



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ingeniería

Maestría en Arquitectura

**“Generación de Ambientes Acústicos Sensitivos a través del Proceso de
Diseño Aplicado a Casa Habitación Nivel Medio Residencial”.**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestro en Arquitectura

Presenta:

Arq. Alan Antonio Solis Casillas

Dirigido por:

M. en C. Verónica Leyva Picazo

**Centro Universitario Querétaro, Querétaro
Junio 2020
México**



**Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Maestría en Arquitectura**

**“Generación de Ambientes Acústicos Sensitivos a través del Proceso de
Diseño Aplicado a Casa Habitación Nivel Medio Residencial”.**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestro en Arquitectura

Presenta:

Arq. Alan Antonio Solis Casillas

Dirigido por:

M. en C. Verónica Leyva Picazo

SINODALES

M. en C. Verónica Leyva Picazo
Presidente

Firma

M. en C. Héctor Ortiz Monroy
Secretario

Firma

M. en C. José Granados Navarro
Vocal

Firma

M. en Arq. Luis Eduardo Flores López
Suplente

Firma

M. en V.B. Wendy Alejandra Quintas Frías
Suplente

Firma

**Centro Universitario Querétaro, Querétaro
Junio 2020
México**

Resumen

El problema de la contaminación acústica es tan antiguo como la sociedad misma. A partir de que el hombre comenzó a vivir en comunidad, el sonido ha sido un factor que lo ha acompañado a lo largo de la historia. En la actualidad, el problema es más fuerte debido al exceso de aparatos productores de ruido dentro de la vivienda en combinación con materiales de construcción deficientes, priorizando la parte financiera, materiales que, por falta de calidad, tienden a cumplir con menos especificaciones físicas que aíslan el ruido.

El objetivo general es analizar casas del tipo medio residencial para observar cómo el sonido es transmitido dentro de la vivienda y las repercusiones que este efecto tiene para los usuarios.

Los resultados obtenidos muestran los beneficios de implementar medidas preventivas durante el proceso de diseño en beneficio de la salud física, mental y psicológica de los participantes del espacio arquitectónico, reduciendo la probabilidad de futuras modificaciones a la vivienda, e impactando directamente en el costo final de la edificación, coadyuvando a una mejor habitabilidad.

Palabras clave: Acústica, psicología ambiental, viviendas, tiempos de reverberación, ruido.

Abstract

The problem of Noise pollution is as old as society itself. Since man began to live in a community, the sound has been a factor that has accompanied him throughout history. Currently, the problem has increased due to the excess of noise-producing devices inside the house in combination with poor construction materials, prioritizing the financial ambit, materials that, due to lack of quality, tend to meet less physical specifications than isolating the noise. The general objective is to analyze houses of the medium residential kind to observe how sound is transmitted within the house and the repercussions that this effect has for the users.

The results obtained show the benefits of implementing preventive measures during the design process for the benefit of the physical, mental and psychological health of the participants of the architectural space, reducing the probability of future modifications to the home, and directly impacting the final cost of building, contributing to better habitability.

Keywords: Acoustics, environmental psychology, housings, reverberation times, noise.

Dedicatorias

De corazón dedico este trabajo

A mis padres Luis y Carmen por enseñarme a ser humano, guiarme en todo momento y siempre tener la palabra correcta en el momento preciso.

A mis hermanos, Luis, Betsy y Lizette por desde lejos y desde siempre mostrarme su cariño y apoyo.

A mi novia Itzel Verónica, por escuchar y por estar. Siempre.

A todas aquellas personas que han aportado para que el día de hoy llegara.

Agradecimientos

A mi madre María del Carmen Casillas Rentería por darme su vida. Por ponerme incluso antes que a ella y ser el significado de amor hecho persona.

A mi padre Luis Alberto Solis Cuevas por su fuerza y apoyo sin miramientos, por enseñarme un poco del amplio conocimiento que tiene, por sus consejos y su esfuerzo.

A mis hermanos Luis, Betsy y Lizette, por su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento en todo momento.

A mi familia, por no dejar de creer en mí bajo ninguna circunstancia, por estar ahí, cuando los necesité.

A mis compañeros de generación, fue un viaje que, con ustedes, apenas duró lo suficiente para llevarlos conmigo a donde el destino me lleve.

A mi directora de Tesis M. en C. Verónica Leyva Picazo, por su paciencia, su apoyo y el gran compromiso que ejerció en mí. Mi completa admiración y respeto.

Al M. en C. Héctor Ortiz Monroy por compartir sus consejos y conocimientos a lo largo de la maestría.

Al M. en C. José Granados Navarro por su experiencia compartida durante la investigación y su disponibilidad a ayudar y aconsejar en cualquier situación.

Al M. en Arq. Eduardo Flores López por sus consejos, sus aportaciones y las horas compartidas.

A la M. en V.B. Wendy Alejandra Quintas Frías Por el apoyo obtenido para la culminación de esta investigación.

Al Dr. Avatar Flores por la oportunidad otorgada, por los conocimientos transmitidos a lo largo y previo a la investigación.

A la Universidad Autónoma de Querétaro, por abrirme las puertas y permitir que se me brindará un poco del conocimiento que entre sus aulas existe.

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado para el desarrollo del presente trabajo

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Índice

Resumen.....	3
Abstract.....	4
Dedicatorias.....	5
Agradecimientos	6
Índice	8
Introducción.....	13
1.1 Descripción del problema	16
1.2 Justificación.....	17
1.3 Objetivos.....	19
1.3.1 Objetivo General	19
1.3.2 Objetivos Particulares.....	19
1.4 Hipótesis	20
Capítulo II	21
2.1 Vivienda.....	21
2.1.1: Espacio arquitectónico:.....	21
2.2 Sonido:.....	24
2.2.1 Producción del sonido:.....	28
2.2.2 Propagación del sonido:	28
2.3 Ruido:.....	33
2.3.1 Tipos de ruido:	34
2.3.2 Afectaciones del ruido:	37
2.3.3 Ruido en la Vivienda:.....	43
2.3.4 Reducción del Sonido:.....	44
2.4 Acústica:	45
2.4.1 Aislamiento acústico	48
2.4.2 Psicoacústica	50
2.4.3 Percepción y su aplicación en la arquitectura habitacional	50
Capítulo III	53
3.1 Psicología Ambiental:	53
3.2 Mapas Conductuales y su interpretación para una buena Arquitectura	58

Capítulo IV. Materiales	60
4.1 Materiales acústicos.	60
Tipos de materiales.....	63
4.1.1 Materiales Porosos:	63
4.1.2 Materiales trampa	70
4.1.3 Resonadores:	70
4.1.4 Participantes del espacio arquitectónico:	73
Capítulo V. Consideraciones Morfológicas de la vivienda tipo medio residencial para su comparación.	74
5.1 Consideraciones en Planta Arquitectónica.	74
5.2 Consideraciones desde Elevaciones:	75
Capítulo VI. Metodología	77
6.1. Metodología.....	77
6.2 Simulación por medio de software.	83
Capítulo VII	133
7.1 Casa Prototipo	133
Capítulo VIII	149
8.1 Resultados	149
Capítulo IX	176
9.1 Conclusiones.....	176
X. Bibliografía	178

TABLA 1. CONDICIONES CASA HABITACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN	21
TABLA 2. CLASIFICACIÓN DE VIVIENDA POR CARACTERÍSTICAS GENERALES	24
TABLA 3. REFERENCIA TÍPICA DE NIVELES SONOROS.	26
TABLA 4 CLASIFICACIÓN DE INTENSIDADES PARA NIVELES SONOROS.	27
TABLA 5. COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ACÚSTICA	31
TABLA 6 UMBRALES DEL SUEÑO.	39
TABLA 7 REQUISITOS CONSTRUCCIÓN USO HABITACIONAL.	45
TABLA 8 TIPOS DE RUIDOS AL INTERIOR DE LA VIVIENDA.	48
TABLA 9 CLASIFICACIÓN DE LA CONDUCTA EN CATEGORÍAS. ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN.....	59
TABLA 10 COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DE MATERIALES USADOS EN CONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDA.....	71
TABLA 11 RELACIÓN ÁREAS VIVIENDA CON NOMENCLATURA. ELABORACIÓN PROPIA.....	80
TABLA 12. TIEMPOS REVERBERACIÓN COCHERA. CASA IXTLÁN.	150
TABLA 13. TIEMPOS REVERBERACIÓN COMPARATIVOS COCHERA. CASA IXTLÁN.....	150
TABLA 14. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN SALA COMEDOR.	151
TABLA 15. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN COMPARATIVOS SALA-COMEDOR.....	151
TABLA 16. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN BAÑO PLANTA BAJA	153
TABLA 17. TIEMPOS REVERBERACIÓN COMPARATIVOS. BAÑO PLANTA BAJA.....	153
TABLA 18. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN COCINA.....	155
TABLA 19. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN COMPARATIVOS COCINA.....	155
TABLA 20. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN PATIO DE SERVICIOS.....	157
TABLA 21. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN COMPARATIVOS. PATIO DE SERVICIOS.	157
TABLA 22. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN ESTUDIO.	159
TABLA 23. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN COMPARATIVOS. ESTUDIO.....	159
TABLA 24. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN. RECÁMARA UNO.....	162
TABLA 25. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN COMPARATIVOS. RECÁMARA UNO.	162
TABLA 26. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN. RECÁMARA DOS.....	164
TABLA 27. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN COMPARATIVOS. RECÁMARA DOS.....	164
TABLA 28. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN. BAÑO PLANTA ALTA.	165
TABLA 29. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN COMPARATIVOS. BAÑO PLANTA ALTA.....	165
TABLA 30. TIEMPOS REVERBERACIÓN BAÑO RECÁMARA PRINCIPAL.	167
TABLA 31. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN COMPARATIVOS. BAÑO RECÁMARA PRINCIPAL.	167
TABLA 32. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN. LIVING	169
TABLA 33. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN COMPARATIVOS. LIVING.	169
TABLA 34. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN. VESTIDOR.....	171
TABLA 35. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN COMPARATIVOS. VESTIDOR.	171
TABLA 36. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN COMPARATIVOS. COMEDOR.	172
TABLA 37. TIEMPOS DE REVERBERACIÓN. COMEDOR.....	172

FIGURA 1. PROPAGACIÓN DEL SONIDO	29
FIGURA 2. COMPORTAMIENTO RUIDO CONTINUO.....	34
FIGURA 3. COMPORTAMIENTO RUIDO TRANSITORIO	34
FIGURA 4. COMPORTAMIENTO RUIDO IMPULSIVO SIMPLE.....	35
FIGURA 5. COMPORTAMIENTO RUIDO FLUCTUANTE.....	35
FIGURA.6 MATERIALES ACÚSTICOS. ELABORADA A PARTIR DE RECUERO (1999).	62
FIGURA 7 CATÁLOGO MATERIALES ACÚSTICOS PROTOTIPO 1. ELABORACIÓN PROPIA.....	64
FIGURA 8 CATÁLOGO MATERIALES ACÚSTICOS PROTOTIPO 2. ELABORACIÓN PROPIA.	64
FIGURA 9 CATÁLOGO MATERIALES ACÚSTICOS PROTOTIPO 3. ELABORACIÓN PROPIA.....	65
FIGURA 10 CATÁLOGO MATERIALES ACÚSTICOS PROTOTIPO 4. ELABORACIÓN PROPIA.....	65
FIGURA 11 CATÁLOGO MATERIALES ACÚSTICOS PROTOTIPO 5. ELABORACIÓN PROPIA.....	66
FIGURA 12 CATÁLOGO MATERIALES ACÚSTICOS PROTOTIPO 6. ELABORACIÓN PROPIA.	66
FIGURA 13 CATÁLOGO MATERIALES ACÚSTICOS PROTOTIPO 7. ELABORACIÓN PROPIA.....	67
FIGURA 14 CATÁLOGO MATERIALES ACÚSTICOS PROTOTIPO 8. ELABORACIÓN PROPIA.....	67
FIGURA 15 CATÁLOGO MATERIALES ACÚSTICOS PROTOTIPO 9. ELABORACIÓN PROPIA.....	68
FIGURA 16 CATÁLOGO MATERIALES ACÚSTICOS PROTOTIPO 10. ELABORACIÓN PROPIA.	69
FIGURA 17. PLANTA BAJA CORREGIDORA.....	85
FIGURA 18. PLANTA BAJA. CASA CORREGIDORA. ZONIFICACIÓN. ECOTECT.....	86
FIGURA 19. PLANTA ALTA. CASA CORREGIDORA.....	87
FIGURA 20. PLANTA ALTA. CASA CORREGIDORA. ZONIFICACIÓN ECOTECT.....	88
FIGURA 21. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS. B CASA CORREGIDORA.....	89
FIGURA 22. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS. C CASA CORREGIDORA.....	90
FIGURA 23. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS D. CASA CORREGIDORA.....	91
FIGURA 24. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS E CASA CORREGIDORA.....	92
FIGURA 25. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS F CASA CORREGIDORA.....	93
FIGURA 26. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS. G CASA CORREGIDORA.....	94
FIGURA 27 ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS H CASA CORREGIDORA.....	95
FIGURA 28. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS I CASA CORREGIDORA.....	96
FIGURA 29. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS J CASA CORREGIDORA.....	97
FIGURA 30. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS K. CASA CORREGIDORA.....	98
FIGURA 31. PLANTA ARQUITECTÓNICA BAJA. CASA IXTLÁN.....	101
FIGURA 32. PLANTA BAJA CASA IXTLÁN. ZONIFICACIÓN ECOTECT.....	102
FIGURA 33. PLANTA ARQUITECTÓNICA ALTA. CASA IXTLÁN.....	103
FIGURA 34. PLANTA ARQUITECTÓNICA ALTA. CASA IXTLÁN. ZONIFICACIÓN ECOTECT.....	104
FIGURA 35. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS A. CASA IXTLÁN.....	105
FIGURA 36. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS B. CASA IXTLÁN.....	106
FIGURA 37. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS C. CASA IXTLÁN.....	107
FIGURA 38. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS D. CASA IXTLÁN.....	108
FIGURA 39. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS E. CASA IXTLÁN.....	109
FIGURA 40. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS F. CASA IXTLÁN.....	110
FIGURA 41. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS G. CASA IXTLÁN.....	111
FIGURA 42. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS H. CASA IXTLÁN.....	112
FIGURA 43. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS I. CASA IXTLÁN.....	113
FIGURA 44. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS J. CASA IXTLÁN.....	114
FIGURA 45. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS K. CASA IXTLÁN.....	115
FIGURA 46. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS M. CASA IXTLÁN.....	116
FIGURA 47 PLANTA ARQUITECTÓNICA BAJA. CASA VIÑEDOS.....	119
FIGURA 48. PLANTA ARQUITECTÓNICA BAJA. CASA VIÑEDOS, ZONIFICACIÓN ECOTECT.....	120
FIGURA 49. PLANTA ARQUITECTÓNICA ALTA. CASA VIÑEDOS.....	121

FIGURA 50. PLANTA ARQUITECTÓNICA ALTA. CASA VIÑEDOS ZONIFICACIÓN ECOTECT.	122
FIGURA 51. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS B. CASA VIÑEDOS.	123
FIGURA 52. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS C. CASA VIÑEDOS.	124
FIGURA 53. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS D. CASA VIÑEDOS.	125
FIGURA 54. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS E. CASA VIÑEDOS.	126
FIGURA 55. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS G. CASA VIÑEDOS.	127
FIGURA 56. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS H. CASA VIÑEDOS.	128
FIGURA 57. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS I. CASA VIÑEDOS.	129
FIGURA 58. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS J. CASA VIÑEDOS.	130
FIGURA 59. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS K. CASA VIÑEDOS.	131
FIGURA 60. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS L. CASA VIÑEDOS.	132
FIGURA 61. PLANTA ARQUITECTÓNICA BAJA. CASA PROTOTIPO.	133
FIGURA 62. PLANTA ARQUITECTÓNICA BAJA. ZONIFICACIÓN ECOTECT.	134
FIGURA 63. PLANTA ARQUITECTÓNICA ALTA. CASA PROTOTIPO.	135
FIGURA 64. PLANTA ARQUITECTÓNICA ALTA. CASA PROTOTIPO. ZONIFICACIÓN ECOTECT.	136
FIGURA 65. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS B. CASA PROTOTIPO.	137
FIGURA 66. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS C. CASA PROTOTIPO.	138
FIGURA 67. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS D. CASA PROTOTIPO.	139
FIGURA 68. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS E. CASA PROTOTIPO.	140
FIGURA 69. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS F. CASA PROTOTIPO.	141
FIGURA 70. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS F. CASA PROTOTIPO.	142
FIGURA 71. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS H. CASA PROTOTIPO.	143
FIGURA 72. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS I. CASA PROTOTIPO.	144
FIGURA 73. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS J. CASA PROTOTIPO.	145
FIGURA 74. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS K. CASA PROTOTIPO.	146
FIGURA 75. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS L. CASA PROTOTIPO.	147
FIGURA 76. ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS N. CASA PROTOTIPO.	148

Capítulo I

Introducción

El ser humano desde el comienzo de su existencia ha tenido contacto directo con el medio en el que se desenvuelve, predominando en éste un entorno acústico natural, el cual conservaba o alteraba, primero para lograr hacerse notar ante otras especies y posteriormente para relacionarse con sus pares.

Durante los primeros años que el humano pobló el planeta, estos cambios al entorno acústico eran casi inapreciables y no planteaban un riesgo al ambiente. Esta interacción entre el humano y el medio ambiente, a través de su desarrollo y evolución, provocó cambios que, por desconocimiento del comportamiento de los materiales y causaron un desequilibrio en el entorno.

Es por tanto, que se llega a la conclusión que cualquier interacción que el humano tenga con su entorno, causará una repercusión en el lugar que se establezca.

A finales del siglo XIX, la acústica era considerada una ciencia inexacta y, en consecuencia, varios postulados aparecían con explicaciones erróneas del funcionamiento de esta ciencia (Carrión, 1998).

A través del tiempo, se han construido espacios cerrados o semicerrados que propician efectos acústicos negativos o positivos sin tener un registro técnico de ello.

Fue hasta el año de 1877, cuando el físico inglés lord Rayleigh publicó un tratado con el título "*Theory of sound*", que contiene los fundamentos teóricos de esta ciencia, mismos que hoy en día sirven como referencia válida cuando de acústica se habla.

Tiempo después, ya en el siglo XXI, algunos organismos como la Unión Europea requirieron que los estados miembros establecieran planes de acción para controlar y reducir los efectos nocivos de la exposición del ruido, El Observatorio de Salud y

Medio Ambiente de Andalucía, miembro activo de este organismo realizó un plan que, para la presente investigación fue consultada.

En Europa, existen al menos 170 millones de personas que viven en lo que se conoce como zonas grises, zonas donde los niveles de ruido causan molestias durante el día (OSMAN, 2011).

En Latinoamérica, en específico Chile, se cuenta con un concepto denominado factor de “bienestar acústico” con el cuál se han generado proyectos que han permitido un avance significativo para la acústica arquitectónica en la vivienda; sin embargo, existen pocas normas competentes a esta situación para la edificación habitacional y, las existentes, como en México, están enfocadas actualmente hacia la inhibición y prevención de fuentes fijas sonoras, no atendiendo a la producción sonora interna de los inmuebles ni a las repercusiones que el ruido produce en los usuarios (Marín, 2008).

En México, actualmente no se tiene precaución para evitar el problema que el ruido ocasiona. Existen normativas y reglamentos que señalan rangos óptimos de decibeles, que es la unidad de para medir la fuerza sonora de cualquier emisión acústica, según la actividad realizada e incluso existen estándares de exposiciones máximas permitidas en zonas residenciales, pero la ejecución de estas leyes es nula. Las omisiones a estas disposiciones crean un problema grave y, dada la importancia de este agravio, el objetivo de la presente investigación será exponer la información recabada para la futura prevención en temas de acústica desde el proceso de diseño previo a la construcción de viviendas, aplicando medidas que, incluso, potencialicen la acústica en cada uno de los espacios al interior de las residencias (SEMARNAT, 2018).

En la presente investigación se retomarán y explicarán elementos psicológicos del sonido, tales como la percepción o la inteligibilidad, conceptos indispensables para lograr desarrollar y comprobar los objetivos propuestos, así como la comprobación de la hipótesis planteada.

En el párrafo anterior se menciona el término de percepción: impresión que recibe un ser vivo al ser estimulado alguno de sus sentidos (Real Academia Española, 2018).

En este caso, la percepción del sonido es por naturaleza, altamente fisiológica. Sin embargo, lo que se oye es en gran parte, resultado de la forma en que el sistema nervioso central interpreta cada estímulo sonoro que recibe. De ahí se deriva la expresión “psicología del sonido” y un campo de estudio relativamente nuevo, conocido con el nombre de psicoacústica (Saénz, 2014).

Si bien el estudiar el comportamiento del sonido nace en Grecia (G. Cárdenas, 2017), actualmente su estudio se basa en autores más recientes con conocimientos e interpretaciones más técnicas de la disciplina.

La presente investigación pretende incorporar técnicas que apliquen los diseñadores del espacio arquitectónico, para la intervención en el diseño o remodelación de casas habitación de nivel medio residencial, técnicas perceptibles para el usuario que, por medio de la acústica, aporten a la consolidación de un proceso de diseño más integral de la vivienda de este nivel.

Con base en lo anterior, se pretende cumplir con los parámetros de habitabilidad que en su investigación Flores (2016) plantea: “la habitabilidad en Arquitectura depende de la posibilidad que brinde el espacio a las personas, de satisfacer sus necesidades, tanto físicas como psicológicas”.

Entendiendo la existencia de estos estándares de habitabilidad y su relación en temas como la afectación a la salud del ruido ambiental, se desglosará una fuerte evidencia de las molestias causadas, tales como la perturbación del sueño, y el rendimiento cognitivo tanto en adultos como en infantes lo cual crea mayor responsabilidad al desarrollo de la presente tesis.

1.1 Descripción del problema

Las edificaciones, independientemente de su escala, deberían ser concebidas considerando la acústica para su construcción en un proceso de diseño integral que contemple diferentes disciplinas que logren dicha intención.

Las disciplinas que conllevan a realizar un análisis acústico de una edificación son: la psicología ambiental, y por supuesto, la acústica arquitectónica.

Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2017), ha conformado un estándar de confort acústico según la actividad pretendida y es imprescindible La integración de este documento al proceso de diseño de la vivienda media residencial.

Actualmente en México, no existe ningún tipo de lineamiento que contemple la forma de construir vivienda bajo estos estándares de confort acústico, haciendo que el sonido, al no ser tratado debidamente, se convierta en ruido, elemento nocivo para el desarrollo físico, mental y psicológico de quien adquiere una vivienda.

1.2 Justificación

Hoy en día existe una creciente deprecación de viviendas en las que los compradores demandan ahorro de energía, seguridad, pero no confort acústico interior debido al desconocimiento de los efectos negativos de un mal tratamiento al sonido. Es por tanto que, el ruido y sus repercusiones son factores que, en la vivienda actual, son tratados posteriores a la ocupación de la vivienda, encareciendo la inversión que el usuario realiza.

Ante lo descrito en el párrafo anterior, se podrá entender que, aunque un proyecto de vivienda se compone bajo los conceptos de proporción, escala, forma, definición, color, texturas, cerramientos, luz, vistas, entre otros, el sonido queda relegado durante el proceso de diseño.

En contraparte, Ching (1985) señala que el sonido es un componente importante en cualquier edificación, capaz de actuar sobre las sensaciones e inclusive sobre el bienestar de los habitantes de las mismas.

Mencionando lo anterior, el sonido en la vivienda puede convertirse en ruido, y éste, ser uno de los problemas ambientales más importantes en el desarrollo de actividades cotidianas.

De conformidad con la Norma Oficial Mexicana número 081 en materia de medio ambiente (NOM-081-SEMARNAT-1994), el ruido, entendido como un contaminante, es todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas (Recursos, s.f.).

El problema principal con el ruido es la afectación directa en la salud física psicológica. Los inconvenientes producidos por las señales acústicas no deseadas van desde la pérdida auditiva temporal, el estrés, la presión sanguínea alta, la pérdida de sueño, la distracción, así como una reducción general de la calidad de vida y la tranquilidad (Salud, 2017).

En este contexto, cuando se habla de las viviendas de nivel medio, hablamos de edificaciones exclusivas llamadas unifamiliares, en las cuales la calidad de vida y tranquilidad es alta, sin embargo, siguen existiendo transmisiones de sonidos entre

viviendas contiguas e incluso, casas que están apartadas por más de una barrera física o espacial.

La emisión de ruido proveniente al interior de estas viviendas altera el bienestar del ser humano, y, provocará daños físicos, mentales y psicológicos, resultado de la sobreexposición, donde dependerá directamente de la magnitud y del número, por unidad de tiempo, de los desplazamientos temporales del umbral de audición, es por ello, que resulta necesario establecer límites máximos permisibles de emisión y exposición al ruido (Recursos, s.f.).

Las normas que establecen lineamientos acústicos en México son:

NMX-AA-40 Clasificación de ruidos

NMX-AA-43 Determinación del nivel sonoro emitido por fuentes fijas.

NMX-AA-59 Sonómetros de precisión.

NMX-AA-62 Determinación de los niveles del ruido ambiental.

Por lo tanto, se entablará la presente investigación bajo los parámetros contemplados en estas normativas vigentes en México, y, en acuerdo a esto, la propuesta final se definirá con base en los resultados obtenidos en las simulaciones por medio de software cumpliendo los parámetros mínimos estipulados.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Generar un método para el diseño de vivienda considerando al sonido que, a base de simulaciones, proporcione criterios para el diseño acústico de un conjunto de casas habitación de un nivel socioeconómico específico (nivel medio residencial), a fin de cubrir casos prácticos que se puedan presentar, postulando conceptos que creen puentes de comunicación entre expertos en acústica y diseñadores, siendo capaces de reconocer al sonido como elemento integral durante el proceso de diseño arquitectónico considerando cada espacio y material empleado.

1.3.2 Objetivos Particulares

- Establecer los conceptos que empaten la acústica con su intervención en la arquitectura habitacional, conceptos que, además deberán pasar de lo técnico a lo coloquial para la comprensión de ellos por parte del diseñador del espacio arquitectónico.
- Entender cómo percibe un usuario el sonido en un espacio arquitectónico.
- Definir un criterio para uso de los diseñadores previo a la materialización de casa habitación
- Concebir parámetros de percepción acústica para la consolidación de soluciones para la construcción de espacios arquitectónicos.
- Definir las consecuencias que tienen las cualidades acústicas del sonido en las personas que habitan los espacios arquitectónicos.
- Crear una certificación acústica de viviendas que velen por el resguardo de la interacción entre una nueva vivienda, su entorno y su proyección al interior. Basado en 3 etapas, la primera sería una evaluación previa mediante programas de simulación; la segunda realizar un análisis del proyecto a materializar, contemplado especificaciones técnicas de materiales a emplear, evitando errores que incrementen el coste final de la vivienda al repararlos. Y la tercera etapa consta de obtener un control y seguimiento de la obra, realizando pruebas in situ que verifiquen los resultados obtenidos a partir de las etapas previas.

1.4 Hipótesis

Si se integra el sonido como componente de diseño de espacios en la casa habitación medio residencial, se generarán proyectos arquitectónicos que aumenten su grado de habitabilidad; considerando los materiales empleados, las características físicas del espacio y su efecto en el pensamiento y sensación del usuario, así mismo generara un efecto positivo en el valor económico de la vivienda.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Capítulo II

2.1 Vivienda

2.1.1: Espacio arquitectónico:

De acuerdo con Cabas (2010), se entiende por espacio arquitectónico a:

“La concepción del espacio arquitectónico se apoya en gran medida en los adelantos tecnológicos de la informática. Es un espacio concebido para ser admirado y rico en estímulos para generar gran cantidad de sensaciones. Es un espacio de alto grado de transformación o transmutación, con articulación continua entre físico y virtual. Se logran relaciones y exploraciones de diversas modalidades espaciales que habían sido imposibles de alcanzar anteriormente. Este espacio tiene tres conceptos: el espacio platónico ideal, el espacio del sentido y el espacio tecnológicamente construido y cada uno de estos conceptos quiere capturar una clase de virtualidad”.

Tabla 1. Condiciones Casa Habitación para la investigación

Elaboración propia a partir del Código de Edificación de la Vivienda (CONAVI, 2018).

	Protección	Higiene	Espacialidad	Instalaciones	Privacidad	Confort
CONDICIONES	Aislar de manera suficiente, permanente y regulable a voluntad, de agentes exteriores ya sean climáticos, residuos de catástrofes naturales, entre otros	Para la reducción de enfermedades patógenas, buena iluminación, ventilación y asoleamiento	Para evitar el hacinamiento e interferencia entre los ocupantes de la vivienda	Para la flexibilidad e idoneidad en almacenamiento de agua potable, así como, la disposición y eliminación de residuos.	Externa e interna, mediante un diseño idóneo.	Con base en el uso correcto de los materiales que expresen la cultura de los ocupantes

La selección específica del tipo de vivienda partirá de los lineamientos que, en México resultan válidos y parten de las autoridades competentes y establecidas para su clasificación. En este caso, la Comisión Nacional de la Vivienda (CONAVI) a través del Código de Edificación de la Vivienda (CONAVI, 2018) establece una clasificación en acuerdo a diversos parámetros para determinar el grado de la edificación, clasificándola por sus características generales para catalogarse en un rango determinado.

En primera instancia será importante la definición de vivienda, la elección del tipo de vivienda y las características pertinentes de su elección.

Según la CONAVI (2018) el término vivienda es referido al ámbito físico-espacial en el que los seres humanos desarrollan sus funciones vitales primarias, abarcando tanto la edificación terminada como el producto durante el proceso parcial de su edificación de acuerdo con las posibilidades materiales de quien la ocupa.

Por otro lado, la construcción de vivienda depende en gran medida de las fuerzas del mercado y de las políticas de las fuentes de financiamiento. Las principales características que diferencian a las viviendas son: precio final en el mercado, forma de producción, y superficie construida o número de cuartos, entre otros.

En España en el año de 2006 se realizó un estudio donde la población estuvo dispuesta a pagar más por su casa, pagar más impuestos e incluso vivir más lejos de sus lugares de trabajo si esto representaba conseguir ambientes más silenciosos (Martín, 2006).

Por lo tanto, es importante que los diseñadores comprendan las consecuencias generadas al seguir diseñando y construyendo sin incluir parámetros sonoros en el proceso.

Si se aplican consideraciones acústicas en el diseño y construcción de las edificaciones, podrá traducirse en un producto con mayor valor a la venta, una mejor salud física y psicológica para quienes adquieren la vivienda y la habitan, así como una mejor calidad de vida durante el periodo que el usuario permanezca en ella.

Es concluyente para la presente investigación el análisis de vivienda con carácter unifamiliar, con un rango medio-residencial y con materiales existentes en la zona a edificar, todo esto, en acuerdo a la clasificación que CONAVI establece, señalada en la Tabla 2:

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Tabla 2. Clasificación de Vivienda por características generales

Elaboración propia a partir del Código de Edificación de la Vivienda (CONAVI, 2018).

Promedios	Económica	Popular	Tradicional	Media	Residencial	Residencial Plus
Superficie Construida Promedio	30m ²	42.5m ²	62.5m ²	97.5m ²	145m ²	225m ²
Veces Salario Mínimo Mensual de CDMX (VSMCM)	Hasta 118	118.1 a 200	200.1 a 350	350.1 a 750	750.1 a 1500	Mayor a 1500
Número de cuartos	Baño Cocina Área de usos múltiples	Baño Cocina Estancia-comedor De 1 a 2 recámaras	Baño Cocina Estancia-comedor De 2 a 3 recámaras	Baño ½ baño Cocina Sala Comedor De 2 a 3 recámaras Cuarto de Servicio	De 3 a 5 baños Cocina Sala Comedor De 3 a 4 recámaras Cuarto de servicio Sala familiar	De 3 a 5 baños Cocina Sala Comedor De 3 a 4 recámaras Cuarto de servicio Sala familiar

Una vez seleccionado el tipo de vivienda para su análisis, será importante entender los conceptos mencionados a continuación como ejes rectores de la investigación.

2.2 Sonido:

Vibración mecánica que se propaga a través de un medio material elástico y denso (habitualmente el aire), y que es capaz de producir una sensación auditiva. De dicha definición se desprende que, a diferencia de la luz, el sonido no se propaga a través del vacío y, además, se asocia con el concepto de estímulo físico (Alanis, 1974).

El sonido es energía mecánica, por tanto, su medición se hace con base en unidades relacionadas a la energía, es decir, al definir algún cambio en la presión del sonido se utilizarán unidades de medida energéticas, tal es el caso de las salidas de sonido por fuentes emisoras que son medidas en vatios, o bien, la intensidad del sonido, que es medida en vatios multiplicados por metros.

Por otro lado, la intensidad del sonido es siempre proporcional a la presión de éste, es por ello que su valor se expresa en decibelios (dB).

Otras definiciones del sonido son:

“Sensación auditiva que cesa cuando el órgano que percibe el sonido se retira de la escena.” (Efron, 1971).

“Energía que llega al oído desde el exterior, la que continúa propagándose aun si el oído no está presente para detectarlo, o bien, estando presente, no puede detectarlo”. (Efron, 1971).

Esta última definición indica que el sonido puede o no ser percibido por el ser humano; sin embargo, esto no hace que el sonido deje de existir, debido a que el sonido no siempre viaja en la misma frecuencia, y, por consiguiente, no con la misma intensidad. La intensidad del sonido medida en decibeles se clasifica en rangos, cuando un sonido marca 0 dB, se le conoce como umbral de percepción, que es el umbral donde el ser humano no percibe el sonido, aunque este se encuentre presente en el medio y, por otro lado, cuando el sonido marca “120 dB” se le denomina umbral de sensibilidad, nivel sonoro donde el oído se encuentra comprometido a lastimarse y del que debe protegerse al ser humano. Por lo tanto, los sonidos emitidos entre estas dos cantidades serán los que el ser humano tiene la capacidad de percibir y, en cierta medida resistir.

El comportamiento del sonido y la energía que provoca no funciona de manera lineal, por ejemplo, un incremento de 5 dB significa que la energía sonora ha sido multiplicada por cuatro veces y un incremento de 10 dB significa 10 veces esta energía sonora. Sin embargo, el oído humano percibe, según el Ministerio del Medio Ambiente de España, un incremento de 10 dB como el doble de ruido o sonoridad.

En la Tabla 3 se observa la percepción del sonido según actividades cotidianas o espacios definidos.

Tabla 3. Referencia típica de niveles sonoros.

Fuente: (Alanis, 1974).

REFERENCIA TÍPICA DE NIVELES SONOROS	dBA
Avión de reacción en el despegue.	130
Umbral de dolor. Herramientas neumáticas. Patios de maniobras Pistas aéreas.	120
Prensas en las fábricas. Discotecas cercanas a las bocinas.	115
Ferrocarriles. Industria Pesada. Primera fila de oyentes de orquesta sinfónica.	110
Claxon de autos a 1 m.	105
Gritos Infantiles	100
Estadios deportivos al marcarse una anotación	90
Estación del metro. Barullo en cafeterías.	85
Tráfico de autos. Música en casa a nivel alto	80-90
Lugar de trabajo ruidoso y molesto. Lugares donde es difícil comunicarse.	75-80
Oficinas en horas de trabajo hablando varias personas.	70-75
Nivel medio de la palabra; conversación de dos personas en un lugar sin ruido	70
Tiendas, accesos a edificios, oficinas. Restaurantes.	65-70
Nivel bajo de palabra en lugares tratados acústicamente	60-65
Oficinas ejecutivas con tratamiento acústico.	40-50
Zona residencial y lugares tranquilos.	40
Salas de conciertos	25-30
Estudio de grabación.	25-30
Estudios de cine, audio, doblaje. Estudios de tv.	20-30
Cuartos para pruebas de sonido	10
Umbral auditivo.	0

En el mismo sentido, en la Tabla 4 se mide la clasificación de acuerdo a la aceptación que tiene el oído para resistir el sonido de acuerdo a la potencia sonora (dB).

Tabla 4 Clasificación de intensidades para niveles sonoros.

Elaborada a partir de Alanis (1974).

CLASIFICACIÓN DE INTENSIDADES PARA NIVELES SONOROS	dB(A)
Nivel ensordecedor	110 o más
Niveles muy elevados	80-100
Niveles elevados	60-80
Niveles aceptables o moderados	40-60
Niveles bajos	20-40
Niveles muy bajos	0-20

Las Tablas anteriores dejan conclusiones y puntos de referencia para la presente investigación, tales como:

- En espacios interiores en vivienda no deberá haber niveles de ruido superiores a los 60 dBA.

Durante las horas de sueño, el espacio destinado al descanso no deberá superar los 35 dB, para que el usuario pueda recuperar y permanecer en un estado de cualquier alteración a esta escala, se afirma que daña de manera significativa a la salud psicológica y biológica de los participantes del espacio arquitectónico.

2.2.1 Producción del sonido:

“Un cuerpo que produce sonido siempre es un cuerpo vibratorio, en contacto con algún medio capaz de transmitir esta energía al oído”. Efron (1971), sin embargo, un cuerpo vibratorio no siempre es capaz de originar sonido.

Tomando en cuenta que hay sonidos perceptibles tales como la voz de una persona, el claxon de un automóvil, el ruido de un motor encendido, entre otros, pertenecen a este grupo; sin embargo, existen sonidos que para el ser humano es imposible captar, debido a que estos sonidos se producen por medio de vibraciones de alta frecuencia llamados “ultrasónicos”.

2.2.2 Propagación del sonido:

El sonido “viaja” a distintas velocidades, en forma de ondas longitudinales según el medio a través del cual lo haga:

“La velocidad de propagación de la onda sonora (velocidad del sonido) depende de las características del medio en el que se realiza dicha propagación y no de las características de la onda o de la fuerza que la genera. En el caso de un gas (como el aire) es directamente proporcional a su temperatura específica y a su presión estática e inversamente proporcional a su densidad. Dado que, si varía la presión, varía también la densidad del gas, la velocidad de propagación permanece constante ante los cambios de presión o densidad del medio.” Maggiolo (2017).

Para el caso de esta tesis el concepto de sonido se investigará bajo tres variables como se muestra en la Figura 1:

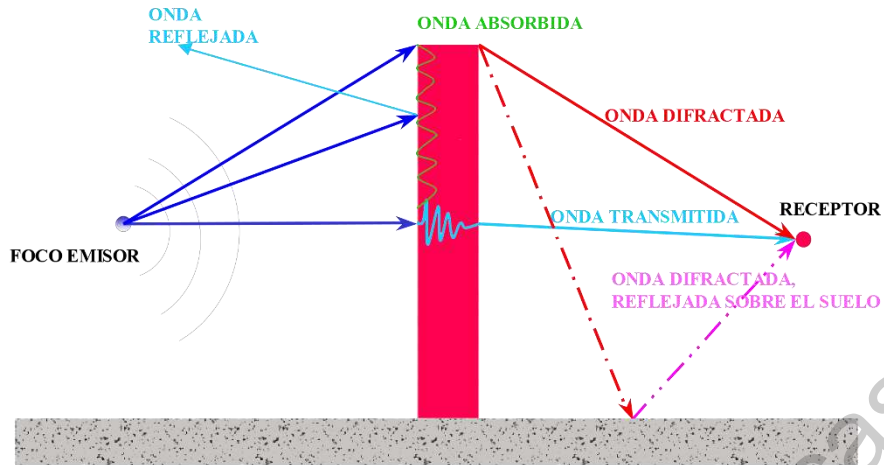


Figura 1. Propagación del sonido

Elaboración propia a partir de MAPAMA (2017).

Para la propagación del sonido se deberá tener en cuenta que, cuanto mayor elasticidad y menor densidad en el medio que el sonido viaja, este lo hará de manera más rápida.

La ley de reflexión, según algunos autores, es la peor enemiga en cuestiones acústicas, debido a que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión, explicado de la siguiente manera:

De la misma forma en que un balón rebota en el piso, el sonido se comporta igual frente a un obstáculo con el que haga contacto. Esto quiere decir, en un caso dado el sonido incide en una superficie a 57° , rebotará a 57° generando una reacción en cadena, ocasionando en un espacio cerrado el rebote de esta emisión sonora por todo el lugar, perdiendo percepción, confundiendo al usuario captando no solo el sonido original emitido. También percibirá el sonido desfasado tanto en tiempo como en presión sonora provocando un sonido difícil de captar.

Otro efecto nocivo en la propagación del sonido de acuerdo con Recuero (1999), es el eco, el cual se define como: “el fenómeno que ocurre cuando un sonido choca con una superficie tal que lo refleja”.

Para que el eco se presente, deben existir ciertas características de las que dispone cada espacio arquitectónico, en específico, los materiales que lo componen y, que estos materiales tengan presencia física.

Otra característica importante del eco es que, para que se presente, debe haber una distancia mayor a 17 metros entre la fuente que emite el sonido y el componente con el que se refleja, de lo contrario, este deja de denominarse eco y se conoce como reverberación. Ahora bien, el tiempo de reverberación es “el tiempo que tarda en dejar de percibirse el sonido emitido, técnicamente cuando la onda que se propaga por el espacio decaiga a -60 dB.” (Alanís, 1974).

Para medir el tiempo de reverberación en una vivienda, éste deberá ser medido en segundos y dependerá su variación de acuerdo a los materiales que compongan el espacio analizado, debido a que los diferentes materiales usados no se comportan de igual forma en el espectro sonoro debido a que cada material cuenta con un coeficiente de absorción diferente. Es por ello que cuanto mayor es el espacio, mayor será el tiempo de reverberación (TR). Si los materiales que componen dicho lugar cambian, el TR también se modificará.

El valor que tiene el tiempo de reverberación es muy importante si se pretenden conseguir niveles óptimos de inteligibilidad dentro de la vivienda. Como se menciona en el párrafo anterior, cada material cuenta con un coeficiente de absorción acústica, en la Tabla 5 se muestran los coeficientes de los materiales más usados en la construcción:

Tabla 5. Coeficientes de absorción acústica

Elaboración propia con base en tabulador oficial.

MATERIAL	ESPESOR (CM)	MASA UNITARIA (KG/M2)	BANDAS DE FRECUENCIAS HEARTZ					
			125	250	500	1000	2000	4000
Grava, suelo flojo y húmedo			0,25	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
Hormigón, bloques			0,30	0,45	0,30	0,25	0,40	0,25
Ventana vidrio común			0,35	0,25	0,1	0,07	0,06	0,04
Puerta			0,15	0,1	0,06	0,08	0,1	0,05
placa de yeso	113		0,1	0,1	0,04	0,02	0,02	0,02
Ladrillo con aplanado			0,013	0,015	0,020	0,028	0,04	0,05
Ladrillo aparente			0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
Ladrillo pintado			0,012	0,014	0,017	0,020	0,023	0,025
Mármol			0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
Muro sillares piedra			0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Alfombra sobre pared	10		0,09	0,08	0,21	0,27	0,27	0,37
Revestimiento de corcho	20	5,6	0,12	0,27	0,72	0,79	0,76	0,77
Fibra de madera	38	19	0,1	0,19	0,4	0,79	0,55	0,77

La absorción según Carrión (1998) es la capacidad de los materiales para debilitar la onda acústica por medio de retención de energía. Esto se presentará al compararse dos medios con diferentes propiedades de compactación. Es entonces que se catalogan los coeficientes de absorción de cada material empleado en la construcción de viviendas.

Sabine (1906) daba estos porcentajes a partir de la comparación entre materiales y su comportamiento. Para Sabine, el mayor coeficiente de absorción acústica fue concebido con el valor de 0.99 perteneciente a una ventana abierta, debido a que una ventana abierta al estar dentro de 6 límites (espacio arquitectónico) no refleja el sonido ya que no existe obstáculo alguno que haga que exista reflexión del sonido en ese espacio, a partir de este tipo de comparaciones Sabine impuso un tabulador de coeficientes en los que 0.99 era igual al 99%, 0.40=40% así según el porcentaje.

Existen materiales que absorben la reflexión del sonido en los espacios, sin embargo, se deberá hallar la conjugación de materiales apropiados para coexistir en una vivienda, haciendo que la implementación de materiales acústicos genere un ambiente confortable tanto auditiva como visualmente. En conclusión, el coeficiente de absorción dependerá del material mismo, de la frecuencia de la onda sonora que lo impacta y del ángulo de incidencia entre la onda y el elemento.

Por último, se analizará la resonancia. Definida como el efecto que se presenta cuando un cuerpo entra en vibración con una onda sonora que incide sobre él y coincide su frecuencia de oscilación, Es decir, que la resonancia es: “cuando dos cuerpos vibran en la misma frecuencia” (Alanis, 1974).

La resonancia entonces adquiere importancia en el estudio de la reproducción del sonido. Un ejemplo de ella es la vibración de un cristal cuando pasa un carro cerca de él y se observa como el cristal vibra, pero quien observa este fenómeno no vibra de la misma forma, al menos no de forma perceptible.

En ocasiones el problema acústico principal de una vivienda es la resonancia y no la reverberación; cuando esto ocurre, el tratamiento para su mitigación será diferente al de bajar los tiempos de reverberación.

2.3 Ruido:

En términos generales, el sonido o ruido según la NOM-081 -ECOL-1994, lo define como todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas.

Por tanto, se entenderá ruido como todo sonido no armonizado, desagradable y perjudicial para la salud debido a que naturalmente el ruido ocasiona daños irreversibles al oído provocando daño físico y emocional al ser humano. Aunado a esto, el ruido es un grave contaminante para el ambiente, capaz de reducir la eficiencia en la realización de actividades y la pérdida como decía Peale (1952), “de paz interior”.

El ruido es una emisión de energía originada por un fenómeno vibratorio que es detectado por el oído y provoca una sensación de molestia, compuesto entonces por la parte objetiva (física) y la parte subjetiva (sensitiva) parámetros que serán esclarecidos en la presente investigación.

2.3.1 Tipos de ruido:

Existen diversos tipos de ruido que actúan de manera diferente según su modulación y variación al transportarse.

Ruido continuo:

Aquel ruido cuya intensidad permanece constante o presenta pequeñas fluctuaciones (menores a 5 decibelios) a lo largo del tiempo.



Figura 2. Comportamiento Ruido Continuo

Elaborada a partir de (MAPAMA, 2017).

Ruido transitorio:

Cuando su nivel sonoro comienza y termina dentro de un periodo de tiempo más o menos largo, como el producido por el paso de un tren o un avión.



Figura 3. Comportamiento Ruido Transitorio

Elaborada a partir de (MAPAMA, 2017).

Ruido de Impulsivo simple:

Se trata de un incremento brusco y de corta duración del nivel de presión acústica.



Figura 4. Comportamiento Ruido Impulsivo Simple.

Elaborada a partir de (MAPAMA, 2017).

Ruido fluctuante:

Varían de forma aleatoria en función del tiempo sobre un margen más o menos grande. Estos ruidos pudieran ser periódicos o no.

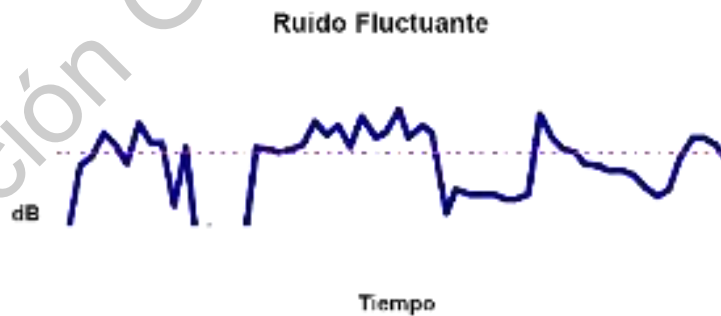


Figura 5. Comportamiento Ruido Fluctuante.

Elaborada a partir de (MAPAMA, 2017).

Los factores más importantes que afectan a la propagación del ruido son:

- Tipo de fuente
- Distancia desde la fuente
- Absorción atmosférica
- Viento
- Temperatura
- Absorción del terreno
- Reflexiones
- Humedad
- Precipitación

El objetivo principal del estudio del ruido dentro de una casa-habitación, es poder controlar el ruido para proveer al usuario de un ambiente acústico confortable al interior de la vivienda.

De manera que la intensidad y carácter de los sonidos existentes dentro de la edificación sean compatibles con el uso específico de cada espacio, debido a que, aquel espacio que no contará con un control del ruido adecuado, tenderá a convertirse en un lugar de difícil permanencia.

2.3.2 Afectaciones del ruido:

El oído es esencial para el bienestar y la seguridad (Goines, 2007) por tanto, el ruido es considerado un problema de salud. Según Goines (2007), existen estudios centrados en los efectos adversos del ruido en la salud del ser humano.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha documentado siete categorías de efectos adversos para la salud de la contaminación acústica en los seres humanos:

1. Discapacidad auditiva:

La discapacidad auditiva se define generalmente como un aumento en el umbral de la audición según la evaluación clínica mediante audiometría (Goines, 2007). Por otro lado, la ISO (International Standar Organization) define la minusvalía auditiva como:

Desventaja impuesta por un deterioro auditivo suficientemente severo para afectar la propia eficiencia personal en las actividades de la vida diaria, usualmente expresada en términos de entender una conversación estándar en niveles bajos de ruido de fondo.

Actualmente los especialistas coinciden en que la exposición a ambientes donde el sonido es inferior a 70 dB no produce daños, aún sea una exposición prolongada, sin embargo, cuando los niveles son superiores a 85 dB, se debe tener cuidado con la presión del sonido y con la exposición prolongada.

2. Interferencia con la comunicación hablada:

La contaminación acústica (ruido) hace difícil la capacidad de comprensión de cualquier mensaje recibido, además, la interferencia produce problemas de fatiga, incertidumbre, concentración, entre otros, haciendo que las personas tengan cambios en su desarrollo y conducta.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la interferencia en la comunicación hablada es más vulnerable en niños y ancianos, en el primer caso por el proceso de desarrollo aún no concluido y en el caso de los ancianos debido al deterioro natural del proceso auditivo en el ser humano.

3. Alteraciones del sueño:

El sueño es un proceso de vital importancia para la salud integral del ser humano. (Mora, 2013). Por lo tanto, el sueño es un proceso que contiene ciertas características conductuales en el ser humano como lo son: disminución de la conciencia y reactividad a los estímulos externos, inmovilidad y relajación muscular, entre otros. En este sentido, la ausencia de sueño (privación), induce distintas alteraciones conductuales y fisiológicas, además de generar una “deuda” acumulativa de sueño que eventualmente deberá recuperarse. Existen diversas formas en las que el sueño puede ser interrumpido o alterado, entre ellas, el ruido. Se sabe, que un ruido continuo de más de 30 dB perturba el sueño. Para el ruido intermitente, la posibilidad de despertar aumenta con el número repeticiones del ruido a lo largo de la noche. Aunado a lo anterior, dormir bajo ruidos constante provoca afectaciones al sistema nervioso durante el tiempo que el ruido exista, teniendo consecuencias en el comportamiento del ser humano a posteriori a este evento, causando que la persona disminuya considerablemente su nivel de alerta, provocando con ello, accidentes de magnitudes alternas.

Se ha deducido que la presión del sueño se reduce de manera importante después de pasadas cinco a seis horas de sueño por lo que, posterior a esta etapa se lograr dormir otra vez al ser despertado por algún ruido, el volver a recuperar el sueño será más difícil.

En la Tabla 6 se puede observar como la OMS, a través de la guía Night Noise Guidelines establece las evidencias de los efectos provocados en las personas por el ruido.

Tabla 6 Umbrales del sueño.

Elaborada a partir de (Salud, 2017).

EVIDENCIA SUFICIENTE			
	EFFECTOS	INDICADOR	UMBRAL (DB)
Efectos biológicos.	Cambios en la actividad cardiovascular		
	Despertar electroencefalográfico		35
	Movilidad		32
Calidad del Sueño	Cambios en la duración de varias etapas del sueño, en la estructura del sueño y fragmentación del sueño.		35
	Despertares nocturnos o demasiado temprano.		42
	Prolongación del período de comienzo del sueño, dificultad para quedarse dormido.	/	/
	Fragmentación del sueño, reducción de período del sueño.	/	/
Bienestar	Incremento de la movilidad media durante el sueño.		42
	Molestias durante el sueño.		42
	Uso de somníferos y sedantes.		40
Condiciones médicas	Insomnio (Diagnosticado por profesional médico).		42

4. Disturbios cardiovasculares:

Como se detalla en el punto tres, el ruido causa trastornos en el sistema nervioso. Al considerarse como un factor estresante, el cuerpo reacciona estando en constante estado de alarma provocando fatiga innecesaria en el cuerpo humano.

Estos efectos comienzan a verse con la exposición diaria a largo plazo a niveles de ruido superiores a 65 dB o con exposición aguda a niveles de ruido por encima de 80 a 85 dB.

Es entonces que el corazón actúa conforme al estímulo del ruido, lo que causa aumentos y decrementos en presión arterial y frecuencia cardíaca. Si la exposición al ruido es temporal el sueño se verá afectado sólo en ese periodo y su afectación podrá resarcirse; sin embargo, si la intensidad del ruido es intensa (superior a los 90 dB) el corazón puede llegar a sufrir enfermedades consideradas graves.

La OMS también es clara al mencionar que durante el periodo de sueño el ruido no debería superar los 30 dB.

5. Disturbios en la salud mental:

Actualmente no existe evidencia que la contaminación acústica produzca enfermedades mentales diagnosticadas; sin embargo, el ruido se relaciona a la generación de estrés, dolores neurológicos, potencialización en migrañas, entre otros. Existen estudios que sugieren la asociación de ruido a indicadores de salud mental.

Personas que permanecen en lugares con ruido continuo, lo interpretan de manera directa como factor adverso a su desarrollo y son conscientes que su calidad de vida es menor, causando incluso comportamientos agresivos.

6. Rendimiento de tarea deteriorado:

El ruido es entendido como un agente nocivo que va en contra del rendimiento óptimo, la atención prestada a la realización de actividades, la concentración disminuye, la retención de información se ve opacada. El ruido produce efectos secundarios negativos en el rendimiento, especialmente en los niños.

7. Comportamiento social negativo y reacciones de molestia:

Dentro de estos siete puntos, el número siete puede catalogarse como subjetivo debido a que pone en discusión que es en realidad un comportamiento social negativo, así como el significado de molestia en acuerdo al umbral de cada individuo.

El comportamiento según varía el ruido, influye en actos directos en acciones para inhibir el ruido o potencializarlo, hasta la presencia de cambios drásticos de humor en la persona receptora. Según Sáenz (2014), el ruido suele causar mayor molestia cuando son de baja frecuencia o cuando el ruido va aumentando a medida que es percibido.

Cabe señalar que, dentro del ámbito subjetivo del ruido es difícil evaluar la percepción ya que es individual aun exponiendo a diferentes usuarios dentro de un Por otro lado, existe otro concepto que se conoce como la “habitación” que es el efecto que ocurre al estar en una constante carga de ruido con la misma presión sonora, este concepto se presenta a menudo en viviendas cercanas a avenidas, fábricas, entre otras fuentes fijas de sonido.

Según la OMS, *“Excessive noise seriously harms human health and interferes with people’s daily activities at school, at work, at home and during leisure time. It can disturb sleep, cause cardiovascular and psychophysiological effects, reduce performance and provoke annoyance responses and changes in social behaviour”*. (Salud, 2017).

El párrafo anterior resalta que las molestias producidas por el ruido alteran completamente el comportamiento durante la vida de las personas que coexisten con él. Según el Ministerio de Medio Ambiente (OSMAN, 2011) existen factores relevantes que contemplan dichas afectaciones.

Se hablará primero de las características del sonido que son el primer parámetro que define si el sonido es molesto o no, tales como el ritmo, la frecuencia, la inteligibilidad, términos técnicos.

Otro parámetro es la energía sonora, la cual explica que: a mayor energía, mayor sonido y, por tanto, a mayor sonido mayor molestia en el receptor, dependiendo también del tiempo de exposición. Un mismo sonido puede empezar a ser molesto incluso manteniéndose con la misma energía acústica si el tiempo es bastante prolongado aun siendo un sonido por debajo de los decibeles catalogados como altos (Arau, 1999).

La actividad que el receptor esté realizando mientras percibe el ruido, también definirá el grado de molestia que cause en él, debido a que en ocasiones la actividad realizada requiere características específicas del ambiente en el que se desarrollan; por ejemplo: dormir requiere niveles nulos de ruido, mientras que, oír un concierto en vivo tolera un grado de energía sonora alto.

Actualmente, no existe un criterio validado para definir estos parámetros debido a la dificultad de encasillar factores subjetivos en un tabulador, debido a que la sensibilidad al ruido varía de persona en persona, influyendo factores como la edad, la situación social, el estado de salud, entre otros.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

2.3.3 Ruido en la Vivienda:

El ruido que genera afectaciones en la vivienda tiene se genera a partir de tres principales fuentes, la primera fuente principal es el ruido exterior que penetra la vivienda a través de los materiales que están en contacto directo con el exterior. El segundo es el ruido producido al interior de la vivienda propagándose por cada una de las áreas sin importar la fuente emisora que lo produzca. La última fuente principal de ruido es la creada por la estructura misma de la vivienda la cual es ocas veces perceptible.

Cabe señalar que entre los ruidos con mayor tendencia a la irritabilidad de quien lo percibe son los ruidos intermitentes impulsivos (ver 2.3.1) (Carter, 1996), es decir, aquellos sonidos que son altos en su escala sonora, pero de muy corta duración, estos ruidos producen mayor irritabilidad debido a la impredecibilidad con la que se presentan al usuario.

El ruido producido al interior de la vivienda será el que se analizará en la presente investigación. Por lo general el ruido dentro de una vivienda suele producirse por aparatos mecánicos (equipos de calefacción, sistemas en enfriamiento del aire, entre otros) así como por voces de los habitantes, música, ruido de los habitantes adyacentes a la vivienda, electrodomésticos, entre otros, incluso, el uso de audífonos y determinados juguetes producen ruido capaz de originar daños a la función auditiva. Estos ruidos se propagan por vía aérea y por vía estructural, viajando a través de pasillos, escaleras, losas de entrepisos, muros, plafones, pisos y cualquier otro elemento que forme parte de la vivienda.

2.3.4 Reducción del Sonido:

En cuanto a la reducción del sonido en una casa habitación, se debe recordar que el sonido viaja por el aire como medio principal, por lo tanto, colocar obstáculos durante el recorrido del sonido es la mejor manera de reducir su reproducción y reflexión. El acristalamiento, los muretes, las puertas y los plafones impedirán la propagación del sonido entre los espacios.

Alanís (1974) da un ejemplo claro, en el cual da la referencia a bajar el cristal del automóvil una ligera parte, para inmediatamente sentir como el sonido del exterior pasa al interior del auto, en una vivienda funciona de igual forma, bastará con dejar abierta una parte de la puerta de alguna habitación para permitir que el sonido de una charla en ella, sea escuchado claramente alrededor de los pasillos.

Es por tanto, que el tratamiento de las superficies de un espacio arquitectónico se absorberá el sonido y disminuirá la intensidad mientras el sonido recorre las diferentes áreas de la vivienda.

En el capítulo IV se mencionarán con mayor precisión los materiales empleados usualmente en la construcción de viviendas y las características de absorción al sonido de cada material. La importancia del conocimiento del comportamiento acústico de los materiales impactará directamente en los cambios que se producen en la vivienda nivel medio residencial.

Un ejemplo del diferente uso de materiales es el siguiente: las casas construidas con madera producen un sonido característico propio del material, en las cuáles, se toman consideraciones constructivas para la disminución de sonido provocado.

En términos de reducción del sonido, hoy en día existen normas oficiales que clasifican los decibeles máximos permitidos por espacios. En Latinoamérica, específicamente en Chile, existe la Norma Oficial NCh352. Of200 la cual, marca

parámetros escalables como requisitos de aislación mínimos permitidos para la construcción en viviendas resumida en la Tabla 7:

Tabla 7 Requisitos construcción Uso Habitacional.

(Bustos, 2011) .

NCh352. Of2000			
EMISOR	RECEPTOR	REQUISITO DE AISLACIÓN	NIVEL EQUIVALENTE EXTERIOR (NED) Db
Exterior	Dormitorio O estar	Aislación mínima:	
		20	<60
		30	61-65
		35	66-70
		ND-40	71-75
		Aislación mínima:	
		45	No aplicable
Vivienda contigua Instalaciones sanitarias y mecánicas externas		Nivel de ruido Máximo	
		40	No aplicable
		Aislación mínima:	
Pasillos y escaleras		30	No aplicable

2.4 Acústica:

“Parte de la física que estudia el comportamiento y la percepción del sonido en espacios y volúmenes, bien sea para lograr un aislamiento acústico entre recintos o para mejorar el sonido en un área determinada, ya sea al aire libre o en espacios cerrados.” (Alanis, 1974)

El campo de la acústica es, sin lugar a duda, un tema de estudio amplio, su enfoque, engloba disciplinas que van desde la música, la psicología, la arquitectura, entre otras; por ello, la presente investigación se centrará en la interacción de tres de esas disciplinas para delimitar la investigación y así, ofrecer resultados sólidos. Estas disciplinas serán: acústica ambiental, psicoacústica y acústica arquitectónica,

Entre el estudio de la acústica ambiental, y la acústica arquitectónica, los conceptos más característicos que integran el análisis para obtener un diseño acústico óptimo de cada uno de los espacios son:

a. Reflexiones tempranas

Son las primeras reflexiones del sonido en las superficies de un espacio cerrado. (Manzo, 2001)

b. Ambiencia

Forma de determinar la relación existente entre el sonido que una persona percibe y el lugar donde lo escucha. Mediante el trazado de rayos se permite saber dónde se producen las reflexiones y de esta manera calcular los recorridos promedios que realiza el sonido (Carrión, 1998)

c. Absorción sonora

Cuando el sonido pasa a través de los materiales la mayor parte es reflejada y rebotada en los espacios, pero un porcentaje es absorbido por el material a esto se le conoce como absorción sonora. De aquí parte una de las variables a considerar para esta investigación la cuál es el coeficiente de absorción y que cada material cuenta con uno en mayor o menor medida. (Sanchis, 2013)

d. Tiempo de reverberación

El tiempo necesario para que la intensidad de un sonido disminuya a la millonésima parte de su valor inicial (Sanchis, 2013).

e. Campo sonoro directo y reverberante

Por campo sonoro entenderemos al comportamiento del sonido en cada punto del espacio arquitectónico (Manzo, 2001).

Dentro de la acústica arquitectónica se han desarrollado diversas herramientas para evaluar distintas situaciones dentro de los espacios arquitectónicos. Se han seleccionado las que mayor relación tiene con cualquier espacio arquitectónico y que de alguna manera lo caracterizan, y son las que a continuación se presentan:

- Niveles de presión sonora en dB
- Grado de absorción sonora
- Tiempos de reverberación recomendables
- Grado de aislamiento del recinto
- Criterios de ruido de fondo

La acústica alude a una subjetividad a través de la cual el ser humano percibe el sonido, esta percepción se da a través del oído (Eljure, 1996).

f. Inteligibilidad

Cuando se habla de este término se refiere a la capacidad que se tiene el usuario dentro de un espacio arquitectónico para escuchar claramente las palabras emitidas por otro usuario en el mismo espacio.

En una vivienda existen atenuantes que hacen que en ocasiones la recepción clara de un mensaje no ocurra, en otras ocasiones los espacios por naturaleza no son propicios para la realización de una conversación debido a su composición geométrica evitando que la inteligibilidad ocurra de manera correcta. Es necesario hacer énfasis en que cualquier espacio al interior de una vivienda debe contemplar el cómo lograr una correcta inteligibilidad en sus áreas sociales.

Para que la inteligibilidad se manifieste, se debe tomar en cuenta que el espacio interior debe tener un tiempo de reverberación relativamente bajo, un bajo nivel de ruidos y una comunicación de manera directa entre emisor y receptor.

Una característica importante del comportamiento del sonido, es que cuando un sonido rebase los 45 dB se presentará el llamado sonido enmascarado, sin embargo, dentro de una vivienda esto ocurre en casos muy aislados.

En cuanto a los tiempos de reverberación, éstos deberán ser bajos, se considera que los tiempos de reverberación no deberán sobrepasar 1.5 segundos para el caso de una vivienda de nivel medio residencial, esta conclusión se toma a partir de las dimensiones generales de este tipo de edificación.

2.4.1 Aislamiento acústico

El aislamiento acústico es la protección de un recinto contra la penetración de sonidos que interfieran a la señal sonora deseada (Sanchis, 2013). Estos sonidos pueden provenir del interior o del exterior de la vivienda por lo tanto para atenderlos deberemos primero analizar de donde provienen.

Para la detección del origen de un sonido es necesario recordad que principalmente existen tres tipos de ruido y cada uno de ellos se propaga de manera diferente. En la Tabla 8 se expresa lo escrito en este párrafo:

Tabla 8 Tipos de ruidos al interior de la vivienda.

Elaboración Propia a partir de (Sanchis, 2013)

TIPOS DE RUIDO		
Aéreo	De impacto	De vibraciones
Propagación: Cerramientos entre emisor y receptor (exterior y fachadas) (muros, losas) Disminución: Diseño adecuado de cerramientos, amortiguación de la onda previo a la incidencia entre elementos.	Propagación: Elementos contiguos. Originados por la percusión o choque entre elementos sólidos, provocando ondas sonoras que se propagan por el aire. Duración: Corta Atenuación: Poca Disminución: Amortiguación en el elemento y sus uniones	Propagación: Contacto entre un elemento en vibración con elemento constructivo. Transmisión: Fácil y lejana.

2.4.1.1 Entorno Acústico

“Entendemos por entorno acústico el volumen arquitectónico, total o parcialmente cerrado. También tienen su entorno acústico los espacios abiertos por donde se desplaza el sonido” (Marín, 2008).

Para la presente tesis, el entorno acústico solo concernirá su estudio en espacios cerrados para obtener así, resultados apegados a la realidad.

La mayoría de los entornos acústicos son compuestos por varios sonidos emitidos por más de una fuente (por ejemplo, equipos de sonido, personas, ruido ambiental). En entornos urbanos, un transeúnte promedio es víctima del ruido generado por automóviles, alarmas de automóviles y sistemas de transporte público. En las zonas residenciales, las fuentes combinadas de este tipo de contaminación acústica provocarán también una combinación de efectos adversos como los descritos en el apartado 2.3.2 de la presente investigación.

2.4.2 Psicoacústica

De acuerdo con Rodríguez (2005), la psicoacústica es la ciencia que estudia la relación existente entre el estímulo de naturaleza físico y la respuesta de carácter psicológico que el estímulo físico provoca”.

Las estructuras neurosensoriales que participan en la audición y el equilibrio se localizan en un laberinto de membranas al interior del oído, por tanto, es necesario conocer sus componentes y la manera en que el cerebro por medio del oído interpreta el ruido y los estímulos que causa en los seres humanos esta interacción (Mora, 2013).

2.4.3 Percepción y su aplicación en la arquitectura habitacional

El ser humano utiliza cinco sentidos para relacionarse con su entorno, con ellos, organiza la información del entorno para que ésta llegue a tener sentido, resultado de un proceso cognoscitivo en el cual se selecciona, organiza, almacena, e interpreta cada estímulo para crear un panorama completo del mundo que nos rodea.

Se entenderá por percepción al producto elaborado en el cerebro que nace de la unificación de los sentidos; se percibe de acuerdo con el proceso que es dado por ellos, variando de acuerdo con cada individuo y a su condición social, cultural e incluso fisiológica, por tanto, la percepción es considerada una condición unívoca (Saénz, 2014).

En la historia de la percepción se puede indicar que una de las primeras teorías en estudiarla o desarrollarla fue la Gestalt, pensamiento occidental, que tenía como principios base formalizar la percepción. La percepción a partir del siglo XX se interrelacionó con disciplinas y ciencias de diferente origen como la sociología, psicología, física, y en lo particular para esta investigación con la arquitectura.

Fue con arquitectos como Wright y Le Corbusier, que entendieron que la arquitectura podía mezclarse con otras artes y así generar espacios que interpretarán al entorno como algo que contemplaba un concepto holístico. A partir del existencialismo, la percepción se centró en partir de la ubicación del hombre en el espacio para entenderla, de tal manera que el individuo se volvió el centro y, el cual, maneja entonces un sistema de direcciones que van cambiando según el individuo se diversifique en el espacio; por tanto se concluye que la percepción para el existencialismo tiene un grado alto de subjetividad partiendo de la individualidad misma del ser humano, en donde el espacio arquitectónico será percibido dependiendo del participante y de las direcciones en las que se ramifique en él. La apropiación de esta información obtenida de los objetos y los eventos que ocurren en nuestro entorno permiten formar evidencias de su existencia y crear significados de estos, así entender el mundo desde un punto de vista estructurado a partir de valores culturales.

Por tanto, la percepción se convierte en una herramienta de análisis de espacios relevante en la arquitectura. Para poder utilizar esta herramienta, en la presente investigación se debe dejar claro que ésta deberá enfocarse hacia los intereses, deseos y tendencias de los comportamientos individuales del participante en el espacio arquitectónico (vivienda) y entender que el diseñador de estos espacios deberá siempre utilizarla para dar respuesta a los procesos sociales, tecnológicos, económicos, espaciales que determinarán de manera eficaz y ordenada la ejecución de los actos que de esta investigación y para cada caso resulte. Comprender que el espacio al existir actúa.

Para Fernández (2003) el espacio es el

“medio en el que se sostienen nuestros desplazamientos, delimitado por sucesos (intervención temporal) y por sujetos (intervención personal) en el que cada individuo organiza una ordenación de sus percepciones en función a las vinculaciones que mantiene con dicho medio, reportándoles un continuo Feed-back”.

Es también durante el siglo XX donde el movimiento moderno mostró como es el espacio el que se adaptó a las necesidades de los usuarios de esa época. Conocer el espacio que nos rodea, implica el conseguir el mayor número de datos sobre él, esos datos se vuelven información acerca del entorno.

En este concepto de percepción, existe un componente importante, el cuál es conocido como el juicio estético. El juicio estético tiene dos grandes características para su clasificación: la universalidad y subjetividad. Se ha dejado claro que la percepción no es un proceso lineal de facetas de estímulo y respuesta, sino que, caso contrario, es entendida más como una serie de procesos en constante vaivén y donde el participante del espacio y el espacio mismo tienen un papel activo en la conformación de las percepciones finales entendidas.

Según Kepes (1970), no existe una relación constante entre un estímulo y su percepción, sino que un mismo estímulo puede producir distintas percepciones en diferentes áreas, es decir, un estímulo puede crear diversas emociones, impactos, sensaciones de acuerdo a la experiencia de quién la recibe, dependiendo el momento en que la recibe, y de acuerdo a la edad en la que el estímulo es recibido.

Capítulo III

3.1 Psicología Ambiental:

El presente capítulo expresa el significado que para la investigación tendrá la psicología ambiental y cómo apoyado en ella, se pretende lograr una cohesión interdisciplinaria que coadyuve a la integración de esta disciplina a la arquitectura habitacional. Entender estos conceptos no es garantía de éxito en la hipótesis planteada si no tenemos claro el cómo comprobar esa hipótesis, es por eso que este capítulo también deja claro hacia dónde se dirige la integración de esta ciencia a la investigación.

En las últimas décadas, la investigación psicológica ha mostrado una atención cada vez mayor en el aprendizaje humano, haciendo hincapié en la memoria, la percepción, el reconocimiento de del lenguaje mientras se aprende, pasando de la teoría al mundo práctico. Este proceso cognitivo, consiste en reconocer, interpretar y darle significado para la elaboración de juicios propios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social (Bell, 1978).

La psicología ambiental es un campo de estudio de carácter eminentemente aplicado, que analiza la interacción persona-medio ambiente y, se centra en explorar las conductas causantes del deterioro ambiental, o, por el contrario, en aquellas otras conductas que permiten la conservación del entorno (Luzón, 2007).

Una definición de la psicología ambiental es “el estudio de la interacción entre la conducta y el ambiente natural y construido” (Bell, 1978). A lo cual Chiang (1997) agrega “tanto a nivel físico como social”. Otra definición más construida es la siguiente:

"Ciencia de la conducta multidisciplinar, con orientación básica y aplicada, cuyo enfoque son las relaciones sistémicas entre el ambiente físico y social y la conducta y la experiencia humana individual" (Saézn, 2014)

Prochansky en los años 70's definió a la psicología ambiental como el "Intento de establecer relaciones empíricas y teóricas sobre la conducta y la experiencia de la persona y su ambiente construido" (Prochansky, 1976).

"Área de la psicología cuyo foco de investigación es la interrelación del ambiente físico con la conducta y la experiencia humanas" (Holahan, 1982).

"Ciencia que estudia las interacciones y relaciones entre la persona y su ambiente" (Prochansky, 1990).

"Disciplina que investiga la naturaleza de la interdependencia entre las personas y el ambiente" (Hernández, 1997).

La psicología ambiental plantea en principio, la estrecha relación que las personas tenemos con nuestro entorno, es pues, el estudio de las consecuencias de las manipulaciones ambientales hechas por el hombre.

El ponderar un espacio arquitectónico, diseñarlo e incluso seleccionar el lugar donde se materializará la obra son cosas que se fundamentan normalmente en decisiones relativas, sin un análisis previo a la intención de crear un ambiente específico, en estos casos, las decisiones para lograr dicha fenomenología suelen ser intuitiva, sin embargo, ocasionalmente existen procesos en que el diseño se basa en métodos comprobables. Por el contrario, existen situaciones en los que la intención final del diseño es clara, pero llegar a desarrollarlas crea un conflicto entre lo objetivo y lo subjetivo. Esto ocurre debido a que cuando se diseña con base en las necesidades totales del participante del espacio, deben tomarse decisiones firmes una vez planteado el objetivo. Determinarlo entonces, resulta la parte medular de un diseño arquitectónico al relacionarse con la psicología ambiental.

Por lo tanto, el que la psicología ambiental se relacione a esta investigación es para encontrarlas consecuencias de las manipulaciones que el hombre ha hecho a su entorno y las afectaciones de estas manipulaciones resulten.

La comprensión del ambiente interior arquitectónico en sí requiere por lo menos de estudiar la manera en que esta envuelve al individuo, como el individuo percibe estas nociones, interactúa con ellas y cumple una función o más dentro en acuerdo a ellas.

Modificar la conducta humana por medio de un espacio físico resulta complejo viéndolo desde la teoría, suponiendo que exista una relación entre ellos.

Según Sergi Valera (Valera, 1996) del departamento de Psicología social de la Universidad de Barcelona existen cuatro perspectivas de la psicología ambiental, perspectivas que explican a detalle las modificaciones a las conductas del ser humano; la primera, llamada perspectiva de rasgo atiende exclusivamente a la persona y sus características de individuo, así como los procesos psicológicos por los que el pasa.

La segunda perspectiva empata en la hipótesis que se plantea en esta tesis, la perspectiva interaccionista, la cual, parte de la consideración de la persona y el entorno como unidades independientes, pero con interacciones entre ellas.

El objetivo de esta segunda perspectiva es el análisis del efecto de los factores ambientales (variable independiente) sobre el comportamiento (variable dependiente), que además de usarse en estudios donde existe la presencia de ruido, se han hecho también en casos de hacinamiento y de temperatura. Sin embargo, es su propio enfoque el eslabón más débil de su postulado debido a que psicólogos ambientales defienden que el estudiar a estas entidades de manera separada no se llega a conclusiones irrefutables.

Por otro lado, la tercera perspectiva según Valera, la perspectiva organísmica, considera a ambas partes, la persona y el entorno en el que se desenvuelve, analizando entonces el funcionamiento de un conjunto.

Cabe señalar que este enfoque es el que se acerca a un verdadero punto de partida hacia la búsqueda de resultados planteados en la introducción de este documento; sin embargo, existe una última perspectiva que puntualiza o encamina la hipótesis hacia una conclusión tangible; esta perspectiva denominada transaccionalista presume que un análisis psicoambiental se compone de una confluencia de factores

inseparables en los que estos dependen unos de otros , procesos psicológicos, personas y ambientes.

Explicándolo a detalle, se entenderá que la relación de la que se habla entre individuo y ambiente probablemente exista desde el inicio de la humanidad, sólo que, este concepto no se ha expandido entre los actores a los que concierne esta multidisciplinariedad.

Si bien esta cuarta perspectiva tiene puntos a discutir, es la que aceptara el entrelazo de la acústica, psicología y arquitectura.

Ayudando esta forma de concebir la estructura de la tesis, Prochansky (1976) define la psicología ambiental como: “el intento de establecer relaciones empíricas y teóricas sobre la conducta y la experiencia de la persona y su ambiente construido.”

Y es a partir de este autor, que nuevos especialistas definieron esta ciencia desde un punto holístico y, de esta manera, se concluye que la psicología ambiental está presente en la interrelación de Arquitectura, acústica y psicología.

Por tanto, los ambientes físicos son de los que se encargará la Psicología ambiental, por medio de la percepción del ser humano que va desde: figuras geométricas, objetos tangibles, colores, entre otros.

De esta forma es como será aplicada y desarrollada la psicología ambiental en un campo más amplio al usado comúnmente para una investigación, adhiriendo otras ciencias para tener más claro el objeto de estudio.

“La psicología ambiental ha comprobado que el espacio en el que cualquier ser humano desarrolle una actividad afecta su comportamiento, incluso aun cuando la persona no sea consciente de su influencia. De hecho, desde sus cimientos la psicología ambiental tuvo que ver para evolucionar en la arquitectura por lo que, gracias a estudios en esta ciencia han contribuido al diseño y planificación de espacios públicos” (Pol, 2005).

Pasa algo similar en la arquitectura, el participante de cualquier edificación por lo general no es consciente de que, como tal, la arquitectura predispone desde su geometría la realización de ciertas tareas. En este punto se encuentra la mayor similitud con la psicología ambiental por la cual se advierte que son dos ciencias que deberán tener correlación en la actualidad para mejores resultados durante el proceso de diseño.

Los espacios arquitectónicos, tal como lo señala Carbonell (2017) son ambientes que hacen sentir y que provocan sentimientos y emociones que en ocasiones son fundamento o principio de las acciones que se realizan. La comprensión del espacio construido desde la psicología ambiental nos ayuda a clarificar los vínculos entre el diseño arquitectónico y la salud de quien habita una edificación.

3.2 Mapas Conductuales y su interpretación para una buena Arquitectura

Una vez entendida la relación del espacio con el usuario y el enfoque dado para esta investigación, se podrá adentrar en el cómo, usualmente, el usuario desarrolla conductas que suelen ser repetitivas dentro de los espacios interiores, dichas conductas siempre ocurren bajo límites que en la arquitectura se denominan según la función que cumplen.

Todas estas características se pueden agrupar en lo que, la psicología ambiental, denomina mapas conductuales, en donde aparecen juntas las conductas del usuario y el lugar donde las ejerce (localización física), esta técnica permite entender la influencia que el ambiente genera sobre la manera de comportarse en él.

En la arquitectura se podrá comparar la estructura de una planta arquitectónica a un mapa conceptual, un plano entonces se convierte en un medio en el cual el diseñador del espacio arquitectónico plantea escenarios físicos con una intención dada, dividiéndolo en zonas, cada una con una intención específica para cumplir funciones específicas para manipular la conducta de quien ahí se encuentre, ya sea ejemplificando: que en una recámara se pretendan hacer actividades como “leer” o “dormir” hasta diagnosticar que en una sala el usuario se verá motivado a “conversar”, bueno pues, en la psicología ocurre de manera similar sólo que a través de tablas en las cuáles se observa y registra el comportamiento por natura de quien lo experimenta.

Se puede entender que al decidir las intenciones de cada espacio, casi en todos los casos la expectativa no supera la realidad, por ejemplo, cuando diseñadores del espacio interior definen donde colocar un sanitario, lo hacen siempre queriendo aislarlo del resto de los espacios, pero no lo hacen con la intención de crear un refugio, sino con la finalidad de crear un espacio que por fuerza no puede omitirse de una casa habitación, pero visto, como un espacio sin importancia ya que, la intención dada es que el humano pueda realizar sus necesidades fisiológicas ahí, pero no se observa, que al aislarlo del resto de la casa se crea un espacio propicio

para mantener conversaciones privadas por celular, o para aislarse del resto de las personas. Este tipo de información se puede obtener mediante mapas conceptuales de carácter empírico, describiendo lo que ocurre entre la interacción del usuario y el espacio.

Tabla 9 Clasificación de la conducta en categorías. Elaboración propia con base en

CONDUCTA	CATEGORÍA DE OBSERVACIÓN	CATEGORÍA ANÁLITICA
El paciente se reclina en un banco, las manos sobre la cara, pero no duerme. Se recuesta en cama y permanece despierto	ACOSTADO DESPIERTO	PASIVA AISLADA
Duerme en un sillón	DUERME	
Se sienta, sonriente. Se sienta fuma y escupe	SENTADO SOLO	
Escribe cartas en un banco	ESCRIBE	ACTIVA AISLADA
Se arregla el cabello	HIGIENE PERSONAL	
Lee el periódico y pasea Lee un libro	LEE	
El paciente y la enfermera platican	ESTA PARADO	
El paciente sale de su cuarto hacia un corredor, saluda a los demás	PASEA	
El paciente recibe su comida en la cocina, come en su habitación Los demás comen en el comedor	COME	ACTIVA MIXTA
Tiende su cama	QUEHACERES	
El paciente escucha música	ESCUCHAR	
Observa la tv acompañado	TV	
Observa un juego de cartas entre otras personas	OBSERVA UNA ACTIVIDAD	
Juega fútbol en el corredor	JUEGO	SOCIAL
Habla con otro usuario en el mismo espacio	CHARLA	
Todos salen hacia el patio.	TRÁFICO	TRÁFICO

Capítulo IV. Materiales

4.1 Materiales acústicos.

Los materiales acústicos son aquellos que tienen la propiedad de absorber o reflejar un porcentaje de la energía emitida por las ondas sonoras al momento de entrar en contacto con ellos. (Alanis, 1974)

Usualmente son utilizados de diversas formas siendo las principales:

- Como cerramientos o barreras
- Como recubrimientos en muros, plafones o pisos
- Como elementos aislados por unidad

Un material trabaja de acuerdo a su composición. Cada material cuenta con un nivel de aislamiento según, su masa, su peso y densidad los cuáles son factores que determinen las cualidades o no de aislamiento con la que cuenta cada material.

En la actualidad se utilizan diversos materiales para edificar casas-habitación de acuerdo principalmente a la disponibilidad de recursos existentes en el área y en acuerdo con el presupuesto de quien habitará la edificación, sin embargo, resalta que durante este proceso usualmente no son tomadas en cuenta las propiedades acústicas de cada material, y es ahí, que durante el presente capítulo se examinarán dichas propiedades y su conveniencia en acuerdo con el espacio edificado.

En cada proceso de diseño arquitectónico, una vez obtenidas las formas y volúmenes considerados (contemplando la acústica), se procede a elegir materiales que ayuden a que este fenómeno se presente, existen casos en los que la forma arquitectónica deseada obliga a que la acústica no se presente de manera idónea, casos en los cuales, se deberá hacer mayor énfasis en el uso de materiales que hagan del espacio arquitectónico un espacio acústicamente funcional.

Se puede decir que un material es acústico a partir de tener un coeficiente de absorción mayor a 0.5 NRC (Noise Reduction Coefficient).

Cada material posee un coeficiente y su valor va de 0 a 1, así que mientras más cercano a 1 es mayor es su capacidad de absorción. Masa, peso y densidad son los factores que determinan el coeficiente de reducción de ruido en los materiales empleados en la construcción.

Por lo general, durante la construcción se utilizan materiales duros, cuya absorción promedio tiende a ser baja, por lo que se presentan reflexiones del sonido en el espacio que no son óptimas para una buena acústica.

En este momento se puede decir que es necesaria la incorporación de materiales acústicos para reducir tanto reflexiones como ruidos en general.

Parte fundamental de esta tesis se basa en la hipótesis de que, el sonido, podrá tener un impacto benéfico en la vivencia del espacio, por tanto, desde la elección de materiales este efecto podrá ser logrado, eligiendo materiales que encaminen y dirijan reflexiones sonoras hacia las zonas de la vivienda que lo requieran.

Esto no es nuevo para la arquitectura, se hace así en teatros y auditorios donde, por medio de materiales, enfocan y dirigen el sonido hacia un punto específico, sin embargo, en la arquitectura residencial este punto no ha sido tomado en cuenta, tornándolo irrelevante., Para lograr que la acústica obtenga un papel primordial en la vivienda, es esencial tener presente los diferentes tipos de materiales, su composición y su comportamiento para que ayuden a propiciar sensaciones en los espacios, así como sus características.

Existen diversas clasificaciones; sin embargo, de acuerdo a Recuero (1999). podemos clasificar los materiales como se muestra en la Figura 6:

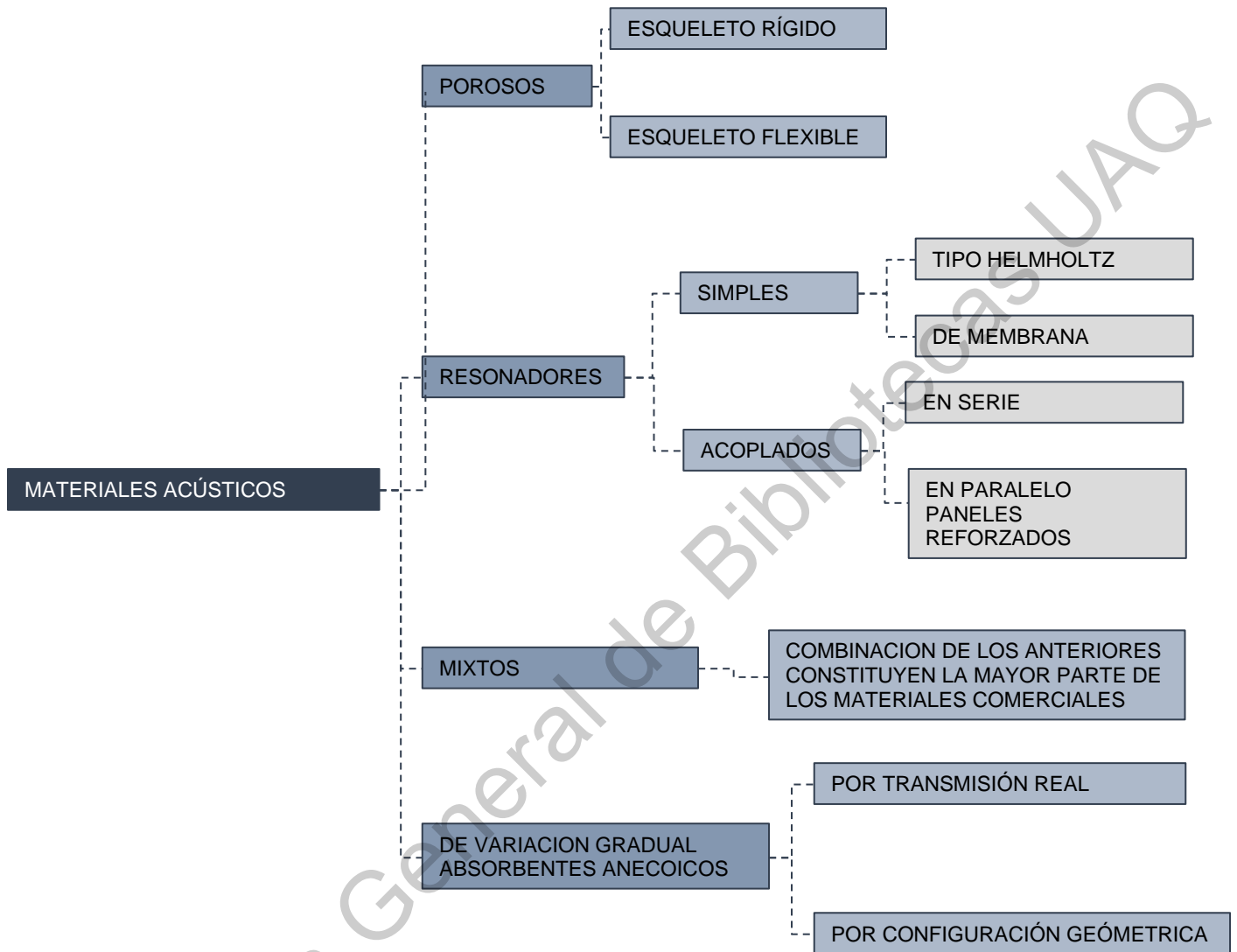


Figura.6 Materiales acústicos. Elaborada a partir de Recuero (1999).

Tipos de materiales

4.1.1 Materiales Porosos:

Son principalmente de estructura granular o fibrosa, constituidos por un medio sólido, absorben en mayor cantidad las altas frecuencias que las bajas, sin embargo, al aumentar el espesor de estos materiales también las bajas frecuencias son bien absorbidas.

Lo componen materiales como:

Fibra de vidrio

Fibras minerales

Fibras de lana, algodón y telas en general

Hules (poliuretano, espuma)

Su comportamiento actúa una vez que la onda acústica entra por los poros, produciendo pérdidas de la onda al entrar en movimiento rebotando en los espacios y transformándolo en calor, dicha pérdida variara en acuerdo al porcentaje de porosidad en el material.

Entre los materiales porosos, se proponen piezas elaboradas en concreto para su colocación en propuestas de diseño para casa habitación aplicada en la vivienda prototipo de esta investigación. En el siguiente catálogo se muestran las especificaciones técnicas:

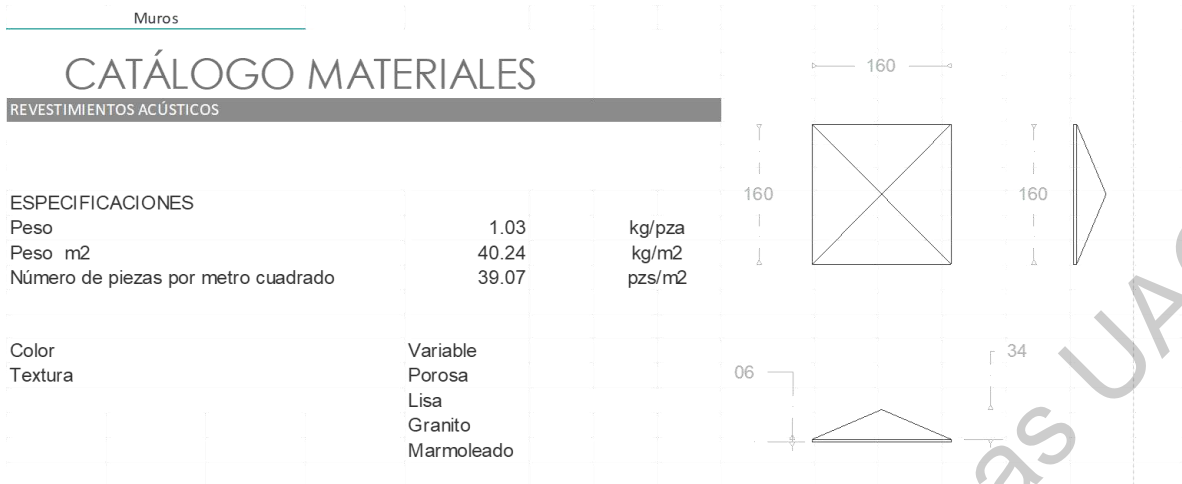


Figura 7 Catálogo Materiales acústicos prototipo 1. Elaboración propia.

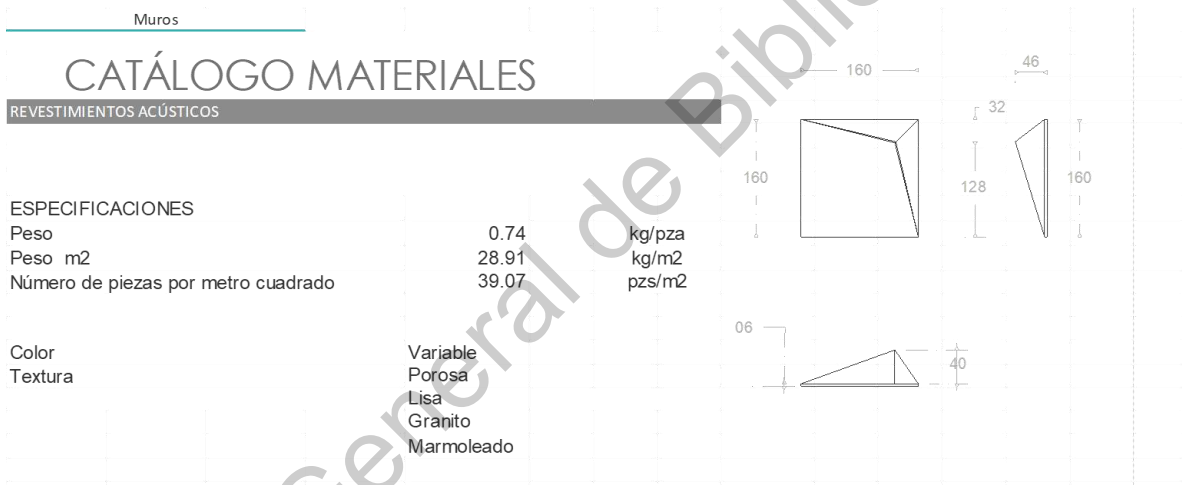


Figura 8 Catálogo Materiales acústicos prototipo 2. Elaboración Propia.

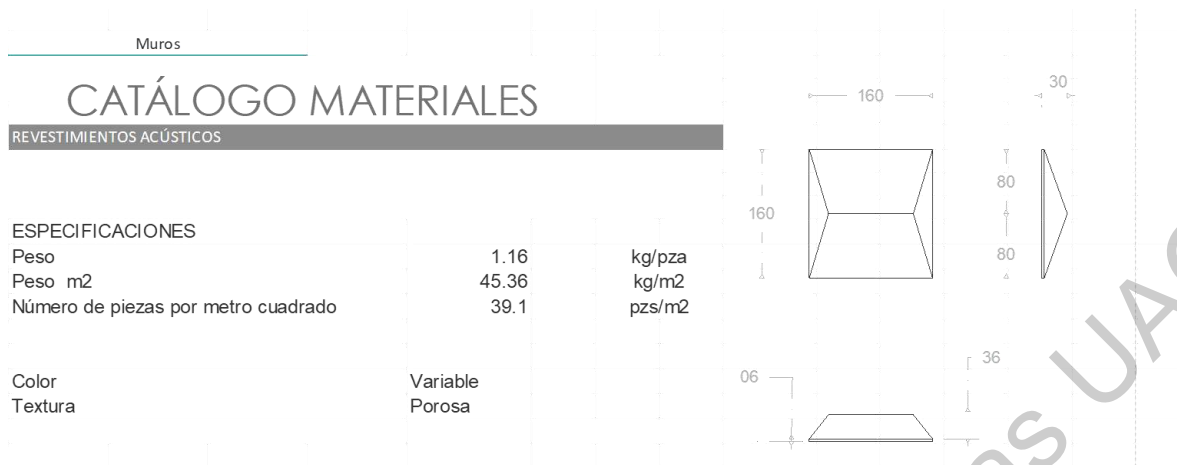


Figura 9 Catálogo Materiales acústicos prototipo 3. Elaboración propia.

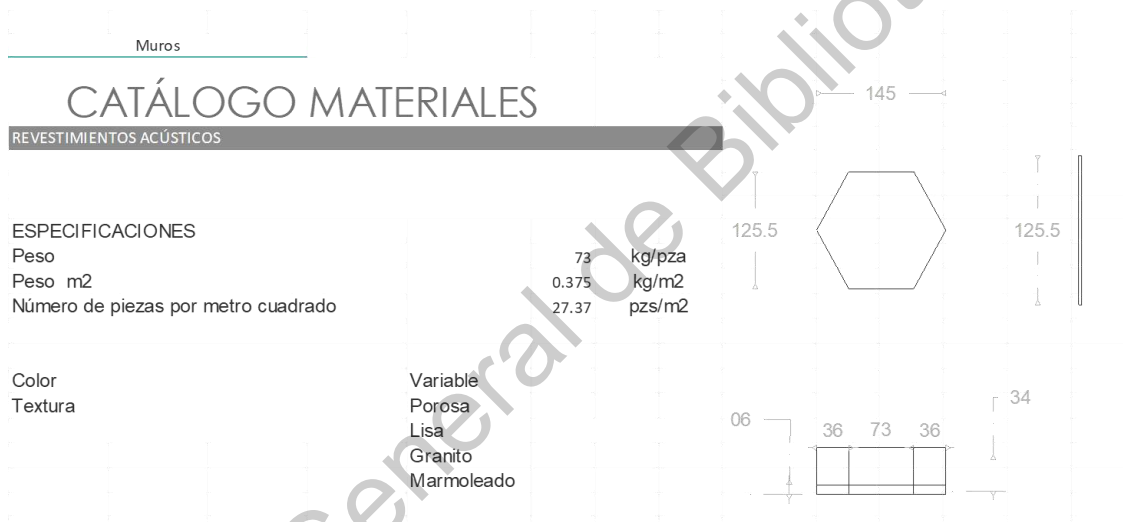


Figura 10 Catálogo Materiales acústicos prototipo 4. Elaboración propia

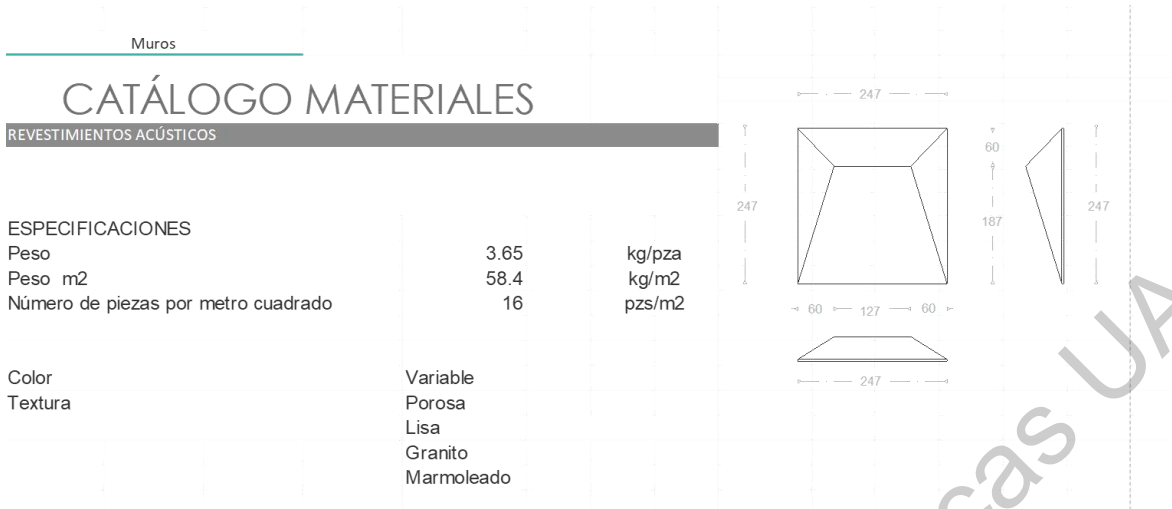


Figura 11 Catálogo Materiales acústicos prototipo 5. Elaboración propia.

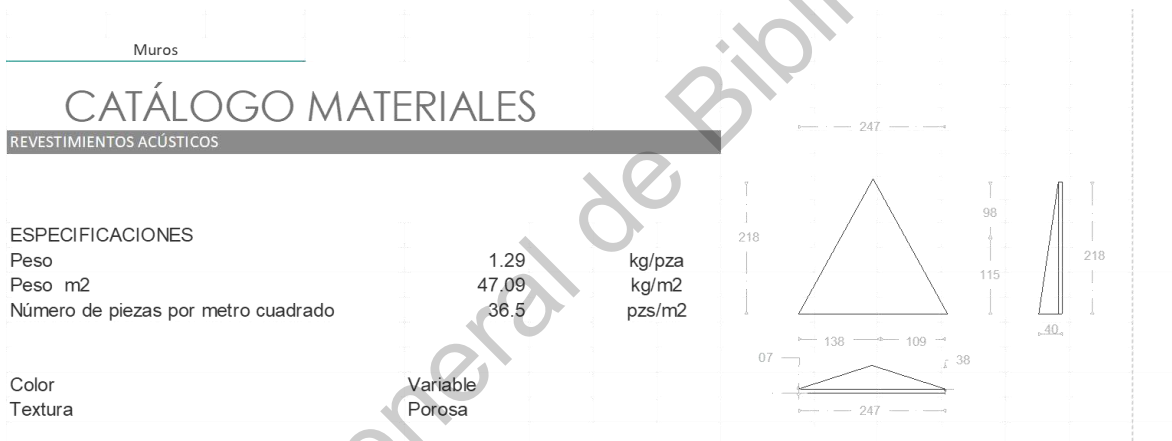


Figura 12 Catálogo Materiales acústicos prototipo 6. Elaboración Propia.

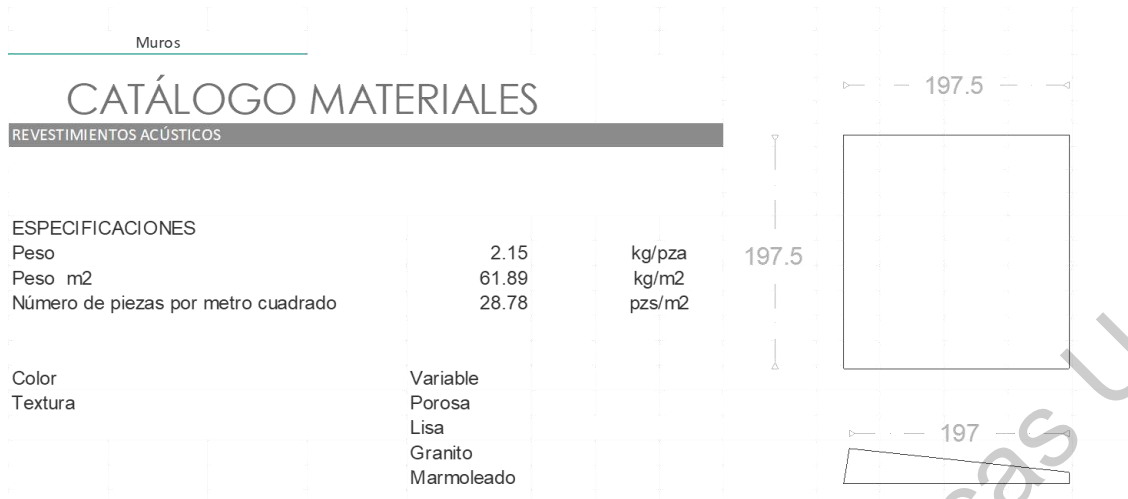


Figura 13 Catálogo Materiales acústicos prototipo 7. Elaboración Propia.

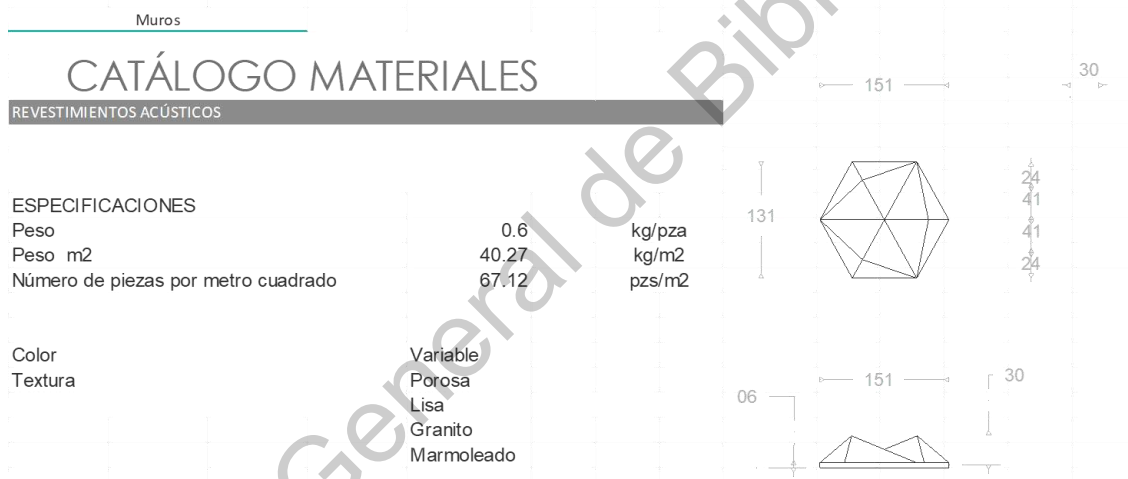


Figura 14 Catálogo Materiales acústicos prototipo 8. Elaboración Propia.

CATÁLOGO MATERIALES

REVESTIMIENTOS ACÚSTICOS

ESPECIFICACIONES

Peso	2.25	kg/pza
Peso m ²	84.03	kg/m ²
Número de piezas por metro cuadrado	37.35	pzs/m ²

Color
Textura

Variable
Porosa

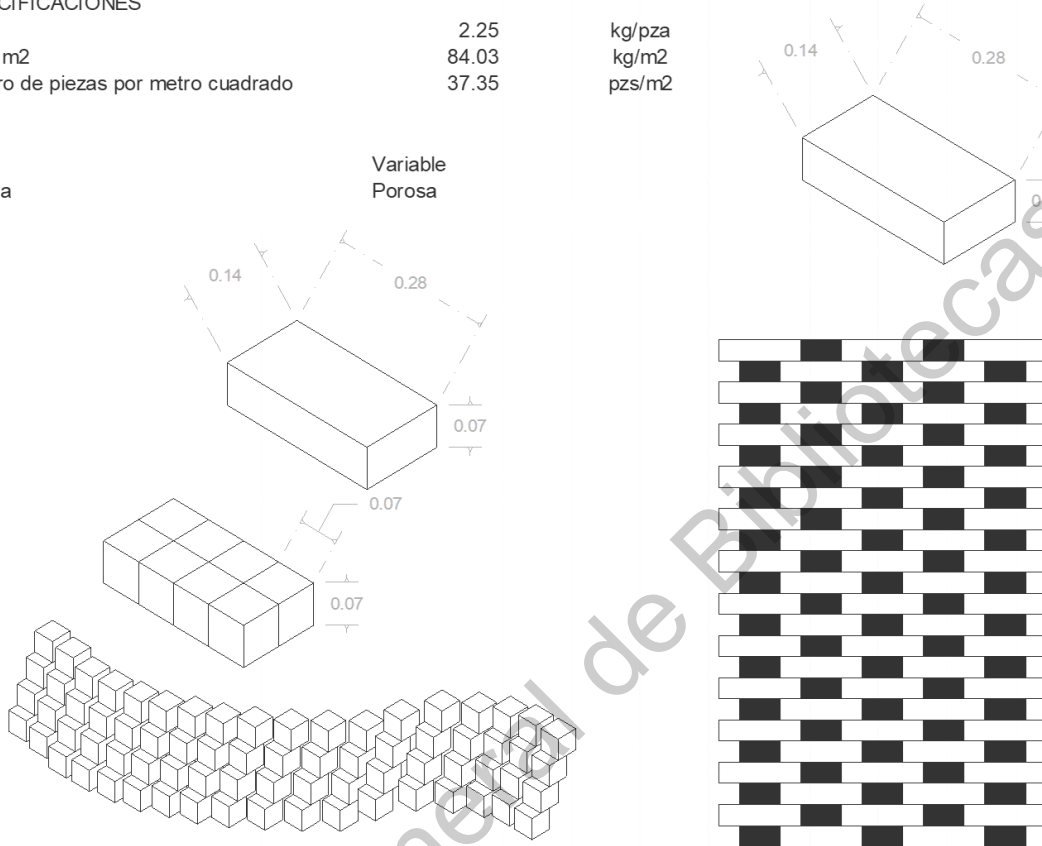


Figura 15 Catálogo Materiales acústicos prototipo 9. Elaboración Propia.

CATÁLOGO MATERIALES

REVESTIMIENTOS ACÚSTICOS

ESPECIFICACIONES

Peso	1.15	kg/pza
Peso m ²	43.9	kg/m ²
Número de piezas por metro cuadrado	38.17	pzs/m ²

Color	Variable
Textura	Porosa

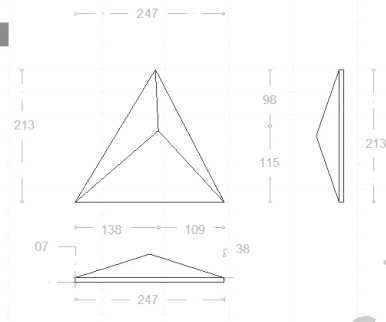


Figura 16 Catálogo Materiales acústicos prototipo 10. Elaboración propia.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

4.1.2 Materiales trampa

Los materiales trampa son esencialmente utilizados para sonidos graves (baja frecuencia) las cuales suelen contener gran cantidad de energía, y son las más difíciles de combatir, existen las trampas activas y pasivas.

Las trampas activas basan su accionar en lograr que ciertos componentes (paneles rígidos y flexibles) entren en resonancia transformando la energía acústica en movimiento.

Por otro lado, las trampas pasivas por lo general están constituidas por espumas densas que actúan debido al tamaño de la propia trampa y su ubicación (usualmente en esquinas), impidiendo que las ondas crezcan en ellas, y, por tanto, amortigüen su energía.

4.1.3 Resonadores:

Existen procesos de construcción para la implementación de acústica en los espacios en los que es particularmente necesario utilizar un tipo exclusivo de materiales que ofrecen absorción acústica sólo en determinadas frecuencias.

Estos materiales son los denominados resonadores, los cuáles, extraen la energía sonora a una frecuencia, normalmente por debajo de los 500Hz.

Los materiales resonadores más usuales son:

- Resonadores de membranas.
- Resonador simple de cavidad.
- Resonador múltiple de cavidad.

En México, por lo general el empleo de materiales para la construcción de vivienda son de poca o nula porosidad, por tanto, existen bastantes reflexiones en los espacios interiores, lo que ocasiona espacios de poca o nula comodidad para quien los habita.

En la Tabla 10 se pueden apreciar los materiales más empleados en la construcción de casas habitación en México.

Tabla 10 Coeficientes de absorción de materiales usados en construcción para vivienda.

MATERIAL	ESPESOR (CM)	MASA UNITARIA (KG/M2)	BANDAS DE FRECUENCIAS HEARTZ					
			125	250	500	1000	2000	4000
Concreto			0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Bloc de concreto aparente			0.36	0.44	0.31	0.29	0.39	0.25
Bloc pintado			0.1	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08
Yeso con 1/2" de espesor cualquier textura			0.04	0.06	0.06	0.09	0.05	0.07
Ladrillo	113		0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05
Vidrio hasta 6mm			0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Triplay hasta 13mm			0.35	0.21	0.18	0.12	0.07	0.04
Pisos vinílicos			0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Parquet sobre concreto			0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
Puertas de tambor			0.42	0.21	0.06	0.05	0.04	0.04
Cortina de pliegues separada	0.5		0.02	0.07	0.25	0.55	0.75	0.7
Alfombra sin bajoalfombra sola	0.25		0.02	0.06	0.14	0.37	0.6	0.65
Alfombra con bajoalfombra	0.25		0.08	0.24	0.57	0.69	0.71	0.73
Tirol, rayados, unibloc			0.03	0.03	0.06	0.09	0.04	0.06
las de madera, metal o plástico			0.76	0.83	0.88	0.91	0.91	0.89
Plafones			0.65	0.91	0.84	1.01	1.02	0.97
Lana mineral			0.35	0.49	0.63	0.8	0.83	0.9
Poliuretano			0.25	0.5	0.85	0.95	0.9	0.9
Sonex			0.14	0.43	0.98	1.03	1	1

Es necesario recalcar que, para considerarse un estudio acústico por medio científico para conocer el comportamiento en cuanto a reverberación se deberá hacer en octavas de 125-250-500-1000-2000 y 4000 Hz. Como lo vemos en la tabla anterior.

Conociendo esto, se pueden obtener algunas conclusiones como que algunos materiales actuales para la construcción resultan tener poca absorción acústica, sin embargo, existen componentes que van dentro de las viviendas que resultan positivos para la absorción acústica. Tales elementos pueden ser las cortinas, por ejemplo, que al ser un elemento poroso según la clasificación (Recuero, 1999) de alta absorción, sin embargo, aún no hay conocimiento general en los usuarios de saber que coeficiente tiene cada elemento de este tipo al adquirirlo.

4.1.4 Materiales Difusores

Los materiales difusores previenen las focalizaciones del sonido, dispersando los rayos sonoros en múltiples direcciones. Para que actúen de esta forma, suelen ser elementos con formas geométricas de diferentes tamaños y posiciones, logrando así, que cada onda sonora se refleje de manera diferente hacia diferentes sentidos.

Plafones: Existen diversos tipos de materiales que constituyen plafones, por lo cual, habrá que especificar el tipo de plafón elegido según la necesidad que se requiera para cada espacio en la vivienda.

Alfombras: son un elemento que absorbe en alto grado el ruido y las reflexiones, debido a su constitución material caso contrario es el piso de cerámica, piso más usado en vivienda, el cual fomenta demasiadas reflexiones del sonido haciendo difícil su transmisión dentro del espacio arquitectónico. (Eljure, 1996).

Mobiliario: Actualmente no existe un estándar de coeficientes de absorción que abarque todo el mobiliario disponible, sin embargo, en general, estos componentes se colocan posterior a la materialización de la construcción y generan un efecto en la acústica del espacio interior, específicamente permitiendo retardos sonoros. Durante esta investigación, el mobiliario será tomado en cuenta sólo como un criterio a valorar, pero no formará parte de las simulaciones por software.

4.1.4 Participantes del espacio arquitectónico:

Si un componente como el mobiliario tiene la capacidad de absorber el sonido, el usuario que es un componente con mayor densidad, será más absorbente e, incluso el tipo de ropa que se usa dentro de un espacio, modificará esta capacidad debido a las frecuencias por las que el sonido será transmitido, por tanto, es recomendable considerar la geolocalización de la vivienda a diseñar entendiendo el tipo de prendas que usarán generalmente en ese clima y adaptando este comportamiento para la generación de ambientes en cada habitación de acuerdo a las actividades realizadas.

En conclusión, del presente Capítulo, se puede resumir lo siguiente:

- Los materiales rígidos no absorben el sonido, al contrario, lo reflejan.
- En contraparte, los materiales porosos, absorben gran cantidad del sonido, en especial el sonido transmitido en altas frecuencias. Para compensar dicha situación existen los denominados materiales tipo membrana, los cuales juntos, absorben altas y bajas frecuencias.
- El mayor porcentaje para lograr una mejora en la acústica de la vivienda será por medio de plafones, debido a la oportunidad que presenta el poder manipular formas, materiales y ángulos en un área normalmente poco intervenidas. La aislación de un componente constructivo dependerá entonces de la frecuencia del ruido expuesto, a mayor frecuencia, mayor aislamiento, por tanto, ruidos con baja frecuencia en el 100% de los casos serán más complicados de aislar.
- Juntas, aberturas resultarán siempre intervenidos por materiales especiales para lograr una buena acústica. Es indispensable que exista confort acústico para una buena comunicación entre los usuarios del espacio interior en casa habitación haciendo eficiente el área para la realización de las actividades específicas.

Capítulo V. Consideraciones Morfológicas de la vivienda tipo medio residencial para su comparación.

5.1 Consideraciones en Planta Arquitectónica.

En acuerdo con el capítulo IV, las características de transmisión del sonido por medio gaseoso (el aire) habrá que tener ciertas consideraciones en la forma geométrica de los espacios diseñados para casa- habitación para prevenir e incluso fomentar una correcta acústica.

Llegado este punto, se pueden hacer notar que, según la bibliografía consultada las siguientes morfologías de la vivienda tendrán estos supuestos comportamientos.

Forma rectangular: Además de ser la usualmente empleada es la que mejores resultados ofrece, debido a que por el lado más largo el sonido dura más en crear reflexiones, dando la oportunidad al receptor de captar de manera clara, el mensaje transmitido por el emisor.

Forma cuadrada: Resulta inconveniente ya que las reflexiones sonoras viajan por el espacio a la misma velocidad por todo el ambiente, creando ruido enmascarado que dificulta la interpretación de un mensaje emitido.

Forma triangular: Su geometría resulta en contra para una correcta difusión del sonido en el interior del espacio debido a sus ángulos internos de 90 grados.

Forma de trapecio: Resulta conveniente, ya que crea en el espacio ángulos bastante diversos haciendo que el sonido se transmita de manera irregular.

Forma de cruz: Es mala, por su disposición de fluctuaciones sonoras. Creando en el centro un flujo sonoro excesivo

Pentagonal: Buena, la amplitud de sus ángulos beneficia la transmisión sonora. El sonido rebota de manera regular pero indirecta, ampliando la transmisión del sonido en el espacio arquitectónico.

Circular: Se crea un efecto de concavidad que resulta negativo creando demasiados rebotes que se reflejan por todo el espacio.

5.2 Consideraciones desde Elevaciones:

Rectangular: Siendo esta la de mayor uso en la actualidad, esta forma es buena por naturaleza debe tener tratamiento en nivel inferior o nivel superior e incluso en muros.

Cuadrada: Negativa. Resulta inconveniente ya que las reflexiones sonoras viajan por el espacio a la misma velocidad por todo el ambiente, creando ruido enmascarado que dificulta la interpretación de un mensaje emitido.

A dos aguas: Mejor que una losa plana. Necesitando en menor medida acústico.

Arcos y ojivas: No ayudan a una buena acústica. Demasiadas reflexiones en la parte superior y haciendo que el sonido se altere y se refleje de manera irregular en la parte inferior de la vivienda.

Cóncava: Inconveniente,

De las anteriores consideraciones se obtienen datos que resultan fáciles de comprender como el que los diseños tradicionales en la arquitectura contemporánea resultan negativos para una adecuada transmisión y proyección acústica, por tanto, el uso de materiales que contengan un alto grado de absorción siempre resultará benéfico durante la realización de viviendas, es decir, este tipo de materiales tenderán a ser de suma ayuda para armonizar los espacios en acuerdo con la actividad que en ellos se realice.

Por ende, los objetivos tras la revisión de la capacidad de los materiales para ayudar a una buena acústica en los espacios dentro de las simulaciones en vivienda que para esta investigación resulte serán los siguientes:

- Alcanzar tiempos de reverberación adecuados para la creación de ambientes dentro de cada espacio en casa-habitación.
- Advertir e incluso en acuerdo con posibilidades eliminar los ecos flotantes cuando existan muros paralelos.
- Minimizar el nivel de ruido ambiental
- Clarificar los espacios dando inteligibilidad para la buena comunicación entre los participantes del espacio arquitectónico.
- Lograr que los espacios sean saludables acústicamente, propiciando un mejor desarrollo psicológico y mentalmente estable al realizar actividades específicas.

Capítulo VI. Metodología

6.1. Metodología

En el presente Capítulo se evaluó los criterios de aislamiento acústico, materiales empleados, comportamiento del sonido en el espacio, propagación del sonido, así como reducción del ruido en la vivienda. A continuación, se detallan los pasos que conformaron el procedimiento de comprobación de hipótesis.

- a. Se llevó a cabo una revisión de la bibliografía especializada en los temas que a la investigación eran convenientes (libros, artículos científicos y de revista, tesis de grado y sitios web), enfocando cada punto citado hacia la investigación actual a la par de las estadísticas e investigaciones recientes que suponen un avance en el tema central de la tesis.
- b. Se realizó una cronología de antecedentes en cuanto a la implementación de acústica en obras arquitectónicas de mayores dimensiones a las obras normalmente atendidas por este tema, un repaso a recintos acústicos especializados con métodos tradicionales.
- c. Se dedujo el nivel de vivienda al cuál la investigación iría encaminada de acuerdo a la flexibilidad que para la investigación tendría el seleccionar un tipo de vivienda específico, siendo por sus características la de nivel medio residencial la electa para esta tesis. Conclusión a la cual se llegó mediante el análisis de presupuestos y morfologías que se pudieron aplicar en los modelos simulados. Cabe señalar que no se logró encontrar casos de éxito acerca del tema en otras latitudes, por lo cual, se optó por la investigación de los componentes acústicos por separado y su influencia en obras arquitectónicas de otras características, a su vez, la interpretación psicológica que cada uno de estos componentes pudiera tener en las obras en las que fueron empleados, siendo un punto difícil de hallar y en algunos casos de interpretar.
- d. Se elaboró un catálogo de viviendas que cumplieran con las características que se buscaban en este tipo de vivienda medio residencial. Posteriormente

se realizó un listado de esas características en el cuál, tuvieron que cumplir con una serie de requisitos generales para su posterior comparación, siendo la compatibilidad de estos parámetros de suma importancia para lograr una comparación justa y válida para la investigación.

El catálogo que se integró a la investigación parte del catálogo de la CONAVI (CONAVI, 2018) en el cuál marca a la vivienda de nivel medio residencial como la de valor mayor a \$940,150.40 (Novecientos cuarenta mil, ciento cincuenta pesos con cuarenta centavos).

Las viviendas se seleccionaron de acuerdo a la disponibilidad de acceder a ellas para el estudio, teniendo en cuenta tres opciones variadas con la condición de cumplir los parámetros requeridos para la investigación (ver Tabla 1).

Para dicho análisis comparativo se estudiaron los tres proyectos entre sí; además de un prototipo especial simulado con las características idóneas para la vivienda, comprobando de esta forma la hipótesis postulada (Ver 1.4).

Dos de las viviendas analizadas, son construcciones a base de muros de block sólido de jalcreto con una resistencia de 40kg/cm² medidas 15 x 20 x 40 cm colocado a soga, con cadenamientos de concreto armado y losas de entrepiso del mismo material. Las viviendas no cuentan con ningún tratamiento acústico previo en ninguna de sus áreas. La ventanería es de cristal simple de 2mm con marcos de aluminio. Las puertas de madera tipo tambor salvo las puertas hacia los patios de servicio, las cuales son de son de aluminio teniendo características acústicas diferentes.

Para la presente investigación se consideraron fachadas todo aquel elemento vertical que estuviera en contacto con el exterior de la vivienda.

Siendo ésta la selección de vivienda y cumpliendo con los requerimientos espaciales necesarios para su estudio comparativo se procedió a la realización de tablas comparativas en las cuales cada proyecto de vivienda fue analizado y tras las simulaciones mediante el software Ecotect Analysis™ se evaluaron sus

características, así como las similitudes, diferencias, parámetros positivos, parámetros negativos dictados por tres líneas principales:

- La configuración espacial (cualitativo) con base en la idoneidad en el diseño arquitectónico respecto al funcionamiento acústico.
- Los materiales constructivos empleados, basándonos en su comportamiento y eficiencia acústica correspondiente a los lineamientos que, tanto el software arrojaba, así como las fuentes consultadas y lineamientos constructivos aprueban.
- La tercera línea la parte psicológica (cualitativa) analizando el grado de habitabilidad y desenvolvimiento por parte del usuario en la vivienda.

Una vez hecha la selección de las viviendas se continuó con la metodología para evaluar el comportamiento acústico de las viviendas, cabe señalar que las opciones eran tres, la primera, el cálculo teórico. La segunda opción con base en simulaciones en software, y la tercera, mediciones acústicas en obra real, se optó por la segunda de acuerdo a cuestiones de viabilidad, aunque las tres eran factibles al inicio de la investigación.

La simulación se aplicó a las tres tipologías de casa habitación estudiadas para la presente tesis.

Asimismo, después de realizar esta revisión, fue necesario incluir otros parámetros de evaluación que no se consideraron en un principio, pero que, debido a los datos arrojados por el software se volvieron fundamentales para el desarrollo de una nueva propuesta que cumpliera con los parámetros planteados en los objetivos principales de esta tesis.

Es así como se determinó el siguiente orden para el desarrollo de la metodología:

- (A): CASA CORREGIDORA
- (B): CASA IXTLÁN
- (C): CASA VIÑEDOS
- (D): PROTOTIPO DISEÑADO

Cada casa se identificó según el área analizada, existente o no en una sola clasificación denominada por letras del abecedario, a cada espacio de la vivienda se le designó una letra para poder facilitar el análisis de datos obtenido posteriormente. A continuación, se muestra esta clasificación en la Tabla 11:

Tabla 11 Relación áreas vivienda con nomenclatura. Elaboración Propia.

PLANTA BAJA		PLANTA ALTA	
A	Cochera	F	Recámara Uno
B	Sala-Comedor	G	Estudio
C	Cocina	H	Baño Completo
D	Medio Baño	I	Recámara Dos
E	Patio de Servicios	J	Recámara Principal
		K	Vestidor Recámara Principal
		L	Baño Recámara Principal

Por otro lado, las tablas realizadas se dividieron en cuatro rubros, cada uno analizando diversos aspectos específicos, siendo estos los siguientes:

- **Datos generales:**

- Ubicación de la obra
- Tipología de vivienda
- Año de construcción
- Superficie construida
- Superficie total de vivienda.

- **Sistemas constructivos:**

Siendo el objetivo evaluar los sistemas implementados en la materialización de la vivienda desde un punto de vista en el cual se observó si la implementación de estos sistemas modificó el espectro acústico de los espacios interiores construidos.

De esta forma, se pudo considerar la integración de aquellos sistemas que resultaron positivos para la propuesta final que de esta investigación.

- a. Sistemas constructivos

1. Sistemas constructivos aplicados en la vivienda.
2. Sistemas constructivos para la división de espacios entre áreas
3. Sistemas constructivos atractivos y su funcionalidad.

- b. Estructura

1. **Prefabricación / industrialización**
2. **Flexibilidad y adaptabilidad para la colocación de componentes propuestos:**

Este inciso analizó y evaluó la flexibilidad de cambiar la configuración espacial actual de la vivienda adaptándola con los componentes propuestos para mejorar la acústica.

- **Accesibilidad y disponibilidad de los materiales propuestos:**

En este apartado se evaluó si los elementos definidos para la nueva propuesta se encontraban disponibles para el lugar donde las viviendas están construidas.

- **Análisis por composición de vivienda.**

A partir de los análisis elaborados con base en los resultados de las simulaciones en software para una propuesta en vivienda se optó por la elaboración de una tabla en la cual los elementos analizados son:

- Entrepisos
- Fachadas
- Base (suelo)
- Muros
- Techo/plafón
- Uniones entre elementos constructivos
- Ventanas
- Puertas

Posteriormente se elaboraron una serie de tablas (Ver tablas 12 a 36.) en las cuales se definen según la tipología de del espacio estudiado, la aislación acústica de cada vivienda, analizado el comportamiento acústico, así como las diferencias entre ellas.

Finalmente, con dichas conclusiones se definió el posible impacto en el contexto mexicano que tendría la propuesta a nivel social, ambiental y económico y se señalaron los trabajos futuros que se podrían desprender de la presente investigación, o en los que se podría abordar este trabajo.

6.2 Simulación por medio de software.

Las simulaciones en software se realizaron en Ecotect 2011[®], programa que cumple con las características buscadas para obtener los resultados que esta investigación requiere. Cabe señalar que, aunque existen programas con mayor precisión, estos requieren una inversión económica que no fue posible realizar en esta investigación.

En Ecotect 2011[®] se realizó como primer paso un modelo tridimensional de cada vivienda analizada, dividida por zonas, cada zona analizada de forma independiente y, de esta forma, lograr resultados con mayor precisión. A cada área se le integraron los materiales con los que están contruidos, permitiendo a través del software añadir las propiedades acústicas de cada material colocado. Se muestra cada plano por sí solo, así como cada plano identificando por tonos de colores diferentes el alcance de cada zona analizada en el software.

La primera casa analizada fue “CASA CORREGIDORA”.

Ubicación: Corregidora, Querétaro.

Superficie construida: 180.45 m²

Superficie Total:

Tipología de vivienda: Unifamiliar

Año de construcción: 2009.

a. Sistema constructivo:

1. Tradicional. Losas de concreto en divisiones horizontales. Cadenamientos de concreto armado con varillas de acero. Aplicación de aplanados con mortero en muros de block.
2. Las divisiones entre espacios son de ladrillo barro rojo recocido, con aplanados de mortero y aplicación de pintura para interiores. En baños y cocina también cuenta con recubrimiento cerámico.
3. Sillar en muros de carga y fronterizos, térmicos y con alto grado de absorción acústica.

- b. Estructura:
 - 1. Cadenamientos acero/concreto.
 - 2. Alto grado de compatibilidad con geometrías y materiales acústicos.
- c. Hay disponibilidad de materiales están disponibles en el área para la elaboración del prototipo físico.

Casa Corregidora cuenta con las siguientes áreas, divididas en acuerdo a la zonificación necesaria para la simulación en software, haciendo coincidir con la zonificación arquitectónica, la cuál es la siguiente:

Planta Baja

- B. Sala-comedor
- C. Baño Planta Baja.
- D. Cocina.
- E. Patio de servicios.

Planta Alta

- F. Estudio.
- G. Recámara Uno.
- H. Recámara Dos.
- I. Baño completo P.A.
- J. Recámara Principal.
- K. Baño completo Recámara Principal.

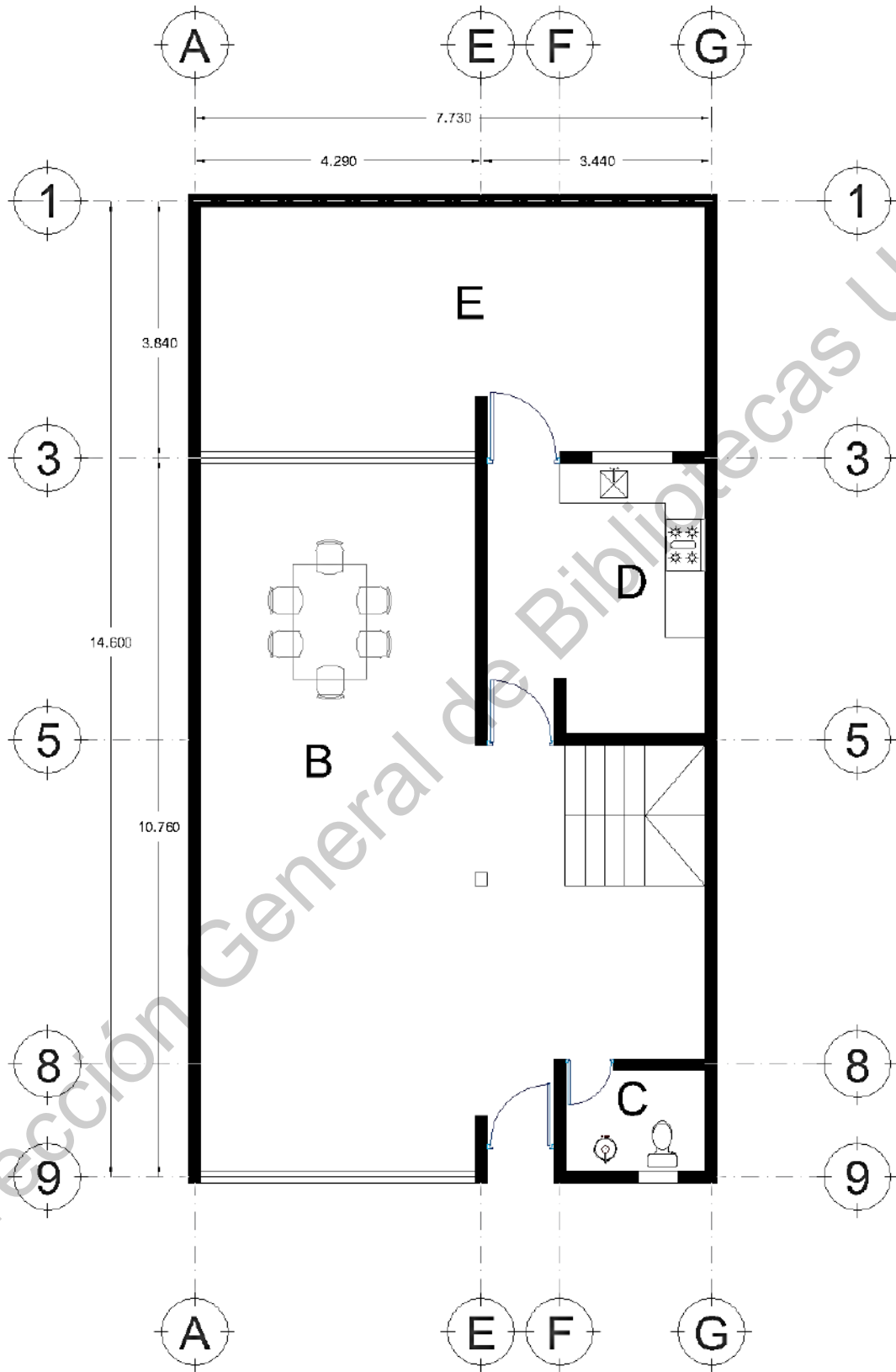


Figura 17. Planta Baja Corregidora.

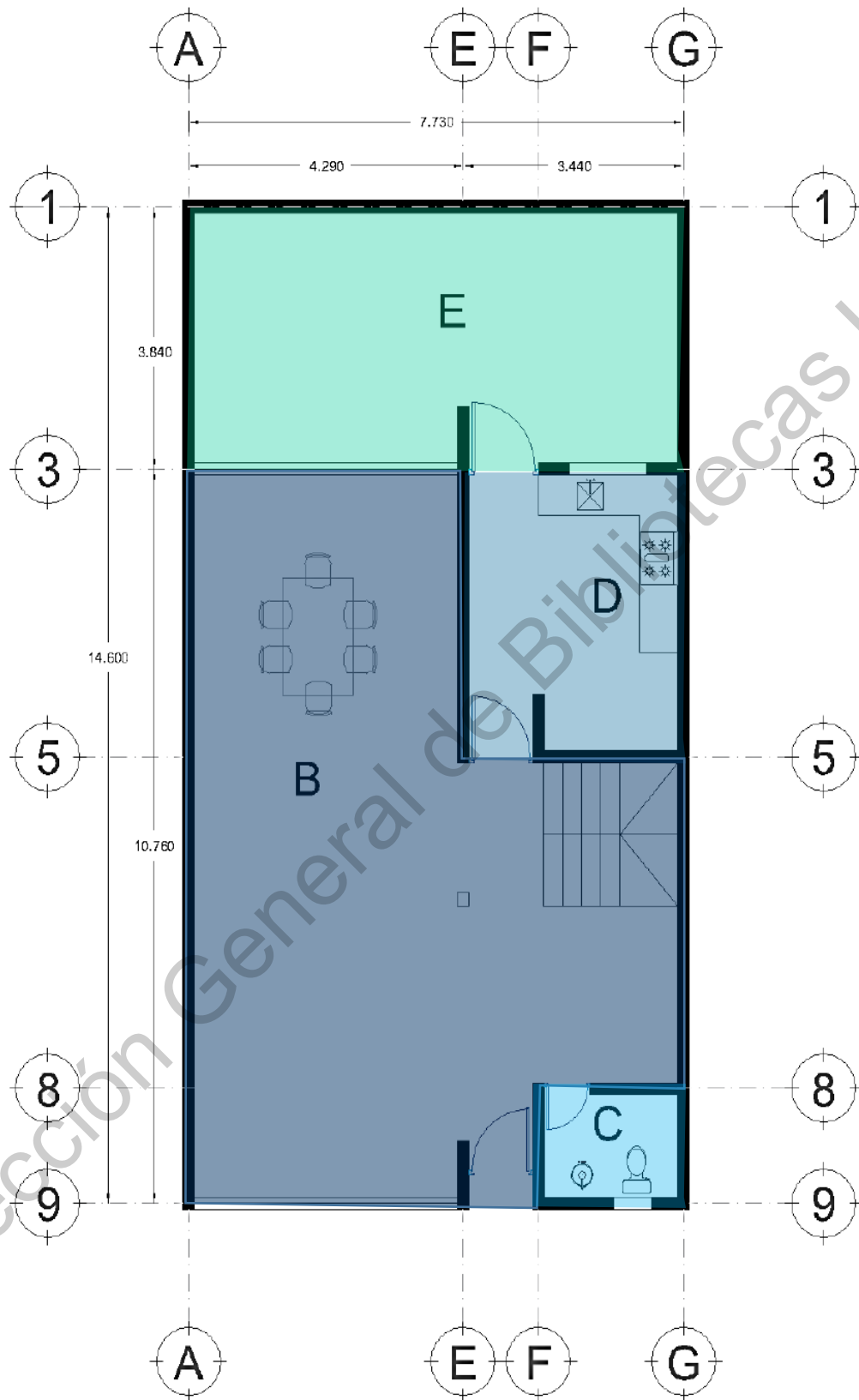


Figura 18. Planta baja. Casa Corregidora. Zonificación. Ecotect

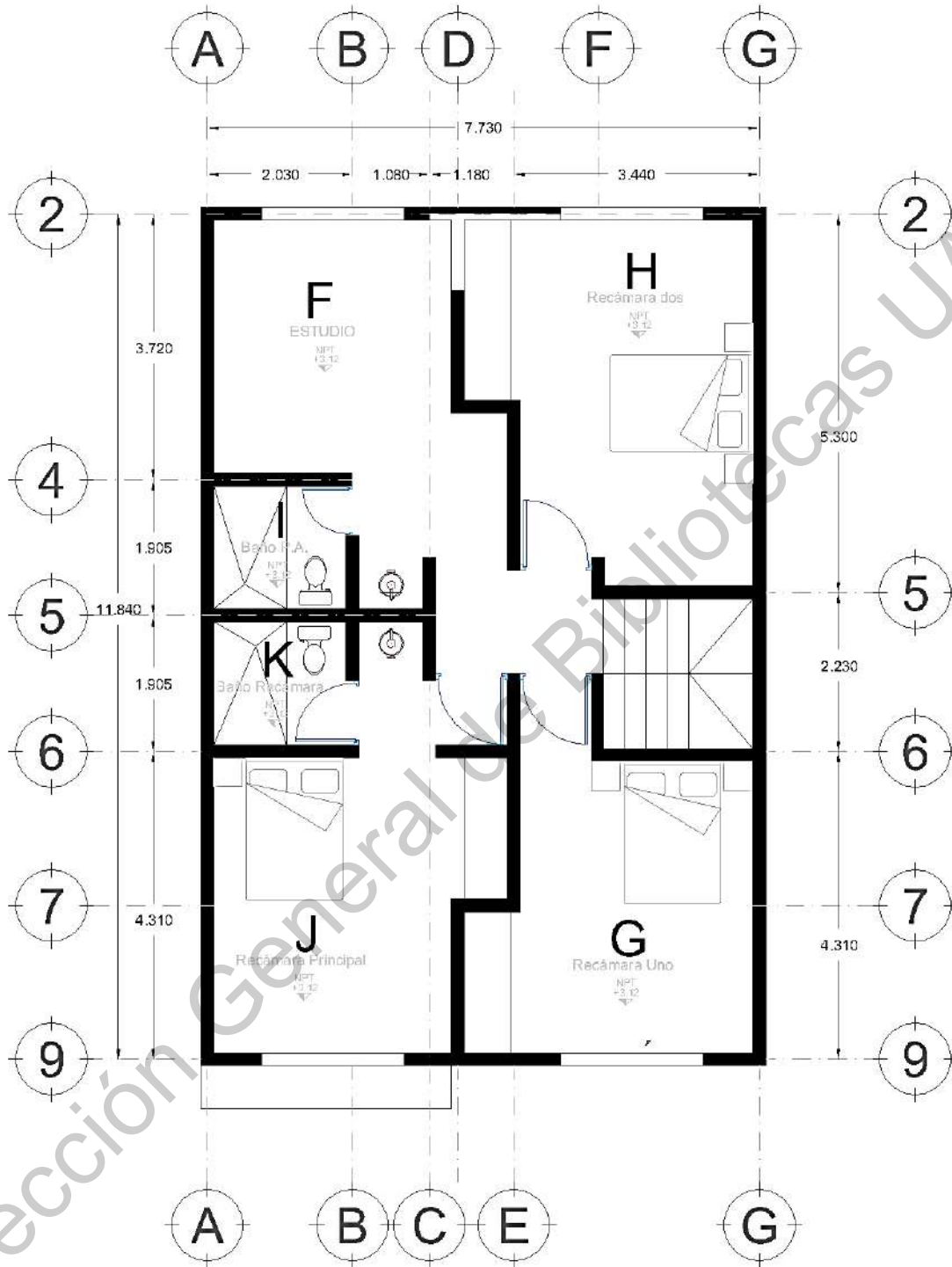


Figura 19. Planta Alta. Casa Corregidora.

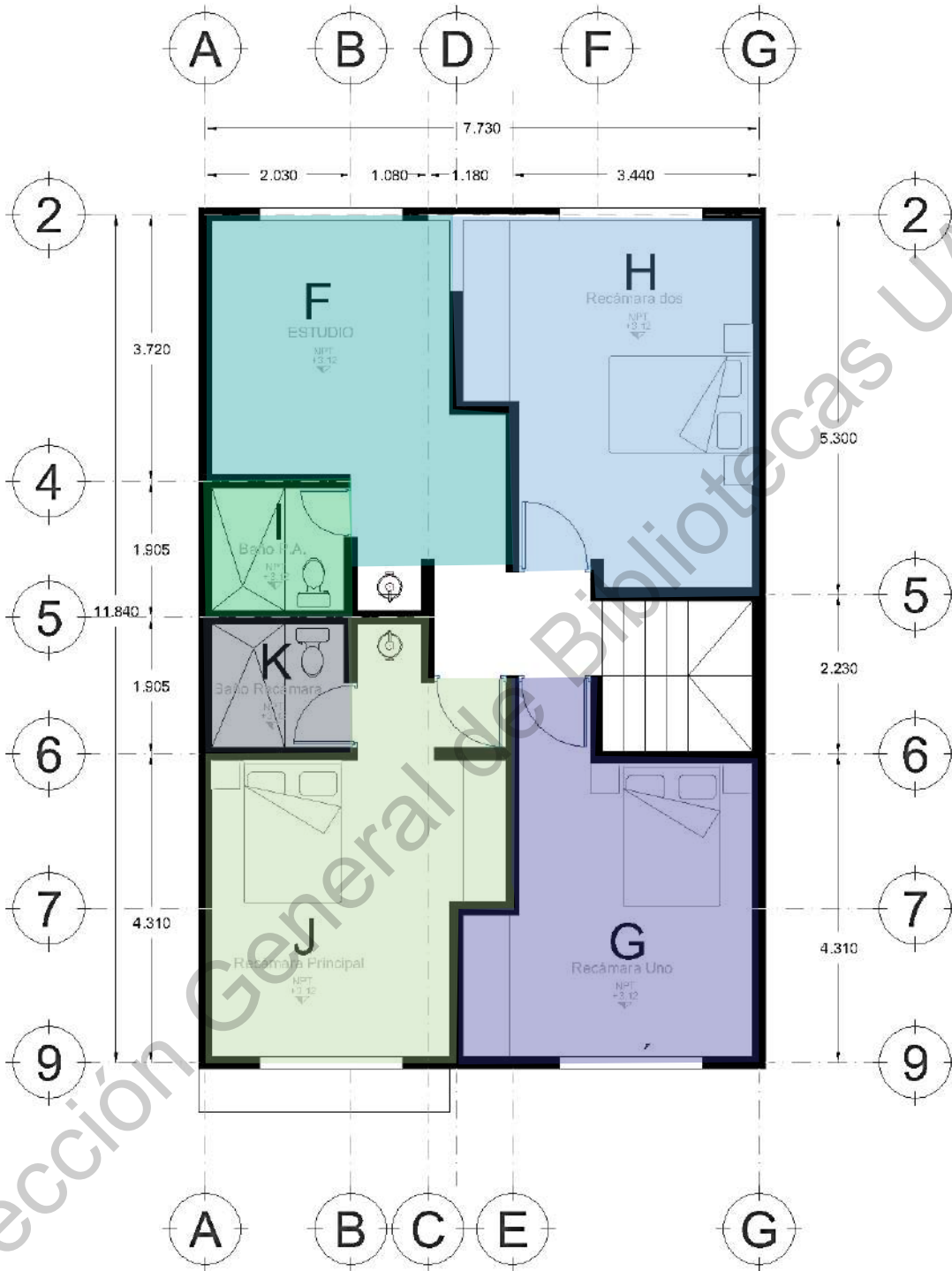


Figura 20. Planta Alta. Casa Corregidora. Zonificación Ecotect.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

B

SALA-COMEDOR (B)

Volumen 165.800 m³
 Área de contacto 226.817m²
 Ocupación 6 (6*100%)
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla. 0.56 segundos
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música. 1.10 segundos

Volumen por asiento 27.633 m³
 Mínimo para habla 3.941 m³
 Mínimo para música 7.680 m³

Más adecuado: Sabine
 (Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total	■	33.929	27.788	14.231	5.169	4.247	7.547	12.305	12.285	13.727
Tiempos de reverberación Sabines (60)	■	0.76	0.92	1.50	2.43	1.26	0.82	0.57	0.29	0.30
Tiempos de reverberación Norrrys Eiring (60)	■	0.69	0.87	1.24	2.45	1.28	0.88	0.63	0.30	0.31
Tiempos de reverberación Millington Sette	■	0.66	0.81	1.45	2.41	1.26	0.82	0.57	0.28	0.29

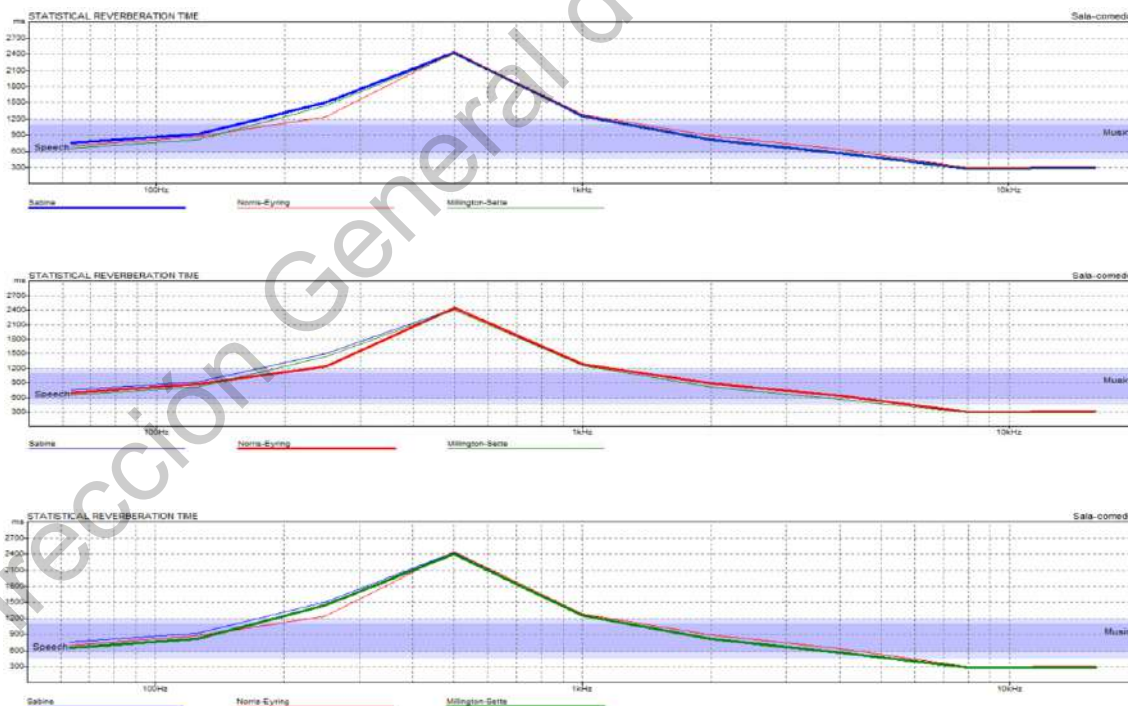


Figura 21. Estadísticas acústicas. B Casa Corregidora

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS



MEDIO BAÑO P.B. (C)

Volumen 11.940 m3
 Área de contacto 31.434 m2
 Ocupación 0 (1*20%)
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla. 0.21 segundos
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música. 0.64 segundos

Volumen por asiento 11.940 m3
 Mínimo para habla 3.553 m3
 Mínimo para música 7.156 m3

Más adecuado: Sabine
 (Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total		4.295	3.399	2.145	0.624	0.573	0.795	1.264	1.097	1.328
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.42	0.49	0.60	0.63	0.23	0.13	0.09	0.03	0.04
Tiempos de reverberación Norrlys Eiring (60)		0.37	0.44	0.55	0.60	0.23	0.13	0.09	0.03	0.04
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.38	0.45	0.58	0.63	0.23	0.13	0.09	0.03	0.04

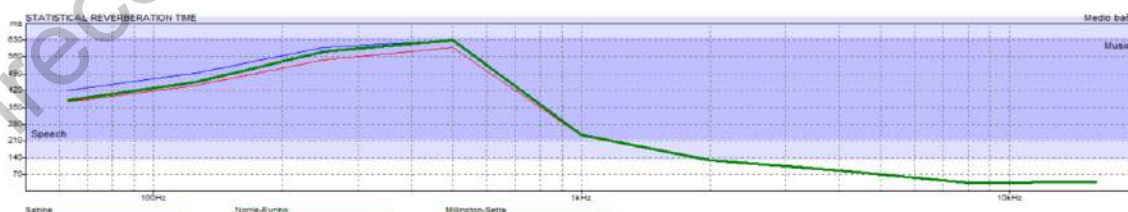
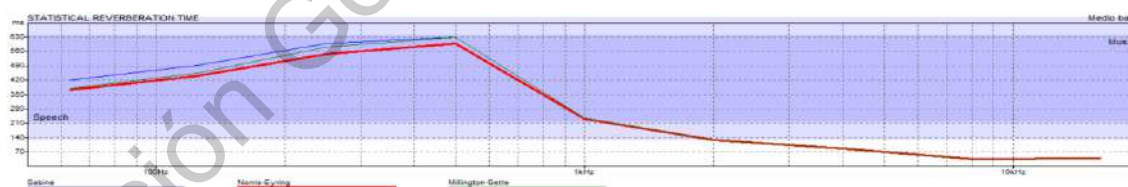
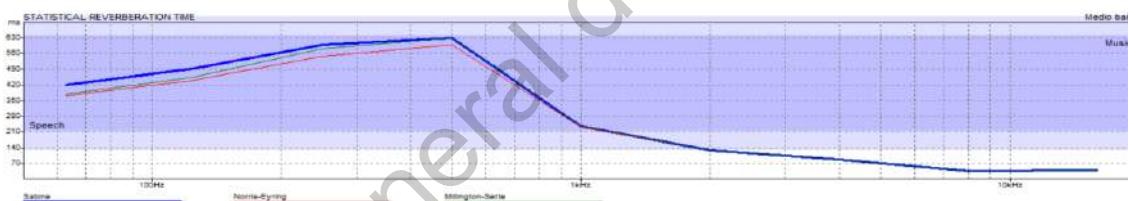


Figura 22. Estadísticas acústicas. C Casa Corregidora

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

D

COCINA (D)

Volumen 38,060 m3
 Área de contacto 71,311 m2
 Ocupación 0 (1*0%)
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla. 0.37 segundos
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música. 0.84 segundos

Volumen por asiento 38,060 m3
 Mínimo para habla 3.553 m3
 Mínimo para música 7.156 m3

Más adecuado: Sabine
 (Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total		9.983	8.05	4.617	1.56	1.368	2.098	3.314	3.116	3.571
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.60	0.71	1.00	1.16	0.43	0.26	0.19	0.08	0.09
Tiempos de reverberación Norrrys Eiring (60)		0.59	0.71	0.90	1.07	0.42	0.26	0.19	0.08	0.09
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.52	0.64	0.97	1.15	0.43	0.26	0.19	0.08	0.09

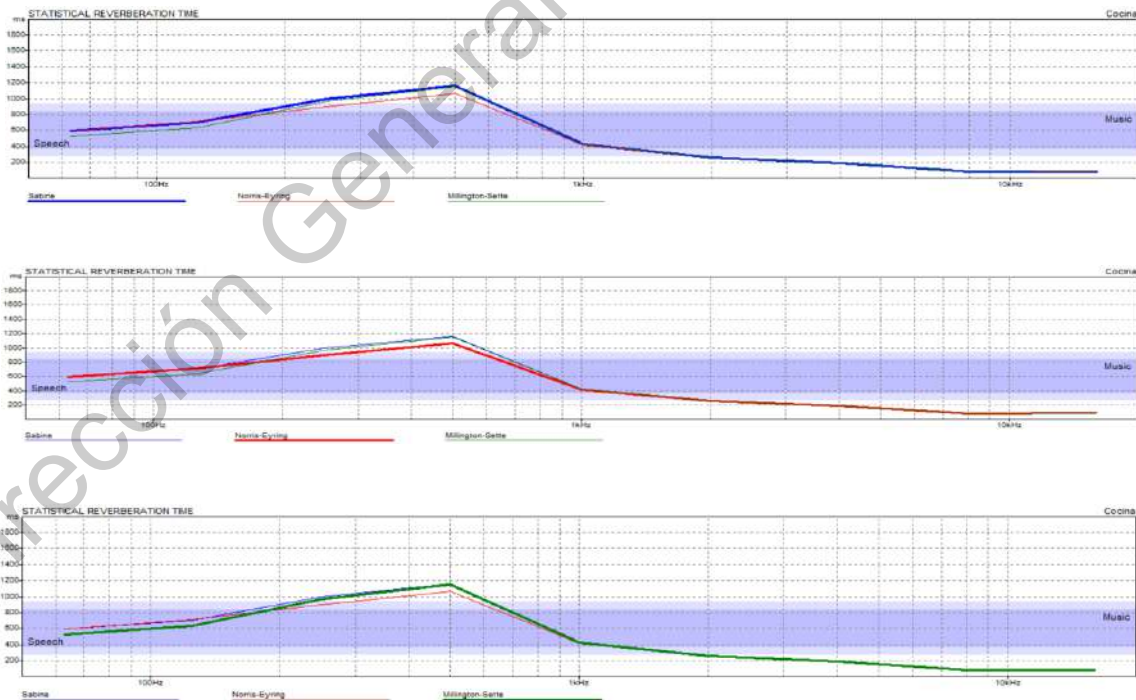


Figura 23. Estadísticas Acústicas D. Casa Corregidora

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS



RECÁMARA UNO (G)

Volumen 45.610 m3
 Área de contacto 81.732 m2
 Ocupación 1 (1*100%)
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla. 0.39 segundos
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música. 0.87 segundos

Volumen por asiento 45.610 m3
 Mínimo para habla 3.553 m3
 Mínimo para música 7.156 m3

Más adecuado: Sabine
 (Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total	■	11.713	9.443	5.331	1.7	1.446	2.34	3.816	3.617	4.182
Tiempos de reverberación Sabines (60)	■	0.61	0.72	1.04	1.30	0.48	0.30	0.22	0.09	0.10
Tiempos de reverberación Norriss Eyring (60)	■	0.65	0.79	0.98	1.31	0.48	0.31	0.22	0.09	0.10
Tiempos de reverberación Millington Sette	■	0.53	0.65	1.01	1.29	0.48	0.30	0.22	0.09	0.10

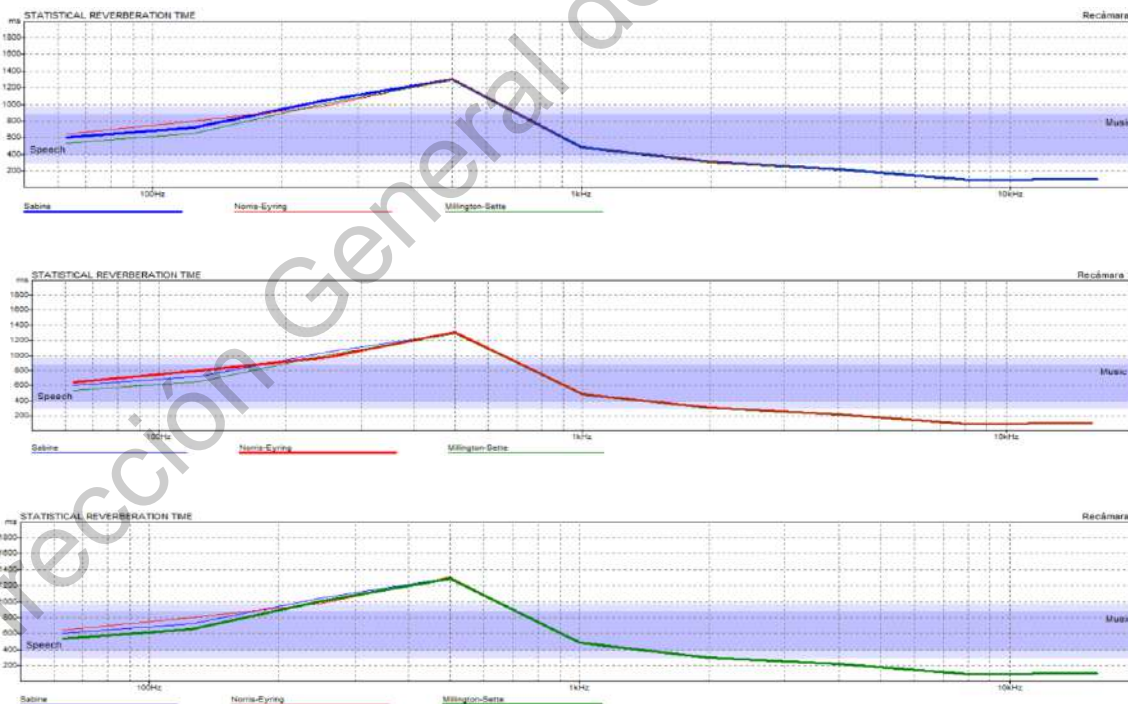


Figura 26. Estadísticas Acústicas. G Casa Corregidora

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

H

RECÁMARA DOS (H)

Volumen	41.830 m3
Área de contacto	75.646 m2
Ocupación	1 (1*100%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.38 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.86 segundos

Volumen por asiento	41.830 m3
Mínimo para habla	3.553 m3
Mínimo para música	7.156 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total	█	10.852	8.75	4.948	1.58	1.341	2.162	3.52	3.338	3.857
Tiempos de reverberación Sabine (60)	█	0.60	0.71	1.01	1.24	0.46	0.29	0.20	0.09	0.09
Tiempos de reverberación Norrrys Eiring (60)	█	0.58	0.71	0.90	1.21	0.46	0.29	0.21	0.09	0.10
Tiempos de reverberación Millington Sette	█	0.53	0.64	0.98	1.23	0.46	0.29	0.20	0.09	0.09

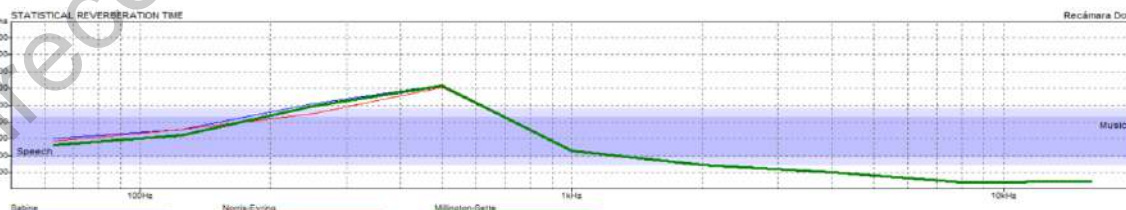
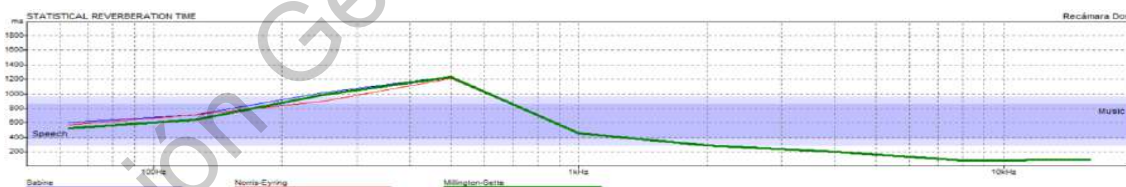
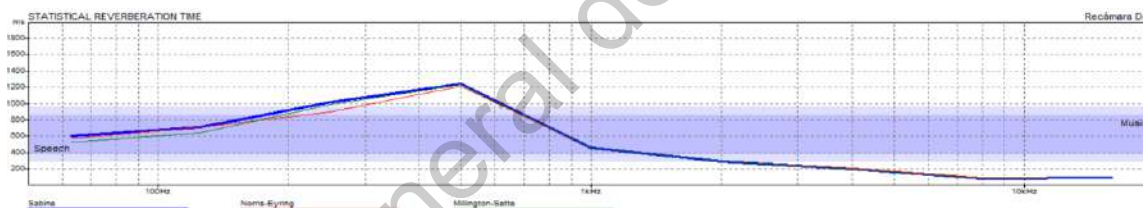


Figura 27 Estadísticas Acústicas H Casa Corregidora

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

BAÑO P.A. (I)

Volumen	11.240 m3
Área de contacto	30.324 m2
Ocupación	2 (2*100%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.20 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.63 segundos

Volumen por asiento	5.620 m3
Mínimo para habla	3.703 m3
Mínimo para música	7.359 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total		2.875	2.231	1.986	2.555	4.552	4.715	4.323	3.931	4.027
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.53	0.59	0.52	0.45	0.27	0.22	0.16	0.09	0.09
Tiempos de reverberación Norriss Eyring (60)		0.48	0.54	0.48	0.42	0.26	0.21	0.16	0.09	0.09
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.51	0.57	0.51	0.38	0.14	0.11	0.13	0.08	0.08

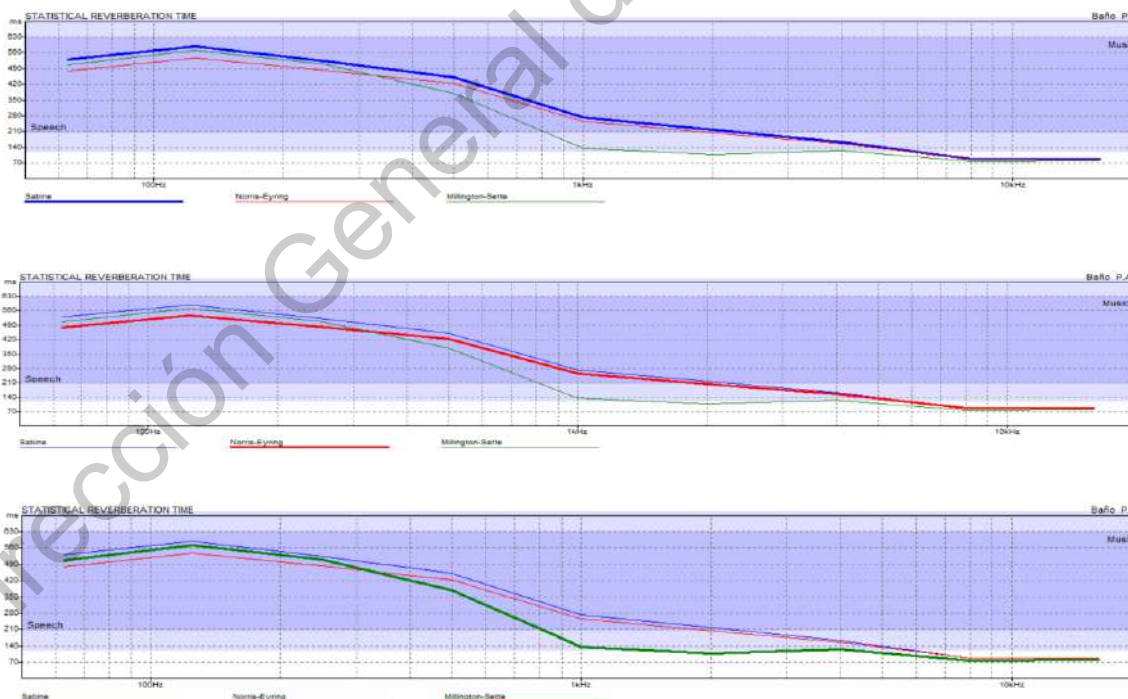


Figura 28. Estadísticas Acústicas I Casa Corregidora

La segunda casa analizada fue “CASA IXTLÁN”, la cual cuenta con las siguientes áreas, divididas en acuerdo a la zonificación necesaria para la simulación en software, coincidiendo, con la zonificación arquitectónica, la cuál es la siguiente:

Ubicación: Ixtlán, Nayarit.

Superficie construida: 183.45m²

Superficie Total:

Tipología de vivienda: Unifamiliar

Año de construcción: 2015.

Sistema constructivo:

1. Tradicional. Losas de concreto en divisiones horizontales. Cadenamientos de concreto armado con varilla en muros de block de jalcreto.
2. Las divisiones entre espacios son de ladrillo barro rojo recocido, con aplanados de mortero y aplicación de pintura para interiores. En baños y cocina también cuenta con recubrimiento cerámico.
3. Muros de block de jalcreto de 15x 20 x 40 cm de carga y fronterizos, material con alto grado de porosidad y con alto grado de absorción acústica.

b. Estructura:

1. Cadenamientos acero/concreto.
2. Alto grado de compatibilidad con geometrías y materiales acústicos.

c. No hay disponibilidad de materiales en el área para la elaboración del prototipo físico en Querétaro, debido a que la casa analizada se encuentra en otra zona geográfica.

Cuenta con las siguientes áreas, divididas en acuerdo a la zonificación necesaria para la simulación en software, coincidiendo, con la zonificación arquitectónica, la cuál es la siguiente:

Planta Baja

- A. Cochera
- B. Sala-comedor
- C. Cocina
- D. Medio baño.
- E. Patio de servicios

Planta Alta

- F. Recámara 1.
- G. Estudio
- H. Baño completo
- I. Recámara 2
- J. Recámara Principal.
- K. Vestidor Recámara Principal.
- L. Baño Recámara Principal

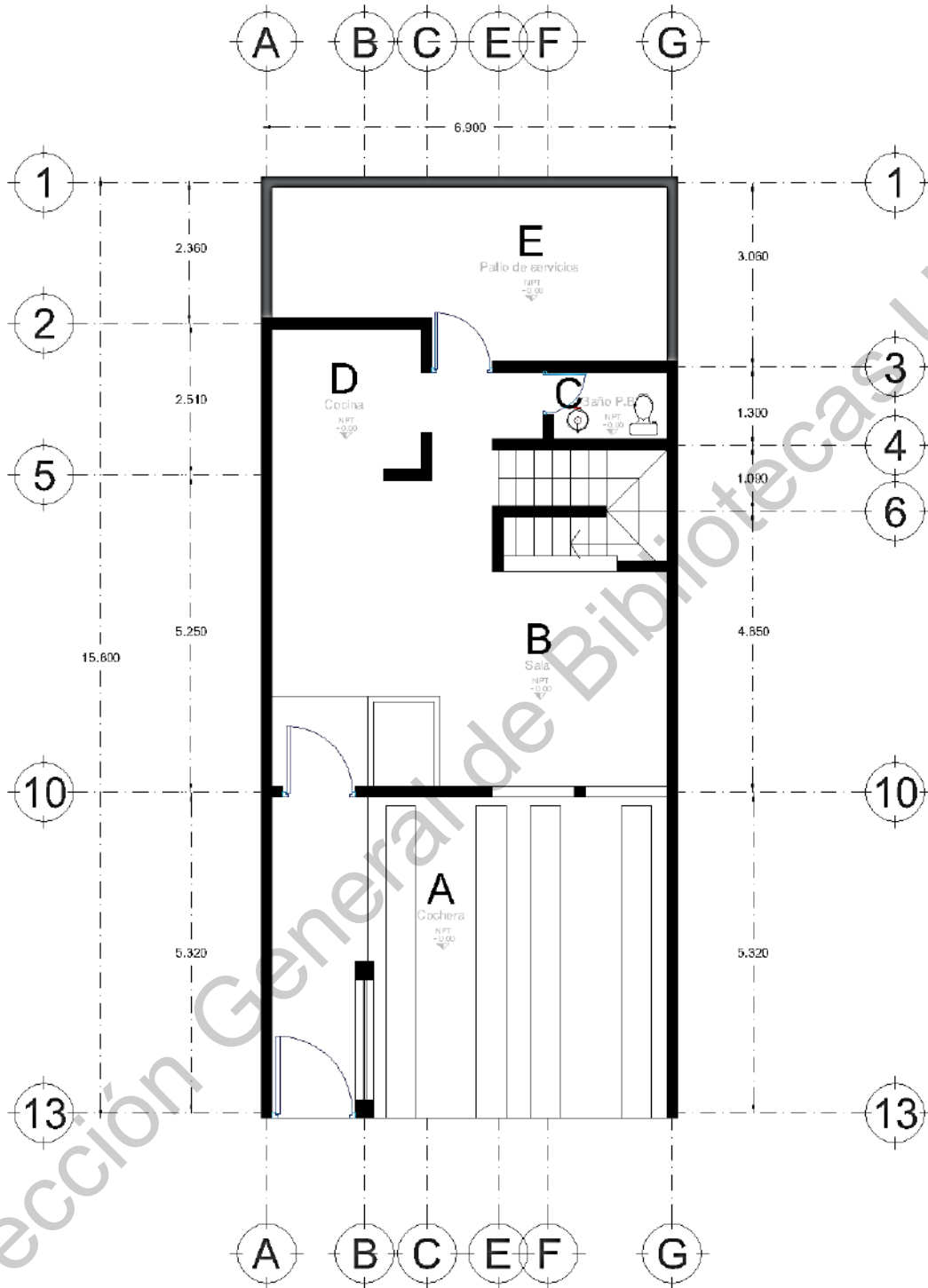


Figura 31. Planta Arquitectónica Baja. Casa Ixtlán

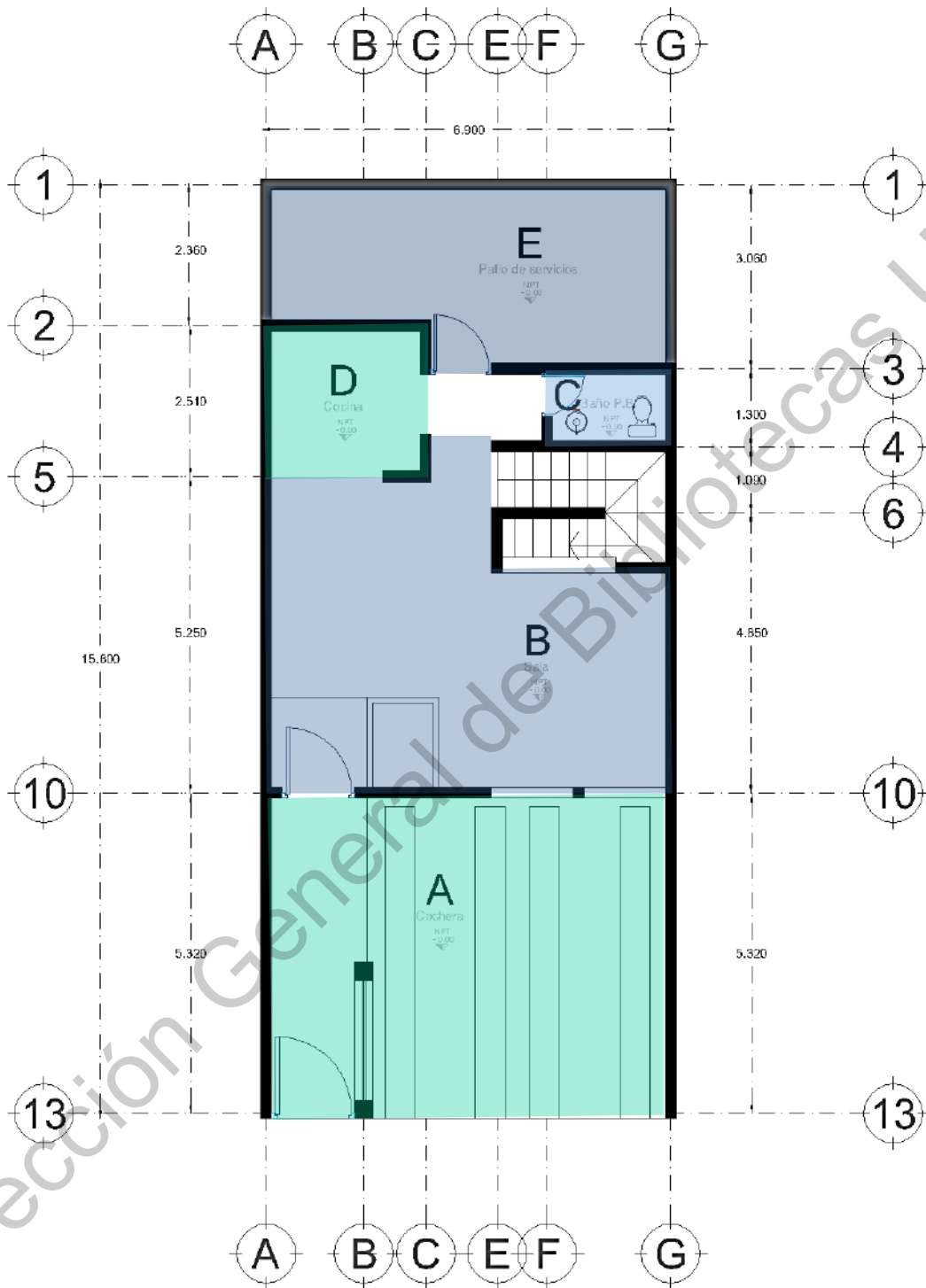


Figura 32. Planta Baja Casa Ixtlán. Zonificación Ecotect

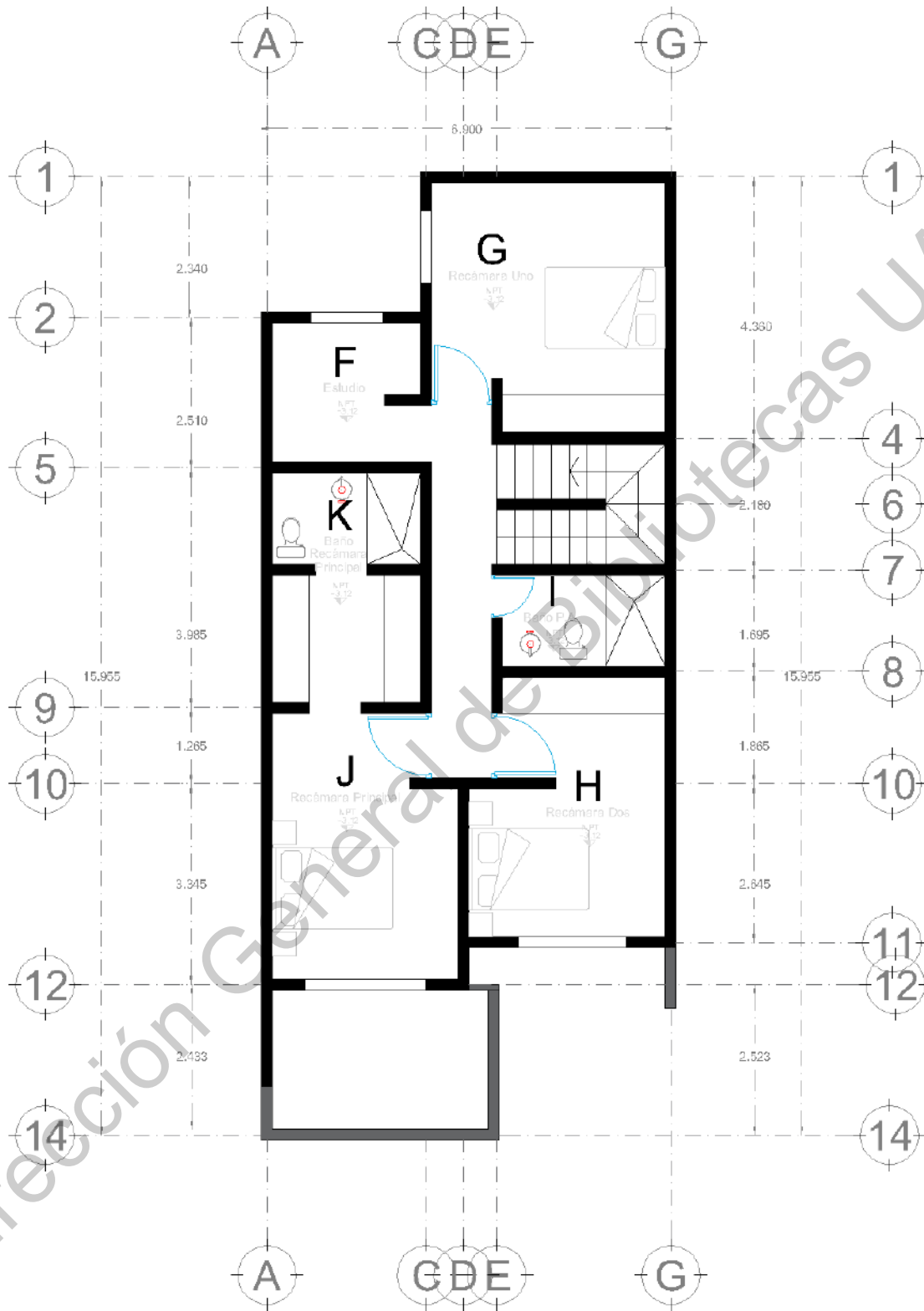


Figura 33. Planta Arquitectónica Alta. Casa Ixtlán.

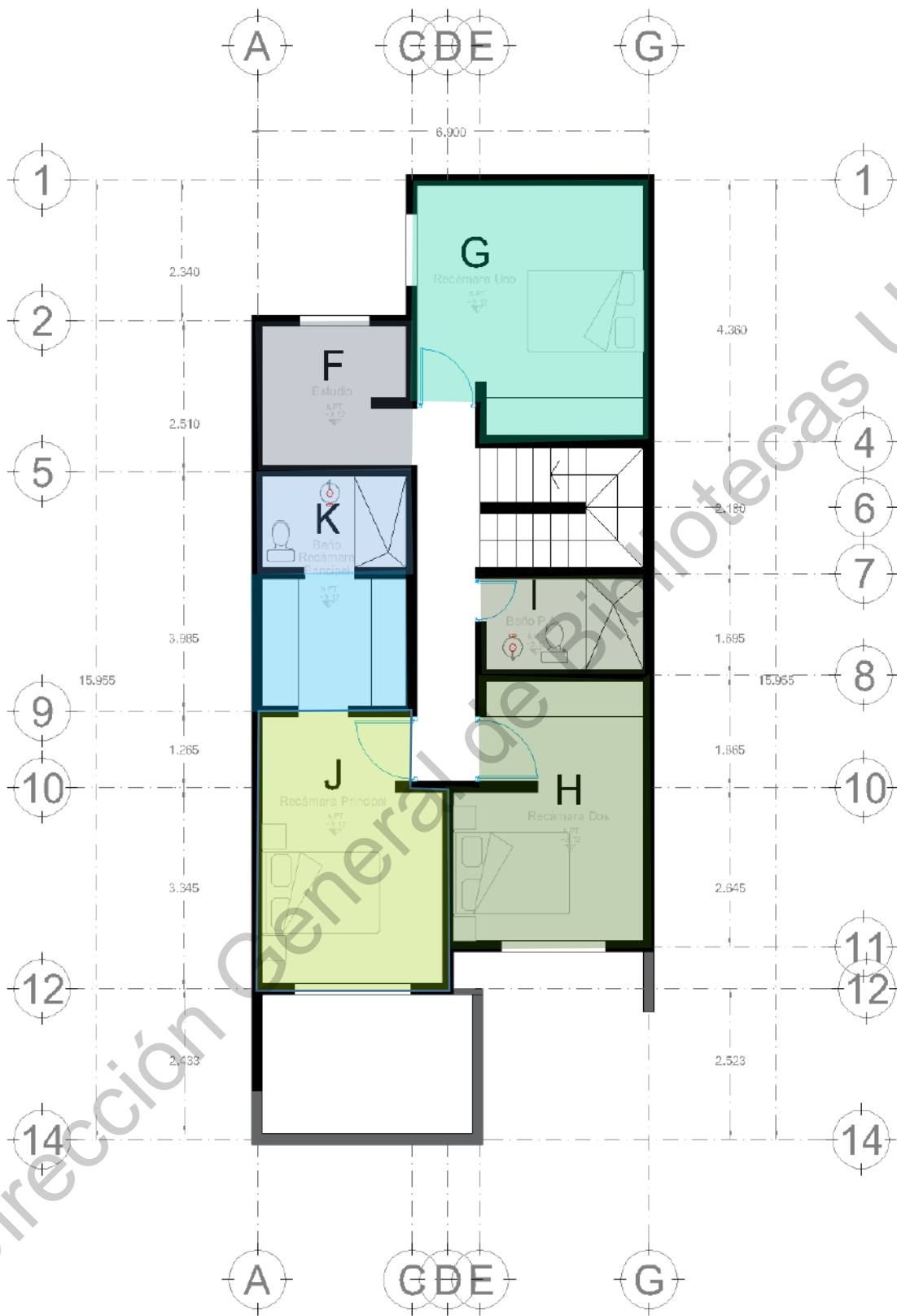


Figura 34. Planta Arquitectónica Alta. Casa Ixtlán. Zonificación Ecotect

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

A

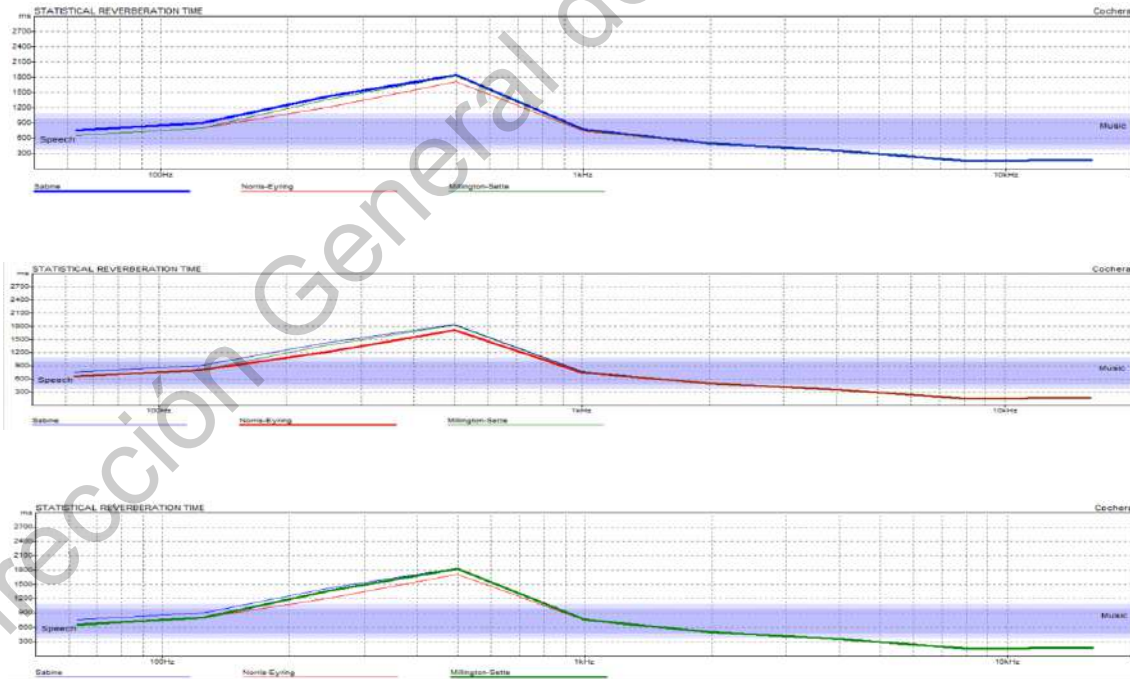
COCHERA (A)

Volumen	87.960 m3
Área de contacto	131.700 m2
Ocupación	1 (2*50%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.48 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.99 segundos

Volumen por asiento	43.980 m3
Mínimo para habla	3.703 m3
Mínimo para música	7.359 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		17.945	14.675	7.493	2.823	2.457	4.265	6.897	6.783	7.587
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.77	0.91	1.43	1.85	0.77	0.51	0.36	0.17	0.18
Tiempos de reverberación Norrrys Eyring (60)		0.67	0.81	1.22	1.72	0.75	0.51	0.37	0.17	0.18
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.66	0.80	1.38	1.83	0.77	0.50	0.36	0.17	0.18



Área inválida, esta en contacto con el exterior de la vivienda (área abierta).

Figura 35. Estadísticas Acústicas A. Casa Ixtlán

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

B

SALA-COMEDOR (B)

Volumen 91.51 m3
 Área de contacto 170.82 m2
 Ocupación 1 (2*33%)
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla. 0.48 segundos
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música. 0.99 segundos

Volumen por asiento 45.755 m3
 Mínimo para habla 3.703 m3
 Mínimo para música 7.359 m3

Más adecuado: Sabine
 (Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total	■	17.03	12.258	5.713	3.868	3.739	3.672	5.08	3.518	4.993
Tiempos de reverberación Sabine (60)	■	0.84	1.11	1.72	1.88	0.90	0.44	0.29	0.09	0.12
Tiempos de reverberación Norriss Eyring (60)	■	0.66	0.80	1.11	1.37	0.80	0.42	0.28	0.09	0.12
Tiempos de reverberación Millington Sette	■	0.79	1.06	1.68	1.86	0.90	0.44	0.29	0.09	0.12

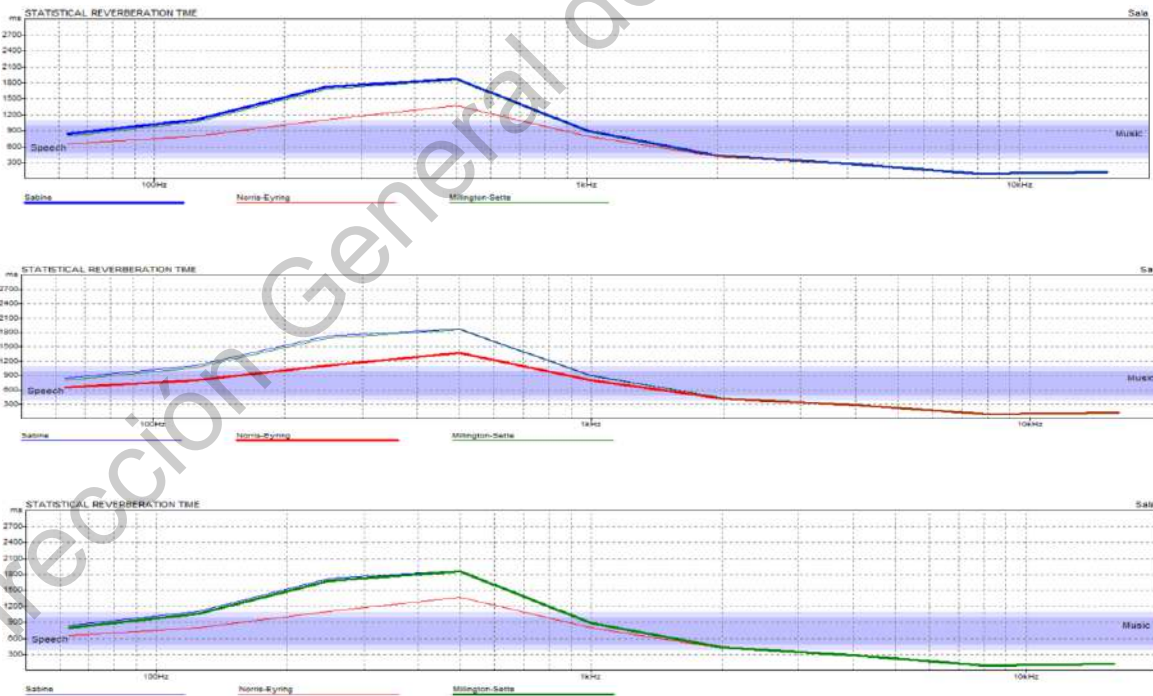


Figura 36. Estadísticas Acústicas B. Casa Ixtlán

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS



MEDIO BAÑO P.B. (C)

Volumen	7.200 m3
Área de contacto	22.800 m2
Ocupación	1 (1*100%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.15 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.55 segundos

Volumen por asiento	16.200 m3
Mínimo para habla	3.553 m3
Mínimo para música	7.156 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		2.820	1.596	0.684	0.456	0.456	0.456	0.684	0.456	0.684
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.46	0.54	0.52	0.46	0.16	0.08	0.04	0.01	0.02
Tiempos de reverberación Norriss Eyring (60)		0.44	0.53	0.52	0.46	0.16	0.08	0.04	0.01	0.02
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.44	0.53	0.52	0.46	0.16	0.08	0.04	0.01	0.02

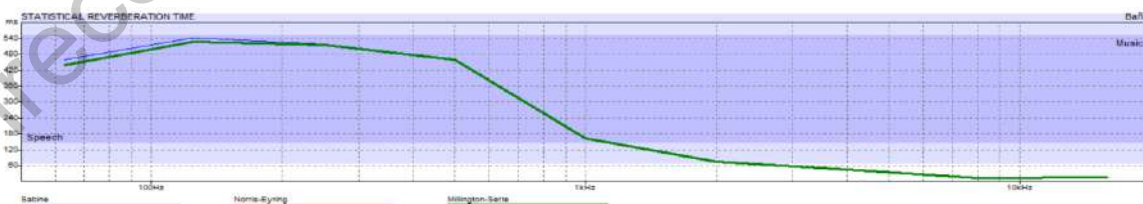
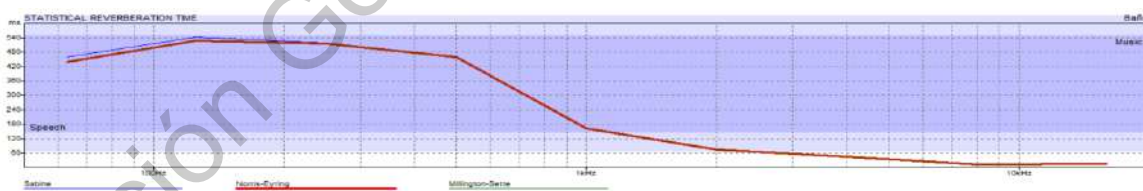
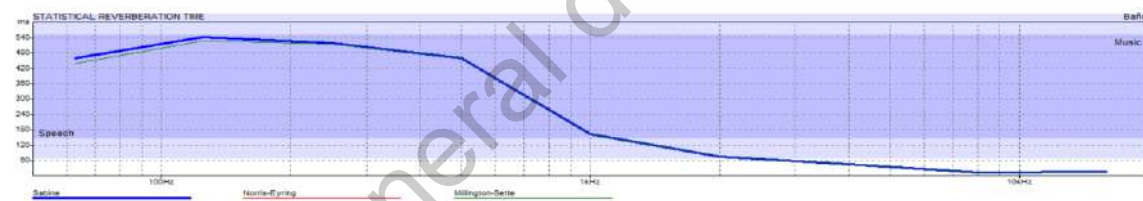


Figura 37. Estadísticas Acústicas C. Casa Ixtlán

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

D

COCINA (D)

Volumen	16.200 m ³
Área de contacto	38.460 m ²
Ocupación	1 (1*100%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.25 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.69 segundos

Volumen por asiento	16.200 m ³
Mínimo para habla	3.553 m ³
Mínimo para música	7.156 m ³

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		3.007	2.105	0.903	0.602	0.602	0.602	0.903	0.602	0.903
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.75	0.85	0.77	0.73	0.27	0.13	0.08	0.03	0.03
Tiempos de reverberación Norriss Eyring (60)		0.73	0.84	0.77	0.73	0.27	0.13	0.08	0.03	0.03
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.72	0.83	0.77	0.72	0.27	0.13	0.08	0.03	0.03

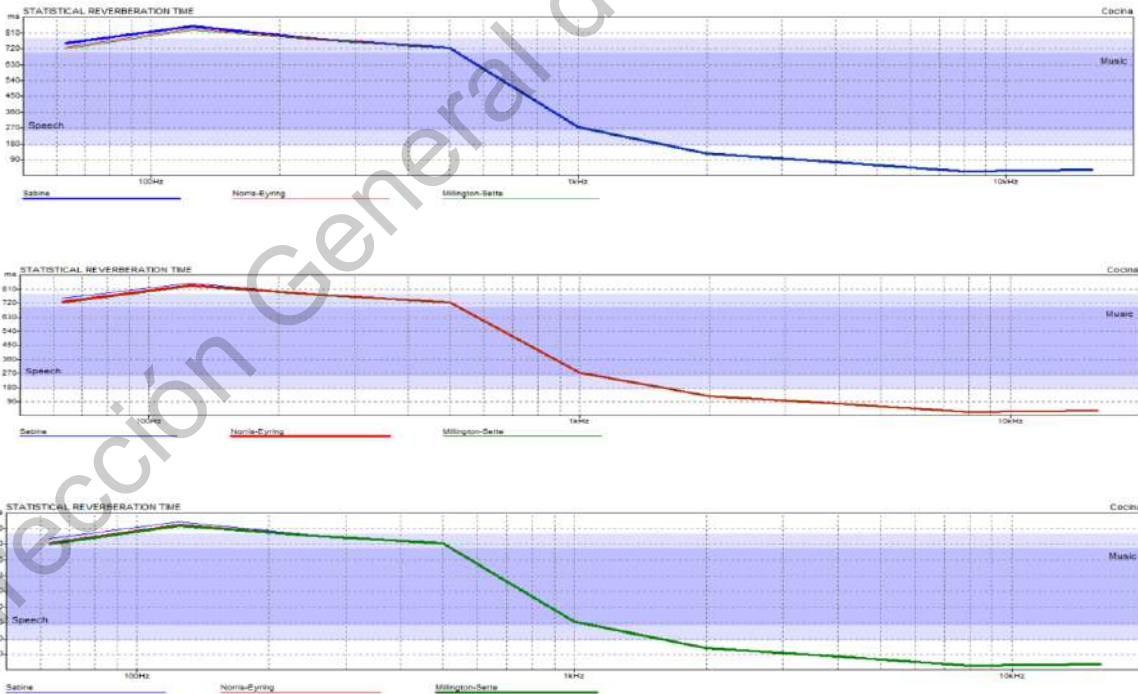


Figura 38. Estadísticas Acústicas D. Casa Ixtlán

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

E

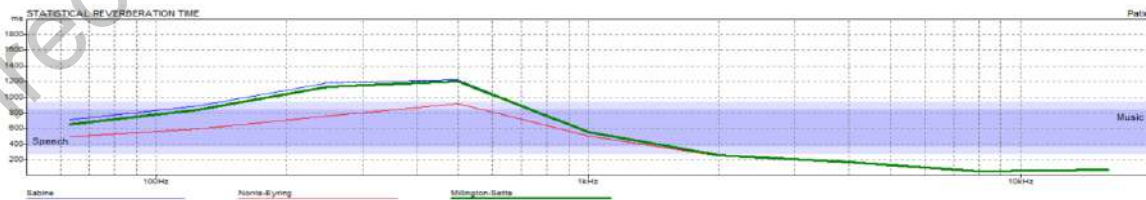
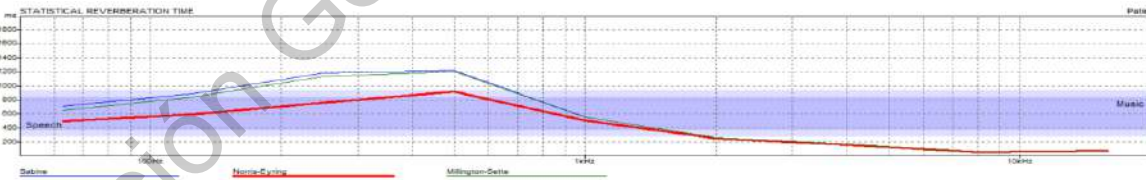
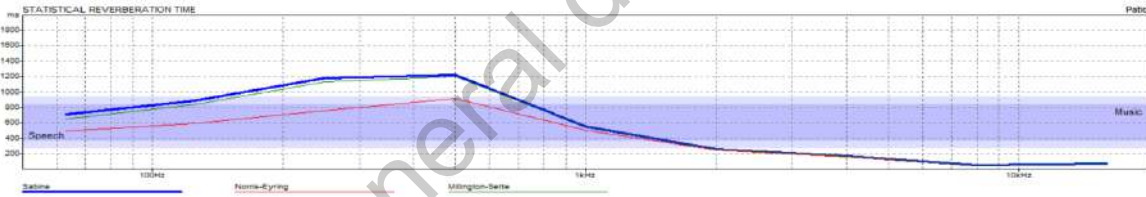
PATIO DE SERVICIOS (E)

Volumen	38.090 m3
Área de contacto	75.720 m2
Ocupación	0 (2*0%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.37 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.84 segundos

Volumen por asiento	19.045 m3
Mínimo para habla	3.703 m3
Mínimo para música	7.359 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		8.229	5.957	2.889	1.951	1.853	1.758	2.476	1.722	2.440
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.71	0.89	1.18	1.22	0.56	0.26	0.17	0.06	0.07
Tiempos de reverberación Norrlys Eiring (60)		0.49	0.59	0.76	0.92	0.5	0.25	0.17	0.06	0.07
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.66	0.84	1.14	1.2	0.55	0.26	0.17	0.06	0.07



Área inválida, esta en contacto con el exterior de la vivienda (área abierta).

Figura 39. Estadísticas Acústicas E. Casa Ixtlán

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

F

ESTUDIO (F)

Volumen	22.580 m ³
Área de contacto	48.406 m ²
Ocupación	1 (1*50%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.30 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.75 segundos

Volumen por asiento	22.580 m ³
Mínimo para habla	3.553 m ³
Mínimo para música	7.156 m ³

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		3.735	2.615	1.214	0.841	0.935	1.013	1.777	1.404	1.496
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.87	0.99	0.91	0.84	0.34	0.16	0.12	0.04	0.04
Tiempos de reverberación Norrys Eiring (60)		0.81	0.95	0.91	0.85	0.34	0.16	0.12	0.04	0.04
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.83	0.97	0.91	0.84	0.34	0.16	0.12	0.04	0.04

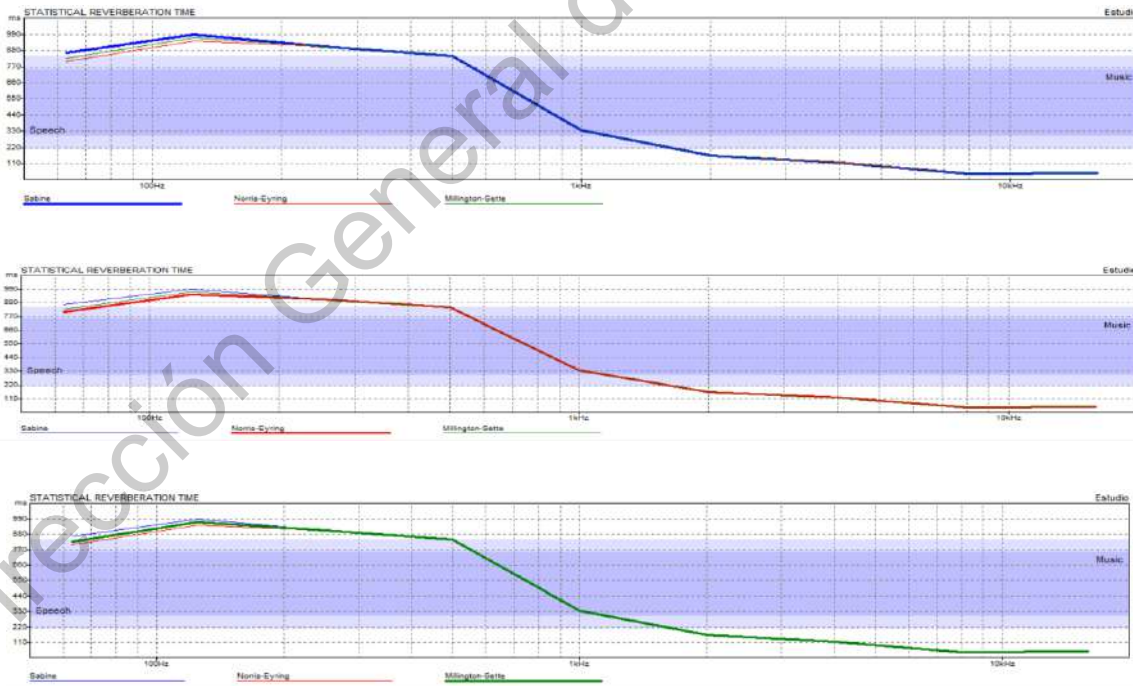


Figura 40. Estadísticas Acústicas F. Casa Ixtlán

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS



RECÁMARA UNO (G)

Volumen	40.340m3
Área de contacto	72.700 m2
Ocupación	1 (1*66%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.37 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.85 segundos

Volumen por asiento	40.340 m3
Mínimo para habla	3.553 m3
Mínimo para música	7.156 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		10.175	8.155	4.606	1.371	1.210	2.015	3.386	3.142	3.708
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.62	0.73	1.03	1.17	0.42	0.27	0.20	0.08	0.09
Tiempos de reverberación Norrys Eiring (60)		0.60	0.73	0.99	1.20	0.42	0.27	0.20	0.08	0.09
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.54	0.66	1.00	1.16	0.42	0.27	0.20	0.08	0.09

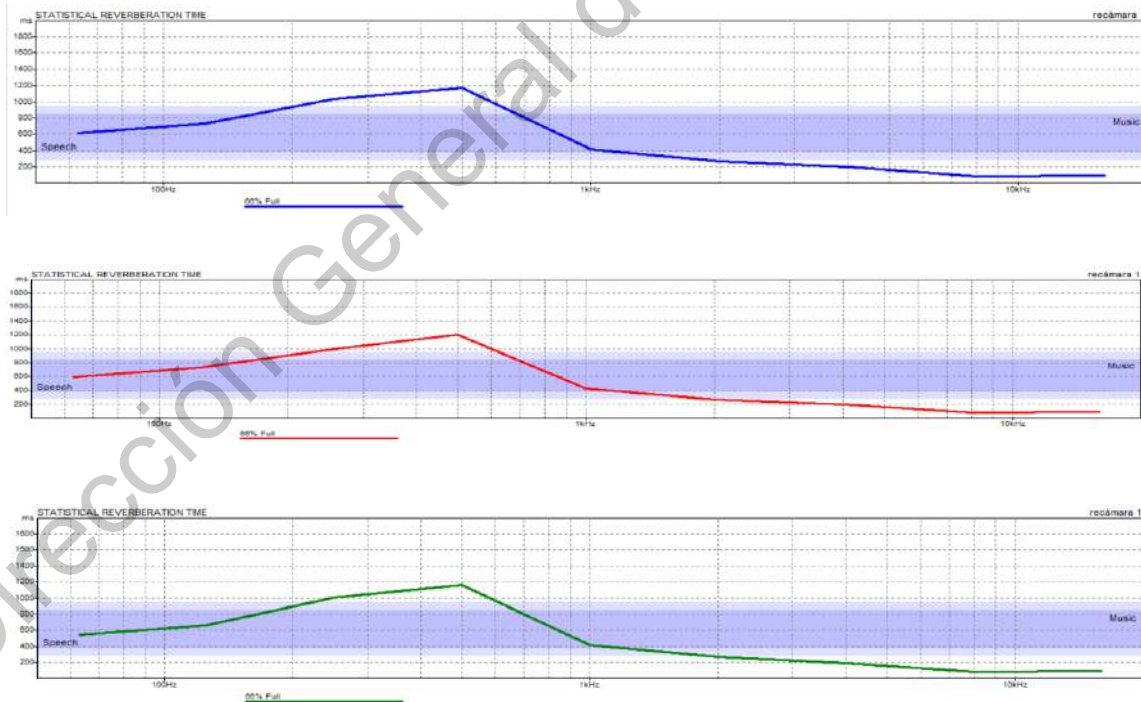


Figura 41. Estadísticas Acústicas G. Casa Ixtlán

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

H

RECÁMARA DOS (H)

Volumen 36.720 m3
 Área de contacto 68.520 m2
 Ocupación 1 (1*100%)
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla. 0.36 segundos
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música. 0.84 segundos

Volumen por asiento 36.720 m3
 Mínimo para habla 3.553 m3
 Mínimo para música 7.156 m3

Más adecuado: Sabine
 (Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		5.450	3.853	1.858	1.217	1.335	1.488	2.614	2.117	2.173
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.99	1.17	1.19	1.11	0.45	0.22	0.16	0.06	0.06
Tiempos de reverberación Norriss Eyring (60)		0.80	0.96	1.06	1.10	0.46	0.23	0.17	0.06	0.06
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.94	1.14	1.18	1.11	0.45	0.22	0.16	0.06	0.04

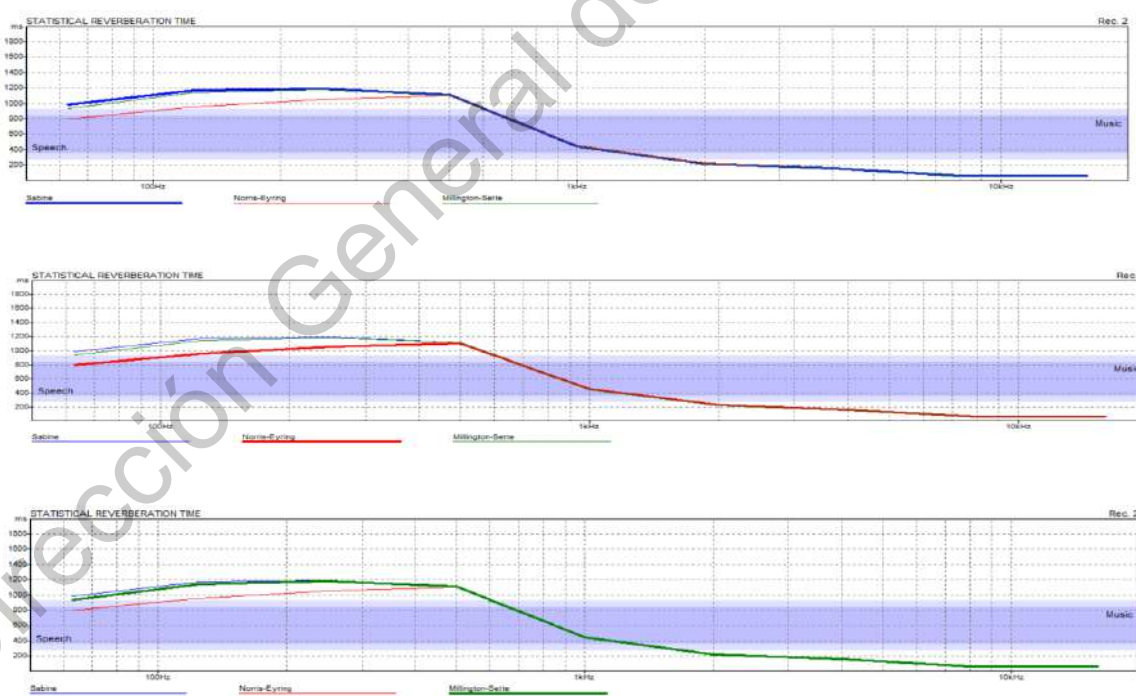


Figura 42. Estadísticas Acústicas H. Casa Ixtlán

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

BAÑO COMPLETO (I)

Volumen	14.600 m ³
Área de contacto	27.010 m ²
Ocupación	0 (1*10%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.24 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.67 segundos

Volumen por asiento	14.600 m ³
Mínimo para habla	3.553 m ³
Mínimo para música	7.156 m ³

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		2.804	1.994	0.943	0.628	0.628	0.614	0.854	0.584	0.825
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.74	0.82	0.72	0.66	0.25	0.11	0.07	0.02	0.03
Tiempos de reverberación Norriss Eyring (60)		0.67	0.75	0.67	0.64	0.24	0.11	0.07	0.02	0.03
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.70	0.79	0.72	0.66	0.25	0.11	0.07	0.02	0.03

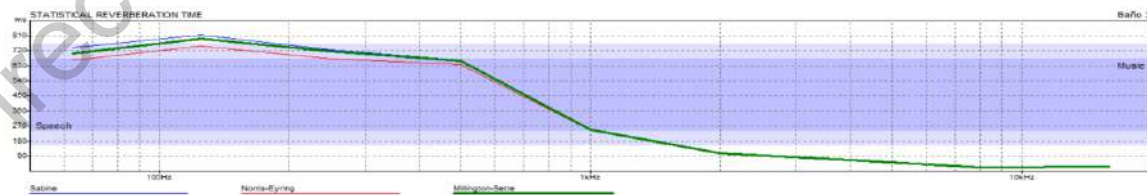
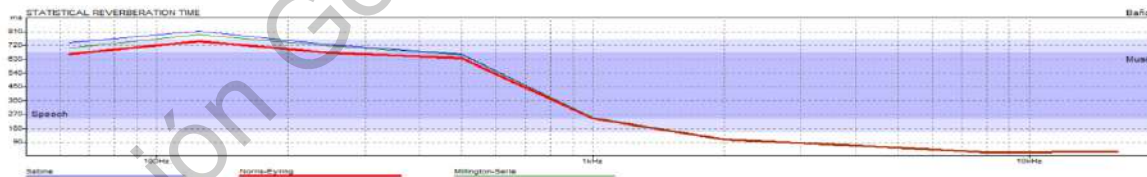
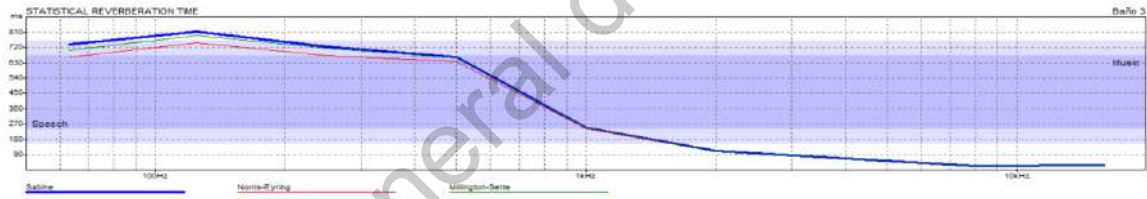


Figura 43. Estadísticas Acústicas I. Casa Ixtlán.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

J

RECÁMARA PRINCIPAL (J)

Volumen	39.520 m3
Área de contacto	72.260 m2
Ocupación	1 (2*33%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.37 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.85 segundos

Volumen por asiento	19.760 m3
Mínimo para habla	3.703 m3
Mínimo para música	7.359 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		5.583	3.908	1.839	1.281	1.445	1.610	2.826	2.268	2.332
Tiempos de reverberación Sabines (60)		1.04	1.24	1.23	1.14	0.47	0.23	0.17	0.06	0.06
Tiempos de reverberación Norrrys Eiring (60)		0.93	1.14	1.20	1.13	0.47	0.23	0.17	0.06	0.06
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.99	1.20	1.22	1.14	0.47	0.23	0.17	0.06	0.06

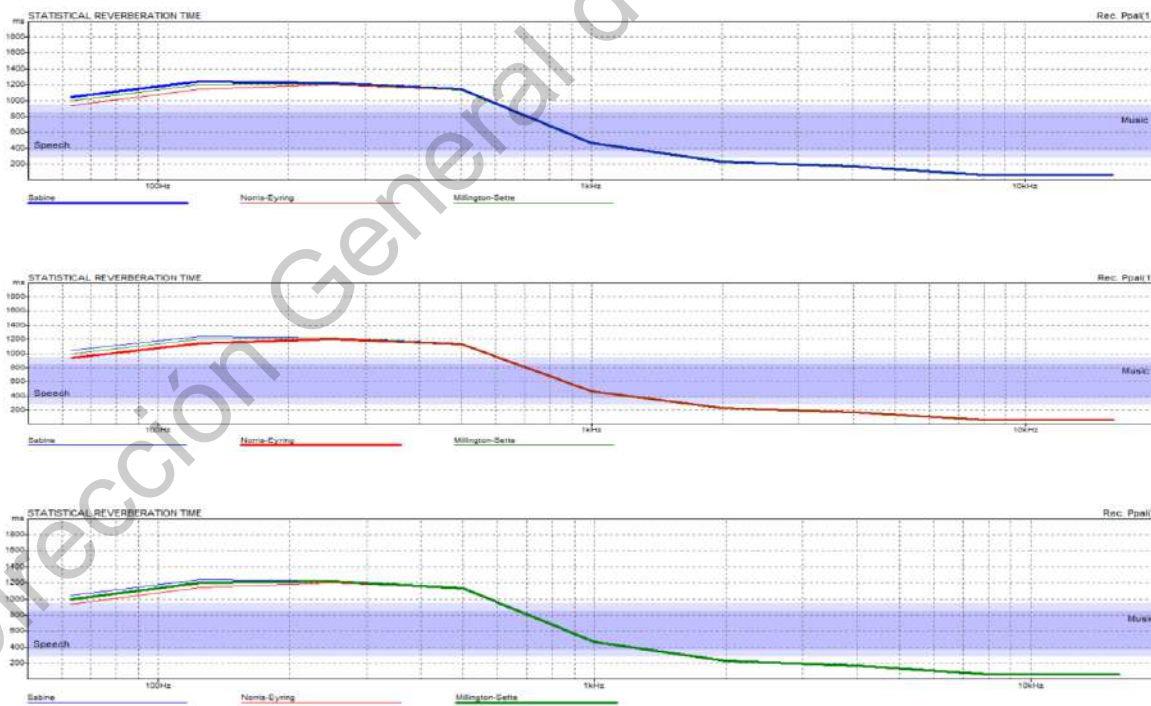


Figura 44. Estadísticas Acústicas J. Casa Ixtlán.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

K

BAÑO RECÁMARA PRINCIPAL (K)

Volumen	11.420 m3
Área de contacto	31.120 m2
Ocupación	0 (1*10%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.21 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.63 segundos

Volumen por asiento	11.420 m3
Mínimo para habla	3.553 m3
Mínimo para música	7.156 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		2.865	2.075	1.079	0.663	0.675	0.708	1.114	0.887	0.960
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.58	0.66	0.67	0.63	0.25	0.12	0.08	0.03	0.03
Tiempos de reverberación Norrys Eiring (60)		0.49	0.57	0.59	0.60	0.25	0.12	0.08	0.03	0.03
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.55	0.64	0.66	0.62	0.25	0.12	0.08	0.03	0.03

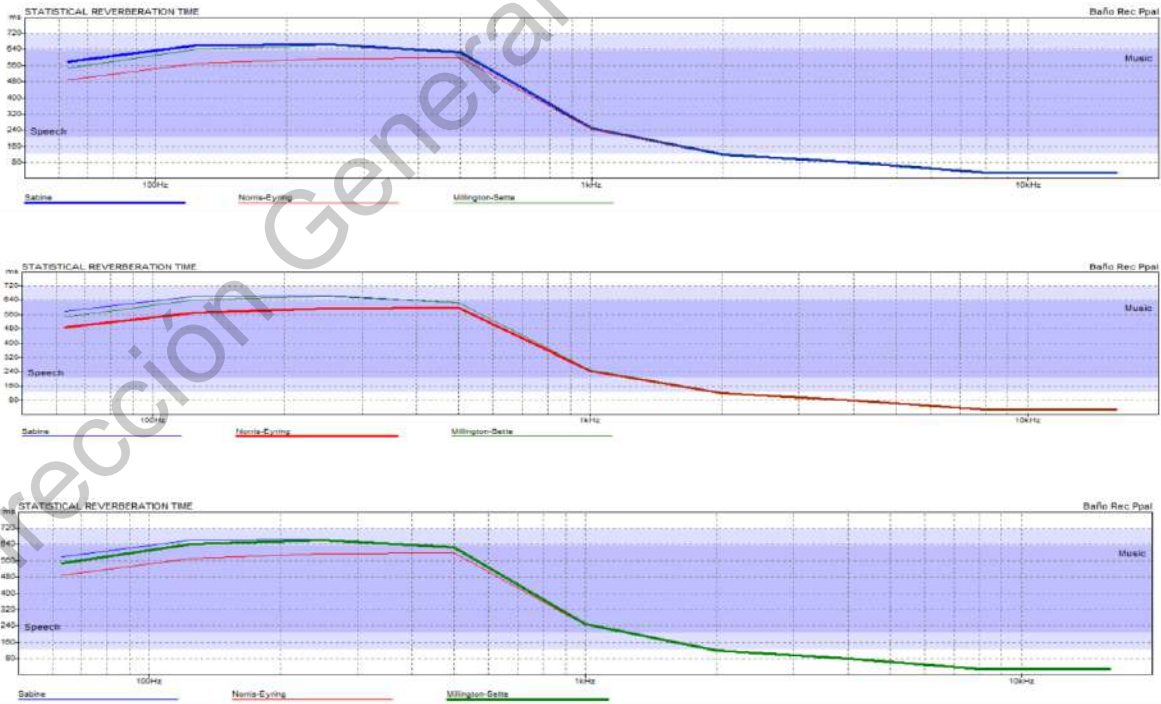


Figura 45. Estadísticas Acústicas K. Casa Ixtlán.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS



VESTIDOR (M)

Volumen	16.130 m3
Área de contacto	38.400 m2
Ocupación	1 (1*50%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.25 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.69 segundos

Volumen por asiento	16.130 m3
Mínimo para habla	3.553 m3
Mínimo para música	7.156 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		3.272	2.321	1.150	0.789	0.856	0.909	1.465	1.148	1.234
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.71	0.81	0.79	0.75	0.31	0.15	0.10	0.04	0.04
Tiempos de reverberación Norriss Eiring (60)		0.61	0.71	0.70	0.69	0.30	0.15	0.10	0.04	0.04
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.67	0.79	0.78	0.75	0.31	0.15	0.10	0.04	0.04

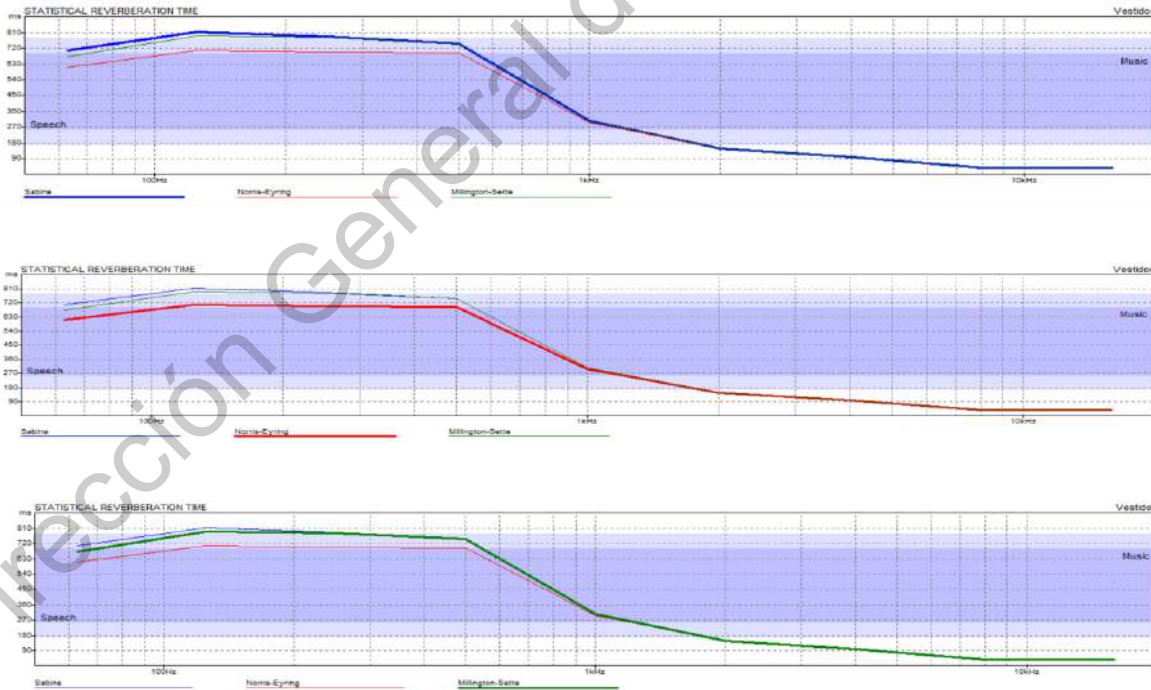


Figura 46. Estadísticas Acústicas M. Casa Ixtlán.

La tercera casa analizada fue “CASA VIÑEDOS”, la cual cuenta con las siguientes áreas, divididas en acuerdo a la zonificación necesaria para la simulación en software, coincidiendo, con la zonificación arquitectónica, la cuál es la siguiente:

Ubicación: Querétaro, Querétaro.

Superficie construida:

Superficie Total:

Tipología de vivienda: Unifamiliar

Año de construcción: 2016.

Sistema constructivo:

1. Tradicional. Losas de concreto en divisiones horizontales. Cadenamientos de concreto armado con varilla en muros de ladrillo de barro rojo recocido.
2. Las divisiones entre espacios son de ladrillo barro rojo recocido, con aplanados de mortero y aplicación de pintura para interiores. En baños y cocina también cuenta con recubrimiento cerámico.
3. Muros de ladrillo de barro rojo recocido de carga y fronterizos, material con medio grado de porosidad y con poco grado de absorción acústica.

b. Estructura:

1. Cadenamientos acero/concreto.
2. Alto grado de compatibilidad con geometrías y materiales acústicos.

La disponibilidad de materiales en el área para la elaboración del prototipo físico es alta en Querétaro, punto positivo para el prototipo físico del modelo analizado.

Casa Viñedos

Dos niveles

Planta Baja

- A. No cuenta con Cochera
- B. Sala-comedor.
- C. Cocina.
- D. Baño completo.
- E. Patio de Servicios
- F. Recámara Uno.

Planta Alta

- G. Estudio (Living)
- H. Baño completo
- I. Recámara Dos
- J. Recámara Principal/ vestidor. J/K
- K. Baño completo Recámara

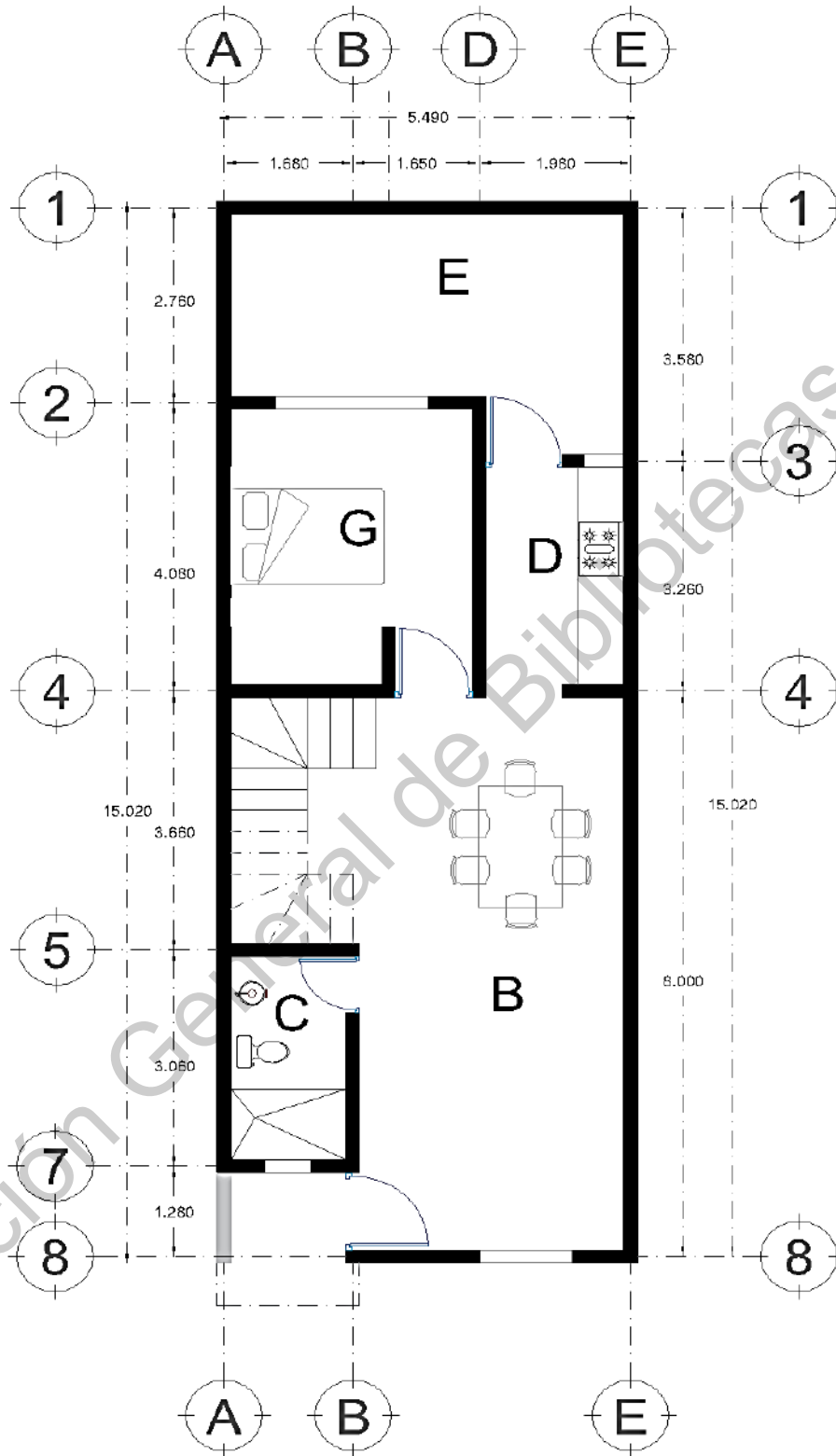


Figura 47 Planta Arquitectónica Baja. Casa Viñedos.

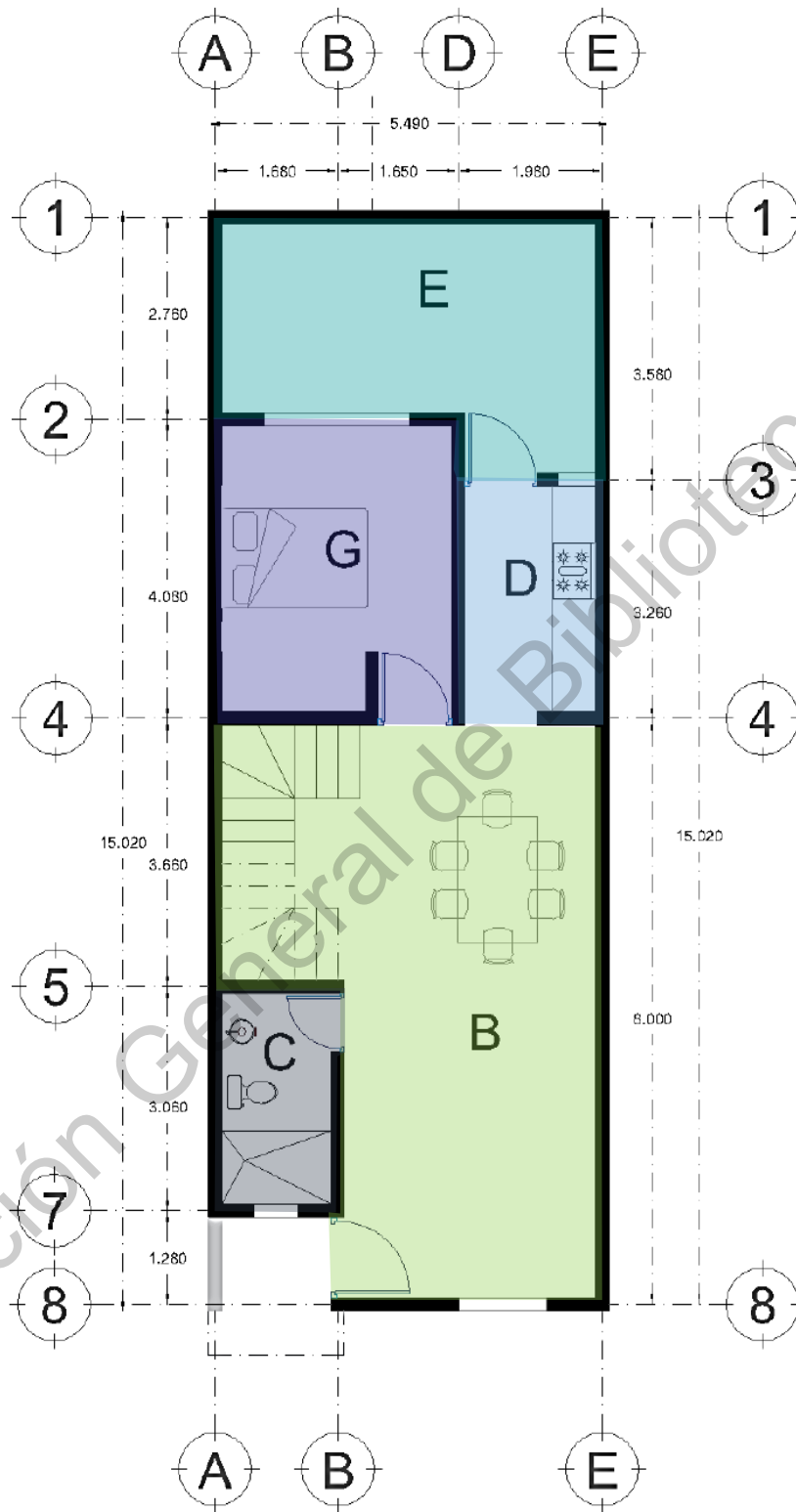


Figura 48. Planta Arquitectónica Baja. Casa Viñedos, Zonificación Ecotect

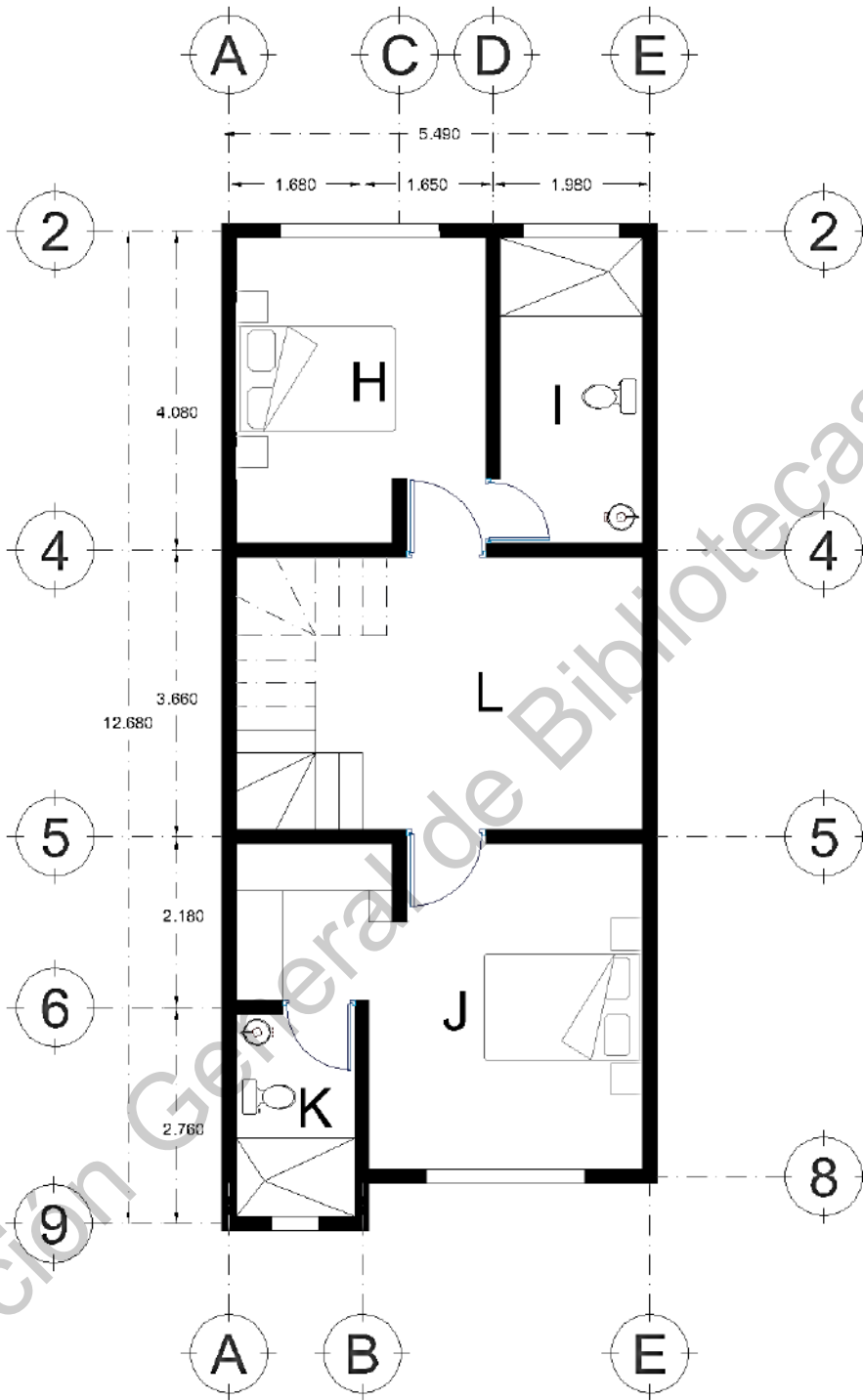


Figura 49. Planta Arquitectónica Alta. Casa Viñedos.

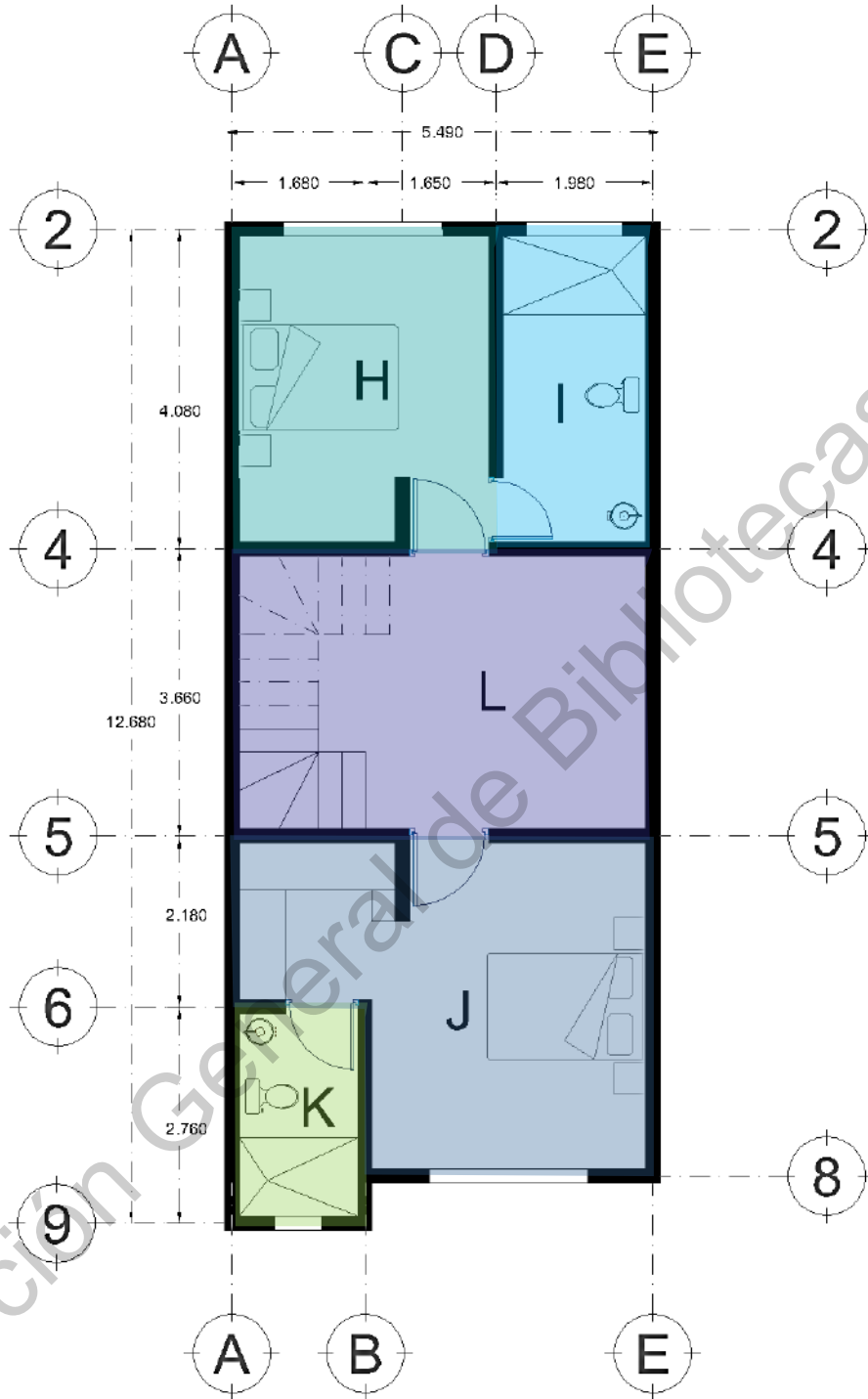


Figura 50. Planta Arquitectónica Alta. Casa Viñedos Zonificación Ecotect.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

B

SALA-COMEDOR (B)

Volumen	100.700 m3
Área de contacto	154.426 m2
Ocupación	2 (4*50%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.50 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	1.01 segundos

Volumen por asiento	25.175 m3
Mínimo para habla	3.853 m3
Mínimo para música	7.561 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total		20.653	18.718	12.284	6.605	5.842	6.19	10.176	10.062	12.463
Tiempos de reverberación Sabine (60)		0.76	0.82	1.13	1.66	1.08	0.63	0.45	0.23	0.25
Tiempos de reverberación Norrrys Eyring (60)		0.76	0.89	1.27	1.85	1.16	0.66	0.49	0.24	0.27
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.68	0.73	1.04	1.62	1.07	0.62	0.44	0.22	0.24

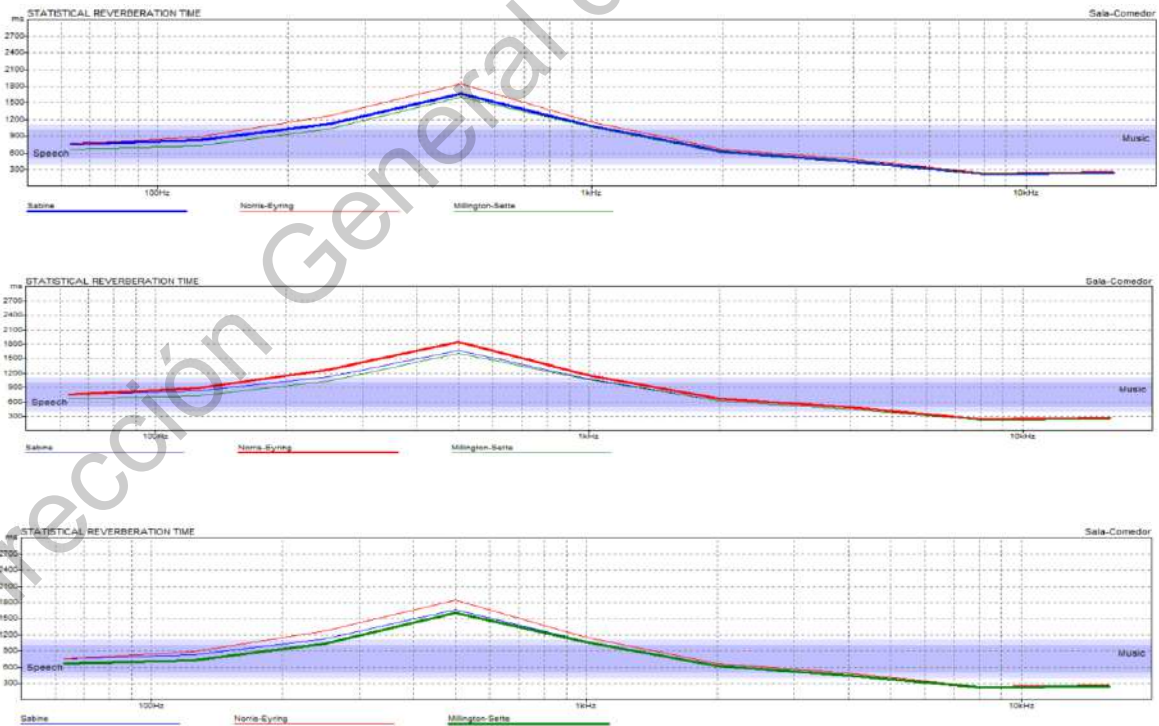


Figura 51. Estadísticas Acústicas B. Casa Viñedos.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS



BAÑO COMPLETO P.B. (C)

Volumen	12.63 m3
Área de contacto	89.534 m2
Ocupación	0 (1*20%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.22 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.65 segundos

Volumen por asiento	12.63 m3
Mínimo para habla	3.553 m3
Mínimo para música	7.156 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total		12.165	10.131	6.574	2.707	2.432	2.729	4.355	3.942	5.216
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.16	0.20	0.29	0.55	0.38	0.24	0.17	0.09	0.10
Tiempos de reverberación Norrys Eiring (60)		0.14	0.17	0.25	0.47	0.35	0.23	0.16	0.08	0.10
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.15	0.18	0.27	0.53	0.38	0.24	0.17	0.09	0.09

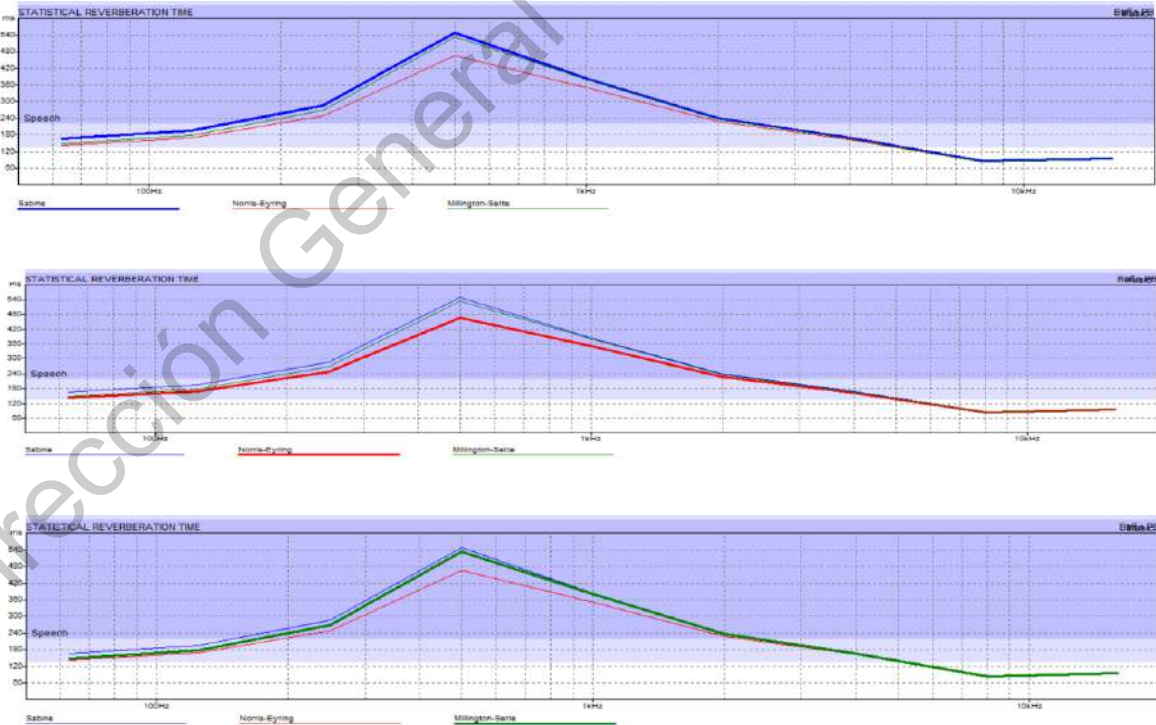


Figura 52. Estadísticas Acústicas C. Casa Viñedos.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

D

COCINA (D)

Volumen	22.80 m3
Área de contacto	48.236 m3
Ocupación	1*100%
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.30 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.75 segundos

Volumen por asiento	22.80 m3
Mínimo para habla	3.553 m3
Mínimo para música	7.156 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total		6.169	5.178	3.909	1.167	1.091	1.167	2.105	1.851	2.485
Tiempos de reverberación Sabine (60)		0.56	0.63	0.71	0.93	0.38	0.19	0.14	0.05	0.06
Tiempos de reverberación Norrys Eiring (60)		0.53	0.61	0.69	0.94	0.38	0.19	0.14	0.05	0.07
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.51	0.58	0.67	0.92	0.38	0.19	0.13	0.05	0.06

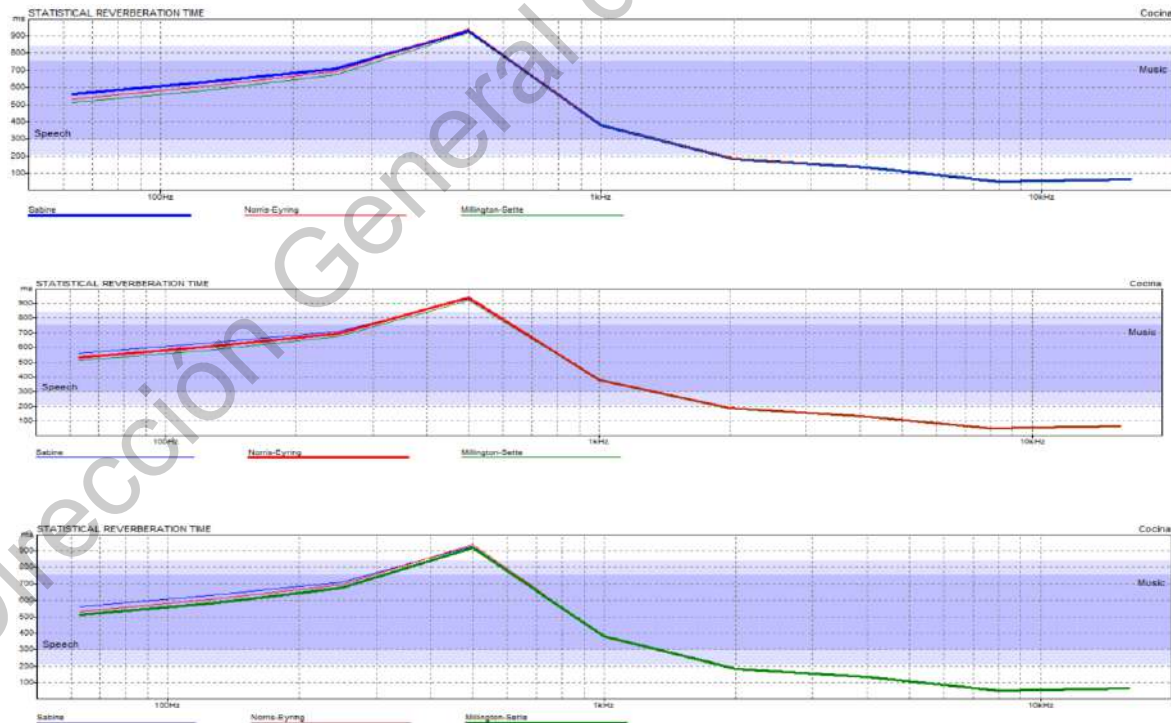


Figura 53. Estadísticas Acústicas D. Casa Viñedos.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

E

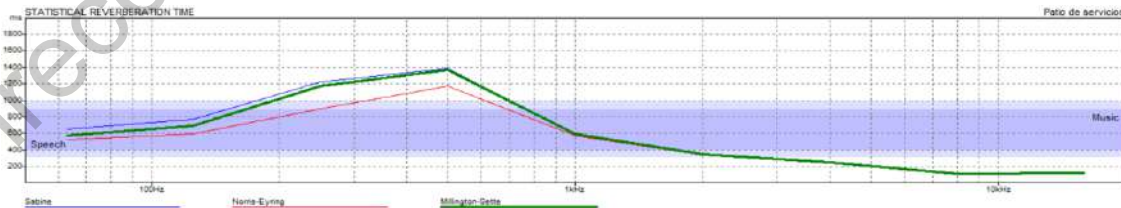
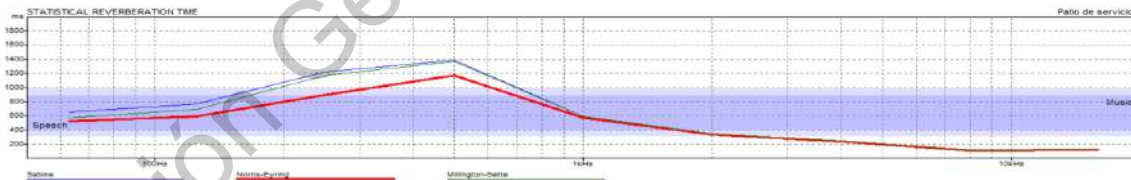
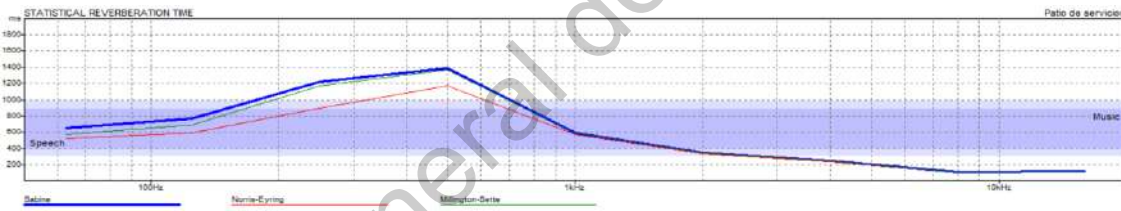
PATIO DE SERVICIOS (E)

Volumen	49.410 m3
Área de contacto	83.988 m2
Ocupación	0 (1*25%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.40 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.89 segundos

Volumen por asiento	49.410 m3
Mínimo para habla	3.553 m3
Mínimo para música	7.156 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total	█	11.774	9.631	4.543	2.575	2.2	2.999	4.694	4.478	5.302
Tiempos de reverberación Sabine (60)	█	0.66	0.77	1.22	1.39	0.60	0.35	0.25	0.11	0.12
Tiempos de reverberación Norrlys Eyring (60)	█	0.53	0.60	0.90	1.17	0.57	0.34	0.24	0.11	0.12
Tiempos de reverberación Millington Sette	█	0.57	0.69	1.17	1.37	0.60	0.35	0.25	0.11	0.12



Área inválida, esta en contacto con el exterior de la vivienda (área abierta).

Figura 54. Estadísticas Acústicas E. Casa Viñedos.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS



RECÁMARA UNO (G)

Volumen 44.85 m3
 Área de contacto 76.52 m2
 Ocupación 1 (1*50%)
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla. 0.39 segundos
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música. 0.87 segundos

Volumen por asiento 44.85 m3
 Mínimo para habla 3.553 m3
 Mínimo para música 7.156 m3

Más adecuado: Sabine
 (Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total		14.825	14.37	10.027	5.092	3.952	4.101	6.683	7.043	8.712
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.48	0.49	0.65	1.06	0.72	0.41	0.29	0.15	0.17
Tiempos de reverberación Norrrys Eiring (60)		0.42	0.43	0.61	1.06	0.74	0.41	0.30	0.15	0.17
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.41	0.42	0.59	1.02	0.71	0.40	0.29	0.15	0.17

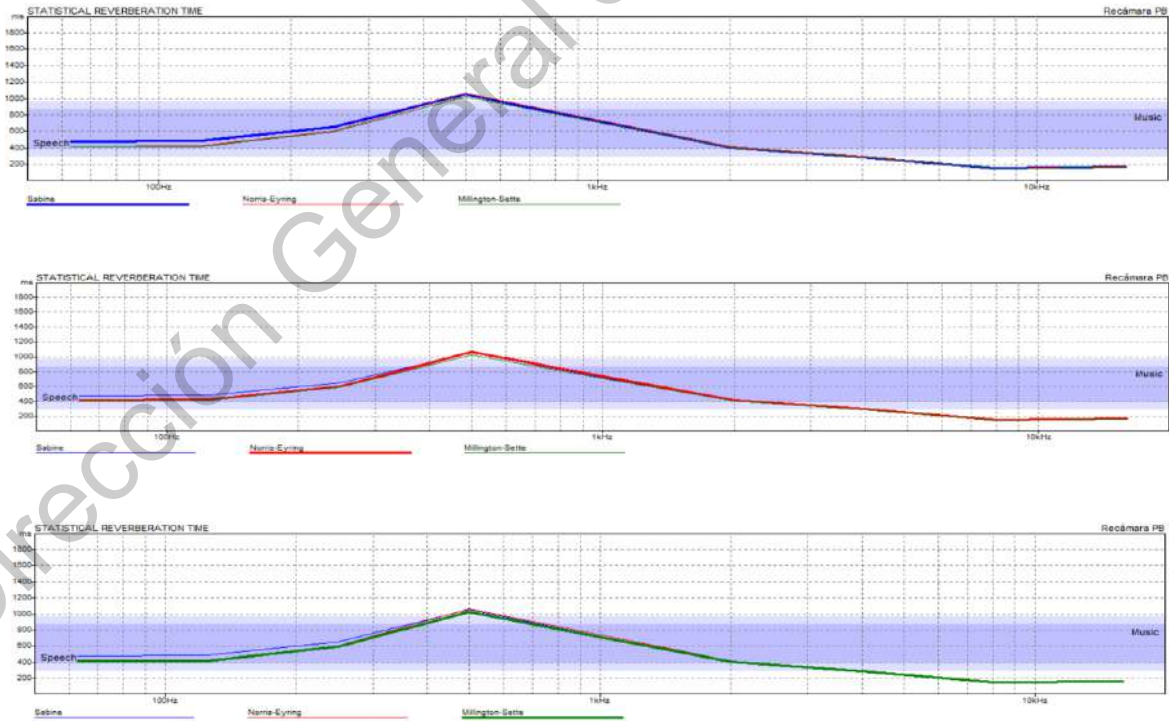


Figura 55. Estadísticas Acústicas G. Casa Viñedos.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

H

RECÁMARA DOS (H)

Volumen 44.850 m3
 Área de contacto 73.425 m2
 Ocupación 0 (1*33%)
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla. 0.39 segundos
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música. 0.87 segundos

Volumen por asiento 44.850 m3
 Mínimo para habla 3.553 m3
 Mínimo para música 7.156 m3

Más adecuado: Sabine
 (Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPt total		9.795	8.802	5.705	3.752	3.436	3.301	3.609	2.788	2.558
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.71	0.76	1.00	1.22	0.70	0.36	0.21	0.07	0.07
Tiempos de reverberación Norrrys Eiring (60)		0.70	0.80	1.13	1.42	0.76	0.38	0.21	0.07	0.07
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.62	0.65	0.90	1.16	0.68	0.36	0.21	0.07	0.07

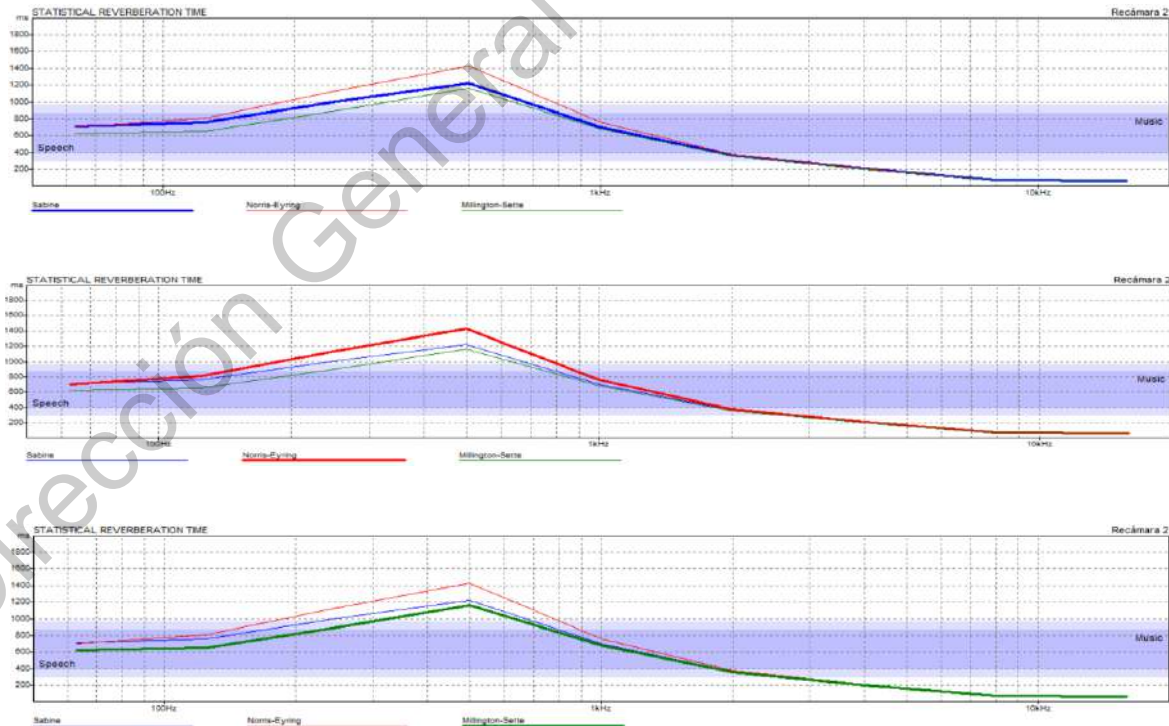


Figura 56. Estadísticas Acústicas H. Casa Viñedos.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

BAÑO COMPLETO P.A. (I)

Volumen	14.640 m3
Área de contacto	38.451 m2
Ocupación	0 (1*20%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.24 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.68 segundos

Volumen por asiento	14.640 m3
Mínimo para habla	3.553 m3
Mínimo para música	7.156 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total	■ ■ ■ ■ ■	8.303	8.038	5.511	3.337	2.741	2.542	2.622	2.24	2.52
Tiempos de reverberación Sabines (60)	■ ■ ■ ■ ■	0.28	0.28	0.38	0.55	0.41	0.25	0.14	0.06	0.06
Tiempos de reverberación Norrrys Eiring (60)	■ ■ ■ ■ ■	0.26	0.28	0.39	0.61	0.45	0.26	0.15	0.06	0.06
Tiempos de reverberación Millington Sette	■ ■ ■ ■ ■	0.24	0.24	0.34	0.51	0.40	0.24	0.14	0.06	0.06

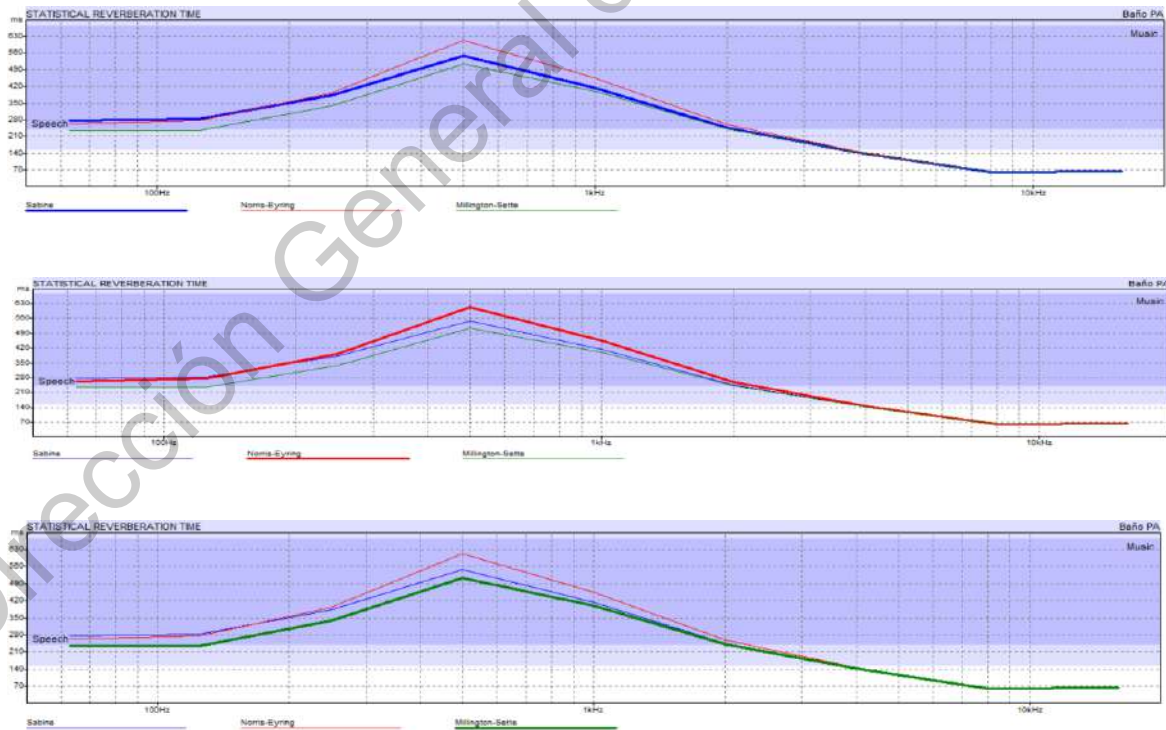


Figura 57. Estadísticas Acústicas I. Casa Viñedos.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

K

BAÑO COMPLETO RECÁMARA PPAL (K)

Volumen 12.630 m3
 Área de contacto 87.038 m2
 Ocupación 0 (1*20%)
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla. 0.22 segundos
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música. 0.65 segundos

Volumen por asiento 12.630 m3
 Mínimo para habla 3.553 m3
 Mínimo para música 7.156 m3

Más adecuado: Mellington-Sette
 (Ampliamente variado).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total	■	13.21	11.96	8.162	6.34	6.792	8.169	9.94	9.276	9.614
Tiempos de reverberación Sabine (60)	■	0.15	0.17	0.24	0.29	0.25	0.19	0.15	0.11	0.11
Tiempos de reverberación Norrys Eiring (60)	■	0.14	0.16	0.23	0.33	0.30	0.24	0.17	0.12	0.12
Tiempos de reverberación Millington Sette	■	0.13	0.14	0.21	0.27	0.23	0.16	0.12	0.09	0.09

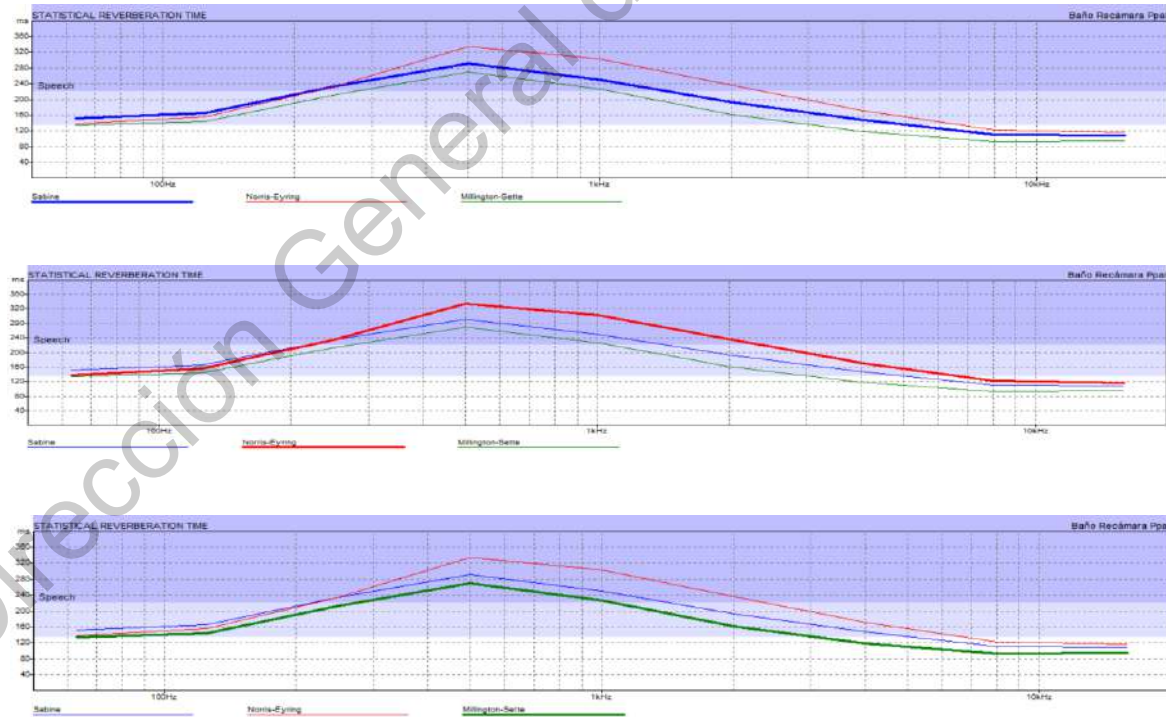


Figura 59. Estadísticas Acústicas K. Casa Viñedos.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

L

LIVING (L)

Volumen 57.310 m3
 Área de contacto 75.560 m2
 Ocupación 1(4*33%)
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla. 0.42 segundos
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música. 0.91 segundos

Volumen por asiento 14.328 m3
 Mínimo para habla 3.853 m3
 Mínimo para música 7.561 m3

Más adecuado: Sabine
 (Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total		10.995	10.448	7.043	4.759	4.377	4.186	4.368	3.422	3.795
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.80	0.81	1.03	1.27	0.82	0.46	0.26	0.10	0.10
Tiempos de reverberación Norrýs Eiring (60)		0.79	0.85	1.13	1.38	0.85	0.47	0.26	0.10	0.10
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.68	0.68	0.92	1.20	0.79	0.45	0.26	0.10	0.10

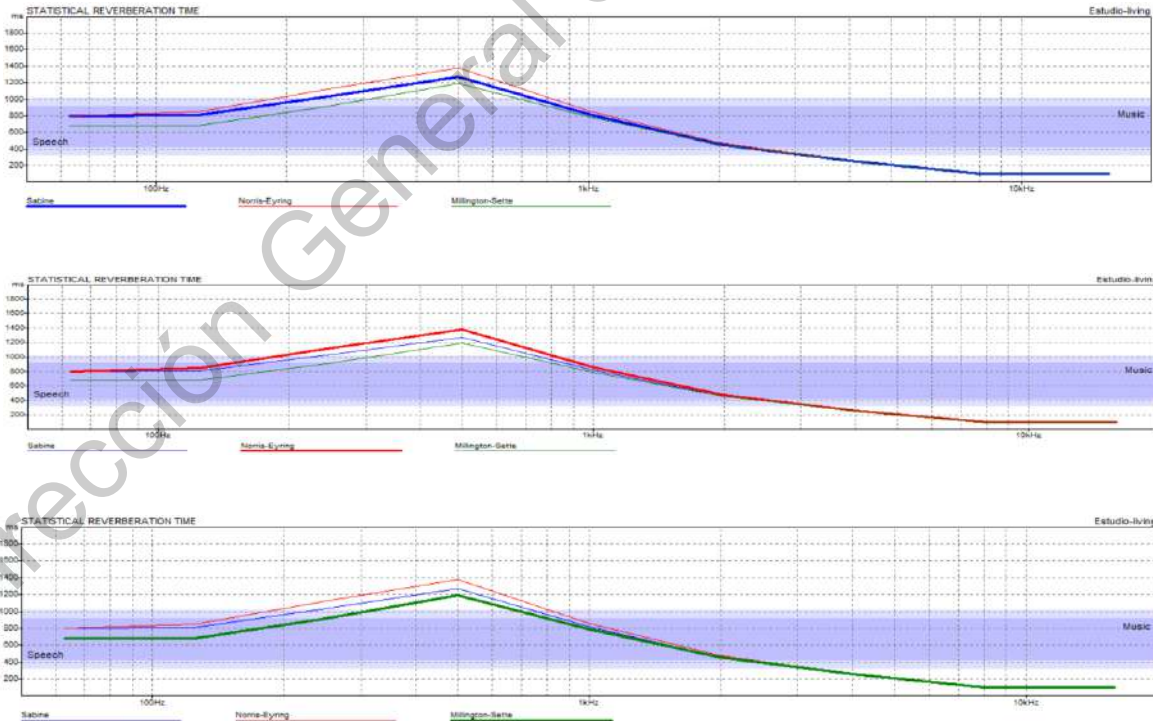


Figura 60. Estadísticas Acústicas L. Casa Viñedos.

Capítulo VII

7.1 Casa Prototipo.

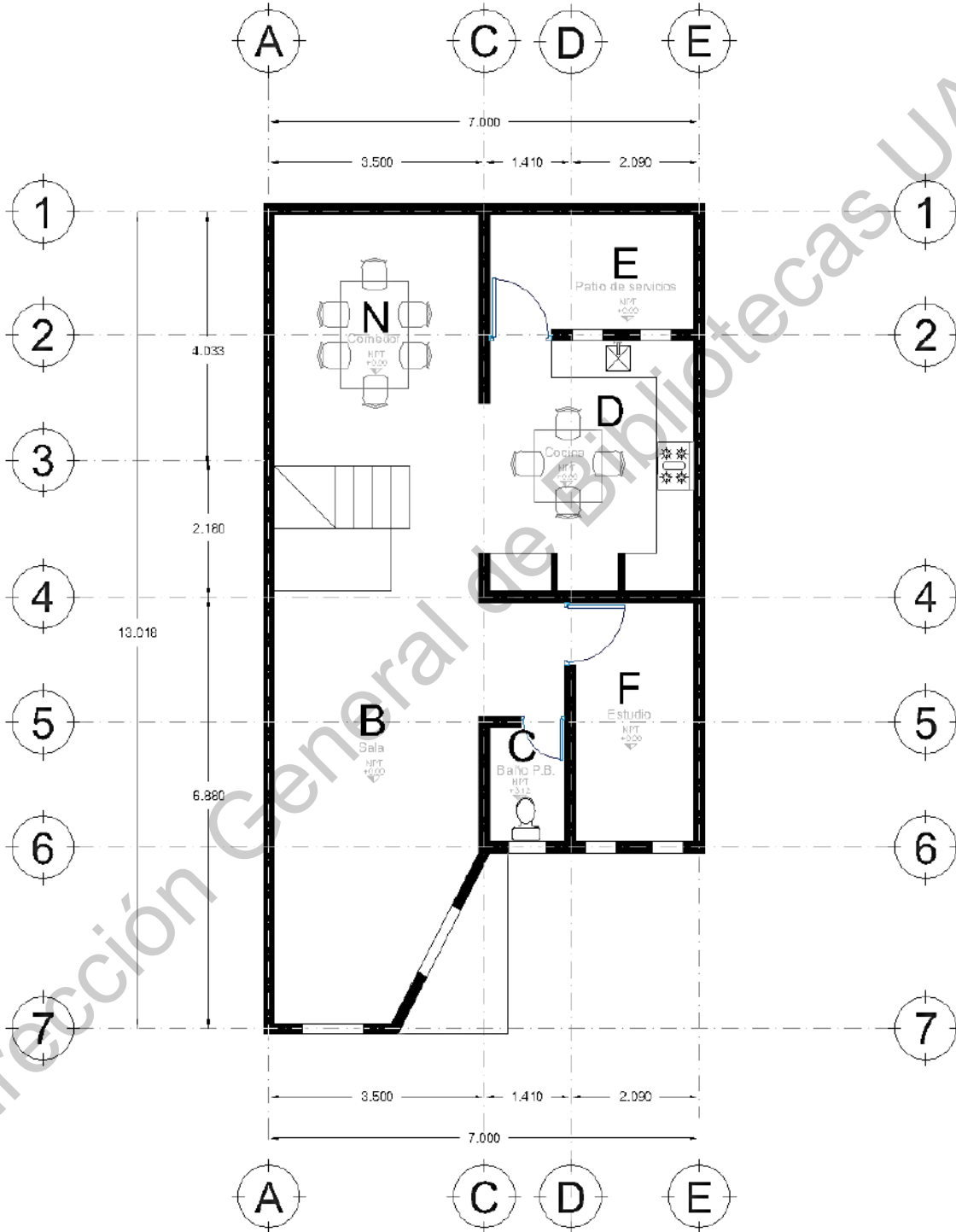


Figura 61. Planta Arquitectónica Baja. Casa Prototipo

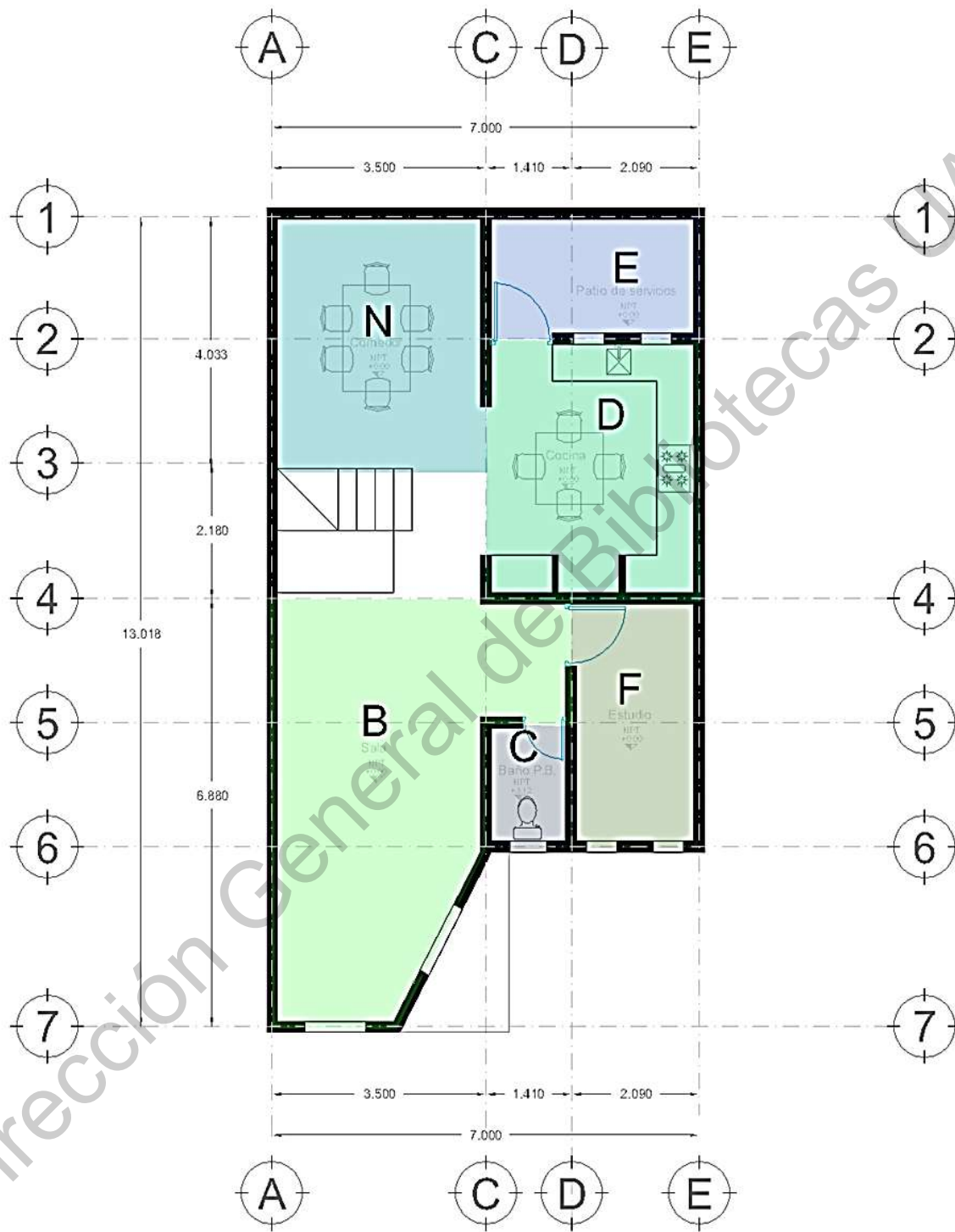


Figura 62. Planta Arquitectónica Baja. Zonificación Ecotect.

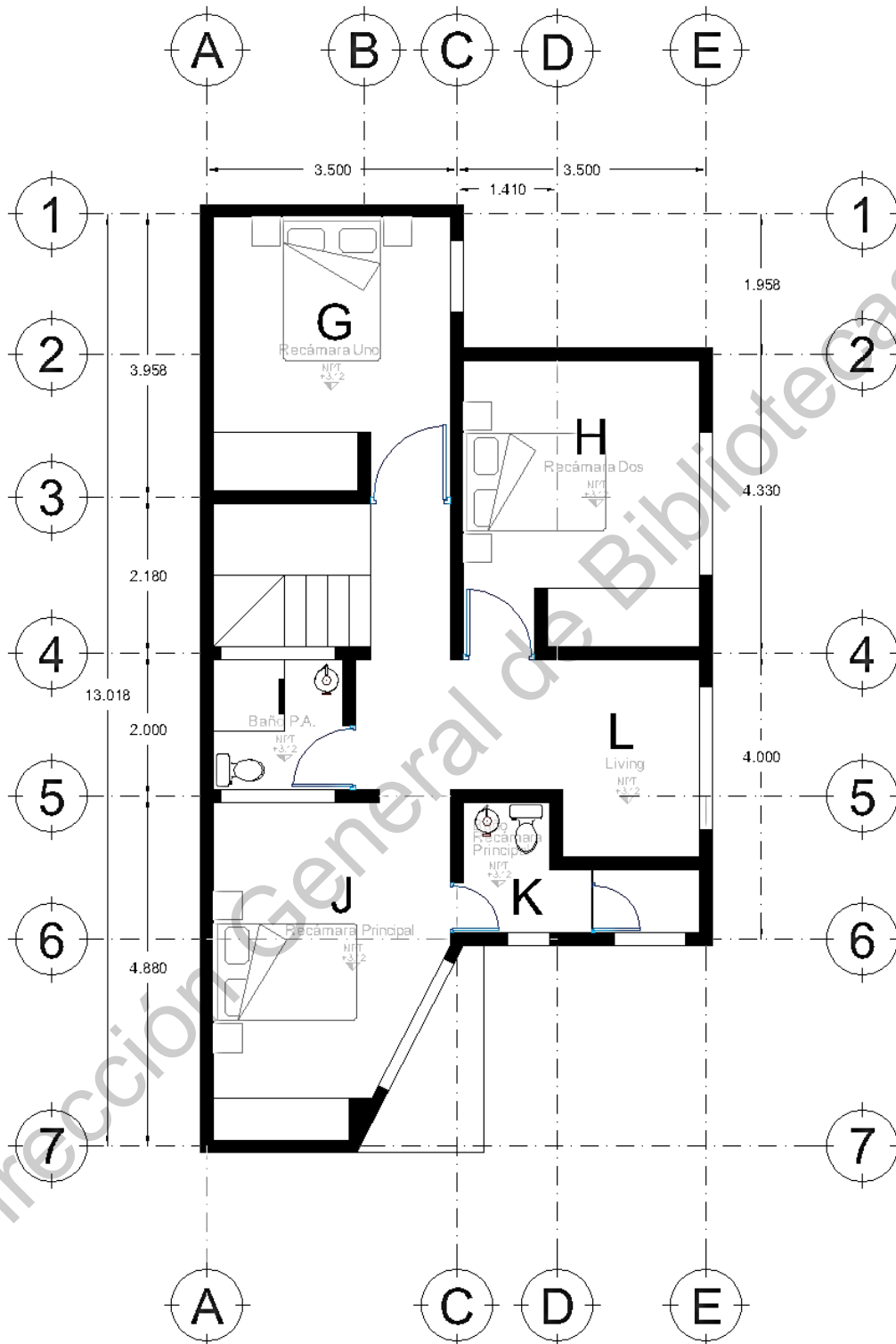


Figura 63. Planta Arquitectónica Alta. Casa Prototipo.

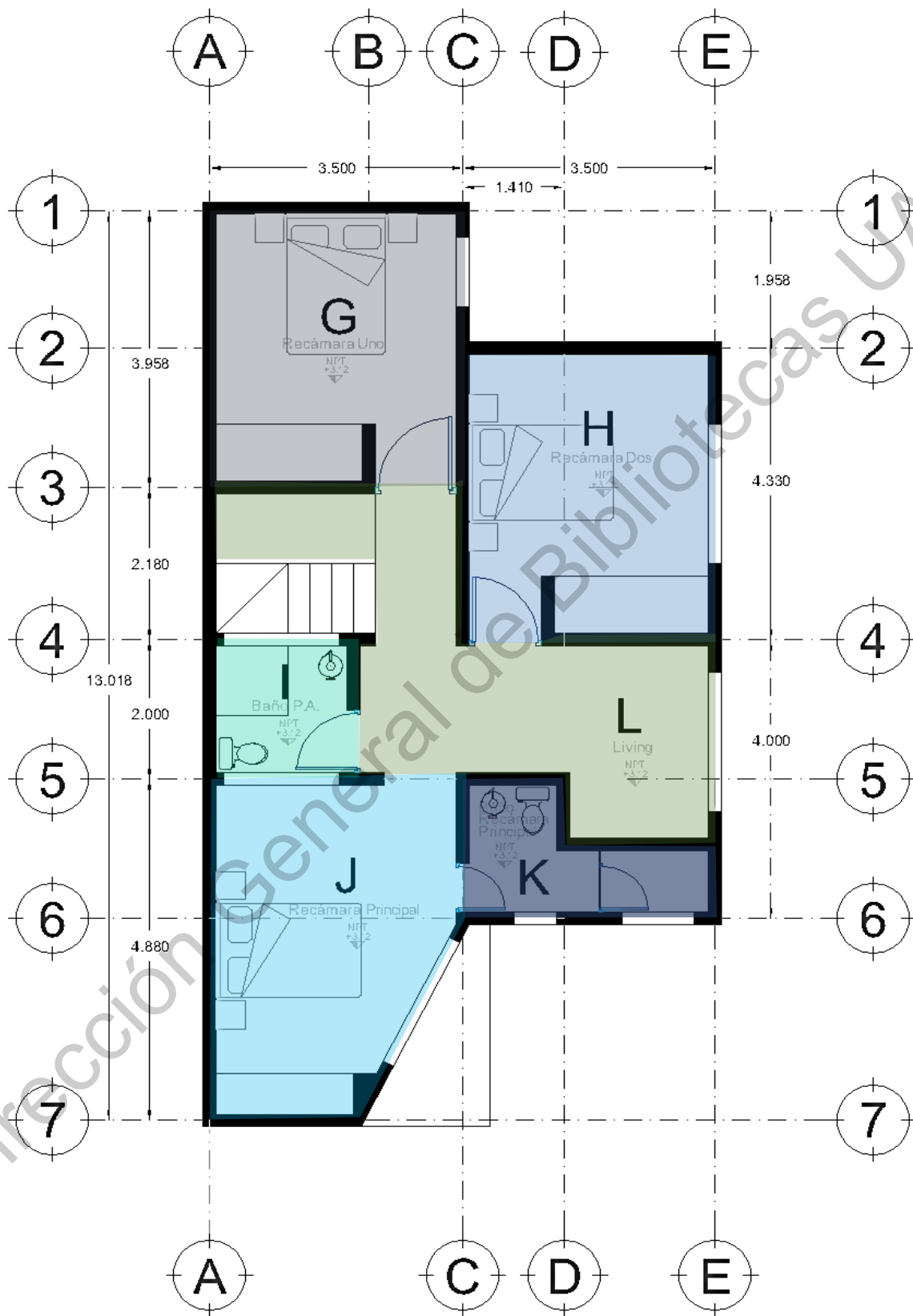


Figura 64. Planta Arquitectónica Alta. Casa Prototipo. Zonificación Ecotect.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

B

SALA (B)

Volumen	69.690 m3
Área de contacto	91.257 m2
Ocupación	4 (4*100%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.45 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.95 segundos

Volumen por asiento	17.423 m3
Mínimo para habla	3.853 m3
Mínimo para música	7.561 m3

Más adecuado: Mellington-Sette
(Ampliamente variado).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total	-----■	11.49	10.526	9.453	14.98	24.018	24.809	22.655	23.02	23.488
Tiempos de reverberación Sabines (60)	-----■	0.90	0.94	0.93	0.64	0.41	0.37	0.35	0.26	0.25
Tiempos de reverberación Norrrys Eiring (60)	-----■	0.69	0.75	0.90	0.94	0.69	0.60	0.49	0.33	0.32
Tiempos de reverberación Millington Sette	-----■	0.81	0.85	0.87	0.53	0.19	0.16	0.23	0.20	0.20

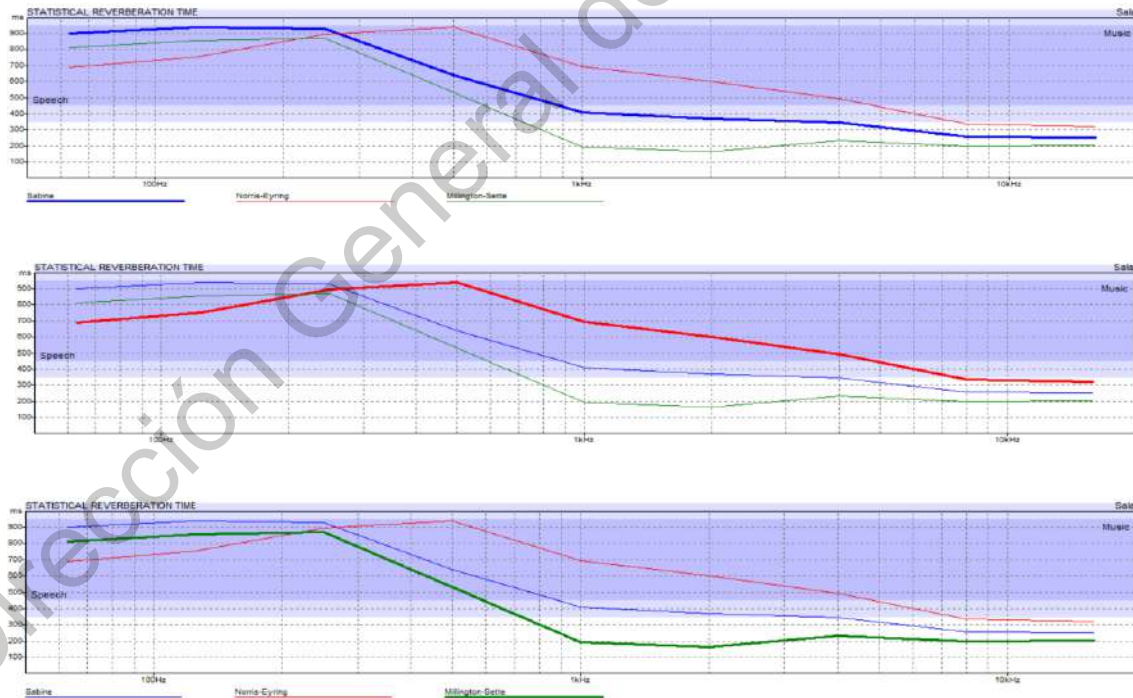


Figura 65. Estadísticas Acústicas B. Casa Prototipo.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS



BAÑO P.B. (C)

Volumen	6.660 m3
Área de contacto	27.5 m3
Ocupación	1(1*100%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.14 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.54 segundos

Volumen por asiento	6.660 m3
Mínimo para habla	2.553 m3
Mínimo para música	7.156 m3

Más adecuado: Sabine
(Uniformemente distribuido).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total		3.138	2.907	3.157	8.208	15.252	15.912	13.614	13.01	12.638
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.31	0.32	0.28	0.12	0.07	0.06	0.07	0.06	0.06
Tiempos de reverberación Norrlys Eiring (60)		0.24	0.26	0.26	0.13	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.28	0.29	0.26	0.09	0.03	0.02	0.04	0.04	0.04

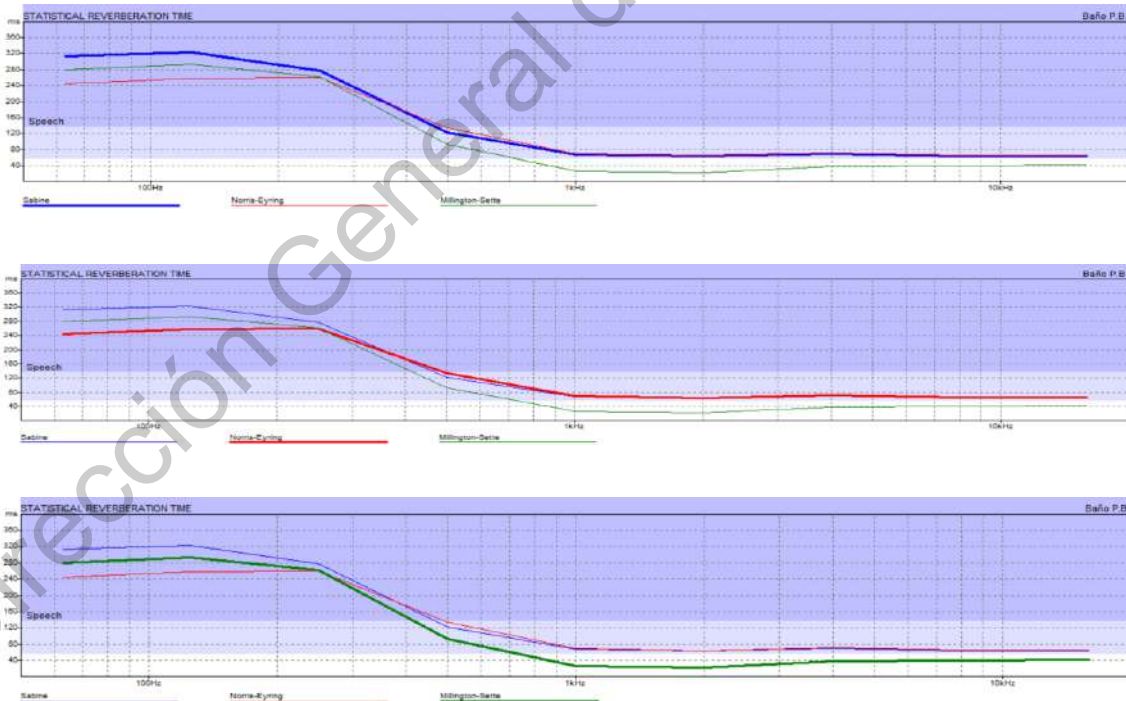


Figura 66. Estadísticas Acústicas C. Casa Prototipo.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

D

COCINA (D)

Volumen	40.470 m3
Área de contacto	55.604 m2
Ocupación	4 (4*100%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.37 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.85 segundos

Volumen por asiento	10.118 m3
Mínimo para habla	3.853 m3
Mínimo para música	7.561 m3

Más adecuado: Mellington-Sette
(Ampliamente variado).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	6000 Hz
ABSPT total		4.761	3.716	3.522	7.257	12.591	13.036	11.591	11.48	11.591
Tiempos de reverberación Sabines (60)		1.15	1.24	1.06	0.70	0.42	0.36	0.30	0.19	0.19
Tiempos de reverberación Norrlys Eiring (60)		1.07	1.19	1.08	0.75	0.44	0.37	0.31	0.20	0.19
Tiempos de reverberación Millington Sette		1.10	1.21	1.03	0.58	0.20	0.17	0.22	0.16	0.16

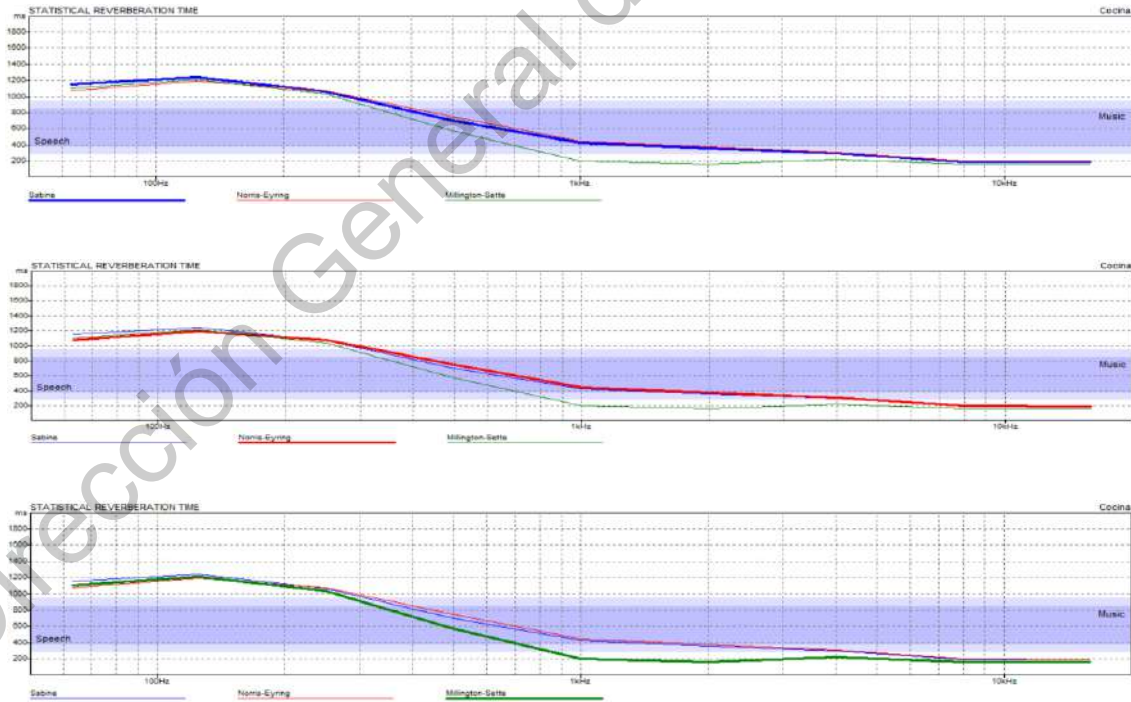


Figura 67. Estadísticas Acústicas D. Casa Prototipo.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

F

ESTUDIO (F)

Volumen	21.990 m3
Área de contacto	57.500 m2
Ocupación	1 (1*66%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.29 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.75 segundos

Volumen por asiento	21.990 m3
Mínimo para habla	3.553 m3
Mínimo para música	7.156 m3

Más adecuado: Mellington-Sette
(Ampliamente variado).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		8.045	7.476	6.355	8.85	13.693	14.143	13.202	13.459	13.918
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.43	0.45	0.50	0.37	0.24	0.22	0.20	0.15	0.14
Tiempos de reverberación Norriss Eyring (60)		0.37	0.40	0.49	0.43	0.28	0.25	0.22	0.16	0.15
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.38	0.40	0.46	0.31	0.11	0.09	0.13	0.11	0.11

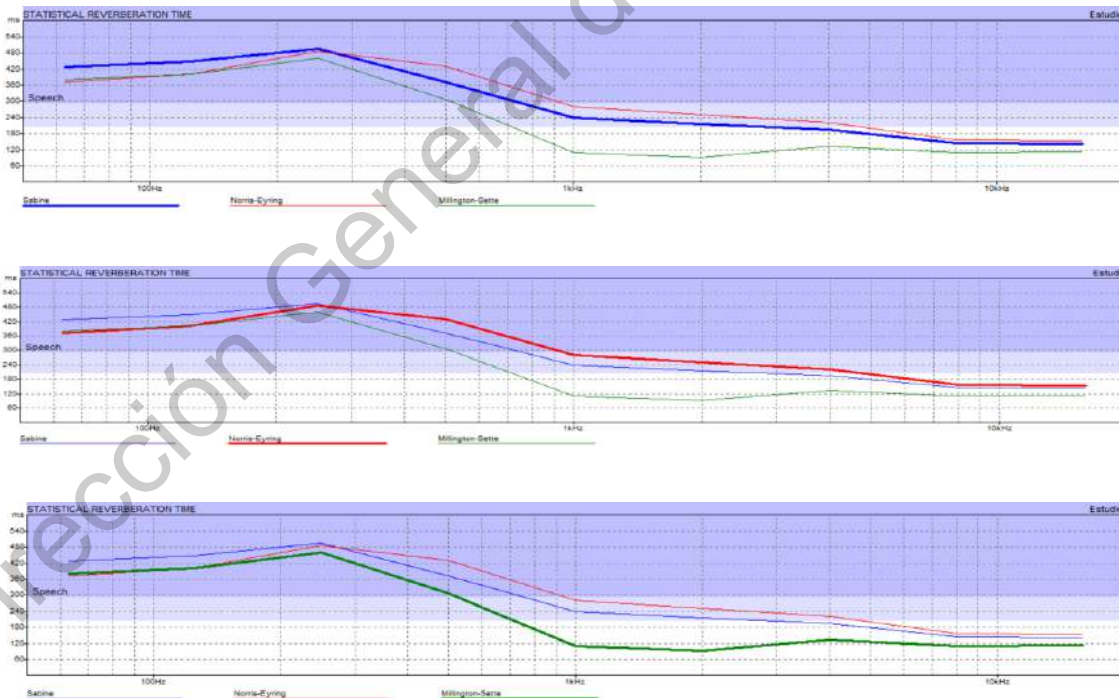


Figura 69. Estadísticas Acústicas F. Casa Prototipo.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS



RECÁMARA UNO (G)

Volumen	33.690 m3
Área de contacto	59.900 m3
Ocupación	1 (1*100%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.35 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.82 segundos

Volumen por asiento	33.690 m3
Mínimo para habla	3.553 m3
Mínimo para música	7.156 m3

Más adecuado: Mellington-Sette
(Ampliamente variado).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		6.663	5.914	5.838	15.45	28.872	30.383	26.139	25.038	23.904
Tiempos de reverberación Sabine (60)		0.76	0.81	0.76	0.33	0.18	0.17	0.18	0.16	0.16
Tiempos de reverberación Norris Eyring (60)		0.71	0.76	0.68	0.29	0.14	0.13	0.15	0.14	0.14
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.67	0.73	0.72	0.25	0.07	0.06	0.10	0.10	0.11

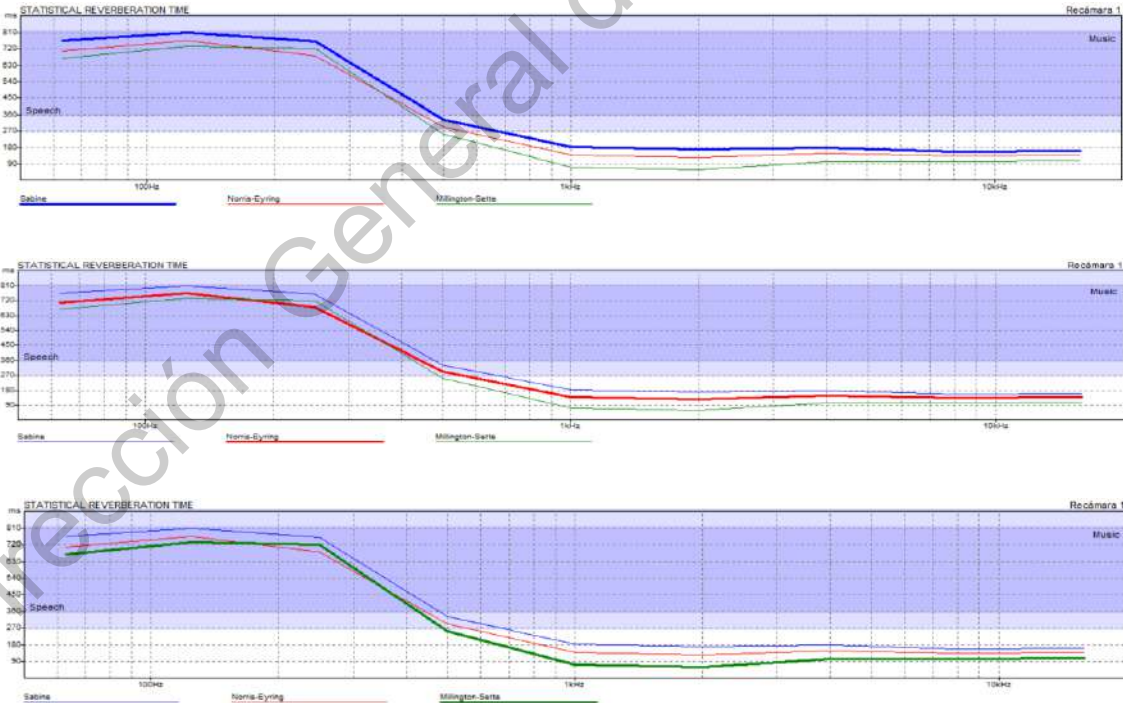


Figura 70. Estadísticas Acústicas F. Casa Prototipo

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

H

RECÁMARA DOS (H)

Volumen 39.930 m3
 Área de contacto 79.500 m2
 Ocupación 2 (2*100%)
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla. 0.37 segundos
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música. 0.85 segundos

Volumen por asiento 19.965 m3
 Mínimo para habla 3.703 m3
 Mínimo para música 7.359 m3

Más adecuado: Mellington-Sette
 (Ampliamente variado).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		19.072	17.947	17.435	21.58	27.824	28.365	26.992	26.117	26.144
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.33	0.35	0.35	0.29	0.22	0.21	0.20	0.18	0.17
Tiempos de reverberación Norriss Eyring (60)		0.35	0.39	0.42	0.37	0.29	0.27	0.26	0.22	0.21
Tiempos de reverberación Millington Sette		1.13	1.40	1.40	0.59	0.18	0.15	0.23	0.21	0.21

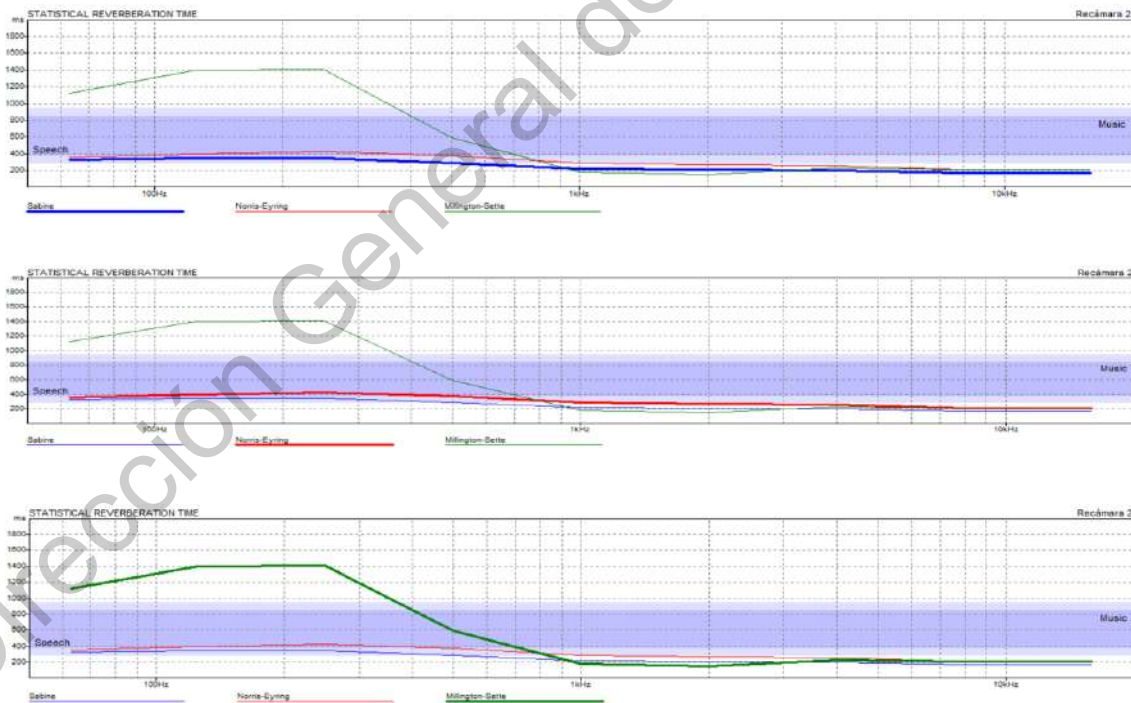


Figura 71. Estadísticas Acústicas H. Casa Prototipo.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

BAÑO PLANTA ALTA (I)

Volumen 10.020 m3
 Área de contacto 35.212 m2
 Ocupación 1 (1*100%)
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla. 0.10 segundos
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música. 0.61 segundos

Volumen por asiento 10.020 m3
 Mínimo para habla 3.553 m3
 Mínimo para música 7.156 m3

Más adecuado: Mellington-Sette
 (Ampliamente variado).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		2.174	2.106	4.027	13.65	26.235	27.116	22.655	21.51	20.434
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.63	0.58	0.34	0.11	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07
Tiempos de reverberación Norriss Eyring (60)		0.49	0.49	0.36	0.13	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.60	0.57	0.32	0.09	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04

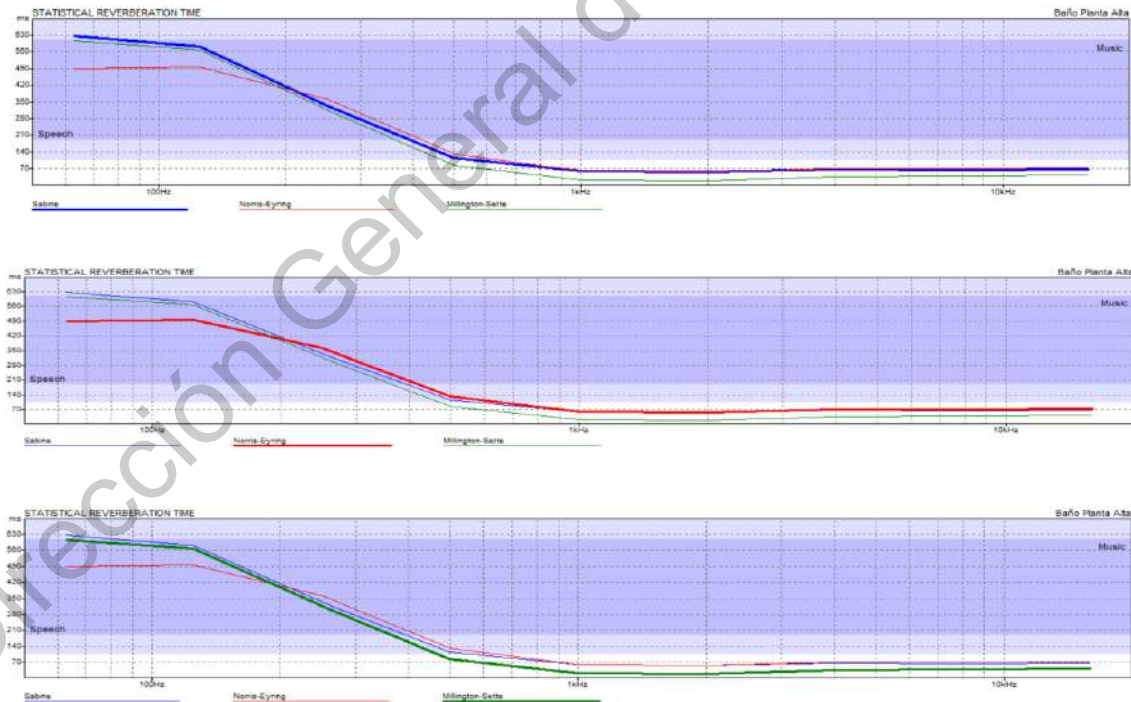


Figura 72. Estadísticas Acústicas I. Casa Prototipo.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

J

RECÁMARA PRINCIPAL (J)

Volumen	41.220 m3
Área de contacto	55.757 m2
Ocupación	2 (2*100%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.38 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.86 segundos

Volumen por asiento
Mínimo para habla
Mínimo para música

Más adecuado: Mellington-Sette
(Ampliamente variado).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		4.69	4.285	5.217	13.4	24.889	25.774	22.194	21.085	20.495
Tiempos de reverberación Sabines (60)		1.23	1.20	0.95	0.46	0.25	0.23	0.24	0.19	0.19
Tiempos de reverberación Norriss Eyring (60)		0.90	0.93	0.88	0.53	0.28	0.26	0.27	0.21	0.21
Tiempos de reverberación Millington Sette		1.15	1.13	0.90	0.35	0.10	0.09	0.14	0.13	0.14

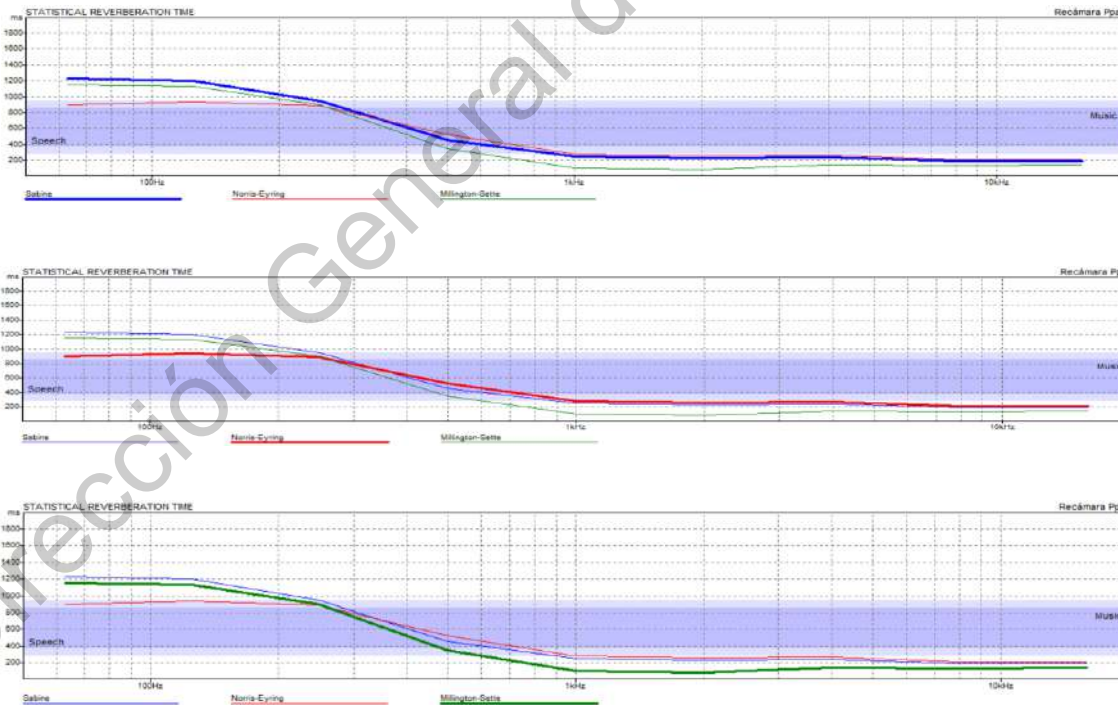


Figura 73. Estadísticas Acústicas J. Casa Prototipo.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

K

BAÑO RECÁMARA PRINCIPAL (K)

Volumen	6.660 m3
Área de contacto	27.500 m2
Ocupación	1 (1*100%)
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla.	0.14 segundos
Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música.	0.54 segundos

Volumen por asiento	6.660 m3
Mínimo para habla	3.553 m3
Mínimo para música	7.156 m3

Más adecuado: Mellington-Sette
(Ampliamente variado).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		3.19	3.077	3.65	8.925	16.433	16.958	14.444	13.773	13.296
Tiempos de reverberación Sabine (60)		0.31	0.31	0.25	0.11	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06
Tiempos de reverberación Norriss Eyring (60)		0.30	0.31	0.26	0.11	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.28	0.28	0.23	0.09	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04

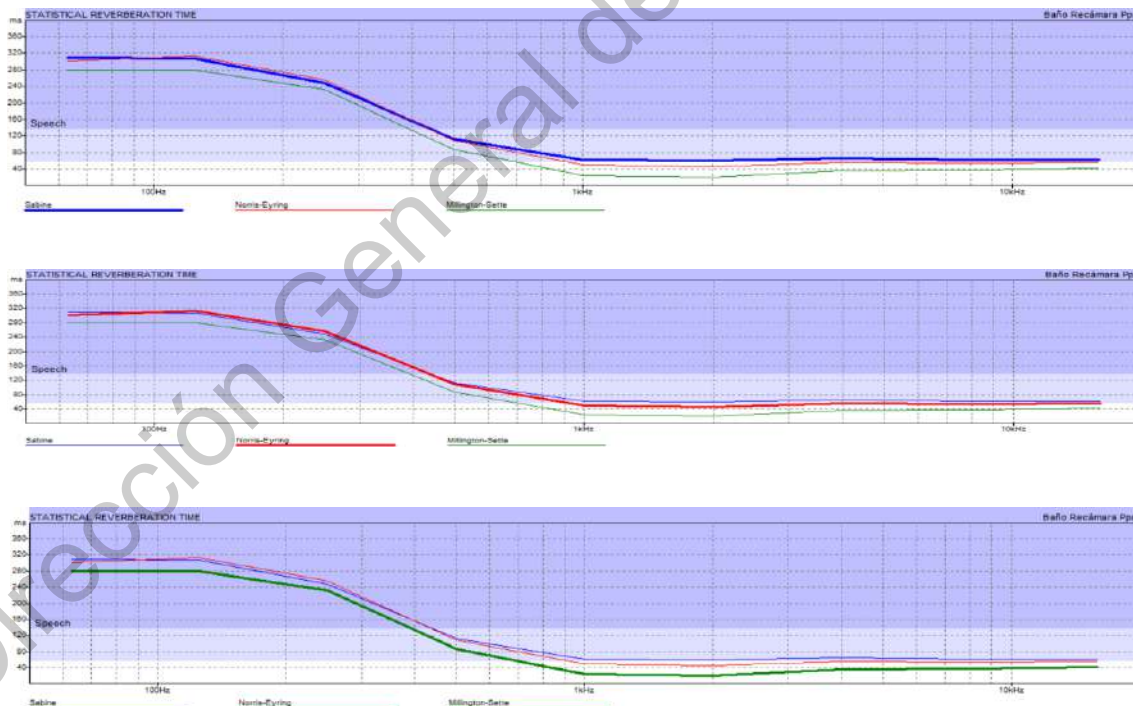


Figura 74. Estadísticas Acústicas K. Casa Prototipo.

ESTADÍSTICAS ACÚSTICAS

N

COMEDOR (N)

Volumen 39.840 m3
 Área de contacto 55.757 m2
 Ocupación 3 (4*75%)
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para habla. 0.37 segundos
 Tiempo óptimo de reverberación (TR) a 500 Hz para música. 0.85 segundos

Volumen por asiento 9.960 m3
 Mínimo para habla 3.853 m3
 Mínimo para música 7.561 m3

Más adecuado: Mellington-Sette
 (Ampliamente variado).

Frecuencia	Tendencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz
ABSPT total		6.838	6.313	5.251	7.326	11.915	12.365	11.821	11.353	11.214
Tiempos de reverberación Sabines (60)		0.83	0.84	0.84	0.66	0.42	0.36	0.30	0.19	0.19
Tiempos de reverberación Norriss Eiring (60)		0.61	0.63	0.70	0.69	0.47	0.39	0.31	0.20	0.19
Tiempos de reverberación Millington Sette		0.74	0.76	0.79	0.55	0.20	0.16	0.21	0.16	0.16

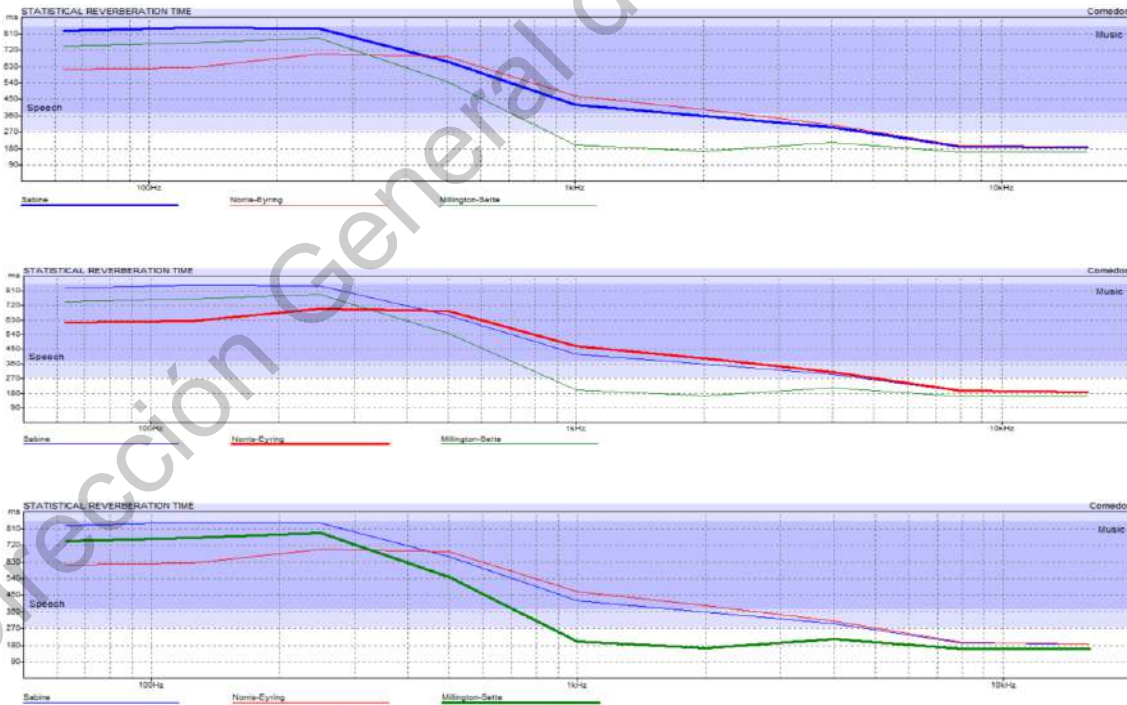


Figura 76. Estadísticas Acústicas N. Casa Prototipo.

Capítulo VIII

8.1 Resultados

Una vez obtenidos y analizados los datos que entregan las simulaciones realizadas, se concentran en las Tablas 12, 13 14 y 15, en las cuales se comparan los tiempos óptimos necesarios, los establecidos, y los obtenidos en la propuesta para confirmar la hipótesis planteada al inicio de la presente investigación.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Tabla 12. Tiempos reverberación Cochera. Casa Ixtlán.



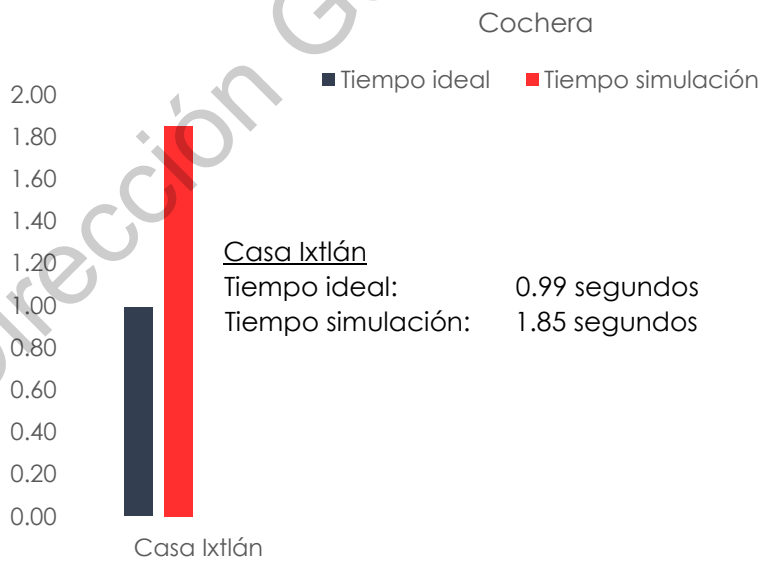
Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.99 segundos

Tiempo simulación: 1.85 segundos

Sólo casa Ixtlán cuenta con cochera, zona que se decidió analizar en software, sin embargo, carece de validez debido a que es un espacio que tiene contacto directo con el exterior, alterando los resultados.

Tabla 13. Tiempos reverberación comparativos Cochera. Casa Ixtlán.

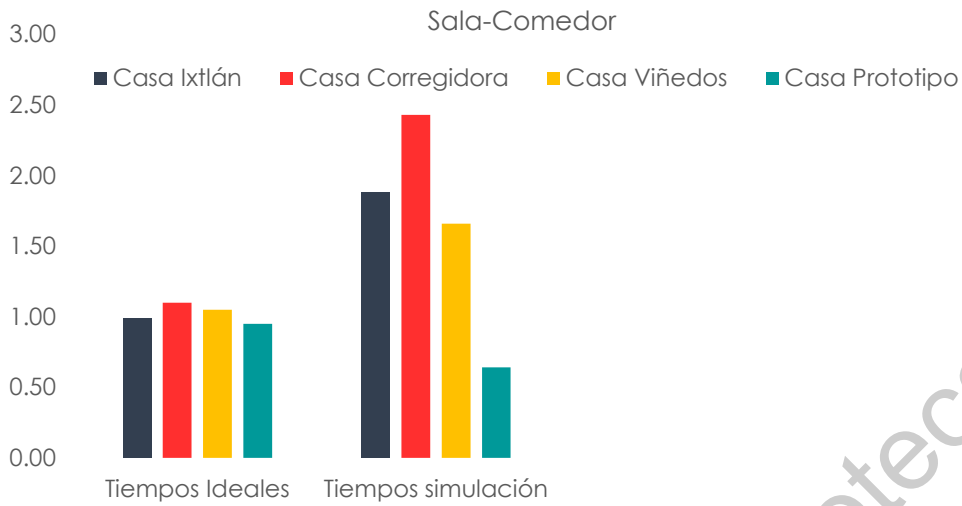


Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.99 segundos

Tiempo simulación: 1.85 segundos

Tabla 14. Tiempos de reverberación Sala Comedor.



Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.99 segundos
 Tiempo simulación: 1.88 segundos

Casa Corregidora

Tiempo ideal: 1.10 segundos
 Tiempo simulación: 2.43 segundos

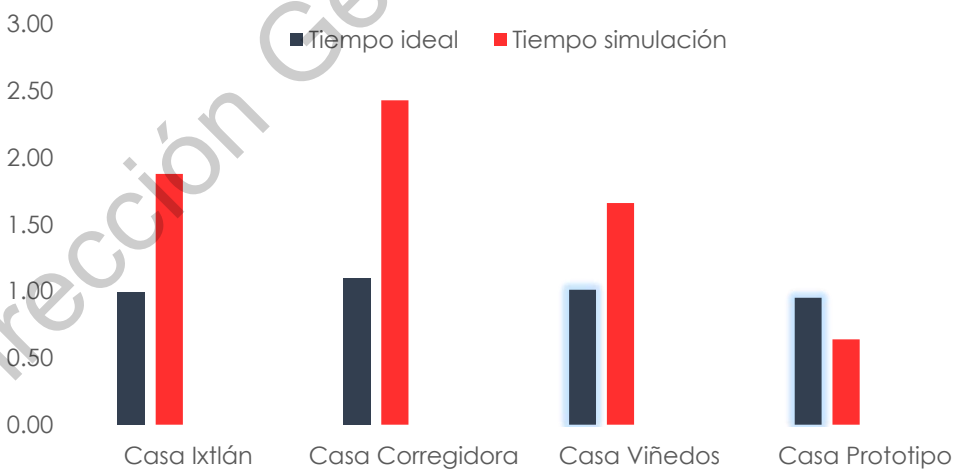
Casa Viñedos

Tiempo ideal: 1.01 segundos
 Tiempo simulación: 1.66 segundos

Casa Prototipo

Tiempo ideal: 0.95 segundos
 Tiempo simulación: 0.64 segundos

Tabla 15. Tiempos de reverberación Comparativos Sala-Comedor



La Sala-comedor presenta una diferencia significativa entre las casas simuladas y el tiempo óptimo de reverberación que, para Ecotect™, deberá contar una casa con óptima acústica. Se observa a Casa Ixtlán rebasando en un 100% el tiempo óptimo, Por su parte Casa Corregidora presenta un resultado aún más desfavorable con un 120% respecto al tiempo óptimo. Las Salas comedor son los espacios con mayores y las formas geométricas menos apropiadas, es por ello, que los tiempos de reverberación en estos espacios arrojan resultados negativos.

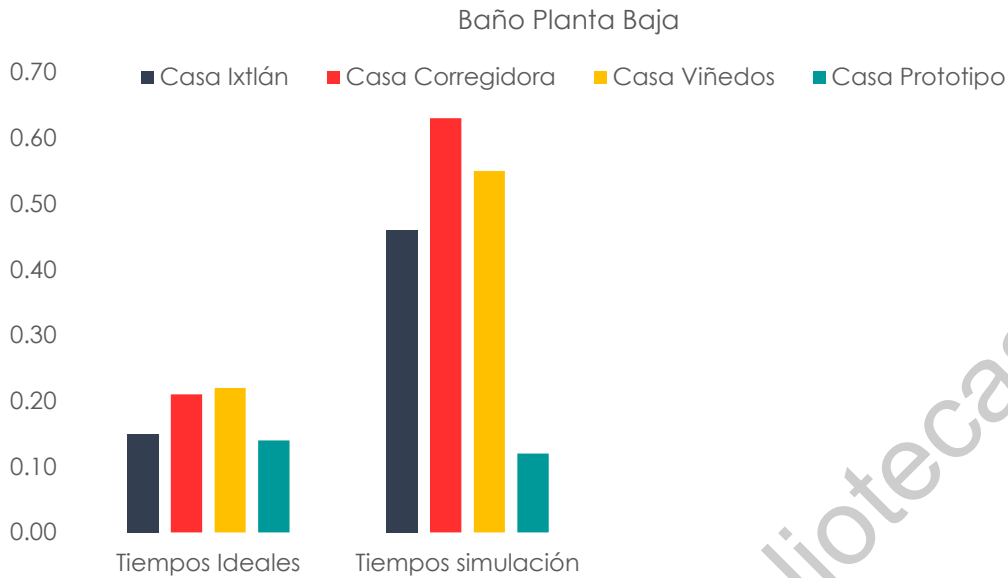
Por otra parte, Casa Viñedos presenta una forma rectangular, la cual es adecuada para que el resultado sea más acercado al tiempo óptimo; sin embargo, no cuenta con tratamiento acústico en sus superficies, quedando a un margen del 64% para lograr un tiempo óptimo de reverberación provocando una buena acústica.

Casa Prototipo

La sala-comedor en Casa Prototipo tiene forma trapezoidal vista en planta, conformada por muros que, por su disposición geométrica, permiten la reflexión sonora.

Se colocó de forma simulada alfombra en pisos sobre loseta cerámica adherida a la losa de concreto, el techo, por su parte, recibió tratamiento acústico con base en los estándares que el software ofrece provocando un coeficiente de absorción alto, dando como resultado un tiempo de reverberación aún por debajo del óptimo, logrando un 32% de disminución del registrado por el software.

Tabla 16. Tiempos de reverberación Baño Planta Baja



Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.15 segundos
 Tiempo simulación: 0.46 segundos

Casa Corregidora

Tiempo ideal: 0.21 segundos
 Tiempo simulación: 0.63 segundos

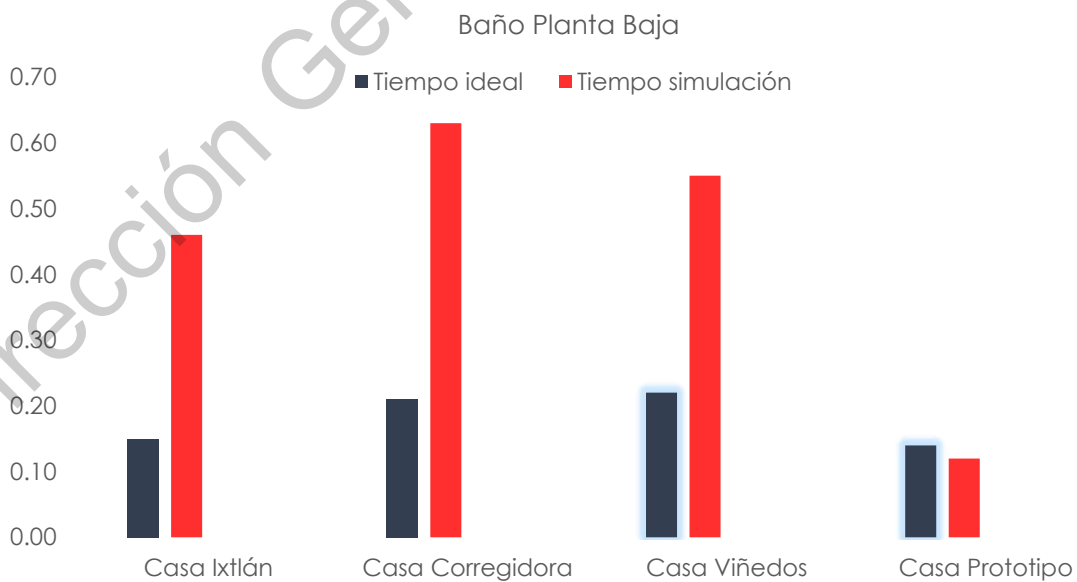
Casa Viñedos

Tiempo ideal: 0.22 segundos
 Tiempo simulación: 0.55 segundos

Casa Prototipo

Tiempo ideal: 0.14 segundos
 Tiempo simulación: 0.12 segundos

Tabla 17. Tiempos reverberación comparativos. Baño Planta Baja.



El Baño en Planta Baja presenta un notorio desinterés en la arquitectura tradicional para su tratamiento acústico. Tras los datos arrojados se comprueba el caso mencionado en el Capítulo 3.2 explicando cómo usualmente son planeados los baños en la vivienda.

Casa Ixtlán expone un déficit del 200% con respecto al tiempo ideal mostrando el alto grado de descuido en el diseño de estos espacios. En cuanto al análisis de Casa Corregidora los datos son igualmente contundentes, exponiendo al igual que Casa Ixtlán un 200% de aumento en tiempos de reverberación comparado con el tiempo ideal, cabe señalar, que ambas viviendas presentan una forma cuadrada en estos espacios, razón por la cual, como se observó en el Capítulo V tiende a un comportamiento negativo del sonido.

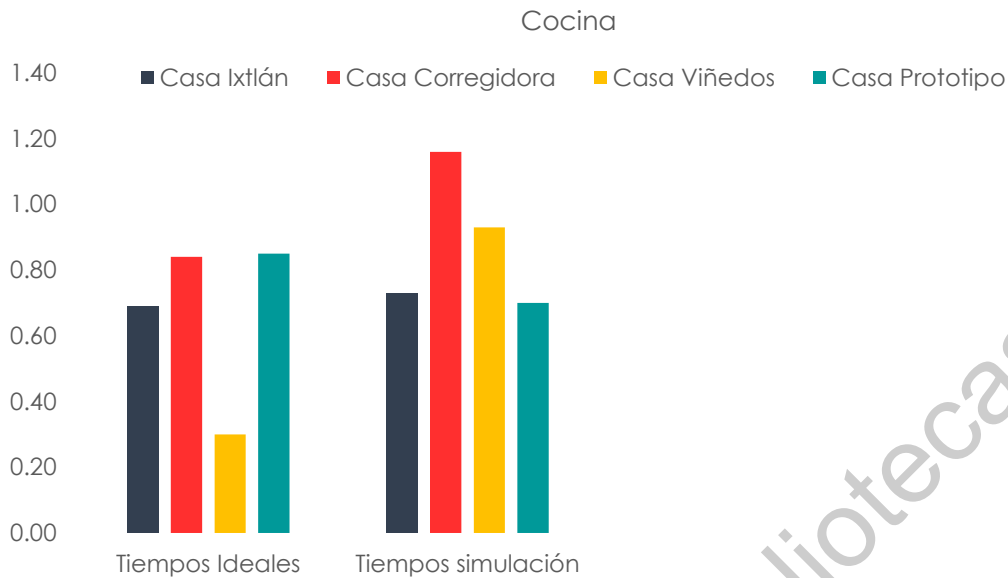
En el caso de Casa Viñedos muestra resultados negativos obteniendo un déficit del 150% respecto a su tiempo de reverberación ideal. Es importante destacar que Casa Viñedos presenta una forma rectangular, la cual es adecuada para que el resultado sea más acercado al tiempo óptimo; sin embargo, cuenta con muros con recubrimiento cerámico provocando altas reflexiones dentro del espacio, haciendo que el tiempo de reverberación se prolongue por encima del tiempo ideal,

Casa Prototipo

El baño Planta Baja en Casa Prototipo tiene una morfología rectangular vista en planta, se retiró el recubrimiento cerámico de muros, y, asimismo se añadió tratamiento al plafón del espacio. De esta forma, el espacio dejó de reflejar en exceso el sonido en muros, pasó a absorber parte del sonido, mientras que el plafón ahora rebota el sonido de manera regular completamente en el espacio.

Con base en esta simulación se obtuvo como resultado un tiempo de reverberación positivo por debajo del óptimo, logrando un 10% de disminución con respecto al tiempo ideal arrojado por el software.

Tabla 18. Tiempos de reverberación Cocina.



Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.69 segundos
 Tiempo simulación: 0.73 segundos

Casa Corregidora

Tiempo ideal: 0.21 segundos
 Tiempo simulación: 0.63 segundos

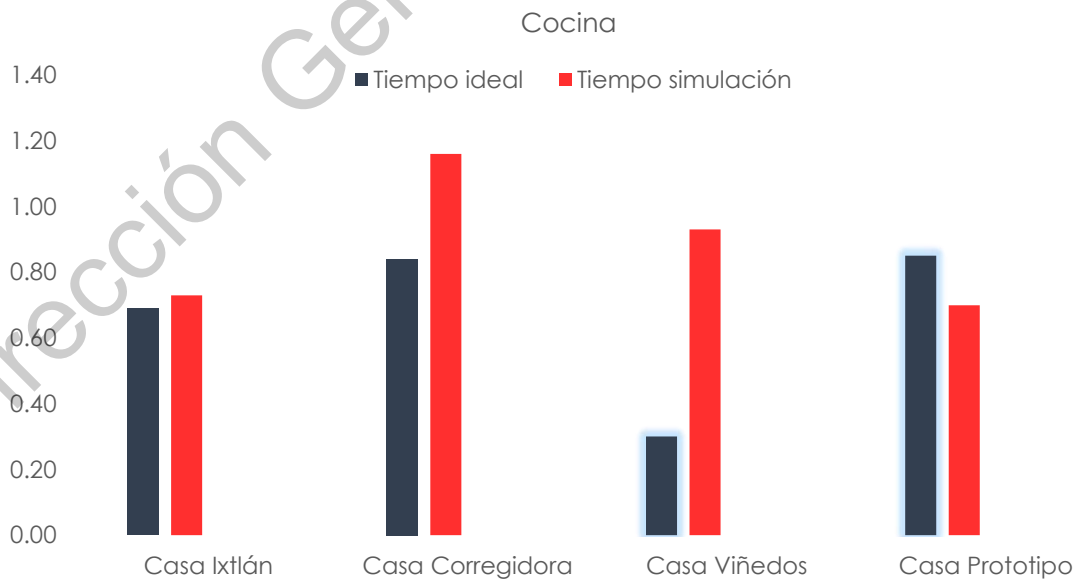
Casa Viñedos

Tiempo ideal: 0.30 segundos
 Tiempo simulación: 0.90 segundos

Casa Prototipo

Tiempo ideal: 0.85 segundos
 Tiempo simulación: 0.70 segundos

Tabla 19. Tiempos de reverberación comparativos Cocina.



El comportamiento de las cocinas analizadas confirma lo contemplado en el Capítulo V de esta investigación. La forma de tres de las cuatro viviendas analizadas, incluyendo la casa prototipo muestra una composición rectangular, con pocos materiales reflejantes.

Casa Ixtlán generó un tiempo de reverberación apenas un 5% mayor al tiempo ideal, situación tomada en cuenta para la conformación de la vivienda prototipo, incluyendo los materiales. En esta vivienda influye también la conexión espacial que hay entre cocina y sala comedor por medio de un vano, haciendo que el sonido no se refleje en demasiadas direcciones.

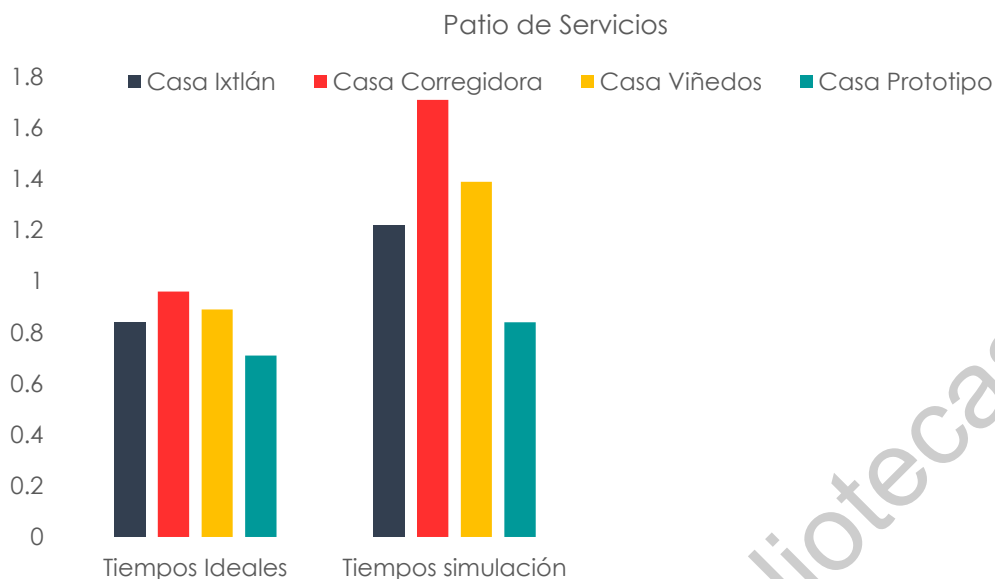
En contraparte el comportamiento que mostró Casa Viñedos fue negativo ya que obtuvo un tiempo de reverberación 200% mayor al tiempo ideal, lo cual, deja en evidencia el comportamiento que se obtiene en un espacio pequeño con materiales altamente reflejantes, ya que, Casa Viñedos cuenta con muros revestidos de losetas cerámicas en dos de sus muros, así como una puerta metálica en un extremo, elementos que dificultan una buena acústica.

Casa Corregidora presentó un 34% de desfase en la relación de tiempo ideal y tiempo de reverberación simulado, esto se entiende tras la observación de la planta arquitectónica, en la cual, se observa cómo tiene alto grado de permeabilidad sonora al tener vanos hacia tres direcciones diferentes: sala, comedor y patio. Sin embargo, el comportamiento es bueno ya que la cocina en esta vivienda no cuenta con ningún tipo de tratamiento acústico.

Casa Prototipo

La cocina en Casa Prototipo tiene una morfología cuadrangular vista en planta, sin embargo, el análisis contempló la zona de escaleras hacia planta alta. Asimismo, se añadió tratamiento al plafón del espacio. De esta forma, el espacio modificó su comportamiento de manera importante ubicándose en un 20% por debajo del tiempo ideal mínimo requerido.

Tabla 20. Tiempos de reverberación Patio de Servicios.



Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.84 segundos
 Tiempo simulación: 1.22 segundos

Casa Corregidora

Tiempo ideal: 0.96 segundos
 Tiempo simulación: 1.71 segundos

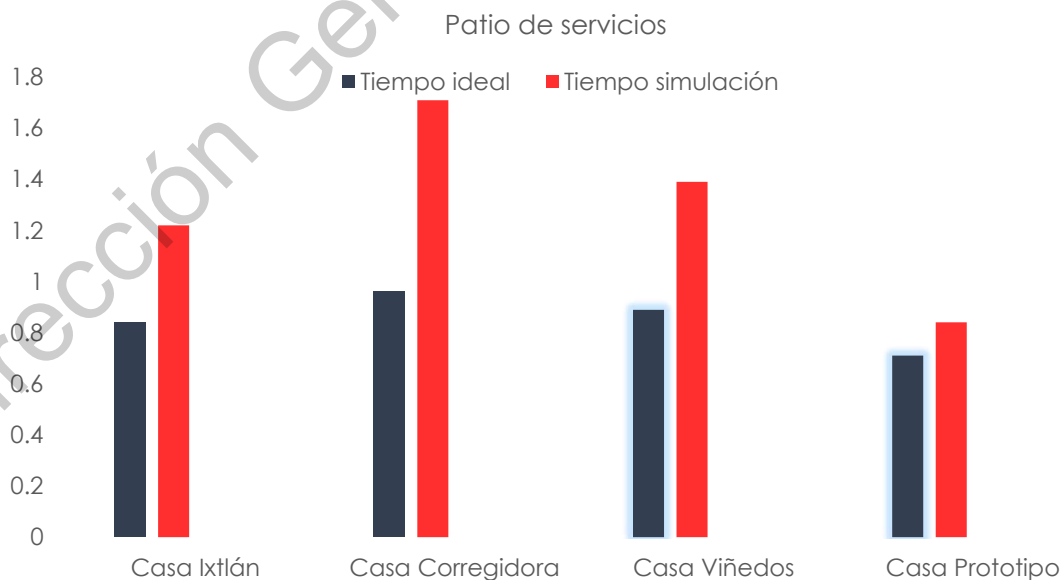
Viñedos

Tiempo ideal: 0.89 segundos
 Tiempo simulación: 1.39 segundos

Casa Prototipo

Tiempo ideal: 0.71 segundos
 Tiempo simulación: 0.84 segundos

Tabla 21. Tiempos de reverberación comparativos. Patio de Servicios.



Las simulaciones en Patios de Servicio establecen tiempos de reverberación ideal más elevados al ser espacios presentando junto con Sala- Comedor los más amplios de las viviendas, situación que se tomó en cuenta para la realización de la casa prototipo en la cual, el Patio de Servicios se redujo, creando un espacio con mayor facilidad para su control acústico.

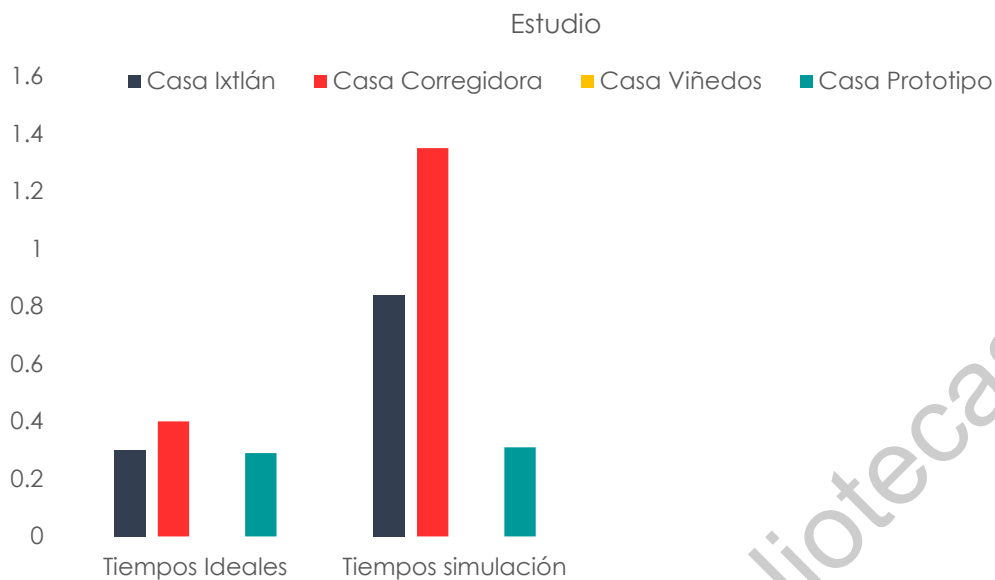
Casa Ixtlán presenta un desfase del 45% respecto al tiempo ideal quedando claro que dicho espacio no cuenta con tratamiento acústico. Con el mismo comportamiento Casa Viñedos mostró una significativa diferencia entre el tiempo ideal y el tiempo de simulación, obteniendo un 55% de déficit entre ambos.

La vivienda que registró el mayor déficit acústico es Casa Corregidora superando en 78% el tiempo de reverberación mínimo ideal, problema que se da debido a los materiales aplicados en esta vivienda, aunado a la forma geométrica del espacio y el contacto directo con el exterior.

Casa Prototipo

Patio de Servicios se consideró un espacio en el cual el sonido deberá propagarse a más de un espacio e, incluso, a espacios que no son contiguos, es por ello, que aun el tiempo ideal de este espacio es casi de un segundo. La simulación no logró llegar al tiempo ideal rebasando ese margen en un 15%, sin embargo, se debe tener en cuenta que, la intención del espacio es precisamente el propagar el sonido a través de la mayor cantidad de espacios posibles, y, por otro lado, Patio de Servicios al tener contacto con el exterior de la vivienda y tomarse en cuenta este dato, se pierde control del sonido reflejado debido a la aportación de sonidos que no son propios de la edificación.

Tabla 22. Tiempos de reverberación Estudio.



Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.30 segundos
 Tiempo simulación: 0.84 segundos

Casa Viñedos

Tiempo ideal:
 Tiempo simulación:

Casa Corregidora

Tiempo ideal: 0.40 segundos
 Tiempo simulación: 1.36 segundos

Casa Prototipo

Tiempo ideal: 0.29 segundos
 Tiempo simulación: 0.31 segundos

Tabla 23. Tiempos de reverberación comparativos. Estudio.



El espacio denominado Estudio no se encuentra en todas las viviendas, Casa Viñedos cuenta con un área de dimensiones similares, pero con una intención distinta a la que un espacio para estudiar requiere. Es por ello, que en esta comparación no se tomó en cuenta.

Los espacios actualmente construidos y analizados para esta investigación, muestran categóricamente la hipótesis de esta tesis, los espacios construidos sin un diseño acústico pierden cualquier utilidad cuando se requiere una intención definida en cada una de las áreas, en estos casos, al ser espacios construidos con los mismos materiales que el resto de la vivienda.

Casa Ixtlán presentó un déficit del 180% respecto al tiempo de reverberación mínimo ideal, esto se debe a la falta de tratamiento acústico en todo el espacio, pisos cerámicos, muros con revestimiento liso, plafón liso, conexión a otros espacios de la casa hacen que cualquier sonido emitido en este espacio, se refleje a través de todas las superficies y hagan que el sonido se convierta en ruido difícil de interpretar, se recomienda el tratamiento acústico para incidir directamente en el comportamiento del espacio, o, en su defecto, convertir el espacio en un área completamente social.

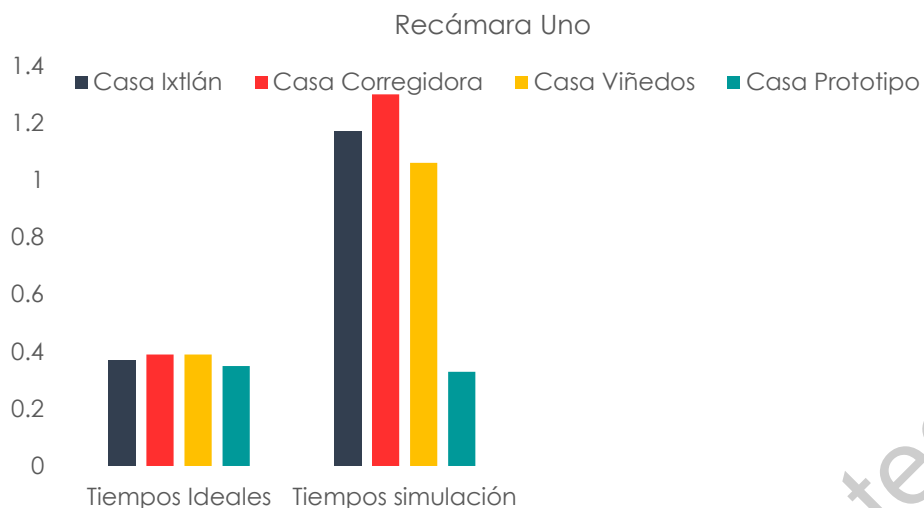
Casa Corregidora con un 240% de déficit debido a la configuración del espacio, dos formas cuadradas interceptadas conforman el área denominada Estudio, cristal simple en un amplio ventanal hacia el exterior, plafón liso, coadyuvan al comportamiento negativo del sonido del espacio.

Por un lado, el ser un espacio definido en su volumetría ayudará al tratamiento acústico de este espacio, sin embargo, el hacerlo impactará de manera significativa en la inversión financiera para Casa Corregidora.

Casa Prototipo

Tras los resultados de las tres viviendas edificadas, fue definitivo que la composición morfológica del estudio, así como los materiales empleados deberían ser diferentes, es por ello, que en Casa Prototipo se diseñó un espacio rectangular, con un tamaño un 50% menor a las viviendas analizadas,, ventanas pequeñas con doble acristalamiento, resultaron efectivas al presentar tan solo un 7% de déficit respecto al tiempo ideal, entendiendo además, que en este espacio no se contempló el tratamiento acústico en plafones, ya que es un área en la cual la emisión y propagación del sonido no es necesaria , ponderando el aislamiento de otras áreas al interior del área analizada.

Tabla 24. Tiempos de reverberación. Recámara Uno.



Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.37 segundos
 Tiempo simulación: 1.17 segundos

Casa Viñedos

Tiempo ideal: 0.39 segundos
 Tiempo simulación: 1.06 segundos

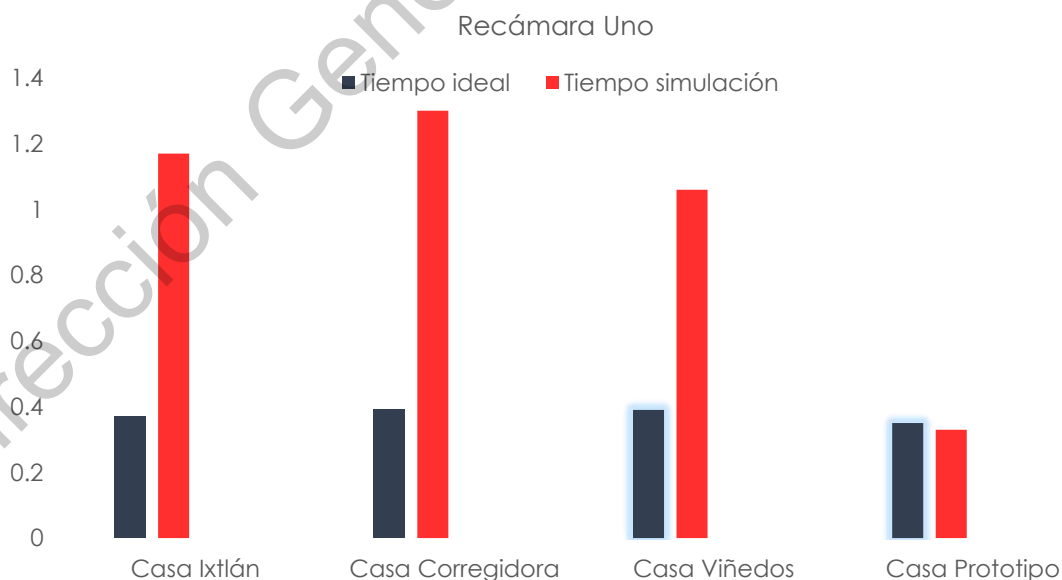
Casa Corregidora

Tiempo ideal: 0.39 segundos
 Tiempo simulación: 1.30 segundos

Casa Prototipo

Tiempo ideal: 0.35 segundos
 Tiempo simulación: 0.33 segundos

Tabla 25. Tiempos de reverberación comparativos. Recámara Uno.



Recámara Uno presenta desfases importantes en los tres casos estudiados, y, al tener una composición similar los tiempos ideales son similares.

Casa Ixtlán rebasa el tiempo mínimo ideal en un 217%, recámara uno cuenta con 15.50 metros cuadrados aproximadamente y una forma cuadrangular, lo cual impacta negativamente en las reflexiones sonoras.

Casa Viñedos mostró un desfase del 150% respecto al mínimo ideal, recámara uno cuenta con 12.40 m² y la ventana, además de contener cristal simple recibe sonidos transmitidos en el patio de servicios.

Casa Corregidora

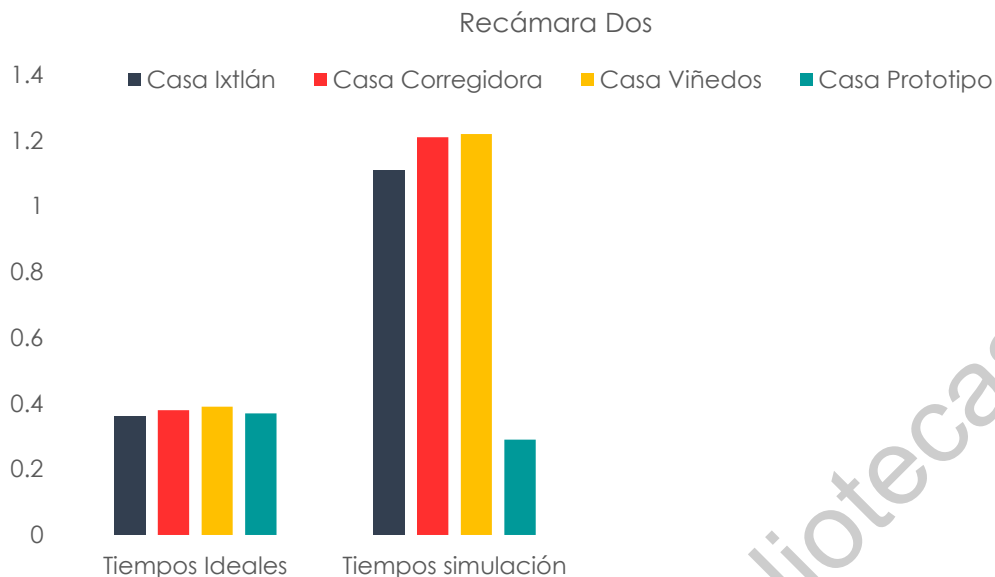
Presenta un desfase del 280% respecto al tiempo ideal, en el caso de las recámaras el tratamiento es nulo, e incluso la disposición de los elementos utilizados en cada una de las viviendas permite la permeabilización del sonido entre los espacios contiguos.

Casa Prototipo

Cambia la morfología, el material empleado para muros, se aplica tratamiento a plafón, se aplica un tipo de piso diferente obteniendo resultados plenamente satisfactorios llegando a un tiempo de simulación 6% debajo del tiempo ideal.

Las conclusiones en Recámara Dos son similares ya que, observando la configuración espacial de las tres viviendas, se observan similitudes en medidas, materiales usados, vanos, aberturas al exterior, alturas etc. Es por tanto que no se mencionan en lo particular.

Tabla 26. Tiempos de reverberación. Recámara Dos



Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.36 segundos
Tiempo simulación: 1.11 segundos

Casa Viñedos

Tiempo ideal: 0.37 segundos
Tiempo simulación: 1.22 segundos

Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.28 segundos
Tiempo simulación: 1.21 segundos

Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.37 segundos
Tiempo simulación: 0.29 segundos

Tabla 27. Tiempos de reverberación comparativos. Recámara dos.

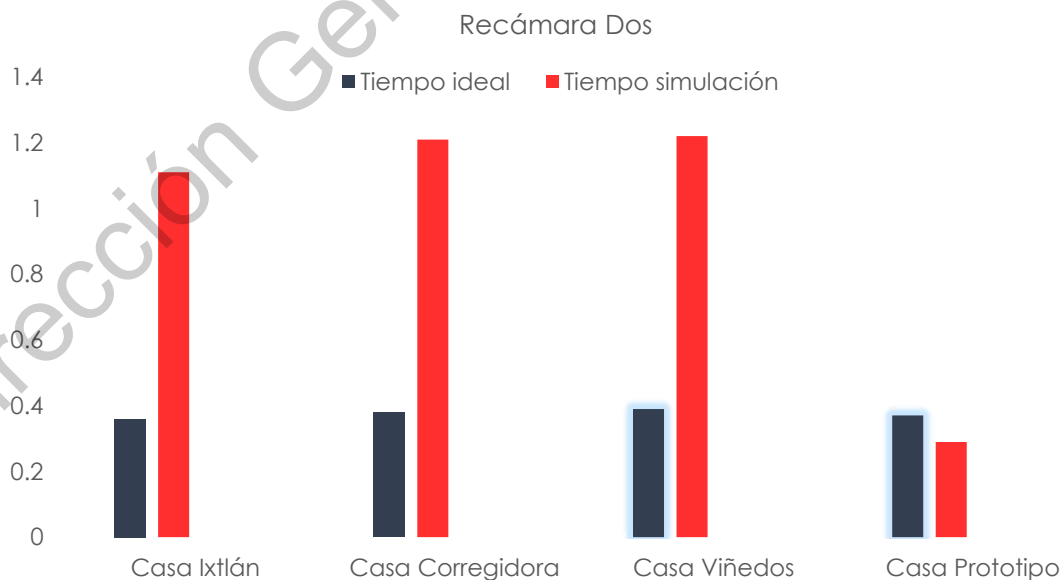


Tabla 28. Tiempos de reverberación. Baño Planta Alta.



Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.24 segundos

Tiempo simulación: 0.66 segundos

Casa Viñedos

Tiempo ideal: 0.24 segundos

Tiempo simulación: 0.55 segundos

Casa Corregidora

Tiempo ideal: 0.20 segundos

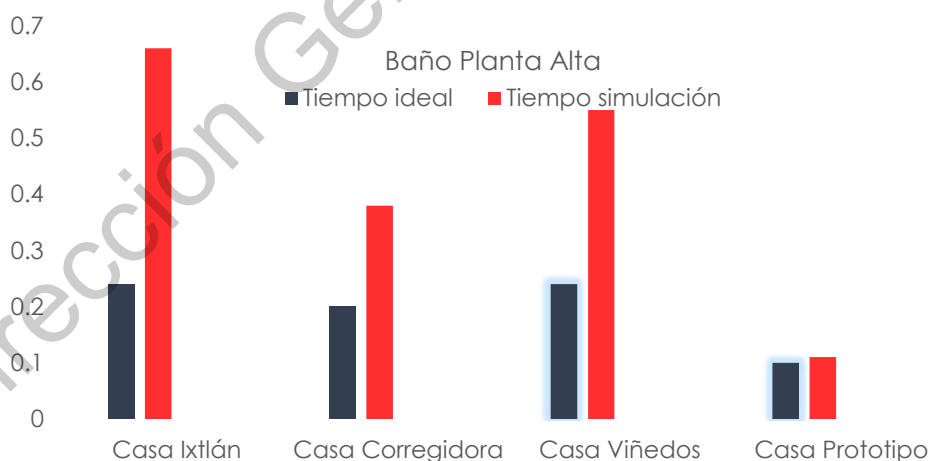
Tiempo simulación: 0.38 segundos

Casa Prototipo

Tiempo ideal: 0.10 segundos

Tiempo simulación: 0.11 segundos

Tabla 29. Tiempos de reverberación comparativos. Baño Planta Alta.



El comportamiento de las Recámaras Principales analizadas reflejan por medio de un nulo tratamiento acústico, sin embargo, Casa prototipo muestra un gran avance en el comportamiento del sonido al interior de este espacio atendiendo a una composición geométrica distinta, pasando de una forma rectangular a una trapezoidal.

Casa Ixtlán generó un tiempo de reverberación 208 % mayor al tiempo ideal, que, En esta vivienda influye también la conexión espacial que hay entre vestidor y baño por medio de un vano, haciendo que el sonido se conduzca en demasiadas direcciones.

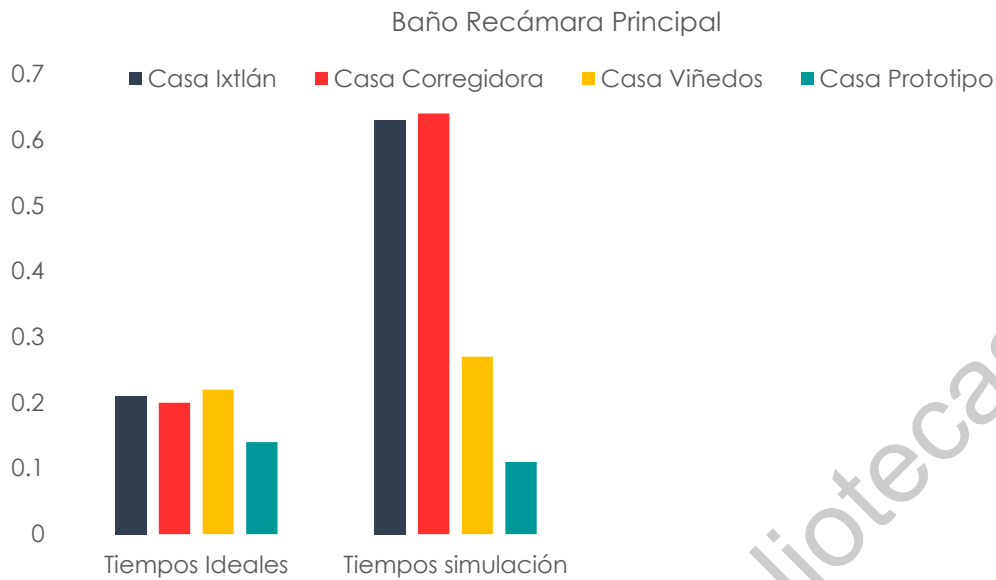
Por otro lado, el comportamiento que mostró Casa Viñedos un tiempo de reverberación 100% mayor al tiempo ideal, lo cual, deja en evidencia el comportamiento que se obtiene en un espacio pequeño con materiales altamente reflejantes. Casa Viñedos cuenta con pisos revestidos de losetas cerámicas, elementos que dificultan una buena acústica.

Casa Corregidora presentó un 245% de desfase en la relación de tiempo ideal y tiempo de reverberación simulado, esto se entiende tras la observación de la planta arquitectónica, en la cual, se demuestra cómo esta composición tiene alto grado de permeabilidad sonora al tener dos direcciones sonoras hacia diferentes: baño y exterior por medio de un vano de tres metros de ancho por dos metros de altura.

Casa Prototipo

Recámara Principal en Casa Prototipo tiene una morfología trapezoidal vista en planta. A ella se añadió tratamiento al plafón del espacio y se aprovechó el closet, optando el tratamiento en el acceso a la terraza. De esta forma, el espacio provocó un comportamiento óptimo, ubicándose en un 10% por encima del tiempo ideal mínimo requerido. Pero por debajo del 0.50 segundos, tiempo que en la teoría se maneja como óptimo para espacios privados o de descanso.

Tabla 30. Tiempos reverberación Baño Recámara Principal.



Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.21 segundos
 Tiempo simulación: 0.63 segundos

Casa Viñedos

Tiempo ideal: 0.22 segundos
 Tiempo simulación: 0.27 segundos

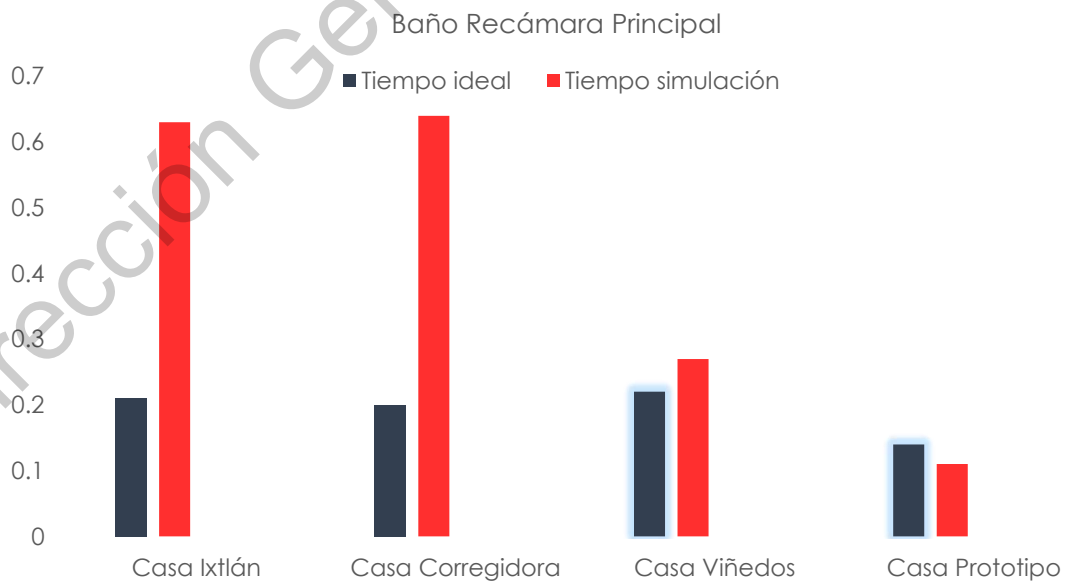
Casa Corregidora

Tiempo ideal: 0.20 segundos
 Tiempo simulación: 0.64 segundos

Casa Prototipo

Tiempo ideal: 0.14 segundos
 Tiempo simulación: 0.11 segundos

Tabla 31. Tiempos de reverberación comparativos. Baño Recámara Principal.



Los resultados en áreas de baño en recámaras principales mostraron una estabilidad y congruencia clara en tiempos ideales de reverberación yendo desde los 0.14 segundos hasta los 0.22 segundos, siempre por debajo de los 0.50 segundos recomendados en acuerdo a las actividades realizadas cotidianamente dentro de este tipo de áreas.

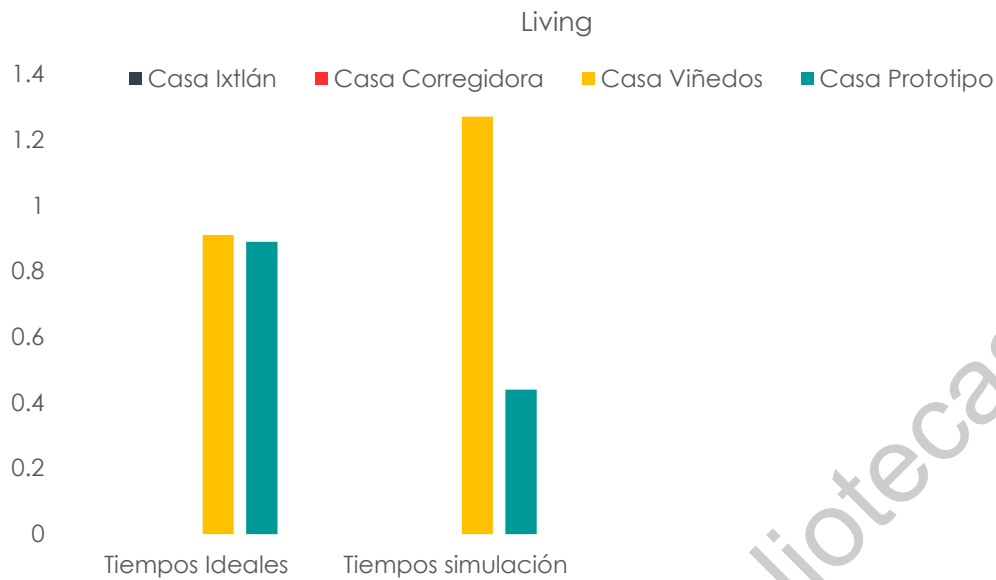
Casa Ixtlán obtuvo un tiempo de simulación tres veces mayor al ideal, por su parte Casa Corregidora se mostró como el caso con mayor problemática al sobrepasar en un 220% el tiempo ideal, caso crítico para un baño ya que de igual forma supera el límite de 0.50 segundos para espacios privados dentro de la vivienda.

En el caso de Casa Viñedos el tiempo de simulación sólo mostró un excedente en el tiempo de reverberación del 20% llegando a 0.27 segundos, un tiempo que, dentro de los límites establecidos, no necesita intervención acústica. Por tanto, se tomó a Casa Viñedos, como muestra real, para la configuración del baño en recámara principal en la Casa Prototipo.

Al entender que había una referencia clara de un comportamiento óptimo en el caso del párrafo anterior, la composición para el caso de Casa Prototipo fue más dinámica. Una subdivisión al espacio entre área de lavado y, por otro lado, sanitario y regadera en L vista en planta, añadido a el uso de materiales reflejantes solo en área de regadera crearon un efecto positivo. Es necesario mencionar que el baño de recámara principal se diseñó a escala del baño de Casa Viñedos y, este efecto se vio reflejado en los tiempos ideales y de simulación respectivamente que Ecotect arrojó.

Los tiempos de Casa Prototipo dieron un resultado positivo ya que, incluso el tiempo de simulación fue menor al tiempo ideal mayor a un 20% pasando de 0.14 segundos a 0.11 segundos, dando así validez a la hipótesis planteada durante esta investigación.

Tabla 32. Tiempos de reverberación. Living



Casa Ixtlán

Tiempo ideal:

Tiempo simulación:

Casa Viñedos

Tiempo ideal:

0.91 segundos

Tiempo simulación:

1.27 segundos

Casa Corregidora

Tiempo ideal:

Tiempo simulación:

Casa Prototipo

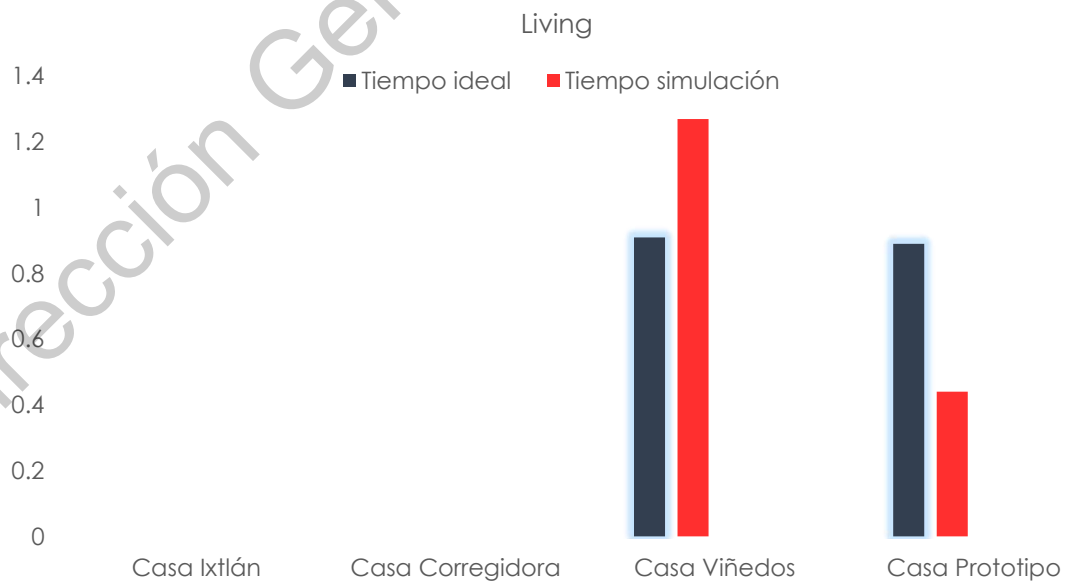
Tiempo ideal:

0.89 segundos

Tiempo simulación:

0.44 segundos

Tabla 33. Tiempos de reverberación comparativos. Living.



Las tres viviendas analizadas para este caso de estudio se buscaron con la mayor similitud posible, sin embargo, al ser edificaciones reales en las que se pudo tener acceso para su levantamiento y visita in situ, hubo algunas diferencias en cuanto a áreas que se presentaron solo en alguno de los casos, o en otros la omisión o diferente disposición o intención. Por su parte Casa Viñedos presenta un área denominada living, la cual se vio reflejada en Casa Prototipo debido a la configuración de ella, es decir, resultó positivo en el impacto acústico contar con un área como la anteriormente mencionada. En Casa Viñedos el tiempo óptimo de reverberación es de 0.91 segundos y el tiempo simulado sobrepasó el límite en un 40% llegando a los 1.27 segundos, sin embargo, la posibilidad que brinda un espacio así teniendo conexión acústica no solo entre espacios contiguos, sino, entre niveles Planta baja y Planta alta dentro de la vivienda, dicha justificación es la que da pie a la propuesta de un espacio con estas características en casa Prototipo, en la cual los resultados fueron alentadores. Por un lado, el tiempo ideal que arrojó Ecotect™ fue de 0.89 segundos y el tiempo simulado fue 50% menor a el tiempo ideal, lo cual, brinda la oportunidad de mantener los espacios interconectados para una transmisión clara de cualquier mensaje emitido y, a la vez, no perturbar el rango en el cual el sonido se vuelve ruido, de esta forma el área de living, se vuelve un espacio que funciona como una especie de comodín, siendo un espacio para la convivencia y para el descanso.

Tabla 34. Tiempos de reverberación. Vestidor.



Casa Ixtlán

Tiempo ideal: 0.69 segundos

Tiempo simulación: 0.75 segundos

Casa Viñedos

Tiempo ideal:

Tiempo simulación:

Casa Corregidora

Tiempo ideal: 0.69 segundos

Tiempo simulación: 0.75 segundos

Casa Prototipo

Tiempo ideal:

Tiempo simulación:

Tabla 35. Tiempos de reverberación comparativos. Vestidor.



Tabla 36. Tiempos de reverberación. Comedor.



Casa Ixtlán

Tiempo ideal:

Tiempo simulación:

Casa Viñedos

Tiempo ideal:

Tiempo simulación:

Casa Corregidora

Tiempo ideal:

Tiempo simulación:

Casa Prototipo

Tiempo ideal:

0.85 segundos

Tiempo simulación:

0.66 segundos

Tabla 37. Tiempos de reverberación comparativos. Comedor.



En las Tablas anteriores 34-37, se observan los comportamientos de dos espacios dentro de la vivienda que solo se presentan en uno de los tres casos analizados, en el caso del espacio denominado vestidor, solo existe en casa Ixtlán, y no se tomó en cuenta para la casa prototipo, por lo tanto, su análisis resulta improcedente en acuerdo a la investigación.

En el mismo sentido, el espacio llamado comedor, solo se presenta en casa Ixtlán, sin embargo, a diferencia del vestidor, se observó, que era un espacio que propiciaba una buena acústica sirviendo como enlace, entre los espacios de planta baja.

Con base en estas simulaciones, se obtuvieron criterios morfológicos para la distribución de la vivienda, en este aspecto el uso de espacios alargados y estrechos probó ser la forma base para que el sonido se comporte de manera óptima y, a partir de ella, su modificación atendiendo las especificaciones que cada espacio requiere.

Por otro lado, la utilización de materiales no convencionales tales como, recubrimientos texturizados, uso de plafones con tratamiento acústico, en combinación con los materiales usualmente empleados en la construcción, lograron un cambio significativo en la tendencia hacia el buen comportamiento del sonido durante su trayectoria entre emisor y receptor.

En relación general con los objetivos planteados al inicio de esta investigación se obtuvieron resultados positivos de acuerdo a los alcances establecidos.

Con lo anterior, se comprueba la necesidad de una mejora en el comportamiento acústico de las viviendas y como, la primera opción no es la aplicación de materiales, sino la configuración espacial de los espacios en ella, ofreciendo resultados positivos ya que, a mayores coeficientes de absorción, mejor manipulación del sonido en sus propagaciones.

Se observó que una vivienda con una buena utilización de materiales acústicos y configuración será siempre más confortable y saludable.

Considerando la normatividad vigente en México para la región, los materiales propuestos resultaron ser apropiados, debido que, al utilizar la geometría como primer punto de mejora, los precios se reducen haciendo de esto una opción viable, económica cumpliendo con el propósito de aislamiento acústico para las envolventes de la vivienda.

A partir del análisis, se recomienda siempre revisar las diferentes formas de aislamiento disponible, así como las especificaciones técnicas de los materiales empleados, la información técnica del material que se vaya a emplear y valorar en acuerdo a ellos, el espesor adecuado al clima donde se construya.

Tras el análisis de las tres casas-habitación se obtienen los siguientes resultados:

- Tiempos de reverberación:

Las casas analizadas no cumplieron con los tiempos de reverberación óptimos, es necesaria la aplicación de conceptos vistos en esta investigación.

- Inteligibilidad:

El habla entre emisor y receptor en las casas analizadas (tres casos) se vio afectada en mayor o menor medida dependiendo directamente en el metraje cuadrado de donde se hizo cada simulación, espacios más amplios generó mayor reflexión y, por tanto, menor inteligibilidad.

- Software:

Respecto a la aplicación de fórmulas presenta una diferencia de +- 0.2 segundos, siendo la fórmula de Sabine la que ofrece resultados con mayor precisión seguido de la fórmula de Millington-Sette.

- Normativas:

Es necesaria la incorporación a reglamentos aplicables en México, así como a Normativas vigentes el cumplimiento de parámetros mínimos en la generación de ruido al interior de la vivienda.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Capítulo IX.

9.1 Conclusiones.

La hipótesis planteada “Si se integra el sonido como componente de diseño de espacios en la casa habitación medio residencial, se generarán proyectos arquitectónicos que aumenten su grado de habitabilidad; considerando los materiales empleados, las características físicas del espacio y su efecto en el pensamiento y sensación del usuario, así mismo generar un efecto positivo en el valor económico de la vivienda.” queda comprobada ya que la composición de nuevas morfologías para casa habitación mejora categóricamente la transmisión del sonido, su control y aislamiento al interior de la vivienda. Las variables analizadas (distribución espacial, materiales, forma geométrica) alteran los resultados de las simulaciones practicadas en los cuatro casos, lo cual ayuda a la comprensión del comportamiento acústico de los espacios arquitectónicos.

Dentro del contexto de conclusiones, se puede citar lo siguiente:

- Los tiempos de reverberación se han podido disminuir en Casa Prototipo a grados óptimos por medio de la morfología en complemento con la combinación adecuada de materiales según la intención de cada espacio.
- La separación de elementos (muros) entre espacios íntimos resulta efectiva para el aislamiento y poca nula propagación de ruido.
- La separación de áreas sociales, en específico la de sala-comedor a dos espacios distribuidos de forma no contigua favorecen a una transmisión sonora por el resto de los espacios en casa Prototipo.
- Se observó que la separación de áreas sociales contribuye a una adecuada inteligibilidad y propagación hacia el resto de la casa.

La aplicación de cambio de materiales en plafonería es en definitiva una línea de investigación a continuar, debido a los resultados positivos obtenidos y el poco empleo actual en el tratamiento de estos elementos.

Los resultados obtenidos en los tres casos de estudio sólo se podrán replicar si se aplican los mismos espacios con los materiales ya existentes, de otro modo el espacio sufrirá cambios en sus tiempos finales de reverberación.

Ecotect 2011® representa de manera práctica y didáctica el comportamiento sonoro en espacios tridimensionales, sin embargo, existen parámetros que no contemplan

Este tipo de estudios y metodología empleada pueden ser aplicados a otras ciudades adaptando los materiales y necesidades locales. Existe una gran diversidad de materiales empleados en toda la república mexicana, es por ello, conveniente el conocimiento de las especificaciones físicas de cada material para poder utilizarlo en la metodología implementada durante la presente investigación.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

X. Bibliografía

- Alanis, J. (1974). *Acústica en espacios y en los volúmenes arquitectónicos*. México: Trillas.
- Arau, H. (1999). *ABC de la Acústica Arquitectónica*. España: Ediciones CEAC.
- Bell, P. A. (1978). *Environmental psychology*. (Saunders, Ed.) Universidad de Michigan, Estados Unidos de Norteamérica: Saunders, 1978.
- Bustos, F. (2011). *Revisión y Propuesta de modificación a la NCH 3520F. 61 Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios*. Valdivia, Chile.: Universidad Austral de Chile.
- Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, SL.
- Carter, N. L. (1996). TRANSPORTATION NOISE, SLEEP, AND POSSIBLE. *Environment International*, 22(1), 105-116.
- Ching, F. D. (1985). *Arquitectura: Forma, Espacio y Orden*. México, D.F.: Ediciones G. Gili, S.A. de C.V.
- CONAVI. (2018). *Vivienda Vigente Nacional por valor*.
- Efron, A. (1971). *El mundo del sonido*. Buenos Aires: Marcombo S.A.
- Eljure, S. E. (1996). *Acústica Arquitectónica*. México, Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Flores, A. (Junio de 2016). TESIS FENÓMENO ARQUITECTÓNICO, PROCESO DE DISEÑO Y COMPLEJIDAD HUMANA: PROPUESTA DE RE-CONCEPTUALIZACIÓN. Ciudad de México, México: UNAM.
- G. Cárdenas, R. (5 de Diciembre de 2017). http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/241_cienciorama.pdf. Obtenido de http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/241_cienciorama.pdf
- García, M. C. (2010). Conceptualización del Espacio Arquitectónico a través de la Historia. *Módulo*, 87-104.
- Goines, L. (Marzo de 2007). *nonoise.org*. Recuperado el 15 de Febrero de 2018, de <https://www.nonoise.org/library/smj/smj.htm>
- Kepes, G. (1970). *El movimiento, su esencia y su estética*. México: Novaro.
- Luzón, S. P. (7 de Marzo de 2007). *Universidad de Jaén*. Recuperado el 14 de Octubre de 2017, de <http://www4.ujaen.es/~spuertas/Private/Tema%209.pdf>
- Maggiolo, D. (5 de Diciembre de 2017). *Apuntes de acústica musical*. Obtenido de <http://www.eumus.edu.uy/docentes/maggiolo/acuapu/prp.html>

- Manzo, R. F. (Noviembre de 2001). Análisis y balance acústico de los espacios arquitectónicos. México, Distrito Federal, México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- MAPAMA. (8 de Octubre de 2017). *.mapama.gob.es*. Obtenido de http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/contaminacion_acustica_tcm7-1705.pdf
- MAPAMA. (s.f.). *Conceptos básicos del sonido ambiental*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Recuperado el 8 de Octubre de 2017, de Física del Sonido: http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/contaminacion_acustica_tcm7-1705.pdf
- Marín, L. M. (2008). Calidad acústica en viviendas. Reglamentos, normativas y certificaciones acústicas en Iberoamérica. *VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008*, (págs. 2,3). Buenos Aires.
- Martín, M. (2006). Exposure–effect relationships between road. *Science Direct*, 14.
- Mora, P. J. (Julio-Agosto de 2013). Neurobiología del sueño y su importancia: antología para el estudiante universitario. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 56(4), 11. Recuperado el 2018
- OSMAN. (2011). *Ruido y Salud*. Junta de Andalucía, Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía. Andalucía: Diseño y Maquetación. Recuperado el 5 de Junio de 2018, de http://www.osman.es/download/guias/osman/ruido_salud_osman.pdf
- Peale, N. V. (1952). *Power of positive thinking for young people*. Random House, 2012.
- Pol, E. (2005). *Aplicaciones de la psicología ambiental*. . Barcelona: UOC.
- Prochansky, H. M. (1976). *Environmental psychology and the real world*.
- Real Academia Española. (2018). *Diccionario de la lengua Española*. Madrid: Asociación de Academias de la Lengua Española.
- Recuero, L. M. (1999). *Acústica Arquitectónica Aplicada*. Paraninfo.
- Recursos, S. d. (s.f.). *i.guerrero.gob.mx*. Obtenido de <http://i.guerrero.gob.mx/uploads/2015/05/NOM-SEMARNAT-081-RUIDO.pdf>
- Roberto, F. (2003). Notas para una teoría crítica del proyecto-fragment. *Revista Theomai*.
- Rodríguez, A. (2005). *Conceptos básicos de la Psicoacústica*. Montevideo - Uruguay: Facultad de Ingeniería eléctrica.
- Sabine, W. C. (1906). *symphony hall, boston*. Boston.
- Saénz, C. G. (2014). *Psicología de la percepción y la atención*. Huancayo: Universidad Continental Rebelars S.A.C. Recuperado el 2018
- Salud, O. M. (17 de Noviembre de 2017). *euro.who.int*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2017, de <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise>

Sanchis, M. J. (2013). *Diseño del aislamiento y acondicionamiento acústico*. (U. P. Valencia, Ed.)
Recuperado el 2018, de
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/33579/memoria.pdf?sequence=1>

SEMARNAT. (16 de 11 de 2018). Obtenido de Microsoft Word - NOM 081 ECOL_1994_DOF.doc:
<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/081.pdf>

Talks, T. (Dirección). (2017). *¿Puede la arquitectura diseñarte?* [Película].

Valera, S. (1996). Psicología Ambiental: bases teóricas y epistemológicas. *Psico-socio Monografies Ambientals*.

Vivienda, C. d. (2017). *CEV*.

Dirección General de Bibliotecas UAQ