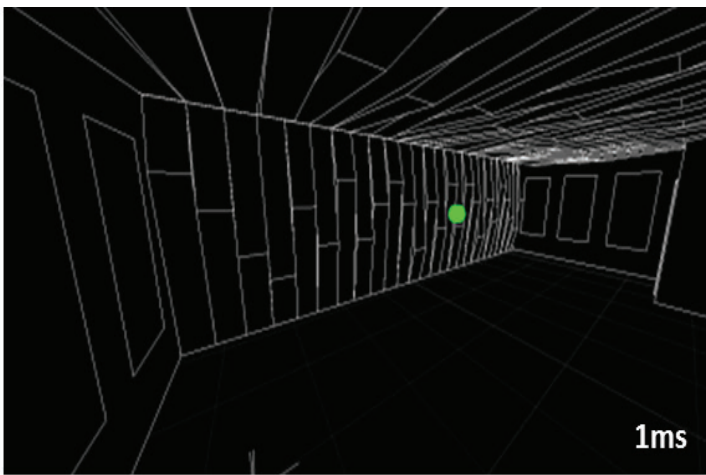
Al igual que con los cubículos individuales, se desarrolla una simulación de sonido en el espacio diseñado. Como resultado se obtiene la secuencia de la figura F6.44. En los primeros 3 ms, la fuente de sonido emite las ondas, las cuales se propagan a lo largo de la sala. A los 5 ms, las partículas de sonido llegan a las superficies, siendo absorbi-



G 6.6 Comportamiento del sonido en la sala de grabación diseñada.

das en su mayoría, y emitiendo sonido enmascarado. A como pasa el tiempo, esas partículas pierden su energía y desaparecen. Observe que en el rebote de las partículas, las mismas se direccionan a ángulos diferentes. Esto ocurre gracias al dinamismo de la estructura secundaria que contiene la sala por sus paredes y cielo raso.

La grafica G6.5 demuestra cómo el sonido directo es absorbido casi por completo por las superficies porosas de su entorno. Es importante recalcar que, a pesar de que se utilizan materiales con NRC mayores al de los cubículos individuales, la escala del gráfico aumentó de escala. Esto ocurre porque las dimensiones de la sala de grabación son mucho mayores a las de un cubículo individual. Por lo tanto, las ondas de sonido durran más tiempo en llegar hasta las superficies absorbentes. No obstante, las reflexiones emitidas son de sonido enmascarado, por lo que no afecta al buen funcionamiento de la sala.



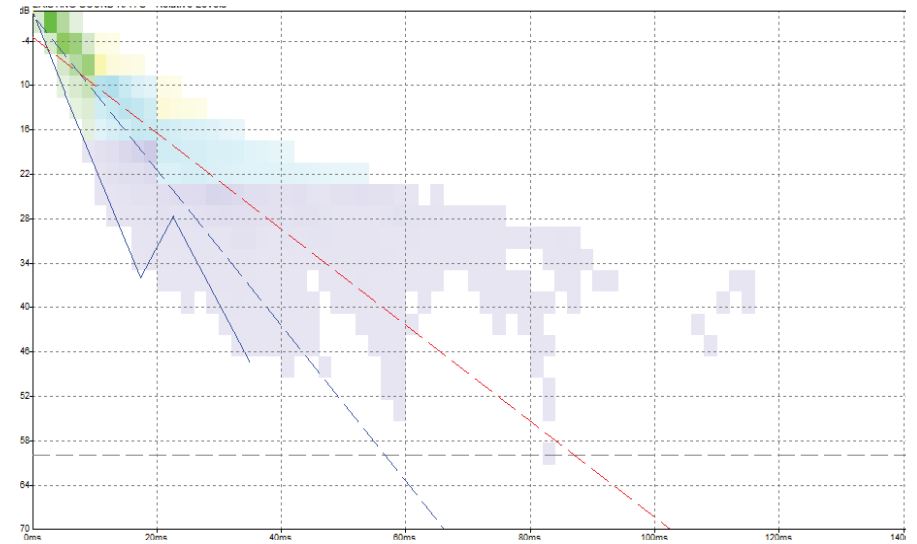
- Sonido directo
- Eco
- Reverberación
- Sonido Enmascarado

F 6.44 Comportamiento del sonido en una sala de grabación con materiales absorbentes.

Análisis acústico COMPARATIVO

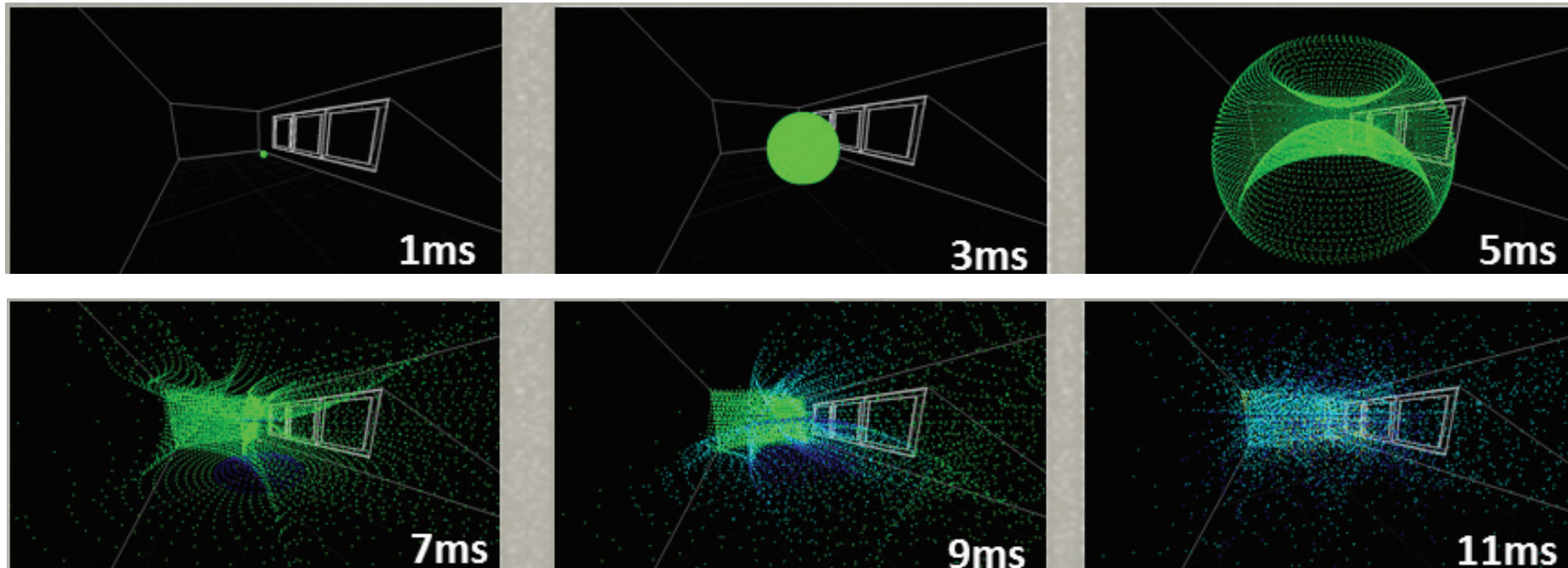
Se hace el mismo análisis acústico de una sala de grabación, con la misma área, y utilizando materiales comunes de construcción: mampostería en paredes, gypsum en cielo raso y cerámica en el piso. La figura F6.45 muestra como afecta el poco nivel de absorción de los materiales en este espacio. A los 5 ms se observa el rebote de las partículas de sonido hacia la fuente emisora, ocasionando ruido. A los 7ms, el sonido se expande por toda la sala, rebotando con mucha energía y generando entropía acústica.

Ya a los 9 y 11 ms, aparecen las partículas de reverberación, las cuales, en un espacio tan reducido, provoca más bulla y desconfort. La gráfica G6.6 lo refleja, con varios niveles de sonido directo que cuesta discipar al paso del tiempo. Cuando ya pierde energía, se crean las reverberaciones que duran hasta casi 60 ms. Por lo tanto, el diseño de la sala de grabación con sus formas y materiales utilizados, reflejan el buen desempeño del mismo, propiciando un lugar bien acondicionado para sus necesidades.



G 6.7 Comportamiento del sonido en la sala de grabación sin materiales absorbentes.

F 6.45 Comportamiento del sonido en una sala de grabación sin materiales absorbentes.



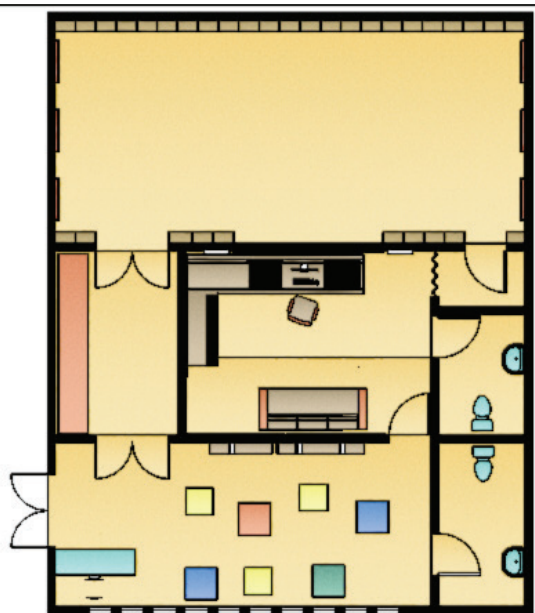


Sala de CONTROL

En la sala de control están las herramientas necesarias para poder grabar, editar y procesar el sonido, que dará forma a la grabación final. Desde ahí, el ingeniero en acústica dirige la grabación, comunicándose por medio de un vidrio temperado a la sala de grabación. Este cuenta con los implementos acústicos (piano) y tecnológicos (consola de sonido, sistema de audio y computadora) para grabar de una manera profesional a los ejecutantes de la sala de grabación. Es común tener al dueño de la grabación o músicos líderes en esta zona, para supervisar y darle seguimiento al proceso de grabación, por lo que se implementa un sillón con desnivel, para facilitar la comodidad y visual del espectador a la sala de grabación, al mismo tiempo que le da un espacio de trabajo al ingeniero en acústica. Al igual que la sala de grabación, la sala de control debe estar acondicionada a absorber el sonido emitido tanto por

SALA DE CONTROL

F 6.46

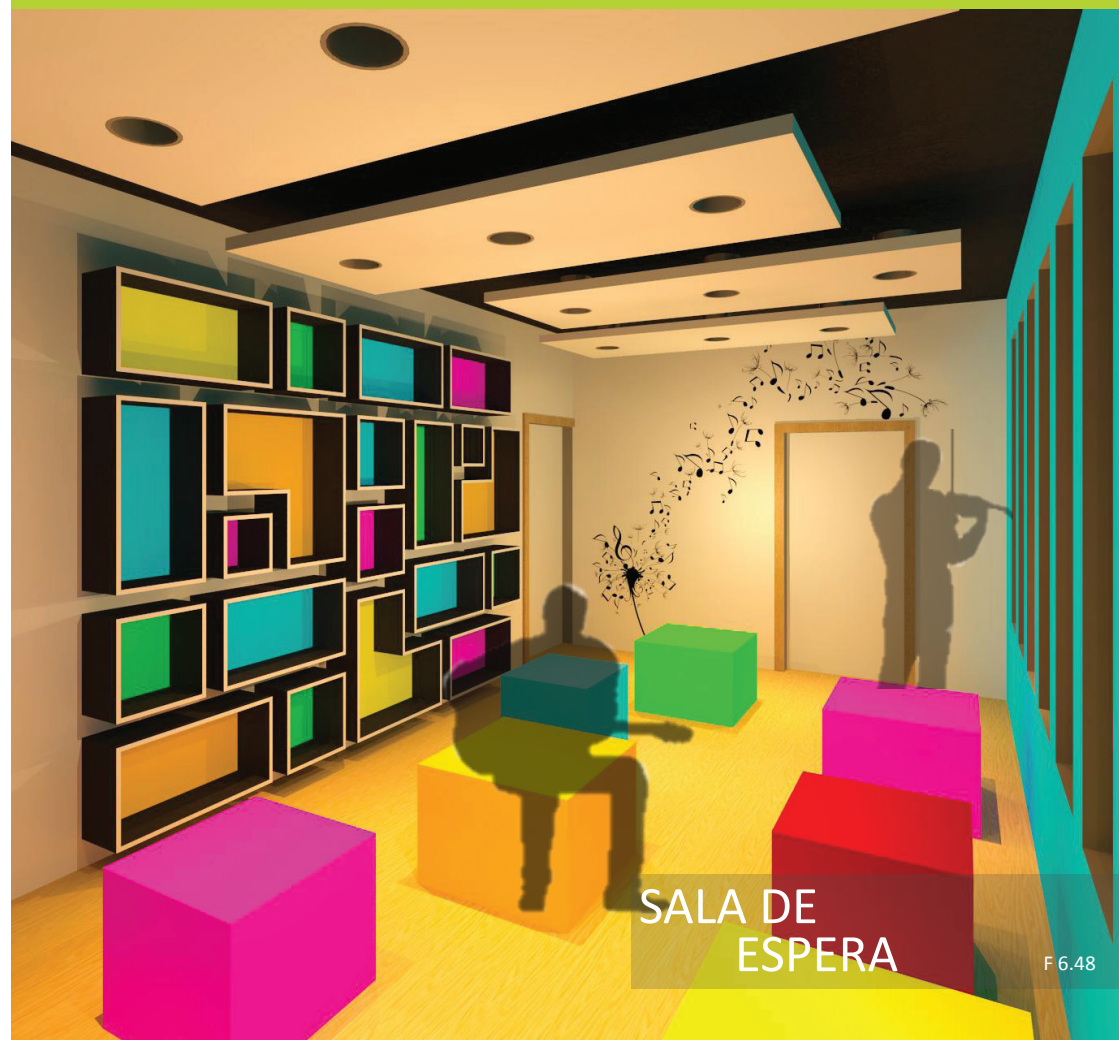


F 6.47 Planta de distribución del estudio de grabación

Sala de ESPERA

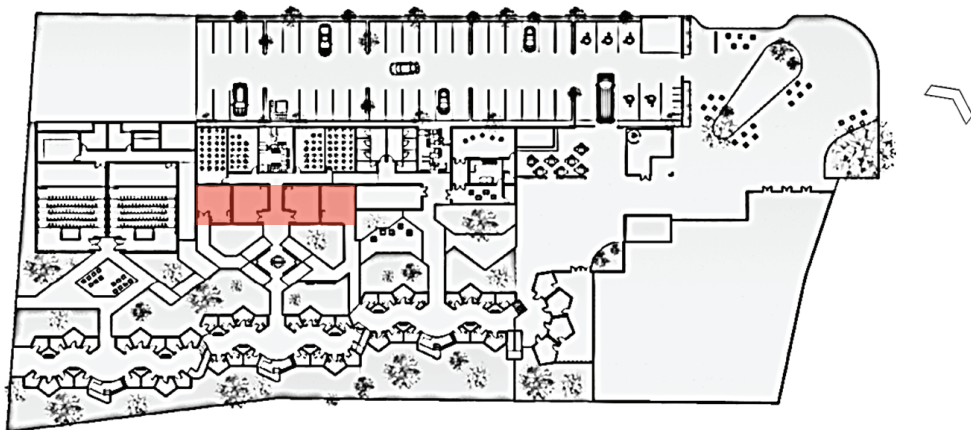
Está ubicada en la entrada del estudio de grabación. Su función es servir de vestíbulo para la espera y preparación de los instrumentistas a la sala de grabación. En la pared fueron diseñados varios volúmenes huecos, los cuales funcionan de estantería para guardar los estuches mientras se graba. Además cuenta con mobiliario en forma de cubos, para el confort de los instrumentistas. Esta sala tiene acceso alterno por la bodega del estudio. Esta cuenta con doble puerta para el acceso de instrumentos de gran tamaño como batería, contabajo y arpas a la sala de grabación.

el audio como por las personas que están en ella. Para ello, se utilizan paneles de corcho en la parte posterior de la sala, cenefas con fibra de vidrio en el cielo raso y alfombra en el piso. Finalmente, para la conexión de la sala de control con la de grabación, se utiliza una antecámara de transición, cerrada por una cortina de textil grueso y una puerta hermética, creando una cámara de aire que funciona como absorbente y aislante acústico.

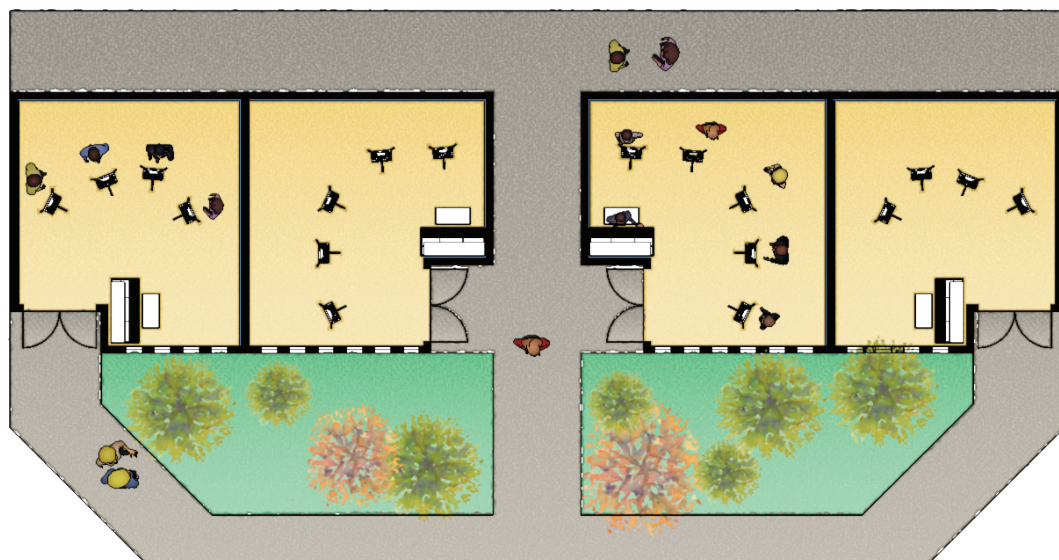


SALA DE ESPERA

Salones para GRUPOS DE CÁMARA



F 6.49 Ubicación de los salones para grupos de cámara en el proyecto



F 6.50 Plata de distribución de los salones para grupos de cámara. Área de cada salon= 32 m²

Los salones para grupos de cámara, son espacios de mediana amplitud, destinados para el estudio en conjunto de los estudiantes universitarios. Como parte del programa académico del INM, se encuentra el ser parte de un grupo de cámara. Por lo tanto, estos espacios le brindan las condiciones espaciales y acústicas necesarias para el buen desarrollo de los ensayos. Además, estos espacios pueden ser utilizados para el estudio del repertorio semestral con los pianistas acompañantes, así como el de los recitales.

El proyecto cuenta con 4 salones para grupos de cámara, los cuales tienen un área de 32 m², cada uno.

Cada salón cuenta con un piano de cajón (Ver F 6.51), el cual facilita la distribución espacial del lugar. Estos, están ubicados estratégicamente para poder tener una visual directa y cómoda con el líder del grupo

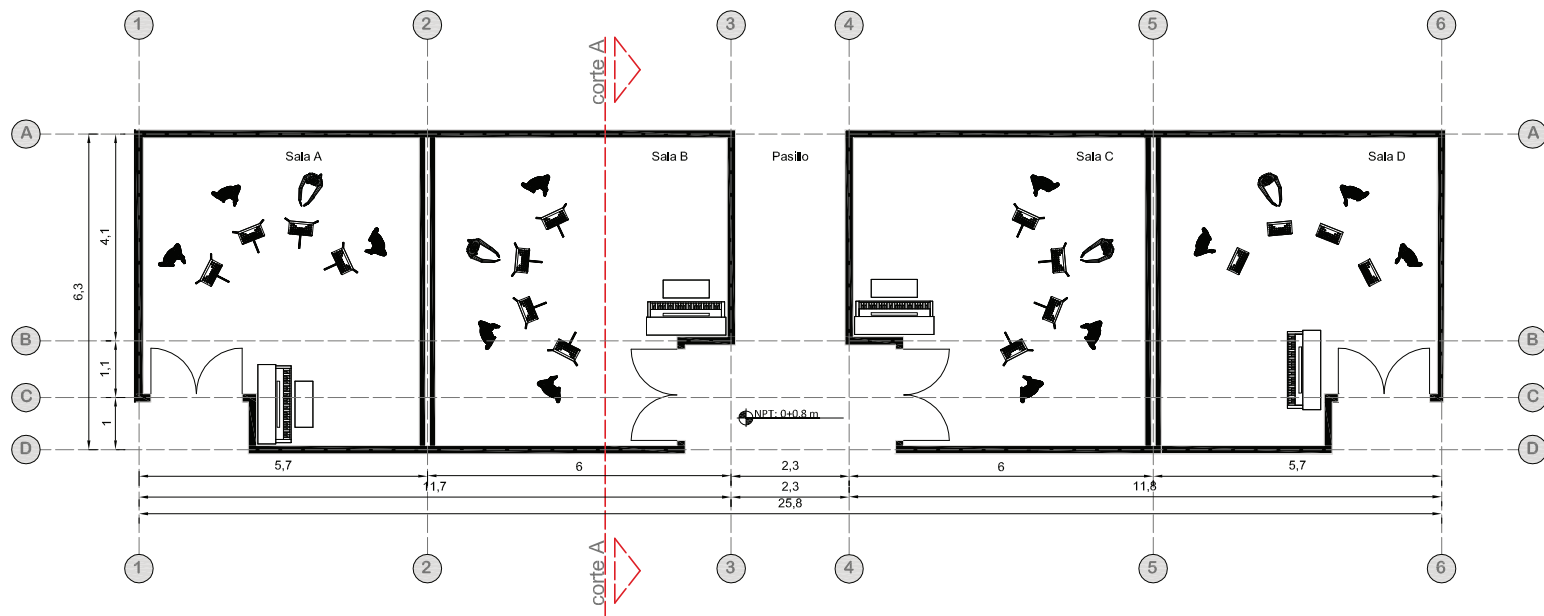
de cámara o del ejecutante solista. La conformación general de los grupos de cámara es de media luna; sin embargo, se propone el uso de formas rectangulares en su estructura para facilitar la distribución general del proyecto, y su conexión con los otros espacios.

En la parte sur de los salones, se encuentran las ventanas, las cuales colindan con un área verde de . Esta trama vegetal funciona, al igual que con los cubículos individuales, como “colchón acústico natural” y cámara de aire. De esta manera, se separa el espacio interno con la actividad externa de los pasillos.

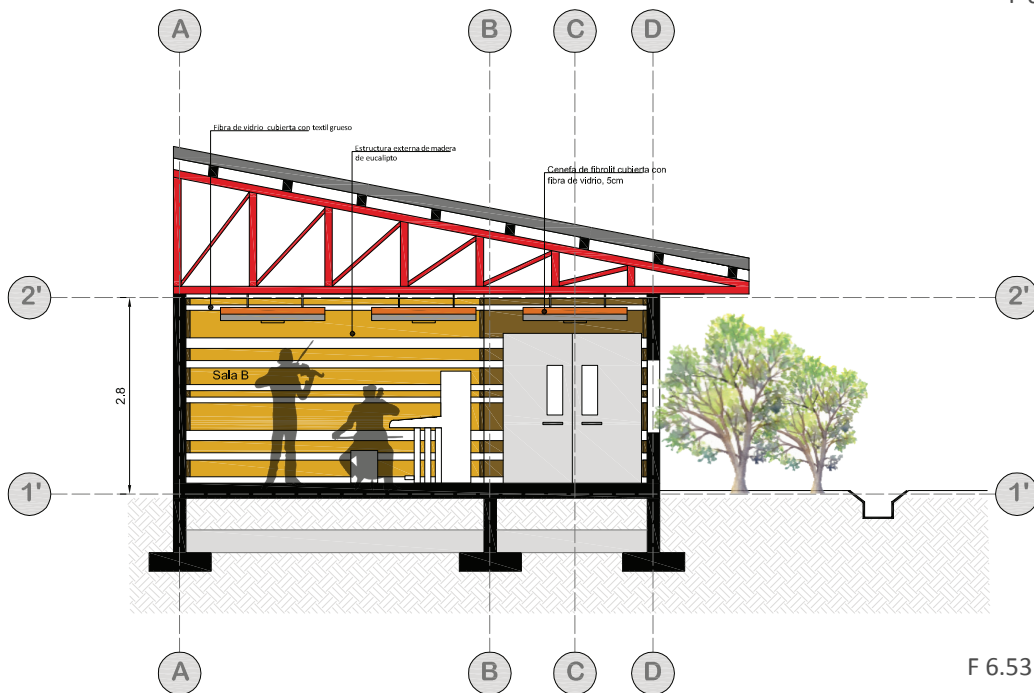
Todos los accesos son de doble puerta, para facilitar el ingreso de todo tipo de instrumento.



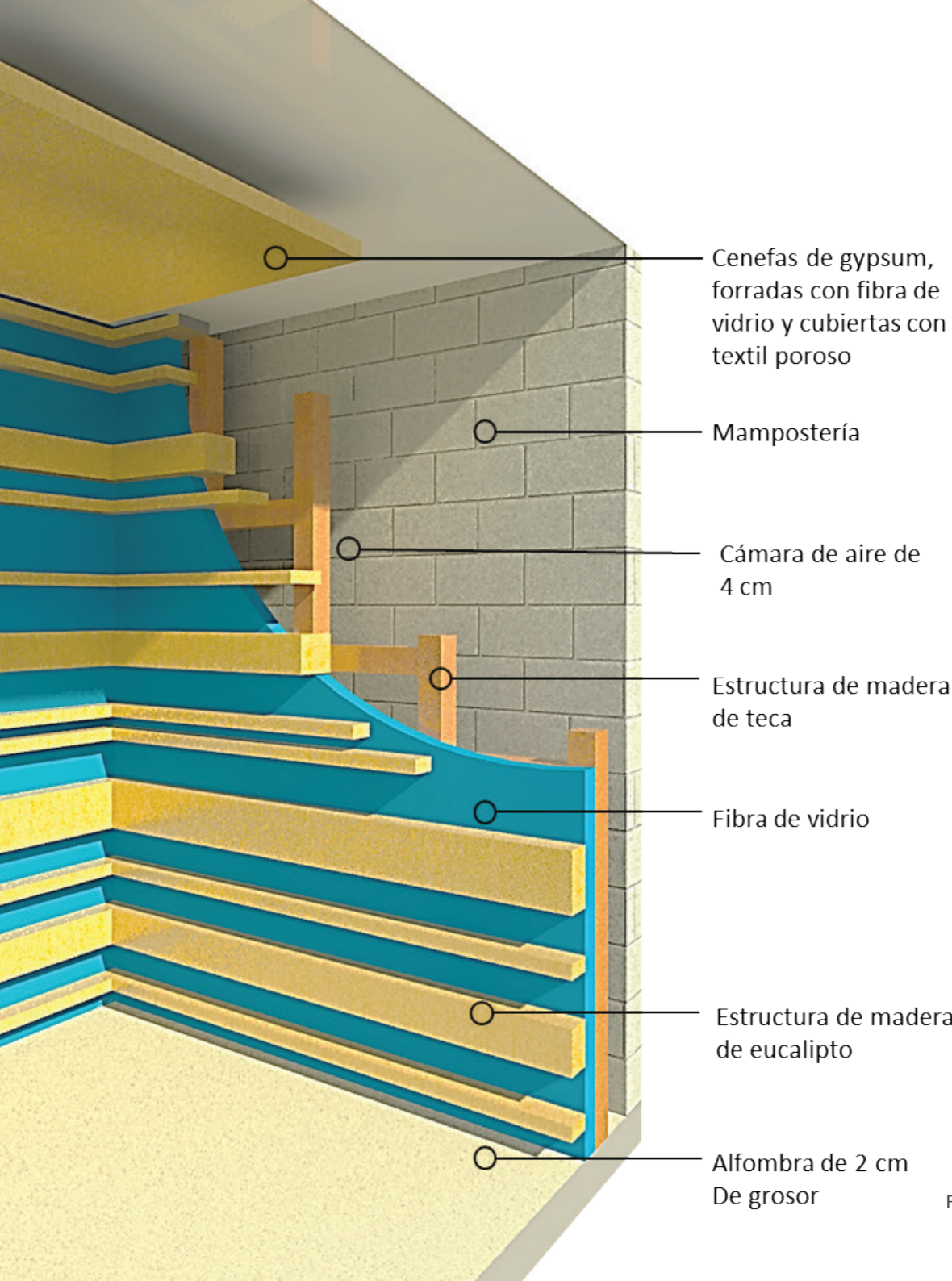
SALONES GRUPALES



F 6.52 Planta arquitectónica del conjunto de salones para grupos de cámara. *Escala 1:150*



F 6.53 Corte "A" del conjunto de salones para grupos de cámara. *Escala 1:150*



Cenefas de gypsum, forradas con fibra de vidrio y cubiertas con textil poroso

Mampostería

Cámara de aire de 4 cm

Estructura de madera de teca

Fibra de vidrio

Estructura de madera de eucalipto

Alfombra de 2 cm De grosor

MATERIALES

Los materiales de este tipo de espacios fueron obtenidos por el STC y NRC analizados anteriormente. Estos espacios tienen un mayor nivel del sonido, pues abarca a varios instrumentos. Además, el transporte constante de los instrumentos al interior del mismo, así como el roce de los mismos con las superficies, dió pauta para proponer una estructura de refuerzo más estable y rigida, sin dejar de lado las necesidades de absorción y aislamiento. Para ello, se proponen tablas de madera de eucalipto (NRC= 0.15) de diferentes grosores, colocados horizontalmente por las paredes de los salones. Estas estructuras protejen la fibra de vidrio de 5cm (NRC =80) que se encuentra inserta en los espacios entre la madera. Esta misma, está cubierta por un textil poroso, el cual da color y rigidez al sistema absorbente. Para estructurar esacapa, se propone un tramado de madera de teca. Seguidamente, una cámara de aire de 4 cm, aislando el espacio del exterior. Finalmente, en el centro de la pared compuesta, se encuentran los bloques de mampostería, como estructura principal. En el piso se utiliza alfombra de 2 cm, y en el cielo raso, cenefas suspendidas de gypsum, forradas con fibra de vidrio y cubiertas por un textil poroso.

F 6.54 Corte tridimensional de la estructura de los salones para grupos de cámara.

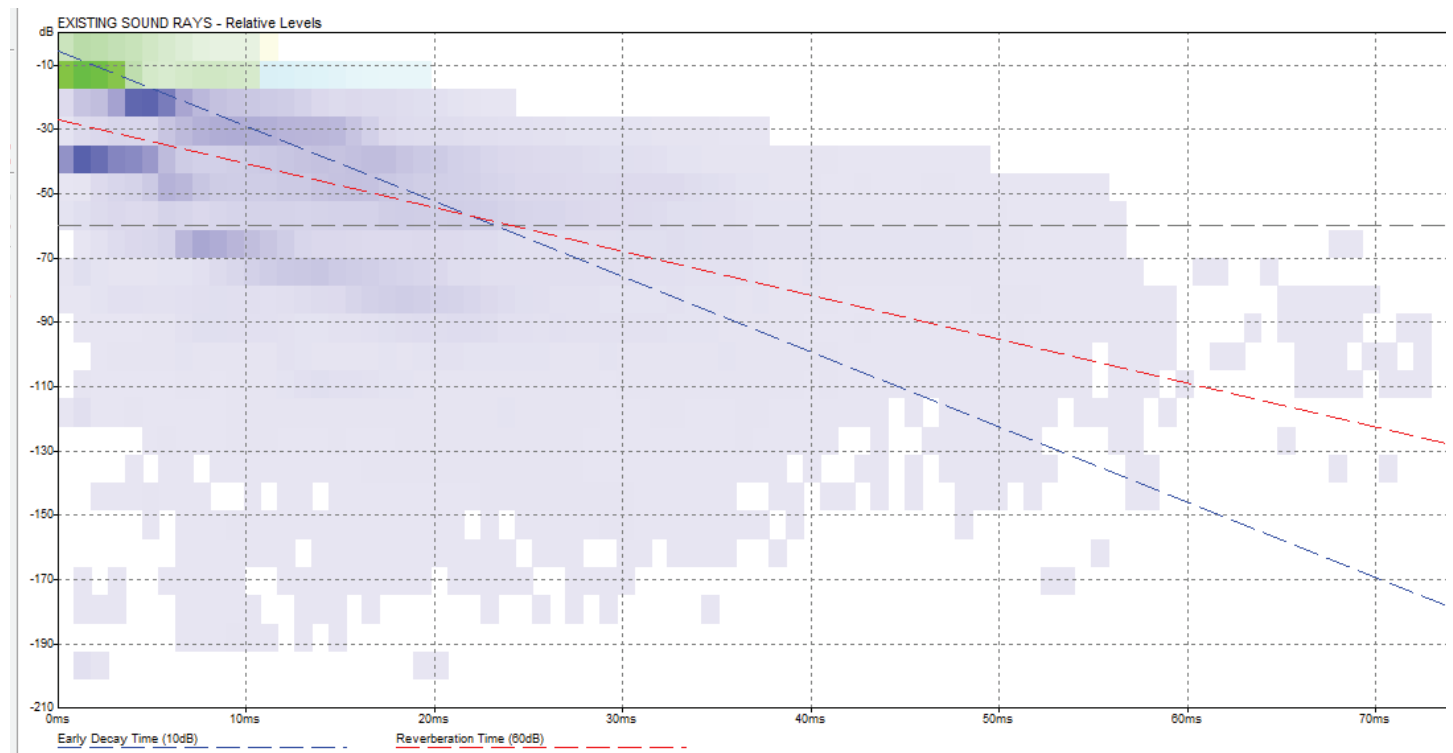
Análisis acústico de el SALÓN PARA GRUPO DE CÁMARA

El análisis obtenido por la simulación del comportamiento del sonido en un salón para grupo de cámara, da como resultado las imágenes de la figura F6.55. En ella se puede apreciar el comportamiento de reflexión y absorción de las partículas de sonido. Como se mencionó anteriormente, este espacio no posee todas las pautas necesarias para obtener el máximo nivel de absorción de sonido. Sin embargo, gracias a la actividad propia del espacio, el cual es de ensayo para grupos de cámara y solistas con piano, la presencia de partículas de reverberación beneficia en cierta manera la percepción de la música, pues con ello se pueden estudiar destrezas de musicalidad y continuidad sonora entre los instrumentistas. La presencia de la madera, genera un ambiente cálido, a la vez que aporta sonoridad dulce a los instrumentistas.

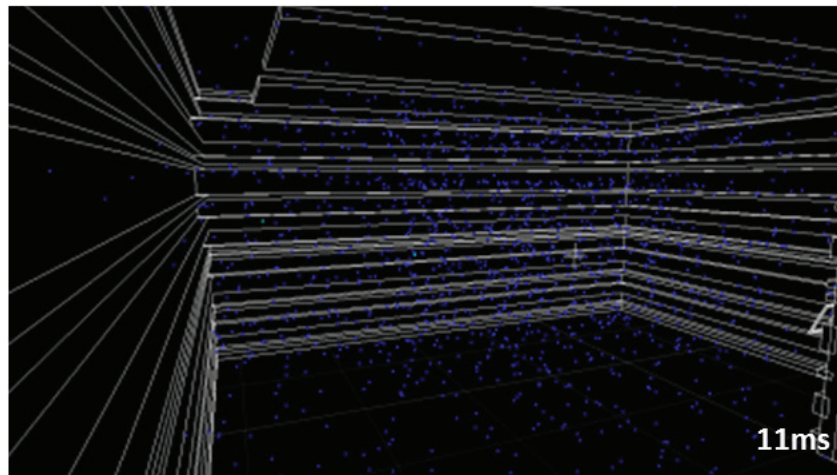
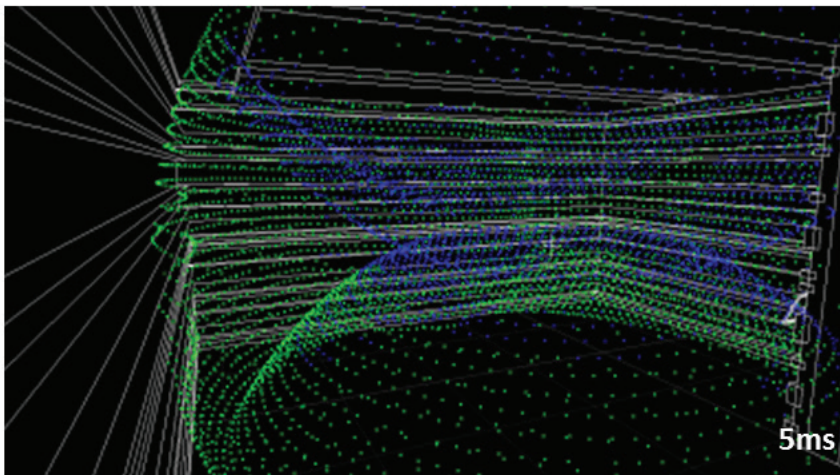
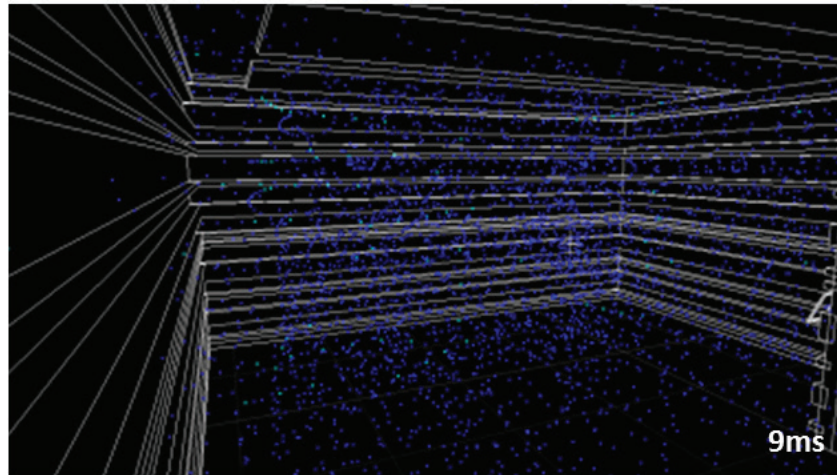
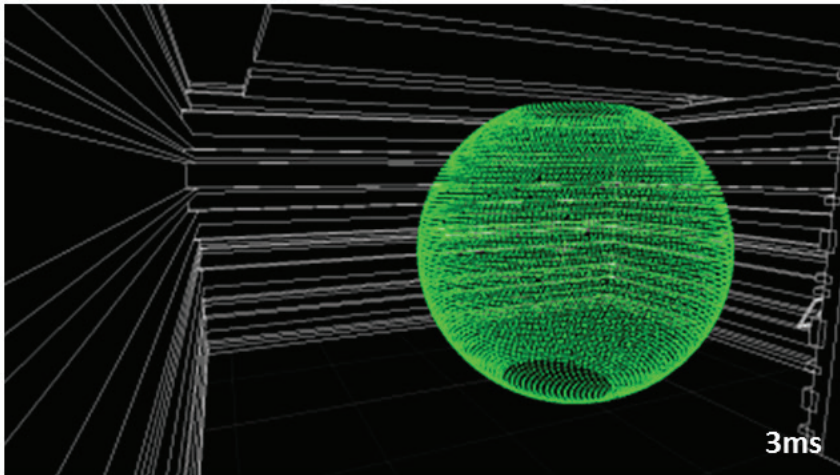
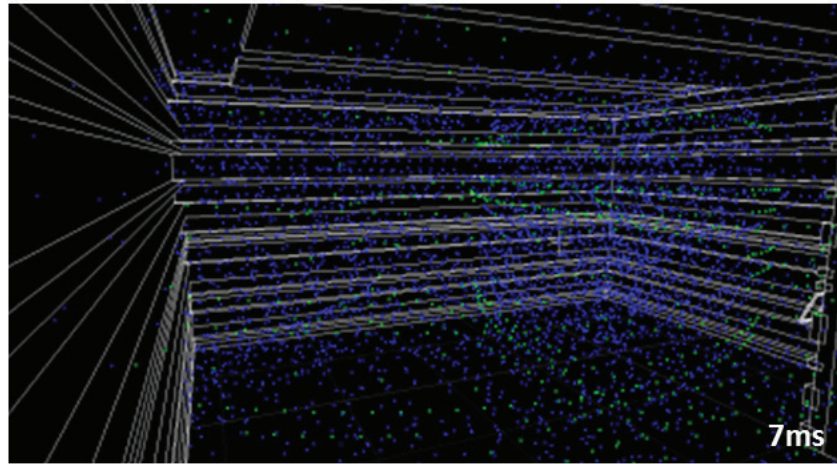
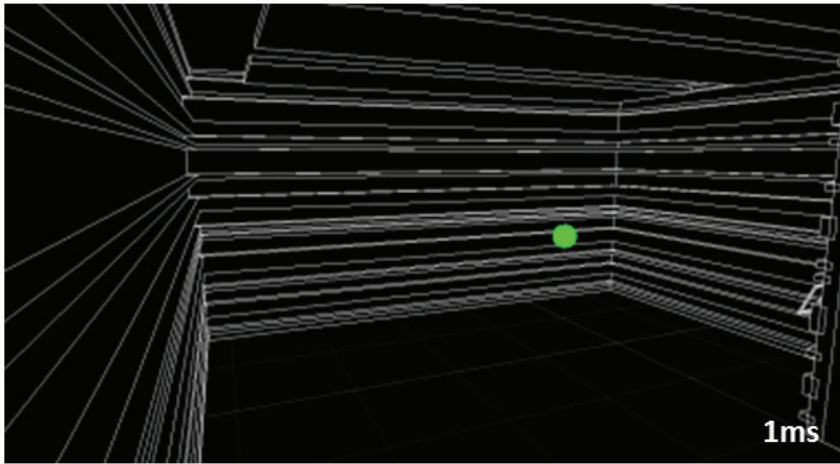
El gráfico G 6.7 evidencia la presencia de partículas reverberantes hasta los 20 ms de tiempo transcurrido. Sin embargo, el sonido directo es emitido con gran claridad, y su reflexión es absorbida mayormente por la capa de material absorbente de las superficies, generando en su mayoría,

partículas de sonido enmascarado.

Para este apartado, no se hace la comparación con un salón convencional, pues su resultado es el mismo al de la sala de grabación convencional, analizada anteriormente.



G 6.8 Comportamiento del sonido en el salón para grupo de cámara diseñado.



- Sonido directo
- Eco
- Reverberación
- Sonido Enmascarado

F 6.55 Comportamiento del sonido en un salón para grupo de cámara diseñado.

2 Espacios con reflexión acústica controlada

Salones para RECITALES

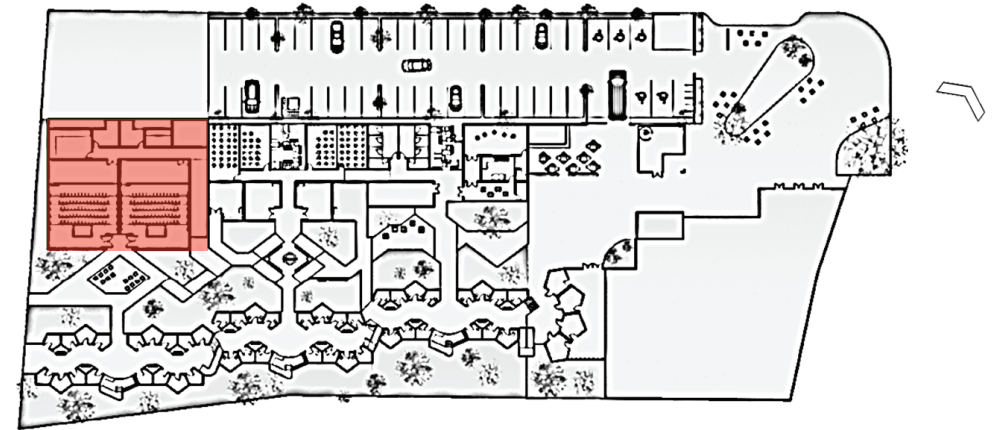
Los salones para recitales son salas de concierto en pequeña escala, con el fin de ser utilizados en actividades como recitales, seminarios y/o conciertos, con una cantidad de público reducida. Los salones para recitales están ubicados en la parte oeste del proyecto (Ver F6.56), y se diseñaron dos salones para tal fin. El acceso principal de los mismos, cuenta con una terraza de vestíbulo, con mobiliario adecuado para la espera del inicio de la función. El área total del salón es de 150 m². Cada salón posee una capacidad máxima de 67 personas en el público y 10 ejecutantes en el escenario. Otro espacio importante de rescatar es el cuarto de sonido e iluminación. Ubicado en la parte más alta y lejana del salón, el ingeniero en sonido puede acondicionar el lugar de la mejor manera para un espectáculo agradable.

Además de la sala de conciertos (Ver F6.57), el complejo cuenta con camerinos, núcleos de baños con ducha y una bodega. El acceso tanto por el frente como el posterior, cuentan con puertas dobles, para facilitar el paso de masas de gente y de instrumentos grandes.

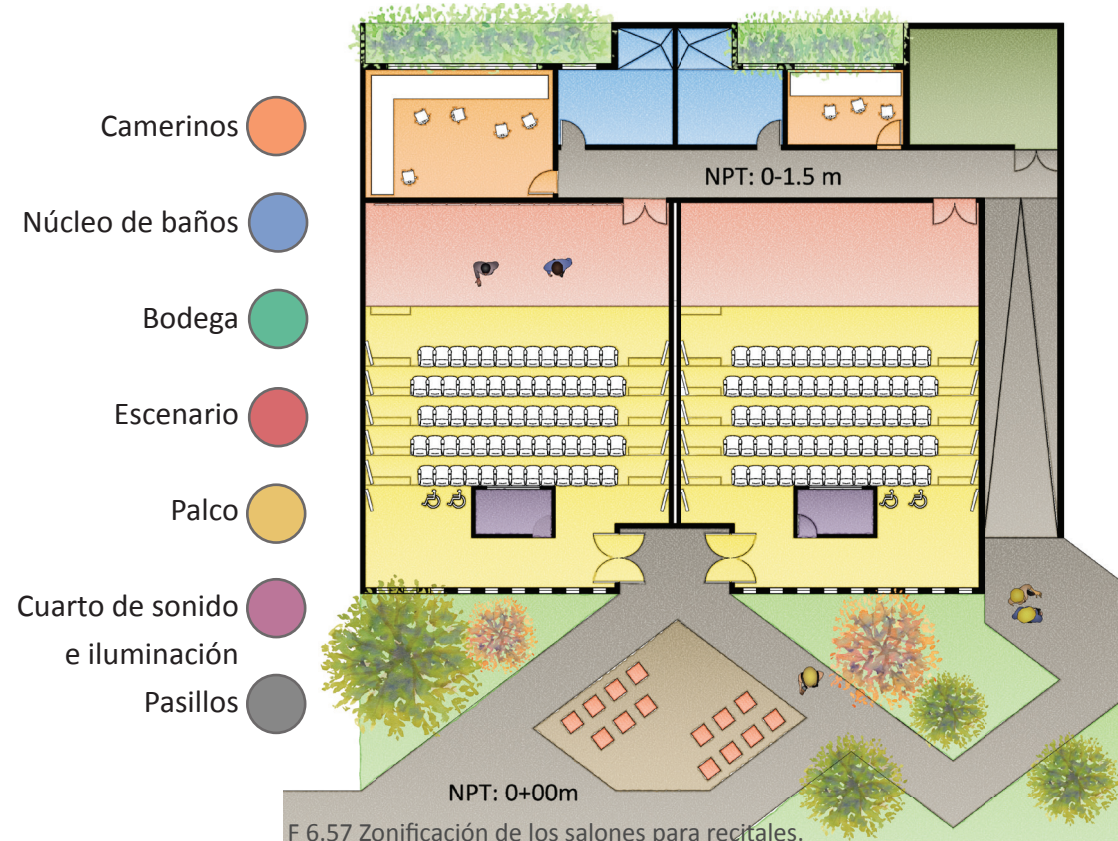
Un factor importante es la implementación de un desnivel para el diseño del palco.

La figura F 6.58 presenta un corte del salón, donde se hace el análisis visual del público hacia el escenario. Se debe tomar en cuenta que el acomodo de las sillas se hizo de forma intercalada (F6.60), para poder disminuir la diferencia de nivel.

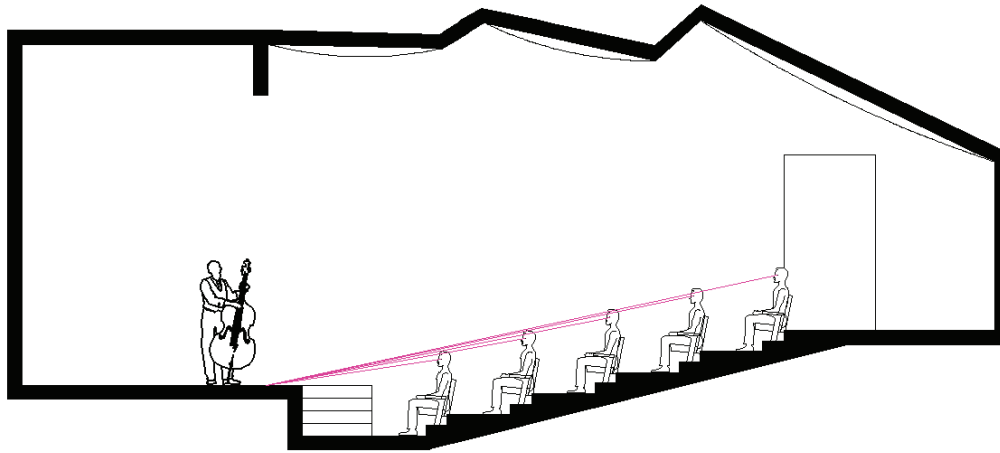
Se generaron líneas visuales desde el ojo humano de una persona con esta-



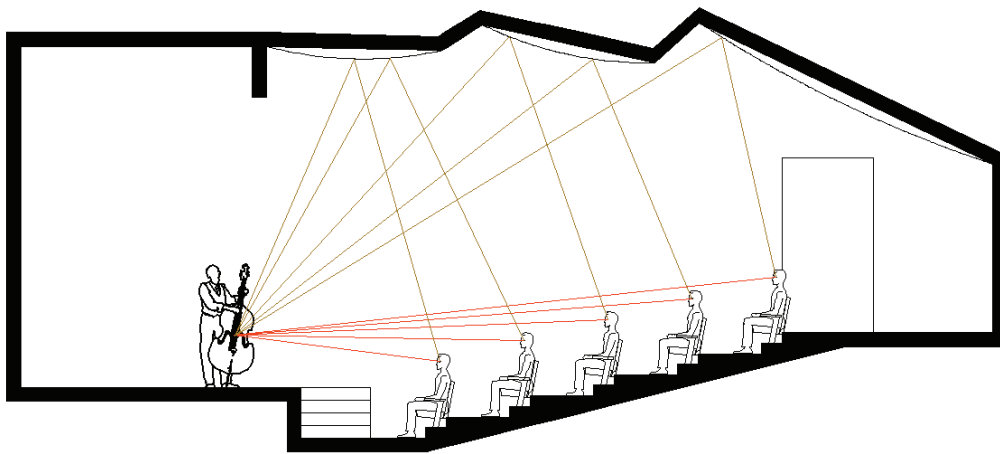
F 6.56 Ubicación de los salones para recitales en el proyecto



F 6.57 Zonificación de los salones para recitales.



F 6.58 Corte del salón para recitales, donde se analiza el desnivel óptimo para una visual completa del público al escenario.



F 6.59 Corte del salón para recitales, donde se analiza la forma y distancia ideal del espacio según el tiempo de reverberación ideal.

tura promedio (1.75 m), direccionadas hacia el punto más bajo del escenario. Al trazar todas las líneas, se debe de cumplir que la persona de la tercera fila pueda ver por encima de la cabeza de la persona posicionada en la primera fila.

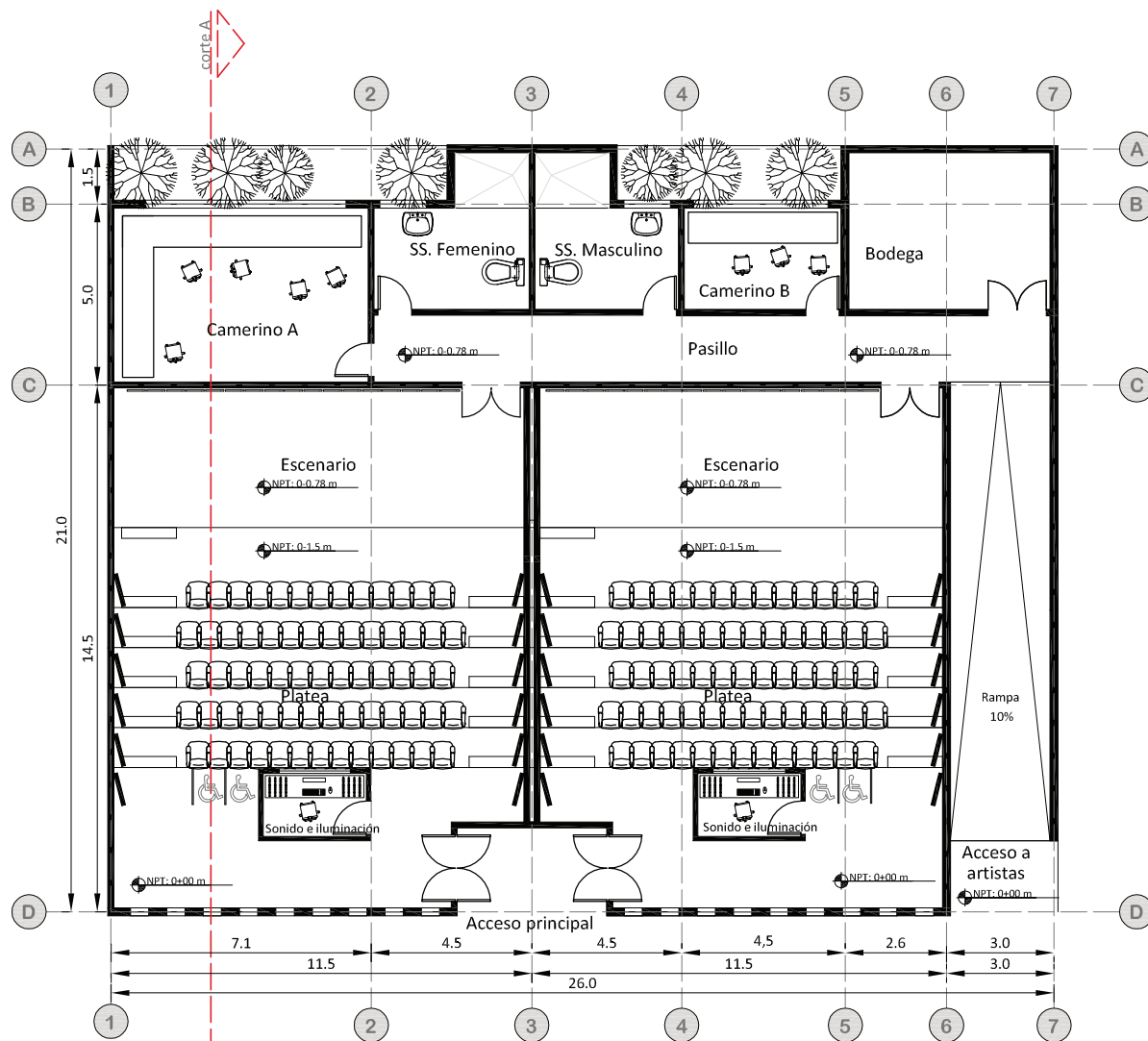
El diseño del cielo raso es otro factor importante en el diseño de una sala de conciertos. Para ello se utilizó la relación de distancias del sonido directo e indirecto, ejemplificado en la figura F 6.59.

En este tipo de espacios es necesario la reflexión acústica controlada, para disfrutar de una agradable sonoridad, mediante la reverberación producida. Sin embargo, es importante recalcar que nos interesan las primeras reverberaciones producidas, mas no el rebote de las mismas. Para ello, se utiliza un conjunto de materiales reflectivos y absorbentes, además del juego de ángulos y formas.

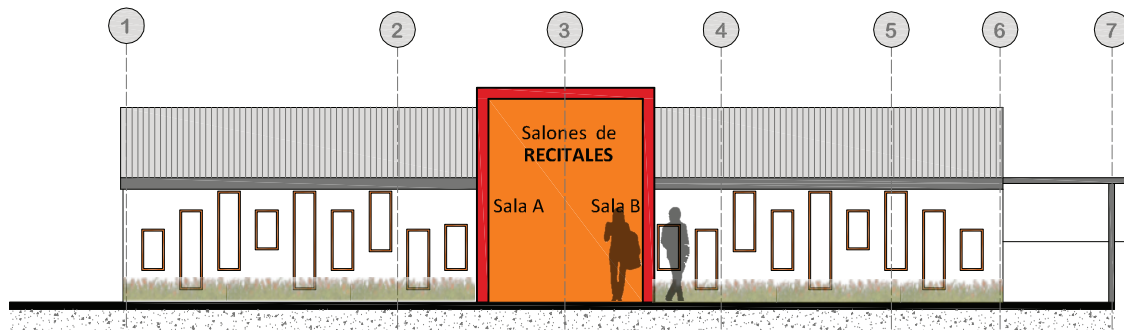
Según Egan (2007) la distancia recorrida por el sonido indirecto, no puede sobrepasar los 17 metros del sonido directo. De esta manera se obtiene el ángulo y la altura óptima del cielo raso.

En el marco teórico se desarrollaron las ventajas de un una forma cóncava. Pro eso es que la estructura de madera del cielo raso posee una leve curva, favoreciendo la amplitud de ángulos de las ondas de sonido que rebotan en ella.

Además del diseño en corte, en planta se propone el uso de paneles diagonales. Con ello, se evita el paralelismo de las paredes, y consecuentemente se impide la generación de eco palpitante.



F 6.60 Planta arquitectónica de conjunto de salones para recitales. *Escala 1:300*



F 6.61 Fachada frontal (sur) del conjunto de salones para recitales. *Escala 1:300*



SALÓN PARA RECITALES

MATERIALES

Los materiales para este espacio son principalmente la madera y la espuma. Como se mencionó anteriormente, es necesario la implementación de ambos tipos de materiales (reflectivos y absorbentes) para un buen diseño acústico.

En la parte del cielo raso y los paneles de las paredes, se utiliza la madera de eucalipto, gracias a sus características porosas y la localidad del material, favoreciendo la sostenibilidad del proyecto. Las butacas utilizadas, son de cojines, las cuales favorecen con la absorción de las ondas sonoras, una vez reflejadas por la madera.

Una pauta de diseño importante es la observada en la figura F 6.62 . En ella, se aprecia la trama ubicada en el fondo del escenario. Como parte del dinamismo creado por los músicos, se propone aprovechar los niveles de sonido emitidos por los ejecutantes, para crear las luces del fondo, las cuales serán su escenario personalizado.

Madera de eucalipto, en forma de onda concava

Vidrio temperado

Paneles de madera de eucalipto.

Butacas acojinadas

Iluminación led en las gradas del salón

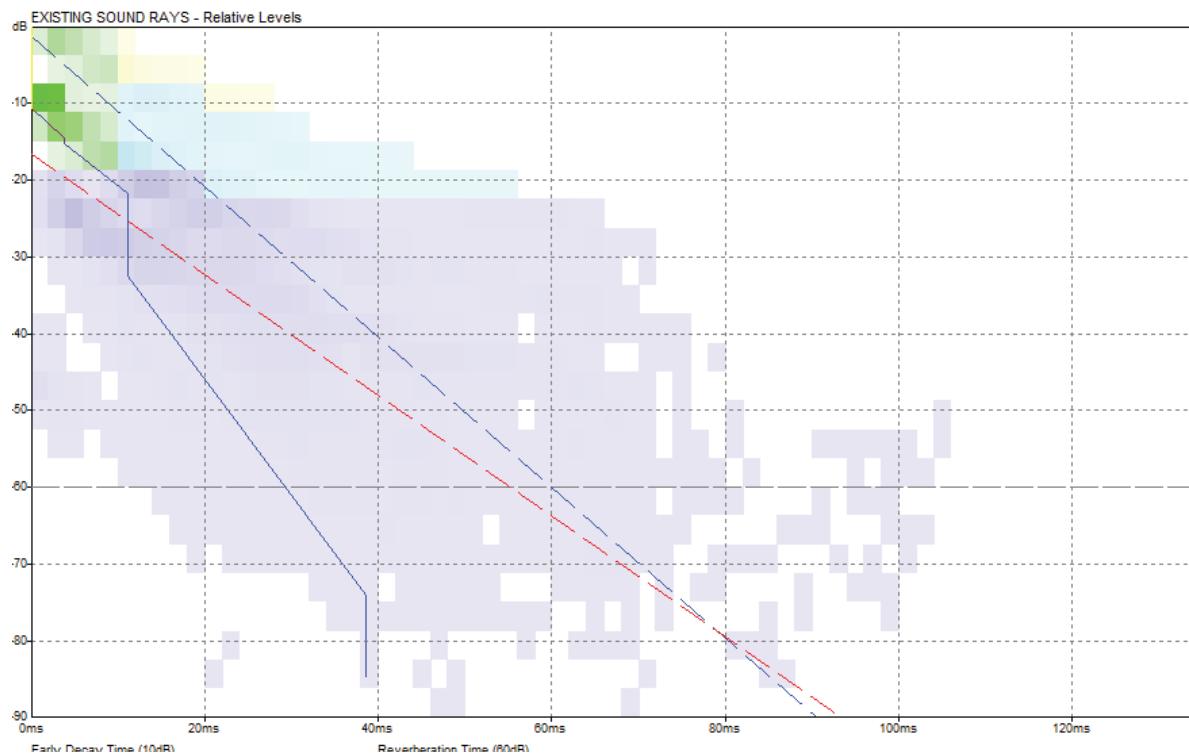
Alfombra de 2 cm De grosor



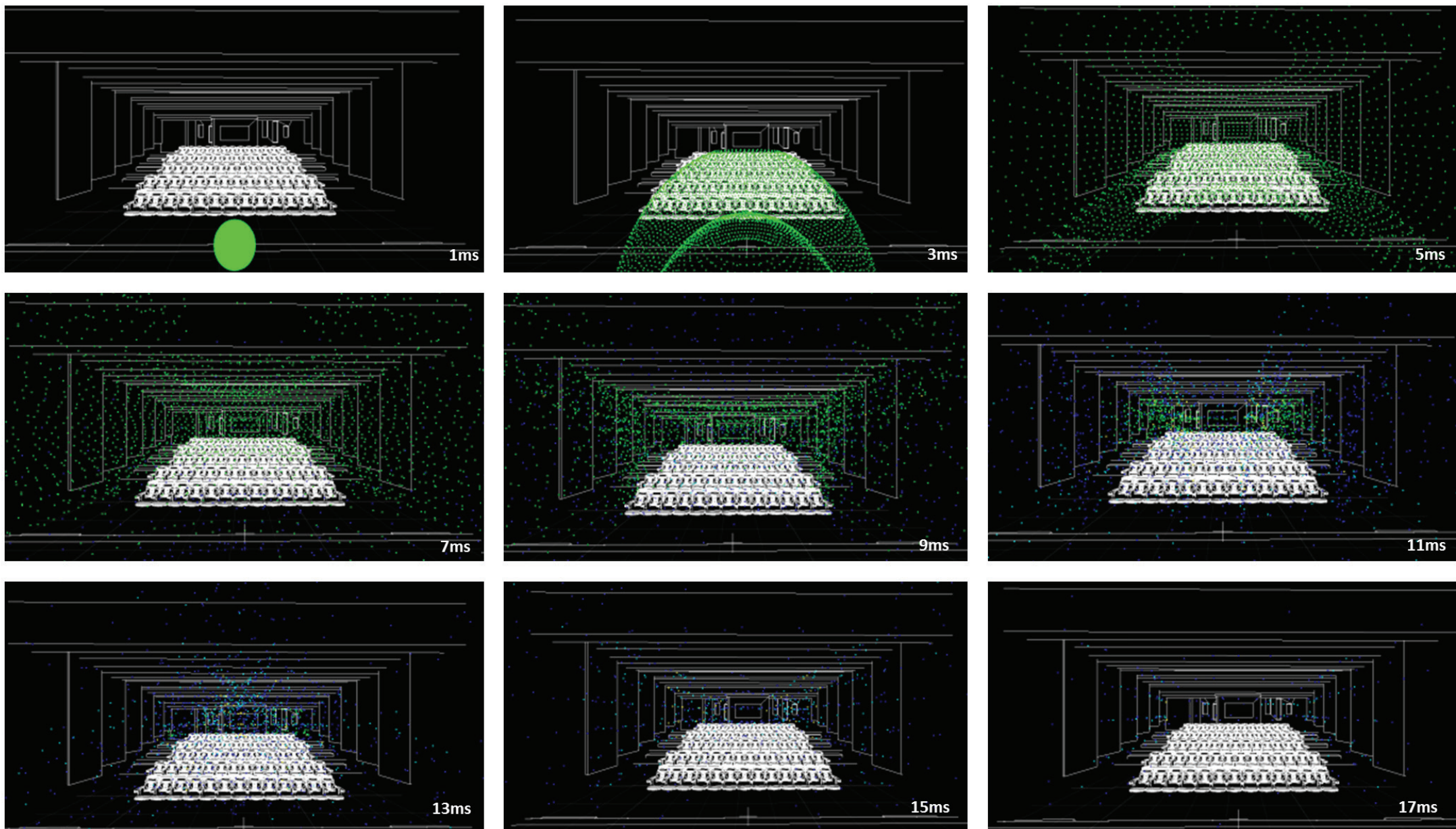
Análisis acústico de el SALÓN PARA RECITALES

La figura F 6.66 muestra el comportamiento de las partículas de sonido en un salón para recitales. A diferencia de los otros ejemplos, se ha expandido el tiempo de análisis a 17ms, pues es un lugar más amplio, y su comportamiento es diferente. Los primeros 5 ms se observa como las partículas directas rebotan en el piso del escenario. Esto es ventajoso, pues permite al músico poderse escuchar él mismo y a los otros músicos que lo acompañen. A los 7 y 9 ms, las partículas rebotan pero hacia direcciones opuestas. Esto es producido por la concavidad y ángulo de inclinación de la madera. A los 11 ms se comienzan a apreciar las primeras reverberaciones de sonido, las cuales al avance del tiempo, vuelven a chocar, para convertirse finalmente en sonido enmascarado.

El gráfico G6.8 muestra el tiempo de reverberación producido hasta 60ms de tiempo.



G 6.9 Comportamiento del sonido en el salón para recitales.



F 6.66 Comportamiento del sonido en un salón para recitales.



SALÓN PARA RECITALES

CONCLUSIONES

La propuesta “Segunda etapa del Instituto Nacional de Música (INM), al tomar aspectos tanto arquitectónicos como acústicos, es una respuesta a la necesidad de ampliación y requerimientos especiales de diseño interno, planteada en la investigación previa. Así, se contribuye a solucionar sus problemas espaciales y de confort ambiental de sus aposentos.

El INM es un centro especializado al estudio profesional de la música, por lo que es de suma importancia el tener un espacio diseñado específicamente para las necesidades de este sector, ayudando a la obtención de una educación integral, con los mejores recursos espaciales.

Los espacios con necesidades de acondicionamiento acústico controlado, requieren que sus principales puntos de fuga (puertas y ventanas) sean selladas y/o evitadas. No obstante, la implementación de ventanas a estos espacios es esencial para el aprovechamiento de la iluminación natural indirecta, así como para la conexión del usuario con el exterior. Esto, debido a que son espacios con una temporalidad media-alta (de 2 a 8 hrs diarias), por lo que es

imprescindible evitar la sensación de enclaustramiento de los usuarios.

A pesar de que internamente, es difícil aprovechar las condiciones naturales del clima por sus requerimientos herméticos de sus espacios, la creación de microclimas internos, con la implementación de espacios abiertos, vegetación y fuentes de agua, invita a beneficiarse de estos recursos en los espacios externos de uso común del INM. Con ello, aumenta el confort ambiental del proyecto, además de que se crea un ambiente controlado, fresco y natural.

Los accesos y circulaciones del INM son amplios, con rampas y techados en todo el recorrido del proyecto. Además de cumplir con la ley 7600,

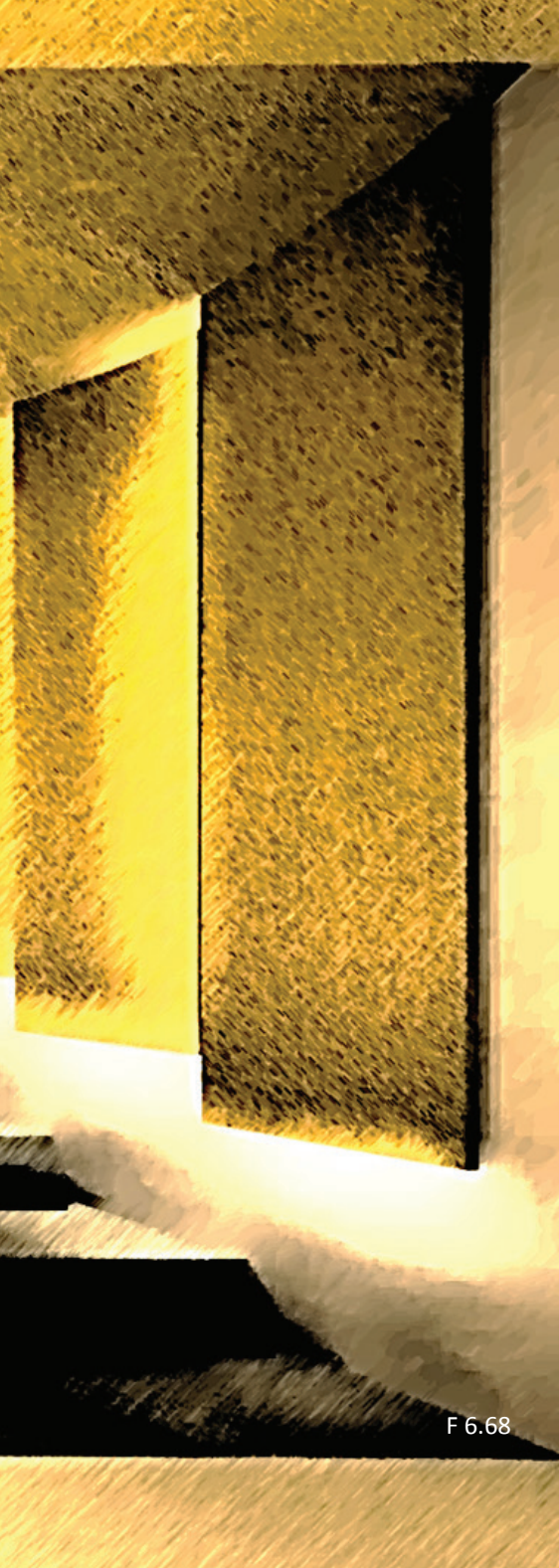
de accesibilidad para todos, es una necesidad primordial para gran parte de la población estudiada. El transporte de instrumentos de gran tamaño y con rodines, es posible gracias a esta pauta.

La selección y uso adecuado de los materiales en los diferentes aposentos dependiendo de sus necesidades espaciales y acústicas, es vital para un acertado acondicionamiento acústico del mismo.

“La arquitectura es una música de piedras;
y la música, una arquitectura
de sonidos”.

Beethoven





F 6.68



A nexos y **BIBLIOGRAFÍA**

A1.1

Futuras líneas de **INVESTIGACIÓN**

Como se menciona en la delimitación de la investigación, este trabajo desarrolla la propuesta arquitectónica de los espacios propios de la enseñanza musical universitaria de la segunda etapa del Instituto Nacional de Música (INM). Por lo tanto como futuras líneas de investigación del mismo proyecto, se recomiendan las siguientes:

- Desarrollo arquitectónico del auditorio propuesto.
- Propuesta de restauración de la infraestructura actual del Centro Nacional de Música (CNM).
- Propuesta de diseño de espacios para los otros entes pertenecientes al CNM : Coro Sinfónico Nacional, Orquesta Sinfónica Nacional, Compañía Lírica Nacional, así como para los estudiantes menores del INM.
- Propuesta de ampliación vertical del Centro Nacional de Música.

A1.2

ENCUESTA a los usuarios del INM

Esta entrevista será parte de un estudio académico de tesis realizado por una estudiante del Tecnológico de Costa Rica. Su información es confidencial.



Ocupación:

- Profesor del Instituto Nacional de Música
 Estudiante universitario del Instituto Nacional de Música

1. ¿Que espacio de estudio del Centro Nacional de Música es el que considera que está mejor equipado para las necesidades acústicas y musicales que usted requiere? ¿Por qué?

- Cubículos Individuales
 Aulas Teóricas
 Salón de ensayos
 Salones para grupos de cámara
 Otros: _____

¿Por qué?

2. ¿Que aspectos de la infraestructura actual del edificio (CNM) considera que son necesarios mejorar ?

- Iluminación natural
 Iluminación artificial
 Ventilación
 Dimensiones de espacios
 Mobiliario
 Tecnología en las aulas/cubículos
 Otros: _____

3. ¿Qué espacios del edificio del Centro Nacional de Música considera que son necesarios cambiar y/o renovar? ¿Por qué?

4. ¿Considera necesario la creación de más o nuevos espacios para el estudio teórico y práctico, así como espacios de servicio? No/Si ¿Cuales?

- Anfiteatro
 Bodegas de instrumentos en uso constante
 Cubículos de estudio individual
 Cubículos de estudio grupal
 Estudio de grabación
 Otros: _____

Muchas gracias por su tiempo, y espero que tenga buen día.

A1.3

Referencias BIBLIOGRÁFICAS

Bistafa, S. (2011). Acústica aplicada ao controle do ruído (2da edición). São Paulo, Brasil: Blucher.

Bucur, V. (2006). Acoustics of Wood (2nd edition). Berlin Heidelberg, Germany. Springer – Verlag.

Carrión, A. (1998). Diseño acústico de espacios arquitectónicos. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya.

Conrado, S. (1990). Elementos de acústica arquitetônica (2da edición). São Paulo, Brasil: Nobel.

Corbella, O. & Yannas, S. (2003). Em busca de uma arquitetura Sustentável para os trópicos. Rio de Janeiro, Brasil: Revan.

Cruz da Costa, E. (2003). Acústica técnica. São Paulo, Brasil: Edgard Blücher Ltda.

Duta, L & Lamberts, R & Pereira, F. (1997). Eficiência energética na arquitetura. São Paulo, Brasil: P.W Editores.

Egan, M.David. (2007). Architectural acoustics. New York, EEUU: J. Ross Publishing.

Geller, H. (1994). O uso eficiente da eletricidade – uma estratégia de desenvolvimento para o Brasil. Rio de Janeiro, Brasil: INEE, ACEEE.

Regio, P. (2006). Acústica Arquitetônica. Brasília, Brasil. Arch-Tec.

Rivero, R. (1988). Arquitectura y clima: acondicionamiento térmico natural (2da edición). Montevideo, Uruguay: Universidad de La República.

Serra, R. (2000). Arquitectura y climas (2da edición). Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, S.A.

Simoës, F. (2011). Acústica Arquitetônica. Rio de Janeiro, Brasil: Procel Edifica.

Vargas, M. (2004). De las fanfarreas a las salas de concierto, Música en Costa Rica (1840- 1940).San José, Costa Rica: Editorial de las Universidad de Costa Rica.

Zamora, F. (2009). Interiors & color book. Barcelona, España. Loft Publications.

A1.4

Referencias DIGITALES

Auditorio Arauju Vianna. Galería. Recuperado el el 12 de diciembre del 2013 de <http://www.oiaraujovianna.com.br/>

Centro Nacional de Música (INM). Recuperado el 04 de diciembre del 2013 de <http://cnm.go.cr/>

Instituto Metereológico de Costa Rica. Datos climáticos. Recuperado el 15 de mayo del 2014 de <http://www.imn.ac.cr/>

Instituto Nacional de Música (INM). Recuperado el 04 de diciembre del 2013 de <http://www.inm.go.cr/>

Municipalidad de Moravia. Información ciudadana. Recuperado el 26 de octubre del 2013 de <http://www.moravia.go.cr/>

Orquesta Sinfónica Nacional de Costa Rica (OSN). Historia. Recuperado el 12 de enero del 2014 de <http://www.osn.go.cr/historia-de-la-orquesta-sinfonica-nacional.html>

The Juilliard School. Recuperado el el 12 de diciembre del 2013 de <http://www.juilliard.edu/>

Wes Lachot Design Group. Evergrove Studio. Recuperado el 12 de diciembre del

A1.5

Referencias de IMÁGENES

CAPÍTULO 1

F A.1 Recuperado de <https://www.facebook.com/InstitutoNacionaldeMusicaCostaRica?fref=ts> el 01 de julio del 2014.

F1.1 Recuperado de <https://www.facebook.com/maddie.serrano?fref=ts> el 01 de julio del 2014.

F1.2 Recuperado <http://cnm.go.cr/> el 01 de julio del 2014.

F1.3 Recuperado de <https://www.facebook.com/gabriela.calderoncornejo?fref=ts> el 01 de julio del 2014.

F1.4 Recuperado de <https://earth.google.es/> el 01 de julio del 2014. Edición propia.

CAPÍTULO 2

F2.1 Recuperado de <https://www.facebook.com/vgonrod?fref=ts> el 01 de julio del 2014.

F2.2 Fuente propia

F2.3 Fuente propia

F2.4 Fuente propia

F2.5 Fuente propia

F2.6 Fuente propia

F2.7 Fuente propia

F2.8 Fuente propia

F2.9 Recuperado de <https://www.facebook.com/bea.rojas.v?fref=ts> el 01 de julio del 2014.

F2.10 Fuente propia

F2.11 Fuente propia

F2.12 Fuente propia

F2.13 Recuperado de <http://bazardelarte.blogspot.com/2011/04/obras-abstractas.html> el 15 de julio del 2014.

CAPÍTULO 2

- F2.14** Recuperado de <http://www.punksunidos.com.ar/2010/08/notas-musicales-y-frecuencias-en.html> el 15 de julio del 2014.
- F2.15** Recuperado de Conrado, S. (1990). *Elementos de acústica arquitetônica* (2da edición). São Paulo, Brasil: Nobel.
- F2.16** Recuperado de Conrado, S. (1990). *Elementos de acústica arquitetônica* (2da edición). São Paulo, Brasil: Nobel.
- F2.17** Recuperado de Conrado, S. (1990). *Elementos de acústica arquitetônica* (2da edición). São Paulo, Brasil: Nobel.
- F2.18** Recuperado de <http://www.deviantart.com/morelikethis/334722937> el 20 de julio del 2014.
- F2.19** Recuperado de Conrado, S. (1990). *Elementos de acústica arquitetônica* (2da edición). São Paulo, Brasil: Nobel.
- F2.20** Fuente propia
- F2.21** Fuente propia
- F2.22** Recuperado de <http://bricork.com/es/corcho-industrial-y-multiusos/21-corcho-industrial-en-rollo.html> el 20 de julio del 2014.
- F2.23** Recuperado de <http://www.ratsa.com/catalogo.php?linea=5> el 20 de julio del 2014.

CAPÍTULO 2

- F2.24** Recuperado de <http://espaciohogar.com/alfombra-de-colores-2010/> el 20 de julio del 2014.
- F2.25** Recuperado de <http://santiago.all.biz/materiales-acsticos-delta-ingeniera-acstica-g63565> el 20 de julio del 2014.
- F2.26** Recuperado de <http://produtosacustica.blogspot.com/2008/07/espuma-perfilada.html> el 20 de julio del 2014.
- F2.27** Recuperado de <https://www.facebook.com/esteban.gonzalezmonge?fref=ts> el 15 de julio del 2014.
- F2.28** Recuperado de <http://www.juilliard.edu/> el 10 de julio del 2014. Creación propia.
- F2.29** Recuperado de <http://www.juilliard.edu/> el 10 de julio del 2014.
- F2.30** Recuperado de <http://www.oiaraujovianna.com.br/> el 10 de julio del 2014.
- F2.31** Recuperado de <http://evergroove.com/> el 10 de julio del 2014.
- F2.32** Recuperado de <https://www.facebook.com/manolo.carazo.7?fref=ts> el 10 de julio del 2014.

CAPÍTULO 3

F3.1 Recuperado de <https://www.facebook.com/CCClarinetes?fref=ts> el 10 de julio del 2014

F3.1 Fuente propia

F3.1 Fuente propia

F3.1 Fuente propia

F3.1 Fuente propia

CAPÍTULO 4

F4.1 Recuperado de <http://imgur.com/jUJvB> el 10 de julio del 2014

F4.2 Fuente propia

F4.3 Fuente propia

F4.4 Fuente propia

F4.5 Fuente propia

F4.6 Fuente propia

F4.7 Fuente propia

F4.8 Fuente propia

CAPÍTULO 5

- F5.1** Recuperado <http://light-impression.blogspot.com/2009/01/bird-music.html> el 10 de julio del 2014
- F5.2** Fuente propia
- F5.3** Recuperado de <https://earth.google.es/> el 01 de julio del 2014. Creación propia.
- F5.4** Fuente propia. Información recopilada del uso de suelos emitido por la municipalidad de Moravia.
- F5.5** Fuente propia
- F5.6** Fuente propia
- F5.7** Fuente propia
- F5.8** Fuente propia. Curvas de nivel tomadas de los mapas topográficos de la Municipalidad de Moravia.
- F5.9** Fuente propia.
- F5.10** Fuente propia. Carta solar obtenida del software SOL-AR
- F5.11** Fuente propia.

CAPÍTULO 6

- F6.1** Fuente propia.
- F6.2** Fuente propia.
- F6.3** Fuente propia.
- F6.4** Fuente propia.
- F6.5** Fuente propia.
- F6.6** Fuente propia.
- F6.7** Fuente propia.
- F6.8** Fuente propia.
- F6.9** Fuente propia.
- F6.10** Fuente propia.
- F6.11** Fuente propia.
- F6.12** Fuente propia.
- F6.13** Fuente propia.
- F6.14** Fuente propia.
- F6.15** Fuente propia.
- F6.16** Fuente propia.
- F6.17** Fuente propia.
- F6.18** Fuente propia.
- F6.19** Fuente propia.
- F6.20** Fuente propia.
- F6.21** Fuente propia.
- F6.22** Fuente propia.
- F6.23** Fuente propia.
- F6.24** Fuente propia.
- F6.25** Fuente propia.
- F6.26** Fuente propia. Imágenes obtenidas del software Ecotect
- F6.27** Fuente propia. Imágenes obtenidas del software Ecotect
- F6.28** Fuente propia.
- F6.29** Fuente propia.

CAPÍTULO 6

F6.30 Fuente propia.

F6.31 Fuente propia.

F6.32 Fuente propia. Imágenes obtenidas del software Ecotect

F6.33 Fuente propia. Imágenes obtenidas del software Ecotect

F6.34 Fuente propia.

F6.35 Fuente propia.

F6.36 Fuente propia.

F6.37 Fuente propia.

F6.38 Fuente propia.

F6.39 Fuente propia.

F6.40 Fuente propia.

F6.41 Fuente propia. Imágenes obtenidas del software Ecotect

F6.42 Fuente propia.

F6.43 Fuente propia.

F6.44 Fuente propia.

F6.45 Fuente propia.

F6.46 Fuente propia.

F6.47 Fuente propia.

F6.48 Fuente propia. Imágenes obtenidas del software Ecotect

F6.49 Fuente propia.

F6.50 Fuente propia.

Referencias de GRÁFICOS Y TABLAS

CAPÍTULO 1

G1.1 Fuente propia. Información recopilada del archivo perteneciente a la administración del Instituto Nacional de Música.

CAPÍTULO 2

T 2.1 Fuente propia

T 2.2 Fuente propia

T 2.3 Fuente propia

T 2.4 Fuente propia

T 2.5 Fuente propia

T 2.6 Fuente propia

T 2.7 Fuente propia. Información recopilada del libro *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. (Carrión, A. 1998)

T 2.8 Fuente propia. . Información recopilada del libro *Acoustics of Wood* (2nd edition). (Bucur, V. 2006).

T 2.9 Fuente propia. . Información recopilada del libro *Acoustics of Wood* (2nd edition). (Bucur, V. 2006).

CAPÍTULO 2

T 2.10 Fuente propia. . Información recopilada del libro *Acoustics of Wood* (2nd edition). (Bucur, V. 2006).

T 2.11 Fuente propia. . Información recopilada del libro *Diseño acústico de espacios arquitectónicos* .(Carrión, A. 1998).

T 2.12 Fuente propia

T 2.13 Fuente propia

T 2.14 Fuente propia

T 2.15 Fuente propia

CAPÍTULO 3

G3.1 Fuente propia

G3.2 Fuente propia

G3.3 Fuente propia

G3.4 Fuente propia

CAPÍTULO 4

G4.1 Fuente propia

T4.1 Fuente propia

T4.2 Fuente propia

CAPÍTULO 6

G6.1 Curvas de NC, obtenidas del libro *Architectural acoustics*. (Egan, M.David. 2007).

G6.2 Gráfico de STC, obtenidas del libro *Architectural acoustics*. (Egan, M.David. 2007).

G6.3 Bandas de frecuencia, obtenidas del libro *Architectural acoustics*. (Egan, M.David. 2007).

G6.4 Gráfico obtenido de la simulación acústica elaborada en el software Ecotect

G6.5 Gráfico obtenido de la simulación acústica elaborada en el software Ecotect

G6.6 Gráfico obtenido de la simulación acústica elaborada en el software Ecotect

G6.7 Gráfico obtenido de la simulación acústica elaborada en el software Ecotect

G6.8 Gráfico obtenido de la simulación acústica elaborada en el software Ecotect

G6.9 Gráfico obtenido de la simulación acústica elaborada en el software Ecotect

T6.1 Fuente propia

T6.2 Fuente propia

Anexo TA1. Tabla de materiales con su NRC asociado. (Egan, 2007)

Material	Sound Absorption Coefficient						NRC Number *
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
Walls^(1, 3, 9, 12)							
Sound-Reflecting:							
1. Brick, unglazed	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.05
2. Brick, unglazed and painted	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.00
3. Concrete, rough	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.05
4. Concrete block, painted	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08	0.05
5. Glass, heavy (large panes)	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05
6. Glass, ordinary window	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04	0.15
7. Gypsum board, 1/2 in thick (nailed to 2 x 4s, 16 in oc)	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09	0.05
8. Gypsum board, 1 layer, 5/8 in thick (screwed to 1 x 3s, 16 in oc with airspaces filled with fibrous insulation)	0.55	0.14	0.08	0.04	0.12	0.11	0.10
9. Construction no. 8 with 2 layers of 5/8-in-thick gypsum board	0.28	0.12	0.10	0.07	0.13	0.09	0.10
10. Marble or glazed tile	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
11. Plaster on brick	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05
12. Plaster on concrete block (or 1 in thick on lath)	0.12	0.09	0.07	0.05	0.05	0.04	0.05
13. Plaster on lath	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03	0.05
14. Plywood, 3/8-in paneling	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11	0.15
15. Steel	0.05	0.10	0.10	0.10	0.07	0.02	0.10
16. Venetian blinds, metal	0.06	0.05	0.07	0.15	0.13	0.17	0.10
17. Wood, 1/4-in paneling, with airspace behind	0.42	0.21	0.10	0.08	0.06	0.06	0.10
18. Wood, 1-in paneling with airspace behind	0.19	0.14	0.09	0.06	0.06	0.05	0.10
Sound-Absorbing:							
19. Concrete block, coarse	0.36	0.44	0.31	0.29	0.39	0.25	0.35
20. Lightweight drapery, 10 oz/yd ² , flat on wall (Note: Sound-reflecting at most frequencies.)	0.03	0.04	0.11	0.17	0.24	0.35	0.15
21. Mediumweight drapery, 14 oz/yd ² , draped to half area (i.e., 2 ft of drapery to 1 ft of wall)	0.07	0.31	0.49	0.75	0.70	0.60	0.55
22. Heavyweight drapery, 18 oz/yd ² , draped to half area	0.14	0.35	0.55	0.72	0.70	0.65	0.60
23. Fiberglass fabric curtain, 8 1/2 oz/yd ² , draped to half area (Note: The deeper the airspace behind the drapery (up to 12 in), the greater the low-frequency absorption.)	0.09	0.32	0.68	0.83	0.39	0.76	0.55
24. Shredded-wood fiberboard, 2 in thick on concrete (mtg. A)	0.15	0.26	0.62	0.94	0.64	0.92	0.60
25. Thick, fibrous material behind open facing	0.60	0.75	0.82	0.80	0.60	0.38	0.75
26. Carpet, heavy, on 5/8-in perforated mineral fiberboard with airspace behind	0.37	0.41	0.63	0.85	0.96	0.92	0.70
27. Wood, 1/2-in paneling, perforated 3/16-in-diameter holes, 11% open area, with 2 1/2-in glass fiber in airspace behind	0.40	0.90	0.80	0.50	0.40	0.30	0.65
Floors^(9, 11)							
Sound-Reflecting:							
28. Concrete or terrazzo	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
29. Linoleum, rubber, or asphalt tile on concrete	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.05
30. Marble or glazed tile	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
31. Wood	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07	0.10
32. Wood parquet on concrete	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07	0.05
Sound-Absorbing:							
33. Carpet, heavy, on concrete	0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.65	0.30
34. Carpet, heavy, on foam rubber	0.08	0.24	0.57	0.69	0.71	0.73	0.55
35. Carpet, heavy, with impermeable latex backing on foam rubber	0.08	0.27	0.39	0.34	0.48	0.63	0.35
36. Indoor-outdoor carpet	0.01	0.05	0.10	0.20	0.45	0.65	0.20
Ceilings^{(6, 9, 10) †}							
Sound-Reflecting:							
37. Concrete	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
38. Gypsum board, 1/2 in thick	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09	0.05
39. Gypsum board, 1/2 in thick, in suspension system	0.15	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09	0.05
40. Plaster on lath	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03	0.05
41. Plywood, 3/8 in thick	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11	0.15
Sound-Absorbing:							
42. Acoustical board, 3/4 in thick, in suspension system (mtg. E)	0.76	0.93	0.83	0.99	0.99	0.94	0.95
43. Shredded-wood fiberboard, 2 in thick on lay-in grid (mtg. E)	0.59	0.51	0.53	0.73	0.88	0.74	0.65

Material	Sound Absorption Coefficient						NRC Number *
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
44. Thin, porous sound-absorbing material, 3/4 in thick (mtg. B)	0.10	0.60	0.80	0.82	0.78	0.60	0.75
45. Thick, porous sound-absorbing material, 2 in thick (mtg. B), or thin material with airspace behind (mtg. D)	0.38	0.60	0.78	0.80	0.78	0.70	0.75
46. Sprayed cellulose fibers, 1 in thick on concrete (mtg. A)	0.08	0.29	0.75	0.98	0.93	0.76	0.75
47. Glass-fiber roof fabric, 12 oz/yd ²	0.65	0.71	0.82	0.86	0.76	0.62	0.80
48. Glass-fiber roof fabric, 37 1/2 oz/yd ² (Note: Sound-reflecting at most frequencies.)	0.38	0.23	0.17	0.15	0.09	0.06	0.15
49. Polyurethane foam, 1 in thick, open cell, reticulated	0.07	0.11	0.20	0.32	0.60	0.85	0.30
50. Parallel glass-fiberboard panels, 1 in thick by 18 in deep, spaced 18 in apart, suspended 12 in below ceiling	0.07	0.20	0.40	0.52	0.60	0.67	0.45
51. Parallel glass-fiberboard panels, 1 in thick by 18 in deep, spaced 6 1/2 in apart, suspended 12 in below ceiling	0.10	0.29	0.62	1.12	1.33	1.38	0.85
Seats and Audience^{(1, 5, 7, 9) †}							
52. Fabric well-upholstered seats, with perforated seat pans, unoccupied	0.19	0.37	0.56	0.67	0.61	0.59	
53. Leather-covered upholstered seats, unoccupied [†]	0.44	0.54	0.60	0.62	0.58	0.50	
54. Audience, seated in upholstered seats [†]	0.39	0.57	0.80	0.94	0.92	0.87	
55. Congregation, seated in wooden pews	0.57	0.61	0.75	0.86	0.91	0.86	
56. Chair, metal or wood seat, unoccupied	0.15	0.19	0.22	0.39	0.38	0.30	
57. Students, informally dressed, seated in tablet-arm chairs	0.30	0.41	0.49	0.84	0.87	0.84	
Openings^{(9) †}							
58. Deep balcony, with upholstered seats				0.50-1.00			
59. Diffusers or grilles, mechanical system				0.15-0.50			
60. Stage				0.25-0.75			
Miscellaneous^(3, 9, 11)							
61. Gravel, loose and moist, 4 in thick	0.25	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.70
62. Grass, marion bluegrass, 2 in high	0.11	0.26	0.60	0.69	0.92	0.99	0.60
63. Snow, freshly fallen, 4 in thick	0.45	0.75	0.90	0.95	0.95	0.95	0.90
64. Soil, rough	0.15	0.25	0.40	0.55	0.60	0.60	0.45
65. Trees, balsam firs, 20 ft ² ground area per tree, 8 ft high	0.03	0.06	0.11	0.17	0.27	0.31	0.15
66. Water surface (swimming pool)	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.00

Anexo TA2.

Tabla de TL y STC de diferentes superficies de materiales simples y compuestas (Egan, 2007)

Building Construction	Transmission Loss (dB)						STC Rating	IIC Rating†
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz		
Walls¹*†								
<i>Monolithic</i>								
1 3/8-in plywood (1 lb/ft ²)	14	18	22	20	21	26	22	
2 26-gauge sheet metal (1.5 lb/ft ²)	12	14	15	21	21	25	20	
3 1/2-in gypsum board (2 lb/ft ²)	15	20	25	31	33	27	28	
4 2 layers 1/2-in gypsum board, laminated with joint compound (4 lb/ft ²)	19	26	30	32	29	37	31	
5 1/32-in sheet lead (2 lb/ft ²)	15	21	27	33	39	45	31	
6 Glass-fiber roof fabric (37.5 oz/yd ²)	6	9	11	16	20	25	16	
<i>Interior</i>								
7 2 by 4 wood studs 16 in oc with 1/2-in gypsum board both sides (5 lb/ft ²)	17	31	33	40	38	36	33	
8 Construction no. 7 with 2-in glass-fiber insulation in cavity	15	30	34	44	46	41	37	
9 2 by 4 staggered wood studs 16 in oc each side with 1/2-in gypsum board both sides (8 lb/ft ²)	23	28	39	46	54	44	39	
10 Construction no. 9 with 2 1/4-in glass-fiber insulation in cavity	29	38	45	52	58	50	48	
11 2 by 4 wood studs 16 in oc with 5/8-in gypsum board both sides, one side screwed to resilient channels, 3-in glass-fiber insulation in cavity (7 lb/ft ²)	32	42	52	58	53	54	52	
12 Double row of 2 by 4 wood studs 16 in oc with 3/8-in gypsum board on both sides of construction 9-in glass-fiber insulation in cavity (4 lb/ft ²)	31	44	55	62	67	65	54	
13 6-in dense concrete block, 3 cells, painted (34 lb/ft ²)	37	36	42	49	55	58	45	
14 8-in lightweight concrete block, 3 cells, painted (38 lb/ft ²)	34	40	44	49	59	64	49	
15 Construction no. 14 with expanded mineral loose fill in cells	34	40	46	52	60	66	51	
16 6-in lightweight concrete block with 1/2-in gypsum board supported by resilient metal channels on one side, other side painted (26 lb/ft ²)	35	42	50	64	67	65	53	
17 2 1/2-in steel channel studs 24 in oc with 5/8-in gypsum board both sides (6 lb/ft ²)	22	27	43	47	37	46	39	
18 Construction no. 17 with 2-in glass-fiber insulation in cavity	26	41	52	54	45	51	45	
19 3 5/8-in steel channel studs 16 in oc with 1/2-in gypsum board both sides (5 lb/ft ²)	26	36	43	51	48	43	43	
20 Construction no. 19 with 3-in mineral-fiber insulation in cavity	28	45	54	55	47	54	48	
21 2 1/2-in steel channel studs 24 in oc with two layers 5/8-in gypsum board one side, one layer other side (8 lb/ft ²)	28	31	46	51	53	47	44	
22 Construction no. 21 with 2-in glass-fiber insulation in cavity	31	43	55	58	61	51	51	
23 3 5/8-in steel channel studs 24 in oc with two layers 5/8-in gypsum board both sides (11 lb/ft ²)	34	41	51	54	46	52	48	
24 Construction no. 23 with 3-in mineral-fiber insulation in cavity	38	52	59	60	56	62	57	
<i>Exterior</i>								
25 4 1/2-in face brick (50 lb/ft ²)	32	34	40	47	55	61	45	
26 Two wythes of 4 1/2-in face brick, 2-in airspace with metal ties (100 lb/ft ²)	37	37	47	55	62	67	50	
27 Two wythes of plastered 4 1/2-in brick, 2-in airspace with glass-fiber insulation in cavity	43	50	52	61	73	78	59	
28 2 by 4 wood studs 16 in oc with 1-in stucco on metal lath on outside and 1/2-in gypsum board on inside (8 lb/ft ²)	21	33	41	46	47	51	42	
29 6-in solid concrete with 1/2-in plaster both sides (80 lb/ft ²)	39	42	50	58	64	67	53	
Floor-Ceilings²‡								
30 2 by 10 wood joists 16 in oc with 1/2-in plywood subfloor under 25/32-in oak on floor side, and 5/8-in gypsum board nailed to joists on ceiling side (10 lb/ft ²)	23	32	36	45	49	56	37	32

Building Construction	Transmission Loss (dB)						STC Rating	IIC Rating†
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz		
31 Construction no. 30 with 5/8-in gypsum board screwed to resilient channels spaced 24 in oc perpendicular to joists	30	35	44	50	54	60	47	39
32 Construction no. 31 with 3-in glass-fiber insulation in cavity	36	40	45	52	58	64	49	46
33 4-in reinforced concrete slab (54 lb/ft ²)	48	42	45	56	57	66	44	25
34 14-in precast concrete tees with 2-in concrete topping on 2-in slab (75 lb/ft ²)	39	45	50	52	60	68	54	24
35 6-in reinforced concrete slab (75 lb/ft ²)	38	43	52	59	67	72	55	34
36 6-in reinforced concrete slab with 3/4-in T&G wood flooring on 1 1/2 by 2 wooden battens floated on 1-in glass fiber (83 lb/ft ²)	38	44	52	55	60	65	55	57
37 18-in steel joists 16 in oc with 1 5/8-in concrete on 5/8-in plywood under heavy carpet laid on pad, and 5/8-in gypsum board attached to joists on ceiling side (20 lb/ft ²)	27	37	45	54	60	65	47	62
Roofs²								
38 3 by 8 wood beams 32 in oc with 2 by 6 T&G planks, asphalt felt built-up roofing, and gravel topping	29	33	37	44	55	63	43	
39 Construction no. 38 with 2 by 4s 16 in oc between beams, 1/2-in gypsum board supported by metal channels on ceiling side with 4-in glass-fiber insulation in cavity	35	42	49	62	67	79	53	
40 Corrugated steel, 24 gauge with 1 3/8-in sprayed cellulose insulation on ceiling side (1.8 lb/ft ²)	17	22	26	30	35	41	30	
41 2 1/2-in sand and gravel concrete (148 lb/ft ²) on 28 gauge corrugated steel supported by 14-in-deep steel bar joists with 1/2-in gypsum plaster on metal lath attached to metal furring channels 13 1/2 in oc on ceiling side (41 lb/ft ²)	32	46	45	50	57	61	49	
Doors²								
42 Louvered door, 25 to 30% open	10	12	12	12	12	11	12	
43 1 3/4-in hollow-core wood door, no gaskets, 1/4-in air gap at sill (1.5 lb/ft ²)	14	19	23	18	17	21	19	
44 Construction no. 43 with gaskets and drop seal	19	22	25	19	20	29	21	
45 1 3/4-in solid-core wood door with gaskets and drop seal (4.5 lb/ft ²)	29	31	31	31	39	43	34	
46 1 3/4-in hollow-core 16 gauge steel door, glass-fiber filled, with gaskets and drop seal (7 lb/ft ²)	23	28	36	41	39	44	38	
Glass²								
47 1/8-in monolithic float glass (1.4 lb/ft ²)	18	21	26	31	33	22	26	
48 1/4-in monolithic float glass (2.9 lb/ft ²)	25	28	31	34	30	37	31	
49 1/2-in insulated glass, 1/8- + 1/8-in double glass with 1/4-in airspace (3.3 lb/ft ²)	21	26	24	33	44	34	28	
50 1/4- + 1/8-in double glass with 2-in airspace	18	31	35	42	44	44	39	
51 Construction no. 50 with 4-in airspace	21	32	42	48	48	44	43	
52 1/4-in laminated glass, 30-mil plastic interlayer (3.6 lb/ft ²)	25	28	32	35	36	43	35	
53 Double glass 1/4-in laminated + 3/16-in monolithic glass with 2-in airspace (5.9 lb/ft ²)	25	34	44	47	48	55	45	
54 Double glass 1/4-in laminated + 3/16-in monolithic glass with 4-in airspace (5.9 lb/ft ²)	36	37	48	51	50	58	48	
55 Double glass 1/4-in laminated + 1/4-in laminated with 1/2-in airspace (7.2 lb/ft ²)	21	30	40	44	46	57	42	

Anexo TA3. Tabla de NC recomendados para diferente tipo de espacios (Egan, 2007)

Example Source	Sound Pressure Level (dB)								dBA
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Home									
Alarm clock at 4 to 9 ft (ringing)	..	46	48	55	62	62	70	80	80
Electric shaver at 1 ½ ft	59	58	49	62	60	64	60	59	68
Vacuum cleaner at 3 ft	48	66	69	73	79	73	73	72	81
Garbage disposal at 2 ft	64	83	69	56	55	50	50	49	69
Clothes washer at 2 to 3 ft (wash cycle)	59	65	59	59	58	54	50	46	62
Toilet (refilling tank)	50	55	53	54	57	56	57	52	63
Whirlpool, six nozzles (filling tub)	68	65	68	69	71	71	68	65	74
Window air-conditioning unit	64	64	65	56	53	48	44	37	59
Telephone at 4 to 13 ft (ringing)	..	41	44	56	68	73	69	83	83
TV at 10 ft	49	62	64	67	70	68	63	39	74
Stereo (teenager listening level)	60	72	83	82	82	80	75	60	86
Stereo (adult listening level)	56	66	75	72	70	66	64	48	75
Violin at 5 ft (fortissimo)	..	..	91	91	87	83	79	66	92
Normal conversational speech at 3 ft	..	57	62	63	57	48	40	..	63
Outdoors									
Birds at 10 ft	..	..	..	..	..	50	52	54	57
Cicadas	..	..	..	..	35	51	54	48	57
Large dog at 50 ft (barking)	..	50	58	68	70	64	52	48	72
Lawn mower at 5 ft	85	87	86	84	81	74	70	72	86
Pistol shot at 250 ft (peak impulse levels)	..	..	..	83	91	99	102	106	106
Surf at 10 to 15 ft (moderate seas)	71	72	70	71	67	64	58	54	78
Wind in trees (10 mi/h)	..	..	..	33	35	37	37	35	43
Transportation									
Large trucks at 50 ft (55 mi/h)	83	85	83	85	81	76	72	65	86
Passenger cars at 50 ft (55 mi/h)	72	70	67	66	67	66	59	54	71
Motorcycle at 50 ft (full throttle, without baffle)	95	95	91	91	91	87	87	85	95
Snowmobile at 50 ft	65	82	84	75	78	77	79	69	85
Train at 100 ft (pulling hard)	95	102	94	90	86	87	83	79	94
Train siren at 50 ft	88	90	110	110	107	100	91	78	109
Car horn at 15 ft	..	..	..	92	95	90	80	60	97
Commercial turbofan airplane at 1 mile (from takeoff flight path)	77	82	82	78	70	56	..	..	79
Military helicopter at 500 ft (single engine, medium size)	92	89	83	81	76	72	62	51	80
Interiors									
Amplified rock music performance (large arena)	116	117	119	116	118	115	109	102	121
Audiovisual room	85	89	92	90	89	87	85	80	94
Auditorium (applause)	60	68	75	79	85	84	75	65	88
Classroom	60	66	72	77	74	68	60	50	78
Computer equipment room	78	75	73	78	80	78	74	70	84
Dog kennel	..	..	90	104	106	101	89	79	108
Gymnasium	72	78	84	89	86	80	72	64	90
Kitchen	86	85	79	78	77	72	65	57	81
Laboratory	65	70	73	75	72	69	65	61	77
Library	60	63	66	67	64	58	50	40	68
Mechanical equipment room	87	86	85	84	83	82	80	78	88
Music practice room	90	94	96	96	96	91	91	90	100
Racquetball court	82	85	80	85	83	75	68	62	86
Reception and lobby area	60	66	72	77	74	68	60	50	78
Teleconference	65	74	78	80	79	75	68	60	83