



Escuela de
Arquitectura
UIDE | Powered by ASU

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR – SEDE LOJA

Facultad para la Ciudad, el Paisaje y

la Arquitectura

**CONFORT ACÚSTICO EN VIVIENDAS PERIFERICAS, MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE
PANELES ORGÁNICOS.
CASO DE ESTUDIO: “BARRIO CHONTA CRUZ” SECTOR LA CASCARILLA DE LA CIUDAD DE
LOJA.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Arquitecto

Autor:

Cristian Xavier Cabrera Apolo

Directora:

Arq. María Isabel Vivanco Villavicencio, Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2022

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Cristian Xavier Cabrera Apolo, declaro bajo juramento del trabajo descrito es de mi autoria: que no ha sido presentado anteriormente para ningun grado o calificacion personal y que se encuentra respaldado con la respectiva bibliografia.

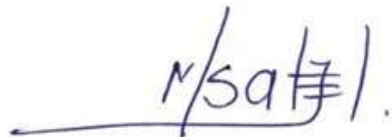
Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que el presente trabajo sea publicado y divulgado en internet, segun lo establecido en la ley de propiedad intelectual y demas disposiciones legales.



Cristian Xavier Cabrera Apolo

Autor

Yo, María Isabel Vivanco, Mg. Sc., certifico que conozco al autor del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad cómo de su contenido.



Arq. María Isabel Vivanco, Mg. Sc.

Directora de tesis

AGRADECIMIENTOS

A Dios, familia y amigos que me han apoyado a lo largo de la carrera de arquitectura para así poder lograr superarme.

Y todas las personas del sector que me brindaron su colaboración para la realización de este trabajo de titulación.

DEDICATORIA

A mis padres, María y Robert, hermanos, Adrián y Gabriel, por estar conmigo desde siempre, por nunca dejarme vencer y ayudarme a levantar, y a su vez, recordarme que el valor del sacrificio brinda frutos. A mis familiares, por siempre estar presentes en mi vida que brindaron motivación para cumplir mis objetivos y metas.

A mis amigos de toda la vida y a los que conocí durante mi formación profesional a lo largo de la universidad.

RESUMEN

Uno de los problemas a nivel nacional es el tema de las personas que no cuentan con vivienda propia, en las viviendas rurales actuales, existe una deficiencia en el aislamiento acústico.

Aplicar tecnologías acústicas en paredes y cubiertas de viviendas periféricas de familias, que perciben ingresos menores al salario básico unificado, en el barrio Chonta cruz: sector la Cascarilla. Estudiar acerca de la información correspondiente y para casos análogos con respecto al confort de la vivienda. Diagnosticar la deficiencia acústica en viviendas rurales con software de análisis. Construir un panel laminado en arcilla con mezcla de compuestos orgánicos modulares, con un sistema de fácil fijación, mediante creación 3d y para comprobar mediante software de análisis acústico.

La aplicación de estos paneles orgánicos con materiales de arcilla, y sintéticos, permitirá mejorar la absorción acústica, que, mediante su aplicación en cubiertas y mamposterías, adicionadas a la demanda de vivienda creciente, logrará obtener nuevas tecnologías constructivas asequibles para personas de menores ingresos, que carecen de un techo.

Aplicando la metodología de Oktay y Hoskara (2009), compuesta por técnicas cualitativas y cuantitativas, tales como observaciones, análisis físicos, funcionales y sociales en el lugar, consultas de algunos residentes a través de entrevistas informales no estructuradas, así como el uso de un criterio de selección y medición mediante la técnica de escalamiento 1-5.

Luego de haber determinado la deficiencia acústica en la vivienda del caso de estudio, se aplica una clasificación en base a la norma chilena de A a G, se usa la parte de la propuesta que se desarrolla y se obtiene las conclusiones del caso de la resolución de la propuesta.

Palabras Clave:

Deficiencia, Panel, Modular, Acústica, Arcilla

ABSTRACT

One of the problems at the national level is the issue of people who do not have their own housing, in the current rural housing, there is a deficiency in acoustic insulation.

To apply acoustic technologies in walls and roofs of peripheral houses of families who earn less than the unified basic salary in the neighborhood of Chonta Cruz: La Cascarilla sector. To study about the corresponding information and for analogous cases with respect to the comfort of the house. To diagnose the acoustic deficiency in rural houses with analysis software. To build a laminated panel in clay with a mixture of modular organic compounds, with a system of easy fixation, by means of creation 3d and to check by means of software of acoustic analysis.

The application of these organic panels with clay and synthetic materials, will improve the acoustic absorption, which, through its application in roofs and masonry, added to the growing demand for housing, will achieve new affordable construction technologies for people with lower incomes, who lack a roof.

Applying the methodology of Oktay and Hoskara (2009), composed of qualitative and quantitative techniques, such as observations, physical, functional and social analysis on site, consultation of some residents through informal unstructured interviews, as well as the use of a selection and measurement criteria using the 1-5 scaling technique.

After having determined the acoustic deficiency in the housing of the case study, a classification is applied based on the Chilean standard from A to G, the part of the proposal that is developed is used and the conclusions of the case of the proposal resolution are obtained.

Keywords:

Deficiency, Panel, Modular, Acoustics, Clay,

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN JURAMENTADA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
CAPÍTULO 1.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2.PROBLEMÁTICA	3
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
1.5. HIPÓTESIS	6
CAPÍTULO 2.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Arquitectura Vernácula.....	7
2.2 Sistemas constructivos	7
2.2.1 El adobe.....	7
2.2.2 La tapia	8
2.2.3 El bahareque	8
2.3 La arquitectura bioclimática	8
2.4 Introducción al sonido.....	9
2.4.1 Definición del sonido.....	9
2.4.2 Generación y propagación del sonido	10
2.4.3 Frecuencia del sonido	10
2.4.5 Clasificación de los sonidos	10
2.4.6 Sonidos deterministas	13
2.5 Introduccion a la acústica arquitectónica	14
2.Ecos	14
2.5.2Reflexiones Tempranas.....	14
2.5.3 Absorción Sonora	14
2.5.4 Tiempo de reverberación	15
2.5.5 Aislación Acústica	16
2.6 Confort Entorno a la Vivienda	17

2.7 Diseño Acústico	17
2.7.1 Estrategias de Diseño Acústico	19
2.7.2 Distribución, Forma y Tamaño de los Recintos.....	20
2.7.3 El Aislamiento Acústico	21
2.7.3.1 Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo.....	21
2.4.1.2 Enfriamiento Pasivo.....	22
2.8 Normativa Internacional.....	22
2.8.1 Términos de Referencia Estandarizados con Prámetros de eficiencia energética y confort ambiental, para licitaciones de diseño y obra de la dirección de la arquitectura, según zonas geográficas del país y según tipología de edificios (Gobierno de Chile).....	22
2.8.1.1 Confort Acústico.....	22
CAPÍTULO III.....	24
3. Marco Referencial.....	24
3.1 Enfoque de la investigación	24
3.2 Tipo de investigación	24
3.3 Métodos	24
3.4 Técnicas e instrumentos	24
3.4.1 Observación.....	24
3.4.2 La Encuesta.....	24
3.5 Población y muestra	24
3.5.1 Muestra no probalística.....	24
3.5.2 Cálculo de la muestra.....	24
3.5.3 Análisis e interpretación de Resultados.....	25
3.6 Marco Referencial.....	31
3.6.1 Casos Análogos.....	31
3.6.1.1 Recorrido Histórico en la Vivienda Bogotana.....	31
3.6.1.2 Metodología y Técnicas	31
3.6.1.3 Evaluación acústica de la vivienda Bogotana, metodología para abordar el problema de estudio.....	31
3.6.1.4 Simulaciones.....	31
3.6.1.5Mediaciones Acústicas en el Lugar.....	31
3.6.1.6 Análisis Acústico.....	31
3.6.1.7 Conclusión	32

3.6.2 Base de datos de mediciones de respuestas impulsivas de recintos con diferentes características acústica (Córdoba - Argentina)	32
3.6.2.1 Conclusión General	32
CAPÍTULO IV	33
4. Fase Diagnóstico	33
4.1 Ubicación	33
4.2 Descripción del Área de Estudio	33
4.3 Atributos Físicos	34
4.3.1 Clima	34
4.3.2 Temperatura	34
4.3.3 Precipitaciones	34
4.3.4 Vientos	35
4.4 Análisi del Área de Estudio	35
4.4.1 Jerarquización Vial	35
4.4.2 Línea de buses	36
4.4.3 Flujo vehicular del área de estudio	36
4.4.3.1. Flujo vehicular del área de estudio por tramos	36
4.4.3.2. Cuento vehicular del área de estudio	37
4.4.4 Asoleamiento	38
4.4.1. Análisis de soleamiento y viento en el sitio de estudio	38
4.4.5 Elementos existentes construidos	38
4.4.6 Topografía	39
4.4.7 Contaminación acústica del área de estudio	39
4.4.8 Análisis Socioeconómico	40
4.4.9 Tipología de la construcción de la vivienda	41
4.5 Selección vivienda para análisis de diagnóstico acústico	44
4.5.1 Justificación de selección de la vivienda	44
4.5.2 Datos Generales de la vivienda	45
4.5.3 Ubicación	45
4.5.4 Documentos arquitectónicos de la vivienda	46
4.6 Entender el habitar de las personas de la vivienda	48
4.6.1 Análisis de espacio vivienda	48
4.7 Proceso de diagnóstico de la vivienda por medio de software acústico Autodesk Ecotec Analysis	49
4.7.1 Levantamiento de vivienda en software	49
4.7.2 Conversión de archivo Archud a software Ecotec por medio de archivo object	49
4.7.3 Ubicación	45
4.8 Síntesis del Diagnóstico	51
CAPÍTULO V	54
5.1 Metodología de Diseño	55
5.2 Investigación de ejemplos de estrategias de soluciones al déficit acústico	56
5.3 La Arcilla	58
5.4 Materiales Biodegradables como agregados con el material principal de arcilla	58
5.5 Paneles de Arcilla en el mercado internacional	59
5.5.1 Información General	59
5.5.2 Dimensiones y Datos claves	59
5.5.3 Beneficios	59
5.6 Conductividad térmica de materiales	60
5.7 Dimensiones sugeridas por panel	62
CAPÍTULO VI Experimentación	63
6.1 Proceso de pruebas de soluciones frente a déficit acústico	63
6.1.1 Soluciones acústicas caso de techos	63
6.2 Soluciones acústicas en paredes	65
6.2.1 Caso de pared de yeso con ladrillo	65
6.2.2 Caso de pared de tablero de madera	66
6.2.3 Caso de paneles de yeso	67
6.3 Soluciones Acústicas en Ventanas	68
6.3.1 Caso de ventana simple con marco de aluminio	68
6.3.2 Caso de ventana doble con marco de aluminio	69
6.4 Prueba de especificaciones óptimas para aplicación panel en vivienda	70
6.4.1 Prueba de panel tipo sándwich caso 1 de E=23cm	70
6.4.2 Prueba de panel tipo sándwich caso 2 de E=19cm	71
6.4.3 Prueba de panel tipo sándwich caso 3 de E=23cm	72
6.5 Discusión de los resultados obtenidos	73
6.6 Presupuesto referencial del panel	73

6.7 Presupuesto montaje de cantidad de paneles para la vivienda, per- fileria omega y mano de obra para colocación de panel.....	74
6.8 Ventajas y Desventajas	75
6.8.1 Ventajas	75
6.8.2 Desventajas	75
CAPITULO VII Conclusiones y Recomendaciones	75
7.1.Conclusiones	75
7.2.Recomendaciones	75
8.Bibliografía	76
9.Anexos	77

INDICE FIGURAS

Figura 1		Figura 16	
Vía de Integración Barrial.....	2	(a) Vista superior en corte de un montaje de placas de roca de yeso con estructura formada por perfiles de chapa. (b) Estructura alternada sin conexión rígida. Notar la diferencia de espesores a uno y otro lado de la pared.	16
Figura 2		Figura 17	
Conservación de tramos de murallas medievales de tapia. Córdoba, España.	7	Corte según un plano horizontal de una ventana de doble vidrio. Obsérvese el diferente espesor de los vidrios.	16
Figura 3		Figura 18.	
Taller infantil para elaboración de adobes. San Isidro, Durango, México.	8	Manual de Aplicación del Artículo 4.1.6. OGUC.	19
Figura 4		Figura 19.	
Elaboración de adobes	8	Principales vías de transmisión sonora desde pasillos y puertas enfrentadas	20
Práctica de bahareque. Construtierrez, 2006. Monasterio de Santo Ecce Homo, Colombia.....	9	Figura 20.	
Figura 6		Evitando puertas enfrentadas se reduce la transmisión sonora entre recintos.....	20
Vigencia de la arquitectura bioclimática	9	Figura 21.	
Conjunto de ondas de sonido		Ejemplo aplicado al diseño de edificios de salud	20
Figura 8		Figura 22.	
Zonas de compresión y dilatación de las partículas de aire en la propagación de una onda sonora.....	10	Principales vías de transmisión de ruido entre recintos.....	21
Figura 9		Figura 23	
Ejemplos de oscilaciones de frecuencias 1 y 10 Hz	10	Grafico de pregunta 1.....	25
Figura 10		Figura 25	
Tono puro y su espectro frecuencial		Gráfico de pregunta 3.....	26
Figura 11		Figura 24	
Sonido periódico complejo y su espectro frecuencial	10	Gráfico de pregunta 2.....	27
Figura 12		Figura 26	
Pulso rectangular y su espectro frecuencia.....	11	Gráfico de pregunta 4.....	27
Figura 13		Figura 27	
Sonido aleatorio y correspondiente densidad espectral de potencia	11	Gráfico de pregunta 5.....	28
Figura 14		Figura 28	
Bandas de frecuencias de instrumentos musicales y de la voz	11	Gráfico de pregunta 6.....	28
Diferentes modelos de sonómetros convencionales (Dicesva, S.L.) ...	12	Figura 29	
Figura 15		Gráfico de pregunta 7.....	28
En la línea de puntos, el sonido directo. En líneas llenas, algunas de las primeras reflexiones tempranas.....	13	Figura 30	

Gráfico de pregunta 8.....	29	Planta de la vivienda	47
Figura 31		Figura 48	
Gráfico de pregunta 9.....	29	Elevaciones.....	47
Figura 32		Figura 49	
Gráfico de pregunta 10.....	30	Secciones.....	48
Figura 33		Figura 50	
Análisis de un aula de audiovisuales	32	Figura 51	
Figura 34.		Modelado 3d de vivienda analizada.....	49
Imagen satelital de la ciudad de Loja	33	Figura 52	
Figura 35.		Modelado 3d de vivienda en software Ecotect	49
Imagen satelital del área de estudio barrio la cascarilla.....	3 4	Figura 53	
Figura 36.		Visualización inalámbrica para asignación de materiales que posee el software	49
Tipos de vías existentes.....	3 5	Figura 54	
Figura 37		Visualización de espectrograma de rayos y partículas de sonido de la vivienda	50
Líneas de buses	36	Figura 55	
Figura 38		Gráfica de índices de medición de la respuesta acústica por ecotect analisis.....	50
Plano de flujo vehicular en tramos.....	37	Figura 56	
Figura 39		Modelo de Pahl y Beitz.....	55
Análisis de vientos y asoleamiento del sitio	38	Figura 57	
Figura 40		Modelo de Pahl y Beitz aplicado al tema de tesis.....	56
Mapeo de elementos construidos.....	38	Figura 58	
Figura 41		Paneles de arcilla Clayworks.....	59
Planimetría con líneas topográficas	39	Figura 59	
Figura 42.		Detalle de tipo montaje panel.....	61
Mapeo de puntos de medición del ruido	39	Figura 60	
Figura 43		Detalle en vista frontal y planta de montaje panel.....	61
Mapeo de viviendas construidas con ladrillo en mampostería y estructura hormigón armado.	44	Figura 61	
Figura 44		Panel de Arcilla.....	62
Vivienda escogida para el análisis	44	Figura 62	
Figura 45.		Calificación de desempeño aislamiento acustico	63
Ubicación de la vivienda correspondiente al mapa.....	45	Figura 63	
Figura 46		Caso de losa hormigón	63
Implantación de vivienda de una planta	46		
Figura 47			

Figura 64	Diagrama de valores de cantidad de absorción acústica caso de ventana doble con marco de aluminio.....	63	670
Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso losa hormigón aplicado en la vivienda de estudio.....		63	
Caso con cielo raso suspendido.....		64	
Figura 66	Detalle de caso tipo 1 sandwich	64	70
Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso cielo raso suspendido aplicado en la vivienda del caso de estudio.		64	
Figura 67	Figura 80		
Caso de Asfalto techo hormigón	Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso panel arcilla tipo 1.....	64	70
Figura 68	Figura 81		
Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso asfalto techo hormigón aplicado en la vivienda del caso de estudio. 65	Detalle de caso tipo 2 sandwich	65	71
Figura 69	Figura 82		
2d de pared de yeso con ladrillo	Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso panel arcilla tipo 2.....	65	71
Figura 70	Figura 83		
Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso asfalto techo hormigón aplicado en la vivienda del caso de estudio. 60	Detalle de caso tipo 3 sandwich	60	72
Figura 71	Figura 84		
Detalle de pared de tablero de madera	Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso panel arcilla tipo 3.....	66	72
Figura 72			
Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso asfalto techo hormigón aplicado en la vivienda del caso de estudio . 67		67	
Figura 73			
Detalle de paneles yeso.....		67	
Figura 74			
Detalle de pared de ventana simple		68	
Figura 75			
Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso asfalto techo hormigón aplicado en la vivienda del caso de estudio . 68		68	
Figura 76			
Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso de ventana simple con marco de aluminio.....		69	
Figura 77			
Detalle de pared de doble vidrio.....		69	
Figura 78			

INDICE TABLAS

Tabla 1.	Considera ud que el ruido afecta en la calidad de vida de las personas	26
Niveles de presión sonora correspondientes a sonidos y ruidos típicos, y valoración subjetiva asociada.....	Tabla 14	Conoce ud. el nivel permitido de decibels por la organización mundial de la salud 27
Tabla 2.	Tabla 15	Conoce ud. el nivel permitido de decibels por la organización mundial de la salud 27
Coefficientes de absorción de diversos materiales en función de la frecuencia (según varias fuentes). Los valores no suministrados no estaban disponibles.....	Tabla 16	Medidas para protegerse del ruido de la calle 28
Tabla 3.	Tabla 17	Medidas para protegerse del ruido de la calle 28
Pérdida de transmisión de diversos materiales en función de la frecuencia, y clase de transmisión sonora (según varias fuentes).	Tabla 18	Materiales para muros se usan comúnmente en las viviendas del sector..... 29
Tabla 4.	Tabla 19	Conoce acerca la absorción acústica en viviendas 29
La idea de habitabilidad como una concepción amplia para caracterizar los estándares de calidad de vida, en tres ámbitos: salud, percepción y escalas de intervención, en comparación con la idea de confort restringida a los ámbitos higro-térmico, acústico y lumínico	Tabla 20	Conoce acerca la absorción acústica en viviendas 29
Tabla 5	Tabla 21.	Rango de temperaturas máximas y mínimas en el Cantón Loja..... 30
Valores mínimos exigidos, Artículo Nº 4.1.6 OGUC.....	Tabla 22.	Precipitación Media Mensual (mm) de Estaciones Meteorológicas .. 34
Tabla 6.	Tabla 23.	Conteo de flujo vehicular con respecto a las calles del área de estudio 37
Detalle de los programas europeos de clasificación acústica en edificaciones.....	Tabla 24	Tendencia de los niveles sonoros medios frente a la antigüedad, para diferentes categorías de vehículos 39
Tabla 7.	Tabla 25	Cuadro por zonas y manzanas..... 40
Detalle de los programas europeos de clasificación acústica en edificaciones.....	Tabla 26	Matriz de análisis tipologías vivienda..... 41
Tabla 8	Tabla 27	Parametros selección vivienda a analizar 44
Aislamiento acústico a ruido aéreo mínimo		
Tabla 9		
Aislamiento acústico mínimo de fachadas y elementos de fachada. . 2		
Tabla 10		
Tiempo de reverberación máximo permitido.....		
Tabla 11		
Cuál es la principal fuente de ruido que afecta al barrio		
Tabla 13		
Qué días usted considera que se presenta mayor cantidad de ruido. 26		
Tabla 12		

Diagrama zonificación de la vivienda	44	Tabla 45	
Tabla 28		Tabla de presupuesto panel estándar 240 x 60 cm	73
Síntesis del Diagnóstico	51		
Tabla 29			
Ejemplos de soluciones constructivas y sus respectivos valores de aislamiento acústico a ruido aéreo.....	50		
Tabla 31			
Dimensiones sugeridas para diseño panel en base a productos global			
62			
Tabla 32.			
Materiales aplicados con índices de conductividad	63		
Tabla 33			
Materiales aplicados con índices de conductividad	64		
Tabla 34			
Materiales aplicados con índices de conductividad	65		
Tabla 35.			
Comparación de rangos de absorción en caso techos con tres soluciones acústicas.	65		
Tabla 36			
Materiales aplicados con índices de conductividad	66		
Tabla 37			
Materiales aplicados con índices de conductividad	66		
Materiales aplicados con índices de conductividad	67		
Tabla 39			
Materiales aplicados con índices de conductividad	68		
Tabla 40			
Materiales aplicados con índices de conductividad	69		
Tabla 41			
Tabla de selección solución caso ventanas.....	70		
Tabla 42			
Materiales aplicados con índices de conductividad	71		
Tabla 43			
Materiales aplicados con índices de conductividad	71		
Tabla 44			
Tabla de selección solución caso ventanas.....	72		

CAPITULO I PLAN DE INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Los materiales autóctonos en la arquitectura vernácula han sido usados tradicionalmente en todo el mundo, debido a su fácil acceso, las distintas culturas a lo largo del tiempo han trabajado en este tipo de técnicas constructivas. Actualmente el 50 por ciento de las casas del mundo están construidas con este material, en cambio en América Latina, podemos referirnos al Ecuador donde, según datos estadísticos del 2010, 15,9% del total de las viviendas particulares son construidas en tierra, y el número es mayor cuando nos centramos en la región andina donde se concentran las comunidades que aún elaboran de manera tradicional su vivienda utilizando materiales como el adobe, el tapial y el bahareque.

El adobe como material de construcción para uso habitacional ha sido utilizado por miles de años por los pueblos indígenas de América, tanto en el suroeste de los Estados Unidos como en Mesoamérica y la región andina en Sudamérica.

En el pasado los seres humanos, una vez que empezaron a transformar el entorno en base a las necesidades que requerían, se dieron cuenta de la facilidad que brindaban ciertos materiales que eran fácilmente accesibles y que brinda la naturaleza, como el barro. Por tanto, si hablamos acerca de un poco de historia, podemos decir que en la era de las cavernas se requería el techo para protección de los agentes climáticos, sin embargo, con el paso del tiempo el planeta ha dado ciertos materiales que el hombre ha ido experimentando para su uso en la vivienda.

El uso del adobe es una alternativa viable solventar el problema de la falta de vivienda, por medio de la autoconstrucción que se vive en Latinoamérica. Sin embargo, una limitante para desarrollar tal alternativa consiste en que la mayoría de las técnicas constructivas tradicionales que utilizan materiales obtenidos a partir del suelo son resultado del conocimiento empírico.

Dicho conocimiento generalmente es asistemático, varía en cada cultura y región y carece de una terminología interdisciplinaria. Por lo tanto, difícilmente esta opción ofrece, de modo directo, una base tecnológica universalmente válida.

Además, en otros sitios del mundo, existe la tradición constructiva de edificaciones en tierra, de hecho, existen interesantes ejemplos que aún están en pie en zonas del Medio Oriente, África y Asia. En Europa existe todavía edificaciones realizadas en tierra, pero sin duda en los últimos años se ha dado un especial interés en la experimentación con los materiales tradicionales de tierra, que además de contar con su componente de investigación, ha realizado una seria difusión sobre la posibilidad de aprovechar estos materiales en todo el mundo, mediante congresos y eventos que se realizan periódicamente en todo el mundo.

1.2. PROBLEMÁTICA

A finales del año 2018, un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), daba cuenta que en el Ecuador el déficit habitacional llega al 31% de los hogares, aproximadamente a 5,2 millones de personas. Estas cifras no se alejan de la realidad de la ciudad de Loja, donde se estima que el déficit se ubicaría entre 20 mil y 30 mil viviendas.

Uno de los problemas a nivel nacional es el tema de las personas que no cuentan con su vivienda propia. Por lo general las familias jóvenes (parejas) arriendan, otros en cambio conviven con sus padres o familiares y un pequeño porcentaje adquiere o construye a corta edad o con el pasar del tiempo según sus posibilidades económicas.

Según el Gobierno autónomo descentralizado, a nivel de la provincia de Loja la situación es similar a 135 mil viviendas que existe un déficit del 27%, lo que implica cerca de 34.500 que todavía hacen falta. Estas cifras preocupan, tomando en cuenta la situación económica que atraviesa el país.

Según la NEC HS EE, anterior el capítulo 13 con respecto al apartado de confort acústico es muy básico y poco ayuda al tema de tesis que se está desarrollando, lo que no permite realizar el uso de la norma nacional.

En las viviendas rurales actuales, existe una deficiencia en el aislamiento termo acústico.

Kubiec en el apartado de panel lego, dice que bloques ladrillo poseen un coeficiente de conductividad de $0.528 \text{ Kcal/m}^*\text{h}^*\text{°C}$ que a diferencia del panel lego es de $0.221 \text{ Kcal/m}^*\text{h}^*\text{°C}$. Lo que nos puede decir que estos materiales convencionales no presentan las características adecuadas de aislamiento acústico para la época que nos encontramos donde el calentamiento global ha cambiado las precipitaciones climáticas.

El área del caso de aplicación se ubica en la ciudad de Loja, barrio Chonta cruz, sector la Cascarilla del cual se puede decir que el sector ha finalizado su lotización por parte del municipio, del cual se entregaron

los lotes con todos los servicios para que construyan viviendas según la necesidad de cada usuario. Este barrio al ser relativamente nuevo, se enfrenta a ciertos factores como el confort que tendrá su vivienda, ya que al estar ubicado aledaño a una vía arterial se enfrenta a problemas como el déficit acústico.

Figura 1

Vía de Integración Barrial



Fuente: Diario La Hora

En el contexto del Ecuador, podemos mencionar que el uso del zinc en las cubiertas que ocupa el 12.4% de materiales predominantes usados en la encuesta que se generó por medio del INEC de edificaciones del año 2016, en las paredes predomina el bloque con un 61.6% y el ladrillo con 35.1%, lo que nos afirma del uso del mismo material en cada edificación.

El uso de los materiales juega un rol muy importante en el confort que tendrá la Vivienda, debido al desconocimiento de las propiedades de estos elementos que conforman parte de una edificación no se puede medir la cantidad de ruido que recibe la Vivienda, hasta el punto del que la habita presenta ciertas enfermedades correspondiente a la afectación del sonido, tomando en cuenta el valor dado por la Organización mundial de la salud menciona que un rango mayor a los 55 decibeles a la larga puede ser perjudicial para la salud del ser humano.

La sociedad frente a situaciones que han ocurrido en la historia hasta el presente entorno a los cambios del planeta, se proyecta una sociedad a futuro que disminuya el impacto ambiental, por lo cual en otros países se ha comenzado a realizar estudios de nuevos materiales en base de fuentes biodegradables, que cada vez está tomando mas protagonismo.

Sin embargo, para que ocurra este cambio del daño ambiental que a futuro ocurrirá, a uno consciente, es necesario cambiar no solo los materiales que se están produciendo, sino también la logística de producción y los procesos de fabricación utilizados. En este sentido, se propone el desarrollo de un sistema constructivo de menor impacto ambiental, con técnicas contemporáneas que motiven la aplicación de este material que ha sido clave en la historia de la arquitectura vernácula y así apegándose a las demandas de aceleración de los procesos de construcción de los proyectos de la vivienda social.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la arquitectura no solo se habla de la configuración de los espacios, sino también interviene el arte de la construcción, de la cual al momento de edificar o de tomar decisiones según que materiales aplicarlos al proyecto, claro según su precio, las necesidades o gustos subjetivos del cliente, en este siglo se dispone de una amplia variedad en el mercado nacional e internacional, que ha estado en constante cambio. Pero debido cierta circunstancia por costos y producción en masa, se ha dejado de lado ciertas especificaciones importantes como son el confort acústico y térmico; que en el contexto de la ciudad de Loja los materiales de mayor uso son el bloque y el ladrillo.

En el pasado cuando no existían este tipo de materiales con cierto tecnicismo, se podía hablar del uso de materiales autóctonos, que se observa en la arquitectura vernácula al usar materiales de la tierra, como adobes y tapiales para levantar las paredes de las viviendas, que como principal característica fundamental era el espesor que estas poseen; la razón de esto es que contribuyen estos elementos que aparte de ser estructurales, Presentaban condiciones de confort y aspectos bioclimáticos que se usaban de manera indirecta. También se toma otro aspecto positivo en cuanto como estas viviendas tradicionales logran adaptarse al entorno que se encuentran de una forma casi imperceptible, que se observan en zonas lejanas de la ciudad.

La construcción con materiales vernáculos se ha ido dejando de lado, en parte ha sido por la globalización, que ha ido introduciendo grandes empresas nuevos materiales que se han insertado y se han mantenido en el mercado, cada vez acelerando la producción de materiales a escala mayor, pero que a futuro tendrá ciertas repercusiones si se sigue abusando de los recursos naturales, el dejar de lado las técnicas vernáculas en el presente es en parte por falta de investigación acerca de materiales tradicionales, que si se estudia a fondo se podría haber modernizado estas técnicas para acelerar los procedimientos constructivos y lograr estar en estos mercados competitivos.

Al no realizar este tipo de investigación se seguiría teniendo problemas de ineficiencia del uso de la energía en la vivienda enfocándolo en el tema de confort acústico, no se solucionarían problemas de absorción acústica, de costos y sobre todo se olvidaría del tema del medio ambiente, el estudio de la tesis por medio de la propuesta, se utilizará una técnica constructiva de menor impacto al medio ambiente que por medio de cualquier decisión ayuda al cuidado del planeta.

Los municipios tratan de solventar la falta de vivienda por medio de planes de vivienda como que provee el MIDUVI. Sin embargo, es importante estudiar aspectos bioclimáticos más técnicas constructivas que solvente los problemas de la sociedad en temas de vivienda y de confort acústico y térmico.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Aplicar tecnologías acústicas en la envolvente de viviendas que perciban ingresos menores al salario básico unificado, en el barrio Chontacruz: sector la Cascarilla.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Estudiar acerca de la información correspondiente y uso de casos análogos con respecto al confort de la vivienda.
- Diagnosticar la deficiencia acústica en viviendas rurales con software de análisis que servirá para la obtención de datos correspondiente a la cantidad de sonido que recibe la vivienda.
- Construir un panel laminado en arcilla con mezcla de compuestos orgánicos modulares, con un sistema de fácil fijación, mediante el uso de herramientas digitales para su creación 3d y comprobar mediante software de análisis acústico.

1.5. HIPÓTESIS

La aplicación de estos paneles orgánicos con materiales de arcilla, y sintéticos, permitirá mejorar la absorción acústica, que, mediante su aplicación en cubiertas y mamposterías, adicionadas a la demanda de vivienda creciente, busca obtener nuevas tecnologías constructivas asequibles para personas de menores ingresos, que carecen de un techo.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Arquitectura Vernácula

La construcción tradicional es el producto de la experimentación ancestral de pueblos indígenas en sus edificaciones. “Este conjunto de experiencias resume la búsqueda constante por satisfacer las necesidades básicas de armonía con el medio natural”.(Lárraga et al., 2014,)

Los saberes tradicionales presentan ciertos problemas, al momento de transferir su conocimiento de modo verbal y mediante experiencias vivenciales de una generación a otra, rara vez se dispone de documentos que permitan su caracterización y difusión. (Guerrero Baca, 2006)

Surge en Inglaterra en el siglo XIX como una crítica al juicio hacia la industrialización. Es el movimiento Arts and Crafts que halla en lo vernáculo las formas de volver a lo artesanal. Apoyado en teorías ruskinianas, sale el respeto al medio ambiente de los materiales, el precio del proceso de ejecución y el rescate de los oficios. (Benton y Millikin, 1982).

Figura 2

Conservación de tramos de murallas medievales de tapia. Córdoba, España.



Fuente: Guerrero Baca, 2006

2.2 Sistemas Constructivos

La arquitectura en tierra ha estado en diversos asentamientos humanos, desde las etapas más prehistóricas incluso las más complicadas del desarrollo de la cultura. (Guerrero Baca, 2006)

2.2.1 El Adobe

Constituye la técnica de mayor difusión, por la similitud que presenta con el resto de los sistemas constructivos tradicionales, en la que se encuentra la posibilidad de prefabricar, acumular y trasladar las piezas para su uso posterior. Héctor Gallegos consigna la existencia de adobes modelados a mano en la ciudad de Jericó, que datan del octavo milenio antes de nuestra era. También, se conoce de adobes encontrados en el valle de Casma en el Perú de hace cinco mil años, poco antes de que surgieran casi simultáneamente los moldes de madera en los poblados de Erudi en Sumeria y en el valle peruano de Chicama. (Tejeda, 2001, p. 23).

Figura 3

Taller infantil para elaboración de adobes. San Isidro, Durango, México.



Fuente: Guerrero Baca, 2006

2.2.2 La Tapia

La técnica conocida como tapia, tapial, tapia pisada o tierra apisonada, presenta ciertas diferencias con respecto al adobe. Se trata de un sistema en el que la transformación del suelo y la edificación constituyen un mismo proceso, por lo que la selección de la materia prima y la organización del trabajo son piezas clave. (Guerrero Baca, 2006, p.193)

Figura 4

Elaboración de adobes



Fuente: Guerrero Baca, 2006

En China existen referencias sobre el uso de esta técnica para realizar fortificaciones y palacios desde la remota dinastía Shang, que data del periodo comprendido entre 1766 y 1045 a.c. Desde entonces se mantuvo el desarrollo del sistema constructivo cuya manifestación más potente se materializó en diversos tramos de la Gran Muralla que se edificaron entre el quinto y tercer siglo (Houben, 2001, p.13).

2.2.3 El Bahareque

La técnica “conocida como bahareque, bajareque, quincha, enjarre o embarrado, es un sistema mixto, en el que la mayor parte de los esfuerzos constructivos que recibe la tierra son absorbidos por una estructura hecha de material vegetal que le sirve como esqueleto”

(Guerrero Baca, 2006, p.195)

Figura 5

Práctica de bahareque. Construtierra, 2006. Monasterio de Santo Ecce Homo, Colombia.



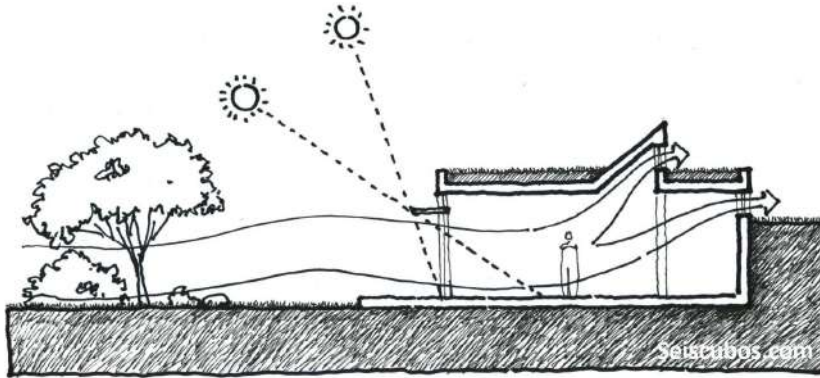
Fuente: Guerrero Baca, 2006

2.3 La Arquitectura Bioclimática

“En el futuro de la Edificación no sólo se plantean cambios en la producción y captación de energía para el consumo de los edificios sino también en el empleo de nuevos materiales más eficientes energéticamente, económicos y ecológicos” (Sevilla Ávila et al., 2015, p.175).

Figura 6

Vigencia de la arquitectura bioclimática



Fuente: Guerrero Baca, 2006

De acuerdo a (Lárraga et al., 2014)

En lo referente al concepto de arquitectura sustentable, Pedemonte y Yarke (2009) consideran que este concepto se ha convertido en el “paraguas” que cubre una diversidad de tendencias arquitectónicas y mencionan: la arquitectura bioclimática, la solar, la natural, la bioambiental, la eco arquitectura, la arquitectura verde, greenbuilding, alta eficiencia energética, nuevos materiales, ciclo de vida, gestión participativa, autoconstrucción y eco villas. Entre las distintas tendencias se pueden identificar las que son opuestas entre sí, desde las que privilegian la investigación científica (edificios inteligentes de alta eficiencia energética), hasta las que valorizan la ejecución práctica (bioconstrucción). (p. 127)

2.4 Introducción al Sonido

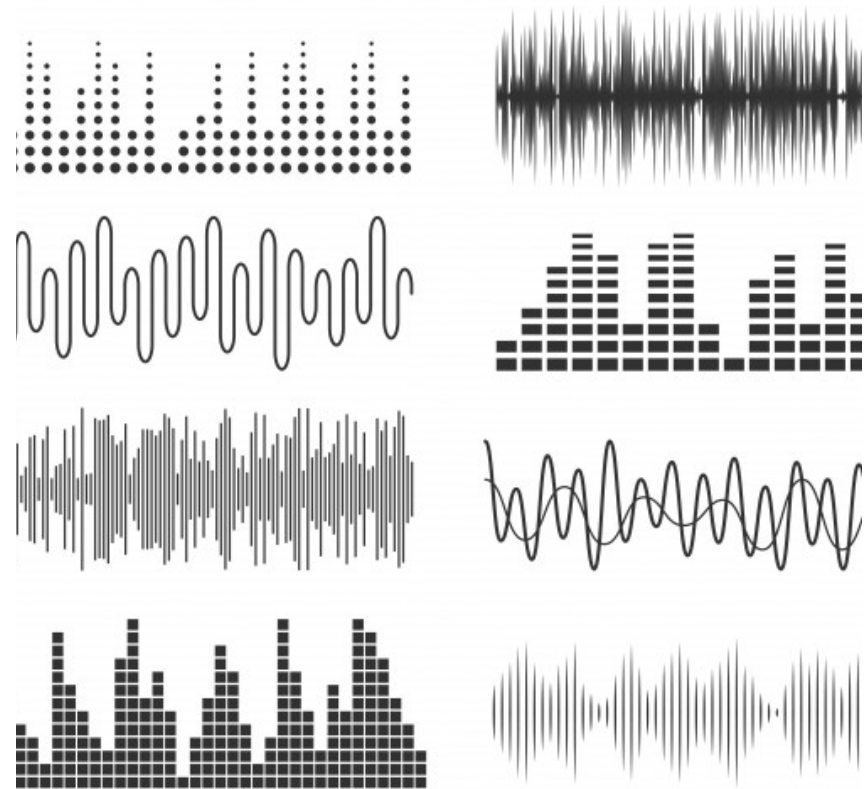
2.4.1 Definición del Sonido

El sonido se puede definir de formas muy diversas. De todas ellas, las más habituales son las siguientes: 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. Sensación auditiva producida por una vibración de carácter mecánico que se propaga a través de un medio elástico y denso. (Carrión, 2001, p.27)

Figura 7

Conjunto de ondas de sonido



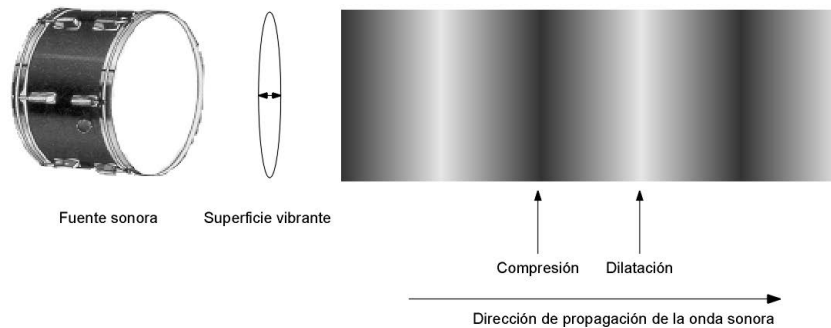
Fuente: https://www.freepik.es/vector-premium/conjunto-ondas-sonido-musica-tecnologia-audio-pulsos-musicales-o-graficos-sonoros-equalizador-forma-onda-musica_4115549.htm

2.4.2 Generación y Propagación del Sonido

El elemento generador del sonido se denomina fuente sonora (tambor, cuerda de un violín, cuerdas vocales, etc.). La generación del sonido tiene lugar cuando dicha fuente entra en vibración. Dicha vibración es transmitida a las partículas de aire adyacentes a la misma que, a su vez, la transmiten a nuevas partículas contiguas. (Carrión, 2001, p.27)

Figura 8

Zonas de compresión y dilatación de las partículas de aire en la propagación de una onda sonora



Fuente: Carrión, 2001

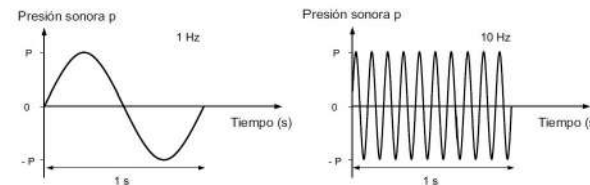
2.4.3 Frecuencia del Sonido

El número de oscilaciones por segundo de la presión sonora p se denomina frecuencia (f) del sonido y se mide en hertzios (Hz) o ciclos por segundo (c/s). Lógicamente, la frecuencia del sonido coincide con la frecuencia de la vibración mecánica que lo ha generado (en el ejemplo anterior, la frecuencia de oscilación de la membrana del tambor). (Carrión, 2001, p.28)

En la figura 9 se observan dos ejemplos de presión sonora asociada a oscilaciones de diferente frecuencia.

Figura 9

Ejemplos de oscilaciones de frecuencias 1 y 10 Hz



Fuente: Carrión, 2001

2.4.4 Clasificación de los Sonidos

“Los sonidos se dividen en deterministas y aleatorios. Los primeros se pueden representar siempre mediante una expresión matemática que indica la forma en que varía la correspondiente presión sonora en función del tiempo” (Carrión, 2001, p.29)

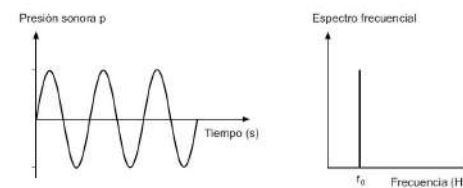
2.4.5 Sonidos Deterministas

2.4.5.1 Sonido Periódico Simple (tono puro)

“Es el tipo más simple de sonido existente en la naturaleza. Se compone de una única frecuencia (f_0) constante, por lo que su espectro está constituido por una sola raya (figura 10). El sonido producido por un diapasón es de este tipo” (Carrión, 2001, p.29)

Figura 10

Tono puro y su espectro frecuencial



Fuente: Carrión, 2001

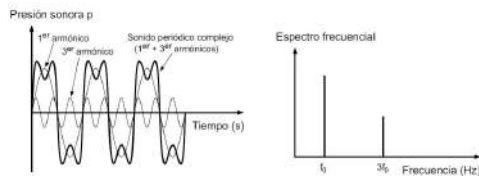
2.4.5.2 Sonido Periódico Complejo

“Sonido caracterizado por una frecuencia origen, denominada fundamental o primer armónico, y un conjunto finito (y a veces infinito) de frecuencias múltiplos de ésta, denominados armónicos” (Carrión, 2001, p.30)

En la figura 11 se representa un sonido de este tipo formado por una frecuencia fundamental o primer armónico (f_0) y su tercer armónico ($3f_0$).

Figura 11

Sonido periódico complejo y su espectro frecuencial



Fuente: Carrión, 2001

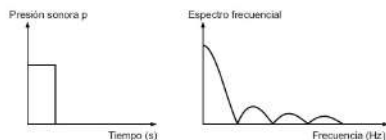
2.4.5.3 Sonido Transitorio

“Sonido resultante de la brusca liberación de energía bajo la forma, por ejemplo, de explosiones o impactos. Es de aparición repentina y tiene una duración breve. Una palmada constituye un ejemplo de este tipo de sonidos” (Carrión, 2001, p.30)

En la figura 12 se representa un sonido transitorio denominado pulso rectangular, así como su espectro frecuencial.

Figura 12

Pulso rectangular y su espectro frecuencia



Fuente: Carrión, 2001

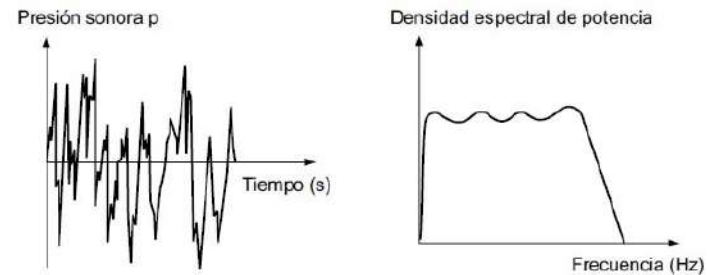
2.4.5.4 Sonidos Aleatorios

“Los sonidos aleatorios están formados por muchas frecuencias de valor impredecible. Habitualmente reciben el nombre de ruidos (ruido = sonido no deseado)” (Carrión, 2001, p.31)

En la figura 13 se aprecia la evolución temporal de un sonido aleatorio y su correspondiente densidad espectral de potencia.

Figura 13

Sonido aleatorio y correspondiente densidad espectral de potencia



Fuente: Carrión, 2001

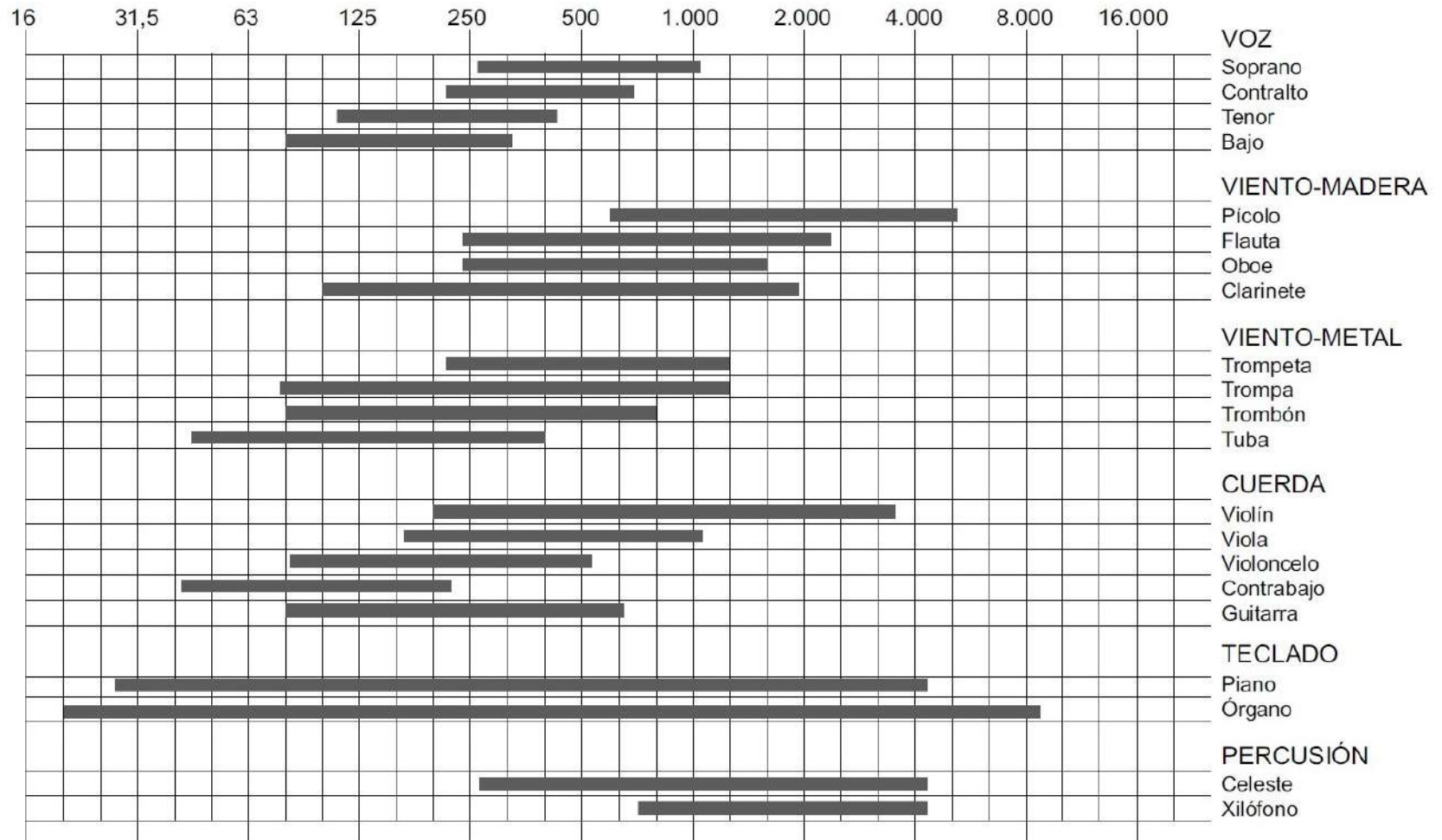
2.4.5.5 Banda de Frecuencias

“Las notas inferiores y superiores de un piano de 88 teclas tienen unas frecuencias fundamentales de 27,5 Hz y 4.400 Hz, respectivamente” (Carrión, 2001, p.32)

En la figura 14 se muestran las bandas de frecuencias asociadas a diversos instrumentos musicales y a la voz humana.

Figura 14

Bandas de frecuencias de instrumentos musicales y de la voz



Fuente: Carrión, 2001

“En el caso de la audición humana, la banda de frecuencias audibles para una persona joven y sana se extiende, aproximadamente, de 20 Hz a 20.000 Hz (o bien 20 kHz)” (Carrión, 2001, p.32)

2.4.5.6 Velocidad de propagación del sonido (c)

“La velocidad de propagación del sonido (c) es función de la elasticidad y densidad del medio de propagación. Debido a que, en el aire, ambas magnitudes dependen de la presión atmosférica estática P_0 y de la temperatura, resulta que, considerando las condiciones normales de 1 atmósfera de presión y 22 °C de temperatura, la velocidad de propagación del sonido es de, aproximadamente, 345 m/s.” (Carrión, 2001, p.32)

2.4.5.7 Nivel de presión sonora (SPL)

En la tabla 1 se muestran los niveles de presión sonora correspondientes a una serie de sonidos y ruidos típicos, junto con la valoración subjetiva asociada.

Tabla 1.

Niveles de presión sonora correspondientes a sonidos y ruidos típicos, y valoración subjetiva asociada

FUENTE SONORA	NIVEL DE PRESIÓN SONORA SPL (dB)	VALORACIÓN SUBJETIVA DEL NIVEL
Despegue avión (a 60 m)	120	Muy elevado
Edificio en construcción	110	
Martillo neumático	100	
Camión pesado (a 15 m)	90	Elevado
Calle (ciudad)	80	
Interior automóvil	70	
Conversación normal (a 1 m)	60	Moderado
Oficina, aula	50	
Sala de estar	40	
Dormitorio (noche)	30	Bajo
Estudio de radiodifusión	20	

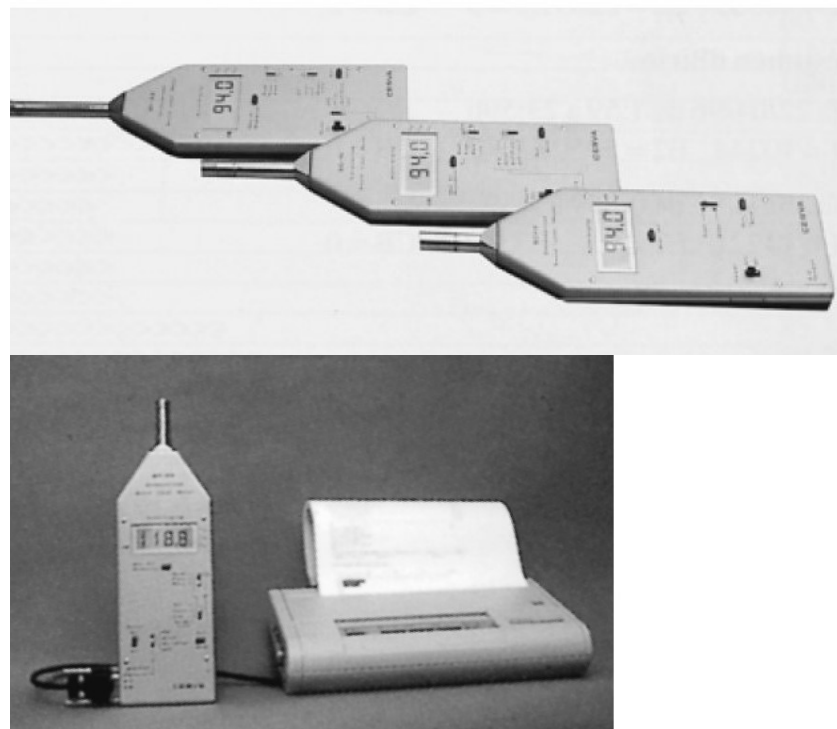
Fuente: Carrión, 2001

2.4.5.8 Medición del sonido: el sonómetro

“Debido a la complejidad del funcionamiento del oído humano, hasta el momento actual no ha sido posible diseñar un aparato de medida objetiva del sonido que sea capaz de dar unos resultados del todo equivalentes, para cualquier tipo de sonido, a las valoraciones subjetivas asociadas al mismo” (Carrión, 2001, p.39).

Figura 15

Diferentes modelos de sonómetros convencionales (Dicesva, S.L.)



Fuente: Carrión, 2001

“El sonómetro mide exclusivamente niveles de presión sonora. Su unidad de procesado permite realizar medidas globales, o bien por bandas de frecuencias, con diferentes respuestas temporales (respuestas “Fast”, “Slow”, “Impulse” o “Peak”). (Carrión, 2001, p.40)

2.5 Introducción a la acústica arquitectónica

“La Acústica Arquitectónica estudia los fenómenos vinculados con una propagación adecuada, fiel y funcional del sonido en un recinto, ya sea una sala de concierto o un estudio de grabación. Esto involucra también el problema de la aislación acústica” (Recuero & GIL, 1993, p.44)

“ Por cualidades acústicas de un recinto entendemos una serie de propiedades relacionadas con el comportamiento del sonido en el recinto, entre las cuales se encuentran las reflexiones tempranas, la reverberación, la existencia o no de ecos y resonancias, la cobertura sonora de las fuentes, etc” (Recuero & GIL, 1993, p.44)

2.5.1 ECOS

“El fenómeno más sencillo que tiene lugar en un ambiente con superficies reflectoras del sonido es el eco, consistente en una única reflexión que retorna al punto donde se encuentra la fuente unos 100 ms (o más) después de emitido el sonido. Se produce después de un tiempo t relacionado con la distancia d a la superficie más próxima por la expresión” (Recuero & GIL, 1993, p.44).

$$t = \frac{2d}{c},$$

“donde c es la velocidad del sonido, es decir 345 m/s. El factor 2 se debe a que el sonido recorre de ida y de vuelta la distancia entre la fuente sonora y la superficie. De esta fórmula se deduce que para tener un eco la superficie más próxima debe estar a unos 17 m. Cuando hay dos paredes paralelas algo distantes se puede producir un eco repetitivo” (Recuero & GIL, 1993, p.44).

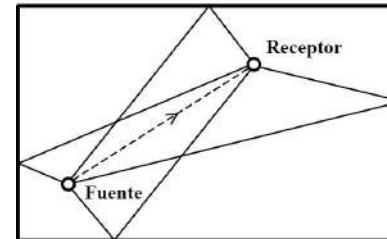
2.5.2 Reflexiones Tempranas

“Cuando la fuente sonora está rodeada por varias superficies (piso, paredes, techo) un oyente recibirá el sonido directo, y además el sonido reflejado en cada pared. Las primeras reflexiones recibidas, que se encuentran bastante separada en el tiempo, se denominan reflexiones tempranas” (Recuero & GIL, 1993, p.45).

Esto se puede observar en la figura 15.

Figura 15

En la línea de puntos, el sonido directo. En líneas llenas, algunas de las primeras reflexiones tempranas.



Fuente: Recuero & GIL, 1993

2.5.3 Absorción Sonora

“Las superficies de un recinto reflejan sólo parcialmente el sonido que incide sobre ellas; el resto es absorbido. Según el tipo de material o recubrimiento de una pared, ésta podrá absorber más o menos el sonido, lo cual lleva a definir el coeficiente de absorción sonora, abreviado con la letra griega α (alfa), como el cociente entre la energía absorbida y la energía incidente” (Recuero & GIL, 1993, p.45).

$$\alpha = \frac{E_{\text{absorbida}}}{E_{\text{incidente}}}$$

“El coeficiente de absorción tiene una gran importancia para el comportamiento acústico de un ambiente, y por esa razón se han medido y tabulado los coeficientes de absorción para varios materiales y objetos. En general, los materiales duros, como el hormigón o el mármol, son muy reflectores y por lo tanto poco absorbentes del sonido, y en cambio los materiales blandos y porosos, como la lana de vidrio, son poco reflectores y por consiguiente muy absorbentes”

(Recuero & GIL, 1993, p.46).

2.5.4 Tiempo de reverberación

“Después del periodo de las reflexiones tempranas, comienzan a aparecer las reflexiones de las reflexiones, y las reflexiones de las reflexiones de las reflexiones, y así sucesivamente, dando origen a una situación muy compleja en la cual las reflexiones se densifican cada vez más. Esta permanencia del sonido aún después de interrumpida la fuente se denomina reverberación”

(Recuero & GIL, 1993, p.46)

Según (Recuero & GIL, 1993) “Para medir cuánto demora este proceso de extinción del sonido se introduce el concepto de tiempo de reverberación, T, técnicamente definido como el tiempo que demora el sonido en bajar 60 dB por debajo de su nivel inicial (se ha elegido 60 dB porque con esa caída se tiene la sensación de que el sonido se ha extinguido completamente). En algunas publicaciones se suele representar también este valor con el símbolo RT60, formado por la sigla en inglés de reverberation time (tiempo de reverberación), seguida por la referencia a los 60 dB. Otra abreviatura es T60. Como ejemplo, si al interrumpir un sonido de 90 dB éste se reduce a 30 dB en 3 s, entonces será T = 3 s. Salvo para sonidos inicialmente muy intensos, antes de 60 dB el sonido se vuelve inaudible por quedar enmascarado por el ruido de fondo o ruido ambiente” (p.46) .

Como señala (Recuero & GIL, 1993) “El tiempo de reverberación depende de cuán absorbentes sean las superficies de la sala. Así, si las paredes son muy reflectoras (es decir que reflejan la mayor parte del sonido que llega a ellas), se necesitarán muchas reflexiones para que se extinga el sonido, y entonces T será grande. Si, en cambio, son muy absorbentes, en cada reflexión se absorberá una proporción muy alta del sonido, por lo tanto, en unas pocas reflexiones el sonido será prácticamente inaudible, por lo cual T será pequeño. Dado que los materiales duros, como el hormigón o los azulejos, son poco absorbentes del sonido, un ambiente con paredes de este tipo tendrá un tiempo de reverberación largo. Una sala cubierta con materiales absorbentes como cortinados, alfombras, etc., por el contrario, tendrá un tiempo de reverberación corto” (p.46)

Tabla 2.

Coefficientes de absorción de diversos materiales en función de la frecuencia (según varias fuentes). Los valores no suministrados no estaban disponibles.

Material	Coeficiente de absorción α a la frecuencia					
	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Hormigón sin pintar	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04
Hormigón pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Ladrillo visto sin pintar	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Ladrillo visto pintado	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Revoque de cal y arena	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,06
Placa de yeso (Durlack) 12 mm a 10 cm	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09
Yeso sobre metal desplegado	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,03
Mármol o azulejo	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Madera en paneles (a 5 cm de la pared)	0,30	0,25	0,20	0,17	0,15	0,10
Madera aglomerada en panel	0,47	0,52	0,50	0,55	0,58	0,63
Parquet	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Parquet sobre asfalto	0,05	0,03	0,06	0,09	0,10	0,22
Parquet sobre listones	0,20	0,15	0,12	0,10	0,10	0,07
Alfombra de goma 0,5 cm	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10
Alfombra de lana 1,2 kg/m ²	0,10	0,16	0,11	0,30	0,50	0,47
Alfombra de lana 2,3 kg/m ²	0,17	0,18	0,21	0,50	0,63	0,83
Cortina 338 g/m ²	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35
Cortina 475 g/m ² fruncida al 50%	0,07	0,31	0,49	0,75	0,70	0,60
Espuma de poliuretano (Fonac) 35 mm	0,11	0,14	0,36	0,82	0,90	0,97
Espuma de poliuretano (Fonac) 50 mm	0,15	0,25	0,50	0,94	0,92	0,99
Espuma de poliuretano (Fonac) 75 mm	0,17	0,44	0,99	1,03	1,00	1,03
Espuma de poliuretano (Sonex) 35 mm	0,06	0,20	0,45	0,71	0,95	0,89
Espuma de poliuretano (Sonex) 50 mm	0,07	0,32	0,72	0,88	0,97	1,01
Espuma de poliuretano (Sonex) 75 mm	0,13	0,53	0,90	1,07	1,07	1,00
Lana de vidrio (fieltro 14 kg/m ³) 25 mm	0,15	0,25	0,40	0,50	0,65	0,70
Lana de vidrio (fieltro 14 kg/m ³) 50 mm	0,25	0,45	0,70	0,80	0,85	0,85
Lana de vidrio (panel 35 kg/m ³) 25 mm	0,20	0,40	0,80	0,90	1,00	1,00
Lana de vidrio (panel 35 kg/m ³) 50 mm	0,30	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00
Ventana abierta	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vidrio	0,03	0,02	0,02	0,01	0,07	0,04
Panel cielorraso Spanacoustic (Manville) 19 mm	–	0,80	0,71	0,86	0,68	–
Panel cielorraso Acustidom (Manville) 4 mm	–	0,72	0,61	0,68	0,79	–
Panel cielorraso Prismatic (Manville) 4 mm	–	0,70	0,61	0,70	0,78	–
Panel cielorraso Profil (Manville) 4 mm	–	0,72	0,62	0,69	0,78	–
Panel cielorraso fisurado Auratone (USG) 5/8"	0,34	0,36	0,71	0,85	0,68	0,64
Panel cielorraso fisurado Cortega (AWI) 5/8"	0,31	0,32	0,51	0,72	0,74	0,77
Asiento de madera (0,8 m ² /asiento)	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
Asiento tapizado grueso (0,8 m ² /asiento)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Personas en asiento de madera (0,8 m ² /persona)	0,34	0,39	0,44	0,54	0,56	0,56
Personas en asiento tapizado (0,8 m ² /persona)	0,53	0,51	0,51	0,56	0,56	0,59
Personas de pie (0,8 m ² /persona)	0,25	0,44	0,59	0,56	0,62	0,50

Fuente: Recuero & GIL, 1993

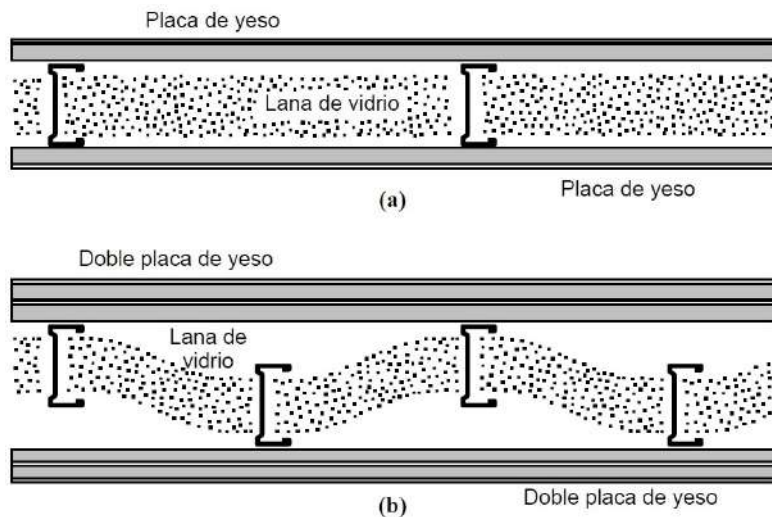
2.5.5 Aislación Acústica

“Aislar acústicamente un recinto significa impedir que los sonidos generados dentro del mismo trasciendan hacia el exterior y, recíprocamente, que los ruidos externos se perciban desde su interior” (Recuero & GIL, 1993, p.54).

La aislación acústica (o aislación sonora) es muy importante en todo lo que tenga que ver con sonido profesional. Si el recinto es una sala de concierto o de espectáculos en la cual se ejecuta o propala música a alto nivel sonoro, es preciso evitar que los sonidos trasciendan convirtiéndose en ruidos molestos al vecindario. Si se trata de una sala de grabación o un estudio radiofónico, cualquier ruido proveniente del exterior contaminará el sonido que se desea difundir o grabar, en desmedro de su calidad, lo cual también debe evitarse (Recuero & GIL, 1993, p.54)

Figura 16

(a) Vista superior en corte de un montaje de placas de roca de yeso con estructura formada por perfiles de chapa. (b) Estructura alternada sin conexión rígida. Notar la diferencia de espesores a uno y otro lado de la pared.



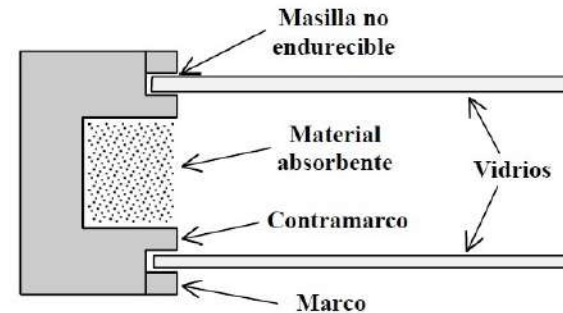
Fuente: Recuero & GIL, 1993

También se utiliza el concepto de tabique doble para construir ventanas de gran aislación sonora, como las “peceras” que separan la sala de control de la sala de grabación de los estudios. En este caso se utilizan dos hojas de vidrio grueso de distintos espesores (por ejemplo 6 mm y 8 mm), fijados al marco mediante masillas no endurecibles de silicona. En los bordes interiores (en forma más o menos oculta) se coloca material absorbente, como lana de vidrio o espuma de poliuretano. Para evitar que por diferencias de temperatura se produzcan condensaciones por dentro, lo cual empañaría los vidrios, se colocan gránulos de sílica gel, un poderoso deshumectante (Recuero & GIL, 1993, p.56)

En la Figura 17 se muestra la estructura de una ventana de este tipo”

Figura 17

Corte según un plano horizontal de una ventana de doble vidrio. Obsérvese el diferente espesor de los vidrios.



Fuente: Recuero & GIL, 1993

Para catalogar la aislación sonora de diferentes materiales y estructuras se usan dos parámetros: la pérdida de transmisión, PT, y la clase de transmisión sonora, STC (Estados Unidos), o el índice de reducción acústica, RW (Europa y Argentina). La pérdida de transmisión, PT, es un parámetro expresado en dB que depende de la frecuencia e indica en cuánto se atenúa la energía sonora incidente al atravesar el tabique. Así, una pérdida de transmisión de 40 dB significa que la energía sonora que pasa al otro lado es 40 dB menor que el incidente (Recuero & GIL, 1993, p.56)

Tabla 3.

Pérdida de transmisión de diversos materiales en función de la frecuencia, y clase de transmisión sonora (según varias fuentes).

Material o estructura	STC	PT a la frecuencia					
		125	250	500	1000	2000	4000
Hormigón (90 mm)	37	30	30	37	35	38	41
Hormigón (140 mm)	45	30	34	41	48	56	55
Hormigón (190 mm)	53	37	46	46	54	59	60
Hormigón (290 mm)	50	33	41	45	51	57	61
Hormigón (90 mm) + aire (25 mm) + fibra de vidrio (65 mm) + hormigón (90 mm) + placa de yeso (16 mm)	62	49	54	57	66	71	81
Placa de yeso (Durlock) (12 mm)	28	15	20	25	29	32	27
Placa de yeso (Durlock) (2x12 mm)	31	19	26	30	32	29	37
Placa de yeso (12 mm) + aire (90 mm) + placa de yeso (12 mm)	33	12	23	32	41	44	39
Placa de yeso (2x12 mm) + aire (90 mm) + placa de yeso (12 mm)	37	16	26	36	42	45	48
Placa de yeso (2x12 mm) + aire (70 mm) + placa de yeso (2x12 mm)	45	23	30	45	49	52	52
Placa de yeso (12 mm) + aire (20 mm) + fibra de vidrio (50 mm) + placa de yeso (12 mm)	45	21	35	48	55	56	43
Placa de yeso (2x12 mm) + aire (40 mm) + fibra de vidrio (50 mm) + placa de yeso (2x12 mm)	55	34	47	56	61	59	57
Vidrio (6 mm)	31	25	28	31	34	30	37
Vidrio laminado (6 mm)	35	26	29	32	35	35	43
Vidrio (3mm) + aire (50 mm) + vidrio (3 mm)	38	18	26	38	43	48	35
Vidrio (3mm) + aire (100 mm) + vidrio (6 mm)	45	29	35	44	46	47	50
Puerta madera maciza (24 kg/m ²) sin burlete	22	19	22	26	24	23	20
Puerta madera maciza con burlete	26	22	25	29	25	26	28
Puerta de madera maciza (24 kg/m ²) + aire (230 mm) + Puerta acero chapa # 18 hueca (26 kg/m ²) + burlete magnético en el marco	49	35	44	48	44	54	62

Fuente: Recuero & GIL, 1993

2.6 Confort Entorno a la Vivienda

Tradicionalmente el concepto de habitabilidad se ha entendido en relación al confort (comodidad1) ambiental, que se define como el conjunto de condiciones ambientales aceptada como suficiente por parte de los usuarios para llevar a cabo actividades ordinarias, y que, por lo general, se limita a las condiciones relativas a los aspectos higrotérmico, acústico y visual, además de estar circunscrita a la escala

de la vivienda. (D’Alençon et al., 2008, p.72)

Tabla 4.

La idea de habitabilidad como una concepción amplia para caracterizar los estándares de calidad de vida, en tres ámbitos: salud, percepción y escalas de intervención, en comparación con la idea de confort restringida a los ámbitos higo-térmico, acústico y lumínico

		Vivienda	Entorno Inmediato (lote)	Conjunto habitacional (barrio)
Percepcion	Fisicio espacial Psico social			
Confort	Acustico Termico Luminico			
Seguridad	Higiene Fuegos y accidentes			

Elaboración: Autor

Fuente: (D’Alençon et al., 2008)

2.7 Diseño Acústico

En la actualidad existen protocolos normativos que entregan directrices para cuantificar estos parámetros acústicos, definiendo a su vez los procedimientos de evaluación a realizar in situ y la forma de presentar los resultados obtenidos, con la finalidad de asegurar la trazabilidad y repetitividad de los ensayos (Ministerio de Educación & Ministerio de obras públicas, 2012, p.123)

Los valores de aislamiento acústico exigidos, para los distintos elementos de separación descritos anteriormente se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5.

Valores mínimos exigidos, Artículo N° 4.1.6 OGUC

Elemento	Índice de reducción acústica mínima	Nivel de presión acústica de impacto normalizado máximo
Elementos verticales o inclinados Muro divisorio o medianeros entre unidades de vivienda	45 dBA	-
Elementos horizontales o inclinados Losas y/o rampas que separan unidades de vivienda	45 dBA	75 dB
Uniones y encuentros verticales entre elementos de distinta materialidad, que conforman un elemento constructivo	45 dBA	-
Uniones y encuentros horizontales entre elementos de distinta materialidad, que conforman un elemento constructivo	45 dBA	75 dB
Estructura de techumbre habitable	45 dBA	-

Fuente: CITEC UBB, adaptado de Artículo No 4.1.6 OGUC

A la fecha, diez países europeos ya disponen de un sistema de clasificación acústica de edificios con prestaciones que superan las exigencias mínimas establecidas en sus respectivas legislaciones. Tales programas se muestran a continuación en la Tabla 6, destacando que el caso de España se encuentra aún en etapa de propuesta. (Ministerio de Educación & Ministerio de obras públicas, 2012)

Tabla 6.

Detalle de los programas europeos de clasificación acústica en edificaciones

País	Clase	Año de implementación	Referencia
Dinamarca	A/B/C/D	2001	DS 490 (2001)
Finlandia	A/B/C/D	2004	SFS 5907 (2004)
Islandia	A/B/C/D	2003	IST 45 (2003)
Noruega	A/B/C/D	1997/2005	NS 8175 (2005)
Suecia	A/B/C/D	1996/1998/2004	SS 25267 (2004)
Francia	QL/QLAC	1993/1995/2000/2008	Guide Qualitel (2008)
Alemania	I/II/III	1994	VDI 4100 (1994)
Lituania	A/B/C/D/E	2004	STR 2.01.07 (2003)
Holanda	1/2/3/4/5	1999	NEN 1070 (1999)
Italia	I/II/III/IV	2010	UNI 11367 (2010)
España	Q/HQ/HQ+	---	Propuesta AE-COR**

* En fase de propuesta. ** Asociación española para la calidad acústica.

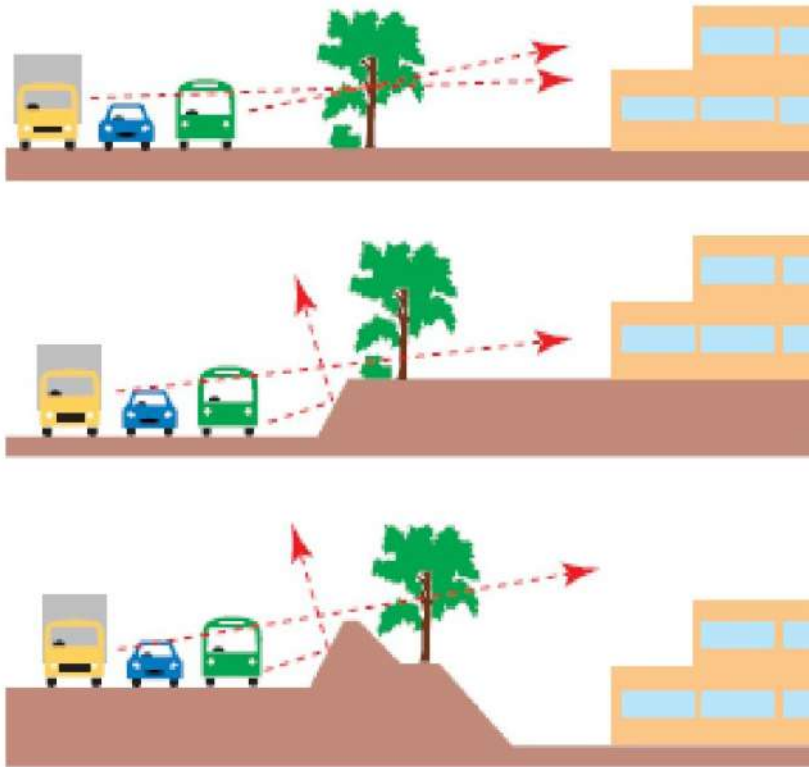
Fuente: CITEC UBB, adaptado de Artículo No 4.1.6 OGUC

2.7.1 Estrategias de Diseño Acústico

El punto inicial para ejecutar adecuadamente un estudio técnico de Diseño Acústico es tener claramente definido los objetivos del proyecto, los que deben ser analizados y discutidos, especialmente si se está en presencia de objetivos acústicos claramente divergentes entre sí, como es el caso de recintos que deseen utilizarse simultáneamente para cine, conciertos, docencia y conferencias. (Ministerio de Educación & Ministerio de obras públicas, 2012, p.125)

Figura 18.

Manual de Aplicación del Artículo 4.1.6. OGUC.



Fuente: Fuente BRE Acoustics, 2003

Puntos importantes a considerar:

Tamaño: En función del número de personas dentro del recinto y de la actividad a realizar. De acuerdo a los objetivos planteados, para cada actividad existe un tamaño mínimo y máximo aconsejable para cada tipo de recinto.

Localización: Determina la cantidad de aislamiento acústico a considerar para proteger la(s) fachada(s) más expuesta(s) al ruido exterior.

Se pueden evitar errores en el diseño si se planifica cada una de las medidas que se deben tomar para obtener un buen ambiente sonoro con estos siguientes pasos:

Seleccionar el emplazamiento del proyecto en función a los niveles de ruido presentes en el lugar.

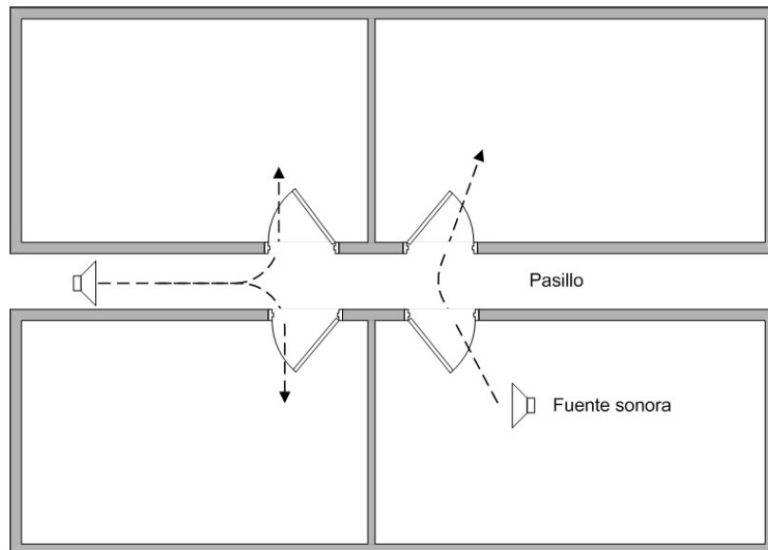
- Mediciones de ruido ambiental y determinación de la cantidad de aislamiento acústico necesario a implementar a la envolvente.
- Distribuir los espacios, diseñar la forma y tamaño de los recintos interiores.
- Diseñar los elementos de separación con propiedades de aislamiento acústico.
- Diseño de uniones de elementos de separación con el objetivo de controlar el ruido que se propaga vía estructural.
- Selección y distribución del material absorbente.
- Supervisión de las obras de construcción y montaje de soluciones constructivas fundamentales en el aislamiento y acondicionamiento acústico, y en el control del ruido.
- Selección y supervisión de montaje de equipos e instalaciones.

2.7.2 Distribución, Forma y Tamaño de los Recintos

Los pasillos pueden actuar como: a) zonas de amortiguación, b) fuentes de ruido, o c) vías de propagación e intrusión sonora a través de puertas mal aisladas o selladas. Es muy probable que la intrusión sonora no se produzca solo desde el pasillo, sino también desde los recintos adyacentes y puertas enfrentadas (Ministerio de Educación & Ministerio de obras públicas, 2012, p.126)

Figura 19.

Principales vías de transmisión sonora desde pasillos y puertas enfrentadas



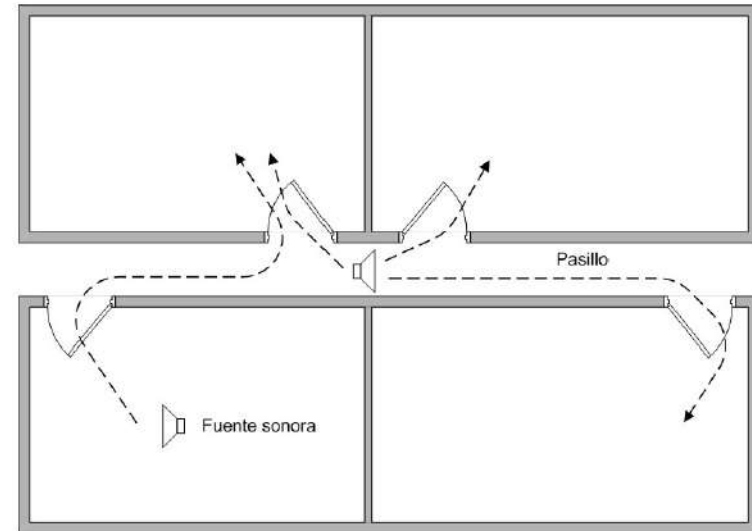
Fuente: Ministerio de Educación & Ministerio de obras públicas, 2012

A causa de lo anterior, surgen espontáneamente dos estrategias de diseño para prevenir y controlar la intrusión sonora:

- Generar zonas de amortiguación entre el pasillo y recintos, por medio de vestíbulos.
- Evitar puertas de acceso enfrentadas entre si (Figura 20).

Figura 20.

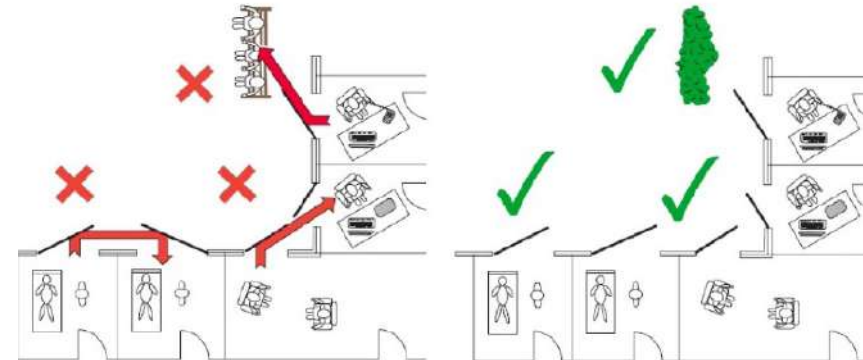
Evitando puertas enfrentadas se reduce la transmisión sonora entre recintos



Fuente: Ministerio de Educación & Ministerio de obras públicas, 2012

Figura 21.

Ejemplo aplicado al diseño de edificios de salud



Fuente: Health Facilities Scotland, 2010

2.7.3 El Aislamiento Acústico

El aislamiento acústico de un elemento constructivo destinado a separar recintos es la propiedad física que actúa de resistencia u oposición a la transmisión sonora a través de este, ya sea a ruido aéreo o de impacto. (Ministerio de Educación & Ministerio de obras públicas, 2012, p.128)

2.7.3.1 Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo

El ruido aéreo corresponde a todo aquel que se propaga por el aire e incide sobre los elementos constructivos que limitan un recinto, transmitiéndose al aire del espacio adyacente. El ruido aéreo puede provenir tanto desde el exterior como del interior, entre recintos adyacentes horizontales y/o verticales. (Ministerio de Educación & Ministerio de obras públicas, 2012)

Cuando las ondas sonoras impactan un elemento constructivo, las presiones sonoras incidentes hacen que esta vibre. Una parte de la energía vibratoria transportada por las ondas es transmitida al elemento constructivo, cuya vibración pone en movimiento el aire situado al otro lado, generando sonido. (Ministerio de Educación & Ministerio de obras públicas, 2012)

Tabla 7.

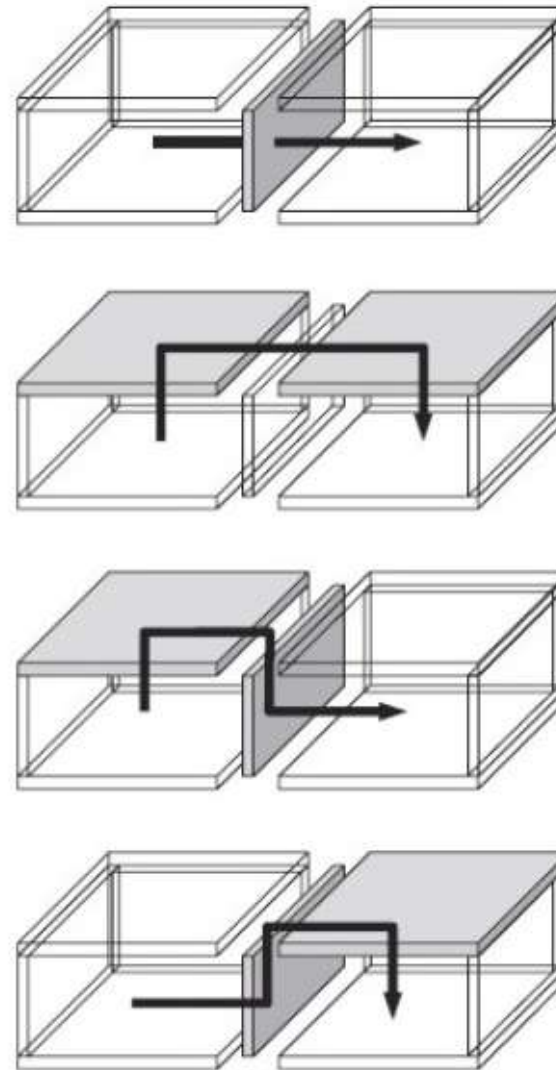
Detalle de los programas europeos de clasificación acústica en edificaciones

Aislamiento acústico (dB)	Percepción
30	Se entiende muy bien
40	Se entiende bien
50	Apenas se entiende
60	Se escucha sin entender
70	No se escucha

Fuente: NCh351 Of61

Figura 22.

Principales vías de transmisión de ruido entre recintos.



Fuente: Fuente: Hopkins, 2007

2.8 Normativa Internacional

2.8.1 Términos de Referencia Estandarizados con Parámetros de eficiencia energética y confort ambiental, para licitaciones de diseño y obra de la dirección de la arquitectura, según zonas geográficas del país y según tipología de edificios (Gobierno de Chile)

2.8.1.1 Confort Acústico

Para comprobar las exigencias de confort acústico, se deberán presentar informes de ensayo, soluciones de listados oficiales, y realizar simulaciones numéricas, según lo detallado en Guía técnica de Apoyo N 9 “Confort Acústico” (Ministerio de Obras Chile, 1387)

- **Caracterización y cuantificación de la exigencia**

Los edificios dispondrán de estrategias de diseño para que sus recintos cuenten con la adecuada aislación acústica del ruido proveniente del exterior, de otras unidades dentro del edificio y de las instalaciones mecánicas, en adición al control de la reverberación al interior de los recintos y emisión sonora de las instalaciones. (Ministerio de Educación & Ministerio de obras públicas, 2012, p.219)

- **Indicadores y parámetros**

Los parámetros que definen el confort acústico se agrupan en los siguientes indicadores, definiéndose valores límites para el diseño de elementos particulares.

a) Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo (Dba)

- Índice de Reducción Sonora Aparente, Ra
- Diferencia de Niveles Estandarizada, D 2m,nT

b) Aislamiento Acústico a Ruido de Impacto (dBA)

- Nivel de Presión Sonora de Impactos Normalizado, L n,w

c) Tiempo de Reverberación (s)

d) Inteligibilidad de la Palabra STI (s/d)

e) Nivel de Presión Sonora Corregido, NPC (dBA)

- **Valores Limites**

a) Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo

El aislamiento acústico a ruido aéreo mínimo será exigido para los siguientes elementos constructivos, cuyos valores en función del tipo de recinto se muestran en la tabla 8

Tabla 8

Aislamiento acústico a ruido aéreo mínimo

Recinto Emisor	Recinto receptor				
	Oficinas (dba)	Salas de clase (dba)	Pabellones (dba)	Areas comunes (dba)	Equipamiento (dba)
Oficinas	35	50 db	35 db	35 dbA	50 dBA
Salas de clase	---	50 db	---	50 dbA	50 dbA
Pabellones	---	---	35 db	45 dBA	50 dbA
Areas comunes	---	---	45 dBA	35 dbA	50 dbA
Equipamiento	---	---	55 dBA	---	50 dbA

Fuente: CT1 DB HR / ANSI S12.60-2002 / SHTM 08-01: Acoustics / OGUC

b) Aislamiento Acústico de Fachadas y Elementos de Fachadas

El aislamiento acústico a ruido aéreo mínimo exigido para fachadas y elementos de fachada se muestra a continuación en la Tabla 9

Tabla 9

Aislamiento acústico mínimo de fachadas y elementos de fachada.

NED (dBA)	Aislamiento acustico minimo todo tipo de edificio
NED ≤ 65 dBA	35 dBA
NED > 65 dBA	NED - 30 dBA

Fuente: NCh 351 Of.61

d) Tiempo de reverberación

El tiempo de Reverberación T máximo permitido se muestra en la tabla 11, y serán exigidos para los siguientes recintos:

- Aulas y Salas de conferencia con un volumen $V < 350$ (m³)
- Áreas comunes

Tabla 10

Tiempo de reverberación máximo permitido

NED (dBA)	T(s)
Aulas y salas de conferencia con un volumen $V < 350$ (m ³)	0,7 S
Áreas comunes	0,9 S

Fuente: CTE DB HR

Metodología

Para comprobar las exigencias en etapa de diseño, referente al aislamiento acústico, a ruido aéreo y de impacto, se debe realizar de acuerdo a los siguientes métodos:

a) Mediante Informe de ensayo o informe de inspección (de acuerdo a definición presentada en Artículo 4.1.6 OGUC) que acredite cumplimiento del elemento constructivo.

b) Mediante consulta de Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Aislamiento Acústico-MINVU.

c) Mediante modelación numérica en base a Ley de Masa, normas europeas EN 12354, Partes 1, 2 y 3 u otros modelos presentados en la literatura especializada. Se deberá presentar memoria de cálculo de la modelación realizada.

El tiempo de Reverberación se obtendrá mediante cálculo a través de la ecuación de Sabine. Se deberá presentar memoria de cálculo de la modelación realizada. (Ministerio de Obras Chile, 1387, p.223)

Las modelaciones solicitadas pueden ser realizadas mediante simulación, utilizando el software disponible en el mercado. Los programas recomendados son los siguientes: SONarchitect ISO, INSUL, ZORBA, ECOTECT, EASE. (Ministerio de Obras Chile, 1387, p.223)

CAPITULO III

MARCO REFERENCIAL

3.1 Enfoque de la investigación

Se ha elegido el enfoque mixto, ya que esta se precisa como un grupo de procedimientos sistematizados, y prácticos en la búsqueda de información, además comprende la recolección y estudio de datos peculiares, su unificación y debate colectivo, para efectuar argumentos resultado de toda la indagación obtenida y conseguir una gran comprensión del objeto de estudio.

3.2 Tipo de investigación

Se opta por la investigación descriptiva puesto que describe un cuadro preciso de las particularidades de una persona específica, de una circunstancia. Ésta también es conocida como investigación estadística. Los análisis realizados son una manera de explorar inéditos conceptos detallando lo presente, definiendo la constancia con lo que ocurre algo, y jerarquizando conocimientos o datos.

3.3 Métodos

Los métodos aplicados en el proyecto planteado, son los métodos de la observación científica, proyectual, cuantitativo, y deductivo. Como método la observación científica reside en la apreciación directa en cuanto al objeto de investigación, además la observación es un medio universal de investigación.

3.4 Técnicas e instrumentos

3.4.1 Observación

Una de las técnicas esenciales para el proyecto investigativo es la observación, que es meramente la acción de examinar, analizar de forma detenida y extensa, el procedimiento de dominar pautas de situaciones manejadas conforme a determinado principio para llegar a la observación.

3.4.2. La Encuesta

La encuesta es considerada como un método de obtención de información de tendencia social, por medio de un cuestionario elaborado con antelación, y mediante este saber y averiguar el criterio u opinión del objeto de estudio escogido. En la encuesta, la persona encuestada se encarga de leer el cuestionario y lo contesta por escrito, sin intromisión de ninguna persona de los que participan en el proyecto de investigación.

3.5 Población y muestra

Se procede a un estudio de campo, con la intención de la codificación de datos, conforme a la opinión de habitantes del sector, con resultados los cuales mostrará ciertos puntos de efecto para la investigación de las viviendas del área de estudio.

3.5.1 Muestra no probalística

La elección de esta muestra se la realiza basados en el objeto de estudio, y que están al alcance del investigador. Para tomar la muestra no probabilística de una población, los individuos son elegidos en relación al alcance o juicio personal e intencionado del investigador.

3.5.2 Cálculo de la muestra

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q \times N}{I^2(N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

N: corresponde al total de individuos que participen en la encuesta.

Z: valor que no cambia y este depende del nivel de confianza que asignemos.

I: nivel de error muestral deseado.

p: es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio.

n: es el tamaño de la muestra (cantidad de encuestas que se van a hacer).

Habitantes de la zona del barrio la cascarilla

N=357 (Total personas obtenido por medio de la base de datos del INEC 2010)

Z= 1.65 (Intervalo de confianza)

l=10%

p=0,5

q=0,5

Calculo

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q \times N}{l^2(N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

n= 242.98/4.24

n= 57.30

Tamaño de la muestra: n=57

3.5.3 Análisis e Interpretación de Resultados

El tamaño de la muestra fue de 57 encuestados, de los cuales 39 fueron hombres y 31 mujeres.

Entre la población encuestada se encontró 40% tenía entre 30 y 35 años, seguidos por un 60% restante en el rango de 45 y 60 años.

A continuación se mostrara el resultado de las encuestas con su respectivo análisis.

Tabla 11

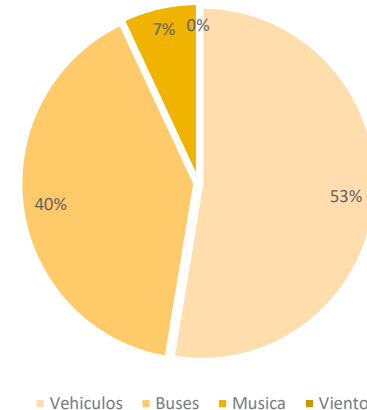
Cuál es la principal fuente de ruido que afecta al barrio

Respuesta	Frecuencia	%
Vehículos	30	53%
Buses	23	40%
Música	4	7%
Viento	0	0%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 23

Grafico de pregunta 1



Fuente: Elaboración Propia

Acorde a la gráfica se tiene que el 53% de las personas encuestadas piensan que el vehiculo es la fuente principal del problema de generación del ruido, el 40 % en cambio piensa que los buses también son parte del problema del ruido y por ultimo el 7 % la música.

Se concluye que el vehículo y el bus son unos de los automotores principales que generan impacto de ruido al sector.

Tabla 12

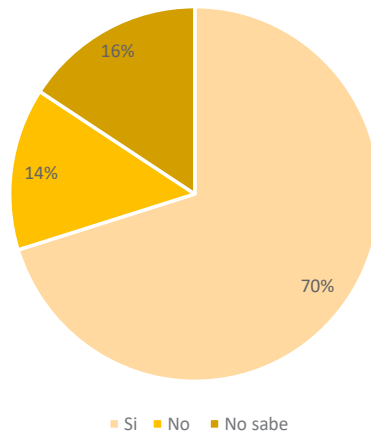
Considera ud que el ruido afecta en la calidad de vida de las personas

Respuesta	Frecuencia	%
Si	40	70%
No	8	14%
No sabe	9	16%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 24

Gráfico de pregunta 2



Fuente: Elaboración Propia

Acorde a la gráfica se tiene que el 70% de las personas encuestadas afirman que el ruido afecta en la calidad de vida de las personas, el 14 % dice que no y por último el 16% no sabe.

Se concluye que el ruido si afecta a las personas del sector del área del estudio

Tabla 13

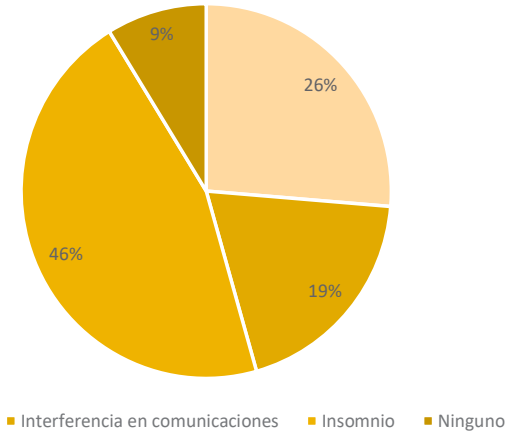
Qué días usted considera que se presenta mayor cantidad de ruido

Respuesta	Frecuencia	%
Lunes-Miercoles	18	32%
Jueves-Domingo	19	33%
Todas las Anteriores	20	35%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 25

Gráfico de pregunta 3



Fuente: Elaboración Propia

Acorde a la gráfica se tiene que el 35% de las personas piensan que de lunes a Domingo se evidencia mayor cantidad de ruido, el 33 % piensa que de Jueves a Domingo se evidencia mayor concentración de ruido y por último el 32% de Lunes a Domingo.

Se concluye que, a lo largo de la semana, se evidencia mayor cantidad de ruido según los moradores del sector por las vías que presenta el sector.

Tabla 14

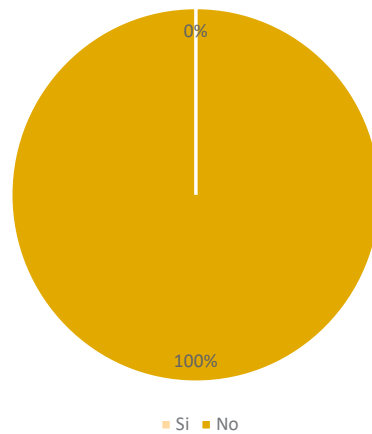
Conoce ud. el nivel permitido de decibles por la organización mundial de la salud

Respuesta	Frecuencia	%
Si	0	0%
No	57	100%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 26

Gráfico de pregunta 4



Fuente: Elaboración Propia

Acorde a la gráfica se tiene que el 100% desconocen acerca del nivel de decibeles permitidos para la organización mundial de la salud.

Tabla 15

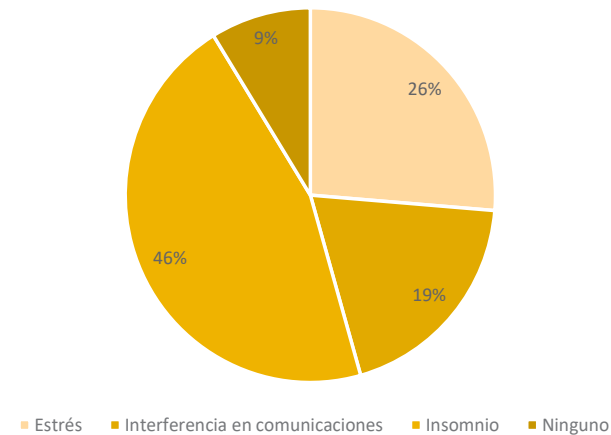
Conoce ud. el nivel permitido de decibles por la organización mundial de la salud

Respuesta	Frecuencia	%
Lunes-Miercoles	18	32%
Jueves-Domingo	19	33%
Todas las Anteriores	20	35%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 27

Gráfico de pregunta 5



Fuente: Elaboración Propia

Acorde a la gráfica se tiene que el 46% de las personas sufren insomnio, el 26 % le genera estrés, 19 % interferencia en comunicaciones y por último el 9% ninguno.

Se concluye que las personas sufren insomnio y estrés por el ruido influido en el sector.

Tabla 16

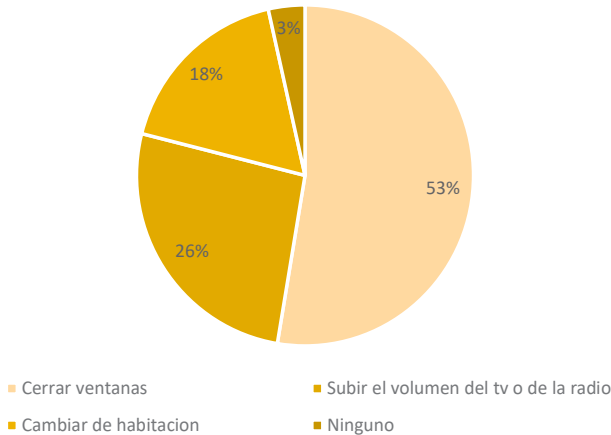
Medidas para protegerse del ruido de la calle

Respuesta	Frecuencia	%
Lunes-Miercoles	18	32%
Jueves-Domingo	19	33%
Todas las Anteriores	20	35%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 28

Gráfico de pregunta 6



Fuente: Elaboración Propia

Acorde a la gráfica se tiene que el 53% deciden cerrar las ventas, el 26 % subir el volumen del tv o de radio, el 18 % cambian de habitación y por último el 4% ninguno.

Se concluye que las personas cuando notan que surge el malestar del ruido cierran las ventanas para tratar de minimizar el impacto de ruido.

Tabla 17

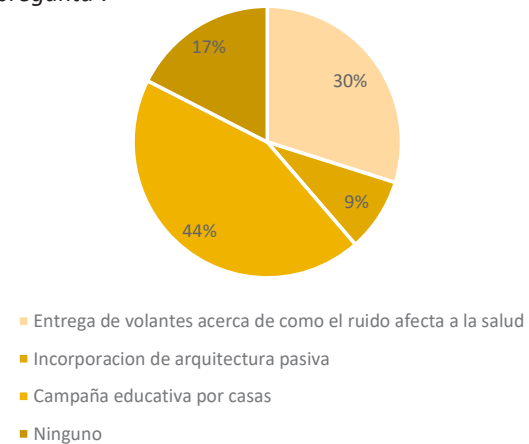
Medidas para protegerse del ruido de la calle

Respuesta	Frecuencia	%
Entrega de volantes acerca de cómo el ruido afecta a la salud	17	30%
Incorporación de arquitectura pasiva	5	9%
Campaña educativa por casas	25	44%
Ninguno	10	18%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 29

Gráfico de pregunta 7



Fuente: Elaboración Propia

Acorde a la gráfica se tiene que el 44% optan por hacer una campaña educativa por casas, el 30 % entregar volantes, el 18 % ninguno y por último el 9% incorporación de arquitectura pasiva.

Se concluye que las personas optan por hacer una campaña educativa por cada vivienda, y la arquitectura pasiva es desconocimiento de estas personas.

Tabla 18

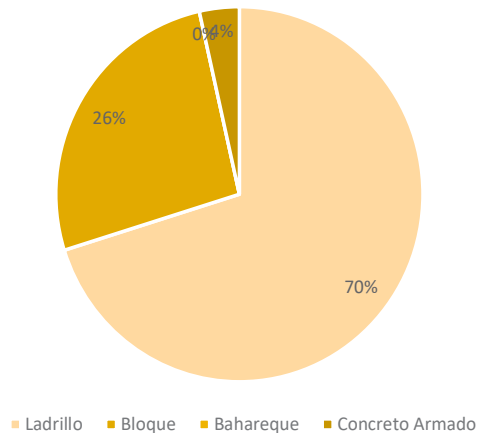
Materiales para muros se usan comúnmente en las viviendas del sector

Respuesta	Frecuencia	%
Ladrillo	40	70%
Bloque	15	26%
Bahareque	0	0%
Concreto Armado	2	4%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 30

Gráfico de pregunta 8



Fuente: Elaboración Propia

Acorde a la gráfica se tiene que el 70% ocupan los ladrillos, el 26 % bloques, el 4 % Concreto armado y por último el 0% bahareque.

Se concluye que las personas optan por el uso del ladrillo y bloque, sin embargo, el uso de técnicas tradicionales como el bahareque son nulas en el área de estudio.

Tabla 19

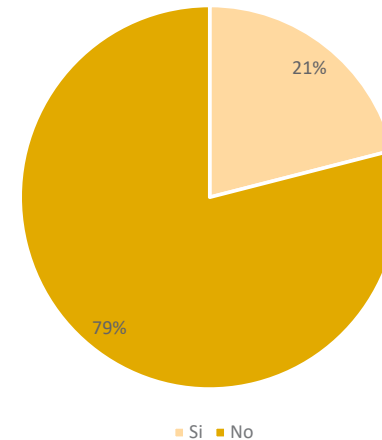
Conoce acerca la absorción acústica en viviendas

Respuesta	Frecuencia	%
Si	12	21%
No	45	79%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 31

Gráfico de pregunta 9



Fuente: Elaboración Propia

Acorde a la gráfica se tiene que el 79% no conocen acerca de la absorción acústica, el 21 % si saben acerca de este tema.

Se concluye que las personas desconocen en gran parte acerca del tema de absorción acústica, que puede mejorar la calidad del confort de la vivienda.

Tabla 20

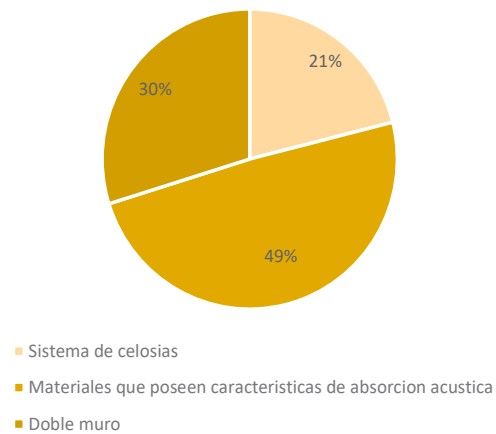
Conoce acerca la absorción acústica en viviendas

Respuesta	Frecuencia	%
Sistema de celosias	12	21%
Materiales que poseen características de absorcion acustica	28	49%
Doble muro	17	30%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 32

Gráfico de pregunta 10



Fuente: Elaboración Propia

Acorde a la gráfica se tiene que el 49% usarían materiales que poseen características de absorción acústica, el 30% eligen doble muro y por último sistema de celosías en 21%.

Se concluye que las personas desean tener materiales que tengan estas características acústicas, para así poder mejorar el confort a nivel acústico de la vivienda.

3.6 Marco Referencial

3.6.1 Casos Análogos

3.6.1.1 Recorrido Histórico en la Vivienda Bogotana

La construcción de vivienda en las últimas décadas ha mostrado avances notables en sus técnicas, tiempos de ejecución y aprovechamiento general de los recursos. Sin embargo, aspectos importantes en la calidad de vida, como el confort acústico, deben analizarse objetivamente para determinar la influencia de los nuevos conceptos arquitectónicos y constructivos sobre la exposición del ser humano al ruido en su entorno habitacional. (Ltda, 2017, p.2)

3.6.1.2 Metodología y Técnicas

Como primera medida se hizo una consulta de los materiales y las formas de construir más representativos de cada una de las décadas, definiendo tipologías que permitieran estudiar cuatro categorías principales de cerramientos y su comportamiento frente al ruido. Los elementos constructivos seleccionados fueron: fachadas, muros divisorios, puertas interiores y ventanas. (Ltda, 2017)

Descripción de los proyectos (formas de construir) la investigación se aproxima a la vivienda bogotana desde el panorama de la construcción de unidades habitacionales en serie que se desarrollan en altura. Asimismo, los proyectos donde se realizó el trabajo de campo, específicamente, las mediciones acústicas, debían cumplir dos principales determinantes: primero, pertenecer a empresas constructoras que no sólo tienen una amplia trayectoria laboral, sino también una cantidad importante de metros cuadrados residenciales que han aportado a la ciudad de Bogotá. Segundo, ser proyectos arquitectónicos referentes de la ciudad, tanto por su estética, materiales y proporciones, como por su reconocimiento, vitalidad y trayectoria en la construcción de la misma.

3.6.1.3 Evaluación acústica de la vivienda Bogotana, metodología para abordar el problema de estudio.

Una vez definidas las anteriores tipologías, estudiando principalmente las propiedades físicas de los materiales, sus dimensiones y su disposición final en obra, se inició la evaluación acústica de éstas, teniendo en cuenta dos componentes metodológicos claramente definidos. (Ltda, 2017, p.6)

3.6.1.4 Simulaciones

Partiendo de la necesidad de calcular la pérdida por transmisión en cada uno de los elementos previamente definidos, se utilizó el programa INSUL, el cual calcula virtualmente el aislamiento acústico en muros, ventanas y entrepisos. Asimismo, este software tiene una base de datos universal categorizada según país de origen o fabricante del producto, sin embargo, Colombia y todos sus fabricantes no hacen parte de esta base de datos, por lo cual, se configuraron nuevos materiales, con la idea de contextualizar el programa a la realidad colombiana. (Ltda, 2017, p.6)

3.6.1.5 Mediciones Acústicas en el Lugar

Según los requerimientos de esta norma, fue necesario utilizar una fuente omnidireccional (dodecaedro), un sonómetro clase 1 (SVAN 971) y software de análisis. Una vez seleccionada la partición o elemento constructivo que se desea medir, según un análisis previo de sus planos y una planeación previa a la medición, se ubicó la fuente sonora a 5 metros de la fachada (para elementos de fachada) o en el recinto con mayor volumen (para muros divisorios, entrepisos, etc). (Ltda, 2017, p.7)

3.6.1.6 Análisis Acústico

En términos generales, los resultados de las mediciones se acercan a las simulaciones, con contadas excepciones. Un patrón recurrente en los resultados de las mediciones en todos los elementos de construcción fue el lento aumento del índice de reducción acústica R' en las frecuencias superiores a 2 kHz, es decir, las pendientes de las gráficas obtenidas en las simulaciones resultaron ser mucho más

pronunciadas que las obtenidas en las mediciones.
(Ltda, 2017, p.8)

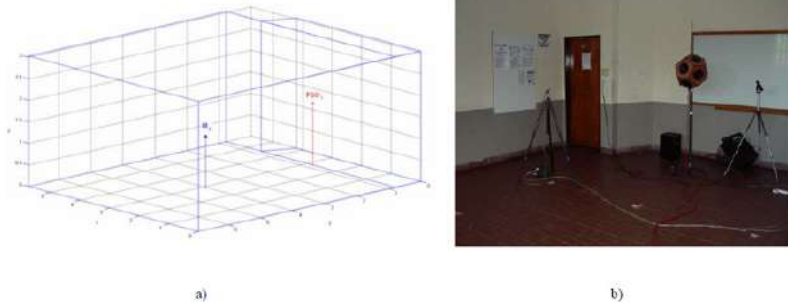
3.6.1.7 Conclusión

Se puede decir que dentro este primer referente, la calidad acústica en la construcción de vivienda ha disminuido en los últimos años en la ciudad de Bogotá, aclarando en principio que aunque la muestra utilizada, resulta ser representativa de varias tipologías constructivas y sus periodos de tiempo, es una pequeña parte del amplio universo construido en la ciudad.

3.6.2 Base de datos de mediciones de respuestas impulsivas de recintos con diferentes características acústicas (Córdoba-Argentina)

Figura 33

Análisis de un aula de audiovisuales



Fuente: Cravero et al., 2011

Actualmente, las mediciones de respuestas impulsivas de recintos se realizan con sistemas de medición diseñados específicamente para esta aplicación, dichos sistemas cumplimentan los requerimientos especificados en la norma ISO 3382. Las nuevas tecnologías electrónicas digitales y analógicas han permitido optimizar numerosos equipos y dispositivos que componen la cadena de medición, mejorando características como resolución, relación señal ruido, respuesta en frecuencia e inmunidad a ruidos entre otros. (Cravero et al., 2011)

3.6.2.1 Conclusión General

Las estrategias de diseño de la normativa en vigencia, son orientadas para evitar ganancias. Cuando en realidad lo que necesitamos es aprovecharlas la mayor parte del año, sumar elementos que contribuyan a la inercia térmica y aun así, se necesitaría complementar con ganancias internas en ciertas ocasiones por las grandes amplitudes. El resultado de esto se refleja en el excesivo consumo de energía, calefaccionando viviendas que podrían abastecerse casi en su totalidad con métodos adaptativos si se supieran los requerimientos exactos.

CAPÍTULO IV

FASE DIAGNOSTICO

4.1 Ubicación

El área de estudio se sitúa en el sector sur-occidental de la ciudad de Loja, barrio Chontacruz, de la parroquia Sucre, del cantón y provincia de Loja.

4.2 Descripción del Área de Estudio

El proyecto la Cascarilla se emplaza en catorce hectáreas de terreno con 624 lotes de interés social, el proyecto surge por medio del Municipio de Loja, que busca ofrecer viviendas de interés social para familias que carecen de la misma, este proyecto estuvo paralizado por algún tiempo debido a una hipoteca; El actual gerente de la empresa de la vivienda, indico que desde finales de 2015 se retomaron los trabajos. Estos terrenos cuentan con servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, redes eléctricas y telefónicas soterradas, incluso con asfaltado.

El financiamiento de las obras fue posible gracias a la contribución de los beneficiarios, quienes pagan sus cuotas mensuales al VIVEM: Empresa Pública Municipal de Vivienda, conforme contaban con los recursos económicos se continuaban las labores en el proyecto.

Según el actual, gerente de VIVEM, está por finalizar el programa de lotización a marzo 2020, tiene un 90% de avance y se entregarán los lotes con todos los servicios para que construyan las viviendas de acuerdo a sus posibilidades y necesidades. Esta consulta se realizó en Enero del 2021.

Con ello se cubre en parte el déficit de vivienda en el cantón Loja, ya que muchas familias tienen la ilusión de contar con su casa propia y en este sentido el Municipio ha generado las condiciones adecuadas para que las familias accedan a este sueño.

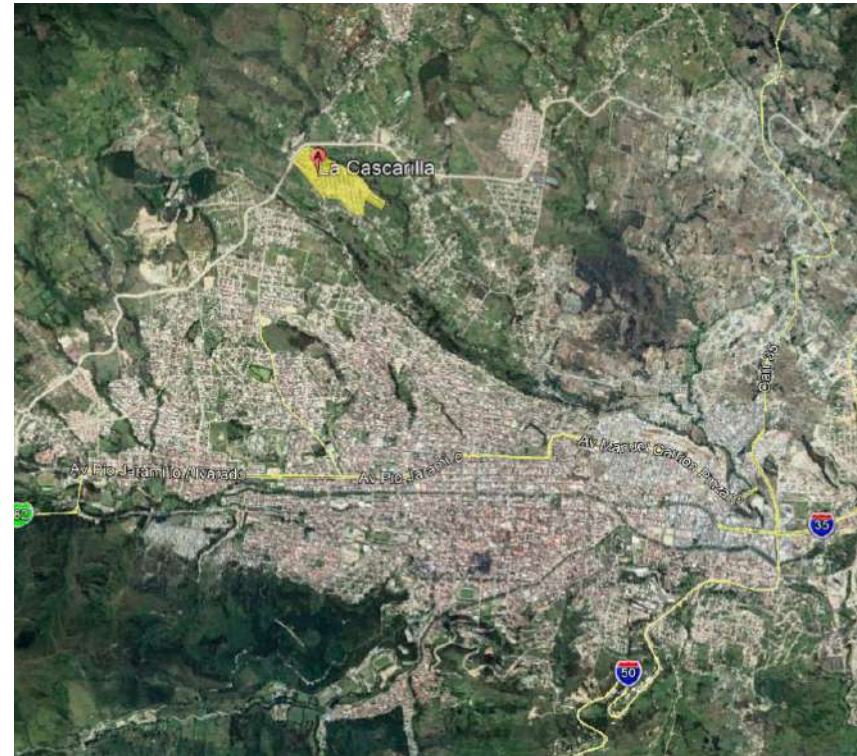
“Hoy con una visión que va más allá de lo político y que se enfoca en lo social se entregará una urbanización en el sector occidental de la

ciudad a donde se proyecta el futuro de Loja”, señaló Darío Jaramillo, concejal del cantón.

La elección del área de estudio fue por ser una urbanización periférica que es relativamente joven, en la que se presentan algunos problemas dentro de la vivienda por estar ubicada cerca de vías arteriales que generan el impacto de ruido por la presencia de vehículos, además de esto su aspecto físico que presenta ciertas variantes diversas como topografía y altura que con respecto a otras zonas periféricas de la ciudad es distinta, lo que es de relevancia el estudio de esta problemática.

Figura 34.

Imagen satelital de la ciudad de Loja



Fuente: Google Earth

Figura 35.

Imagen satelital del área de estudio barrio la cascarilla



Fuente: Google Earth

4.3 Atributos Físicos

4.3.1 Clima

El cantón Loja tiene un tipo de clima Ecuatorial Mesotérmico Semi – Húmedo, se encuentra a una altura de 2.100 m s.n.m. Los factores que dan origen al clima del cantón son los mismos factores que afectan a la región andina, especialmente la latitud y el relieve, en términos más generales, la zona de convergencia intertropical (ZCIT), el efecto de la interacción Océano Pacífico – atmósfera (Fenómeno El Niño Oscilación del Sur y Corriente Fría de Humboldt) y la cubierta vegetal.

(Gobierno Autonomo Descentralizado del Canton Loja, 2014)

4.3.2 Temperatura

La temperatura media anual a nivel de cantón Loja es de 15 °C, el valor más alto registrado es de 23°C localizado en la parroquia de El Cisne; mientras que los valores más bajos se registran en las parroquias de San Lucas, Jimbilla y en la ciudad de Loja con 9 °C, esto se da principalmente por la topografía predominante, debido a la presencia

en el territorio de la cordillera de los Andes.

(Gobierno Autonomo Descentralizado del Canton Loja, 2014)

Tabla 21.

Rango de temperaturas máximas y mínimas en el Cantón Loja

Parroquia	Rango (°C)
Santiago	10-19
San Lucas	9-19
Jimbilla	9-20
El cisne	14-23
Gualel	10-19
Chuquiribamba	12-20
Chantaco	12-18
Taquil	12-20
Malacatos	11-20
San Pedro de Vilcabamba	11-20
Vilcabamba	11-20
Yangana	11-19
Quinara	11-20
Loja	9-19

Fuente: Gobierno Autonomo Descentralizado del Canton Loja, 2014

4.3.3 Precipitaciones

Tabla 22.

Precipitación Media Mensual (mm) de Estaciones Meteorológicas

CODIGO	ESTACION	ENE	FEB	MARZ	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
M033	LA ARGELIA LOJA	94.2	128.0	150.7	99.1	63.5	53.5	49.9	41.6	39.4	71.2	75.5	89.8	956.4

Fuente: Gobierno Autonomo Descentralizado del Canton Loja, 2014

Los datos anuales en la ciudad de Loja se encuentran entre los 900 mm/año (900 l/m²), con tendencia mayor de precipitaciones entre los meses de enero-abril, siendo el mes de marzo el que más precipitación tiene.

4.3.4 Vientos

Los vientos que atraviesan la ciudad de Loja son los derivados del este, los mismos que sufren modificaciones en su trascurso a causa del relieve montañoso, moderando la fuerza y contribuyendo la desviación hacia el norte en dirección sur-este (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cant n Loja, 2013).

En la ciudad de Loja predominan los vientos de dirección norte, noeste y este, encausados por la apertura hidrográfica del río Zamora hacia la Amazonía. (Gobierno Autonomo Descentralizado del Canton Loja, 2014)

El promedio anual de velocidad del viento es de 3 m/segundo, significando que no causa afectaciones para la vida vegetal, animal ni de la convivencia humana (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Loja, 2013).

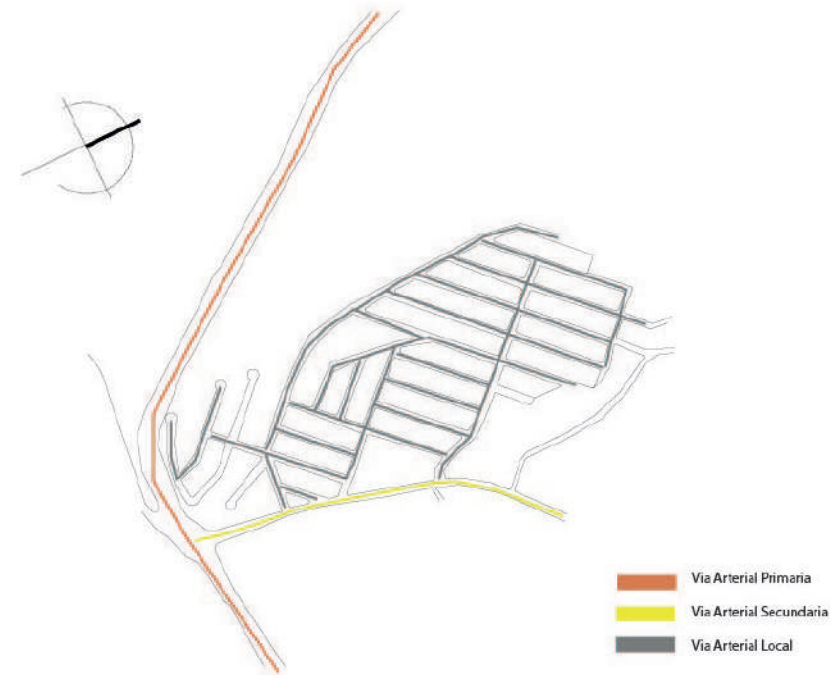
4.4 Análisis del Área de Estudio

4.4.1 Jerarquización Vial

En el área de estudio es se puede identificar los tipos de vías existentes correspondiente al uso vehicular: vías arteriales que, según el POU, son vías con alto flujo vehicular y comprende la Vía de Integración Barrial, que recorre de Norte a Sur y la Avenida Eugenio Espejo, la misma que recorre de Este a Oeste; además existen varias calles colectoras y locales.

Figura 36.

Tipos de vías existentes



Fuente: Agencia Nacional de Transito

Elaborado: Por el autor

4.4.2 Líneas de buses

La única línea de bus que pasa por la zona de estudio es la línea #11 que corresponde a la ruta Bolonia- Tierras Coloradas.

Figura 37

Líneas de buses



Fuente: Agencia Nacional de Transito

Elaborado: Por el autor

4.4.3 Flujo vehicular del área de estudio

4.4.3.1 Flujo vehicular del área de estudio por tramos

Figura 38

Plano de flujo vehicular en tramos



Fuente: Municipio de Loja

Elaborado: Por el autor

Descripción: El flujo vehicular se lo categoriza en flujo vehicular alto, medio y regular.

4.4.3.2. Cuento vehicular del área de estudio

Para entender la cantidad de vehículos que pasan en el sector y alrededor, se realiza un estudio de campo por el cual se genera una tabla de la que presenta 4 horarios en los que se cuenta vehículos cada 10 minutos y se obtiene de cada franja horaria el total de los 60 minutos, esto se realiza por cada tramo de la zona de estudio.

Luego de esto se obtiene la cantidad total de vehículos que se obtiene aproximadamente al elegir estos horarios para poder entender cuáles tramos son los que presentan mayor presencia vehicular.

Se categoriza por niveles el flujo vehicular en alto, medio y regular para comprender los tramos con la ayuda de un mapa del sector.

Como tramo que presenta la mayor cantidad de vehículos es la Av. Eugenio Espejo, ya que corresponde a una línea principal importante de la ciudad.

Tabla 23.

Cuento de flujo vehicular con respecto a las calles del área de estudio

Flujo Vehicular	Tramos	6:30 am -8:00 am		11:30 am -13:00 pm		15:00 am -16:30 pm		17:30 pm-19:00 pm		Suma por horas
		Cantidad x 10 min	Hora	Cantidad x 10 min	Hora	Cantidad x 10 min	Hora	Cantidad x 10 min	Hora	Total de vehiculos por tramo
	Av. Eugenio Espejo	150	900	80	480	100	600	190	1140	3120
	Calle 1	50	300	60	360	40	240	60	360	1260
	Calle 2	60	360	40	240	30	180	80	480	1260
	Calle 3	30	180	20	120	40	240	60	360	900
	Calle 4	40	240	50	300	20	120	50	300	960
	Calle 5	50	300	30	180	40	240	50	300	1020
	Calle 6	60	360	70	420	20	120	80	480	1380
	Calle 7	40	240	60	360	10	60	60	360	1020
	Calle 8	50	300	20	120	30	180	80	480	1080
	Calle 9	30	180	20	120	40	240	20	120	660
	Calle 13	40	240	50	300	20	120	50	300	960
	Calle 14	50	300	20	120	30	180	80	480	1080
	Calle 15	60	360	70	420	20	120	80	480	1380

Elaborado: Por el autor

Descripción de resultados

El estudio realizado ayudo a identificar que vías tienen mayor incidencia conflictiva entorno al área de estudio, lo que genera puntos de análisis con respecto al tema de estudio que es la acústica, para así determinar que puntos del mapeo pueden incidir directamente o indirectamente en las viviendas, afectando así el confort en la vivienda.

4.4.4. Asoleamiento

La duración del día en Loja no varía considerablemente durante el año, solamente varía 21 minutos de las 12 horas en todo el año. En 2020, el día más corto es el 20 de junio, con 11 horas y 54 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de diciembre, con 12 horas y 21 minutos de luz natural

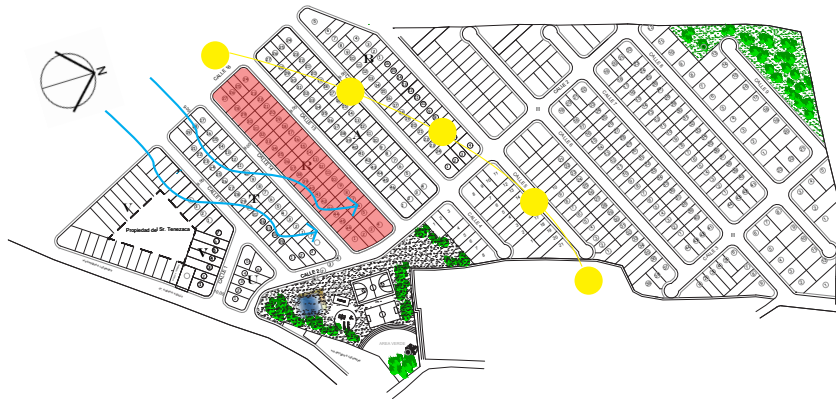
El brillo solar del valle de Loja presenta una suma plurianual de cerca de 1 600 horas, de la cual el segundo semestre del año presenta los valores más altos, siendo el mes de noviembre donde se detecta el mayor valor (157,1 horas/mes o un promedio de 5,3 horas/día de brillo solar sin interferencias de nubes).

4.4.4.1. Análisis de soleamiento y vientos en el sitio de estudio

Los vientos predominantes son del Suroeste y el asoleamiento se da por el Este y el sol se oculta por el Oeste.

Figura 39

Análisis de vientos y asoleamiento del sitio



Fuente: Municipio de Loja
Elaborado: Por el autor

4.4.5. Elementos existentes construidos

Figura 40

Mapeo de elementos construidos



Fuente: Municipio de Loja

Elaborado: Por el autor

Según el actual gerente del VIVEM, el 60% de viviendas ya son habitadas en el sector, las personas que habitan las mismas aun las están pagando en un plazo de 5 años por medio del MIDUVI. ¡Las viviendas son habitadas por personas de bajos recursos económicos, las misma que cancelan \$5 mensuales por vivienda.

El único lugar como punto de interés es la cancha y la cancha comunal, la misma que se encuentra al ingreso por la Av. Eugenio Espejo.

4.4.6. Topografía

El área de estudio se emplaza en un terreno con pendiente positiva que desciende desde la vía integración barrial mencionada en apartados anterior, que es del 5% lo que nos puede decir que las viviendas mas alejadas a esta vía no se ven afectadas tan directamente como las que se encuentran aledañas a la misma.

Figura 41

Planimetría con líneas topográficas



Fuente: Municipio de Loja

Elaborado: Por el autor

4.4.7. Contaminación acústica del área de estudio

Para poder entender la cantidad de sonido que provocan los automotores, este valor se mide en db que es Decibeles: sensación sonora que es igual a la décima parte de un bel. , según (Velasco Sánchez, 2014) se presenta los siguientes datos.

Tabla 24

Tendencia de los niveles sonoros medios frente a la antigüedad, para diferentes categorías de vehículos

	Todos	Motos	Coches	Autobuses	Camiones	Mixtos
Tendencia	81,3+0,19T	85,8+0,20T	79,8+0,22T	89,1+0,18T	86,6 +0,13T	81,7 +0,21T
Correlación	0,89	0,94	0,98	0,90	0,95	0,97

Fuente: Velasco Sánchez, 2014

La contaminación acústica en las ciudades se debe a la presencia de automotores, de los cuales uno de los que generan mayor impacto de ruido son los Buses, ya que se encuentran en mayor porcentaje en las ciudades por la demanda de movilidad del ser humano.

Figura 42.

Mapeo de puntos de medición del ruido



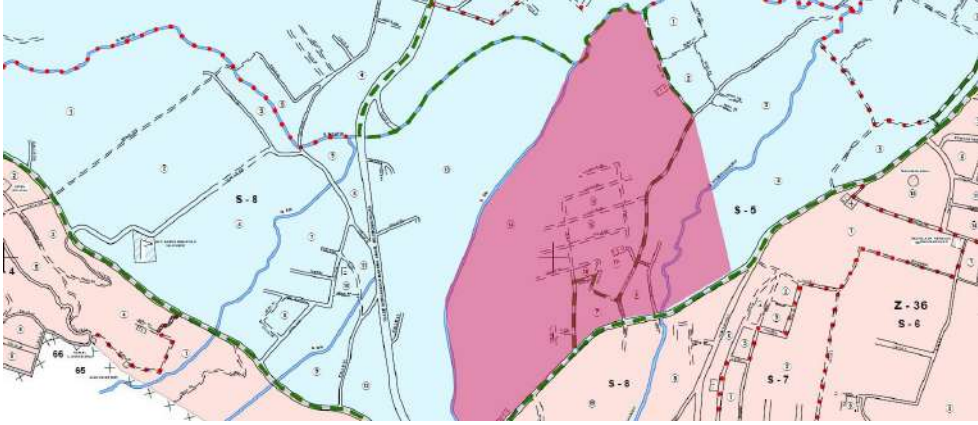
Elaborado: Por el autor

Descripción: Mediante la medición del sonómetro se realiza un análisis de puntos conflictivos en la zona de estudio, de lo que se puede decir es que, en el lado Oeste, aledaño a la vía de integración barrial se genera 80 DB, luego se puede decir que en los puntos del este ya que la topografía está en pendiente que desde el punto más alto que es la vía de integración, va bajando causa que la generación del sonido en DB sea decreciente que ronda entre los 50 a 60 DB. Y a modo de conclusión los puntos más conflictivos del análisis son las viviendas que se encuentran 3 manzanas cercanas a la vía de integración barrial que genera 65 db.

4.4.8. Análisis Socioeconómico

Tabla 25

Cuadro por zonas y manzanas

Tabla Socioeconómico			
Mapa de zona de estudio marcada con rojo			
			
Z18			
Sector	Manzana	Total	Suma
S8	260	260	274
S8	14	14	
Z19			
Sector	Manzana	Total	Suma
S5	6	48	83
S5	7	35	
Suma Total		357	

Fuente: Loja Pob Manzanas






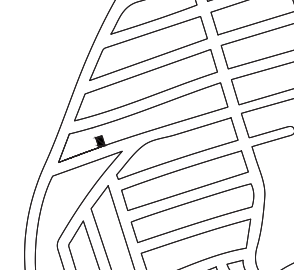
Elaborado: Por el autor


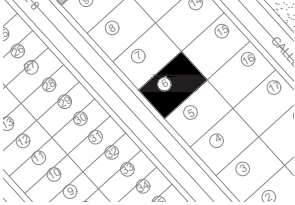





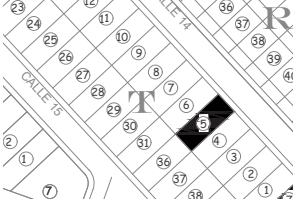
La población del sector del área de estudio según el censo del 2010 corresponde a una suma total de 357 personas, lo que nos dice que a futuro la población del sector se incrementara, debido a la demanda de la vivienda que se evidencia en la actualidad; esto nos habla que en el área de estudio a un rango de 10 años de proyección la cantidad de líneas de buses y servicios se concentren en estos puntos que concentraran mayor flujo de personas en vista de alejarse de la parte céntrica de la ciudad.



4.4.9. Tipología de construcción de las viviendas

Tabla 26

Matriz de análisis tipologías vivienda

Tipología	Imagen	Ubicación	Materiales		Observaciones en base al confort acústico	
<p>Vivienda Adosada 1 nivel</p> 			Hormigón	x	<p>Al no tener viviendas construidas a sus adosamientos, genera mayor impacto del ruido.</p> <p>Los vanos de la vivienda al no tener vidrio, accede con mas facilidad los vientos predominantes que afectan sumado al ruido de la avenida.</p>	
			Bloques de Cemento			
			Ladrillo	x		
			Hierro	x		
			Pintura	x		
<p>Vivienda Adosada 1 nivel</p> 			Hormigón	x	<p>Al no tener viviendas construidas a sus adosamientos, genera mayor impacto del ruido.</p> <p>El tipo de materiales empleados, no solucionan temas acústicos, ya que el sonido puede acceder con facilidad por las fisuras y juntas de unión de la parte de la mampostería.</p>	
			Bloques de Cemento			
			Ladrillo	x		
			Hierro	x		
			Pintura	x		

<p>Vivienda Adosada 1 nivel</p> 			<table border="1"> <tr><td>Hormigón</td><td>x</td></tr> <tr><td>Teja</td><td>x</td></tr> <tr><td>Ladrillo</td><td>x</td></tr> <tr><td>Hierro</td><td>x</td></tr> <tr><td>Pintura</td><td>x</td></tr> </table>	Hormigón	x	Teja	x	Ladrillo	x	Hierro	x	Pintura	x	<p>Al contar con viviendas construidas a sus adosamientos, el ruido de la avenida no afecta tanto a la vivienda al encontrarse en puntos bajos de la misma.</p>
Hormigón	x													
Teja	x													
Ladrillo	x													
Hierro	x													
Pintura	x													
<p>Vivienda Adosada 3 niveles</p> 			<table border="1"> <tr><td>Hormigón</td><td>x</td></tr> <tr><td>Bloques de Cemento</td><td></td></tr> <tr><td>Ladrillo</td><td>x</td></tr> <tr><td>Hierro</td><td>x</td></tr> <tr><td>Pintura</td><td>x</td></tr> </table>	Hormigón	x	Bloques de Cemento		Ladrillo	x	Hierro	x	Pintura	x	<p>La vivienda, al no tener construcciones a sus lados, aunque esta tenga capas de pintura en su fachada, no protege a la vivienda al impacto sonoro por la avenida.</p>
Hormigón	x													
Bloques de Cemento														
Ladrillo	x													
Hierro	x													
Pintura	x													
<p>Vivienda Adosada 3 niveles</p> 			<table border="1"> <tr><td>Hormigón</td><td>x</td></tr> <tr><td>Bloques de Cemento</td><td></td></tr> <tr><td>Ladrillo</td><td>x</td></tr> <tr><td>Hierro</td><td>x</td></tr> <tr><td>Pintura</td><td>x</td></tr> </table>	Hormigón	x	Bloques de Cemento		Ladrillo	x	Hierro	x	Pintura	x	<p>No posee viviendas a sus adosamientos, sus materiales facilitan el acceso del ruido por las juntas y ventanas así causan un impacto indirecto al confort acústico de esta edificación.</p>
Hormigón	x													
Bloques de Cemento														
Ladrillo	x													
Hierro	x													
Pintura	x													
<p>Vivienda Adosada 2 niveles</p> 			<table border="1"> <tr><td>Hormigón</td><td>x</td></tr> <tr><td>Bloques de Cemento</td><td>x</td></tr> <tr><td>Ladrillo</td><td></td></tr> <tr><td>Hierro</td><td>x</td></tr> <tr><td>Pintura</td><td>x</td></tr> </table>	Hormigón	x	Bloques de Cemento	x	Ladrillo		Hierro	x	Pintura	x	<p>Al no contar con viviendas a sus adosamientos, es evidente el impacto sonoro de la avenida, sin embargo la parte natural al encontrarse sin excavaciones los terrenos colindantes, suelen proteger el ingreso directo del ruido.</p>
Hormigón	x													
Bloques de Cemento	x													
Ladrillo														
Hierro	x													
Pintura	x													

<p>Vivienda Esquinera 1 nivel</p> 			<p>Hormigón</p> <p>Bloques de Cemento</p> <p>Ladrillo</p> <p>Hierro</p> <p>Pintura</p>	<p>x</p> <p></p> <p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>	<p>La vivienda esquinera, tiene mejores puntos de protección frente al ruido por medio de sus cerramientos, que reduce en poca medida el sonido.</p>
<p>Vivienda Esquinera 1 nivel</p> 			<p>Hormigón</p> <p>Bloques de Cemento</p> <p>Ladrillo</p> <p>Hierro</p> <p>Pintura</p>	<p>x</p> <p></p> <p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>	<p>Se generan puntos de impacto de ruido por sus lados que no estan adosados, lo que genera discomfort dentro de la vivienda.</p>
<p>Vivienda Esquinera 2 niveles</p> 			<p>Hormigón</p> <p>Bloques de Cemento</p> <p>Ladrillo</p> <p>Hierro</p> <p>Pintura</p>	<p>x</p> <p></p> <p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>	<p>Al ubicarse cerca a la avenida Eugenio Espejo, el impacto de ruido se presenta mayormente en horas pico, ya que al no disponer de protección a los lados de sus adosamientos, el ruido ingresa causando la deficiencia acústica.</p>

Elaborado: Por el autor

Figura 43

Mapeo de viviendas construidas con ladrillo en mampostería y estructura hormigón armado.



Elaborado: Por el autor

Conclusión acerca tipologías de vivienda

En un 100% del mapa de la zona de estudio poseen materiales como el ladrillo en su mampostería y en su estructura el uso del hormigón armado, esto se puede deber a la influencia de otras viviendas para el uso de estos materiales.

De las nuevas tipologías analizadas de la zona de estudio, tres viviendas son de personas que perciben menores ingresos económicos, debido a que son viviendas incompletas.

Se evidencia que, en ocho de las nueve viviendas analizadas, a pesar de ser adosadas no poseen viviendas construidas a ambos lados, lo que puede provocar problemas acústicos al no tener estas viviendas que sirven de amortiguador del ruido.

Con respecto a las cubiertas de las viviendas analizadas, 8 son de losa de hormigón armado y únicamente una vivienda posee cubierta de plancha de acero de teja, materiales que pueden afectar al confort de estas edificaciones seleccionadas.

4.5 Selección vivienda para análisis de diagnóstico acústico

4.5.1 Justificación de selección de la vivienda

Tabla 27

Parámetros selección vivienda a analizar

Parámetros de Selección Vivienda		
Ubicación	Tipología	Materiales
A una manzana de la vía de integración barrial.	<ul style="list-style-type: none"> • Un nivel • Sin adosamiento laterales 	<ul style="list-style-type: none"> • Ladrillo • Hormigón • Vidrio

Elaborado: Por el autor

Descripción: La vivienda selección considerando todos estos puntos, que son desfavorables para así poder iniciar con un análisis más a profundidad, que será por medio de software.

Figura 44

Vivienda escogida para el análisis



Foto: Por el autor

4.5.2 Datos generales de la vivienda

Tipo vivienda: Unifamiliar

Número de pisos: Un piso

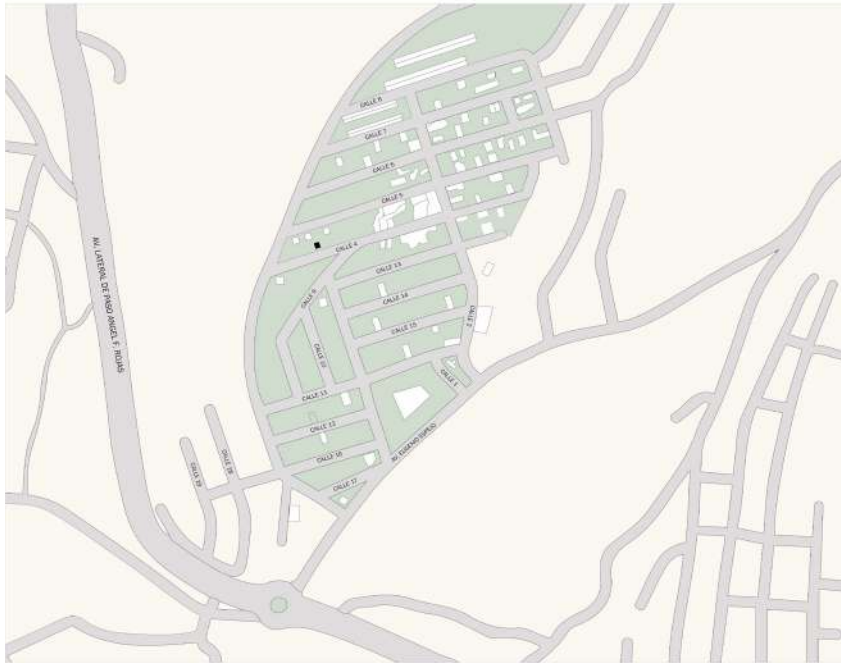
Tipología: Vivienda Adosada

Materialidad: Ladrillo, Hormigón

4.5.3 Ubicación

Figura 45.

Ubicación de la vivienda correspondiente al mapa



Fuente: Municipio de Loja

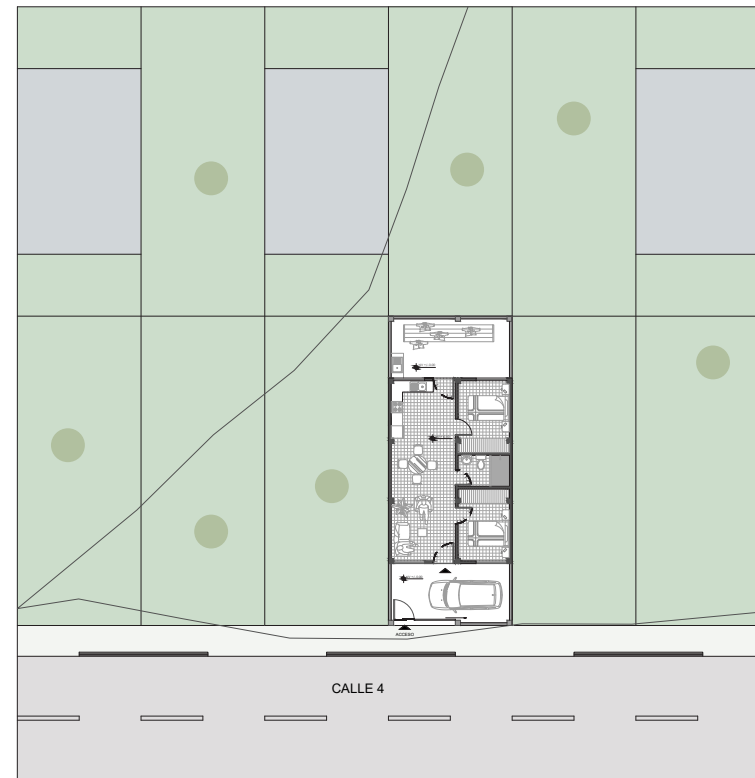
Elaborado: Por el autor


La vivienda seleccionada posee características idóneas para el análisis del diagnóstico acústico. ya que al no poseer viviendas construidas paralelas a sus adosamientos, su localización que es cercana a la vía de integración barrial la cual genera una cantidad por encima de 65 Db , lo que es un problema en la rutina diaria de las personas, lo que puede molestar a las personas y por medio de la realización del diagnostico se busca identificar si cumple la cantidad de absorción acústica en cada espacio y de forma global dentro de la vivienda para así tratar de diagnosticar el problema y buscar una solución por medio del panel acústico.

4.5.4 Documentación arquitectónica de la vivienda

Figura 46

Implantación de vivienda de una planta



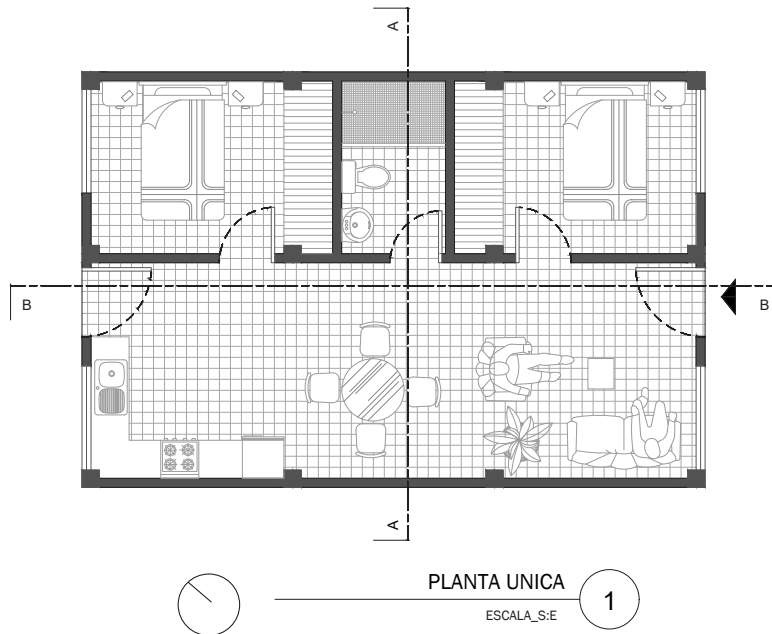
IMPLANTACION DE VIVIENDA 
0 5 10 15 m

Elaborado: Por el autor

4.5.4 Documentación arquitectónica de la vivienda

Figura 47

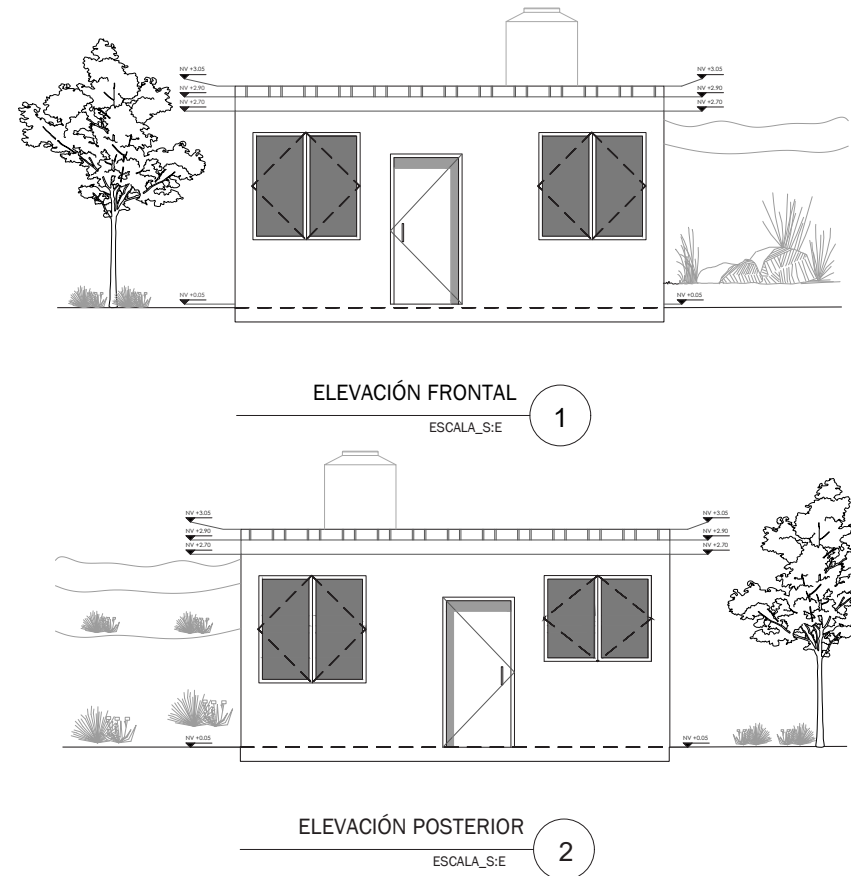
Planta de la vivienda



Elaborado: Por el autor

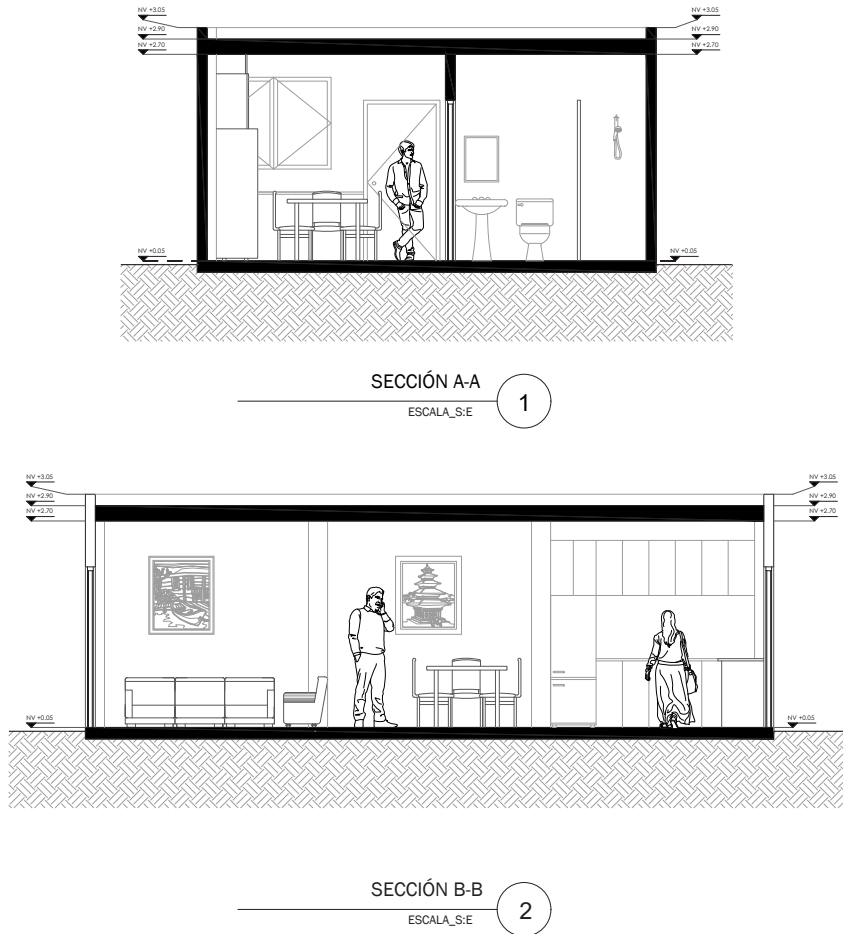
Figura 48

Elevaciones



Elaborado: Por el autor

Figura 49
Secciones



Elaborado: Por el autor

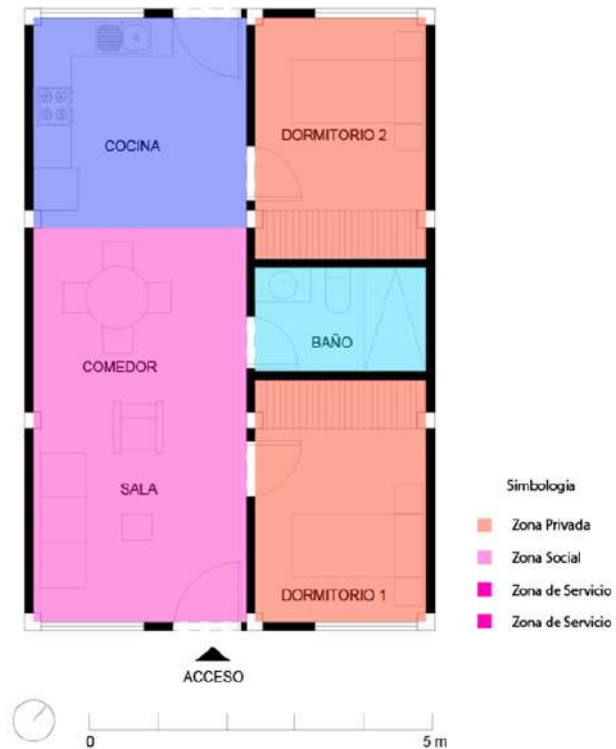
4.6 Entender el habitar de las personas de la vivienda

El ser humano habita según dispone su visión del habitar, relación que es correspondiente a su crecimiento desde la edad infante hasta adulta, lo que ha tenido hincapié dentro de este concepto del habitar, lo cual lo transmite por medio de la disposición del mobiliario y adapta a su entorno.

3.6.1 Análisis de espacios vivienda

Figura 50

Diagrama zonificación de la vivienda



Elaborado: Por el autor

Esta vivienda posee 54 m² de construcción, habitan tres personas, por tanto, la necesidad del dueño era de tener una vivienda con dos dormitorios, de la cual también posee ciertas zonas de uso común como sala, comedor, cocina. Una de las zonas más usadas por parte de los dueños es el uso del comedor y de la sala, ya que al ser una zona social es en la que la mayor parte del día se habita estos espacios, que al ser una zona abierta se genera mejor espacialidad.

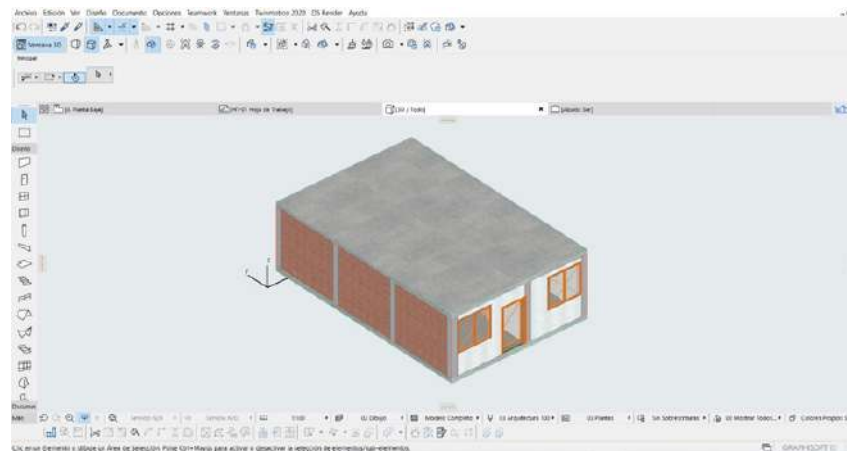
4.7 Proceso de diagnóstico de la vivienda por medio de software acústico Autodesk Ecotect Analysis

Al no contar con una normativa nacional, se optará por el uso de la Normativa Chilena, para así obtener datos de rangos dados por esta norma por cantidad de (db) decibles permitidos.

4.7.1 Levantamiento de vivienda en software

Figura 51

Modelado 3d de vivienda analizada



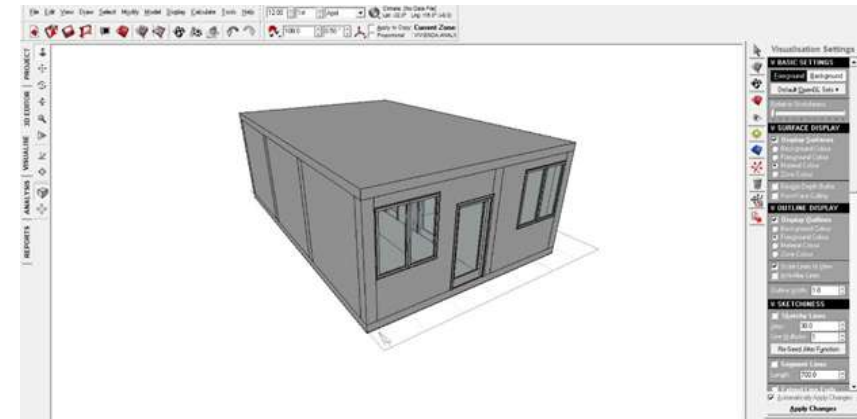
Fuente: Archicad

Elaborado: Por el autor

4.7.2 Conversión de archivo Archicad a software Ecotect por medio de archivo object.

Figura 52

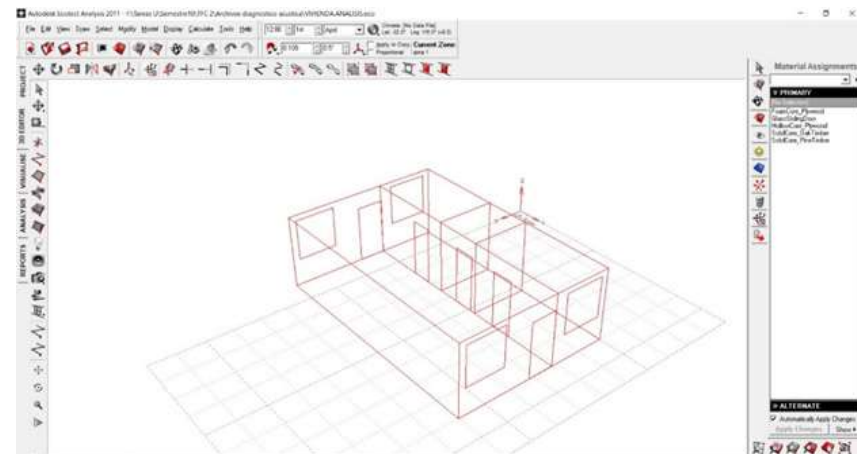
Modelado 3d de vivienda en software Ecotect



Elaborado: Por el autor

Figura 53

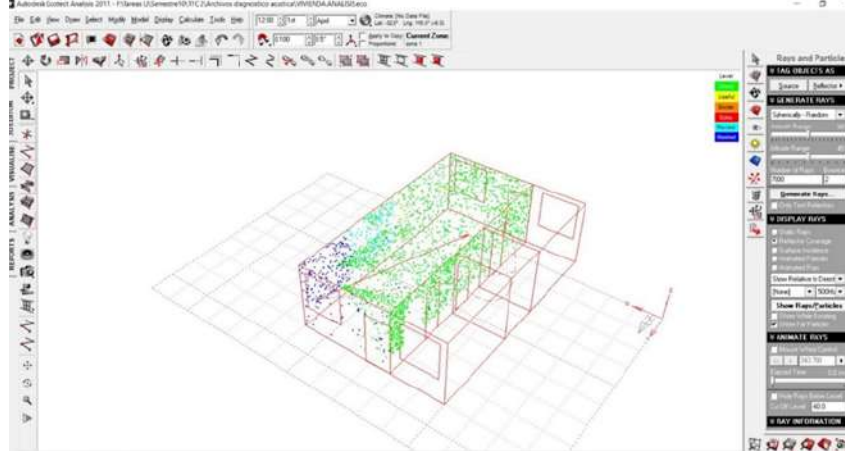
Visualización inalámbrica para asignación de materiales que posee el software



Elaborado: Por el autor

Figura 54

Visualización de espectrograma de rayos y partículas de sonido de la vivienda

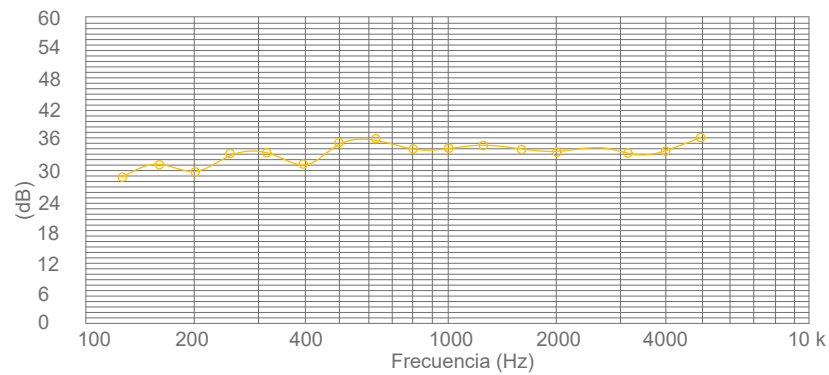


Elaborado: Por el autor

Descripción: nos ayuda a identificar la actuación del sonido que actúa dentro de la vivienda.

Figura 55

Gráfica de índices de medición de la respuesta acústica por ecotect analysis



Elaborado: Por el autor

Descripción: El rango de absorción acústica el valor mínimo en envolventes es de 35 db , el dato que nos brinda la gráfica está en un rango intermedio entre 30 y 35 db por lo cual esta muy por debajo del rango mínimo establecido por la Norma Chilena.

4.8 SÍNTESIS DEL DIAGNOSTICO

Después de finalizado el diagnóstico es necesario la síntesis de diagnóstico, con el fin de obtener la información más sustancial, que ayude a implementar toma de decisiones que servirán para la realización de la propuesta.

Tabla 28

Síntesis del Diagnóstico

Tema	Diagnostico	Puntos positivos y negativos.	Solución
Precipitaciones	Los datos anuales en la ciudad de Loja se encuentran entre los 900 mm/año (900 l/m ²), con tendencia mayor de precipitaciones entre los meses de enero-abril, siendo el mes de marzo el que más precipitación tiene.	Negativo: Las precipitaciones provocan consecuencias en cubiertas de losas de hormigón, lo que genera debilitamiento de losas de hormigón en las viviendas.	Implementación de sistema de impermeabilizante y adaptación de panel propuesto de modo interno para evitar filtraciones de agua.
Vientos	Los vientos que atraviesan la ciudad de Loja son los derivados del este, los mismos que sufren modificaciones en su trascurso a causa del relieve montañoso, moderando la fuerza y contribuyendo la desviación hacia el norte en dirección sur-este.	Negativo: Las corrientes de viento predominantes generan sonido que afecta a las viviendas.	Es necesario determinar el uso correcto de los materiales dentro de la vivienda, que determinen la absorción requerida en base a la internacional.
Jerarquización vial	En el área de estudio es se puede identificar los tipos de vías existentes correspondiente al uso vehicular: vías arteriales que, según el POU, son vías con alto flujo vehicular y comprende la Vía de Integración Barrial, que recorre de Norte a Sur y la Avenida Eugenio Espejo, la misma que recorre de Este a Oeste; además existen varias calles colectoras y locales.	Negativo: La presencia de este tipo de vías genera mayor presencia vehicular dentro de la zona de estudio, lo que genera un incremento en la cantidad de decibeles.	

<p>Líneas de buses</p>	<p>La única línea de bus que pasa por la zona de estudio es la línea #11 que corresponde a la ruta Bolonia- Tierras Coloradas.</p>	<p>Positivo: Al únicamente tener una línea de bus, no genera tanto conflicto con la cantidad de ruido al ser rutas cada cierto tiempo lo que no genera tanto impacto en su ruta para los habitantes del sector.</p>	<p>A futuro debido al crecimiento de la población será necesario la creación de más alternativas de rutas de buses lo que generará mayor conflicto de ruido por medio del bus.</p>
<p>Flujo vehicular del área de estudio</p>	<p>Se categoriza por niveles el flujo vehicular en alto, medio y regular para comprender los tramos con la ayuda de un mapa de Como tramo que presenta la mayor cantidad de vehículos es la Av. Eugenio Espejo, ya que corresponde a una línea principal importante de la ciudad.</p>	<p>Positivo: Porque ayuda a identificar las zonas más conflictivas en las que se genera mayor sonido por parte del ruido.</p>	
<p>Elementos construidos</p>	<p>El 60% de viviendas ya son habitadas en el sector, las personas que habitan las mismas aun las están pagando en un plazo de 5 años por medio del MIDUVI.</p>	<p>Positivo: El barrio ha tenido un crecimiento paulatino, lo que genera mayor presencia de concentración de personas dentro del sector.</p>	
<p>Topografía</p>	<p>El área de estudio se emplaza en un terreno con pendiente positiva con pendiente del 5 %.</p>	<p>Positivo: Por medio de este elemento de análisis nos ayuda a identificar los puntos que tienen mayor cantidad de decibeles.</p>	

<p>Contaminación acústica del área de estudio</p>	<p>La contaminación acústica se debe a la presencia de líneas de bus, vías arteriales principales que son bastante concurridas a lo largo del día. En la que los niveles de ruido en db varían de mayor 80 db y un valor medio entre 50 a 60 db usado por medio del uso del sonómetro en el área de estudio.</p>	<p>Positivo: Porque ayuda a identificar la cantidad de ruido medido en db que llega por zonas a la zona de estudio.</p>	<p>Los puntos con mayor conflicto de cantidad de ruido son zonas que sirven para selección de vivienda para diagnóstico por medio de software acústico.</p>
<p>Tipología de construcción de las viviendas</p>	<p>De las nuevas tipologías analizadas de la zona de estudio, tres viviendas son de personas que perciben menores ingresos económicos, debido a que son viviendas incompletas. Se evidencia que, en ocho de las nueve viviendas analizadas, a pesar de ser adosadas no poseen viviendas construidas a ambos lados, lo que puede provocar problemas acústicos al no tener estas viviendas que sirven de amortiguador del ruido.</p>	<p>Positivo: Sirve para identificar que casos de estudio pueden servir para el análisis del diagnóstico de acústica y entender que materiales son más frecuentes en la zona.</p>	

Elaborado: Por el autor

<p>Parámetros de selección vivienda para diagnostico mediante software.</p>	<p>La vivienda debe poseer características deficientes, que facilitan la diagnosis correspondiente al déficit acústico.</p> <p>La vivienda seleccionada posee las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vivienda adosada sin viviendas a ambos lados construidos. • Vivienda de 1 piso • Materiales sin ningún tratamiento acústico. • Zona conflictiva a nivel de ruido cercana a vía de integración barrial. 		<p>La vivienda seleccionada es sometida a análisis por medio del software acústico.</p>
<p>Diagnóstico de la vivienda por medio de software acústico Ecotect Analysis Data.</p>	<p>El tiempo de reverberación nos indica que el punto más alto que llega es a 1 Khz cada 4000 ms y decrece a un máximo de 10 Khz cada 1800 ms.</p> <p>El rango de absorción acústica en el apartado de respuesta acústica correspondiente se encuentra en un rango global de 35 a 40 db lo que nos habla de un déficit acústico al encontrarse en una calificación de D correspondiente a al desempeño de aislamiento acústico de ruido aéreo en fachada.</p>	<p>Positivo:</p> <p>Sirve para identificar la deficiencia acústica que percibe la vivienda, de este modo se puede generar las alternativas para solventar el confort acústico requerido en base a la normativa chilena.</p>	<p>Se comienza por medio de una metodología de diseño , para la realización de la propuesta , ya que debido a la deficiencia que presenta la normativa nacional de acústica se opta por el uso de una normativa internacional, la cual se usara es la correspondiente a la normativa Chilena la absorción mínima que debe poseer las fachadas es de un rango de 35 a 40 db, por ende por medio de estrategias se plantea resolver la deficiencia acústica, en la que el panel orgánico se lo adaptara para mejorar y generar una propuesta de material constructivo acústico que de cierto modo este por encima del mínimo estándar requerido de la normativa Chilena.</p>

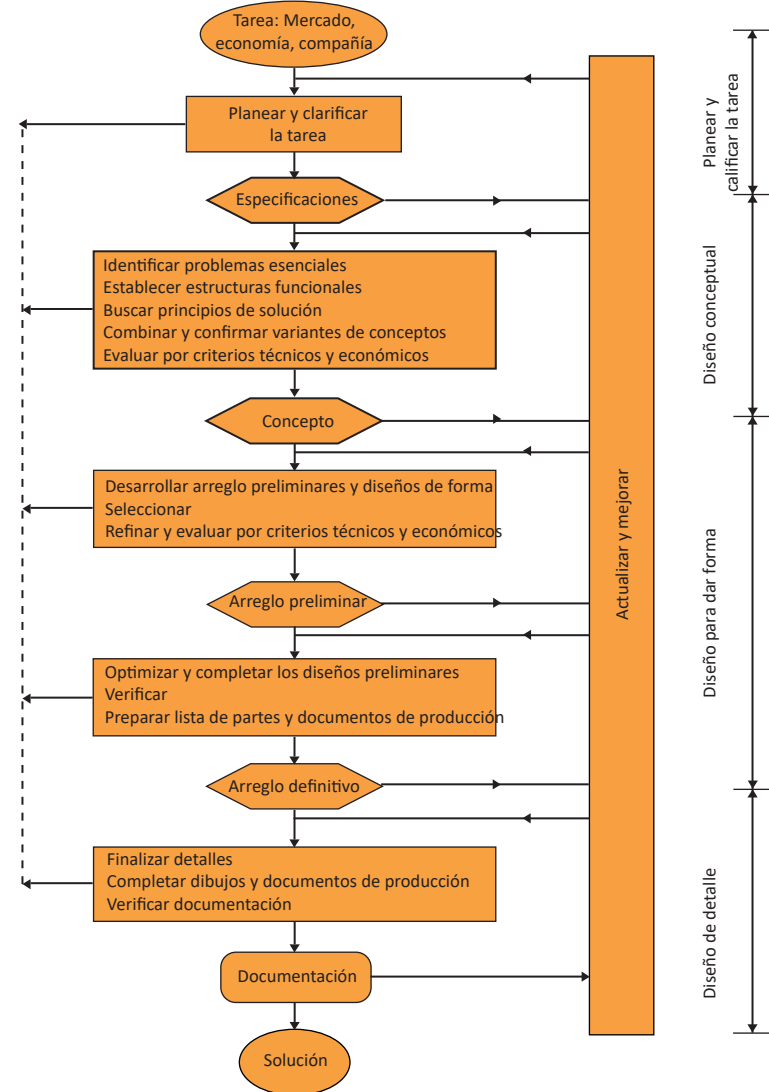
CAPITULO V MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Metodología de Diseño

El proceso de diseño que se realizara para la propuesta está conformado por múltiples operaciones secuenciales que, durante la realización de un proyecto, requieren de ciertos puntos para solucionar con éxito la problemática planteada inicialmente. Después a partir de este punto, se bosquejan las primeras ideas a la solución, las que durante el trayecto se analizan para determinar la solución lógica y más viable, de la que se incluye los materiales y procesos de su desarrollo, así como la simulación del producto insertado dentro de la vivienda diagnosticada.

El método de Pahl y Beitz centra su atención en el denominado “diseño de conjunto”, para ello propone un desarrollo de proyectos para módulos funcionales separados, lo cual tiene como ventaja la simplificación del análisis, pero la desventaja de que puede llegarse a una propuesta de conjunto muy compleja, este método es uno de las más utilizados en el diseño y se muestra en la figura 56

Figura 56
Modelo de Pahl y Beitz

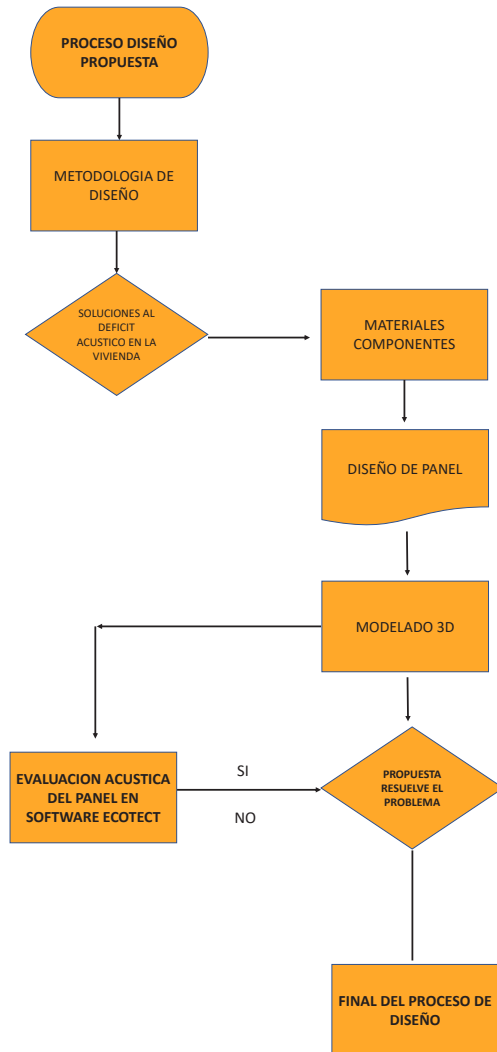


Fuente: Cross, 1999

Elaborado: Por el autor

Figura 57

Modelo de Pahl y Beitz aplicado al tema de tesis



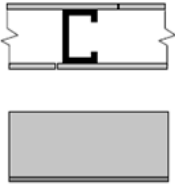
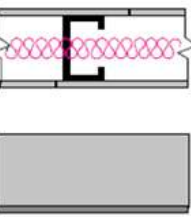
Elaborado: Por el autor

5.2 Investigación de ejemplos de estrategias de soluciones al déficit acústico.

Estas estrategias ayudan al proceso de estudio de la tesis, para así tener referencias de técnicas que funcionan y que posiblemente se puedan aplicar en el caso de elementos de la vivienda.

Tabla 29

Ejemplos de soluciones constructivas y sus respectivos valores de aislamiento acústico a ruido aéreo.

Rw (dB)	Detalle	Descripción
35 – 40		Dos planchas de yeso cartón, espesor 12.5 mm unidos con perfil metálico (ancho total 75 mm). Bloque de 100 mm (baja densidad, 52 kg/m ²) estucado 12 mm en uno de sus lados.
40 – 45		Dos planchas de yeso cartón, espesor 12.5 mm, una a cada lado unidas con perfil metálico, cavidad rellena con lana mineral (ancho total 75 mm). Bloque de 100 mm (media densidad, 140 kg/m ²) estucado

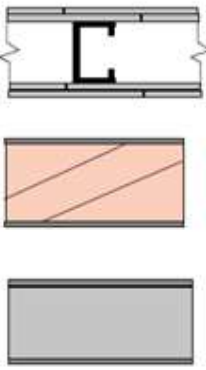
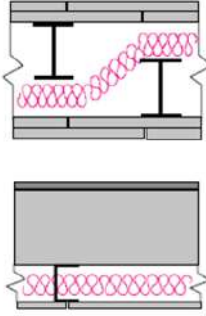
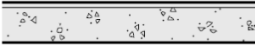

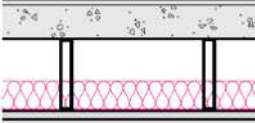
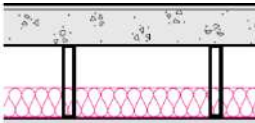


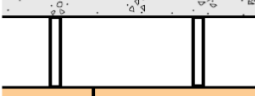
<p>45 – 50</p>		<p>Cuatro planchas de yeso carton, espesor 12.5 mm, dos a cada lado unidas con perfil metalico (ancho total 122 mm). 115 mm de ladrillo estucado 12 mm en ambos lados. Bloque de 100 mm (media densidad 140 kg/m2) estucado 12 mm en ambos lados.</p>
<p>55 – 60</p>		<p>Cuatro planchas de yeso carton, espesor 12.5 mm, dos a cada lado portadas con perfiles metalicos independientes, cavidad rellena con lana mineral (ancho total 178 mm). Bloque de 100 mm (alta densidad 200 kg/m2) estucado 12 mm en uno de sus lados, unido a plancha de yeso carton, espesor 12.5 mm, con perfil metalico, cavidad rellena con lana mineral.</p>

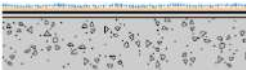
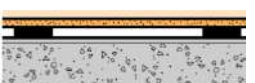

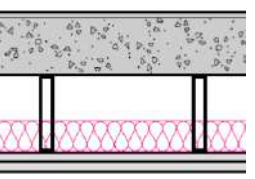
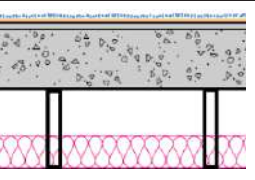
Tabla 30

Aislamiento acústico a ruido de impacto de ejemplos de conjunto suelo-techo

Rw (dB)	Ln,w (dB)	Detalle	Descripción
35-40	90-95		<p>Piso ligero de hormigon, espesor 100-150 mm, densidad 100 kg/m2, sin techo o cubierta de piso.</p>
35-40	75-85		<p>Cubierto con superficie blanda, espesor > 5 mm.</p>
			<p>Con cielo falso: dos paneles de yeso carton, espesor 15 mm, perfil metalico, camara de aire de 240 mm con lana mineral de 80-100 mm (> 10 kg/m3)</p>
60-65	50-55		<p>Cubierto con superficie blanda, espesor > 5 mm.</p>
50-60	50-60		<p>Con suelo flotante sobre bandas elásticas.</p>
50-55	55-60		<p>Con suelo flotante sobre superficie elástica.</p>
45-55	60-70		<p>Con cielo falso: sistema de baldosas.</p>

Elaborado: Por el autor

Fuente: BRE Acoustics, 2003

50-55	60-65		Piso de concreto solido, espesor 150-200 mm, densidad 365 kg/m ² , cubierto con superficie blanda, espesor > 5 mm.
55-60	50-55		Con suelo flotante sobre bandas elásticas.
55-60	50-60		Con suelo flotante sobre superficie elástica.
60-70	55-60		Con cielo falso: dos paneles de yeso cartón, espesor 15 mm, perfil metálico, cámara de aire de 240 mm con lana mineral de 80-100 mm (> 10 kg/m ³)
60-70	50-55		Cubierto con superficie blanda, espesor > 5 mm.

Elaborado: Por el autor

Fuente: BRE Acoustics, 2003

5.3 La arcilla

En la arquitectura vernácula uno de los materiales que se usan para estas técnicas constructivas, son la arcilla que es un elemento que nos brinda la tierra.

La arcilla es una roca sedimentaria de valor en los procesos industriales y está constituida fundamentalmente por minerales denominados filosilicatos. Un factor diferenciador que establece grupos distintos dentro de los minerales de la arcilla es la estructura cristalina cuya característica permite distinguir grupos como la caolinita,

Montmorillonita, Paligorskita, Illita y Clorita (Linares et al., 1983). Los principales usos, según el grupo al que pertenece, se da en el campo de la cerámica de la construcción (tejas, ladrillos, tubos, baldosas), manufactura de cementos, absorbentes, materiales cerámicos (porcelana, gres, loza sanitaria o de mesa, electro cerámico), ingeniería civil (García et al., 2004).

Los suelos en Ecuador son de gran diversidad, con predominio de coloides que dan origen a suelos con arcilla con carga permanente y variable (Espinosa, 2010), alta cohesión, plasticidad y pegajosidad con fuerte agrietamiento al secarse e impermeables cuando están húmedos. La mayor concentración de áreas de explotación, según Paladines y Soto (2010), se localizan en la región austral, en las cuencas Inter montañosas de Cuenca–Biblian–San Fernando y Loja–Malacatos–Catamayo.

5.4 Materiales Biodegradables como agregados con el material principal de arcilla.

- Madera
- Lana
- Papel
- Cáscaras de huevo
- Cáscaras de fruta
- Aserrín
- Algunos detergentes
- Residuos de la industria del azúcar
- Residuos de la industria vitivinícola
- Cartón
- Residuos de la industria pesquera
- Biodiesel
- Bioetanol
- Bipesticidas a base de nicotina
- Cera de soja
- Hojas de árboles secas
- Ramas

5.5 Paneles de Arcilla en el mercado internacional

Figura 58

Paneles de arcilla Clayworks



Fuente: <https://clay-works.com/>

5.5.1 INFORMACIÓN GENERAL

Los paneles de arcilla Clayworks son tableros de revestimiento seco de yeso de arcilla abiertos por difusión de vapor. Son los únicos sistemas de paneles de arcilla con construcción sándwich, compuestos por un tablero de fibra blanda (DIN EN 18986), yeso de arcilla y malla de refuerzo de fibra de vidrio.

Los paneles están diseñados para ser terminados con revoques de arcilla Clayworks (capa base y capa superior) y tienen todos los beneficios de salud, sostenibilidad y rendimiento de la arcilla cuando se usa como material de construcción interno: transpirabilidad, sin COV, sin toxinas, sin emisión de gases, control de humedad, propiedades térmicas y acústicas.

La composición da como resultado un producto consistente y confiable con una desviación extremadamente pequeña en el espesor de las tablas en comparación con otros sistemas.

5.5.2 DIMENSIONES Y DATOS CLAVE

Dimensiones: 1150 x 625 x 31 mm

Superficie: 0,72 m²

Peso: 15 kg

Densidad: 6,7 · 10² kg / m³ (promedio)

Resistencia a la difusión del vapor de agua: $\mu\text{ges} < 7$

5.5.3 BENEFICIOS

Fácil de trabajar con:

- El panel se puede cortar fácilmente a la medida con una sierra circular o una sierra de mano.
- Mayor velocidad de instalación si los tableros se pegan al sustrato con un adhesivo mineral.
- El panel se puede atornillar o grapar directamente a los montantes de madera.

Actuación

- La parte aislante del panel es un panel de fibra de madera de 17 mm.
- Alta estabilidad inherente: excelente para construcciones con montantes.
- Regulación de la humedad: la arcilla ayuda a mantener la humedad ambiental entre el 40% y el 70%, nivel en el que se mantienen a raya la mayoría de los efectos adversos para la salud, incluido el asma. En estos niveles, la probabilidad de que sobrevivan las bacterias y los virus infecciosos transmitidos por el aire es la más baja.
- Absorbe y almacena la contaminación del aire interior.
- Absorbe y almacena olores e ioniza el aire, contribuyendo a una sensación de aire fresco interior.
- Masa térmica: los paneles almacenan calor durante el día y lo liberan lentamente durante la noche.
- En la fabricación se utilizan niveles extremadamente bajos de energía operativa primaria.

- Materiales sostenibles utilizados principalmente en la construcción: madera y arcilla.
- Los paneles de arcilla para trabajos de arcilla son altamente sostenibles debido a la baja energía requerida durante la producción y las materias primas utilizadas. Las tablas de arcilla Clayworks se pueden reciclar en un 95%.
- Acústica: excelente aislamiento acústico.

5.5.4 CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE LOS PANELES DE ARCILLA DE ARCILLA

$\lambda_{ges} = 0,073 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K}); s (d) = 0,031 \text{ m}$

Basado en la acumulación de paneles de fibra de madera de 17 mm dentro de un sándwich de arcilla de 14 mm.

El grosor total del panel es de 31 mm.

5.5.5 RANGO DE USO

En cualquier lugar dentro de un edificio, excepto en áreas donde haya agua corriente o estancada. Los paneles son especialmente adecuados para baños, ya que el sistema de arcilla absorbe la humedad, sin embargo, no se pueden usar dentro de las mamparas de ducha o directamente detrás de un fregadero como salpicadero.

En una cocina, el yeso de arcilla disminuye significativamente la acumulación de grasa, que tiende a ocurrir con el tiempo en todas las cocinas.

5.5.6 INSTALACIÓN

- Fijado con juntas escalonadas en paredes revestidas de OSB o montantes de madera / metal (ancho = 60 mm) en centros de 625 mm. Para mampostería y piedra, recomendamos un contramarco de madera blanda que permita un espaciado uniforme de los tornillos para fijar las tablas. La subtrama también crea un espacio para ejecutar servicios.
- También se puede fijar a un sustrato sólido, por ejemplo, mamposte-

ría, hormigón o piedra con un adhesivo de base mineral.

- En techos o en la parte inferior de las vigas, fijados en centros de 312 mm.
- Materiales de fijación: tornillos para paneles de yeso (4 x 45 mm) o grapas galvanizadas (50 mm de largo o más, 10 mm de ancho o más, calibre de alambre de 1,4 mm o más).
- Distancia de fijación: aprox. Separación de 150 mm en todos los bordes cónicos. En techos o en la parte inferior de las vigas, se requiere una fila adicional a través del medio de la longitud de la tabla.

Descripción general de la instalación

Recomendamos encarecidamente que contrate a un instalador autorizado. Las siguientes pautas son para propósitos de planificación de diseño y construcción.

Tableros de respaldo detrás de los paneles

Se pueden usar tableros de fibra de madera para mayor estabilidad y mayor rendimiento acústico y térmico. Los paneles se pueden pegar a cualquier superficie sólida plana, como paredes y techos de hormigón, pero para la mampostería recomendamos un contramarco de madera blanda que permita un espaciado uniforme de los tornillos para fijar las tablas. La subtrama también crea un espacio para ejecutar servicios.

Instrucciones de instalación

1. Corte el panel de arcilla con una sierra circular o una sierra de mano.
2. Monte el panel en la pared: los paneles se atornillan, grapan o pegan al sustrato.
3. Engrape una malla de 100 mm de ancho sobre las juntas para evitar grietas entre las juntas de los paneles.
4. Humedezca las juntas: es más fácil rellenar las juntas con yeso de arcilla cuando las juntas están húmedas.
5. Rellenar las articulaciones.

6. Aplique la capa base de arcilla Clayworks (aproximadamente 8 mm) mientras integra la malla de refuerzo. El grosor de la capa base depende del método de fijación que se utilice y de la capa de revoque seleccionada.

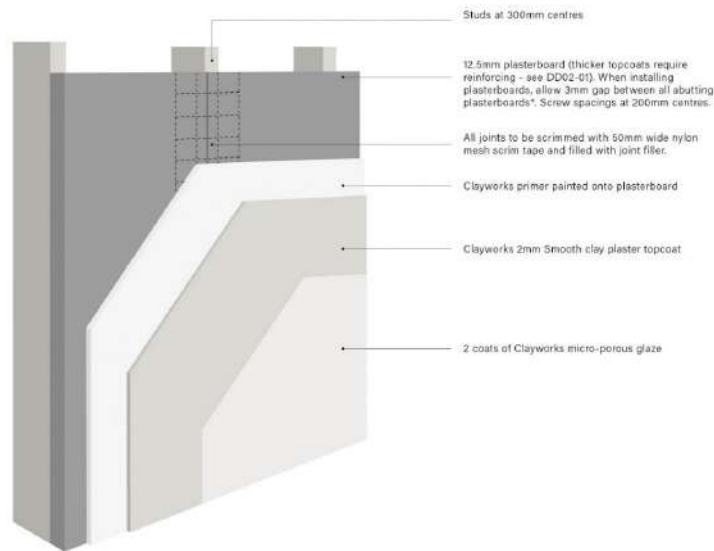
7. Aplique yeso de capa superior de arcilla Clayworks.

Fijaciones

De la misma manera que lo haría con cualquier pared enlucida, puede colocar clavos y tornillos en la pared. Para elementos más pesados, como gabinetes o estantes flotantes empotrados, recomendamos el respaldo de madera contrachapada, pero podemos analizar el proyecto en detalle y asesorarlo.

Figura 59

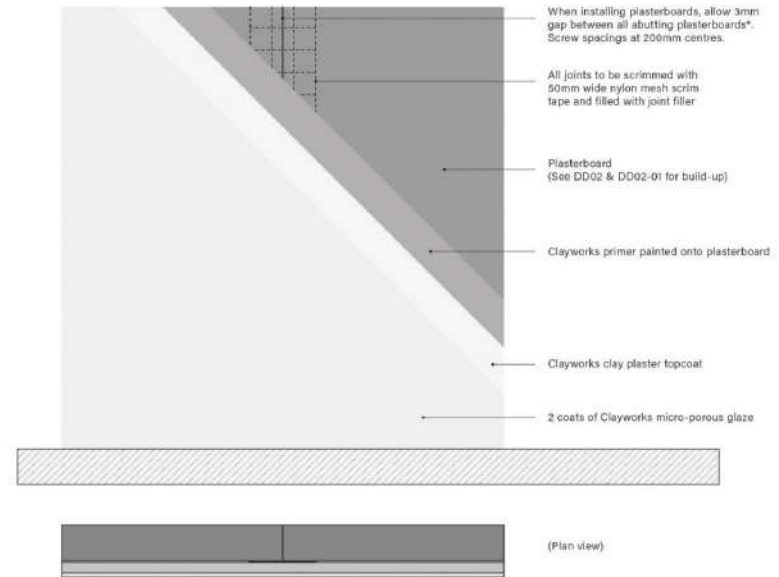
Detalle de tipo montaje panel



Fuente: <https://clay-works.com/>

Figura 60

Detalle en vista frontal y planta de montaje panel



Fuente: <https://clay-works.com/>

5.6 Conductividad térmica de materiales

Es una propiedad de la materia que valora la capacidad de transmitir el calor a través de ellos. Es elevada en metales y en general en cuerpos continuos, es baja en polímeros, y muy baja en algunos materiales especiales como la fibra de vidrio.

5.7 Dimensiones sugeridas por panel

Tabla 31

Dimensiones sugeridas para diseño panel en base a productos global

Largo	Ancho
2.40 m	0.60 m
2.00 m	0.60 m
1.60 m	0.60 m
1.30 m	0.60 m
0.80 m	0.60 m

Elaborado: Por el autor

Estas dimensiones sugeridas, se emplean en base a multiples de 3, de modo que sean manejables para la colocacion del panel en los espacios que se disponga mejorar la calidad acustica.

Figura 61

Panel de Arcilla



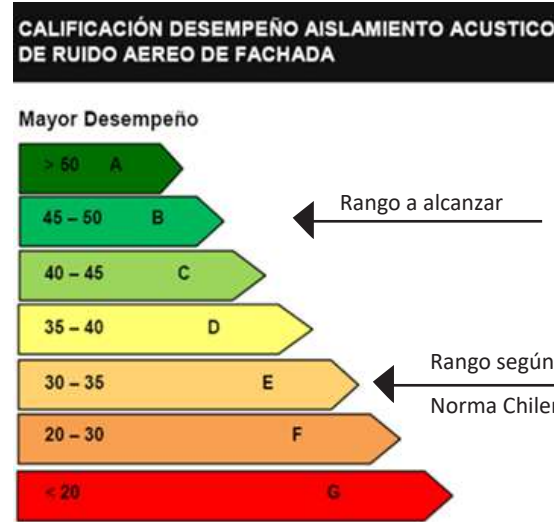
Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ArgillaTherm_Lehmbauplatte.jpg

CAPITULO VI
EXPERIMENTACION

6.1 Proceso de pruebas de soluciones frente a déficit acústico

Figura 62

Calificación de desempeño aislamiento acústico



Fuente: BRE Acoustics, 2003

Se clasificará desde la A hasta la G para poder determinar cuál es la mejor solución acústica al problema.

Para el caso de los paneles del estudio, se busca lograr una clasificación entre la A y B.

6.1.1 Soluciones acústicas caso de techos

Figura 63

Caso de losa hormigón



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Tabla 32.

Materiales aplicados con índices de conductividad

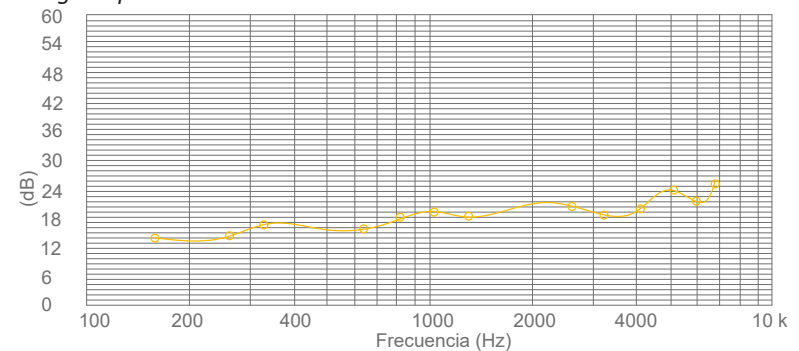
Tipo de material	Espesor (m)	Conductividad Térmica
1. Concreto	0,10	0,753

Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Figura 64

Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso losa hormigón aplicado en la vivienda de estudio.

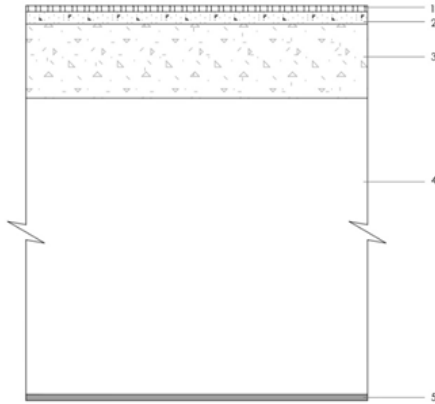


Fuente: Autodesk ecotect analysis

Con respecto a la curva de la gráfica generada, nos indica que el rango de absorción acústica aplicada en este caso va de 18 a 26 db y que se mantiene en el rango de 4000 Hz del caso de uso de losa hormigón, lo que nos dice que se percibe un déficit acústico aplicándolo en el caso de estudio.

Figura 65

Caso con cielo raso suspendido



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Tabla 33

Materiales aplicados con índices de conductividad

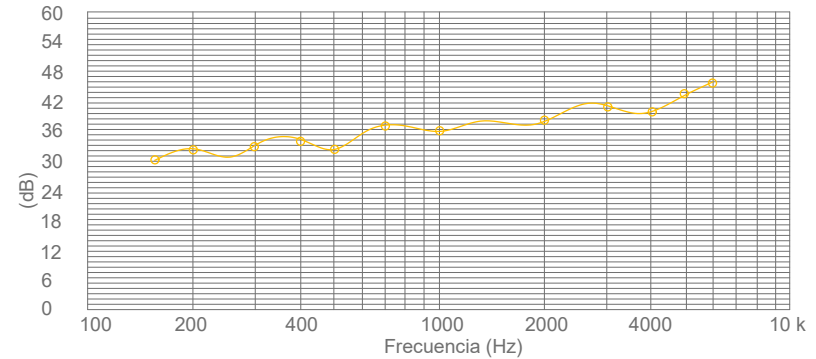
Tipo de material	Espesor (m)	Conductividad Térmica
1. Azulejos de cerámica	0,012	2,092
2. Contrapiso de concreto	0,025	0,209
3. Losa de concreto	0,15	0,753
4. Espacio de aire	0,60	5,560
5. Gypsum	0,012	1,297

Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Figura 66

Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso cielo raso suspendido aplicado en la vivienda del caso de estudio.



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Con respecto a la curva de la gráfica generada, nos indica que el rango de absorción acústica aplicada en este caso va de 32 a 45 db y que se mantiene en el rango de 1000 Hz del caso de uso de losa hormigón, lo que nos habla que el rango de absorción acústico entra en la categoría C según la clasificación dada por la norma chilena.

Figura 67

Caso de Asfalto techo hormigón



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Tabla 34

Materiales aplicados con índices de conductividad

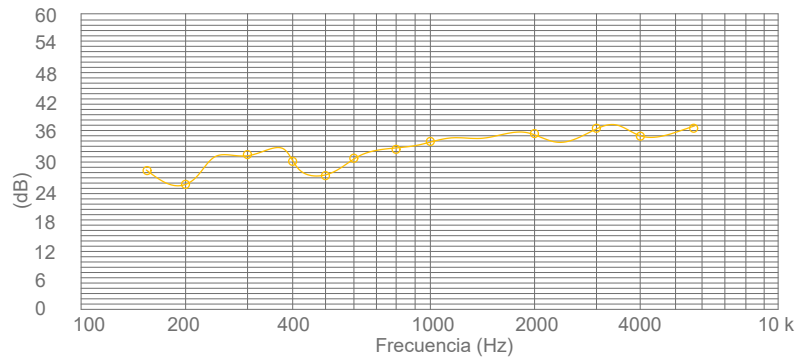
Tipo de material	Espesor (m)	Conductividad Térmica
1. Capa de asfalto	0,006	0,088
2. Losa de concreto alivianado	0,15	0,209
3. Yeso	0,01	0,431

Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Figura 68

Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso asfalto techo hormigón aplicado en la vivienda del caso de estudio.



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Con respecto a la curva de la gráfica generada, nos indica que el rango de absorción acústica aplicada en este caso va de 30 a 36 db y que se mantiene en el rango de 1500 Hz del caso de uso de losa hormigón, lo que nos dice que puede entrar en el rango D según la clasificación chilena.

Tabla 35.

Comparación de rangos de absorción en caso techos con tres soluciones acústicas.

Tipo de material	Rangos de Absorción	Calificación según Norma Chilena
Caso de losa hormigón	18 a 26 db	F: Menor Desempeño
Caso con cielo raso suspendido	32 a 45 db	D-C: Moderadamente Buena
Caso de Asfalto techo hormigón	30 a 36 db	E: Buena

Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

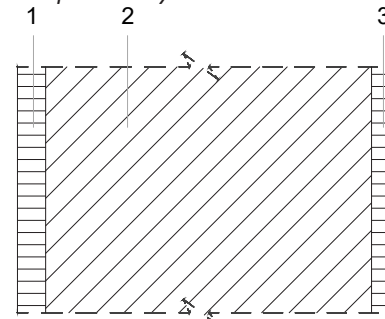
En conclusión, acerca de estas soluciones, acorde a la calificación obtenida que esta un Intervalo en D y C se puede decir que el caso de cielo raso suspendido responde como la solución idónea para solventar el déficit acústico con respecto al caso de techos.

6.2 Soluciones acústicas en paredes

6.2.1 Caso de pared de yeso con ladrillo

Figura 69

2d de pared de yeso con ladrillo



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Tabla 36

Materiales aplicados con índices de conductividad

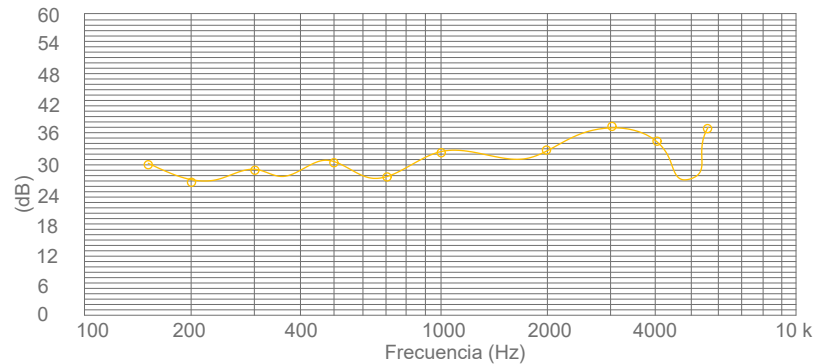
Tipo de material	Espesor (m)	Conductividad Térmica
1. Capa de yeso	0,010	0,431
2. Ladrillo	0,10	0,711
3. Capa de yeso	0,010	0,431

Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Figura 70

Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso asfalto techo hormigón aplicado en la vivienda del caso de estudio.



Fuente: Autodesk ecotect analysis

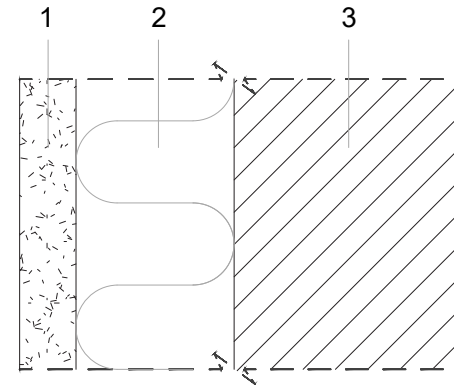
Elaborada: Por el autor

Con respecto a la curva de la gráfica generada, nos indica que el rango de absorción acústica aplicada en este caso va de 30 a 36 db y que se mantiene en el rango de 1500 Hz del caso de uso de losa hormigón, lo que nos dice que puede entrar en el rango D según la clasificación chilena.

6.2.2 Caso de pared de tablero de madera

Figura 71

Detalle de pared de tablero de madera



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Tabla 37

Materiales aplicados con índices de conductividad

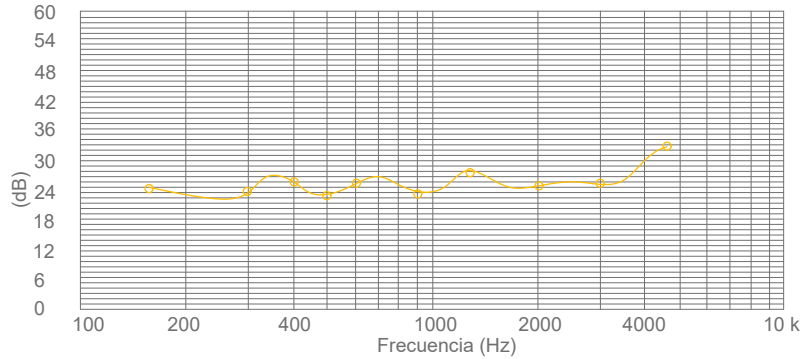
Tipo de material	Espesor (m)	Conductividad Térmica
1. Pino de madera con grano	0,025	3,431
2. Aislamiento	0,075	0,251
3. Ladrillo de arcilla	0,110	12,97

Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Figura 72

Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso asfalto techo hormigón aplicado en la vivienda del caso de estudio



Fuente: Autodesk ecotect analysis

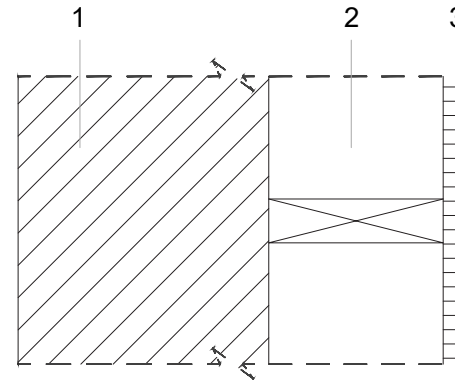
Elaborada: Por el autor

Con respecto a la curva de la gráfica generada, nos indica que el rango de absorción acústica aplicada en este caso va de 24 a 35 db y que se mantiene en el rango de 5000 Hz del caso existente, lo que nos habla que el rango de absorción acústico entra en la categoría E según la clasificación dada por la norma chilena.

6.2.3 Caso de pared con paneles de yeso

Figura 73

Detalle de paneles yeso



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Tabla 38

Materiales aplicados con índices de conductividad

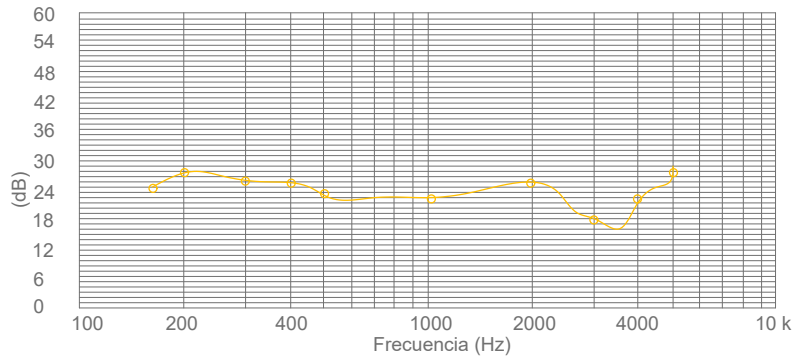
Tipo de material	Espesor (m)	Conductividad Térmica
1. Ladrillo de mampostería	0,10	0,711
2. Cámara de Aire	0,075	5,560
3. Panel de yeso	0,010	0,431

Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Figura 74

Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso asfalto techo hormigón aplicado en la vivienda del caso de estudio



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

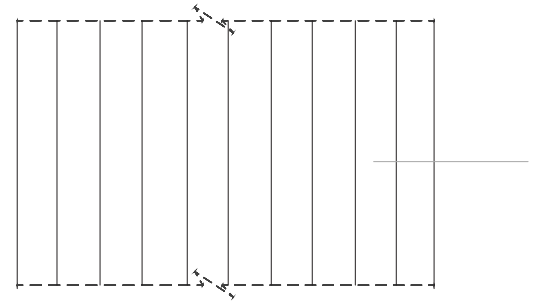
Con respecto a la curva de la gráfica generada, nos indica que el rango de absorción acústica aplicada en este caso va de 20 a 30 db y que se mantiene en el rango de 8000 Hz del caso existente, lo que nos habla que el rango de absorción acústico entra en la categoría F según la clasificación dada por la norma chilena

6.3 Soluciones Acústicas en Ventanas

6.3.1 Caso de ventana simple con marco de aluminio

Figura 75

Detalle de pared de ventana simple



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Tabla 39

Material es aplicado con índices de conductividad

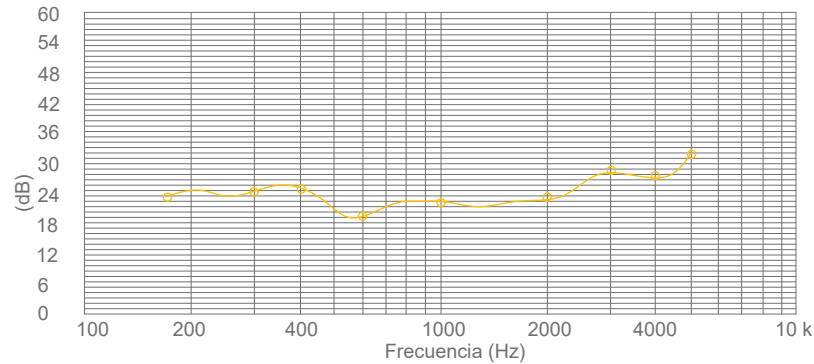
Tipo de material	Espesor (m)	Conductividad Térmica
1. Vidrio simple	0,06	1,046

Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Figura 76

Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso de ventana simple con marco de aluminio



Fuente: Autodesk ecotect analysis

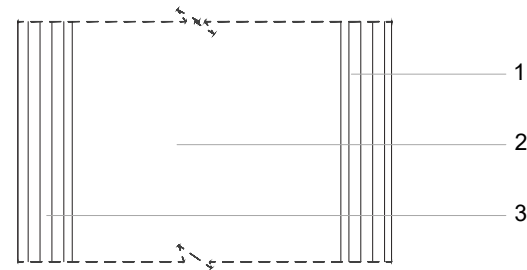
Elaborada: Por el autor

Con respecto a la curva de la gráfica generada, nos indica que el rango de absorción acústica aplicada en este caso va de 24 a 30 db y que se mantiene en el rango de 5000 Hz del caso existente, lo que nos habla que el rango de absorción acústico entra en la categoría E según la clasificación dada por la norma chilena.

6.3.2 Caso de ventana doble con marco de aluminio

Figura 77

Detalle de pared de doble vidrio



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Tabla 40

Materiales aplicados con índices de conductividad

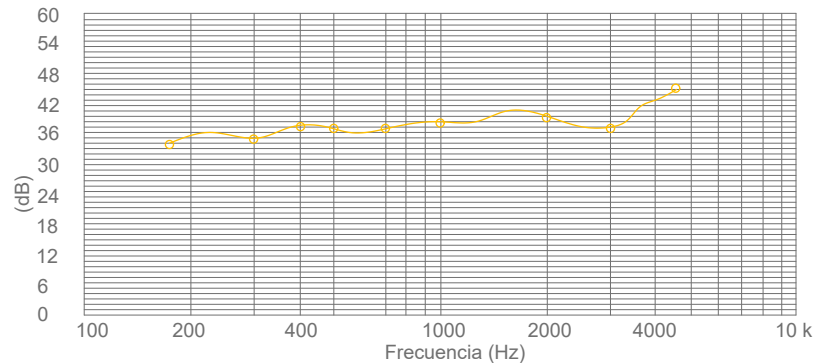
Tipo de material	Espesor (m)	Conductividad Térmica
1. Vidrio simple	0,06	1,046
2. Cámara de aire	0,03	5,560
3. Vidrio simple	0,06	1,046

Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Figura 78

Diagrama de valores de cantidad de absorción acústica caso de ventana doble con marco de aluminio



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Con respecto a la curva de la gráfica generada, nos indica que el rango de absorción acústica aplicada en este caso va de 36 a 45 db y que se mantiene en el rango de 16000 Hz del caso de uso lo que nos habla que el rango de absorción acústico entra en la categoría C según la clasificación dada por la norma chilena.

Tabla 41

Tabla de selección solución caso ventanas

Tipo de material	Rangos de Absorción	Calificación según Norma Chilena	Cumple	No Cumple
Caso Ventana Simple	24 a 30 db	F		X
Caso Ventana Doble	36 a 45 db	C	X	

Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

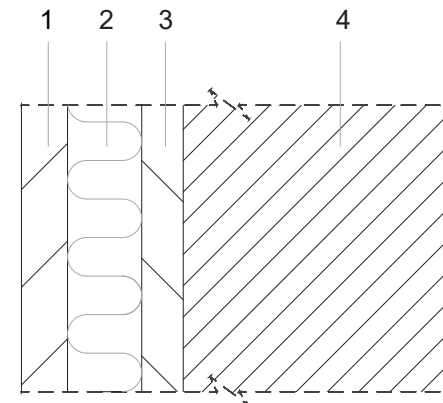
Como solución idónea para el caso de ventanas, se elige a las ventanas con doble cristal, las cuales solventarán una parte del déficit acústico de la vivienda.

6.4 Pruebas de especificaciones óptimas para aplicación panel en vivienda

6.4.1 Prueba de panel tipo sándwich caso 1 de E=23 cm

Figura 79

Detalle de caso tipo 1 sandwich



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Tabla 42

Materiales aplicados con índices de conductividad

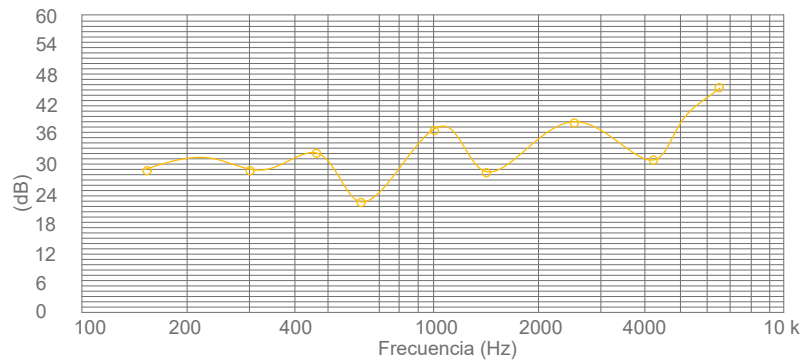
Tipo de material	Espesor (m)	Conductividad Térmica
1. Panel Arcilla	0,031	0,073
2. Espuma de Poliuretano	0,024	0,025
3. Panel Arcilla	0,031	0,073
4. Ladrillo Artesanal	0,150	0,395

Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Figura 80

Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso panel arcilla tipo 1



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

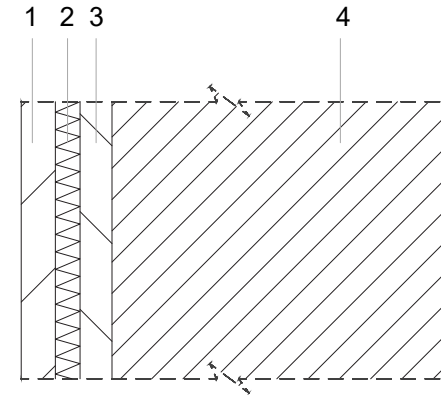
Con respecto a la curva de la gráfica generada, nos indica que el rango de absorción acústica aplicada en este caso va de 30 a 48 db y que se mantiene en el rango de 9000 Hz del caso de uso, lo que nos dice que

se obtiene una clasificación ubicada en el rango B dada por la N. Chil.

6.4.2 Prueba de panel tipo sándwich caso 2 de E=19 cm

Figura 81

Detalle de caso tipo 2 sandwich



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Tabla 43

Materiales aplicados con índices de conductividad

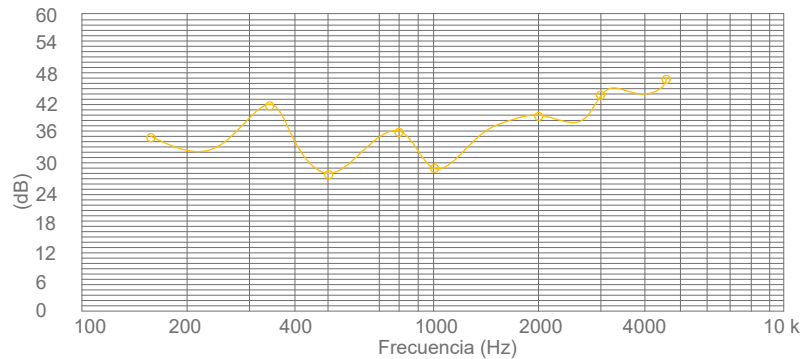
Tipo de material	Espesor (m)	Conductividad Térmica
1. Panel Arcilla	0,015	0,073
2. Poliestireno Expandido	0,01	0,043
3. Panel Arcilla	0,015	0,073
4. Ladrillo Artesanal	0,150	0,395

Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Figura 82

Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso panel arcilla tipo 2



Fuente: Autodesk ecotect analysis

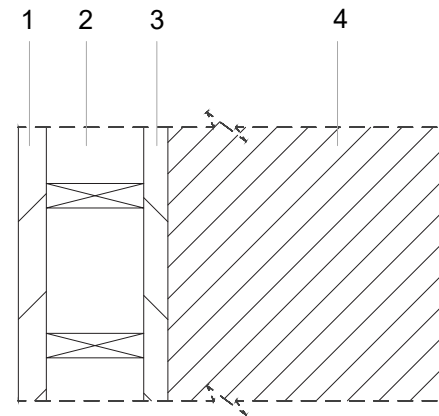
Elaborada: Por el autor

Con respecto a la curva de la gráfica generada, nos indica que el rango de absorción acústica aplicada en este caso va de 36 a 48 db y que se mantiene en el rango de 16000 Hz del caso de uso, lo que nos dice que se obtiene una clasificación ubicada en el rango B dada por la norma chilena.

6.4.3 Prueba de panel tipo sándwich caso 3 de E=23 cm

Figura 83

Detalle de caso tipo 3 sandwich



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Tabla 44

Tabla de selección solución caso ventanas

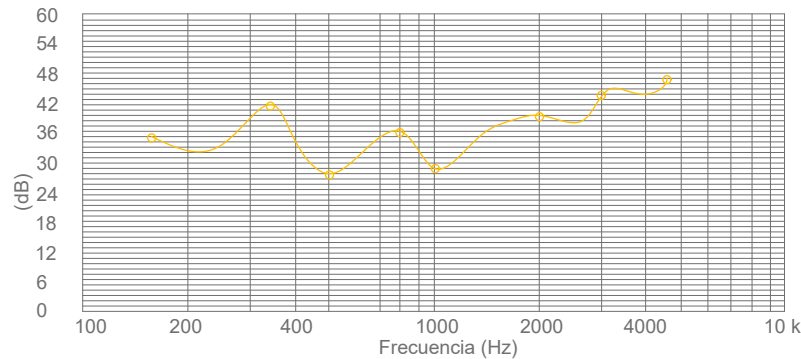
Tipo de material	Espesor (m)	Conductividad Térmica
1. Panel Arcilla	0,015	0,073
2. Camara de Aire	0,05	5,56
3. Panel Arcilla	0,015	0,073
4. Ladrillo Artesanal	0,150	0,395

Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Figura 84

Visualización de respuesta acústica con programa acústico en caso panel arcilla tipo 3



Fuente: Autodesk ecotect analysis

Elaborada: Por el autor

Con respecto a la curva de la gráfica generada, nos indica que el rango de absorción acústica aplicada en este caso va de 42 a 48 db y que se mantiene en el rango de 8000 Hz del caso de uso, lo que nos dice que se obtiene una clasificación ubicada en el rango B dada por la norma chilena.

6.5 Discusión de los resultados obtenidos

De los resultados obtenidos al haber realizado estudio de casos, se determina que tres casos analizados del panel tipo sándwich para posterior realización del panel de arcilla, clasificación que se encuentran estos tres en el rango de B, debido al espesor mayor a 20 que se dan en dos casos, se va a partir con respecto al de 19 cm que por cuestión de reducción de espacio, es la mejor opción para no tener mucho espacio de la vivienda, ya que al ser viviendas de interés social, es conveniente usar estas dimensiones para la parte formal de la construcción y modelado 3d del panel para poder identificar como será su construcción.

6.6. Presupuesto referencial del panel

Tabla 45

Tabla de presupuesto panel estándar 240 x 60 cm

DESCRIPCION	CANTIDAD	U	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
LISTON MADERA PINO 20X40X2400 MM	3,00	U	\$ 1,52	4,56
ARENA FINA	18,36	M3	\$ 0,39	0,39
ARCILLA	1,00	KG	\$ 10,00	10,00
PAJA	1,00	KG	\$ 0,00	0,00
MALLA ALUMINIO	4,80	M	\$ 8,50	8,50
PAPEL PERIODICO	2,00	KG	\$ 0,40	0,80
ESPUMAFLEX POLIESTIRENO EXPANDIDO STYROBLOCK	1,00	U	\$ 2,00	2,00
TOTAL				\$ 26,25

Elaborada: Por el autor

El presupuesto referencial del panel, se puede realizar sin mano de obra calificada, este valor es mas económico a comparación de paneles de aislamiento acústico como PIR-ALU de valor de \$ 42 y otros aislantes térmicos que se usan en estudios de música que rondan los \$ 50 por unidad, lo que lo convierte en un panel con un 50% menos el costo y que cause menor impacto ambiental al planeta.

6.7 Presupuesto montaje de cantidad de paneles para la vivienda , perfileria omega y mano de obra para colocación de panel

Tabla 46

Tabla de presupuesto de mano de obra por metro cuadrado

DESCRIPCION	CANTIDAD	U	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PANELES DE ARCILLA PARA LA VIVIENDA	36,00	U	\$ 25,45	916,20
PERFIL OMEGA DE 3.66 M X 2 X 3 MM	27,00	U	\$ 2,40	64,80
PERNO AUTOPERFORANTE DE 12 X 1.1/2"	638,00	U	\$ 0,05	31,90
PERNO AUTOPERFORANTE DE 12 X 3/4"	213,00	U	\$ 0,10	21,30
COLOCACION Y MONTAJE DE PANELES DE ARCILLA	51,00	M2	\$ 12,00	612,00
TOTAL				\$1646,20

Elaborada: Por el autor

Se realizo un calculo aproximado, correspondiente a la cantidad de paneles requeridos por metro cuadrado en base al panel base de 2,40 x 0,60 m x 0,04 mm para la vivienda y así lograr la reducción del impacto del sonido exterior de la vivienda, tanto como en habitaciones como los espacios de uso diario.

Para la colocación del panel de arcilla a la mampostería de ladrillo, se requiere de la utilización de perfiles omega y el uso de pernos auto perforantes para la sujetacion fija de estos paneles.

En la ciudad de Loja, el costo del montaje de paneles de yeso con aislamiento acústico por metro cuadrado del trabajo en ambas caras se encuentra entre los 25 y 28 dólares. El precio de colocación y montaje de panel de arcilla en una cara es de 12 dólares el metro cuadrado, estos valores pueden variar según la mano de obra especializada.

6.8 Ventajas y Desventajas

6.8.1 Ventajas

- El panel de arcilla presenta las siguientes ventajas como:
- Bajo costo en la obtención del material y de su fabricación
- El panel es de fácil montaje, debido a sus dimensiones manejables.
- Los paneles se pueden desmontar y cambiar sea por motivos de daño de las piezas.
- Son resistentes al fuego

6.8.2 Desventajas

- Estos paneles no son aptos para zonas húmedas, como baños o zonas de cocinas.
- Para su tratamiento exterior se debe implementar mayor protección de impermeabilización, por medio de aditivos especiales según el nivel de protección a la interperie que se quiera alcanza

• **CAPITULO VII Conclusiones y Recomendaciones**

7.1. Conclusiones

- Con el apoyo de la parte investigativa correspondiente al marco teórico, se estudió cómo funcionan los sistemas constructivos vernáculos más usados, en base al uso de los referentes que nos ayudan a identificar el uso de estrategias para mejorar el confort acústico en diversos casos de estudio y para poder entender el tema del estudio a profundidad.
- El diagnostico acústico de la vivienda se realizó por medio del uso del programa Autodesk Ecotect Analysis 2011, usando la herramienta respuesta acústica, que nos genera una gráfica que ayuda a identificar como se encuentra la situación de los niveles de absorción acústica en el objeto arquitectónico del caso estudiado.
- Con la aplicación del modelado 3d del prototipo de panel laminado en base de arcilla, se resuelve el déficit acústico por medio

de la inserción del panel dentro de la vivienda previamente analizada ,se determina el uso de la normativa a nivel de Latinoamérica, en este caso se aplica la normativa chilena, en el apartado de rangos de absorción, el valor que se usa como rango mínimo de nivel de confort acústico es de 35 decibeles , sin embargo el tema de estudio apunta alcanzar un rango superior al ya mencionado, en el que se ubica la absorción acústica en el rango B que ronda entre los 45-50 decibels.

7.2.Recomendaciones

- Para la aplicación de este tipo de nuevas técnicas constructivas, se debe dar a conocer a la comunidad por medio de demostraciones que ayuden a entender la diferencia entre espacios sin la intervención del prototipo del panel, para así solucionar el déficit acústico y así lograr su aplicación en las edificaciones de la ciudad de Loja.
- Se recomienda investigar otros materiales de construcción en viviendas y así poder generar nuevos temas de discusión que beneficien a la parte constructiva vernácula y que ayude a reducir el impacto ambiental que hoy en día es un problema a nivel global por los cambios bruscos de las temperaturas , generados por la contaminación del ser humano, en la actualidad es un punto clave para el desarrollo de proyectos que buscan generar estrategias que a más de beneficiar al planeta, logren aplicar técnicas bioclimáticas en los proyectos arquitectónicos.
- Para investigaciones futuras se debe considerar el análisis térmico del panel y para obtener resultados más acertados, se recomienda uso de las pruebas de laboratorio para lograr identificar datos acertados dentro del prototipo materializado.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Carrión, A. (2001). Diseño acústico de espacios arquitectónicos. edicions@sg.upc.es
- Cravero, G. A., Ramos, O., & Araneda, M. (2011). Base de datos de mediciones de respuestas impulsivas de recintos con difracteres características acústicas. XXX(January 2015), 1–4.
- D'Alençon, R., Justiniano, C., Márquez, F., & Valderrama, C. (2008). Parámetros y estándares de habitabilidad: calidad en la vivienda, el entorno inmediato y el conjunto habitacional. Camino Al Bicentenario - Propuestas Para Chile, 271–304.
- Gobierno Autonomo Descentralizado del Canton Loja. (2014). Plan de desarrollo de Loja. 547.
- Guerrero Baca, L. F. (2006). Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva. Apuntes, 20, 182–201.
- Lárraga, R., Aguilar, M., Reyes, H., & Fortanelli, J. (2014). La sostenibilidad de la vivienda tradicional: una revisión del estado de la cuestión en el mundo. Revista de Arquitectura, 16, 126–133. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2014.16.1.14>
- Ltda, P. (2017). Bogotá + Acústica + Vivienda.
- Ministerio de Educación, & Ministerio de obras públicas. (2012). Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos. www.iconstruccion.cl
- Ministerio de Obras Chile. (1387). <http://www.ghbook.ir/index.php?name=مجموعه و مقالات علمی پژوهشی و نوآوری و ولت هنداسری سارس ی شیدنا مه نی مودت ا ل ا ق م ه و م ج م> &option=com_dbook&task=readonline&book_id=13629&page=108&chckhashk=03C706812F&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component
- Minvu. (n.d.). Listado Materiales de conductividad termica. 27.
- Monteros, K., & Introducci, C. (2016). El patrimonio vernáculo edificado en poblaciones rurales con ascendencia indígena. La parroquia de Chuquiribamba, Loja - Ecuador. Apuntes: Revista de Estudios Sobre Patrimonio Cultural - Journal of Cultural Heritage Studies, 29(1), 80–95. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.apc29-1.cper>
- Recuero, M., & Gil, C. (1993). Acústica arquitectónica. Distribuidor Paraninfo. Madrid, 44–57. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Ac?stica+Arquitect?nica#1%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Ac?stica+arquitect?nica#1>
- Sevilla Ávila, I., Serrano Cantó, J. L., Rodríguez, J. F., Castilla Pascual, F. J., Carmona, M., Sanz Martínez, D., & Universidad de Valladolid. (2015). ESTUDIO METODOLÓGICO SOBRE APROVECHAMIENTO DE MATERIALES DE CAMBIO DE FASE PARA LA ELABORACIÓN DE MORTEROS DE REVESTIMIENTO DE ARCILLA EN PARAMENTOS INTERIORES DE EDIFICACIÓN. Congreso de Arquitectura En Tierra En Cuenca de Campos, 0(0), 175–186.
- Velasco Sánchez, E. (2014). Estudio del nivel de ruido emitido por los vehículos del parque automovilístico valenciano y su relación con la calidad acústica de nuestras ciudades. Conama 2014. www.conama2014.org

9. ANEXOS

ENCUESTA PARA MEJORAR LAS CONDICIONES ACÚSTICAS DE VIVIENDAS PERIFÉRICAS DEL BARRIO LA CASCARILLA.

Alumno: Cristian Cabrera Apolo

GENERO

Masculino Femenino Edad:

1. ¿Cuál es la principal fuente de ruido que afecta al barrio?
 - a) Vehículos
 - b) Buses
 - c) Música
 - d) Viento
2. ¿Considera ud. que el ruido afecta en la calidad de vida de las personas?
 - a) Si
 - b) No
 - c) No sabe
3. ¿Qué días usted considera que se presenta mayor cantidad de ruido?
 - a) Lunes-miércoles
 - b) Jueves-Domingo
 - c) Todas las Anteriores
4. ¿Conoce ud. el nivel permitido de decibels por la organización mundial de la salud?
 - a) Si
 - b) No
5. ¿Cuál de los siguientes problemas por temas de ruido más le

afecta?

- a) Estrés
 - b) Interferencia en comunicaciones
 - c) Insomnio
 - d) Ninguno
6. ¿Ha tomado alguna medida para protegerse del ruido de la calle?
 - a) Cerrar ventanas
 - b) Subir el volumen de la televisión o de la radio
 - c) Cambiar de habitación
 - d) Ninguno
 7. ¿Cuál medida debería tomar el barrio para combatir los altos ruidos?
 - a) Entrega de volantes acerca del ruido en la salud
 - b) Incorporación de arquitectura pasiva
 - c) Campaña educativa por casas
 - d) Ninguna
 8. ¿Qué materiales para muros se usan comúnmente en las viviendas del sector?
 - a) Ladrillo
 - b) Bloque
 - c) Bahareque
 - d) Concreto Armado
 9. ¿Conoce usted acerca de la absorción acústica en viviendas?
 - a) Si
 - b) No

10. ¿Cuál estrategia usaría para mejorar la absorción en muros y cubiertas de su vivienda?

- a) Sistema de Celosías
- b) Materiales que posean características de absorción acústica
- c) Doble muro

CODIGO	AISLANTES TERMICOS MUROS	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/mK)	Calor específico (J/kgK)	Espesor (m)	Transmitancia térmica (W/m ² k)	Resistencia Térmica (m ² k/W)
2.2.M.1 Poliestireno Expandido AISLAPLUS							
2.2.M.1.1	Poliestireno expandido Aislaplus de 10kg/m ³	10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200			
		10	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
2.2.M.2 Poliestireno expandido ETSA							
2.2.M.2.1	Poliestireno expandido ETSA de 10kg/m ³	10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200			
		10	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
2.2.M.3 Poliestireno expandido AISLAPOL							
2.2.M.3.1	Poliestireno expandido AISLAPOL de 10kg/m ³	10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200			
		10	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
2.1.M.4 Poliestireno expandido ISOPACK							
2.1.M.4.1	Poliestireno expandido ISOPACK de 10kg/m ³	10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
			0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200			
		10	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
2.2.M.5 Poliestireno Expandido AISLAPLUS							
2.2.M.5.1	Poliestireno expandido Aislaplus de 15kg/m ³	15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
		15	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
		15	0.043	1200			

Materiales	Densidad (Kg/m3)	Conductividad Térmica (W/m°C)	Calor Especifico (J/kgK)
Agua líquida a 0 °C	1000	0.59	4187
Agua líquida a 94 °C	1000	0.69	
Aire quieto a 0 °C	0.0012	0.024	1005
Aire quieto a 100 °C	-	0.031	
Adobe	1100 - 1800	0.9	1100
Aluminio	2700	210	898
Arcilla	2100	0.93	920
Arcilla expandida	300	0.09	1100
	450	0.11	1100
Arena	1500	0.58	920
Aserrín de madera	190	0.06	1800
Asfaltos	1700	0.7	1000
Azulejos	-	1.05	1050
Baldosas cerámicas	-	1.75	1042
Betún	1050	0.16	1000
Bronce	8500	64	360
Cascote de ladrillo	1300	0.41	750
Capotillo de arroz	117	0.06	860
Cebada	470	0.07	1000
Cobre	8930	380	377
Escorias	800	0.25	1070
	1000	0.29	1070
	1200	0.34	1070
	1400	0.41	1070
Enlucido de yeso	800	0.35	837
	1000	0.44	837
	1200	0.56	837
Enlucido de yeso con perlitas	570	0.18	837
Fibro cemento	920	0.22	837
	1000	0.23	837
	1135	0.23	837
Fundición y acero	7850	58	500
Grava rodada o de machequeo	1700	0.81	920
Hormigón armado (normal)	2400	1.63	920
Hormigón con áridos ligeros	1000	0.33	920
	1400	0.55	920
Hormigón celular con áridos silíceos	600	0.34	1094
	1000	0.67	1094
	1400	1.09	1094
Hormigón celular sin áridos	305	0.09	1360
Hormigón en masa con grava normal/ con áridos ligeros	1600	0.73	920
Hormigón en masa con grava normal/ con áridos ordinarios y sin vibrar	2000	1.16	920
Hormigón en masa con grava normal/ con áridos ordinarios vibrados	2400	1.63	920
Hormigón en masa con arcilla expandida	500	0.12	1083
	1500	0.55	1083
Hormigón con cenizas	1000	0.41	1055
Hormigón con escorias de altos hornos	600	0.17	1061
	800	0.22	1061
	1000	0.3	1061
Hormigón normal con áridos silíceos	600	0.34	1063
	800	0.49	1063
	1000	0.67	1063
Hormigón de viruta de madera	450 - 650	0.26	920
Hormigón de fibras de madera	300 - 400	0.12	925
	400 - 500	0.14	925
	500 - 600	0.16	925