



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

ANÁLISIS DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO EN EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE
QUITO EN DIFERENTES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y PERÍODOS DE TIEMPO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingenieros de Sonido y Acústica.

Profesor Guía

MSc. Jorge Páez Rodríguez

Autores

Darío José Buitrón Merlo
Esteban Andrés Jácome Muriel

Año

2015

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Jorge Páez Rodríguez

Master en gestión y evaluación de la contaminación acústica

C.C.4452061600

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Darío José Buitrón Merlo
C.C.100327616-7

Esteban Andrés Jácome Muriel
C.C.100338824-3

AGRADECIMIENTOS

A mi padre Héctor y mi madre Teresa, a quienes lo debo todo. Gracias por la confianza y apoyo durante este proceso de estudios. A Daniela por el amor incondicional de una hermana hacia su hermano. A Nicolás y Bárbara gracias por ser la motivación diaria. A mi colega Andrés, gracias por la amistad sincera y la confianza para elaborar este proyecto conjuntamente.

Darío

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Ramiro y Rosita, la motivación más grande para superar todos los obstáculos que se presentan en mi vida, gracias por el amor, apoyo y confianza, todo esto es gracias a su sacrificio. A mis hermanos Paúl y Matías, de quienes aprendo algo nuevo cada día. A Bere gracias por compartir tu amor y tu tiempo, por llenar mi vida felicidad. A “Mamá” por su amor incondicional. A Valentina por llenar de luz mi vida. A Jorge, gracias por apoyar este proyecto. A Darío, por todo el apoyo para culminar este proyecto.

Andrés.

DEDICATORIA

A mi hijo Nicolás y a mi mujer
Bárbara, a quienes les ofrezco todo
mi esfuerzo y logros.

Darío

DEDICATORIA

A todos los que luchan por ser
diferentes y mejorar cada día.

Andrés

RESUMEN

El confort acústico es uno de los parámetros fundamentales para garantizar el descanso de las personas que habitan y realizan sus actividades dentro de edificios multifamiliares, viviendas unifamiliares, centros educativos, hospitales y demás recintos. De manera contradictoria, los parámetros de aislamiento acústico de las superficies que limitan las diferentes habitaciones dentro de un recinto no son tomados en cuenta en la mayoría de los casos. En la actualidad en el país, ante el crecimiento de la industria de la construcción, se han empezado a realizar estudios para modificar los parámetros de evaluación y construcción de las edificaciones. La implementación del aislamiento acústico dentro de los sistemas constructivos empleados a nivel nacional permitirá una independencia social entre edificaciones.

Según los indicadores de calidad de vida obtenida por el Instituto Nacional de Estadística (INE) de España en el año 2013, el ruido es considerado como el mayor problema que tienen las personas dentro de un recinto, además de que las deficiencias acústicas de las edificaciones son la principal causa de reclamos por parte de los compradores. El análisis a realizarse está enfocado en el estudio de los diferentes tipos de construcciones y determinar cuáles son las ventajas y desventajas que presenta cada sistema de construcción. El estudio se desarrolló mediante la medición de parámetros acústicos característicos de cada partición como la Diferencia de niveles estandarizada (DnT). Los resultados obtenidos a través mediciones in-situ fueron procesados para determinar el aislamiento que aporta cada sistema y realizar comparaciones entre cada uno de estos.

ABSTRACT

The acoustic comfort is one of the fundamental parameters to guarantee the rest of the people who live and conduct their activities within multifamily buildings, houses, schools, hospitals and other places. Contradictorily, sound insulation parameters of the surfaces bounding the different rooms within an enclosure are not taken into account in most cases. At present in the country, with the growth of the construction industry, they have started conducting studies to modify the parameters of assessment and construction of buildings. The implementation of sound insulation in building systems allow employees nationwide social independence between buildings.

According to the indicators of quality of life obtained by the National Statistics Institute (INE) of Spain in 2013, noise is considered as the biggest problem that people have in a courtyard, in addition to the acoustic deficiencies of buildings. They are the main cause of complaints from buyers. The analysis done is focused on the study of different types of buildings and determine what are the advantages and disadvantages of each system construction. The study was conducted by measuring acoustic parameters characteristic of each partition as the standardized difference levels (DnT). The results obtained by in-situ measurements were processed to determine the isolation provided by each system and to make comparisons between each of these.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Efectos extra-auditivos producidos por el ruido.....	5
1.2 Fundamentos acústicos	5
1.2.1 Sonido	5
1.2.2 Espectro sonoro.....	6
1.2.3 Tono Puro	6
1.2.4 Ruido Rosa.....	7
1.2.5 Transmisión sonora	7
1.2.6 Difracción.....	8
1.2.7 Balance energético	9
1.3 Reverberación	10
1.3.1 Coeficiente de absorción	10
1.3.2 Tiempo de reverberación (T60)	11
1.3.2.1 T20.....	12
1.3.2.2 T30.....	12
1.4 Ruido	13
1.4.1 Ruido aéreo	14
1.4.2 Ruido de impacto.....	14
1.4.3 Ruido de fachada.....	15
1.5 Aislamiento acústico	16
1.5.1 Diferencia de nivel (D)	16
1.5.2 Diferencia de niveles normalizado (Dn)	17
1.5.3 Diferencia de niveles estandarizada (DnT).....	17
1.5.4 Trasmision Loss (TL)	18

1.6	Descripción de sistemas constructivos	18
1.6.1	Paredes simples	18
1.6.1.1	Ley de masa.....	19
1.6.1.2	Fenómeno de coincidencia	23
1.6.2	Paredes dobles.....	25
1.6.2.1	Frecuencia de resonancia.....	26
1.6.2.2	Frecuencia de cavidad.....	26
1.7	Materiales y montaje.....	28
1.7.1	Pared de adobe	28
1.7.1.1	Materiales.....	28
1.7.1.2	Descripción	28
1.7.1.3	Dimensiones	28
1.7.1.4	Montaje	29
1.7.2	Pared de bloque	31
1.7.2.1	Materiales.....	31
1.7.2.2	Descripción	32
1.7.2.3	Dimensiones	32
1.7.2.4	Montaje	32
1.7.3	Ladrillo	33
1.7.3.1	Materiales.....	33
1.7.3.2	Dimensiones	34
1.7.3.3	Descripción	34
1.7.3.4	Montaje	34
1.7.4	Pared de Gypsum.....	35
1.7.4.1	Materiales.....	35
1.7.4.2	Descripción	38

1.7.4.3	Montaje	38
2	NORMATIVA.....	40
2.1	Norma UNE–EN ISO 140–4: 1999. Medición “ <i>in-situ</i> ” del aislamiento a ruido aéreo entre locales	40
2.1.1	Proceso y evaluación del ensayo	40
2.1.1.1	Generación del campo sonoro en el recinto emisor	40
2.1.1.2	Posiciones de micrófono	41
2.1.1.3	Medición.....	41
2.1.1.4	Corrección de ruido de fondo	41
2.2	Norma UNE–EN ISO 717–1: 1997. Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Aislamiento a ruido aéreo	42
2.2.1	Procedimiento para la evaluación de magnitudes globales	42
2.2.1.1	Valores de referencia	43
2.2.1.2	Espectros sonoros	45
2.2.1.3	Método de comparación.....	47
2.2.1.4	Cálculo de los términos de adaptación espectral	48
2.3	Norma UNE EN ISO 3382-2. Medición de parámetros acústicos en recintos. Parte 2: Tiempo de reverberación en recintos ordinarios	49
2.3.1	Condiciones de medición.....	50
2.3.2	Equipo	50
2.3.2.1	Fuente Acústica	50
2.3.2.2	Equipos de medición.....	50
2.3.2.3	Equipo de registro de la señal.....	51
2.3.3	Posiciones de medición	51

2.3.4	Procedimientos de Medición.....	52
2.3.4.1	Método del ruido interrumpido.....	52
2.3.4.2	Método de respuesta impulsiva integrada.....	53
2.4	Documento Básico HR: Protección frente al ruido (CTE DB-HR): 2009.....	53
2.4.1	Diseño y dimensionado	54
2.4.1.1	Opción simplificada	55
2.4.1.2	Opción General	56
2.5	Norma Ecuatoriana de la Construcción.....	58
3	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	60
3.1	Selección de los recintos	60
3.2	Instrumentos de medición	61
3.3	Equipamiento de instalación del ensayo	63
3.4	Implementación del ensayo	64
3.4.1	Posiciones de la fuente.....	64
3.4.2	Posiciones de micrófono fijas	64
3.4.3	Dimensiones de los recintos	65
3.4.4	Calibración del sonómetro	65
3.4.5	Hoja de campo.....	65
3.4.6	Proceso de medición	68
3.4.6.1	Medición sala emisora:	68
3.4.6.2	Medición sala receptora	69
3.5	Medición del Tiempo de Reverberación.....	70
3.6	Descarga de los datos del Sonómetro	71
4	RESULTADOS.....	76
4.1	Elaboración de informe en el software CESVA	

Insulation Studio	76
4.2 Elaboración de informe de resultado en hoja de cálculo del software Excel.....	79
4.3 Datos acústicos	79
4.4 Cálculo de L_2 corregido por ruido de fondo	81
4.5 Cálculo de la diferencia de niveles estandarizada DnT	81
4.6 Cálculo de la Diferencia de niveles estandarizada ponderada (DnT,w).....	83
4.7 Resultados Adobe	86
4.8 Resultados Bloque.....	87
4.9 Resultados Gypsum	89
4.10 Resultados Ladrillo	90
5 ANÁLISIS DE RESULTADOS	92
5.1 Adobe	92
5.2 Bloque	96
5.3 Gypsum	99
5.3.1 Resultados globales	99
5.3.2 Resultados sede Queri	102
5.3.3 Resultados sede Udlapark.....	108
5.3.4 Comparación entre sedes.....	110
5.4 Ladrillo.....	113
5.5 Comportamiento por sistema constructivo	115
5.5.1 Análisis por períodos de tiempo.....	117
6 ANÁLISIS ECONÓMICO	122
6.1 Análisis del costo de construcción por tipo de partición	122
6.2 Costo nominal de la investigación.....	125

7	PROYECCIONES	128
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	129
8.1	Conclusiones	129
8.2	Recomendaciones	131
	REFERENCIAS	133
	ANEXOS	136
8.3	Resultados Bloque.....	147
8.4	Resultados Gypsum	153
8.5	Resultados Ladrillo	165

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Propagación del sonido.....	6
Figura 2. Ruido rosa.....	7
Figura 3. Vías de transmisión sonora.....	8
Figura 4. Fenómeno de difracción.....	9
Figura 5. Fenómenos de propagación.....	10
Figura 6. Decaimiento de T60, T20 y T30	13
Figura 7. Tipos de ruido.	15
Figura 8. Ruido de fachada: fuentes de ruido externas.....	16
Figura 9. Presión sobre una placa de masa m, por unidad de área.	21
Figura 10. Fenómeno de coincidencia para incidencia normal.....	23
Figura 11. Ley de masas para paredes simples.....	24
Figura 12. Ley de masas para paredes doble.	27
Figura 13. Elaboración de ladrillos de Adobe.....	28
Figura 14. Proporción de la cimentación.	29
Figura 15. Construcción de cimientos y sobre-cimientos.	30
Figura 16. Montaje de los ladrillos de adobe.....	31
Figura 17. Bloque vibro-comprimido.....	31
Figura 18. Montaje de pared de bloque.....	33
Figura 19. Ladrillo común o mambrón.....	33
Figura 20. Montaje de pared de ladrillo común.	35
Figura 21. Track	36
Figura 22. Stud.....	36
Figura 23. Esquinero	37
Figura 24. Placa de gypsum o cartón yeso.	38
Figura 25. Montaje de mampostería de gypsum.	39
Figura 26. Valores de la curva de referencia para aislamiento a ruido aéreo, en bandas de tercio de octava.	44
Figura 27. Valores de la curva de referencia para aislamiento a ruido aéreo, en bandas de octava.	44
Figura 28. Espectros de nivel sonoro para calcular los términos de	

adaptación espectral para mediciones en bandas de tercio de octava	46
Figura 29. Espectros de nivel sonoro para calcular los términos de adaptación espectral para mediciones en bandas de octava	47
Figura 30. Composición de los elementos de separación entre recintos.....	56
Figura 31. Sonómetro integrador clase 1 CESVA SC310	62
Figura 32. Altavoz Omnidireccional CESVA BP012	62
Figura 33. Amplificador para altavoz omnidireccional AP602.....	63
Figura 34. Calibrador CESVA CB006.....	63
Figura 35. Equipamiento de instalación del ensayo	64
Figura 36. Posiciones micrófono- fuente	65
Figura 37. Hoja de campo, Datos.....	66
Figura 38. Hoja de campo, Croquis.....	67
Figura 39. Ícono nueva sesión, Capture Studio.....	71
Figura 40. Configuración de la conexión.	72
Figura 41. Configuración carpeta de trabajo.	73
Figura 42. Selección de la opción recibir registros.	74
Figura. 43. Pantalla de visualización de gráficos.....	75
Figura 44. Configuración del proyecto.....	76
Figura 45. Datos de medición, Insulation Studio	77
Figura 46. Visualización de datos de medición.	77
Figura 47. Informe generado en el software CESVA Insulation Studio	78
Figura 48. Comparativo de valores, DnT.....	82
Figura 49. Informe generado en el software Excel	85
Figura 50. Curvas DnT de particiones de adobe.	92
Figura 51. Distribución de elementos constructivos adyacentes, Adobe.....	94
Figura 52. Comparativo de resultados DnT,w adobe.	95
Figura 53. Curvas DnT de particiones de bloque.	96
Figura 54. Distribución de elementos constructivos adyacentes, Bloque	98
Figura 55. Comparativo de resultados DnT,w bloque.	98
Figura 56. Curvas DnT de particiones de gypsum.	99
Figura 57. Curvas DnT de particiones de gypsum, por lugar	100
Figura 58. Comparativo de resultados DnT,w globales Gypsum.....	101

Figura 59. Curvas del DnT gypsum, sede Queri.	102
Figura 60. Grupo A. Losa de Deck vista.....	103
Figura 61. Grupo B. Cielo Raso	104
Figura 62. Curvas del DnT gypsum, sede Queri.	105
Figura 63. Curvas del DnT gypsum, sede Udlapark.....	108
Figura 64. Distribución de elementos constructivos adyacentes, Gypsum 1	109
Figura 65. Promedio lineal de los ensayos de cada sede.	110
Figura 66. Promedios del DnT,w sede Queri y Udlapark.	111
Figura 67. Comparación de DnT,w. Ensayos G008-G010	111
Figura 68. Distribución de elementos constructivos adyacentes, Gypsum.....	112
Figura 69. Curvas del DnT ladrillo.	113
Figura 70. Resultados DnT,w ladrillo.....	114
Figura 71. Comportamiento DnT,w por tipo de partición	115
Figura 72. Promedios del DnT,w de cada material.....	116
Figura 73. DnT,w Adobe en función del tiempo.....	118
Figura 74. DnT,w Bloque y Ladrillo en función del tiempo	119
Figura 75. DnT,w Gypsum en función del tiempo.....	120
Figura 76. DnT,w promedio por tipo de partición en función del tiempo.....	121
Figura 77. Valores de precios y Rw teórico, en función del material de la partición.	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de ladrillos en metros [m].....	34
Tabla 2. Valores de referencia para aislamiento a ruido aéreo	43
Tabla 3. Espectros de nivel sonoro para calcular los términos de adaptación.....	45
Tabla 4. Términos relevantes de adaptación espectral para diferentes tipos de fuentes de ruido	48
Tabla 5. Número de posiciones de fuente y micrófono en base al nivel de exactitud.....	52
Tabla 6. Índices de protección frente al ruido en recintos protegidos.....	54
Tabla 7. Índices de protección frente al ruido en recintos habitables	54
Tabla 8. Parámetros acústicos de los elementos constructivos	55
Tabla 9. Niveles máximos de ruido de acuerdo a la actividad.....	58
Tabla 10. Niveles máximos de ruido de acuerdo a la actividad.....	59
Tabla 11. Ubicación de ensayos	60
Tabla 12. Nivel de presión sonora de emisión.....	79
Tabla 13. Niveles de presión sonora promediados	80
Tabla 14. Datos de tiempo de reverberación.....	80
Tabla 15. L_2 corregido por ruido de fondo.	81
Tabla 16. Diferencia de nivel estandarizada.....	82
Tabla 17. Valores de referencia desplazados, ISO 717-1	83
Tabla 18. Ejemplo de cálculo de valores de la curva de referencia ISO 717-1.....	83
Tabla 19. Desviaciones desfavorables.....	84
Tabla 20. Diferencia de niveles estandarizada, ensayos en particiones de adobe.	86
Tabla 21. Diferencia global de niveles estandarizada, ensayos en particiones de adobe.	86
Tabla 22. Tiempo de reverberación sala receptora, ensayos en particiones de adobe.	87
Tabla 23. Diferencia de niveles estandarizada, ensayos en	

particiones de bloque.	87
Tabla 24. Diferencia global de niveles estandarizada, ensayos en particiones de bloque.	88
Tabla 25. Tiempo de reverberación sala receptora, ensayos en particiones de bloque.	88
Tabla 26. Diferencia de niveles estandarizada, ensayos en particiones de gypsum.	89
Tabla 27. Diferencia global de niveles estandarizada, ensayos en particiones de gypsum.	89
Tabla 28. Tiempo de reverberación sala receptora, ensayos en particiones de gypsum.	90
Tabla 29. Diferencia de niveles estandarizada, ensayos en particiones de ladrillo.	90
Tabla 30. Diferencia global de niveles estandarizada, ensayos en particiones de ladrillo.	91
Tabla 31. Tiempo de reverberación sala receptora, ensayos en particiones de ladrillo.	91
Tabla 32. Tiempo de reverberación, ensayos sede Queri.	106
Tabla 33. Precio de mano de obra por metro cuadrado de construcción	123
Tabla 34. Rubros empleados en la investigación	125
Tabla 35. Costos de importación equipos CESVA	126
Tabla 36. Costo total del proyecto	126
Tabla 37. Costo por ensayo aplicando la norma ISO 140-4	127

ÍNDICE DE ECUACIONES

(Ecuación 1)	9
(Ecuación 2)	11
(Ecuación 3)	11
(Ecuación 4)	11
(Ecuación 5)	14
(Ecuación 6)	17
(Ecuación 7)	17
(Ecuación 8)	18
(Ecuación 9)	18
(Ecuación 10)	18
(Ecuación 11)	19
(Ecuación 12)	19
(Ecuación 13)	20
(Ecuación 14)	20
(Ecuación 15)	20
(Ecuación 16)	21
(Ecuación 17)	21
(Ecuación 18)	22
(Ecuación 19)	22
(Ecuación 20)	22
(Ecuación 21)	22
(Ecuación 22)	24
(Ecuación 23)	25
(Ecuación 24)	25
(Ecuación 25)	25
(Ecuación 26)	26
(Ecuación 27)	26
(Ecuación 28)	42
(Ecuación 29)	49
(Ecuación 30)	49

(Ecuación 31).....	51
(Ecuación 32).....	57
(Ecuación 33).....	57
(Ecuación 34).....	57
(Ecuación 35).....	81
(Ecuación 36).....	81
(Ecuación 37).....	81
(Ecuación 38).....	107

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

La aparición de grandes ciudades que congregan grupos de personas con diferentes características étnicas y culturales, lleva consigo la convivencia social entre sus habitantes, sin embargo se pueden generar molestias entre los mismos, donde el ruido es uno de los contaminantes más nocivos para la interacción social. A más de los efectos negativos en la salud atribuidos por la prolongada exposición al ruido y a la intensidad con la que este es emitido, los efectos extra auditivos producidos por el ruido tales como el estrés, irritabilidad, ansiedad, falta de concentración, agresividad, entre otros, son los que mayor daño ocasionan a la convivencia social. Este problema se traslada a otros entornos, como por ejemplo los salones de clase, en donde el ruido proveniente de un salón continuo afecta la comunicación entre profesor y estudiantes, generando fatiga y disminuyendo la captación del mensaje.

El aislamiento acústico dentro de un recinto se vuelve importante en el momento en que se ve afectada la comodidad, la intimidad y la salud de sus habitantes. Los valores de aislamiento acústico que presentan las normativas asociadas a la construcción y al control del ruido que rigen a nivel, no son respetados en la mayoría de los casos, debido a que los valores establecidos no son resultado de un estudio. Los parámetros de calidad acústica no han sido una prioridad al momento de elaborar un diseño, esto debido a las deficiencias y limitaciones que presenta la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

La implementación del aislamiento acústico dentro de los sistemas constructivos empleados a nivel nacional permitirá una independencia social entre edificaciones, por lo que es necesaria la intervención de un profesional de la rama acústica dentro de la etapa de diseño y construcción.

ALCANCE

El proyecto de titulación permite evaluar la evolución del aislamiento acústico de ruido aéreo en diferentes períodos constructivos dentro de la ciudad de Quito, verificando si el uso de materiales livianos en las construcciones modernas ha llevado a una degradación de la calidad acústica y privacidad dentro de las viviendas. Además se identificó si el ruido interno en recintos se encuentra dentro de los rangos recomendados por el CTE DB-HR (2009): Documento Básico de Protección Frente al Ruido vigente en España. Este análisis fundamentará científicamente la necesidad de una modificación de la Norma Técnica Ecuatoriana, para que se regulen parámetros acústicos en la construcción y garantizar un descanso óptimo dentro de las viviendas.

Para la determinación de los parámetros mencionados se determinó el procedimiento de ensayo basado en las normas UNE-EN ISO 140-4: 1999. “Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición *in situ* del aislamiento al ruido aéreo entre locales” y UNE-EN ISO 717-1: 1997. “Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Aislamiento a ruido aéreo”, de manera que se puede asegurar que no se producen influencias de fenómenos externos que alteren el resultado de la medición y garantizar que la medición sea repetible a través de la normalización de los procesos a realizar.

JUSTIFICACIÓN

En el capítulo 13 de la NEC-2011, “Eficiencia energética en la construcción”, en la sección “13.3.5.1.2. Confort acústico” menciona que el confort acústico dentro de una edificación se debe al aislamiento y acondicionamiento acústico, sin embargo, no se detallan procesos de análisis, diseño y medición para la cuantificación de estos parámetros.

La aplicación de una normativa que establezca parámetros de aislamiento acústico a cumplirse al momento de construir edificaciones destinadas a la vivienda debe ser esencial para que los habitantes de estas edificaciones logren tener un espacio libre de ruido no deseado. Un estudio de los parámetros de aislamiento acústico tanto de las edificaciones construidas en décadas anteriores y las actuales es fundamental para encontrar las diferencias entre los tipos de particiones usados. Los resultados obtenidos servirán para plantear soluciones que sean factibles a la realidad actual.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar el aislamiento acústico con respecto a ruido aéreo en viviendas ubicadas en la ciudad de Quito mediante ensayos obteniendo datos científicos sobre su desempeño y compararlos con valores recomendados en normativas internacionales.

Objetivos específicos

- Identificar los procedimientos existentes para la evaluación de la transmisión sonora de ruido aéreo *"in-situ"*, descrito en normativas y regulaciones internacionales.
- Conocer los materiales aplicados en los sistemas constructivos y realizar ensayos para identificar el de menor rendimiento acústico para su optimización.
- Evaluar la diferencia global de niveles estandarizada ($D_{nT,w}$) de paredes homogéneas en edificaciones construidas en diferentes intervalos de tiempo y los sistemas constructivos aplicados.
- Determinar las pérdidas de aislamiento al no ejecutar de forma correcta el montaje.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Efectos extra-auditivos producidos por el ruido

Los efectos extra-auditivos afectan la salud y el bienestar del ser humano, y son causados por exposición breve o prolongada al ruido, excluyendo los efectos producidos directamente sobre el sistema auditivo o sobre la audición. (Makaewa, Rindel, & Lord, 2011)

El ruido, considerado como una contaminante que no deja huella ambiental visible, genera molestia en el ser humano, impide conciliar el sueño y además es capaz de producir trastornos en el mismo, alterando sus ciclos, etapas y profundidad.

El sueño ininterrumpido es necesario para un excelente rendimiento fisiológico y mental durante las actividades diarias. El ruido ambiental produce efectos primarios durante el sueño como: dificultad para conciliar el sueño, interrupción del sueño, alteración en la profundidad del sueño, cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca entre otros; y efectos secundarios que se manifiestan al día siguiente como: percepción de menor calidad del sueño, fatiga, depresión y reducción del rendimiento. El nivel sonoro equivalente del ruido de fondo no debe estar por encima de 30 dB(A) y el ruido de fuentes individuales de 45 dB(A) para lograr un ambiente óptimo para descansar. (Berglund, Lindvall, & Schwela, 1999)

1.2 Fundamentos acústicos

1.2.1 Sonido

El sonido desde el punto de vista físico es una vibración mecánica de las moléculas que se transmiten por un medio elástico como el aire, capaz de generar un estímulo en el oído (Millán, 2012, pág. 2). La compresión y dilatación periódica del medio permite que las moléculas desplazadas empujen

a las contiguas en sentido longitudinal, ya que la dirección de propagación de la onda es igual a la dirección de la velocidad de las partículas.

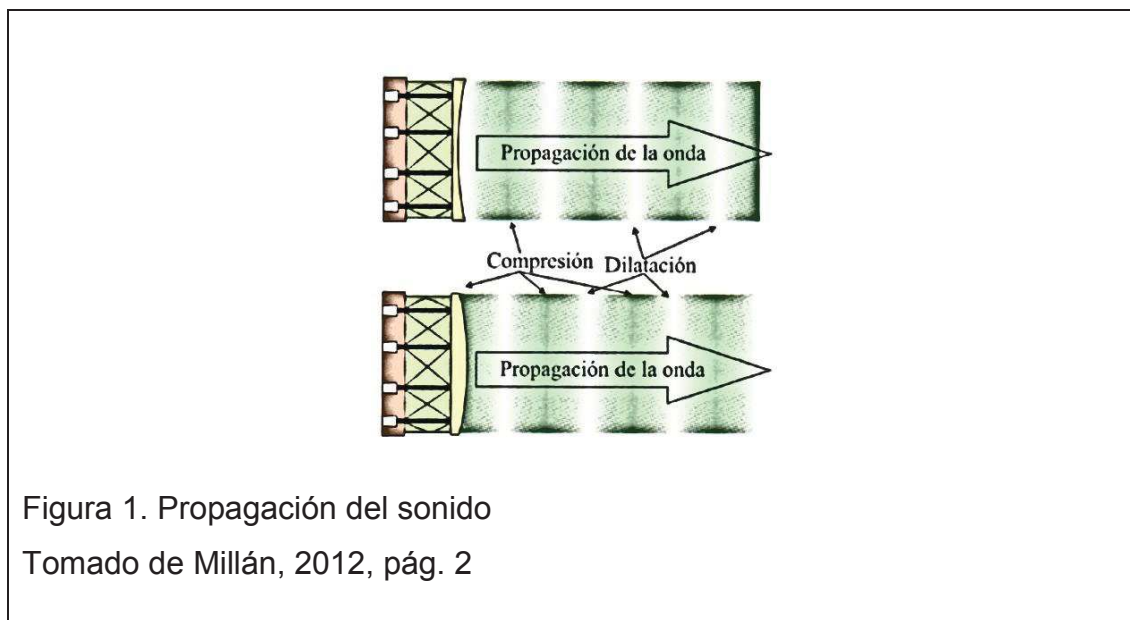


Figura 1. Propagación del sonido

Tomado de Millán, 2012, pág. 2

1.2.2 Espectro sonoro

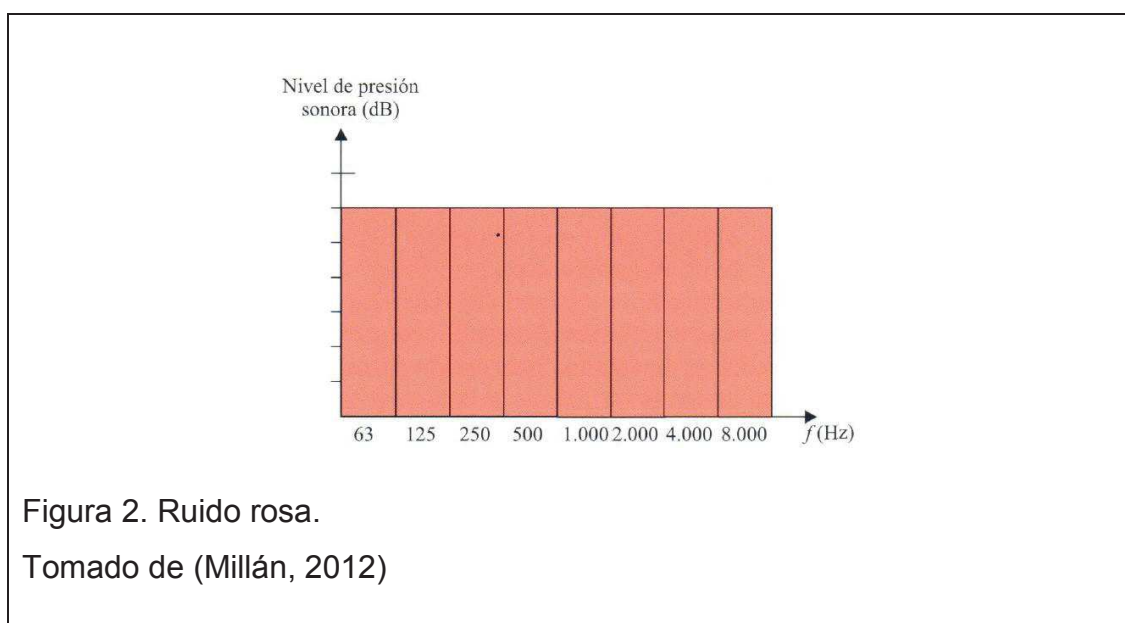
Es la representación gráfica de las componentes frecuenciales que integran una señal y el nivel de presión sonora correspondiente a cada una. La mayoría de sonidos audibles están formados por múltiples frecuencias superpuestas (Carrión, 1998, pág. 29) . Según la distribución de frecuencias los sonidos pueden clasificarse en: tono puro, sonido armónico, sonido complejo y ruido (Millán, 2012, pág. 4).

1.2.3 Tono Puro

Es la perturbación periódica del sonido en la que la presión varía su posición sinusoidalmente con el tiempo (Miyara, 1999). Está formado por una sola componente frecuencial.

1.2.4 Ruido Rosa

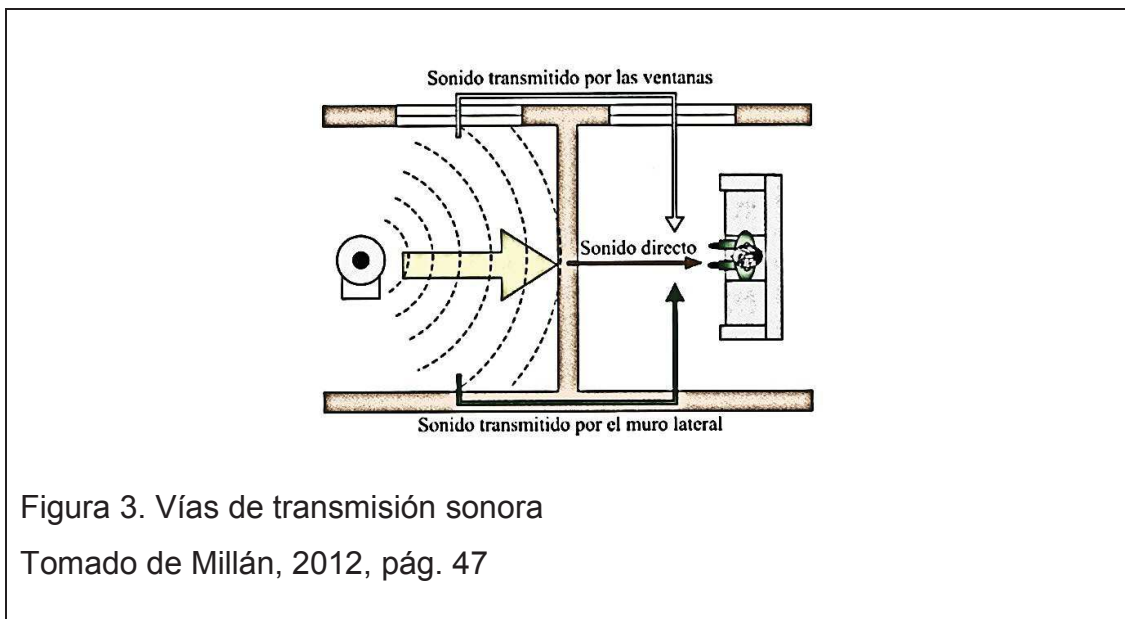
Es aquel ruido de espectro continuo cuyo nivel presión sonora se caracteriza por un decaimiento de 3 dB cada vez que aumentamos una banda de octava, razón por la cual es constante para todas las bandas de octava. Considerado como ruido patrón para mediciones in-situ y de laboratorio. (Tejeda & Moreno, 2005).



1.2.5 Transmisión sonora

Es una propiedad del frente de onda sonora, que al incidir sobre las paredes de un recinto, radia energía hacia el recinto receptor a través del movimiento vibratorio de la pared divisora entre las dos salas. La transmisión sonora puede darse de varias formas como:

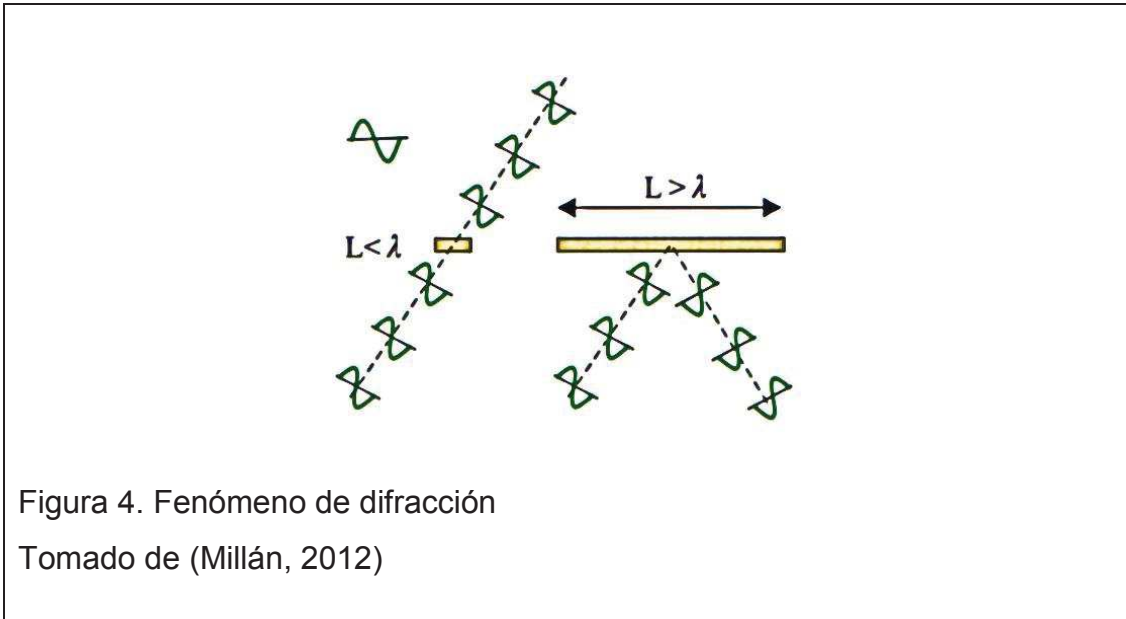
- **Transmisión directa:** el sonido se transmite a través de la pared común que divide dos recintos.
- **Transmisión indirecta o colateral:** el sonido se transmite por medio de los elementos constructivos adyacentes a la pared divisora, tales como paredes laterales, puertas, ventanas, ductos de ventilación, entre otros.



1.2.6 Difracción

Es un fenómeno de dispersión que se genera cuando el sonido ante la presencia de obstáculos o aperturas, se dispersa en lugar de seguir la dirección de propagación normal. Un objeto se considera como un obstáculo cuando la longitud de onda de una señal es menor al tamaño del mismo. (Millán, 2012)

- Si las dimensiones del obstáculo son menores que la longitud de onda, el sonido se transmite por difracción, es decir que la onda sonora rodea la superficie y sigue en la misma dirección de propagación.
- Si las dimensiones del obstáculo son superiores que la longitud de onda, el sonido se produce el fenómeno de reflexión, generando una sombra sonora detrás del obstáculo. (Millán, 2012)



1.2.7 Balance energético

Es la conservación de la energía al momento en el que el frente de onda entra en contacto con una superficie. Una parte de la energía será reflejada por la superficie, otra parte de la energía será absorbida en forma de calor y otra parte será transmitida hacia el medio de destino. La energía incidente va a ser igual a la suma de la energía absorbida, reflejada, transmitida y se expresa de la siguiente manera:

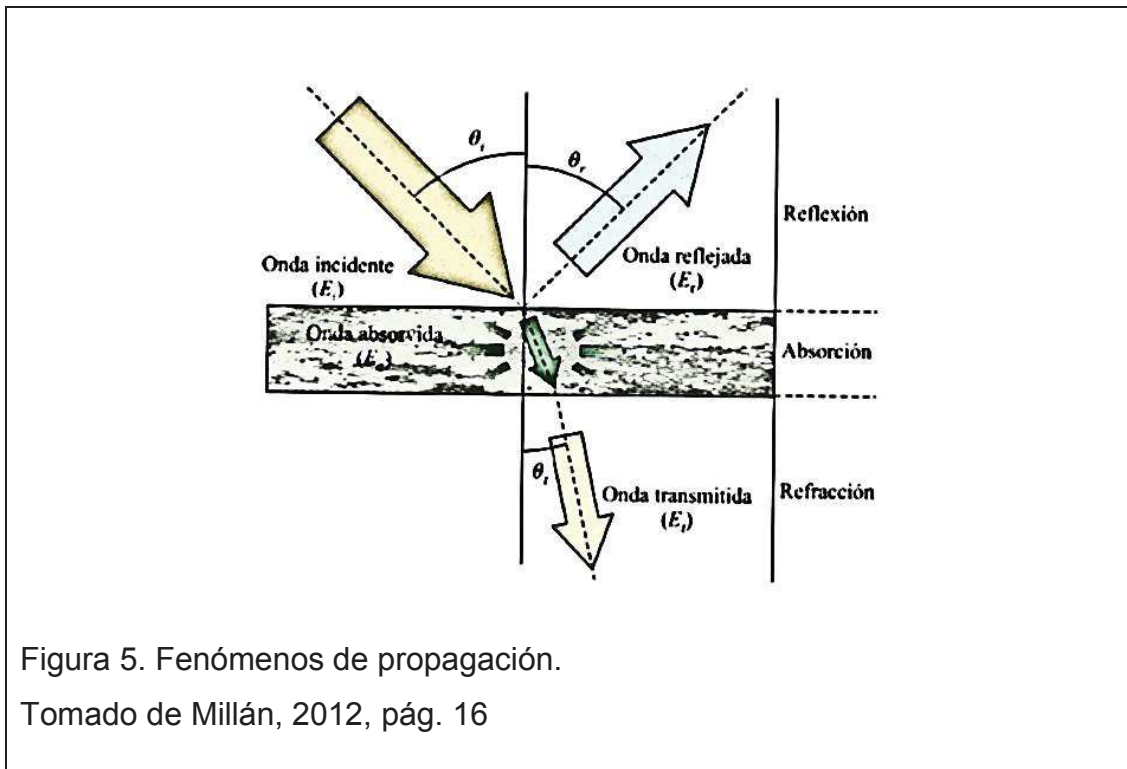
$$E_i = E_a + E_r + E_t$$

(Ecuación 1)

E_a : Energía absorbida

E_i : Energía incidente

E_t : Energía transmitida



1.3 Reverberación

La reverberación se puede definir como el grado de permanencia o persistencia del sonido en un recinto una vez que la fuente sonora cesa su emisión. La rapidez con la que el nivel de presión sonora disminuye depende de la absorción aportada por las superficies del recinto, a mayor absorción más rápida será la atenuación del sonido, que disminuirá de forma progresiva hasta confundirse con el nivel de ruido de fondo. (Miyara, 1999)

1.3.1 Coeficiente de absorción

El coeficiente de absorción es relación entre la cantidad de energía absorbida y la energía que incide en material por unidad de superficie. Este coeficiente varía con la frecuencia, razón por la que se suele especificar valores por banda de octava, matemáticamente se puede expresar como:

$$\alpha = \frac{E_a}{E_i}$$

(Ecuación 2)

Donde:

E_a : Energía absorbida

E_i : Energía incidente

1.3.2 Tiempo de reverberación (T60)

Es el tiempo que transcurre entre el momento en que un sonido de tipo impulsivo o continuo se detiene bruscamente y el momento en el que la intensidad sonora decae en 60dB (Querol Noguera, 2003).

Según Sabine el tiempo de reverberación viene dado por:

$$T_{60} = \frac{0.16 V}{S \bar{\alpha}}$$

(Ecuación 3)

Donde:

T_{60} : Tiempo de reverberación [s]

V : Volumen de la sala [m³]

S : Superficie de la sala [m²]

$\bar{\alpha}$: Coeficiente de absorción medio

El coeficiente de absorción medio se expresa a través de:

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \alpha_i}{S}$$

(Ecuación 4)

En la práctica, es complicado obtener resultados reales de decaimiento, si se espera que el nivel de presión sonora decaiga 60 [dB], ya que por lo general antes de llegar a este valor se encuentra con el nivel de ruido de fondo; debido

a esto, la mayoría de análisis del tiempo de reverberación se realizan tomando en cuenta el tiempo en el nivel de presión decae 20dB o 30dB simbolizados como T20 y T30 respectivamente.

1.3.2.1 T20

Es tiempo de reverberación de 60 dB, en base a un ajuste de la curva en línea recta entre el -5 [dB] a -25 [dB]. Este tiempo se triplica para ser coherente con el tiempo de reverberación de 60 dB de decaimiento.

1.3.2.2 T30

Es tiempo de reverberación de 60 dB de la decaimiento de la sala, en base a un ajuste de la curva en línea recta entre el -5 [dB] a -35 [dB]. Este tiempo se duplica para ser coherente con el tiempo de reverberación de 60 dB de decaimiento (RT60).

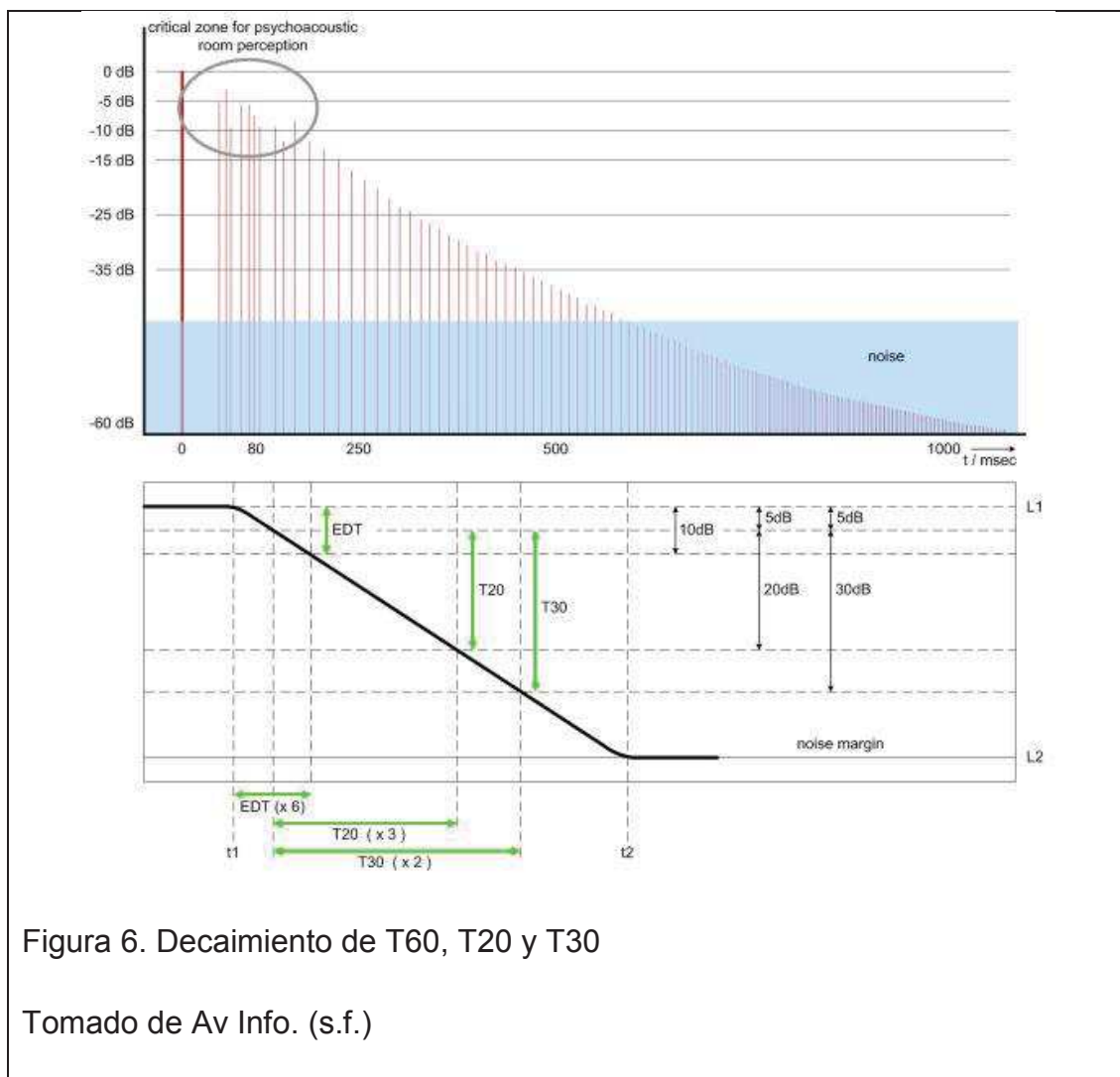


Figura 6. Decaimiento de T60, T20 y T30

Tomado de Av Info. (s.f.)

1.4 Ruido

El ruido es una vibración o perturbación mecánica transmitida por un medio elástico, que se caracteriza por tener un espectro continuo formado por una combinación de sonidos aleatorios de distintas frecuencias muy próximas entre sí (Millán, 2012, pág. 5). Puede ser considerado como desagradable auditivamente y genera molestia en el receptor.

Físicamente el sonido y el ruido se comportan de la misma forma que puede ser descrita a través de la siguiente expresión:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = 0$$

(Ecuación 5)

Donde:

p : Presión sonora instantánea [Pa]

c : Velocidad del sonido [m/s]

Sin embargo su diferencia radica en la percepción subjetiva de cada persona, ya que lo que puede considerarse como molesto para una persona, para otra simplemente pasa desapercibido. Por ejemplo cuando la música perturba el sueño o las horas de estudio de alguien este puede ser considerado como ruido (Makaewa, Rindel, & Lord, 2011)

Dentro de una vivienda o cualquier recinto se consideran como ruido a todos los sonidos provenientes del exterior o de espacios adyacentes a una o un grupo de personas y se lo puede diferenciar a través de su medio de transmisión.

1.4.1 Ruido aéreo

Es aquel ruido que se propaga a través del aire desde una fuente emisora hacia los elementos estructurales de un recinto y que es capaz de atravesar una partición o la fachada del recinto.

1.4.2 Ruido de impacto

El ruido de impacto se genera a través de golpes instantáneos sobre una partición entre dos espacios adyacentes. Su transmisión es estructural y la vibración de las superficies son las que generan ruido.



1.4.3 Ruido de fachada

El ruido de fachada se genera en el exterior del edificio, y entre las principales fuentes que lo provocan están:

- Medios de transporte
- Actividades industriales
- Ruidos de construcción y obras públicas
- Actividades urbanas comunitarias
- Agentes atmosféricos

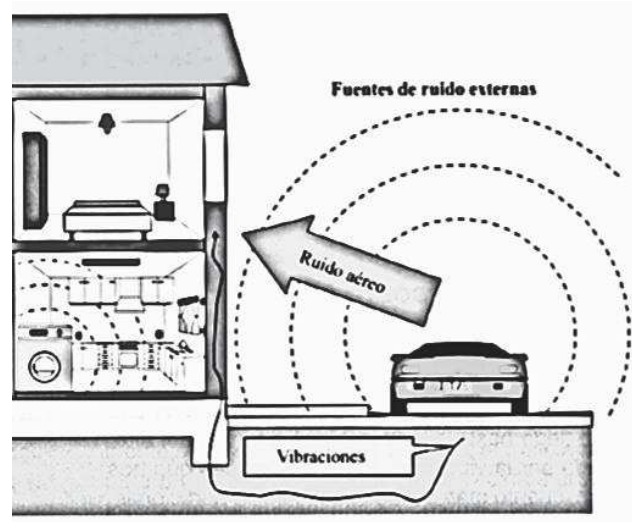


Figura 8. Ruido de fachada: fuentes de ruido externas.
Tomado de Millán, 2012, pág. 47

1.5 Aislamiento acústico

El aislamiento acústico es la oposición de una barrera o pared al vibrar. El nivel de oposición al frente sonoro de una pared dependerá de su proporción de masa, nivel de elasticidad y dimensiones. Esta característica de cada material es representada numéricamente como una diferencia de niveles entre la sala emisora y la sala receptora.

1.5.1 Diferencia de nivel (D)

Es la diferencia aritmética de los niveles medidos entre el recinto emisor y receptor, conocido también como aislamiento acústico bruto. El aislamiento bruto viene dado por:

$$D = L_e - L_r$$

(Ecuación 6)

Donde:

L_e : Nivel de presión sonora del recinto emisor

L_r : Nivel de presión sonora del recinto receptor

1.5.2 Diferencia de niveles normalizado (Dn)

La diferencia de niveles normalizado que se obtiene al realizar una corrección por el tiempo de reverberación y cualidades geométricas de la sala receptora. El aislamiento normalizado, como también se lo suele llamar, permite eliminar las condiciones acústicas del receptor, por lo cual, con este parámetro se logra hacer comparaciones entre configuraciones arquitectónicas independientemente del uso de los locales y sus cualidades acústicas.

$$D_n = D - 10 \log \frac{A}{A_0} [dB]$$

(Ecuación 7)

Donde:

A : Área de absorción acústica equivalente del recinto receptor [m^2]

A_0 : Área de absorción de referencia, $A_0 = 10 [m^2]$

1.5.3 Diferencia de niveles estandarizada (DnT)

Es la diferencia de niveles entre recintos correspondiente a un tiempo de reverberación en el recinto receptor. La igualdad viene dada por:

$$D_{nT} = D + 10 \log \frac{T}{T_0} [dB]$$

(Ecuación 8)

Donde:

T : Tiempo de reverberación de la sala receptora,

T_0 : Tiempo de reverberación referencial, que por lo general es igual a 0.5 [s]

1.5.4 Trasmision Loss (TL)

Es una cualidad del material o del sistema que conforma la superficie de partición entre dos recintos. Representa la cantidad de atenuación de la partición y se representa en decibeles (dB).

$$TL = -10 \log(\tau)$$

(Ecuación 9)

Donde τ es la relación entre la energía transmitida por una superficie con respecto a la energía incidente sobre la misma y viene dado por:

$$\tau = \frac{E_t}{E_i}$$

(Ecuación 10)

1.6 Descripción de sistemas constructivos

1.6.1 Paredes simples

Son particiones homogéneas en toda su superficie. Sus coeficientes de aislamiento acústico dependen del espesor y densidad de la pared y pueden ser modelados en base a la ley de la masa en el rango de frecuencias limitado entre la frecuencia de resonancia de la pared y la frecuencia de coincidencia. El aislamiento acústico de una pared simple está regido principalmente a su masa

$[Kg/m^2]$, por lo que una de las aproximaciones teóricas más simples para este caso está determinada por la “Ley de la Masa”.

1.6.1.1 Ley de masa

Establece que al duplicar la masa de la pared el aislamiento incrementa en 6 [dB], de igual forma incrementará en 6 [dB] si se duplica la frecuencia. Esto lleva a la conclusión intuitiva de que toda partición independientemente del material aislará en mayor proporción las frecuencias altas que las frecuencias bajas.

La ley de masa se puede deducir analizando el caso más simple, una pared homogénea infinita, sin tomar en cuenta la elasticidad de la superficie. El momento que la onda incide sobre la superficie las partículas de aire entran en movimiento tanto en el recinto emisor como en el receptor; se puede expresar la energía ejercida sobre la pared manifestada en presión con la siguiente igualdad:

$$p = p_i + p_r + p_t \quad \text{(Ecuación 11)}$$

Donde:

p_i : Presión incidente

p_r : Presión reflejada

p_t : Presión transmitida

Siendo la presión una fuerza aplicada puede expresarse de la siguiente forma:

$$p = m_s \frac{du_p}{dt} = m_s (j\omega u_p) \quad \text{(Ecuación 12)}$$

Donde:

m_s : Masa superficial

ω : Frecuencia angular

u : Velocidad de las partículas

Despejando la velocidad en términos de la presión se obtiene las siguientes igualdades:

$$u_i = \frac{\cos \theta}{\rho_0 c_0} p_i \quad u_r = \frac{\cos \theta}{\rho_0 c_0} p_r \quad u_t = \frac{\cos \theta}{\rho_0 c_0} p_t$$

(Ecuación 13)

Donde:

ρ_0 : Impedancia característica del aire (1,18 [kg /m³])

c_0 : Velocidad del sonido en el aire (344 [m/s])

Sustituyendo estas expresiones en la ecuación de presión obtendremos la siguiente igualdad:

$$\frac{\rho_0 c_0 u_i}{\cos \theta} - \frac{\rho_0 c_0 u_r}{\cos \theta} = \frac{\rho_0 c_0 u_t}{\cos \theta} + m_s(j\omega u_t)$$

(Ecuación 14)

Si una onda plana incide sobre la partición con un determinado ángulo genera una reflexión especular, donde la velocidad de las partículas de aire a los dos lados de la partición es la misma. (Long, 2006)

$$u_i + u_r = u_t = u_p$$

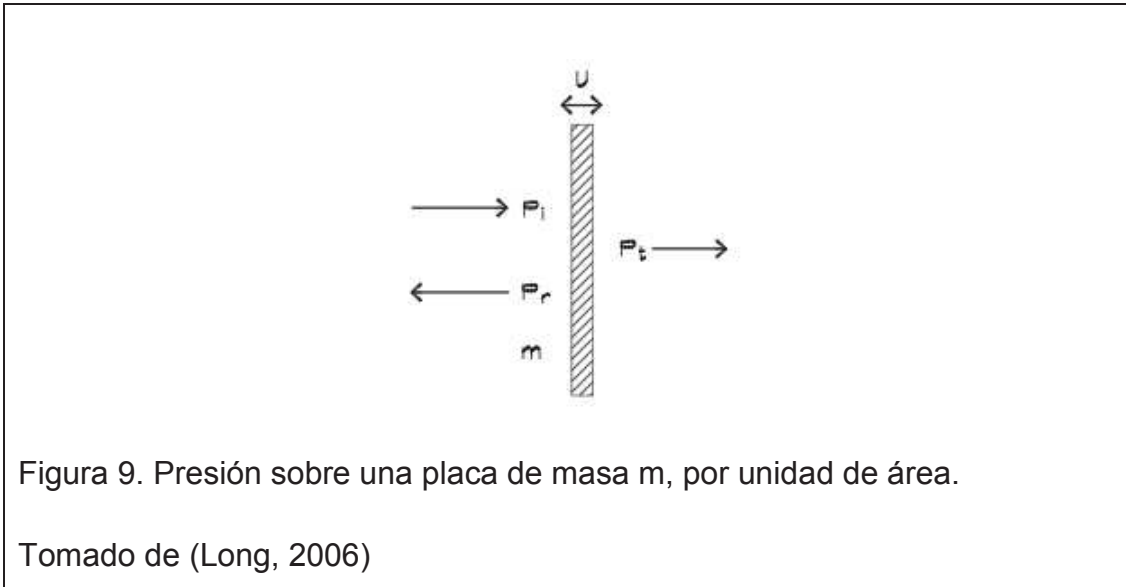
(Ecuación 15)

Donde:

u_i : Velocidad incidente

u_r : Velocidad reflejada

u_t : Velocidad transmitida



Despejando u_r obtendremos el ratio de transmisión de la energía incidente, que es la relación entre la presión transmitida sobre la incidente.

$$\frac{p_t}{p_i} = \frac{1}{1 + \frac{j\omega m_s \cos \theta}{2\rho_0 c_0}} = \frac{1}{1 + \frac{Z_n \cos \theta}{2\rho_0 c_0}} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Donde:

Z_n : Impedancia acústica normalizada

A partir de la Ecuación 14, el índice de transmisión sonora puede ser expresado de la siguiente forma:

$$\tau_\theta = \left[\frac{p_t}{p_i} \right]^2 = \frac{1}{\left| 1 + \frac{\zeta_n \cos \theta}{2} \right|^2} \quad (\text{Ecuación 17})$$

Donde:

τ_θ : Índice de transmisión sonora

ζ_n : Impedancia normalizada del sistema.

Partiendo de la Ecuación 15, la pérdida por transmisión (TL) de la pared viene dado por:

$$\Delta L_{TL}(\theta) = 10 \log \left| 1 + \frac{\zeta_n \cos \theta}{2} \right|^2 \quad (\text{Ecuación 18})$$

En el caso de un campo difuso la cantidad de energía que llega hacia la partición es la misma en todos los puntos, por lo que se tendría:

$$\Delta L_{TL} = 10 \log \left[1 + \left(\frac{\omega m_s}{3.6 \rho_o c_o} \right)^2 \right] \quad (\text{Ecuación 19})$$

Considerando que $\Delta L_{TL} = R$, tenemos:

- En el caso en el que el ángulo de incidencia sea aleatorio, desde todas las direcciones.

$$R_{aleat} = 20 \log(mf) - 47$$

(Ecuación 20)

- En el caso en el que el ángulo de incidencia sea cero, perpendicular a la superficie.

-

$$R = 20 \log(mf) - 42$$

(Ecuación 21)

Esta aproximación teórica tiene deficiencias importantes debido a que no toma en cuenta características propias de la partición, como la frecuencia crítica.

1.6.1.2 Fenómeno de coincidencia

Es la acción ocasionada por la frecuencia de coincidencia y la frecuencia de flexión, hace que la masa entre en vibración, por lo que al llegar a la frecuencia de coincidencia, la atenuación deja de seguir la ley de la masa y disminuye de forma considerable.

Es aquella frecuencia incidente que coincide con la frecuencia de flexión de la superficie. Si se toma en cuenta que la partición es elástica, la elasticidad intrínseca propia de cada elemento, afectará en el valor de aislamiento acústico dependiendo de la frecuencia. En este caso se pueden generar ondas de flexión que se propagan por la pared y cuando la longitud de una onda incidente coincide con la longitud de la onda de flexión la pared vibra, generando un decaimiento en el aislamiento en esa frecuencia promedio entre 10 a 15 [dB] en la frecuencia perteneciente a la longitud de onda de coincidencia.

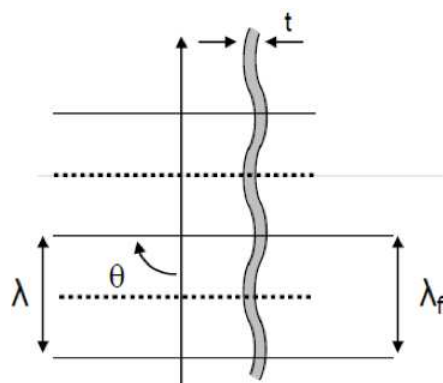


Figura 10. Fenómeno de coincidencia para incidencia normal.

Tomado de (Arau, 1999)

La frecuencia de coincidencia es inversamente proporcional al espesor de la partición, y está modelada de la siguiente forma:

$$f_c = \frac{6.4 \times 10^4}{t} \sqrt{\frac{\rho (1 - \sigma^2)}{E}}$$

$$f_c = \frac{c_0^2}{1.8 t} \sqrt{\frac{\rho}{E}}$$

(Ecuación 22)

Donde:

t : Espesor de la pared [m]

ρ : Densidad [kg/m³]

E : Módulo de Young [N/m²]

σ : Coeficiente de Poisson.

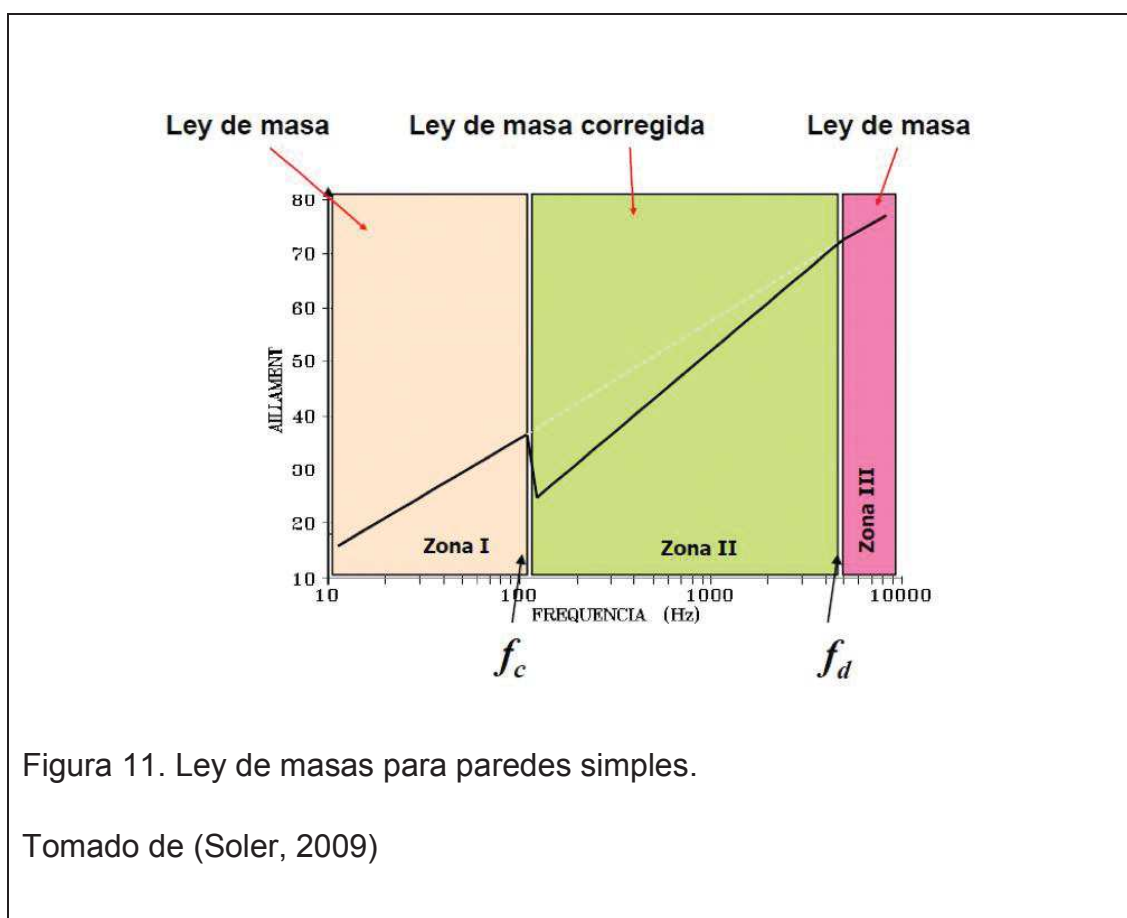


Figura 11. Ley de masas para paredes simples.

Tomado de (Soler, 2009)

En la zona bajo la frecuencia de coincidencia, el aislamiento acústico sigue el modelo de la Ley de la Masa, manteniendo un incremento de 6[dB]/oct.

$$R_{aleat} = 20 \log(mf) - 47 \quad (\text{Ecuación 23})$$

Sobre la frecuencia de coincidencia se establece un modelo denominado ley de la masa corregida, en este caso, se toma en cuenta el factor de amortiguamiento del material.

$$R = 20 \log \frac{\omega m}{2 \rho_o c_o} - 10 \log \frac{\pi}{4 \eta} + 10 \log \frac{\omega}{\omega_c} + 10 \log \left(1 - \frac{\omega_c}{\omega}\right) - 5 \quad (\text{Ecuación 24})$$

Sobre la frecuencia de coincidencia el aislamiento es modelado de la siguiente forma:

$$f_d = \frac{K}{2 \pi \rho} \sqrt{\frac{m}{B}} \quad (\text{Ecuación 25})$$

1.6.2 Paredes dobles

Los sistemas de partición conformados por dos paredes cuyas masas pueden ser representadas por $M1$ y $M2$ y una cavidad de aire entre ellas representada por d , que puede estar parcial o totalmente rellena de material absorbente; tienen un comportamiento muy distinto en sus valores de aislamiento acústico con respecto a un sistema de una sola masa o pared simple, debido a tres factores muy importantes: la frecuencia de resonancia, las ondas estacionarias dentro de la cavidad y las uniones rígidas entre las paredes.

1.6.2.1 Frecuencia de resonancia

La frecuencia de resonancia en este caso será influenciada directamente por el valor de masa de cada sistema y la superficie de la cavidad de aire entre ellas y viene dado por la siguiente expresión:

$$f_r[\text{Hz}] = k \sqrt{\frac{1}{d} \left(\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2} \right)}$$

(Ecuación 26)

Donde:

k : Constante de la cavidad de aire, vacía tiene un valor de 60 y 43 si está rellena de material absorbente.

d : Distancia entre las dos paredes

M_1, M_2 : Masas de las paredes

1.6.2.2 Frecuencia de cavidad

Las ondas estacionarias dentro de la cavidad aparecen al coincidir las ondas que inciden perpendicularmente con la superficie de la cavidad. Las frecuencias que van a encontrarse en estado estacionario dentro de la cavidad vienen dado por:

$$f_n[\text{Hz}] = n \left(\frac{c}{2d} \right)$$

(Ecuación 27)

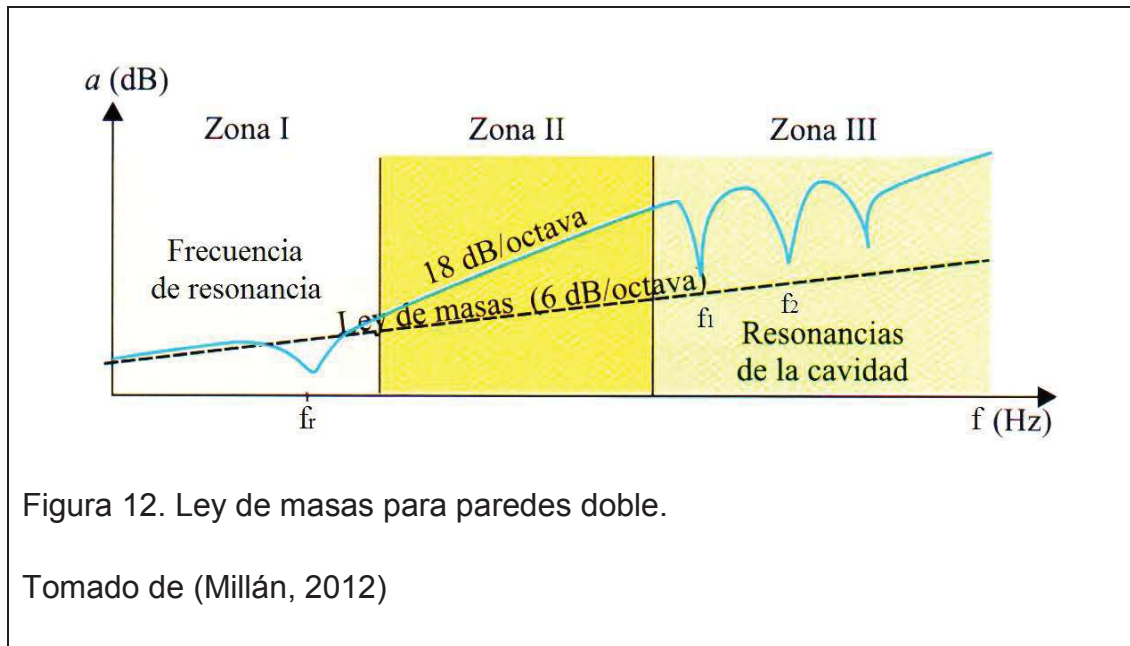
Donde:

c : Velocidad del sonido.

n : Cantidad de modos de vibración.

Las uniones rígidas entre las dos paredes provocan un acoplamiento directo de frecuencias lo que disminuirá el aislamiento acústico del sistema.

Bajo estos tres criterios que influyen en el aislamiento acústico obtendremos una curva modelo de aislamiento acústico de la siguiente forma:



Donde f_r es la frecuencia de resonancia del sistema, f_1 y f_2 representan las frecuencias de coincidencia de cada pared.

1.7 Materiales y montaje

1.7.1 Pared de adobe

1.7.1.1 Materiales

Ladrillo de barro sin cocer conocido como adobe, barro, cemento, cal, paja, arena, gravilla, piedra, madera para refuerzos horizontales.



Figura 13. Elaboración de ladrillos de Adobe.

Modificado de Ecocosas. (s.f.)

1.7.1.2 Descripción

Pared de adobe asentada sobre cimientos de hormigón y piedra, enlucido de mortero compuesto de arena y cemento, cubierto por una capa de pintura.

1.7.1.3 Dimensiones

Las dimensiones más comunes de fabricación de adobe son: 40x30x8 [cm], 40x20x10 [cm].

1.7.1.4 Montaje

Los cimientos y sobre-cimientos constituyen un parte fundamental en levantamiento de una pared de adobe, debido a la baja resistencia a la compresión de los elementos de tierra, la poca adherencia entre bloques que proporciona el tipo de mortero utilizado y los factores ambientales que deterioran este sistema constructivo. (González de la Cotera, 1998)

Los cimientos están compuestos de concreto ciclópeo, es decir de una mezcla de cemento, hormigón, piedras y agua. Una proporción recomendada de los materiales es: 1 parte de cemento, 10 partes de hormigón, 1,5 partes de agua. Se debe agregar la mayor cantidad de piedras grandes (25 cm aprox.) cubriendo el 50% del volumen del cimiento

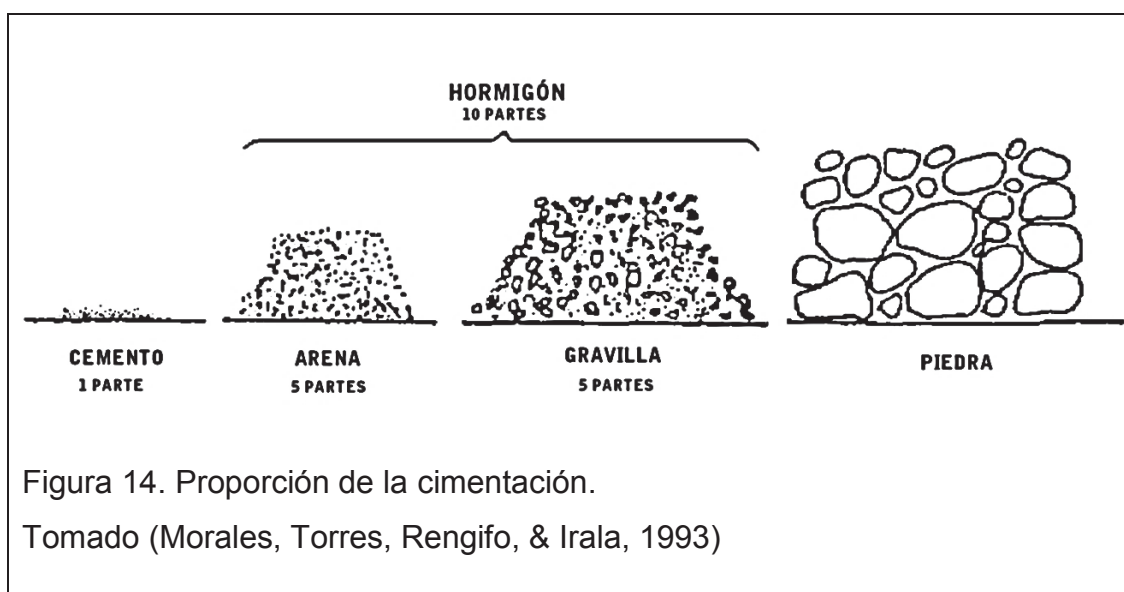


Figura 14. Proporción de la cimentación.

Tomado (Morales, Torres, Rengifo, & Irala, 1993)

El sobre-cimiento protege la base del muro de la humedad del suelo y del agua de lluvia que pueda filtrarse, la altura mínima que puede tener es de 25 [cm], su composición es similar a la de los cimientos, concreto ciclópeo, 1 parte de cemento, 8 partes de hormigón, 1 parte de agua, 25% del volumen del sobre-cimiento debe estar compuesto por piedras medianas.

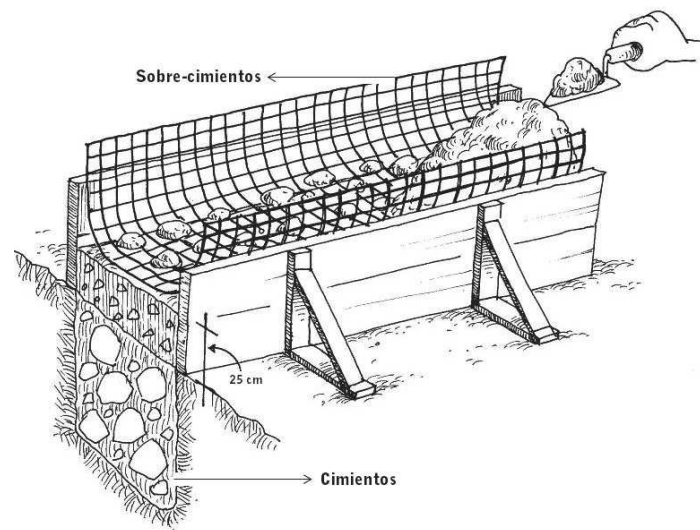


Figura 15. Construcción de cimientos y sobre-cimientos.

Tomado de (Blondet, Vargas, Torrealva, & Rubiños, 2010)

Para el levantamiento de la pared, los adobes deben ser limpiados y remojados para evitar la absorción de agua del mortero y que se produzca una buena adherencia entre el adobe y el mortero.

El mortero está compuesto de barro, o barro estabilizado, es decir de cemento, cal y arena o cemento y arena.

Los adobes remojados se colocan en los cimientos sobre una capa de mortero de 1 cm de espesor aproximadamente, hasta completar la primera hilada. Las juntas verticales y horizontales deben cubrirse completamente, no deben exceder 2 [cm], ya que juntas gruesas debilitan la pared.



Figura 16. Montaje de los ladrillos de adobe.

Modificado de (Escuela de Contrucción en Tierra, 2012)

1.7.2 Pared de bloque

1.7.2.1 Materiales

Bloque de hormigón vibro-comprimido. Mortero compuesto de cemento Pórtland, arena, agua.



Figura 17. Bloque vibro-comprimido.

Tomado de Kreato. (s.f.)

1.7.2.2 Descripción

Pared compuesta por bloques de hormigón vibro-compactado, unidos artesanalmente a mano mediante mortero compuesto de arena, cemento tipo pórtland y agua.

1.7.2.3 Dimensiones

Las dimensiones estándar de bloques vibro-comprimidos que se distribuyen a nivel nacional son: 10x20x40 [cm], 15x20x40 [cm], 15x20x40 [cm].

1.7.2.4 Montaje

La construcción una pared de bloque inicia con la limpieza de la base o piso sobre el que se asienta la pared para obtener una perfecta unión del mortero, eliminando residuos como polvo, arena y agregados sueltos; lo que permite la colocación de la primera fila de ladrillos. Los bloques deben estar secos antes de su colocación. Para las filas posteriores deben estar aplomadas y niveladas con el objetivo de controlar el correcto asentamiento del bloque sobre el mortero y el alineamiento de la pared. Las uniones verticales de las filas superiores deben ubicarse de preferencia en la mitad del bloque inferior. El espesor de las capas de mortero no debe ser menor a 0,1 [cm] y se colocarán en las bases y juntas de los ladrillos verificando que el mortero se encuentre compactado a presión. En las esquinas de enlace entre paredes perpendiculares se debe lograr el perfecto enlace obteniendo un elemento uniforme.



Figura 18. Montaje de pared de bloque
Tomado de (Silver Lake Media Group, 2008)

1.7.3 Ladrillo

1.7.3.1 Materiales

Ladrillo macizo, mortero compuesto de cemento tipo pórtland, arena y agua.



Figura 19. Ladrillo común o mambrón.
Tomado de (CivilBlog.Org, 2015)

1.7.3.2 Dimensiones

Tabla 1. Dimensiones de ladrillos en metros [m].

Tipo de ladrillo	Largo L	Ancho a	Alto h
Común	0,39	0,19	0,09
De máquina	0,39	0,19	0,09
	0,29	0,14	0,09
Reprensado	0,29	0,19	0,09
	0,29	0,14	0,09
Hueco	0,29	0,19	0,19
	0,29	0,19	0,14
	0,29	0,19	0,09

Tomado de (Norma Técnica Ecuatoriana, 1978)

1.7.3.3 Descripción

Pared compuesta por ladrillos de tipo común de arcilla, unidos artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura.

1.7.3.4 Montaje

El levantamiento de una pared de ladrillos inicia con la limpieza de la base o piso sobre el que se asienta la pared para obtener una perfecta unión del mortero, eliminando residuos como polvo, arena y agregados sueltos; lo que permite la colocación de la primera fila de ladrillos. Los ladrillos usados para el levantamiento de la pared deben estar humedecidos en agua antes de su colocación. Para las filas posteriores, se utilizan guías horizontales del espesor de la unión o junta, ubicadas en los extremos de la fila o hilera. De igual manera se ubican guías verticales aplomadas y niveladas con el objetivo de controlar el correcto asentamiento del ladrillo sobre el mortero y el alineamiento

de la pared. El espesor de las capas de mortero no debe ser menor a 2 [cm] y se colocarán en las bases y juntas de los ladrillos verificando que el mortero se encuentre compactado a presión. En las esquinas de enlace entre paredes perpendiculares se debe lograr el perfecto enlace obteniendo un elemento uniforme.



Figura 20. Montaje de pared de ladrillo común.
Tomado de Flas ProInteg. (s.f.)

1.7.4 Pared de Gypsum

1.7.4.1 Materiales

La estructura metálica autoportante está formada por elementos de acero galvanizado de dimensiones variables como:

Track: Elemento de colocación horizontal utilizado como perfil guía para fijar al piso y cielo, y que junto con los montantes forman el bastidor sobre el cual se atornillarán las placas de gypsum

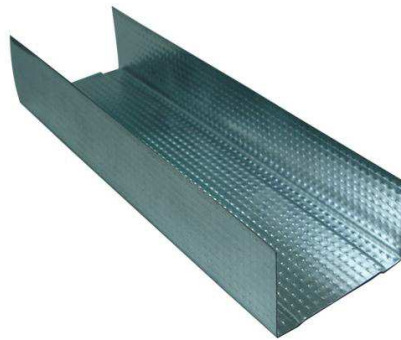


Figura 21. Track

Tomado de (Van der Hoff Design, 2006)

Stud: Tienen una nervura central que garantiza una mayor resistencia estructural, asegurando además un centrado perfecto entre placas. Se coloca de forma vertical y es utilizado para estructurar paredes, recibir placas de gypsum, armar encuentros, esquinas y dinteles. Presenta perforaciones para el paso de las instalaciones eléctricas, de agua, etc. Permiten un óptimo atornillado.



Figura 22. Stud

Tomado de (Van der Hoff Design, 2006)

Esquinero: Esquinero con filo redondeado y ángulo inferior a 90° con perforaciones para permitir la fijación y penetración de la masilla. Se usa para proteger ángulos salientes de alto tráfico.



Placas de Gypsum o cartón yeso: La placa de yeso está formada por un núcleo de roca de yeso bihidratado y dos caras de papel de celulosa especial muy resistente, pueden usarse en el interior o en el exterior según sus componentes, los cuales definen su resistencia a la humedad y a los agentes atmosféricos. Las placas de yeso vienen de 1.22×2.44 [m], en espesores de 6.3, 9.5, 12.7 y 15.9 [mm]. Los bordes longitudinales son rebajados para permitir un adecuado tratamiento de juntas.



Figura 24. Placa de gypsum o cartón yeso.
Tomado de (Weifang Greenland CO., 2008)

- Cinta de papel o de malla
 - Pasta para sellado de juntas
 - Pintura látex
- (Decibel)

1.7.4.2 Descripción

Mampostería de 12 cm de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum regular de 13 mm de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.

1.7.4.3 Montaje

Se inicia con la instalación de la estructura metálica, verificando la ubicación de cajetines tuberías y cableado para el montaje de conexiones eléctricas. Posteriormente se colocan las placas de gypsum, fijándolas con tornillos auto perforantes a la estructura metálica. Cuando se ha cubierto toda el área de la pared con las placas de gypsum se continúa con el sellado de uniones y juntas, cubriéndolas con cinta de papel o malla, rellenando las uniones con pasta para gypsum. Finalmente se procede a lijar las uniones hasta que se obtenga una superficie uniforme y se aplica una capa de pintura látex.

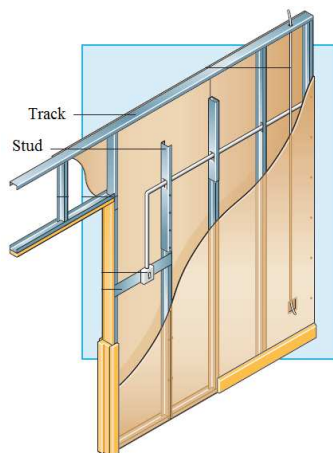


Figura 25. Montaje de mampostería de gypsum.

Tomado de (Speedline, 2010)

2 NORMATIVA

2.1 Norma UNE–EN ISO 140–4: 1999. Medición “*in-situ*” del aislamiento a ruido aéreo entre locales

La Norma UNE-EN ISO 140-4 especifica los métodos que deben ser aplicados para la medición de aislamiento acústico de paredes interiores, techos y puertas entre dos recintos y la protección que generan estos elementos frente al ruido a los ocupantes de los recintos. Además establece las especificaciones de los equipos e instrumentos que son empleados para realizar los ensayos.

2.1.1 Proceso y evaluación del ensayo

Las mediciones deben realizarse por bandas de tercio de octava, en el caso de realizar las medidas por banda de octava, los resultados obtenidos deben convertirse en magnitudes de un número único, teniendo en cuenta que estos valores no son directamente comparables con los obtenidos a partir de medidas efectuadas por tercios de octava.

2.1.1.1 Generación del campo sonoro en el recinto emisor

El campo difuso generado debe ser de carácter estacionario y poseer un rango de frecuencias entre 100 [Hz] hasta los 3150[KHz] sin que existan diferencias de +- 6[dB] entre bandas de tercios de octava adyacentes. Lo más sugerido es generar ruido rosa. Se puede usar paneles difusores dentro de la sala con el objetivo de tener un campo difuso en todo el volumen del recinto.

Para generar un campo sonoro difuso que cubra en su totalidad al recinto emisor, la fuente sonora debe estar alejada del elemento separador y de los elementos laterales que puedan influenciar la transmisión, de manera que la radiación directa sobre ellos no sea predominante; si se usa una sola fuente, debería ubicarse en al menos, dos posiciones dentro de recinto emisor.

El nivel de presión sonora generado debe ser lo suficientemente alto para que en el recinto receptor exista una diferencia de al menos 10[dB] con respecto al ruido de fondo.

2.1.1.2 Posiciones de micrófono

En el caso de usar posiciones fijas de micrófono, se debe utilizar un mínimo de cinco posiciones distribuidas uniformemente en cada recinto. Las distancias que se muestran a continuación son valores mínimos que se deben tener en cuenta al momento de seleccionar la ubicación de los puntos dentro de recintos de emisión y recepción.

- 0,7 m entre posiciones de micrófono
- 0,5 m entre cualquier posición de micrófono y los bordes del recinto o difusores
- 1,0 m entre cualquier posición de micrófono y la fuente sonora

2.1.1.3 Medición

El número mínimo de medidas empleando posiciones fijas de micrófono es diez, por ejemplo al utilizar una posición de fuente se requieren diez posiciones de micrófono; sin embargo si se usan dos posiciones de fuente se requieren cinco posiciones de micrófono, tomado dos muestras por cada posición.

En el caso de usar dos posiciones de fuente, estas deben estar separadas al menos 0,7 [m] entre ellas y la distancia entre las paredes del recinto emisor y el centro de la fuente no debe ser menor que 0,5 [m].

2.1.1.4 Corrección de ruido de fondo

Se miden los niveles de ruido de fondo con el objetivo de verificar que las mediciones no se vean afectadas por sonidos de agentes externos. El nivel de ruido de fondo debe ser menor a 10 [dB], que el nivel de presión sonora de la

sala receptora. Si la diferencia de niveles es menor que 10 [dB], pero mayor a 6 [dB], se calculan las correcciones de acuerdo con la ecuación:

$$LB = 10 \log(10^{L_e/10} - 10^{B/10})$$

(Ecuación 28)

Donde

L_e : Nivel de presión sonora del recinto emisor.

B : Nivel de presión sonora del ruido de fondo.

Si la diferencia de niveles es menor o igual a 6 dB en cualquiera de las bandas de frecuencia, se utiliza la corrección 1,3 dB correspondiente a una diferencia de 6 [dB].

2.2 Norma UNE-EN ISO 717-1: 1997. Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Aislamiento a ruido aéreo

La norma UNE-EN ISO-717-1 permite normalizar un método por el cual los valores por banda de octava o tercio de octava del aislamiento a ruido aéreo puedan convertirse en una magnitud global que caracterice las propiedades acústicas de las particiones o elementos constructivos y permite simplificar la formulación de los requisitos acústicos en los códigos de la edificación.

2.2.1 Procedimiento para la evaluación de magnitudes globales

Los valores obtenidos a partir de la ISO 140-4 se comparan con valores de referencia que se muestran en la Figura 25 y la Figura 26, en el rango de frecuencias de 100 [Hz] a 3150 [Hz] para bandas de tercio de octava y de 125 Hz a 2 000 Hz para bandas de octava.

2.2.1.1 Valores de referencia

Los valores de referencia se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de referencia para aislamiento a ruido aéreo

Frecuencia Hz	Valores de referencia, [dB]	
	Bandas de tercio de octava	Bandas de octava
100	33	
125	36	36
160	39	
200	42	
250	45	45
315	48	
400	51	
500	52	52
600	53	
800	54	
1000	55	55
1250	56	
1600	56	
2000	56	56
2500	56	
3150	56	

Adaptado de (AENOR, 1997)

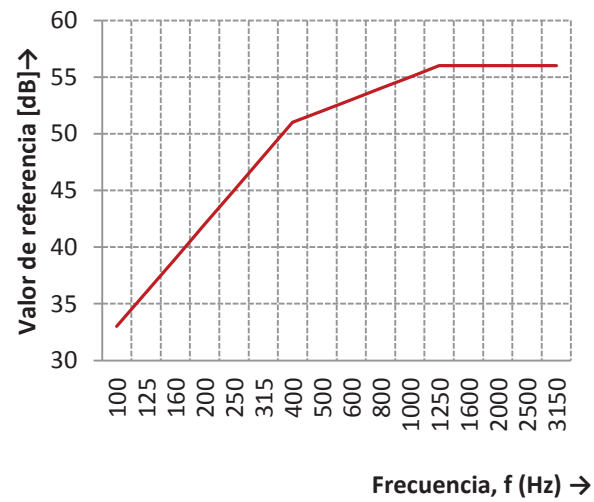


Figura 26. Valores de la curva de referencia para aislamiento a ruido aéreo, en bandas de tercio de octava.

Adaptado de (AENOR, 1997)

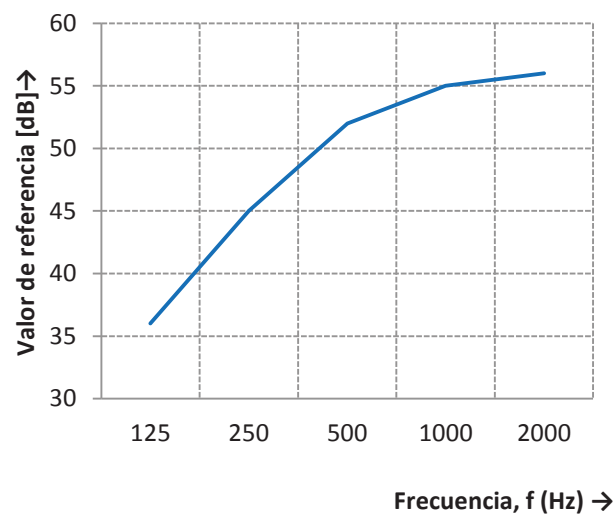


Figura 27. Valores de la curva de referencia para aislamiento a ruido aéreo, en bandas de octava.

Adaptado de (AENOR, 1997)

2.2.1.2 Espectros sonoros

Los valores para calcular los términos de adaptación espectral en bandas de tercio de octava y en bandas de octava, se muestran en la Tabla 3. Los valores del espectro están en ponderación A y el nivel global esta normalizado a 0 dB.

Tabla 3. Espectros de nivel sonoro para calcular los términos de adaptación

Frecuencia Hz	Niveles sonoros, L_{ij} [dB]			
	Espectro nº 1 para calcular C		Espectro nº 2 para calcular C	
	Tercio de octava	Octava	Tercio de octava	Octava
100	-29		-20	
125	-26	-21	-20	-14
160	-23		-18	
200	-21		-16	
250	-19	-14	-15	-10
315	-17		-14	
400	-15		-13	
500	-13	-8	-12	-7
600	-12		-11	
800	-11		-9	
1000	-10	-5	-8	-4
1250	-9		-9	
1600	-9		-10	
2000	-9	-4	-11	-3
2500	-9		-13	
3150	-9		-15	

Adaptado de (AENOR, 1997)

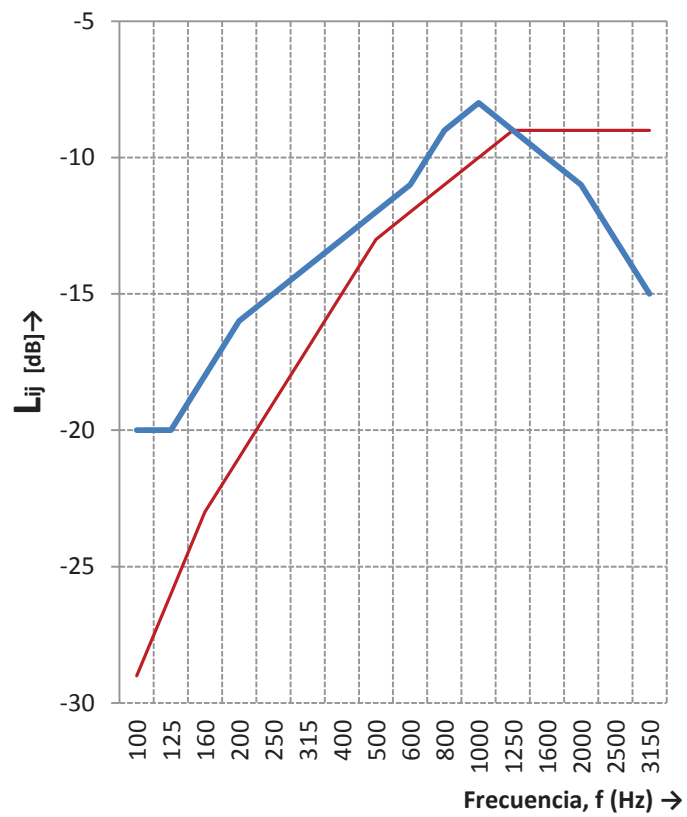


Figura 28. Espectros de nivel sonoro para calcular los términos de adaptación espectral para mediciones en bandas de tercio de octava

Adaptado de (AENOR, 1997)

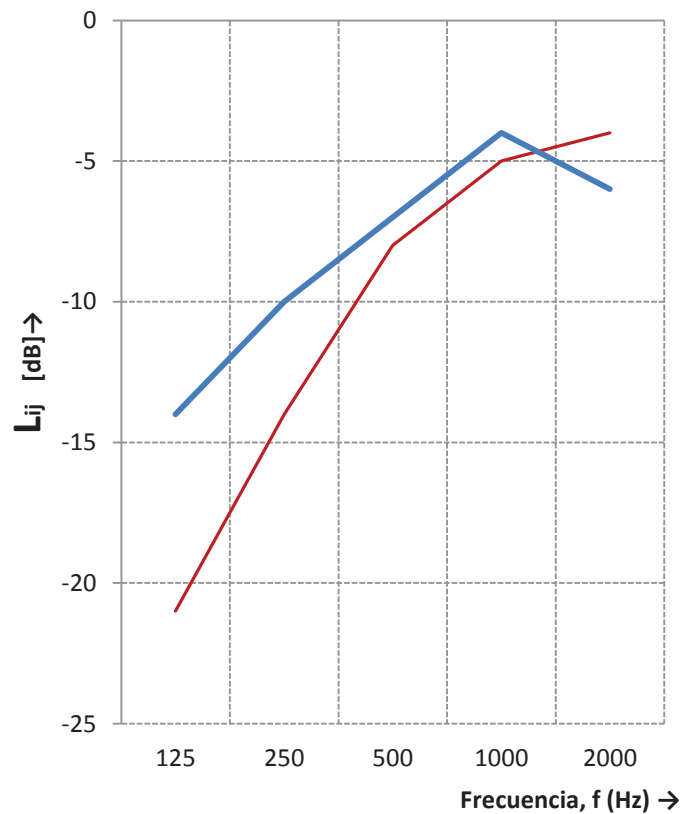


Figura 29. Espectros de nivel sonoro para calcular los términos de adaptación espectral para mediciones en bandas de octava

Adaptado de (AENOR, 1997)

2.2.1.3 Método de comparación

Para evaluar los resultados obtenidos a través de la norma ISO 140-4 en bandas de octava o tercio de octava con precisión de 0,1 [dB], se desplaza la curva de referencia en saltos de 1 [dB] hacia la curva medida hasta que la suma de las desviaciones desfavorables sea lo mayor posible pero no mayor que 32 [dB] para mediciones en bandas de tercio de octava, o 10 [dB] para mediciones en bandas de octava. Se produce una desviación desfavorable en una determinada frecuencia cuando el resultado de las mediciones es inferior al valor de referencia.

El valor, en decibelios, de la curva de referencia a 500 [Hz], después del desplazamiento, de acuerdo con este procedimiento es el valor de R_w , R_w , $D_{n,w}$, o $D_{nT,w}$.

2.2.1.4 Cálculo de los términos de adaptación espectral

Se definen dos términos de adaptación al espectro:

- C = C1: Ruido rosa ponderado A.
- Ctr = C2: Ruido de tráfico urbano ponderado A

Tabla 4. Términos relevantes de adaptación espectral para diferentes tipos de fuentes de ruido

Tipo de fuente de ruido	Término de adaptación espectral adecuado
Actividades humanas (conversación, música, radio, televisión) Juego de niños Trenes a velocidades medias Autopistas a más de 80 [Km/h] Aviones a reacción a distancias cortas Factorías que emiten ruido de frecuencias medias y altas	C (espectro nº 1)
Tráfico urbano Trenes a velocidades bajas Aviones a propulsión Aviones a reacción a grandes distancias Música de discotecas Factorías que emiten ruido de frecuencias bajas y medias	Ctr (espectro nº 2)

Adaptado de (AENOR, 1997)

Los términos de adaptación espectral, se calcularse, mediante la ecuación:

$$C_i = X_{Aj} - X_w \quad (\text{Ecuación 29})$$

Donde:

j : Índice de los espectros sonoros nº 1 y nº2.

X_w : Índice de aislamiento global calculado a partir de R, R', Dn o Dnt

X_{Ai} : Se calcula con la siguiente ecuación:

$$X_{Aji} = -10 \log \sum 10^{(L_{ij} - X_i)} \quad (\text{Ecuación 30})$$

Donde:

i : Índice para las bandas de tercio de octava de 100 [Hz] a 3150 [Hz].

L_{ij} : Niveles a la frecuencia i para el espectro j , tal como se en la Tabla 3

X_i : Diferencia normalizada de nivel sonoro Dn,i , o la diferencia estandarizada de nivel sonoro DnT,i , a la frecuencia de medida i dada con una precisión de 0,1 dB.

2.3 Norma UNE EN ISO 3382-2. Medición de parámetros acústicos en recintos. Parte 2: Tiempo de reverberación en recintos ordinarios

La norma específica los métodos usados para medir el tiempo de reverberación en recintos ordinarios. Para este caso el resultado de esta medición sirve como factor de corrección al valor de aislamiento acústico.

En este tipo de mediciones se trabaja con tres grados de exactitud: control, ingeniería y exactitud, que varían en la cantidad de posiciones de medición y las combinaciones micrófono-fuente. En este caso se usa el método de ingeniería.

2.3.1 Condiciones de medición

Lo óptimo para realizar una medición de tiempo de reverberación es que no exista gente en el recinto, en el caso de ser usado el resultado como factor de corrección el número de personas debería ser el mismo al presente en la medición de transmisión sonora.

2.3.2 Equipo

2.3.2.1 Fuente Acústica

Se debe tratar de una fuente omnidireccional. Para el caso de mediciones de control o ingeniería no especifica las condiciones que debe cumplir la fuente, sin embargo debe ser capaz de generar curvas de decrecimiento de presión sonora con el rango dinámico necesario con relación al ruido de fondo. Para el caso de mediciones de precisión la fuente debe cumplir con las especificaciones del apartado A.3.1 de la norma UNE-EN ISO 3382-1.

No se debe sobresaturar ninguna etapa del equipo de análisis y si se realiza el procedimiento con señal impulsiva debe existir un indicador de niveles pico.

2.3.2.2 Equipos de medición

El micrófono debe ser omnidireccional y debe estar conectado hacia un dispositivo capaz de analizar respuestas impulsivas, captar la curva de decrecimiento de la señal o almacenar la señal para un posterior análisis. El micrófono debe ser del diámetro más pequeño posible, máximo de 14 [mm], en el caso de ser micrófonos de respuesta de presión o de campo libre pueden ser de hasta 27 [mm] de diámetro, siempre que cuente con una corrección de incidencia. Además los filtros de segmentación por frecuencia deben cumplir la norma IEC 61260.

2.3.2.3 Equipo de registro de la señal

Se debe contar con un equipo que use uno de los siguientes elementos:

- Promediado exponencial con valores continuos de salida.
- Promediado exponencial con valores discretos en base a una curva continúa.
- Promediado lineal, con salida lineal y sucesiva.

El tiempo de promedio exponencial debe ser menor a T30, y en el caso de promedio lineal menor a T20.

2.3.3 Posiciones de medición

La posición de los puntos de medición con respecto a cualquier superficie del recinto incluyendo el piso no debería ser menor a un metro, mientras que entre los puntos de medición lo óptimo sería guardar una distancia de dos metros. De igual forma las posiciones de micrófono no deberían estar muy cercanas a la fuente, la distancia mínima de separación entre fuente y micrófono puede ser calculada con la siguiente ecuación:

$$d_{min} = 2 \sqrt{\frac{V}{c \hat{T}}}$$

(Ecuación 31)

Donde:

V : Volumen del recinto;

c : Velocidad del sonido;

T : Estimación del tiempo de reverberación del recinto.

Dependiendo del nivel de exactitud demandado por el estudio estos valores son los mínimos que se deben cumplir con respecto a cantidad de posiciones de micrófono y fuente:

Tabla 5. Número de posiciones de fuente y micrófono en base al nivel de exactitud.

	Control	Ingeniería	Precisión
Combinaciones fuente-micrófono	2	6	12
Posiciones de la fuente	≥ 1	≥ 2	≥ 2
Posiciones de micrófono	≥ 2	≥ 2	≥ 3
Número de tomas por posición	1	2	3

Adaptado de (AENOR, 2008)

Método de control: usado para el análisis de absorción de la sala y para el estudio de ruido aéreo y de ruido de impacto. El análisis solo se lo realiza por bandas de octava con una precisión superior al 10%.

Método de ingeniería: este método debe ser usado para el análisis de toda la Norma ISO 140. Es usado para el análisis y verificación en edificios con respecto al tiempo de reverberación o a la absorción acústica.

Si los valores obtenidos son para realizar una corrección en otro estudio que use un nivel de exactitud de ingeniería las posiciones de fuente pueden ser disminuidas a una sola.

Método de precisión: con una precisión nominal al 2,5% en bandas de octava y superior al 5% en tercios de octava, este método es usado en casos que sean necesarios valores precisos de la medición.

2.3.4 Procedimientos de Medición

2.3.4.1 Método del ruido interrumpido

Para esto se debe lograr que la fuente omnidireccional irradie sobre el ruido de fondo por lo menos 35[dB] más, en un rango de frecuencias que abarque desde los 100[Hz] hasta los 5000[Hz]. Si se usa los métodos de precisión e

ingeniería el tiempo que debe estar encendida la fuente debe ser suficiente para que el campo acústico llegue a un estado estacionario.

Dependiendo el nivel de exactitud, se programa el número de muestras por cada punto de medición. De esta manera se pueden promediar las tomas de un mismo punto para lograr un valor de desviación aceptable.

Para el cálculo del valor promedio del tiempo de reverberación se emplean dos procesos:

1. Se encuentran los valores de tiempo de reverberación individuales de todas las curvas de decrecimiento y se calcula un promedio de todos estos valores.
2. Se realiza un promedio de todos los decrecimientos de presión acústica al cuadrado, con lo que se encuentra el tiempo de reverberación de la curva resultante

2.3.4.2 Método de respuesta impulsiva integrada

Este método como generador de la señal puede usar varios elementos como el disparo de una pistola, salvas de ruido, impulsos producidos por chispazos, barridos sinusoidales entre los más usados.

El impulso generado debe contener el rango de frecuencias establecido en el anterior método, con un nivel pico superior al menos en 35[dB] al ruido de fondo si el análisis es a través del T20, para el caso del T30 debe estar al menos 45[dB] sobre el ruido de fondo.

2.4 Documento Básico HR: Protección frente al ruido (CTE DB-HR): 2009

Este documento establece reglas y procedimientos a seguir para cumplir con los requerimientos básicos de aislamiento acústico que deben presentar los sistemas de partición dependiendo su uso y funcionamiento.

Para el caso de recintos protegidos, se establece un valor mínimo que debe cumplir la partición en particular, que es de 33 [dBA] y establece el índice de

protección que debe presentar frente a distintos casos y procedencias de la fuente:

Tabla 6. Índices de protección frente al ruido en recintos protegidos

Procedencia del ruido	Protección frente al ruido
Otras unidades de uso	$\geq 50\text{dBA}$
Zonas comunes	$\geq 50\text{dBA}$
Recintos de instalaciones y recintos de actividad	$\geq 55\text{dBA}$

Al tratarse de zonas habitables el valor de índice de reducción dentro de la misma unidad de uso es de 33dBA. Y con respecto a la procedencia del ruido:

Tabla 7. Índices de protección frente al ruido en recintos habitables

Procedencia del ruido	Protección frente al ruido
Otras unidades de uso	$\geq 45\text{dBA}$
Zonas comunes	$\geq 45\text{dBA}$
Recintos de instalaciones y recintos de actividad	$\geq 45\text{dBA}$

Para el caso en que los recintos protegidos o habitables colinden con otras edificaciones, la diferencia de niveles estandarizada que cuantifica el aislamiento acústico a ruido aéreo de una pared entre dos edificios debe ser al menos 50 dBA.

2.4.1 Diseño y dimensionado

El Documento Básico establece soluciones de diseño para el aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto. Para un análisis teórico, que es dependiente de los elementos constructivos se debe saber los valores de densidad superficial y el índice global de reducción acústica. Existen dos métodos de análisis; la opción simplificada y la opción general.

2.4.1.1 Opción simplificada

Para esta forma de análisis se tienen en cuenta los parámetros físicos de los elementos que componen las particiones entre los que se tiene:

- **Elementos verticales:** Son aquellas particiones verticales que separan unidades de uso diferente o unidades de una zona común de un recinto de instalaciones o de un recinto de actividad. (Ministerio de Vivienda, 2009)
- **Elementos horizontales:** Son las particiones horizontales que dividen unidades de uso diferente o unidades de una zona común de un recinto de instalaciones o de un recinto de actividad. (Ministerio de Vivienda, 2009)

Los parámetros acústicos que se deben considerar para definir los elementos constructivos son los siguientes:

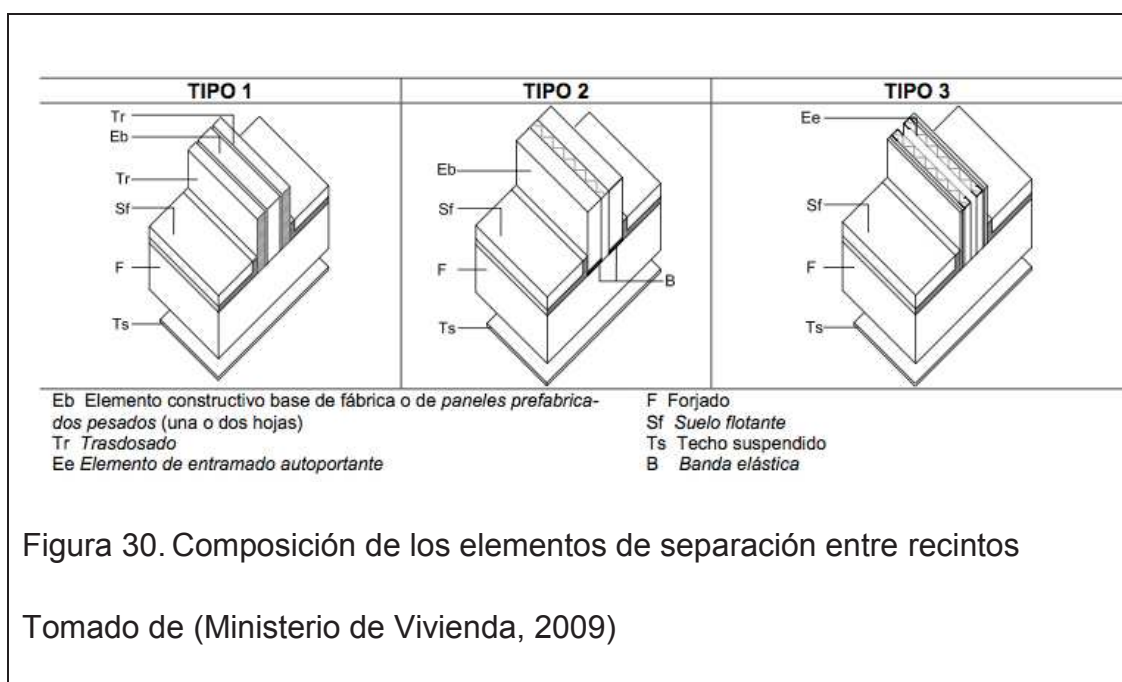
Tabla 8. Parámetros acústicos de los elementos constructivos

Elementos verticales	Elementos horizontales
Masa por unidad de superficie, m ;	Masa por unidad del forjado sin tener en cuenta ábacos y vigas.
Índice global de reducción acústica del elemento base, RA;	Índice global de reducción acústica del forjado.
Variación del índice de reducción acústica debido a la implantación del trasdosado.	Mejora del índice global de reducción acústica debido al suelo flotante o al techo suspendido.

La opción simplificada se puede aplicar para el caso de edificios de uso residencial con una base horizontal resistente formada por losas de hormigón o por sistemas mixtos de hormigón y chapa de acero.

Los elementos de separación verticales que se contempla en el CTE-DB HR son los siguientes:

- **Tipo 1:** Elementos compuestos por un elemento base de una o dos hojas de fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados (Eb), sin trasdosado o con un trasdosado por ambos lados (Tr).
- **Tipo 2:** Elementos de dos hojas de fábrica o paneles prefabricados pesados (Eb), con bandas elásticas en su perímetro dispuestas en los encuentros de, al menos, una de las hojas con forjados, suelos, techos, pilares y fachadas.
- **Tipo 3:** Elementos de dos hojas de entramado autoportante (Ee). En todos los elementos de dos hojas, la cámara debe ir rellena con un material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones.



2.4.1.2 Opción General

Se basa en un modelamiento matemático en el que el valor de aislamiento acústico estandarizado es el valor que generaliza la transmisión acústica por vía directa, a través de la partición y las vías indirectas y por flancos de transmisión.

El modelamiento matemático de aislamiento acústico entre recintos interiores viene dado por:

$$D_{nT,A} = R_{\cdot A} + 10 \log \left(\frac{0,32V}{S_s} \right) \quad [\text{dBA}]$$

(Ecuación 32)

Donde:

V : Volumen del recinto receptor [m^3]

S_s : Área compartida del elemento de separación [m^2]

$R_{\cdot A}$: Índice global acústica aparente, ponderado A [dBA].

Para el cálculo del Tiempo de Reverberación se usa la expresión de Sabine:

$$T = \frac{0,16V}{A} \quad [\text{s}]$$

(Ecuación 33)

Donde:

V : Volumen del recinto [m^3].

A : Absorción acústica total del recinto [m^2].

En donde la absorción acústica total del recinto viene dado por:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{mj} S_i + \sum_{j=1}^N A_{0m,j} + 4\overline{m}_m V$$

(Ecuación 34)

Donde:

$\alpha_{m,i}$: Coeficiente de absorción acústica de cada parámetro.

S_i : Área de parámetro cuyo coeficiente de absorción es α_i [m^2]

$A_{0m,j}$: Área de absorción acústica equivalente media de cada mueble fijo absorbente diferente [m^2]

V : Volumen del recinto [m^3]

\overline{m}_m : Coeficiente de absorción acústica medio en el aire.

2.5 Norma Ecuatoriana de la Construcción

En la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) se especifican niveles máximos de ruido, denominados como valores recomendados de confort acústico en interiores, sin embargo estos valores no especifican los requerimientos mínimos de aislamiento acústico que deben cumplir los elementos constructivos de las edificaciones.

En el capítulo 8 de la NEC-2013, se muestran los niveles máximos de ruido en función de la actividad.

Tabla 9. Niveles máximos de ruido de acuerdo a la actividad

Destino/Actividad	Nivel Maximo de Ruido
Dormitorios	30 a 40 [dB]
Biblioteca silenciosa	35 a 40 [dB]
Sala estar	40 a 45 [dB]
Oficinas privadas	40 a 45 [dB]
Aula de escuela	40 a 45 [dB]
Oficinas generales	45 a 50 [dB]
Hospitales	30 a 40 [dB]
Hoteles	35 a 40 [dB]

Tomado de (Cámara de Construcción de Quito y Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2013)

En el capítulo 13 de la NEC-2011, “Eficiencia energética en la construcción”, en la sección “13.3.5.1.2. Confort acústico, se muestran los niveles máximos de ruido en función de la actividad.

Tabla 10. Niveles máximos de ruido de acuerdo a la actividad

Lugar/Actividad	Nivel sonoro [dB]
Locales y recintos comerciales	70
Oficinas	60
Actividades de vivienda, estudio, dormitorios, bibliotecas, hoteles	50
Lugares de estar	50
Aulas de estudio	55
Hospitales y centros de salud	45
Otros lugares no estipulados anteriormente diferentes de sitios de vivienda o estar.	75

Tomado de (Cámara de Construcción de Quito y Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2011)

3 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Las mediciones “in situ” es la labor principal para el desarrollo inicial del presente trabajo investigativo. A través de estas se obtiene la información necesaria para el proceso de análisis y comprobación de la eficiencia de la partición.

Para que los datos obtenidos de las mediciones tengan una validez, deben estar regidos a las condiciones técnicas y tecnológicas establecidas en la norma UNE EN ISO 140-4. Esta norma indica los métodos aplicables para la obtención de los datos de aislamiento acústico en base a una medición “in situ”.

3.1 Selección de los recintos

El proceso empieza con la descripción de los tipos de particiones a ser analizadas y la cantidad de muestras por cada una de estas; el objetivo es encontrar particiones del mismo material en diferentes tipos de montaje, por lo que se debe buscar recintos donde se pueda analizar la influencia de elementos como puertas, ventanas, e incluso la composición del techo en el aislamiento acústico. Además para este análisis es importante saber el período de tiempo en el que fueron construidos los recintos, ya que una parte importante del estudio es evidenciar la evolución del aislamiento acústico a través del tiempo.

La ubicación de los recintos se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 11. Ubicación de ensayos

CÓDIGO	DIRECCIÓN
A001	Jose Yépez OE9-294 y 19 de Junio Sector El Tejar
A002	Jose Yépez OE9-294 y 19 de Junio Sector El Tejar
A003	Jose Yépez OE9-294 y 19 de Junio Sector El Tejar
A004	Jose Yépez OE9-294 y 19 de Junio Sector El Tejar
A005	Maldonado S7-606 y Pedro de Alfaro
A006	Maldonado S7-606 y Pedro de Alfaro
B001	Los Jazmines N56-67 y los Frenos, Conjuntos Anturios 1, Casa 6
B002	Av. Republica E7-07 y Av. Eloy Alfaro, Edificio María Victoria PH4
B003	Av. Republica E7-07 y Av. Eloy Alfaro, Edificio María Victoria PH4

B004	Aut. Gral. Rumiñahui Km5 y Puente 2 Conjunto Ciudad Jardin Este
B005	Av. República Dominicana N58-142
B006	Av. Republica E7-07 y Av. Eloy Alfaro, Edificio María Victoria PH4
G001	José Queri y Av. de los Granados, Bloque 4 Sala 458 - Sala 456
G002	José Queri y Av. de los Granados, Bloque 4 Sala 467 - Sala 465
G003	José Queri y Av. de los Granados, Bloque 4 Sala 479 - Sala 477
G004	Av. Simón Bolívar y la vía a Nayón, UdlaPark Sala 914 - Sala 913
G005	Av. Simón Bolívar y la vía a Nayón, UdlaPark Sala 935 - Sala 934
G006	José Queri y Av. de los Granados, Bloque 4 Sala 476 - Sala 478
G007	José Queri y Av. de los Granados, Bloque 4 Sala 464 - Sala 466
G008	José Queri y Av. de los Granados, Bloque 4 Sala 476 - Sala 474
G009	José Queri y Av. de los Granados, Bloque 4 Sala 464 - Sala 462
G010	Av. Simón Bolívar y la vía a Nayón, UdlaPark Ofi 14 - Ofi 15
G011	Av. Simón Bolívar y la vía a Nayón, UdlaPark Sala 953 - Sala 954
G012	Av. Simón Bolívar y la vía a Nayón, UdlaPark Sala 913 - Sala 911
L001	Pasaje A y Felicísimo Vega, Lote 5B, Pifo
L002	Pasaje A y Felicísimo Vega, Lote 5B, Pifo
L003	Real audiencia N 65-175 y los Eucaliptos
L004	Francisco Peñafiel y Av. Solanda
L005	Calle B S64-16 y Av. Cardenal de la Torre
L006	Santa Teresa N69-208 y Belisario Torres, Conjunto Nuevo Sol, casa 2

Se debe solicitar al administrador o dueño el permiso necesario para realizar una medición de aislamiento acústico dentro del recinto, especificando las actividades a ser realizadas el momento del ensayo. Si el permiso es otorgado se programa una fecha y horario de medición. Es importante verificar el acceso a un punto de corriente eléctrica, sobre todo en casos de construcciones nuevas.

3.2 Instrumentos de medición

Los instrumentos de medición y su calibración deben cumplir con los requisitos de clase 0 o 1 establecidos en las normas CEI 60651 y CEI 60804.



Figura 31. Sonómetro integrador clase 1 CESVA SC310



Figura 32. Altavoz Omnidireccional CESVA BP012



Figura 33. Amplificador para altavoz omnidireccional AP602



Figura 34. Calibrador CESVA CB006

Tomado de Decibel. (s.f)

3.3 Equipamiento de instalación del ensayo

- Extensiones de corriente eléctrica
- Protectores auriculares
- Flexómetro
- Cinta adhesiva
- Cables de poder
- Cable speakon.
- Pedestal para sonómetro.
- Pedestal para altavoz omnidireccional



Figura 35. Equipamiento de instalación del ensayo

3.4 Implementación del ensayo

3.4.1 Posiciones de la fuente

Como se explica en el capítulo 2.1.1.3 de acuerdo norma UNE EN ISO 140-4, para el desarrollo del ensayo el formato de combinaciones de fuente – micrófono serán de dos posiciones de fuente y cinco posiciones de micrófono, tomando una muestra en cada posición de micrófono por cada posición de fuente.

3.4.2 Posiciones de micrófono fijas

Respetando las distancias mínimas entre micrófono, fuente y las paredes del recinto detalladas en el capítulo 2.1.1.2, las cinco posiciones de micrófono escogidas se distribuyen por toda la superficie útil de la sala. Se emplea cinta adhesiva para marcar la ubicación las posiciones de micrófono y fuente.

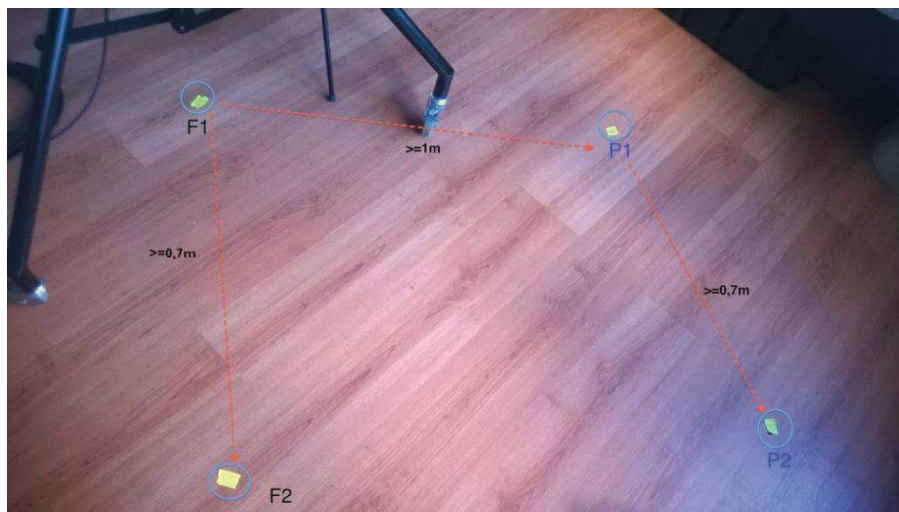


Figura 36. Posiciones micrófono- fuente

3.4.3 Dimensiones de los recintos

Se toman las dimensiones de ancho, profundidad y altura de la sala, las posiciones de los elementos coincidentes a la partición como: ventanas y puertas; y los puntos de posición de fuente y de micrófono, en el caso de que estas no cumplan con la norma UNE EN ISO 140-4 deben reubicarse.


3.4.4 Calibración del sonómetro

Para iniciar el ensayo se calibra el sonómetro, el calibrador emite una señal a una frecuencia de 1[KHz] a 94[dB] de nivel de presión sonora. En el sonómetro se verifica que la señal llegue a este nivel o a un nivel similar a este, lo más importante del proceso de calibración es verificar que no se tenga una diferencia mayor a 0,5[dB] entre cada medición.

3.4.5 Hoja de campo

Se registra la siguiente información en la hoja de campo:

- Datos del lugar de ensayo
- Datos personales de los operadores
- Características geométricas de las salas
- Descripción del elemento divisor
- Registros de emisión, recepción y tiempo de reverberación
- Ubicación de la muestra en el planta (croquis)



FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4
A001

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:			
Cliente:		Fecha:	
Hora inicio:		Hora Fin:	
Datos del personal			
Operador 1:			
Operador 2:			
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:			
Volumen Sala receptora:			
Superficie elemento divisor:			
Descripción del elemento divisor			

Intrumentación:

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria			
2	M1	M2	M3
Memoria			

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria										
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria										
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria										
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria										

Figura 37. Hoja de campo, Datos



FICHA TÉCNICA
Ensayo Normativa ISO 140-4
A001

Ubicación de la muestra en el plano

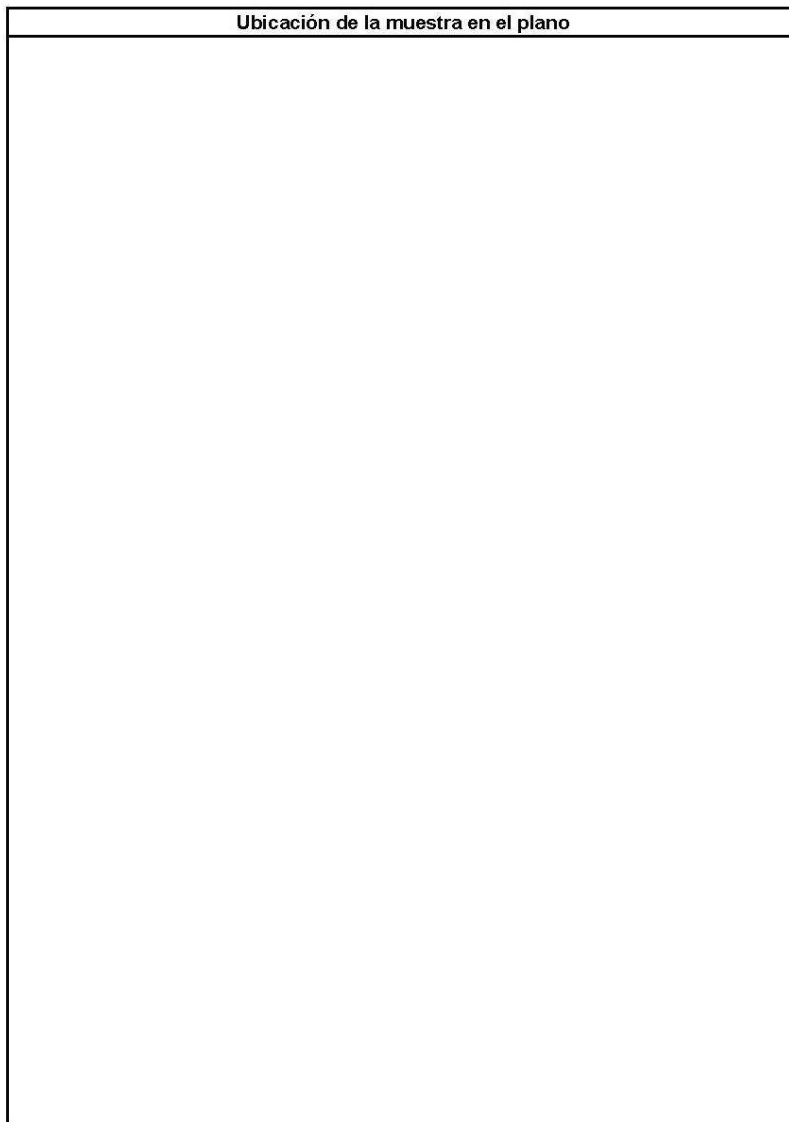


Figura 38. Hoja de campo, Croquis

3.4.6 Proceso de medición

De acuerdo a las recomendaciones de la norma UNE EN ISO 140-4, se selecciona la sala emisora y sala receptora, en el caso de que exista diferencia de volúmenes entre las dos salas, que es en la mayoría de los casos de estudio, la sala con mayor volumen será emisora y la de menor volumen receptora.

3.4.6.1 Medición sala emisora:

El proceso se describe a continuación:

- Se genera un campo difuso capaz de cubrir todo el volumen del recinto, utilizando ruido rosa, como se detalla en el capítulo 2.1.1.1
- Se coloca la fuente sonora sobre la posición 1 de fuente. Se enciende el amplificador y se espera a que la fuente trabaje con una intensidad continua y que genere el campo difuso en la sala, este proceso se demora alrededor de 2 a 3 segundos,
- Trascurrido este tiempo se toma la primera muestra en la posición 1 de micrófono durante un tiempo aproximado a 10 segundos
- Se detiene la fuente e inmediatamente se almacenan los datos obtenidos y se registra en la hoja de campo el número de memoria del archivo perteneciente a la muestra.
- El proceso se repite en los cuatro restantes puntos asegurándose de almacenar los datos obtenidos en cada punto y registrando el número de memoria en la hoja de campo.
- Al terminar las mediciones en los cinco puntos se procede a mover la fuente hacia la posición 2 de fuente y se repite el proceso nuevamente. De igual forma se empieza colocando el micrófono en la posición 1, esperando a que el campo difuso se estabilice en la sala y tomando una muestra durante un tiempo aproximado a 10 segundos. Nuevamente se repite el proceso en los siguientes cuatro posiciones de micrófono, con

esto se finaliza el trabajo en la sala emisora. En todos los casos de medición se registran los números de memoria en la hoja de campo.

3.4.6.2 Medición sala receptora

El sonómetro debe ser ubicado en la sala receptora mientras que en la sala emisora permanece la fuente sonora. En esta sala se tiene cinco posiciones de micrófono en los que se tomará una medida por cada posición de fuente, además después de cada medición se debe registrar el ruido de fondo. El proceso se detalla de la siguiente forma:

- La fuente situada al otro lado de la partición en el recinto emisor, se ubica en la posición de fuente 1, se enciende el amplificador y se espera a que se establezca la intensidad de la señal generada.
- Se ubica el micrófono del sonómetro sobre la posición de micrófono 1 y se toma la muestra durante un tiempo aproximado a 10 segundos,
- Se apaga la fuente e inmediatamente se almacenan los datos obtenidos y se registra en la hoja de campo el número de memoria del archivo perteneciente a la muestra.
- Tras el tiempo que toma en silenciarse la fuente y decaer la señal transmitida al cuarto receptor, se toma una muestra de 10 segundos de ruido de fondo, y se almacena el registro de ruido de fondo dentro del sonómetro.
- El proceso de medición de ruido transmitido y ruido de fondo debe repetirse en las cuatro posiciones de micrófono restantes, asegurándose de almacenar los datos obtenidos en cada punto y registrando el número de memoria en la hoja de campo.
- Al terminar las mediciones en los cinco puntos se procede a mover la fuente en el cuarto emisor hacia la posición 2 de fuente y se repite el proceso nuevamente. De igual forma se empieza colocando el micrófono en la posición 1, esperando a que el campo difuso se establezca en la sala emisora y tomando una muestra durante un tiempo aproximado a 10 segundos. Luego de haber decaído totalmente el nivel de presión

transmitido por la fuente y teniendo en cuenta que no debe existir agentes externos que perturben la medición se toma una muestra de 10 segundos de ruido de fondo. Nuevamente se repite el proceso en los siguientes cuatro posiciones de micrófono. . En todos los casos de medición se registran los números de memoria en la hoja de campo.

3.5 Medición del Tiempo de Reverberación

Para estas mediciones se aplica la norma UNE-EN ISO 3382-2, cuyos procedimientos se detallan en el capítulo 2.3. La norma especifica que si el análisis se rige a la norma ISO 140 en cualquiera de sus partes, se debe usar el método de ingeniería.

Para este método se necesita de al menos seis combinaciones fuente-micrófono, por lo que en este caso se utiliza una posición de fuente con tres posiciones de micrófono y en cada posición de micrófono se toma dos mediciones del tiempo de reverberación. El método de análisis usado para este caso es el de ruido interrumpido, El proceso de medición del tiempo de reverberación de la sala receptora se realiza de la siguiente manera:

- Se ubica la fuente en el centro de la sala receptora en donde, se establecen tres puntos de medición que pueden ser tres puntos de los usados anteriormente para el análisis de transmisión sonora.
- Se coloca el micrófono del sonómetro sobre la posición 1 de micrófono para la medición de tiempo de reverberación y se mide aproximadamente 10 segundos ruido de fondo,
- Inmediatamente se enciende la fuente y se espera a que la intensidad de la fuente se estabilice y se registra durante otros 10 segundos el nivel de presión sonora
- Posteriormente se detiene la emisión de la fuente t y el sonómetro procesa la caída de nivel de presión en función del tiempo y entrega los valores por tercio de octava de T20 y T30.

- Se almacenan los registros y se anota el número de memoria en la hoja de campo. Se debe realizar dos mediciones por cada posición de micrófono por lo que el proceso anterior se repite sobre la misma posición.
- Al terminar en la posición 1 de micrófono para tiempo de reverberación, cambiamos de posición para repetir el anterior proceso en los 2 puntos restantes.

3.6 Descarga de los datos del Sonómetro

El proceso de descarga de datos a través del software CESVA Capture Studio se puede explicar de la siguiente forma:

- Mediante un cable USB se conecta al sonómetro CESVA SC310 a un puerto del ordenador, el sonómetro debe estar encendido para que pueda ser reconocido como nuevo dispositivo de hardware dentro del ordenador. En la pantalla principal del software, en el costado superior izquierdo de la interfaz gráfica encontramos un ícono destinado a crear una nueva sesión.



Figura 39. Ícono nueva sesión, Capture Studio.

- Al hacer un clic en este ícono se despliega la pantalla de Configuración de conexión, en donde se debe seleccionar el modelo del dispositivo conectado, la vía de conexión y la configuración de módem.

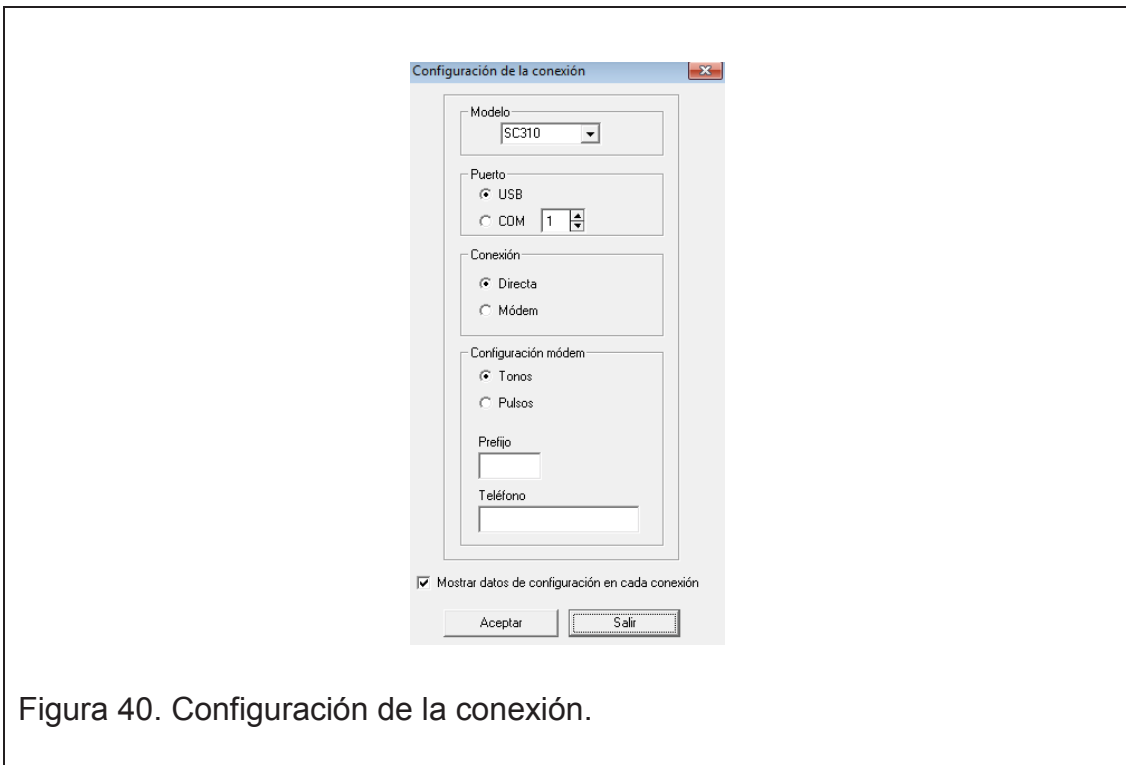


Figura 40. Configuración de la conexión.

- Una vez terminada la etapa de configuración de conexión se establece la ubicación de los datos dentro del ordenador a través del ícono Carpeta de trabajo dentro del ícono Configuración PC de la pantalla principal del software, en donde podemos seleccionar la carpeta de destino de las memorias del sonómetro, a través de la opción Buscar.

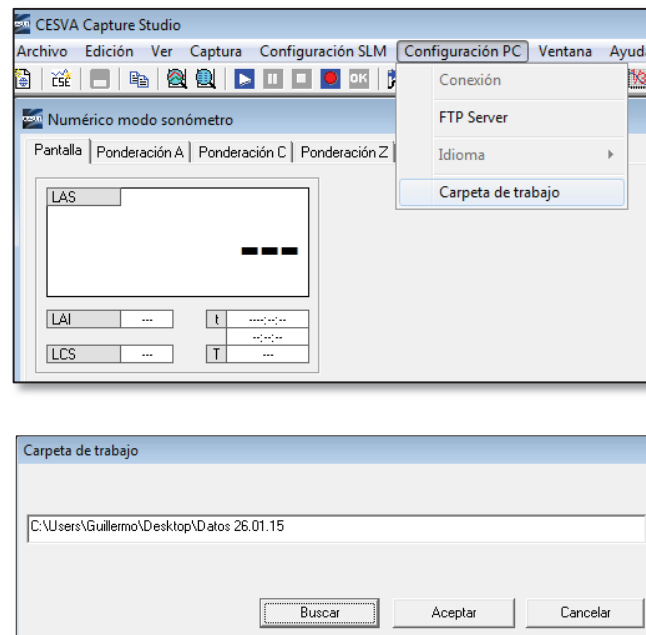


Figura 41. Configuración carpeta de trabajo.

- Posteriormente se procede a descargar los datos, para lo cual en la ventana Captura de la barra de herramientas principal se selecciona la pestaña Memoria, se elige la opción Recibir Registros. Al dar clic en esta opción el proceso de transferencia de los datos inicia. Se visualiza en una barra el porcentaje de los datos que se van transfiriendo y de esta forma se tiene almacenados todos los datos del sonómetro dentro del ordenador.

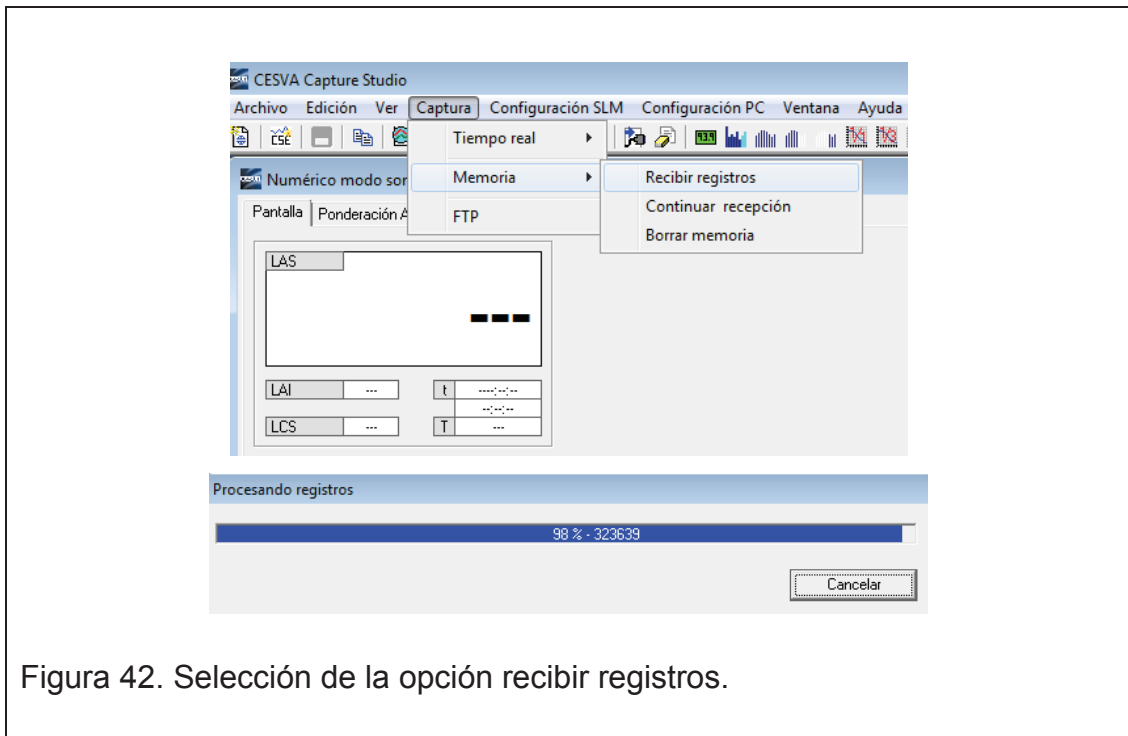


Figura 42. Selección de la opción recibir registros.

- Para visualizar los datos de un registro específico se debe hacer clic en el ícono llamado Visualizar gráfico, que se encuentra en la barra de herramientas principal. Se despliega un buscador en donde seleccionamos el archivo que deseamos abrir y se despliega los gráficos y valores correspondientes a la medición realizada.

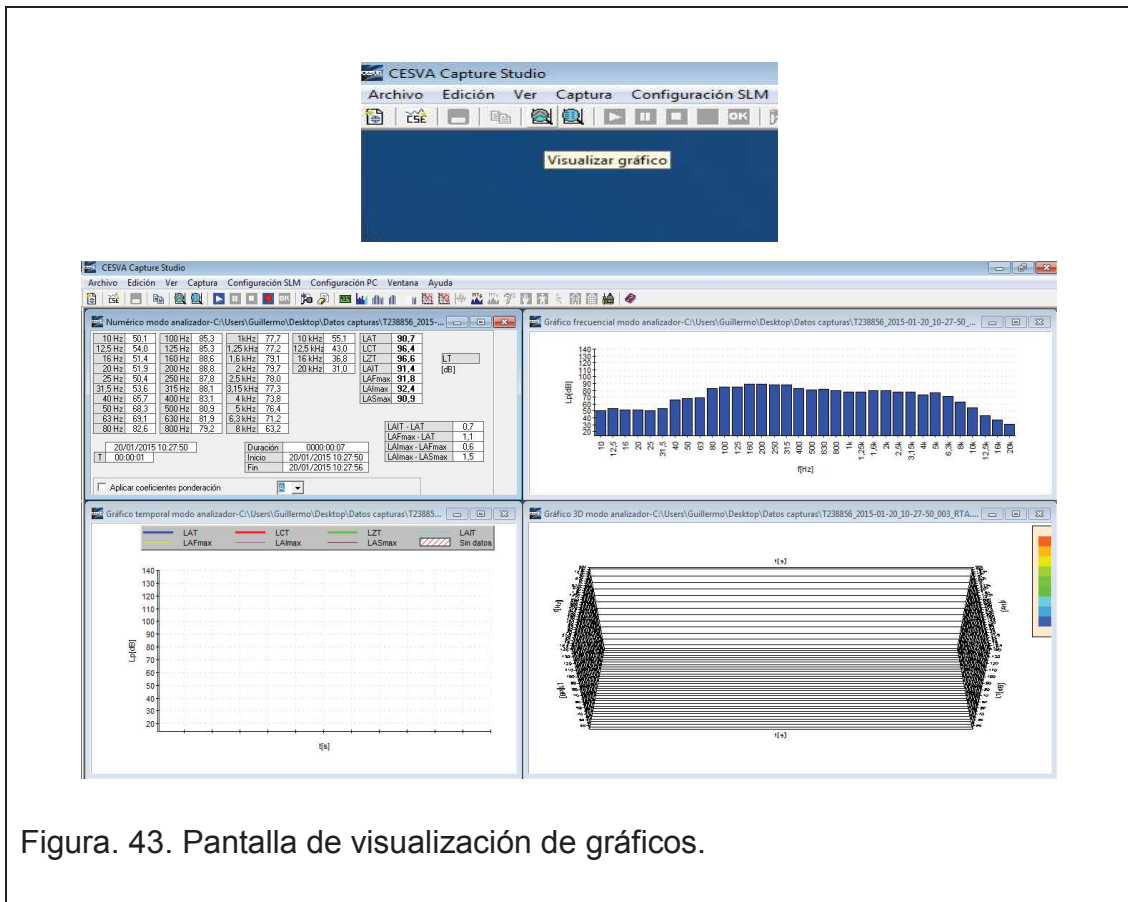


Figura. 43. Pantalla de visualización de gráficos.

4 RESULTADOS

4.1 Elaboración de informe en el software CESVA Insulation Studio

A través del software CESVA Insulation se puede elaborar un informe que muestra resultados como la diferencia de niveles, la diferencia de niveles normalizadas y estandarizadas, el tiempo de reverberación entre otros parámetros

Una de las características más importantes de este software es que permite realizar análisis en función de una norma específica, que puede ser elegida en la configuración del documento de trabajo. El proceso de elaboración del informe se puede resumir en los siguiente pasos:

- En la parte superior izquierda de la pantalla principal se encuentra el ícono de Nuevo proyecto, se escoge la normativa bajo la cual se realizará el informe, el idioma, el tipo de filtro y el rango frecuencial, el modelo para calcular el tiempo de reverberación y las características de visualización de los resultados.

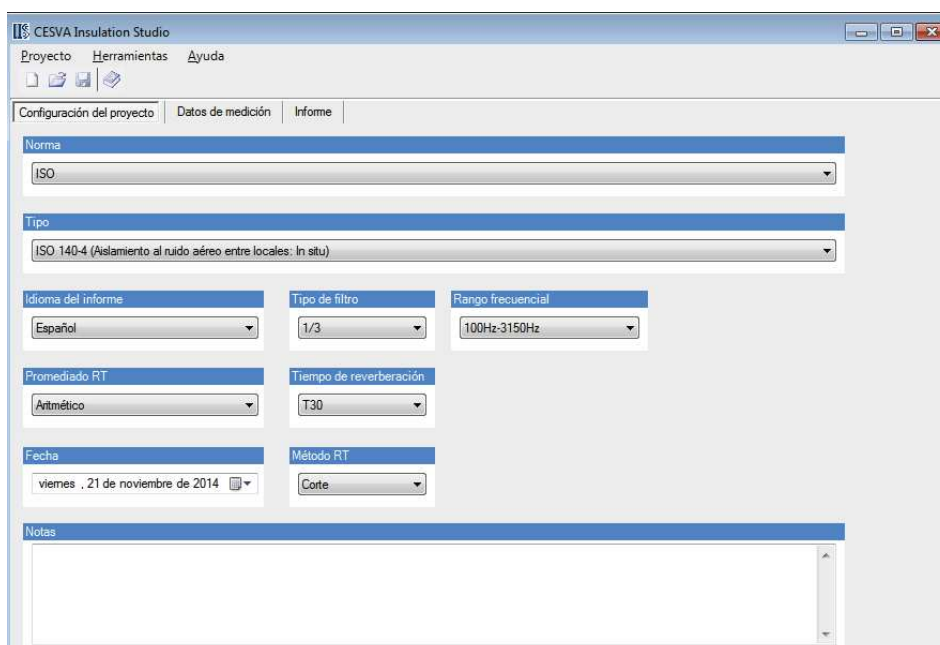


Figura 44. Configuración del proyecto.

- Después de establecer las condiciones técnicas de la presentación del informe, se abre la ventana Datos de medición, en donde se ingresan los archivos que contienen los datos de las mediciones como: valores de nivel de presión sonora de emisión, recepción y ruido de fondo (sala receptora); tiempo de reverberación de (sala receptora) y características geométricas de la sala.

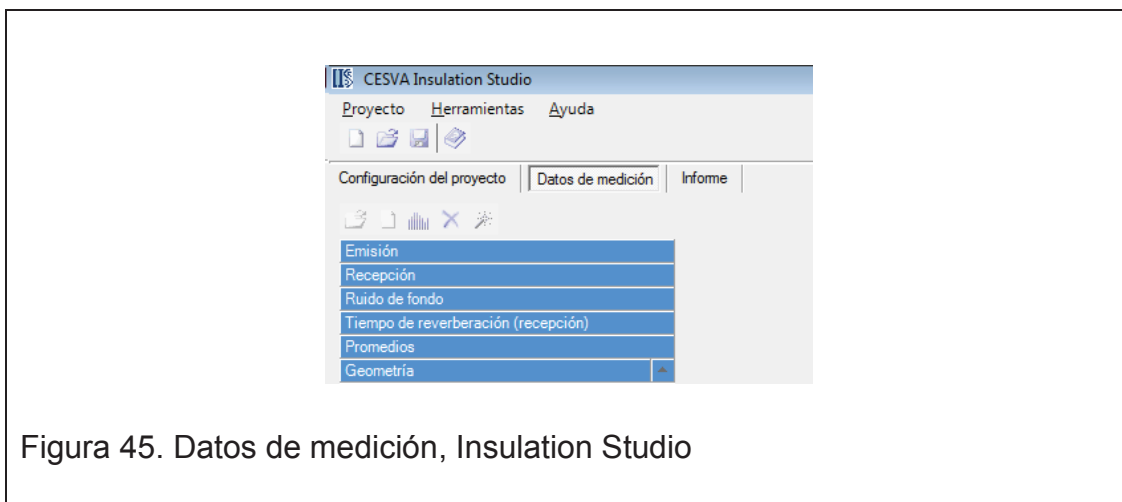


Figura 45. Datos de medición, Insulation Studio

Mediante la opción de Visualización se presenta los datos en forma de gráficos comparativos.

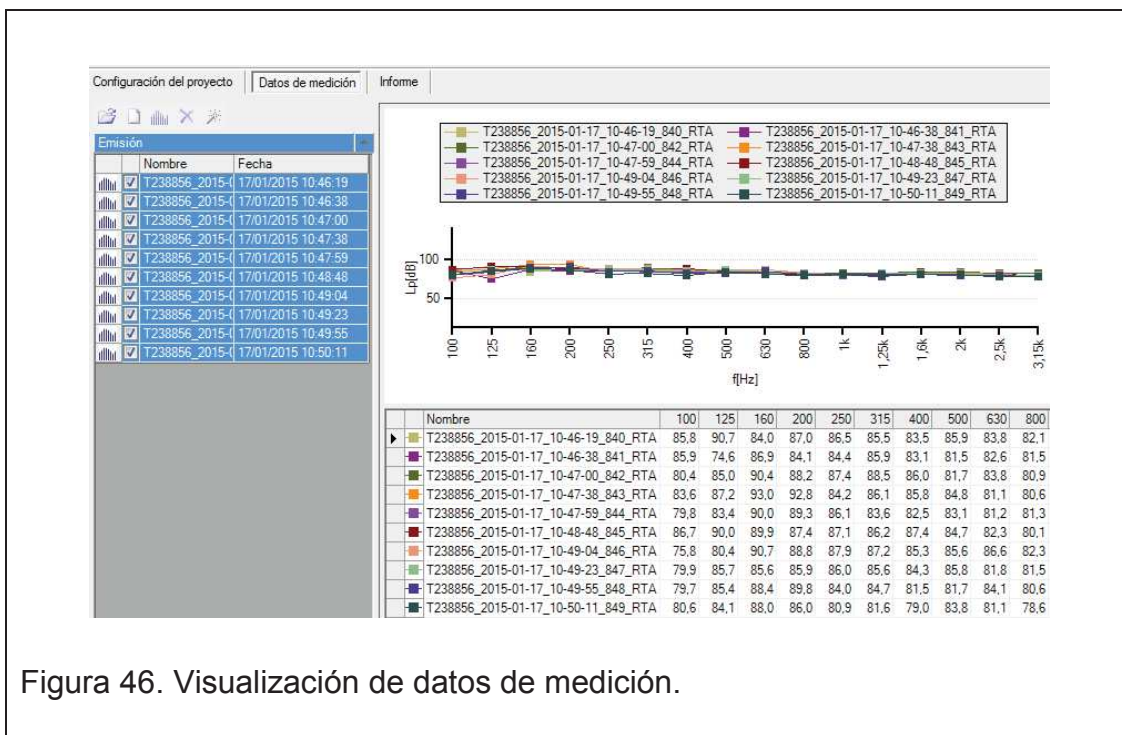


Figura 46. Visualización de datos de medición.

- Cuando se han ingresados los datos, al seleccionar la ventana de Informe, se despliega en forma de imagen un informe con el parametro acústico de aislamiento evaluado aplicando la normativa seleccionada. Así se obtiene de manera rápida y eficaz los valores acústicos necesarios para el análisis comparativo entre los diferentes sistemas de partición.

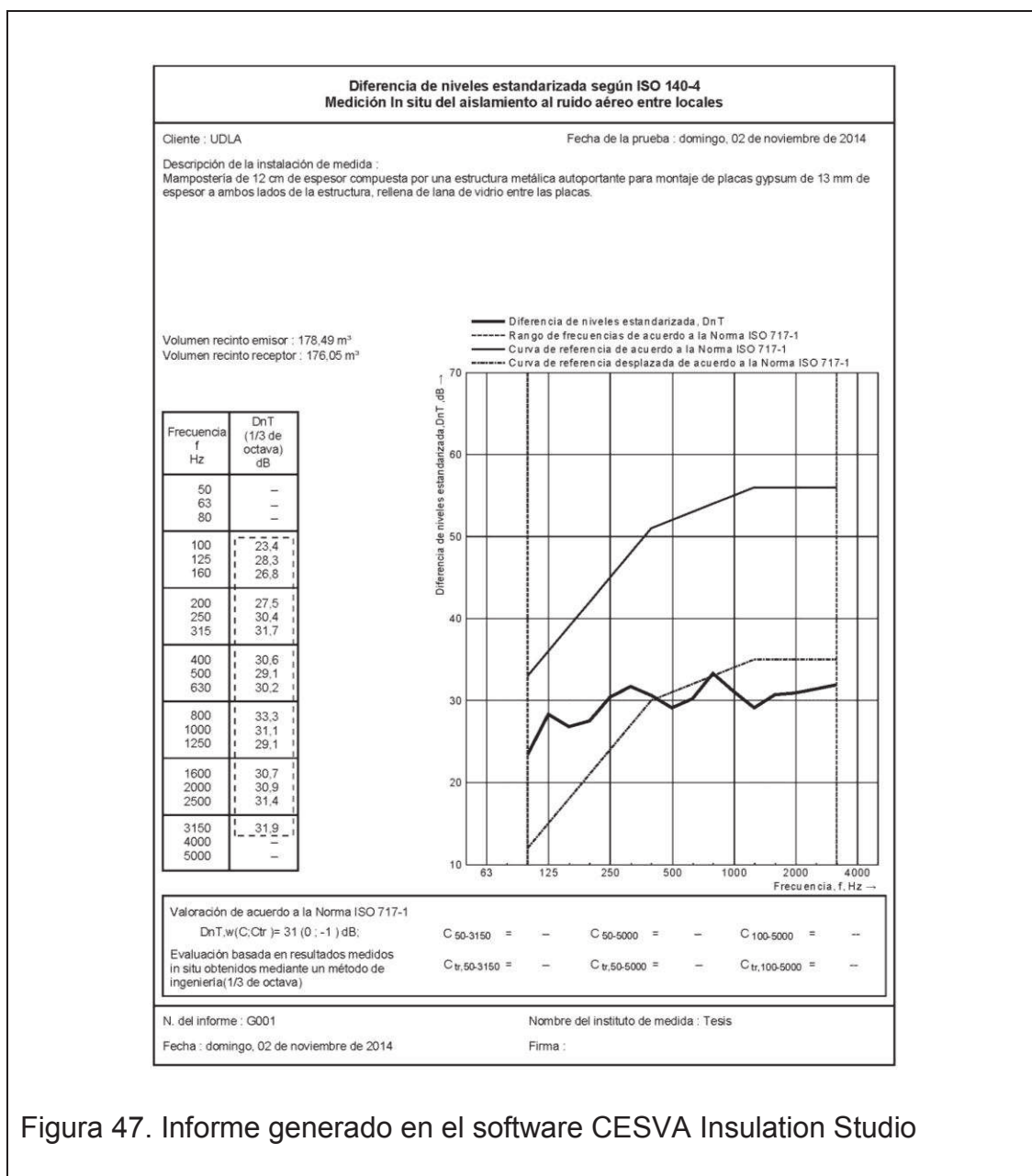


Figura 47. Informe generado en el software CESVA Insulation Studio

4.2 Elaboración de informe de resultado en hoja de cálculo del software Excel

Através del software Excel se elaborará un informe que muestra los resultados de diferencia de niveles normalizadas y estandarizadas,

El análisis se realizó en función de los parámetros de análisis de la norma UNE-EN ISO 717-2. El proceso de elaboración del informe y cálculos del DnT,w se puede resumir en los siguientes pasos:

4.3 Datos acústicos

Se ingresan los datos obtenidos en el ensayo en bandas de tercio de octava a partir de 100 [Hz] hasta 3150 [Hz] que contienen información como: valores de nivel de presión sonora, tiempo de reverberación de sala receptora.

La Tabla 9 muestra a modo de ejemplo, el formato de ingreso de datos de nivel de presión sonora de la sala emisora, de la misma forma se ingresan los datos para la sala receptora: nivel de presión sonora y ruido de fondo

Tabla 12. Nivel de presión sonora de emisión

Nivel sala emisora						
Frecuencia [Hz]	100	125	160	200	250	315
Ls1	85,8	90,7	84	87	86,5	85,5
Ls2	85,9	74,6	86,9	84,1	84,4	85,9
Ls3	80,4	85	90,4	88,2	87,4	88,5
Ls4	83,6	87,2	93	92,8	84,2	86,1
Ls5	79,8	83,4	90	89,3	86,1	83,6
Ls6	86,7	90	89,9	87,4	87,1	86,2
Ls7	75,8	80,4	90,7	88,8	87,9	87,2
Ls8	79,9	85,7	85,6	85,9	86	85,6
Ls9	79,7	85,4	88,4	89,8	84	84,7
Ls10	80,6	84,1	88	86	80,9	81,6

Con los datos individuales de las 10 muestras, se realiza un promedio logarítmico por cada banda de tercio de octava y de esta forma obtener

- L1: Nivel de emisión promediado
- L2: Nivel de recepción promediado
- B: Ruido de fondo promediado

Tabla 13. Niveles de presión sonora promediados

Frecuencia [Hz]	100	125	160	200	250	315
L1 (dB)	83,04	86,38	89,38	88,59	85,85	85,84
L2 (dB)	60,19	60,88	59,17	57,46	56,40	53,71
B (dB)	43,32	35,98	39,60	39,06	35,34	31,90

A demás se ingresan los valores de tiempo de reverberación para el mismo rango de frecuencias anteriormente mencionado.

Tabla 14. Datos de tiempo de reverberación

Tiempo de reverberación sala receptora						
Frecuencia [Hz]	100	125	160	200	250	315
Tr ₁	0,75	0,37	0,64	0,81	0,64	0,69
Tr ₂	0,49	0,23	0,24	0,67	0,64	0,57
Tr ₃	0,42	0,73	0,66	0,46	0,36	0,44
Tr ₄	0,69	0,36	0,51	0,38	0,32	0,42
Tr ₅	0,71	0,53	0,82	0,57	0,87	0,73
Tr ₆	0,52	0,64	0,63	0,56	0,82	0,49
Tr Promedio	0,60	0,48	0,58	0,58	0,61	0,56

El promedio o media aritmética de estos valores es lineal y se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$Tr \text{ Promedio} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Tr_i$$

(Ecuación 35)

Donde:

n : Número de muestras

Tr_i : Tiempo de reverberación individual [s]

4.4 Cálculo de L_2 corregido por ruido de fondo

Como se detalla en el capítulo 2.1.1.4 la corrección de ruido de fondo se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$L_{2 \text{ corregido}} = 10 \log(10^{L_2/10} - 10^{B/10})$$

(Ecuación 36)

Donde

L_2 : Nivel de presión sonora del recinto receptor.

B : Nivel de presión sonora del ruido de fondo.

Tabla 15. L_2 corregido por ruido de fondo.

Frecuencia [Hz]	100	125	160	200	250	315
L2 (dB)	60,19	60,88	59,17	57,46	56,40	53,71
B (dB)	43,32	35,98	39,60	39,06	35,34	31,90
L2 corregido	60,10	60,87	59,12	57,40	56,36	53,68

4.5 Cálculo de la diferencia de niveles estandarizada D_{nT}

Como se explica en el capítulo 1.5.3 de acuerdo a la norma UNE-EN ISO140-4, el D_{nT} se calcula a través de la siguiente expresión:

$$D_{nT} = L_e - L_r + 10 \log \frac{T}{T_0} [dB]$$

(Ecuación 37)

Donde:

T_0 : Tiempo de reverberación referencial, $T_0 = 0,50$ [s]

Tabla 16. Diferencia de nivel estandarizada

Frecuencia [Hz]	100	125	160	200	250	315
L1 (dB)	83,04	86,38	89,38	88,59	85,85	85,84
L2 (dB)	60,19	60,88	59,17	57,46	56,40	53,71
B (dB)	43,32	35,98	39,60	39,06	35,34	31,90
LB corregido	60,10	60,87	59,12	57,40	56,36	53,68
Tr (s)	0,60	0,48	0,58	0,58	0,61	0,56
DnT (dB)	23,71	25,31	30,93	31,80	30,34	32,62

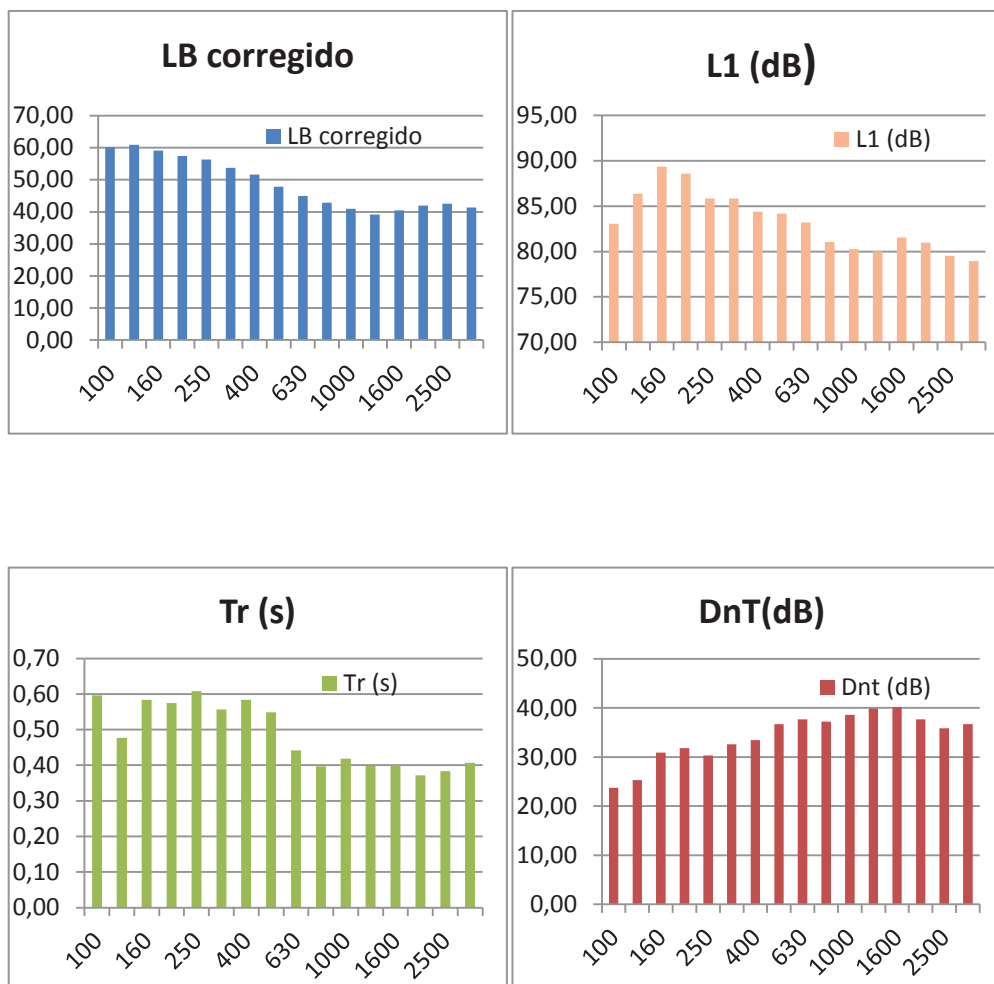


Figura 48. Comparativo de valores, DnT

4.6 Cálculo de la Diferencia de niveles estandarizada ponderada (DnT,w)

Para el cálculo del DnT,w se utilizan los valores de referencia para bandas de tercio de octava como se detallan en el capítulo 2.2.1.1. Se ingresan los valores de referencia en la hoja de cálculo y se obtiene los valores de referencia desplazados -52 [dB].

Tabla 17. Valores de referencia desplazados, ISO 717-1

Frecuencia (Hz)	10	12	16	20	25	31	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
Valores de referencia ISO 717-1	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56
Valores de referencia desplazados ISO 717-1	-19	-16	-13	-10	-7	-4	-1	0	1	2	3	4	4	4	4	4

Los valores de referencia desplazados por banda de tercio de octava obtenidos se restan del valor del Dnt,w hasta que el número de desviaciones sea lo mayor posible, pero no más de 32 [dB], por ejemplo:

Tabla 18. Ejemplo de cálculo de valores de la curva de referencia ISO 717-1

DnT,w	37
-------	----

Frecuencia (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Valores de referencia desplazados	-19	-16	-13	-10	-7	-4	-1	0	1	2	3	4	4	4	4	4
Curva de referencia ISO 717-1	18	21	24	27	30	33	36	37	38	39	40	41	41	41	41	41

Como se muestran en la Tabla 18. los valores de la curva de referencia varían en función del valor del DnT,w que se obtiene del valor absoluto de la suma las desviaciones desfavorables.

Las desviaciones se obtienen de la diferencia entre los valores del DnT por banda de tercio de octava y los valores de la curva de referencia.

Tabla 19. Desviaciones desfavorables

Frecuencia (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
DnT (dB)	23,7	25,3	30,9	31,8	30,3	32,6	33,4	36,7	37,7	37,2	38,6	39,9	40,1	37,7	35,8	36,7
Curva de referencia ISO 717-1	18	21	24	27	30	33	36	37	38	39	40	41	41	41	41	41
Desviaciones	5,7	4,3	6,9	4,8	0,3	-0,4	-2,6	-0,3	-0,3	-1,8	-1,4	-1,1	-0,9	-3,3	-5,2	-4,3
Desviaciones desfavorables	0	0	0	0	0	-0,4	-2,6	-0,3	-0,3	-1,8	-1,4	-1,1	-0,9	-3,3	-5,2	-4,3

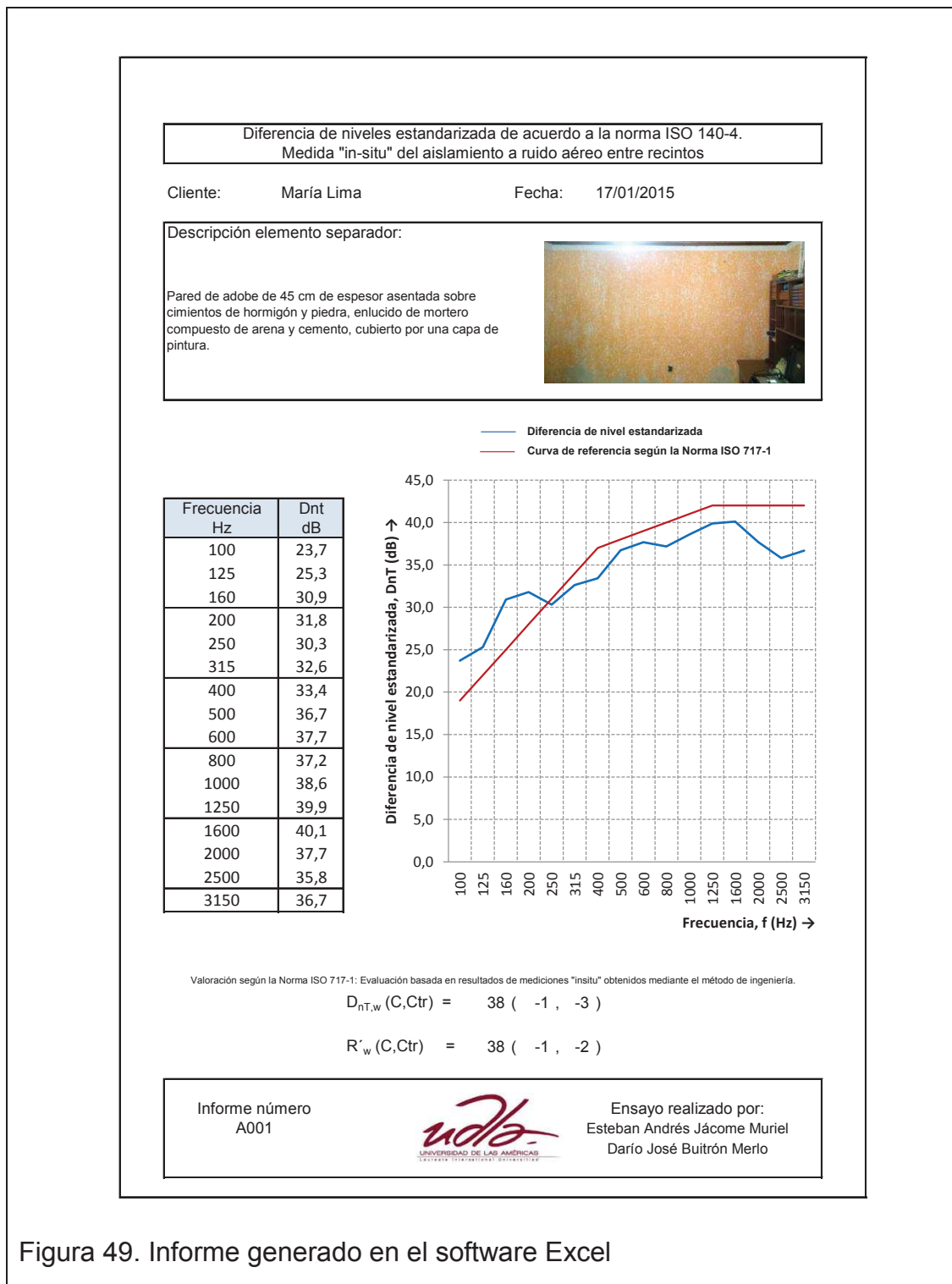


Figura 49. Informe generado en el software Excel

En el Anexo 2 se muestran los informes de resultados de cada ensayos realizado.

4.7 Resultados Adobe

Tabla 20. Diferencia de niveles estandarizada, ensayos en particiones de adobe.

Diferencia de niveles estandarizada (DnT)						
Frecuencia [Hz]	A001	A002	A003	A004	A005	A006
100	23,7	27,6	31,7	39,9	36,7	19,8
125	25,3	32,2	37,3	46,1	41,9	26,1
160	30,9	35,2	40,8	45,5	32,5	30,6
200	31,8	29,7	40,6	43,2	35,5	31,1
250	30,3	31,4	38,9	44,3	39,4	31,7
315	32,6	37,1	41,0	48,9	39,9	33,1
400	33,4	38,3	41,7	51,3	40,9	36,4
500	36,7	41,5	43,4	54,4	42,6	38,1
630	37,7	42,6	45,3	55,3	43,4	39,1
800	37,2	43,8	47,1	56,0	44,7	39,9
1000	38,6	44,1	47,4	58,9	46,8	41,8
1250	39,9	42,9	47,6	60,8	47,7	41,4
1600	40,1	42,9	48,1	62,5	48,1	41,7
2000	37,7	42,5	47,7	65,1	47,4	41,2
2500	35,8	40,3	44,9	63,8	47,4	41,0
3150	36,7	40,3	45,2	61,3	46,1	39,8

Tabla 21. Diferencia global de niveles estandarizada, ensayos en particiones de adobe.

Diferencia global de niveles estandarizada	
Ensayo	$D_{nT,w}$ [dB]
A001	38,0
A002	42,0
A003	46,0
A004	57,0
A005	46,0
A006	40,0

Tabla 22. Tiempo de reverberación sala receptora, ensayos en particiones de adobe.

Tiempo de reverberación sala receptora [s]						
Frecuencia [Hz]	A001	A002	A003	A004	A005	A006
100	0,60	0,45	0,69	0,66	0,69	0,42
125	0,48	0,33	0,86	0,57	0,44	0,53
160	0,58	0,39	0,85	0,42	0,44	0,52
200	0,58	0,32	0,89	0,28	0,42	0,63
250	0,61	0,31	0,75	0,46	0,55	0,50
315	0,56	0,42	0,78	0,37	0,53	0,49
400	0,58	0,41	0,77	0,35	0,44	0,41
500	0,55	0,39	0,70	0,34	0,44	0,45
630	0,44	0,44	0,70	0,32	0,44	0,43
800	0,40	0,43	0,69	0,32	0,46	0,45
1000	0,42	0,45	0,61	0,32	0,44	0,43
1250	0,40	0,48	0,58	0,32	0,46	0,41
1600	0,40	0,43	0,57	0,34	0,47	0,41
2000	0,37	0,42	0,56	0,32	0,47	0,42
2500	0,38	0,44	0,55	0,33	0,44	0,44
3150	0,41	0,39	0,52	0,31	0,43	0,42

4.8 Resultados Bloque

Tabla 23. Diferencia de niveles estandarizada, ensayos en particiones de bloque.

Diferencia de niveles estandarizada (DnT)						
Frecuencia [Hz]	B001	B002	B003	B004	B005	B006
100	26,7	23,2	30,5	18,1	35,3	35,3
125	31,4	26,1	30,5	20,2	34,9	30,9
160	33,7	25,6	32,6	26,2	37,1	31,0
200	32,4	28,3	30,6	28,2	37,9	33,5
250	34,7	26,4	28,4	35,2	37,2	34,1
315	34,6	29,1	29,2	46,2	37,6	33,8
400	34,7	30,9	32,0	43,8	40,9	35,4
500	39,6	28,2	34,4	46,3	42,0	38,4
600	42,6	28,2	36,2	49,4	46,0	39,9
800	46,1	27,2	39,3	49,8	48,2	44,2
1000	46,9	29,6	42,0	50,2	48,6	43,4
1250	47,4	34,3	41,8	49,0	50,1	44,6
1600	45,8	37,4	41,3	52,9	49,9	43,4
2000	46,1	36,4	41,3	54,8	48,8	42,5
2500	42,7	34,9	36,8	53,7	45,8	38,5
3150	42,8	35,0	36,0	49,9	45,1	36,3

Tabla 24. Diferencia global de niveles estandarizada, ensayos en particiones de bloque.

Diferencia global de niveles estandarizada	
Ensayo	$D_{nT,w}$ [dB]
B001	43,0
B002	33,0
B003	38,0
B004	44,0
B005	47,0
B006	41,0

Tabla 25. Tiempo de reverberación sala receptora, ensayos en particiones de bloque.

Tiempo de reverberación sala receptora [s]						
Frecuencia [Hz]	B001	B002	B003	B004	B005	B006
100	0,24	0,35	0,39	0,34	0,80	0,51
125	0,37	0,37	0,44	0,34	0,84	0,35
160	0,33	0,31	0,35	0,31	0,86	0,35
200	0,31	0,32	0,27	0,34	0,89	0,40
250	0,35	0,28	0,25	0,40	0,83	0,44
315	0,36	0,29	0,22	0,37	0,79	0,39
400	0,24	0,27	0,22	0,38	0,81	0,39
500	0,29	0,27	0,26	0,33	0,69	0,45
630	0,33	0,31	0,22	0,35	0,64	0,41
800	0,37	0,28	0,23	0,37	0,61	0,39
1000	0,32	0,27	0,27	0,35	0,58	0,39
1250	0,28	0,26	0,23	0,33	0,57	0,41
1600	0,29	0,26	0,21	0,32	0,53	0,40
2000	0,28	0,26	0,23	0,35	0,49	0,41
2500	0,28	0,26	0,21	0,35	0,47	0,38
3150	0,27	0,25	0,22	0,34	0,47	0,36

4.9 Resultados Gypsum

Tabla 26. Diferencia de niveles estandarizada, ensayos en particiones de gypsum.

Diferencia de niveles estandarizada (DnT)												
Frecuencia [Hz]	G001	G002	G003	G004	G005	G006	G007	G008	G009	G010	G011	G012
100	23,4	19,2	22,6	20,4	21,9	21,6	21,6	19,9	20,3	14,2	16,9	17,3
125	28,3	23,8	23,4	20,2	28,6	25,1	22,8	24,9	25,2	20,5	28,0	28,9
160	26,8	27,8	25,8	26,2	32,9	29,3	26,6	28,6	27,9	27,3	33,6	34,6
200	27,5	29,9	22,8	33,3	38,4	29,0	28,4	27,6	27,6	32,6	39,1	41,7
250	30,4	32,0	26,8	39,3	41,3	26,9	30,4	26,8	29,2	38,6	41,4	45,3
315	31,8	32,4	24,2	42,6	48,4	24,0	30,6	25,4	30,1	37,7	47,1	50,8
400	30,7	31,4	25,0	46,9	48,1	24,8	29,6	24,6	29,3	40,2	49,4	52,7
500	29,1	31,3	27,0	48,9	51,1	27,5	28,4	27,2	27,8	42,0	51,7	53,0
600	30,3	34,4	29,1	50,4	53,1	28,4	30,2	29,2	29,0	45,5	53,8	58,5
800	33,3	38,5	30,8	51,8	53,7	31,2	33,3	32,2	32,6	46,5	55,0	56,5
1000	31,1	39,9	33,1	53,3	54,3	35,1	32,5	36,2	32,9	46,4	56,6	58,6
1250	29,1	39,2	37,7	51,9	53,5	39,9	31,4	40,7	31,3	48,9	56,8	59,5
1600	30,7	42,9	42,7	53,7	57,5	45,6	31,0	47,0	29,4	45,0	59,9	60,6
2000	30,9	42,8	45,3	50,5	59,0	48,3	29,6	48,2	27,2	46,5	57,0	59,2
2500	31,4	43,0	46,9	47,5	57,1	49,3	30,5	50,4	28,0	45,2	54,7	55,7
3150	32,0	42,6	46,0	46,3	52,6	48,7	30,2	48,2	28,2	44,3	52,2	55,2

Tabla 27. Diferencia global de niveles estandarizada, ensayos en particiones de gypsum.

Diferencia global de niveles estandarizada	
Ensayo	D _{nt,w} [dB]
G001	31,0
G002	39,0
G003	33,0
G004	46,0
G005	51,0
G006	6,0
G007	31,0
G008	34,0
G009	30,0
G010	43,0
G011	50,0
G012	52,0

Tabla 28. Tiempo de reverberación sala receptora, ensayos en particiones de gypsum.

Tiempo de reverberación sala receptora [s]												
Frecuencia [Hz]	G001	G002	G003	G004	G005	G006	G007	G008	G009	G010	G011	G012
100	1,99	1,49	1,30	0,73	0,71	0,95	1,85	1,04	1,58	0,64	0,68	0,69
125	2,24	1,77	1,23	0,91	0,91	1,18	1,48	1,07	2,08	1,07	0,95	1,15
160	2,19	2,08	1,33	1,06	1,20	1,62	2,08	1,10	2,32	1,28	1,16	1,35
200	1,98	2,06	1,15	1,32	1,57	1,53	2,43	0,93	2,31	2,01	1,24	1,49
250	2,43	1,85	1,10	1,21	1,43	1,03	2,63	0,89	2,20	2,07	1,39	1,11
315	2,20	2,11	0,90	0,87	1,10	0,89	2,39	0,85	2,25	1,57	1,09	1,05
400	1,94	1,94	0,85	1,00	1,04	0,74	1,91	0,69	1,94	1,44	1,09	0,99
500	1,74	1,78	0,77	0,98	0,97	0,73	1,88	0,55	1,94	1,54	0,95	0,84
630	1,66	1,79	0,61	0,99	0,87	0,62	1,77	0,56	1,76	1,52	0,83	0,83
800	1,76	1,61	0,60	0,98	0,88	0,59	1,79	0,50	1,94	1,50	0,84	0,93
1000	1,77	1,54	0,61	0,99	0,99	0,62	1,72	0,55	1,96	1,31	0,92	1,02
1250	1,62	1,48	0,59	1,10	1,06	0,75	1,70	0,67	1,77	1,24	1,01	1,09
1600	1,70	1,46	0,66	1,10	1,09	0,81	1,64	0,84	1,71	1,24	1,00	1,07
2000	1,61	1,45	0,70	1,04	1,02	0,80	1,52	0,82	1,67	1,30	0,97	1,00
2500	1,50	1,38	0,72	0,94	0,97	0,81	1,43	0,80	1,49	1,24	0,91	0,92
3150	1,39	1,24	0,72	0,87	0,89	0,76	1,35	0,80	1,36	1,12	0,79	0,85

4.10 Resultados Ladrillo

Tabla 29. Diferencia de niveles estandarizada, ensayos en particiones de ladrillo.

Diferencia de niveles estandarizada (DnT)						
Frecuencia [Hz]	L001	L002	L003	L004	L005	L006
100	26,9	27,8	37,7	33,6	17,8	31,1
125	21,8	30,9	25,7	36,5	28,0	33,9
160	26,5	34,1	22,8	32,9	33,8	33,6
200	29,2	31,9	28,3	37,8	28,3	34,8
250	31,6	32,3	30,1	34,4	23,2	37,3
315	31,2	32,9	31,3	38,0	30,4	36,8
400	30,8	33,3	32,4	39,2	29,6	38,3
500	30,5	36,5	34,1	41,3	29,2	39,7
600	31,1	38,9	34,9	42,8	31,9	41,3
800	33,6	41,3	34,5	42,2	34,0	42,1
1000	34,1	40,2	36,5	43,6	36,2	43,2
1250	38,4	41,2	36,9	43,8	37,3	44,1
1600	40,6	47,4	35,5	41,5	35,8	44,1
2000	39,5	43,4	35,9	41,8	36,5	42,5
2500	37,4	43,5	31,2	38,6	37,3	40,0
3150	38,1	44,8	28,9	37,4	38,5	40,2

Tabla 30. Diferencia global de niveles estandarizada, ensayos en particiones de ladrillo.

Diferencia global de niveles estandarizada	
Ensayo	$D_{nT,w}$ [dB]
L001	36,0
L002	40,0
L003	35,0
L004	42,0
L005	34,0
L006	42,0

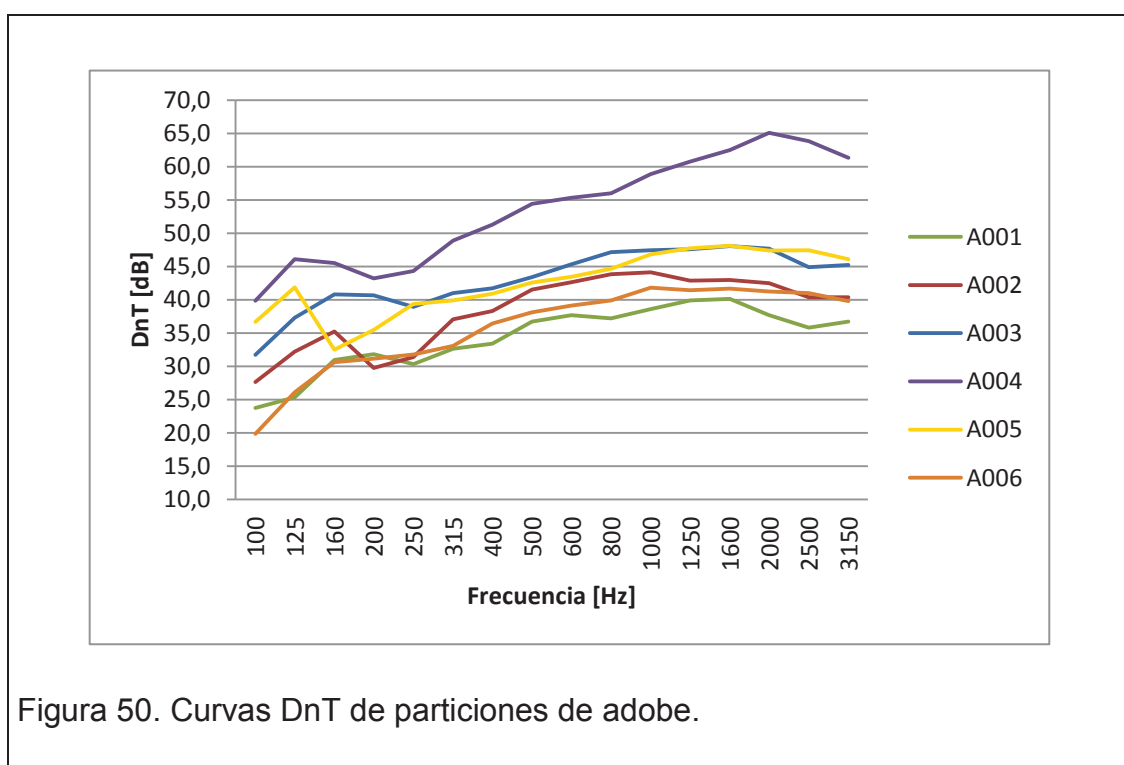
Tabla 31. Tiempo de reverberación sala receptora, ensayos en particiones de ladrillo.

Tiempo de reverberación sala receptora [s]						
Frecuencia [Hz]	L001	L002	L003	L004	L005	L006
100	0,38	0,51	0,89	0,38	0,52	1,52
125	0,36	0,80	0,56	0,49	0,48	1,85
160	0,37	0,69	0,42	0,46	0,46	2,71
200	0,38	0,47	0,52	0,40	0,36	2,91
250	0,26	0,40	0,60	0,28	0,31	3,05
315	0,26	0,39	0,46	0,36	0,48	2,48
400	0,28	0,40	0,44	0,30	0,37	2,44
500	0,24	0,46	0,36	0,33	0,34	2,60
630	0,22	0,37	0,41	0,24	0,38	2,58
800	0,24	0,39	0,40	0,23	0,41	2,50
1000	0,24	0,38	0,42	0,27	0,38	2,53
1250	0,23	0,37	0,42	0,28	0,35	2,30
1600	0,23	0,35	0,40	0,26	0,32	2,02
2000	0,22	0,33	0,40	0,25	0,29	1,87
2500	0,21	0,38	0,37	0,26	0,28	1,72
3150	0,22	0,36	0,36	0,25	0,26	1,51

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

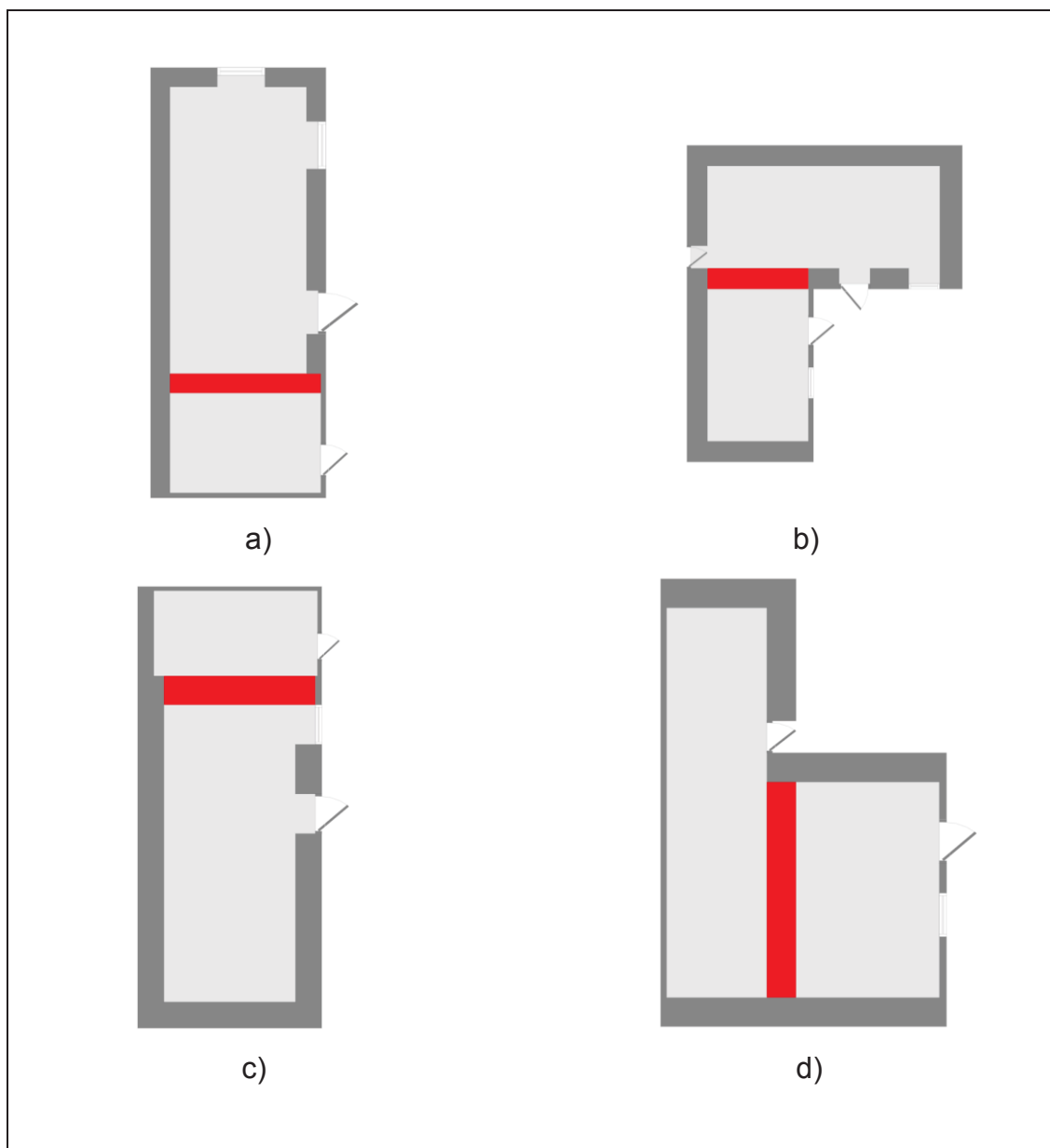
5.1 Adobe

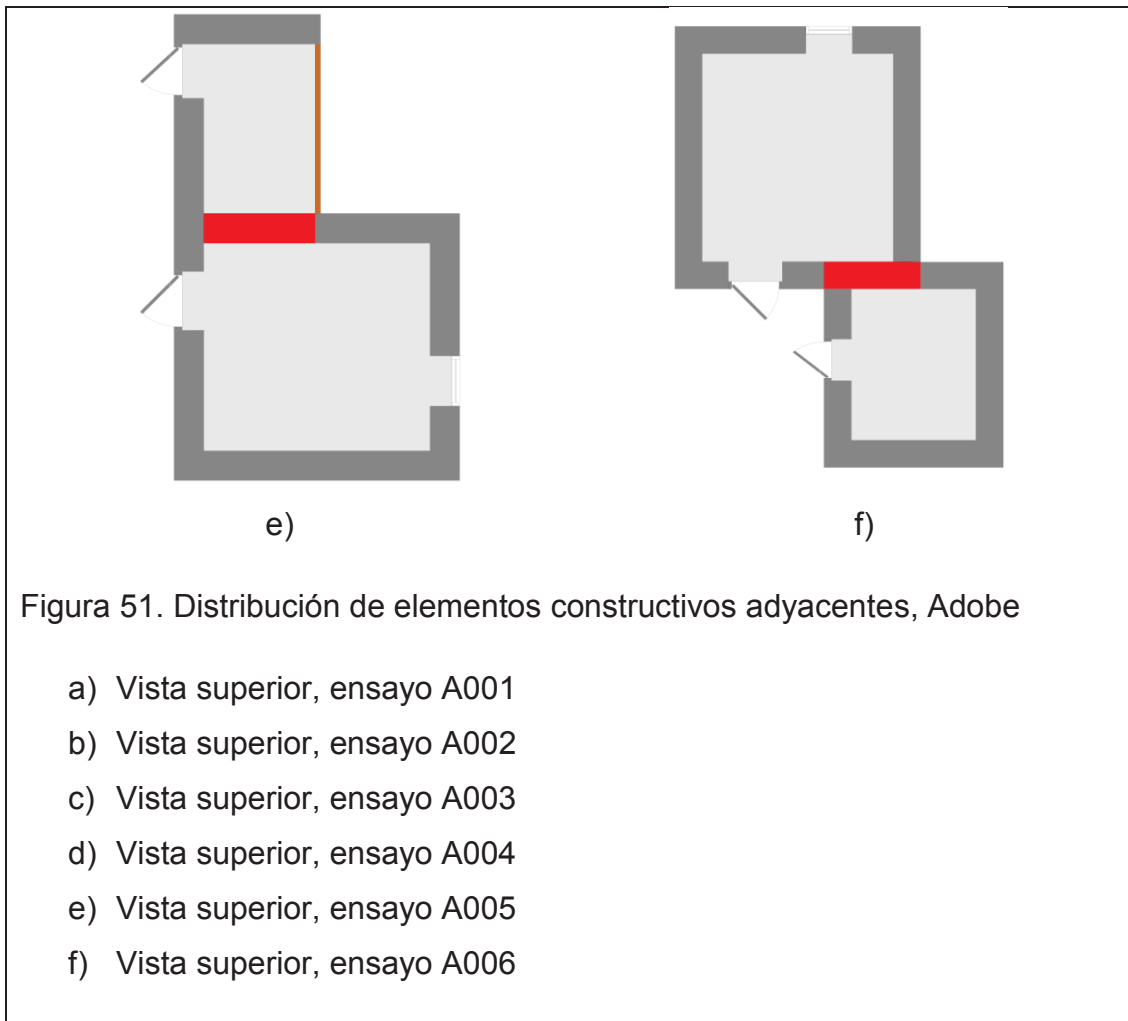
El análisis de las particiones conformadas por bloques de adobe es un caso especial debido a la superficie que ocupan este tipo de paredes. Con un rango entre 0,4[m] – 0,7[m] de ancho son claramente mayores a las particiones de mampostería tradicional o de estructura liviana.



En la Figura 50 se puede observar que los valores de DnT por tercio de octava de los ensayos realizados en particiones de adobe son homogéneos. Las curvas siguen una misma tendencia y la frecuencia de coincidencia de los sistemas se encuentran dentro de un rango de menos de una octava de frecuencias. Actualmente son consideradas como particiones ineficientes, debido al espacio que ocupan en las edificaciones. En promedio, este tipo de partición se presenta como un sistema eficiente en cuanto al nivel de aislamiento que presentan todos sus casos.

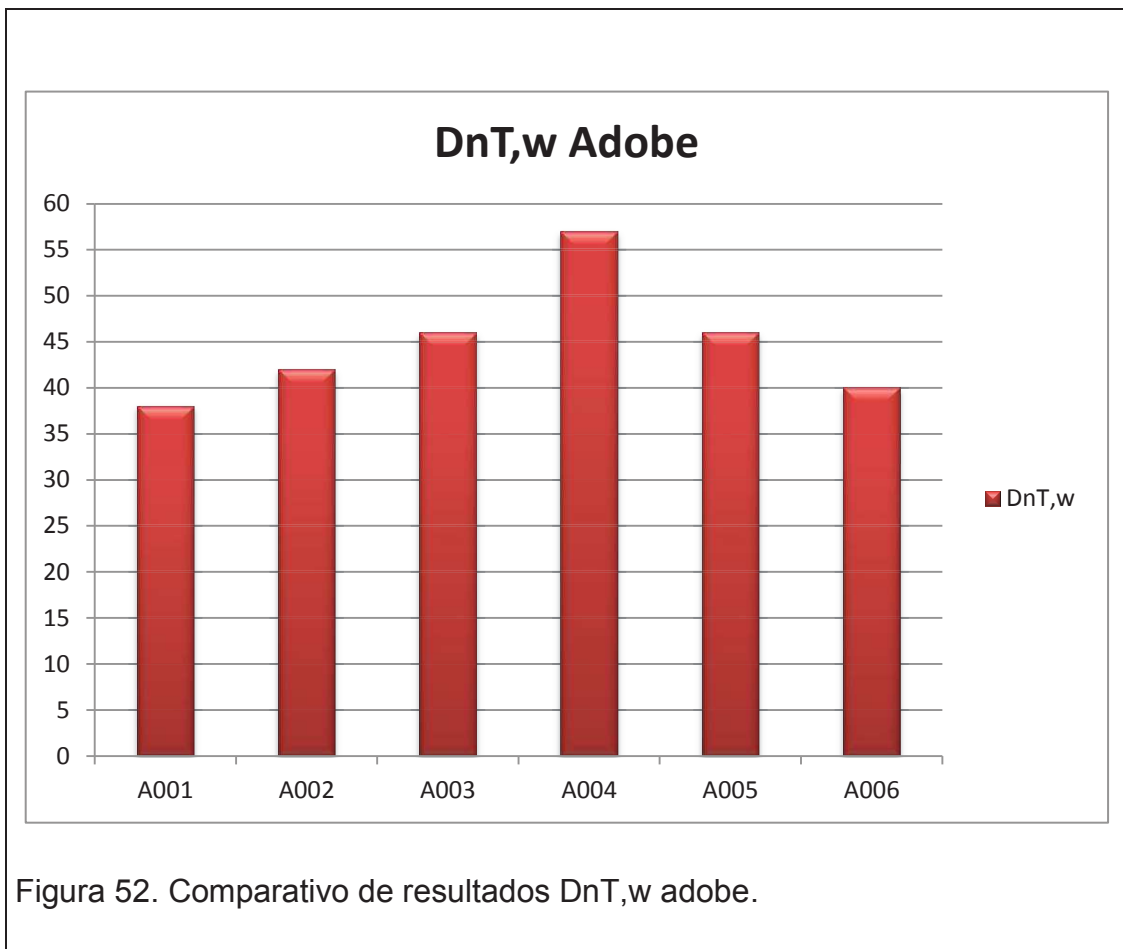
Es evidente que si el ancho o espesor de las paredes de adobe disminuye, hasta llegar al espesor de una pared estándar de gypsum, el índice de aislamiento no sería óptimo, ya que el aislamiento de una pared de adobe se debe a la masa del elemento separador.





El caso más aislado dentro de este tipo de particiones es el ensayo A004, que tiene los valores del DnT por tercio de octava más altos como se muestra en la Figura 50, debido a que no existen medios por los que el ruido pueda transmitirse. Además el altura de las losas de cada lado de la partición es diferente, por lo que el único medio de transmisión es a través de la partición de adobe.

El ensayo A001 es el caso que presenta el menor nivel de aislamiento, que coincidentemente es la partición más delgada de los seis casos analizados como se muestra en la Figura 51a., confirmando lo establecido por la ley de la masa.



En la Figura 52 se puede apreciar una comparación de los niveles del DnT,w obtenidos en los seis ensayos realizados con particiones de adobe. La diferencia entre el ensayo que tiene menor aislamiento y el que tiene mayor aislamiento es de 19 [dB].

5.2 Bloque

En la Figura 53 se muestran los valores de DnT por tercio de octava de los ensayos realizados particiones de bloque, considerada como mampostería tradicional.

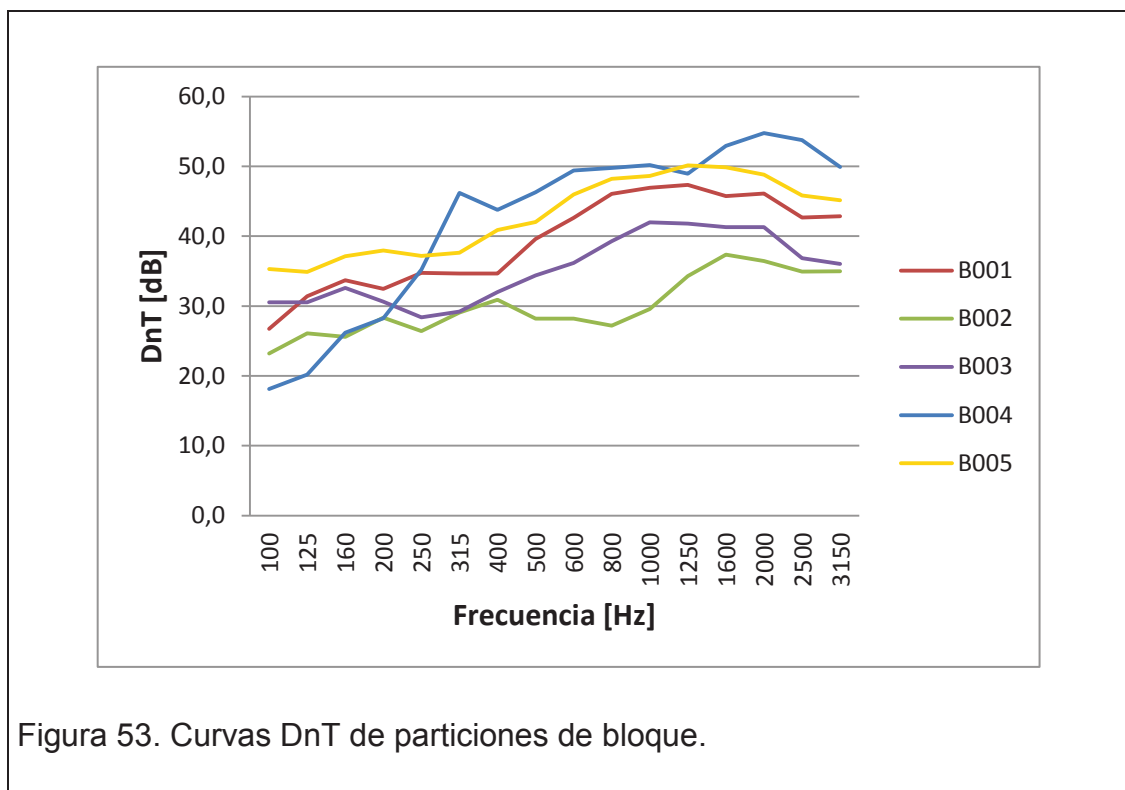
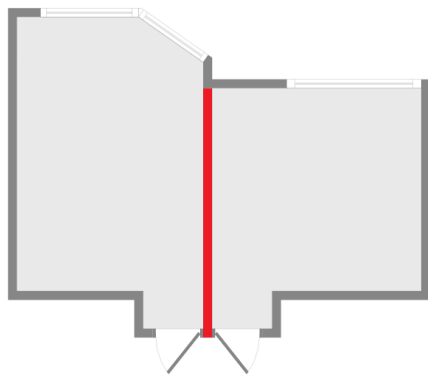
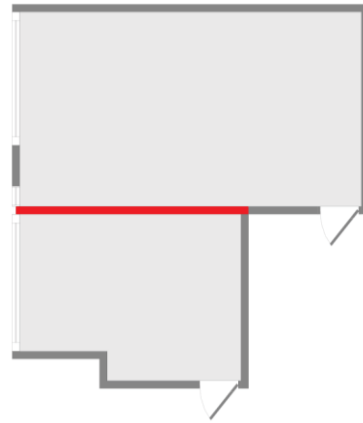


Figura 53. Curvas DnT de particiones de bloque.

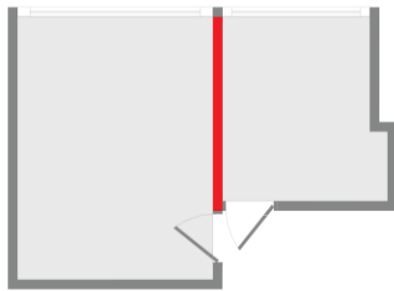
Las curvas de aislamiento de las particiones B001, B003 y B005 mantienen una tendencia en todo el rango de frecuencias. Mientras que los ensayos B002 y B004 son las excepciones en este tipo de sistemas. Pese a las diferencias, se observa que la frecuencia de coincidencia se mantiene dentro del rango de 250[Hz]- 400[Hz].



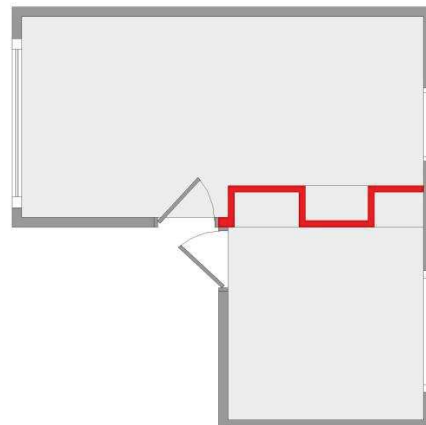
a)



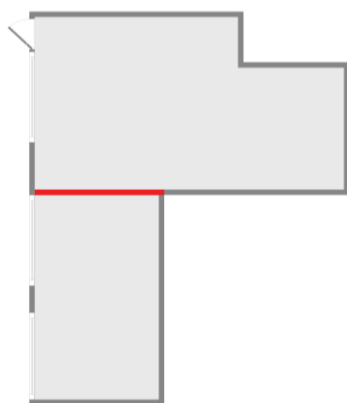
b)



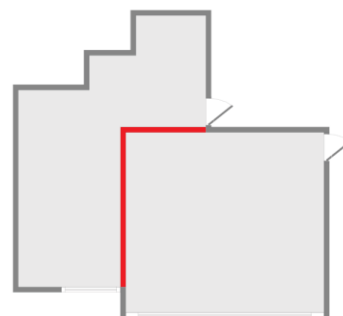
c)



d)



e)



f)

Figura 54. Distribución de elementos constructivos adyacentes, Bloque

- a) Vista superior, ensayo B001
- b) Vista superior, ensayo B002
- c) Vista superior, ensayo B003
- d) Vista superior, ensayo B004
- e) Vista superior, ensayo B005
- f) Vista superior, ensayo B006

Como se muestra en la Figura 54, en las vistas superiores de los recintos se pueden apreciar factores que alteran el nivel de aislamiento acústico. Se puede asumir que la posición de elementos adyacentes como ventanas y puertas marcan la diferencia en el nivel de aislamiento del sistema, reduciendo de manera considerable la efectividad de la partición. Si las ventanas son colindantes a la partición, existirá una disminución en el aislamiento con respecto a las particiones que tienen adjuntas superficies de bloque.

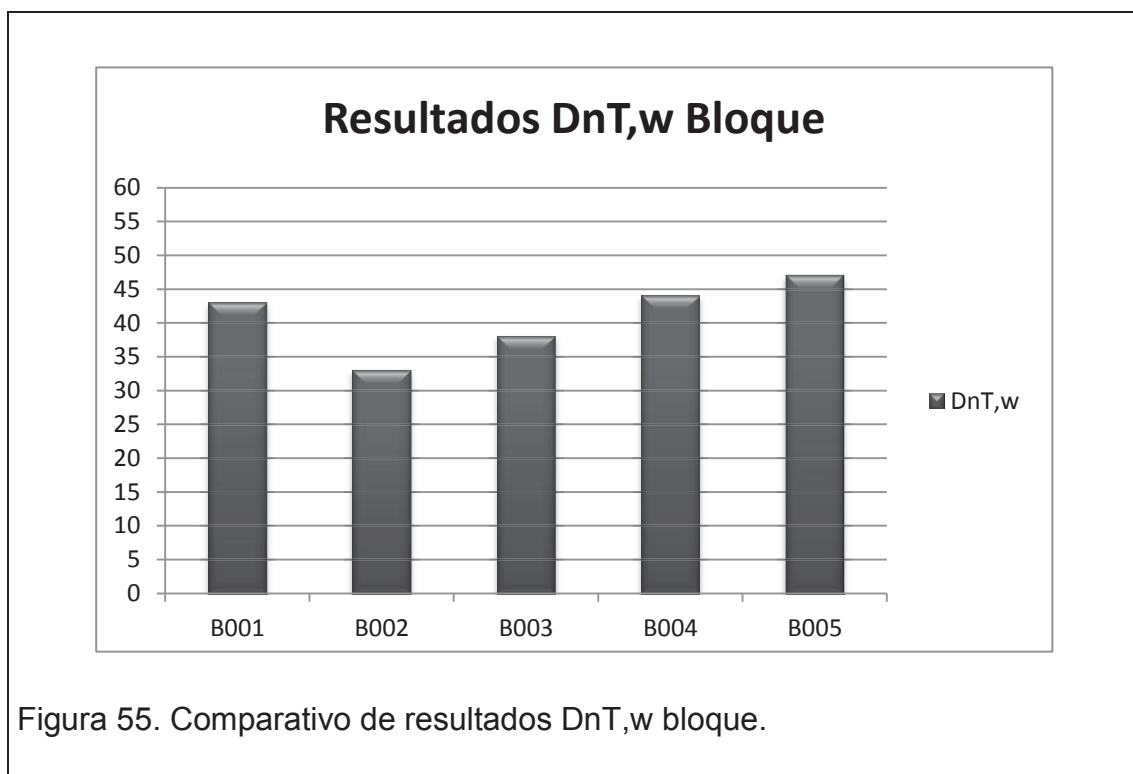


Figura 55. Comparativo de resultados DnT,w bloque.

En la Figura 55 se puede apreciar una comparación de los niveles del DnT,w obtenidos en los seis ensayos realizados con particiones de bloque. La diferencia entre el ensayo que tiene menor aislamiento y el que tiene mayor aislamiento es de 14 [dB].

5.3 Gypsum

5.3.1 Resultados globales

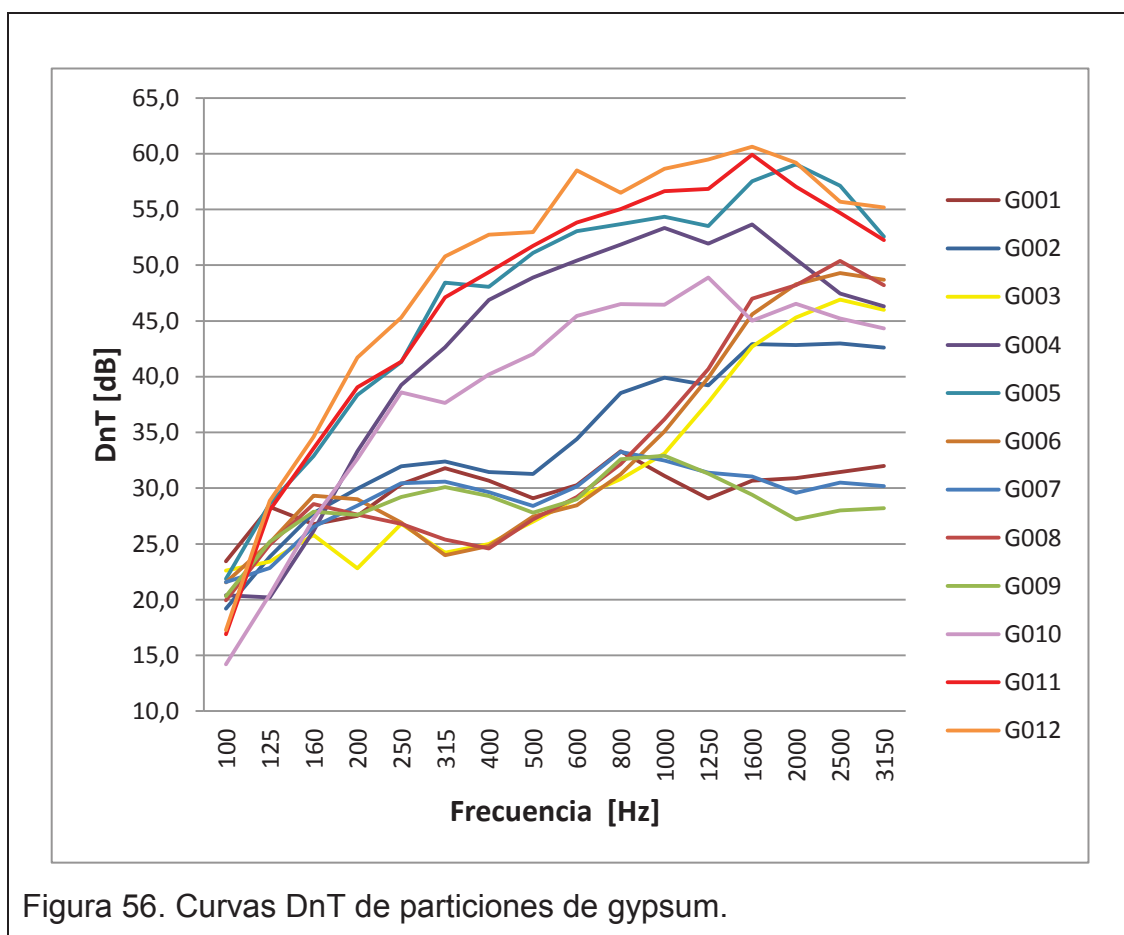
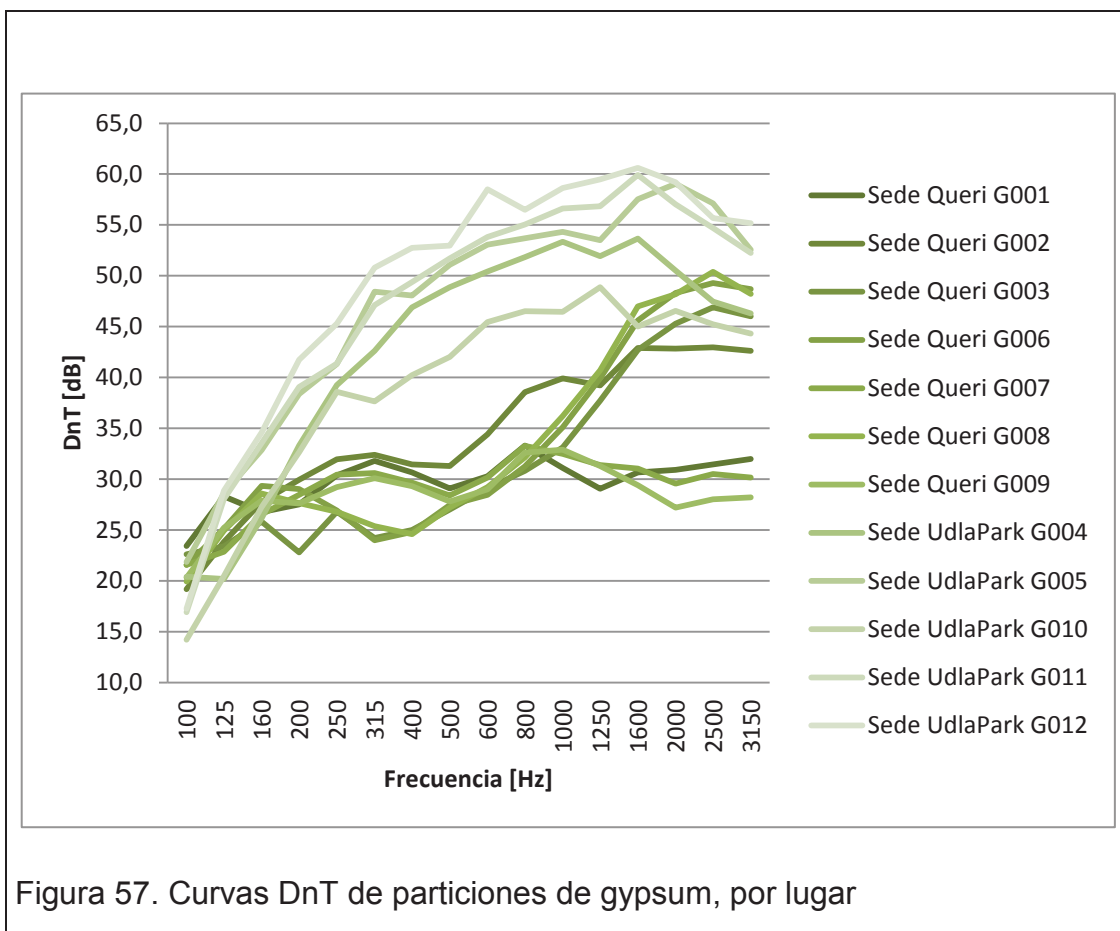


Figura 56. Curvas DnT de particiones de gypsum.

En la Figura 56 se muestran los valores por tercio de octava de cada uno de los ensayos realizados en particiones de gypsum.



Se puede observar en la Figura 57 una diferencia notoria entre las curvas de aislamiento de los ensayos G001, G002, G003, G006, G007, G008, G009 realizados en la sede Queri de la Universidad de las Américas, con respecto a los ensayos G004, G005, G010, G011, G012 realizados en la sede UdlaPark.

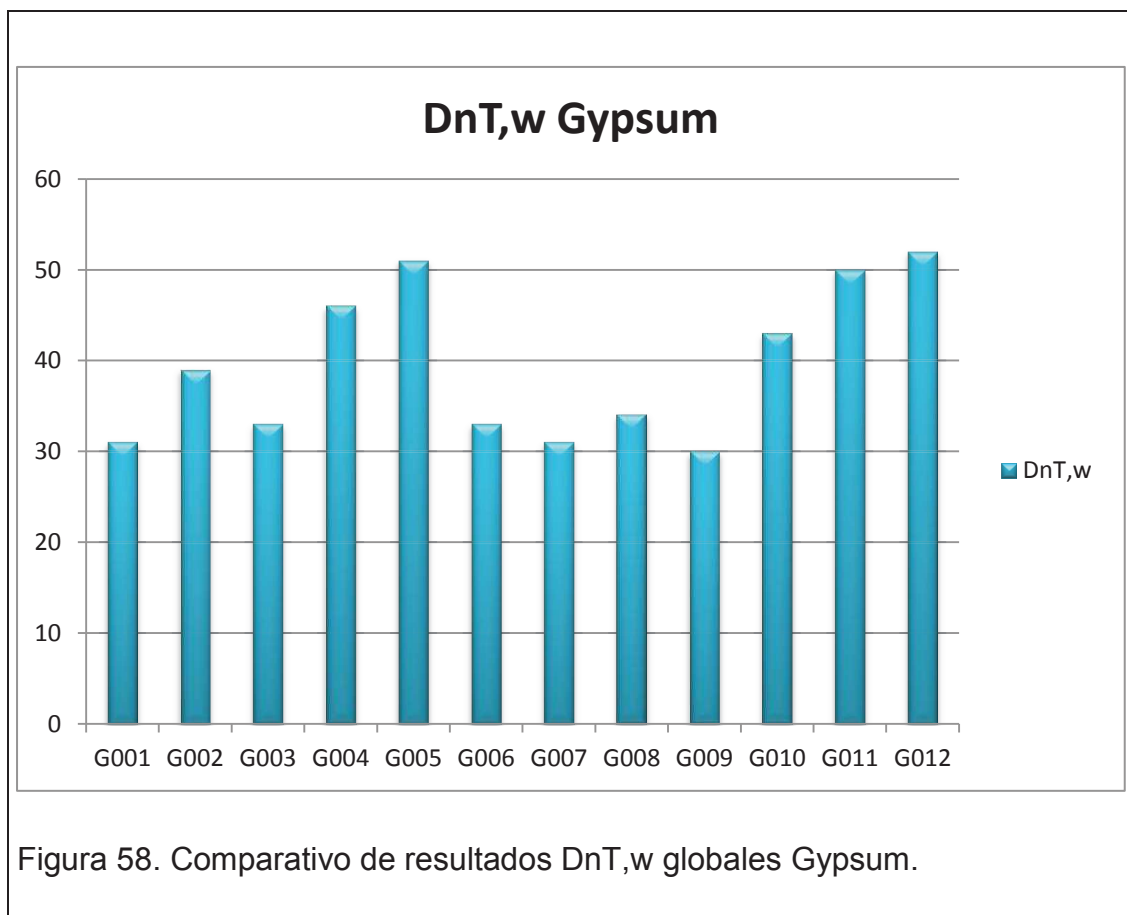


Figura 58. Comparativo de resultados DnT,w globales Gypsum.

En la Figura 58 se puede apreciar una comparación de los niveles del DnT,w obtenidos en los 12 ensayos realizados en particiones de gypsum y la dispersión de los mismos. La diferencia entre el ensayo que tiene menor aislamiento y el que tiene mayor aislamiento es de 22 [dB].

Es importante analizar los datos de cada sede individualmente, identificando los factores que influyen en la pérdida de aislamiento.

5.3.2 Resultados sede Queri

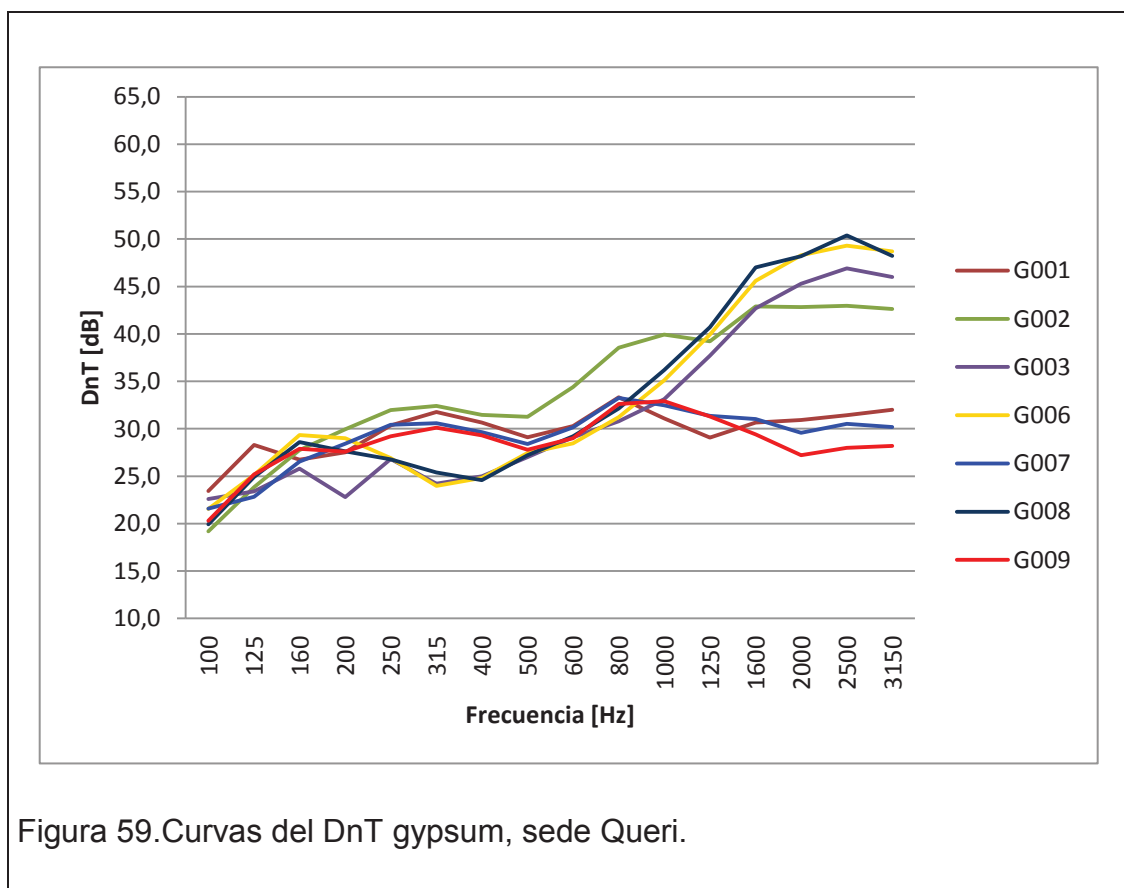


Figura 59. Curvas del DnT gypsum, sede Queri.

En la Figura 59 se muestran valores de DnT por tercio de octava de los ensayos realizados en la sede Queri. El análisis de las particiones en la sede Queri es importante debido a la notable diferencia de aislamiento acústico que existe en determinados rangos de frecuencias.

Las siete particiones tienen la misma composición; placas de cartón yeso con una cavidad de 0,12 [m] entre las dos caras de la pared rellena de material absorbente. Considerando esto, se descarta que la composición de la partición sea el factor que establezca la gran diferencia entre estos dos grupos de particiones.

Se pueden apreciar dos grupos de recintos:

- Grupo A: Ensayos G001, G002, G007, G009
- Grupo B: Ensayos G003, G006, G008

En la Figura 61 en los recintos emisores y receptores de los ensayos del Grupo B el techo está compuesto por cielo raso de gypsum



a)



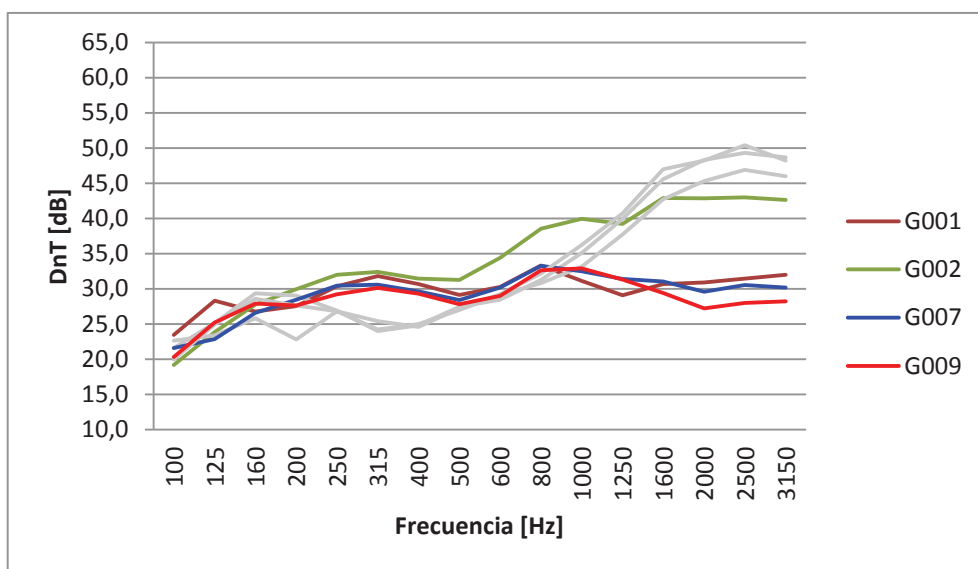
b)



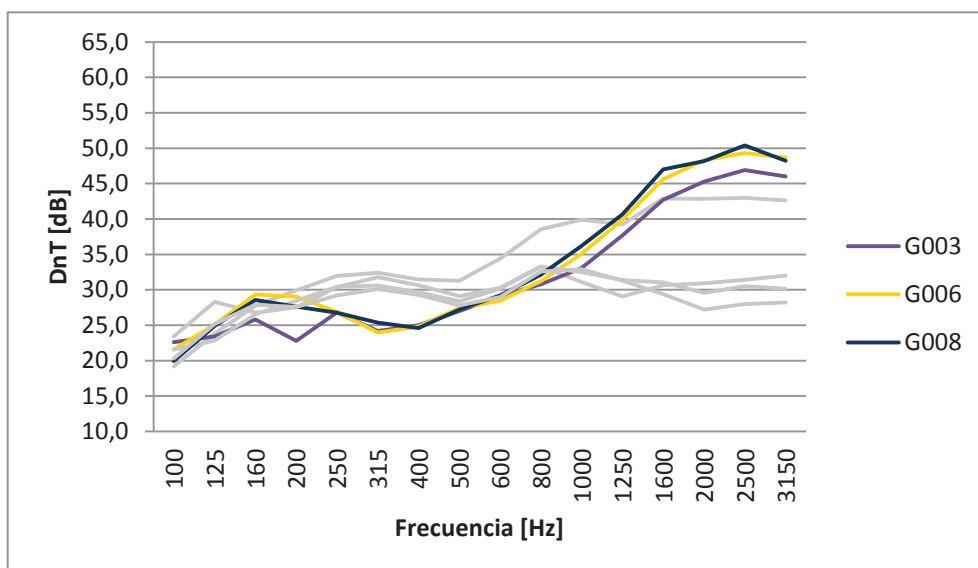
c)

Figura 61. Grupo B. Cielo Raso

- a) Ensayo G003
- b) Ensayo G006
- c) Ensayo G008



a)



b)

Figura 62. Curvas del DnT gypsum, sede Queri.

a) Ensayos Grupo A

b) Ensayos Grupo B

Como se observa en la Figura 62 entre los dos grupos de ensayos existen diferencias en el comportamiento de las curvas en dos rangos de frecuencias,

el primer rango que esta entre 160 [Hz] a 500[Hz] aproximadamente, el segundo rango de frecuencias está entre 800 [Hz] a 3150[Hz].

El tiempo de reverberación es un factor predominante en el aislamiento acústico, mientras mayor sea el tiempo de reverberación dentro de la sala, el nivel de aislamiento acústico disminuirá; por lo que es importante analizar los valores de tiempo de reverberación de los dos grupos de particiones de la sede Queri.

Tabla 32. Tiempo de reverberación, ensayos sede Queri.

GRUPO	CÓDIGO	VOLUMEN	T60 ₅₀₀ [Hz]
A	G001	176,05	1,74
A	G002	136,22	1,78
A	G007	176,21	1,88
A	G009	174,47	1,94
B	G003	146,92	0,77
B	G006	137,28	0,73
B	G008	139,09	0,55

En el caso de las particiones del Grupo B como se muestra en la Tabla 32 los tiempos de reverberación de los cuatro ensayos sobrepasan valores de 1,7 [s] a comparación de los ensayos del Grupo A en los que en ningún caso el tiempo de reverberación llega ser mayor a 0,8[s].

Analizando la Figura 62, en el rango de frecuencias entre 800 [Hz] a 3150[Hz], los ensayos del Grupo B tienen un incremento en el aislamiento en comparación con los ensayos del Grupo A, que en el mismo rango mantiene un comportamiento lineal. Esto debido a la absorción producida por el cielo raso de gypsum, disminuyendo significativamente el tiempo de reverberación.

El caso opuesto a este, se da en el rango de frecuencias entre 160 [Hz] a 500[Hz] disminuye el aislamiento para los ensayos del Grupo B. La cámara de aire existente entre la losa de deck y el cielo falso de 0,5 [m] de espesor genera un incremento en las frecuencias que coinciden con la frecuencia de cavidad

relacionadas directamente con el espesor de cámara de aire. La frecuencia de cavidad viene dada por la siguiente ecuación:

$$f_e = \frac{c}{2d}n$$

(Ecuación 38)

Donde:

d : Distancia entre la losa y el cielo falso (m)

n : Valores enteros.

Para este caso la cavidad tiene una altura de 0,5[m], por lo que la ecuación de frecuencia estacionaria se expresa con los siguientes valores:

$$f_e = \frac{344}{2 * 0,5}$$

Obteniendo:

$$f_e = 344[Hz]$$

El espesor de la cavidad de aire entre la losa y el cielo falso genera ondas estacionarias, elevando el nivel de la zona de frecuencias en la que se sitúa la frecuencia de la onda estacionaria, y por ende disminuyendo el nivel de aislamiento acústico en dicha zona.

El Código Técnico de la Edificación (CTE DB-HR), que rige en España, dicta que los elementos constructivos que delimitan un aula, sala de conferencias, un comedor y un restaurante, deben tener suficiente absorción acústica tal que:

- El tiempo de reverberación en aulas o salas de conferencia vacías, con un volumen menor a ,350 [m3], no debe ser mayor a 0,7 [s].
- Para aulas o salas de conferencia con volumen menor a 350[m3], debe tener un tiempo de reverberación no mayor a 0,5[s]. (Ministerio de Vivienda, 2009)

Comparando con los tiempos de reverberación de los salones de la sede Queri, que no superan los 350 [m3], e incluyendo el total de las butacas; en

ningún caso se cumple con los valores de tiempo de reverberación antes mencionados. Esto conlleva a la degradación del aislamiento acústico del sistema de partición.

5.3.3 Resultados sede Udlapark

Si se analiza detalladamente a las particiones de la sede Udlapark se puede apreciar la influencia que tienen los elementos adyacentes a la partición en la pérdida de aislamiento.

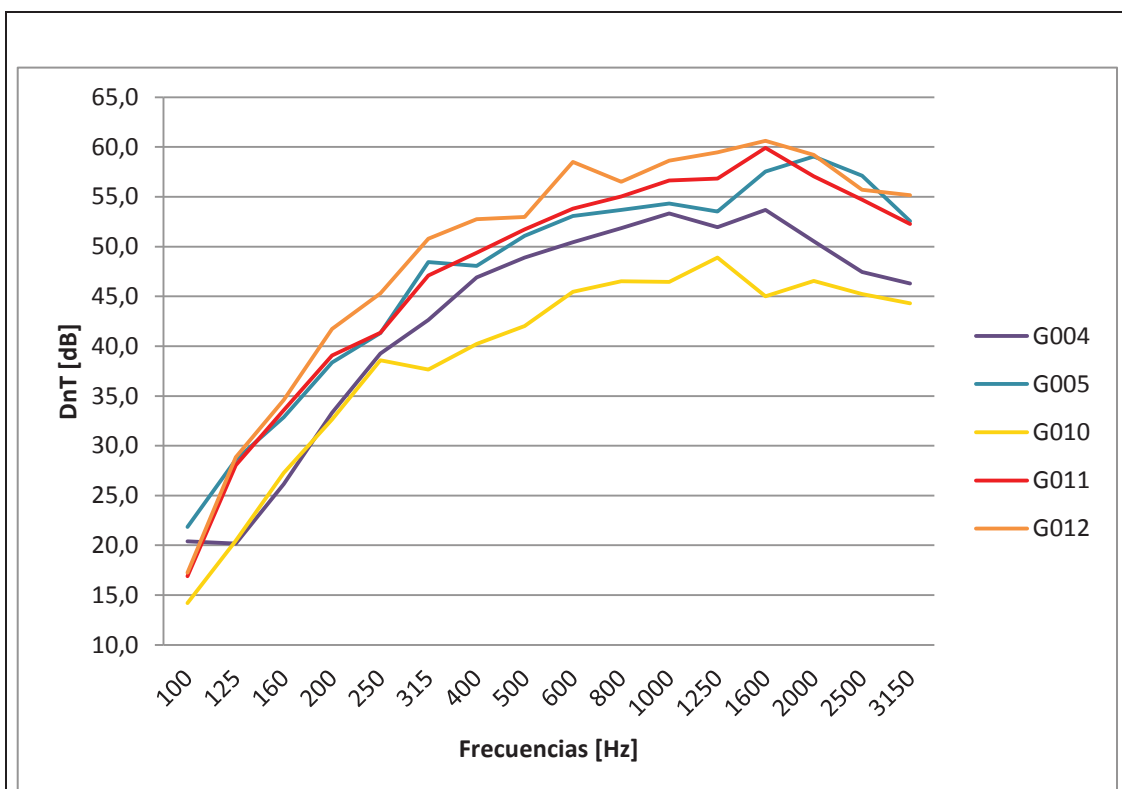
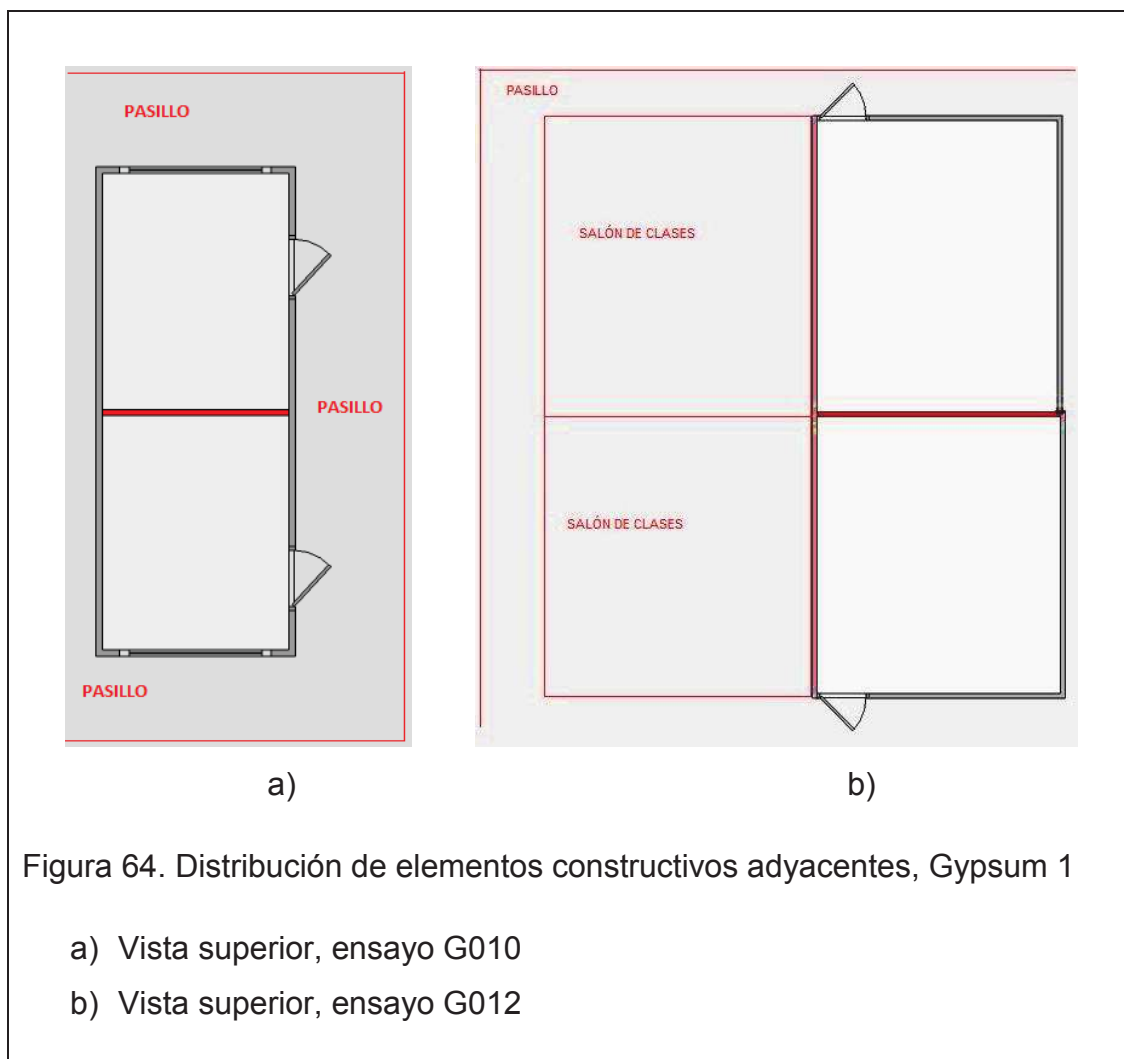


Figura 63. Curvas del DnT gypsum, sede Udlapark.

En la Figura 63 se aprecian los valores de DnT por banda de tercio de octava de los ensayos realizados en la sede Udlapark.

Si tomamos la curva más alta de aislamiento, en este caso la del ensayo G012 y la curva más baja correspondiente al ensayo G010, se pueden observar las diferencias existentes con respecto a la constitución del sistema de partición.



En la Figura 64 se puede apreciar que en el ensayo G010, las puertas de los recintos se encuentran en la misma superficie, las cuales están conectadas por medio de un pasillo. Además las superficies posteriores a la partición están conformadas por paredes de vidrio. En cambio, los recintos del ensayo G012 no tienen vías de transmisión indirecta, debido a que las superficies adyacentes a la partición se encuentran entre otros recintos, por lo que no existen elementos como pasillos que conecten directamente a estos dos espacios. Las puertas de ingreso a estas aulas se encuentran en las superficies posteriores a la partición.

Los valores de $D_{nT,w}$ de estas dos particiones tienen una diferencia de 9 [dB], lo que evidencia la influencia que genera una vía de transmisión indirecta en el valor de aislamiento de un sistema.

5.3.4 Comparación entre sedes

Como se muestra en la Figura 65, si se realiza una comparación del promedio lineal de los valores de las curvas de D_{nT} entre las particiones de la sede Queri y Udlapark, se visualiza una gran diferencia entre el aislamiento de las particiones de las dos sedes.

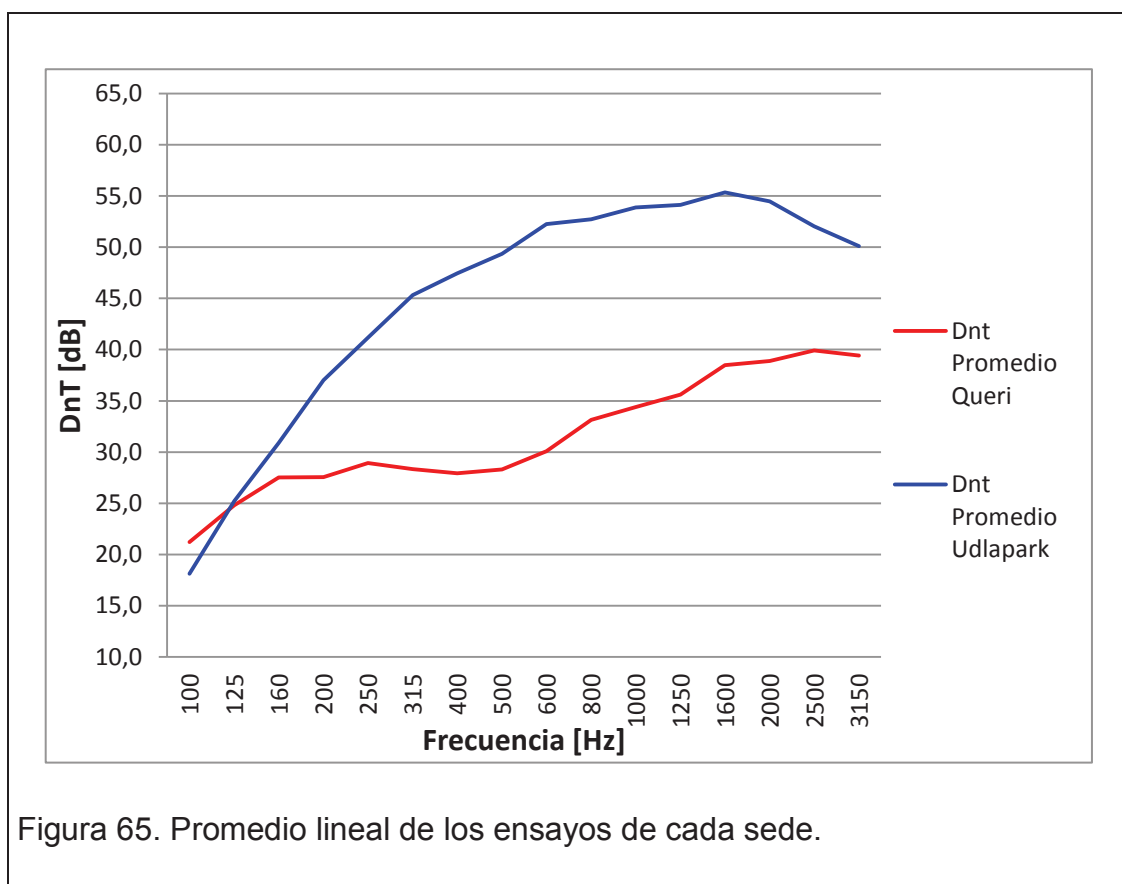


Figura 65. Promedio lineal de los ensayos de cada sede.

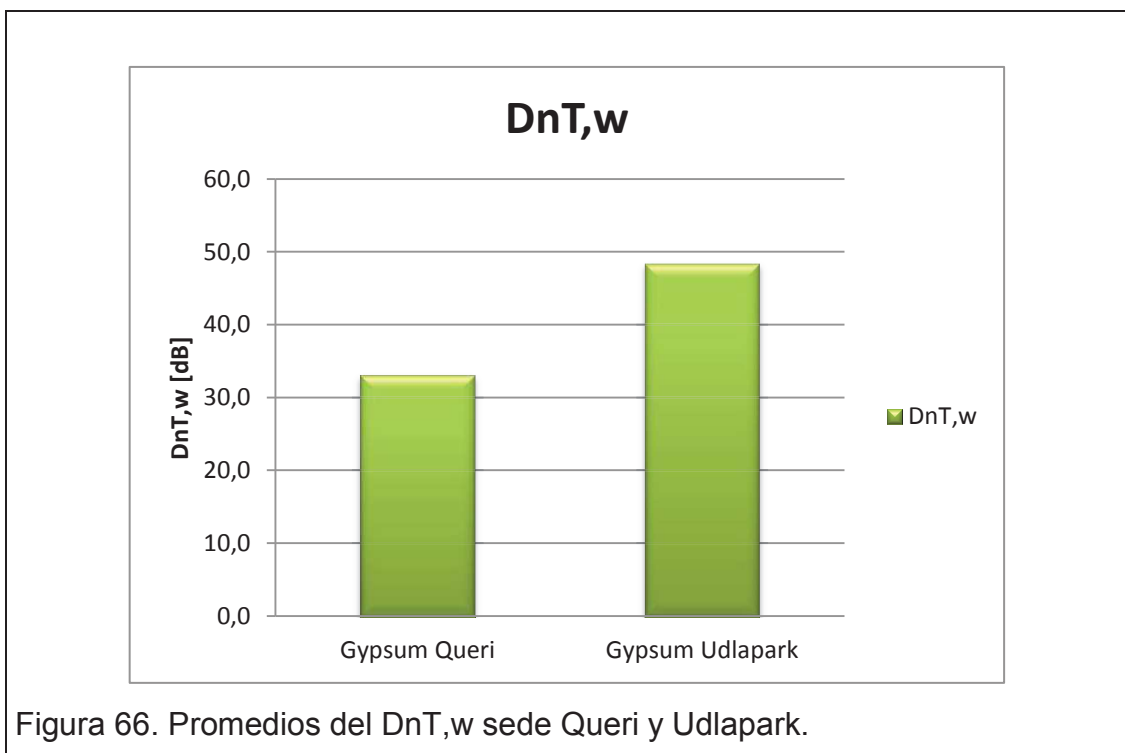


Figura 66. Promedios del DnT,w sede Queri y Udlapark.

En la Figura 66 se puede observar que el promedio lineal del DnT,w de las mediciones realizadas en particiones de gypsum de la sede Queri es menor al de la sede Udlapark, con una diferencia de 15 [dB].

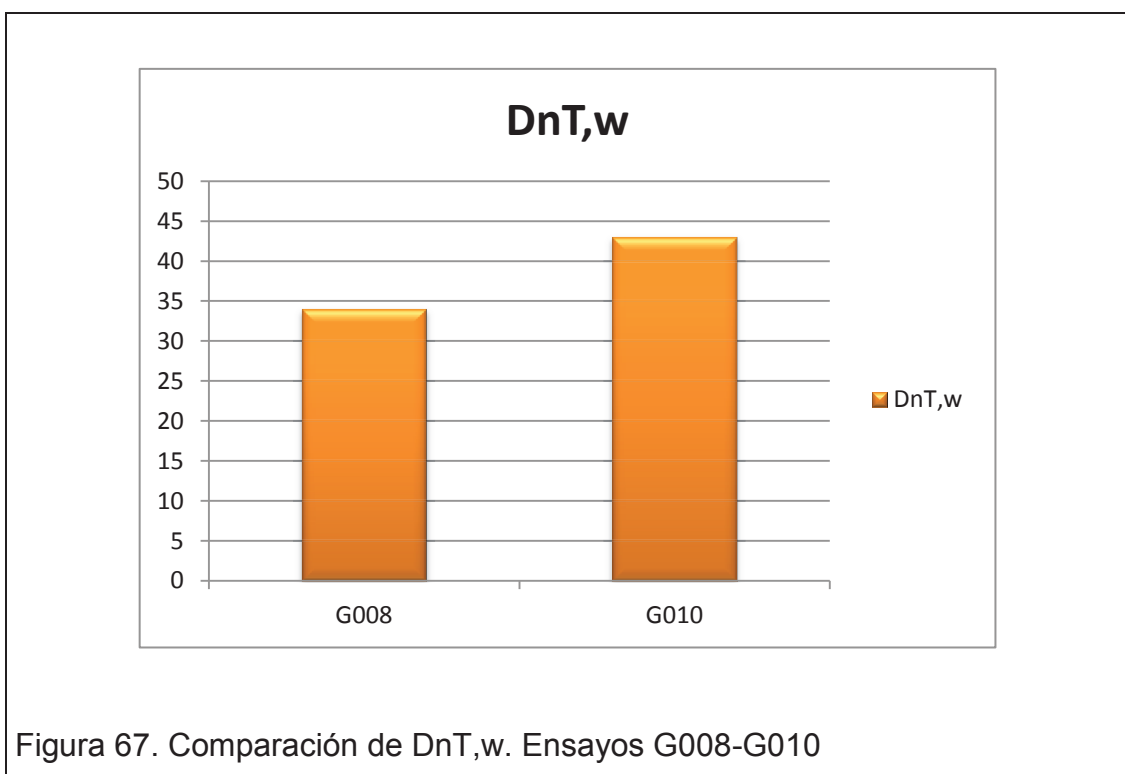
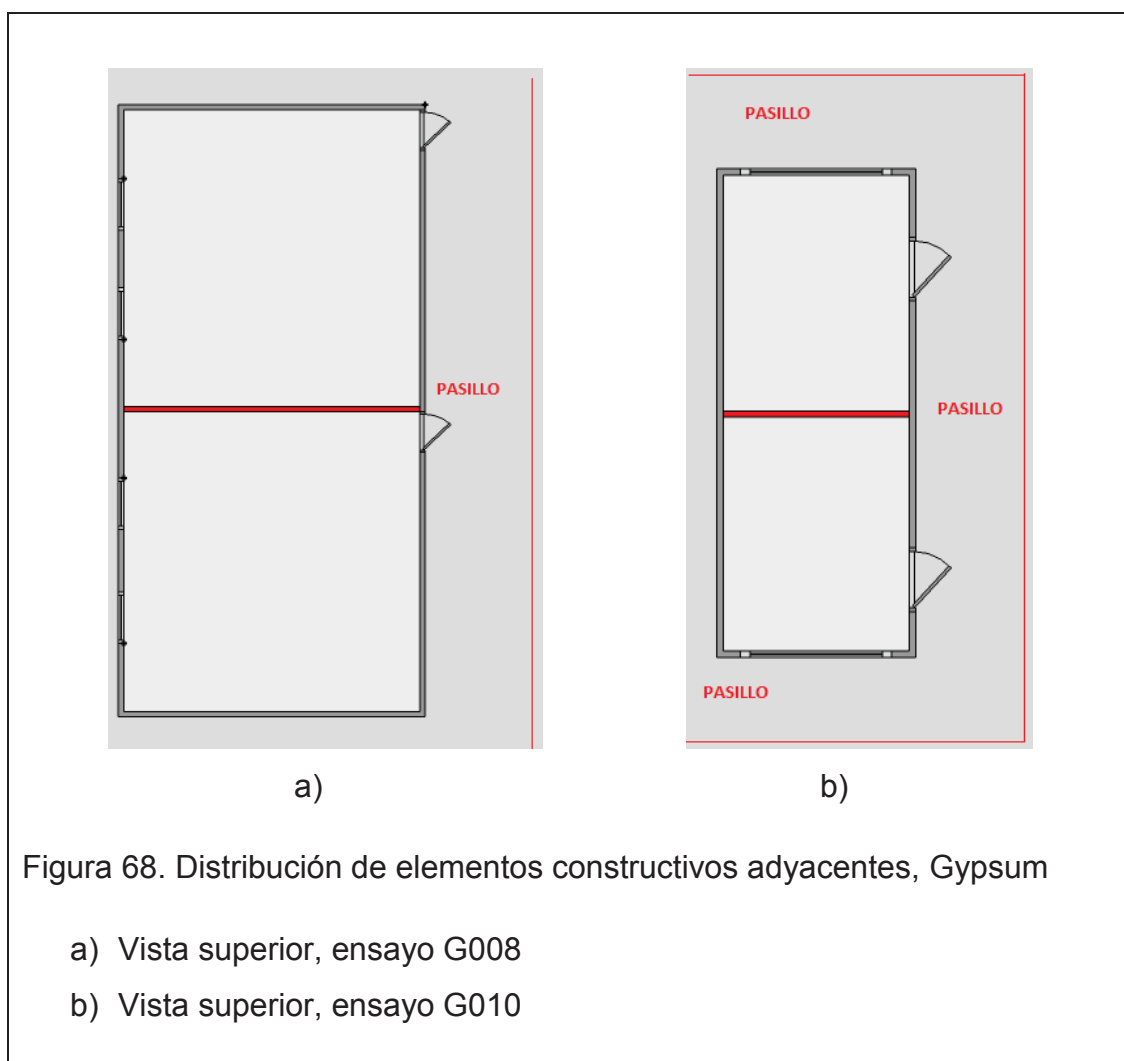


Figura 67. Comparación de DnT,w. Ensayos G008-G010

En la Tabla 27, que muestra los valores de $D_{nT,w}$ de todos los ensayos de gypsum, se observa que incluso el ensayo que presenta el mejor nivel de aislamiento de la sede Queri (G008), es 9 [dB] menor al ensayo con menor nivel de aislamiento de la sede Udlapark (G010).



Los recintos emisor y receptor de los ensayos G008 y G010 están conformados por cielo raso de gypsum en el techo, y las puertas de ingreso a los recintos se encuentran conectadas por un pasillo; características comunes para ambos ensayos.

En la Figura 68 se puede observar que los recintos del ensayo G008 tienen una superficie que es parte de la fachada del edificio compuesta por dos ventanas en cada lado de la partición. En cambio los recintos el ensayo G010 ninguna de

sus superficies forman parte de la fachada del edificio y no tiene ventanas adyacentes a la partición; diferencias que provocan la variación de aislamiento.

5.4 Ladrillo

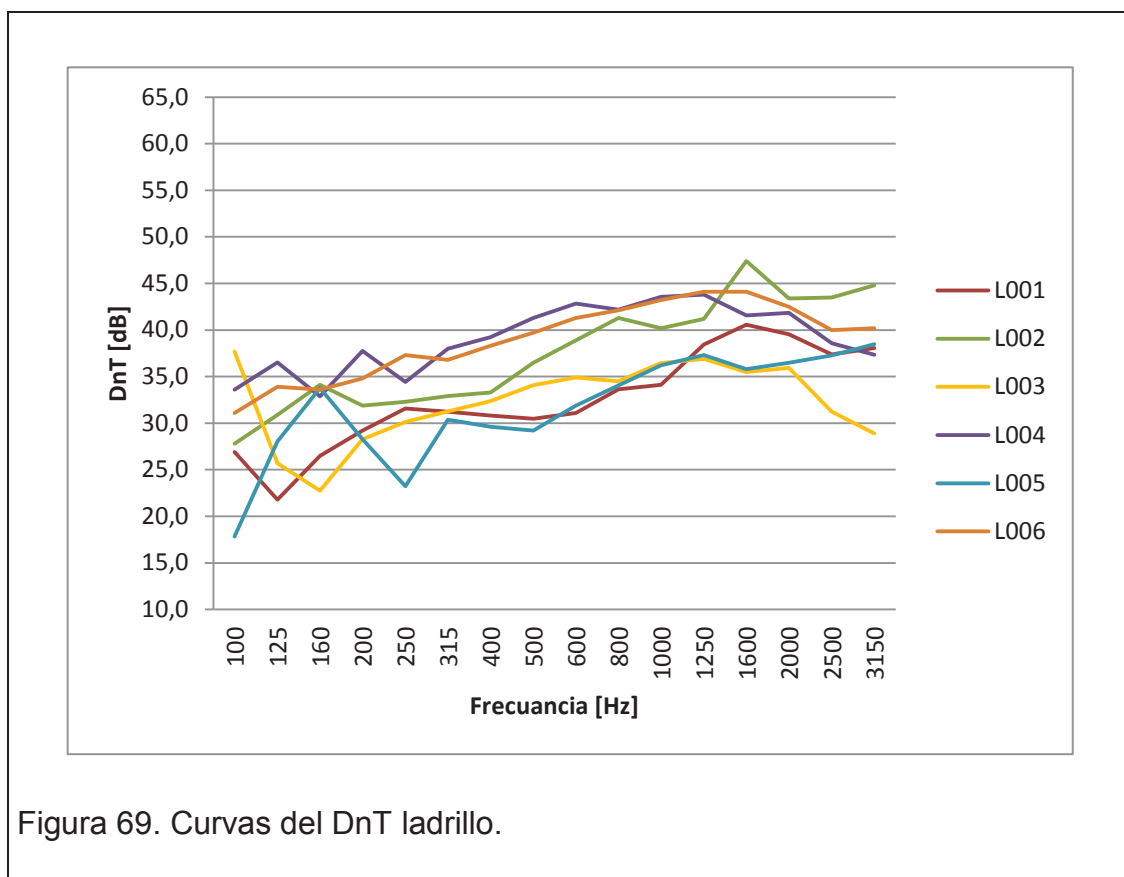
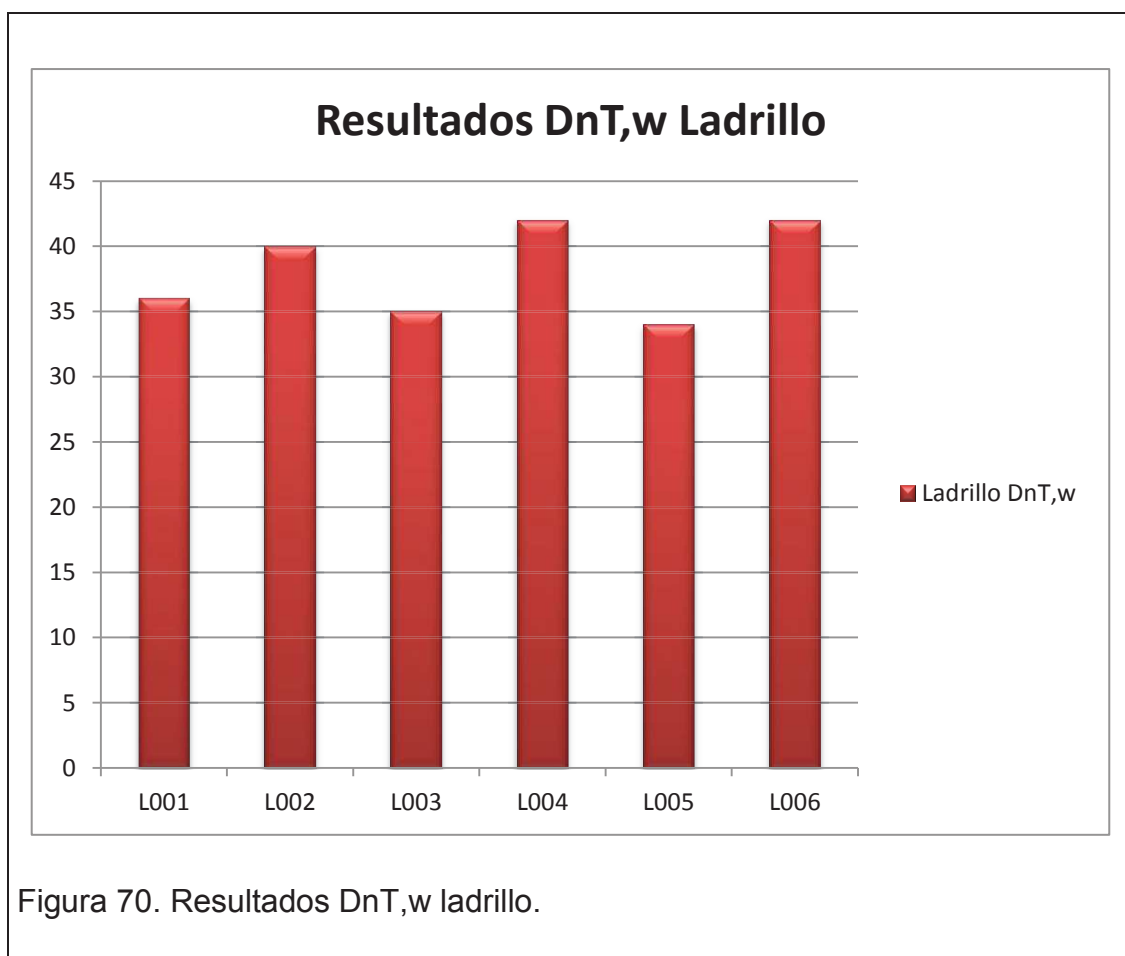


Figura 69. Curvas del DnT ladrillo.

En la Figura 69 se muestran los valores de DnT por banda de tercio de octava de los ensayos realizados en particiones de ladrillo. Después de la disminución del aislamiento en cada curva debido a la frecuencia de coincidencia entre el rango de 125 [Hz] a 250 [Hz], las curvas de DnT tiene un incremento manteniendo una tendencia similar.

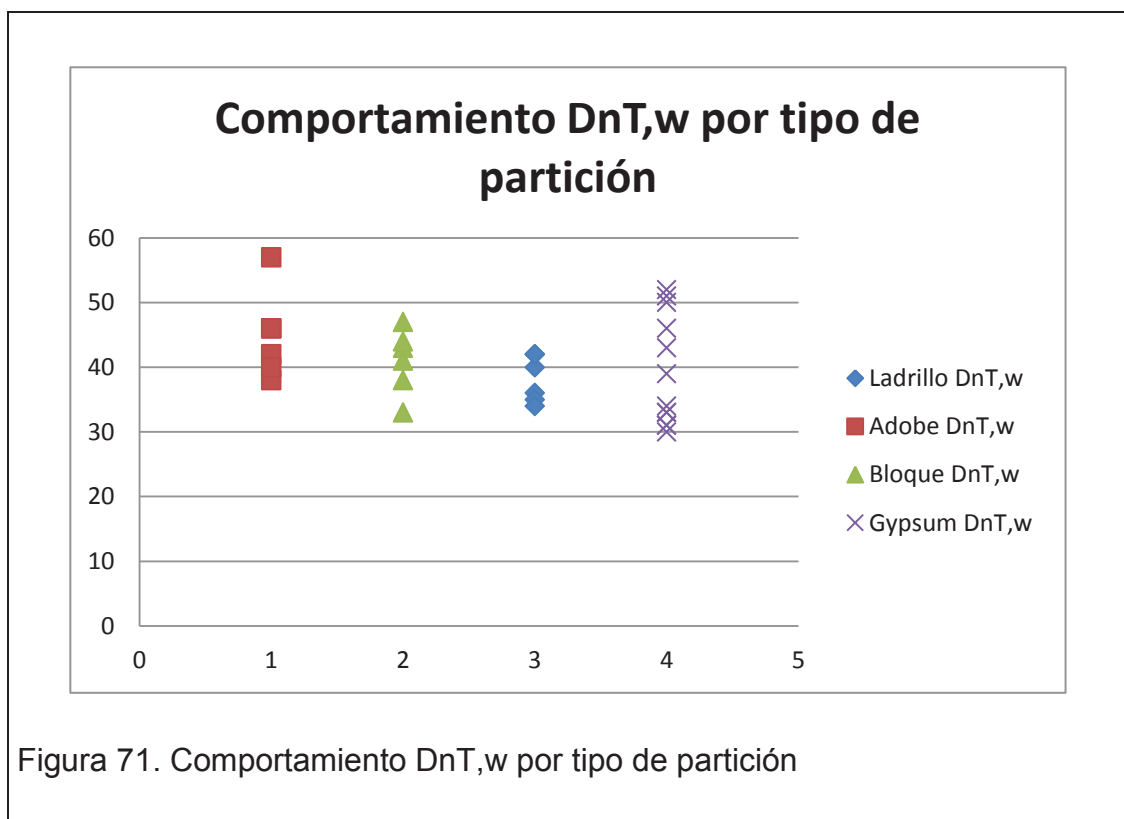
Las particiones conformadas por bloques de ladrillo son consideradas como particiones de mampostería tradicional, con una masa superior por metro cuadrado con respecto a una partición de gypsum. Si el análisis se rigiera a la

ley de la masa el aislamiento de la partición de ladrillo debería ser mayor que el de un material más ligero.



En la Figura 70 se puede apreciar una comparación de los niveles del DnT,w obtenidos en los seis ensayos realizados con particiones de ladrillo. La diferencia entre el ensayo que tiene menor aislamiento y el que tiene mayor aislamiento es de 8 [dB].

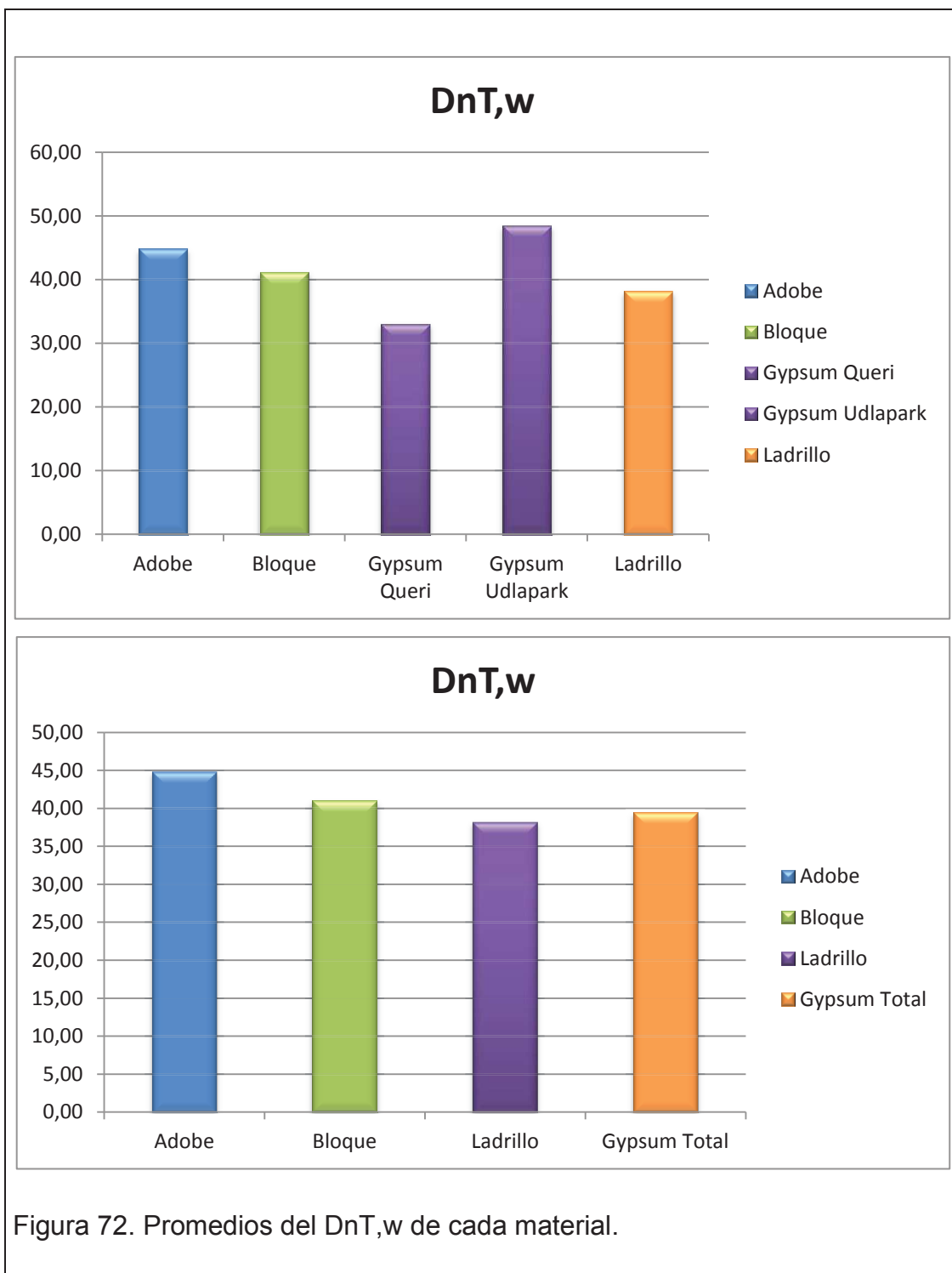
5.5 Comportamiento por sistema constructivo



En la Figura 71, se muestran los valores de DnT,w de cada uno de los ensayos para cada sistema constructivo.

Se puede apreciar que los ensayos realizados en particiones de ladrillo tienen el comportamiento más homogéneo de todos los sistemas con respecto al aislamiento acústico. De igual manera las particiones de adobe tienen un comportamiento homogéneo a excepción del ensayo A004, debido a que en la partición no existen medios por los que el ruido pueda transmitirse, el altura de las losas de cada lado de la partición es distinta, por lo que el único medio de transmisión es a través de la partición de adobe.

Los valores de DnT,w de los ensayos realizados en particiones de gypsum presentan la mayor dispersión entre todos los casos analizados, como se explica en el Capítulo 5.3.1



En la Figura 72 se puede apreciar una comparación de los promedios del DnT,w de los ensayos realizados para cada sistema constructivo. Las particiones de gypsum representan un caso particular debido a que si se analiza de manera individual los ensayos realizados en la sede Queri y

Udlapark se tienen los casos de menor y mayor nivel de aislamiento respectivamente.

Sin embargo, si se realiza un promedio de todos los ensayos realizados en particiones de gypsum se tiene que el sistema de menor aislamiento es el ladrillo, mientras que el sistema con mayor nivel de aislamiento es el adobe.

5.5.1 Análisis por períodos de tiempo

La evolución del aislamiento acústico con respecto al tiempo va ligado a la evolución de los materiales utilizados en distintos períodos de tiempo. Los ensayos se realizaron en construcciones elaboradas en distintos períodos de tiempo en particiones conformados por adobe, bloque, ladrillo y gypsum

El adobe dentro de la ciudad de Quito se encuentra en los barrios más antiguos de la ciudad y en los sectores rurales, en donde su uso se ha prolongado hasta estos días en ciertas aplicaciones. La mayor diferencia con otros elementos constructivos es el ancho de las particiones elaboradas con este material; llega a ser tres o cuatro veces más anchas que una pared de ladrillo, bloque o gypsum.

El valor de $D_{nT,w}$ promedio de las particiones de adobe es de 45,17 [dB], con valores que varían desde los 38 [dB] hasta los 57 [dB] en el caso más óptimo.

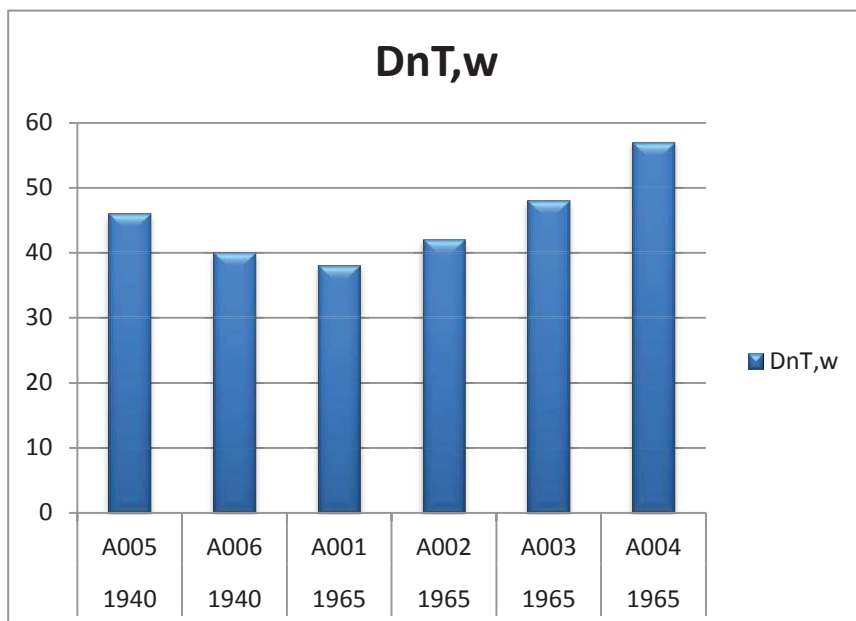
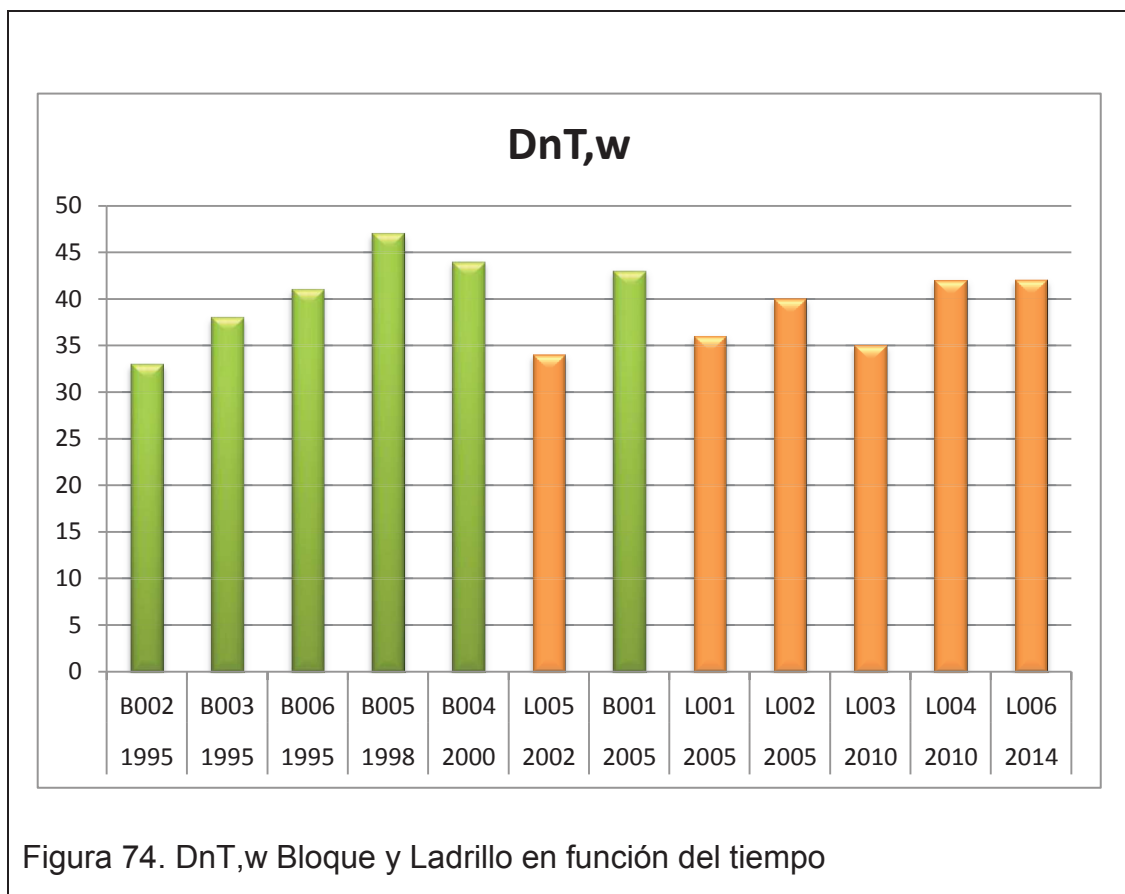


Figura 73. DnT,w Adobe en función del tiempo

El uso de ladrillos macizos y bloques de hormigón pueden ser estudiados como elementos que han sido usados dentro de los mismos períodos de tiempo. La implementación de estos materiales hizo posible la construcción de edificaciones más altas. El nivel promedio de aislamiento de las particiones de ladrillo es de 39.58 [dB], muy inferior con respecto al promedio del adobe de 45,17 [dB]. En el caso de las particiones de bloque, se tiene un valor promedio de nivel de aislamiento de 41 [dB], mejor que el nivel de aislamiento presentado por el ladrillo que es de 38,17 [dB]. Los valores de aislamiento para este grupo de elementos van desde los 33 [dB] para el caso más deficiente, mientras que el caso más óptimo tiene un valor de aislamiento de 47[dB].



En el caso de las particiones conformadas por placas de gypsum, con un espacio de aire entre ellas, relleno de material absorbente, actualmente preferido como particiones entre espacios particulares dentro un mismo edificio como oficinas o salas de clase, debido a su rápido montaje y a la facilidad para realizar modificaciones en la distribución de espacios. El valor promedio del nivel de aislamiento de este tipo de sistemas es de 39,42 [dB], el valor menos eficiente de los sistemas analizados.

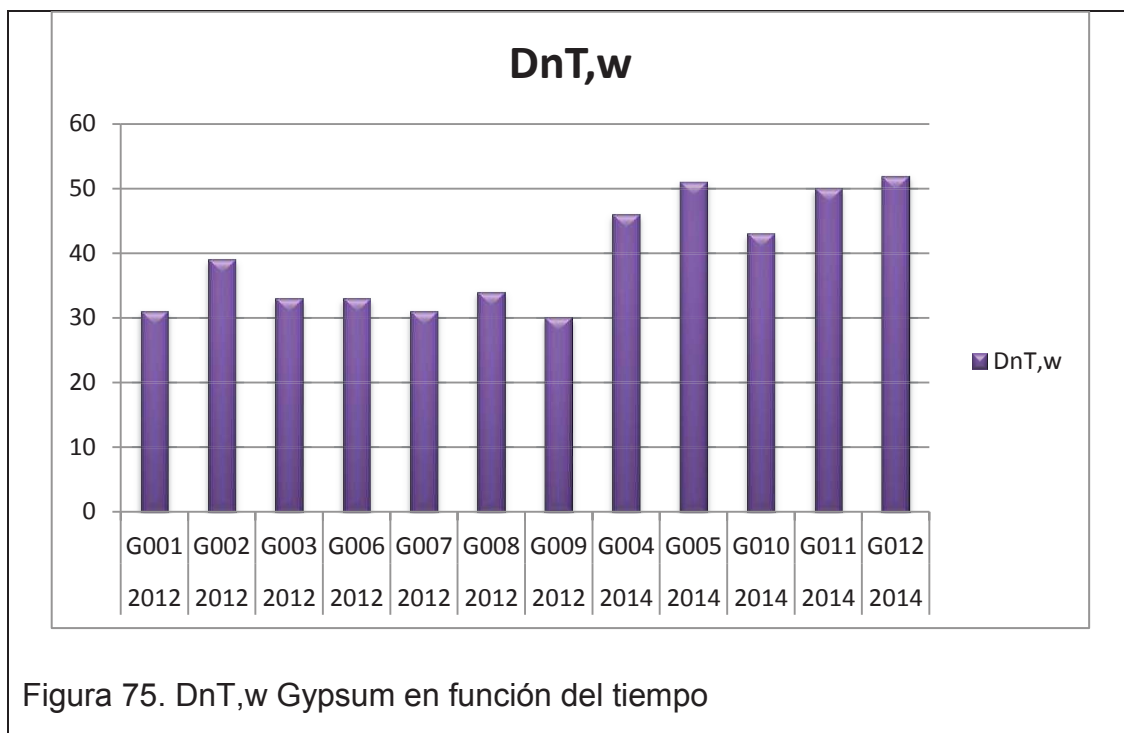


Figura 75. DnT,w Gypsum en función del tiempo

La composición integral del sistema de partición, montaje y sellado de juntas, influye en la variación del nivel de aislamiento. Para este tipo de particiones se tienen valores de nivel de aislamiento que van desde los 30 [dB] hasta los 52[dB], con un rango de variación de 22 [dB]; a comparación del adobe que tiene un rango de variación de 19[dB] y del bloque y ladrillo con un rango de 14[dB], demostrando la importancia en el montaje de todo el sistema. Si existen medios por donde el ruido se propague, se verá afectado en gran medida el aislamiento.

Al hacer una comparación de los promedios de aislamiento acústico de los tres grupos diferenciados por época se tiene los siguientes valores de DnT,w.

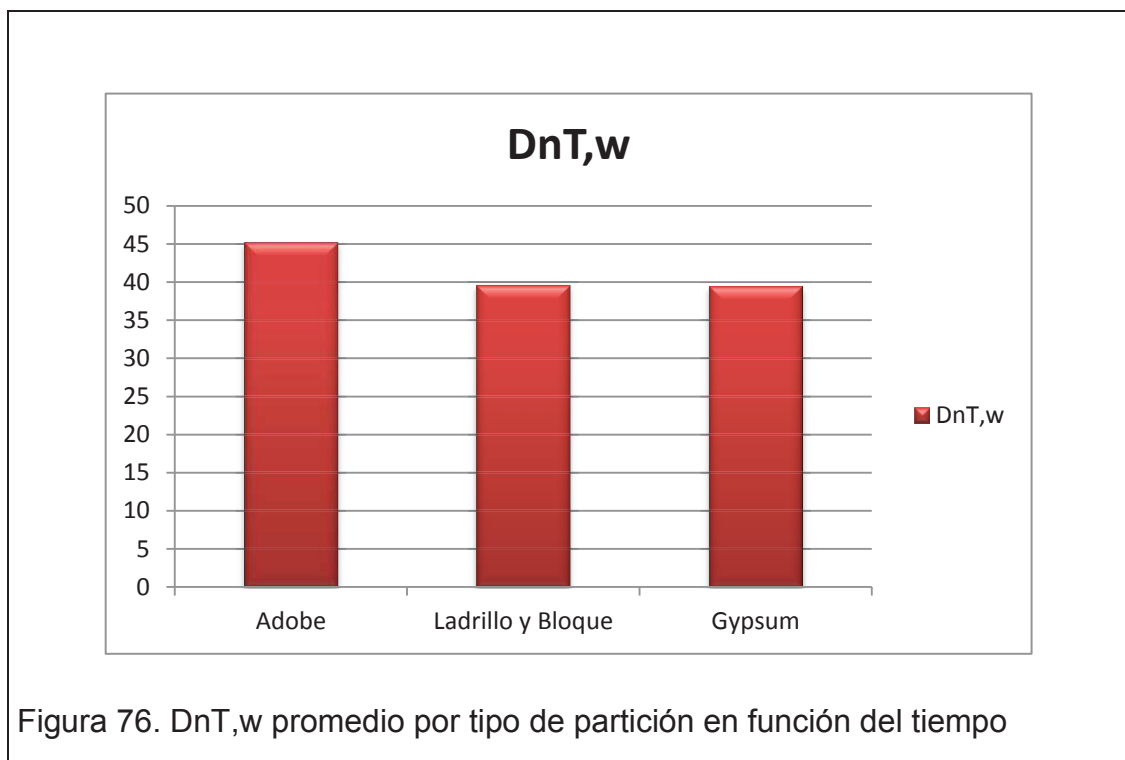


Figura 76. DnT,w promedio por tipo de partición en función del tiempo

Se evidencia que las particiones de adobe son un 14.12% más eficientes que las de las particiones de ladrillo y bloque. Con respecto a las particiones de gypsum, las particiones de adobe son 14,59% más eficientes.

En términos globales, existe una degradación de los niveles de aislamiento con respecto al tiempo, si se considera al adobe como el elemento predominante en la construcción, sobre todo hasta aproximadamente la primera mitad del anterior siglo, y sabiendo que el uso del bloque, ladrillo y gypsum son los elementos actuales usados en la construcción. En promedio se tiene una disminución de aproximadamente un 12,55% en el nivel de aislamiento acústico.

6 ANÁLISIS ECONÓMICO

6.1 Análisis del costo de construcción por tipo de partición

Uno de los factores más importantes al edificar un inmueble es el costo de la mampostería, lo que conlleva a elegir los materiales de construcción tomando en cuenta su costo, durabilidad y el precio de montaje entre los aspectos más relevantes.

Al ser este un análisis comparativo de diferentes materiales empleados en la construcción de particiones entre dos espacios independientes se debe tener en cuenta las diferencias en porcentaje de costo frente a la cantidad de aislamiento acústico que puede generar cada partición dependiendo del material.

Este análisis se puede simplificar estudiando las diferencias entre los tipos de mampostería tradicional, que es el caso de las particiones conformadas por bloque de hormigón o ladrillo macizo, y diferenciarlos con el sistema de partición liviano, gypsum.

La diferencia en el montaje más evidente entre la ejecución de una partición de mampostería tradicional y un sistema liviano es el tiempo de ejecución de cada partición y su influencia en el precio de mano de obra empleado. En el caso de una partición de ladrillo es necesario de un albañil y un auxiliar, con una hora en promedio por metro cuadrado, lo que contrasta con un treinta por ciento menos de tiempo en promedio por metro cuadrado en la instalación de una partición de gypsum.

La gran diferencia en el montaje de un sistema liviano de placas de cartón yeso montadas sobre una estructura metálica ajustada a las superficies horizontales y verticales del espacio a ser dividido y relleno de material absorbente en la cavidad entre las dos placas de cartón yeso, lo cual conlleva a un proceso más ágil de montaje, debido que la colocación de los segmentos de la superficie pueden ser colocados de manera sucesiva e inmediata. Este no es el caso de

una partición de mampostería tradicional, en la que se debe realizar el montaje por secciones de hileras de ladrillo, las cuales se juntan a través de una mezcla denominada mortero de cemento de albañilería y arena fina. Esto limita la cantidad de hileras que se pueden montar de forma vertical simultáneamente, debido a que el mortero cuando está aún fresco tiende a desplazarse. Esto obliga a realizar por etapas la construcción de este tipo de partición, lo que conlleva mayor tiempo de trabajo por parte del albañil y el auxiliar.

Los valores por metro cuadrado de montaje de una partición dependiendo el material y la mano de obra que maneja el Servicio de Contratación de Obras (SECOB) son los siguientes:

Tabla 33. Precio de mano de obra por metro cuadrado de construcción

MATERIAL	PRECIO dólares/m²
Ladrillo	17,27
Bloque 15cm	13,53
Bloque 10cm	15,07
Bloque 20cm	15,45
Gypsum	12,09
Enlucido	6,66

Usando los valores teóricos de índice de reducción acústico de estos tres materiales se puede establecer la siguiente relación con respecto al precio de montaje por metro cuadrado de cada material frente a su cantidad de reducción acústica frente al ruido aéreo.

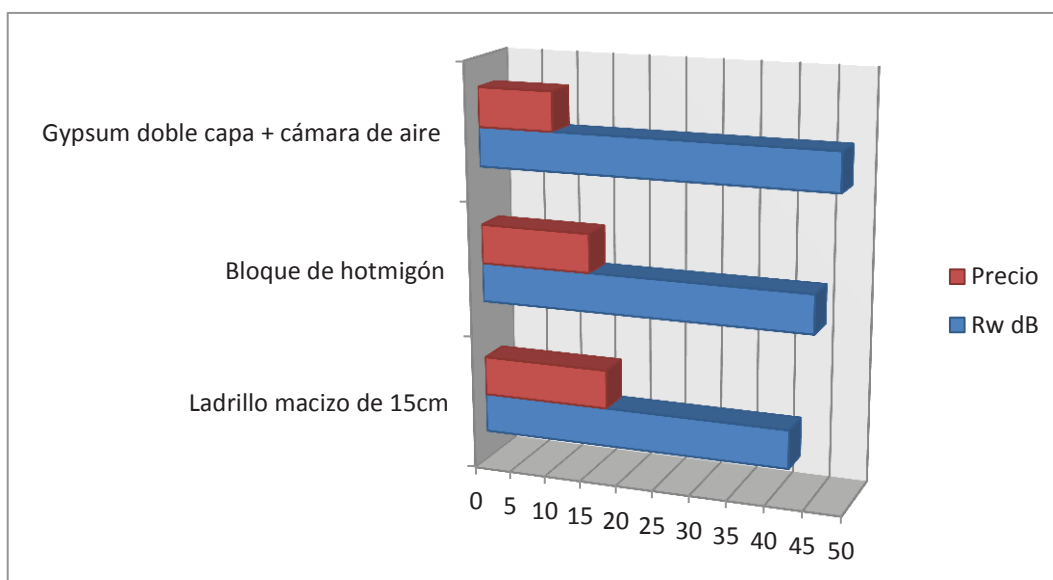


Figura 77. Valores de precios y Rw teórico, en función del material de la partición.

Adaptado de (Facultad de Arquitectura Universidad de la República, 2015)

En la Figura 77 se observa que el sistema de montaje liviano a base de placas de gypsum es la alternativa más económica y presenta los mayores índices de reducción acústica. Además el bloque muestra mayor eficiencia en aislamiento que el ladrillo.

El adobe es un material barato, el metro cuadrado de construcción tiene un valor de 10,7 dólares aproximadamente, y que en promedio presenta el mejor valor de aislamiento acústico entre los cuatro elementos estudiados en esta investigación. El uso del adobe puede considerarse como un material ineficiente en el formato de construcción actual, sobre todo por el ancho de las unidades de adobe que superan los 0,4 [m] y a la constitución de las unidades de adobe.

6.2 Costo nominal de la investigación

Para el análisis económico se estableció primero el cálculo de horas hombre, esto se realiza tomando en cuenta los gastos de educación, vivienda, alimentación, transporte y vestimenta en el periodo de educación superior de cada uno de los investigadores. Una vez obtenidos estos datos se dividen para el número de años, meses, días y horas empleadas para estudiar, en este caso se tomó como referencia 8 horas de trabajo diario que es igual a las horas de trabajo en el campo laboral, lo que nos entrega como resultado \$ 8,23 usd.

Una vez establecido el valor de la hora hombre se especifican los rubros en los que se ha empleado el tiempo para realizar el proyecto como son investigación teórica, desarrollo de hoja de campo y de cálculo, ubicación de lugares de ensayo, transporte, análisis de resultados y elaboración de informes, se toman en cuenta también objetos de papelería que fueron empleados para las mediciones.

Tabla 34. Rubros empleados en la investigación

Descripción	Horas	Valor Unitario	Valor Total
Investigación teórica	300	8,23	2.468,75
Desarrollo de hoja de campo y de cálculo	48	8,23	395,00
Ubicación de lugares de ensayo	100	8,23	822,92
Transporte	40	8,23	329,17
Análisis de resultados	250	8,23	2.057,29
Elaboración de informes	60	8,23	493,75
Papelería y suministros	1	400,00	400,00
Internet	800	0,80	640,00
		TOTAL	7.606,88

Cuando se han establecido los costos necesarios para el proceso de medición y análisis se incluyen los costos de importación de los equipos que se emplean

en estas mediciones, los valores presentados corresponden a la importación del equipamiento desde el fabricante CESVA, ubicado en España.

Tabla 35. Costos de importación equipos CESVA

Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
1	Sonómetro SC310	3.184,50	3.184,50
1	Módulo de tiempo de reverberación RT310	429	429
1	Módulo análisis frecuencia extendido EF310	275	275
1	Fuente sonora omnidireccional FP122	4.814,70	4.814,70
1	Trípode fuente omnidireccional TR014	258,5	258,5
1	Cesva Insulation Studio (Software)	1.408,00	1.408,00
1	Calibrador acústico clase 1 CB006	767,8	767,8
1	Trípode sonómetro TR050	130,9	130,9
		Subtotal	11.268,40
		Flete	813,04
		Seguro flete (opcional)	267,3
		TOTAL	12.348,74

La suma del costo total del proyecto de investigación se obtiene de la suma del costo de mediciones y los equipos.

Tabla 36. Costo total del proyecto

Descripción	Valor
Compra e importación equipos de acústica	12.348,74
Mediciones	7.606,88
TOTAL	19955,62

Para calcular el valor individual de cada consultoría hay que tomar en cuenta la depreciación de los equipos de acústica, una vez que se los termina de pagar, se devalúan. Asumiendo que los equipos se pagarán en 2 años se calcula un valor mensual de pago por equipos que se incluirá en el costo de cada consultoría, 2 años como referencia ya que transcurrido este tiempo se debe

realizar la primera calibración preventiva de los equipos. Se ha tomado en cuenta un porcentaje de ganancia de 25%.

Tabla 37. Costo por ensayo aplicando la norma ISO 140-4

Descripción	Valor
Pago equipamiento	171,51
Medición y presentación de informe	253,56
Subtotal	425,07
Ganancia	0,25
TOTAL	531,34

7 PROYECCIONES

- El presente trabajo de investigación se enfocó en el análisis de particiones interiores que sirven de división entre espacios destinados a un mismo uso o que servían de separación entre entornos diferentes. Los resultados obtenidos se presentan como una base de datos, sin embargo es importante ampliar los datos obtenidos de mediciones entre recintos de la misma vivienda con una base de datos de mediciones entre diferentes viviendas.
- Es necesario que dentro de la Norma Ecuatoriana de la Construcción exista un estudio más profundo y específico en el aspecto del confort acústico. Se pueden tomar como pautas iniciales los resultados de las mediciones realizadas en el presente trabajo, para establecer parámetros de aislamiento en la construcción generando una mayor eficiencia de las particiones y por ende el mejoramiento del confort acústico.
- La regulación de parámetros de aislamiento acústico puede extenderse hacia otros recintos, como por ejemplo hacia las aulas destinadas al aprendizaje, en donde la calidad de aislamiento acústico contribuye a la reducción del nivel de ruido de fondo de la sala, mejorando la inteligibilidad de la palabra y optimizando la percepción del mensaje y la comunicación entre profesor y alumno.
- En general, se puede extender hacia un estudio global que abarque a todos los recintos clasificándolos por el uso que se les otorga, creando de esta manera espacios más cómodos para quienes las habitan.
- Realizar un estudio comparando diferentes materiales, cuyo espesor sea igual para todos los sistemas de partición.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

- El análisis de los sistemas constructivos más usados dentro de la ciudad de Quito, deja en evidencia las deficiencias de los aspectos de confort acústico en la Norma Ecuatoriana de la Construcción y la carencia de valores mínimos de aislamiento acústico que se deberían cumplir dentro de un recinto, dependiendo del uso del mismo. A diferencia de normativas internacionales, como el Código Técnico de la Edificación que rige en España; en donde se detallan valores específicos de parámetros acústicos con los que deben contar los elementos constructivos de una partición y además detallan modelos de elementos para hacer más eficaces las juntas, en la Norma Ecuatoriana de la Construcción apenas se establecen rangos de valores máximos de ruido dentro de un recinto dependiendo su uso; lo que no basta para conseguir valores óptimos de confort dentro de un recinto. Es indispensable que la reglamentación técnica de la NEC con respecto al aislamiento acústico sea revisada, tomando como referencia los resultados obtenidos en la presente investigación.
- Un sistema de cielo raso, conformado por placas de fibra mineral instalados sobre una estructura metálica colgante, incrementa el aislamiento acústico en el rango de frecuencias medias altas y altas. Esto debido a que es un material poroso y la absorción por roce afecta al rango de frecuencias mencionado. La cavidad de aire que se encuentra entre la estructura del cielo falso y la losa vista de deck, influye en el aislamiento que brinda este sistema, ya que el espesor de la cavidad determina una frecuencia de cavidad propia del espacio, generando ondas estacionarias que incrementan el nivel de la señal, generando una caída del aislamiento en esa zona de frecuencias.

- El tiempo de construcción de las particiones de gypsum es menor a la construcción de una partición con elementos tradicionales, abaratando los costos de su montaje. Esto es un factor que hace más eficiente a los procesos de construcción en la actualidad. Pero si el montaje no está bien ejecutado, puede convertirse en un problema para los habitantes de los recintos en cada lado de la partición. Los resultados obtenidos en los ensayos realizados en particiones de gypsum tienen un rango de variación de 22 [dB], lo que demuestra como un montaje bien ejecutado, con un sellado eficiente entre juntas y disminuyendo el tiempo de reverberación de la sala, permite obtener un sistema de partición eficiente y funcional.
- El tiempo de reverberación de la sala se establece como un parámetro fundamental en el nivel de aislamiento acústico. Esto se identifica en los ensayos realizados en la sede Queri. En donde las salas que cuentan con cielo raso con un tiempo de reverberación bajo los 0,8 [s] el nivel de aislamiento acústico empieza a incrementar desde un rango de frecuencias medias altas hacia las frecuencias altas. En el caso de las salas sin cielo raso, con tiempos de reverberación mayores a 1,7[s] no se observa este incremento.
- Los valores de tiempo de reverberación de las salas de la sede Queri, con respecto a los valores establecidos en el Código Técnico de la Edificación (CTE DB-HR) para aulas de clases y salas de conferencia, están fuera de rango. Este aspecto, a más de perjudicar en el entendimiento del mensaje hablado, perjudica en el nivel de aislamiento de las particiones que delimitan al recinto.
- El costo por metro cuadrado de construcción de una partición de gypsum es más económico de los casos analizados, 12,09 dólares/m², esto se debe a que los tiempos de instalación son menores, abaratando el precio de mano de obra. Además el tipo de montaje permite realizar modificaciones en la distribución de los recintos de forma más ágil.

- Entre los cuatro elementos constructivos, el adobe es el material con menor uso en la actualidad. Este elemento es el más eficiente con respecto al aislamiento acústico entre los elementos constructivos analizados, esto debido al ancho de las particiones, que con respecto a particiones de otros sistemas constructivos, las particiones de adobe son considerablemente más anchas. Con la aparición del bloque y del ladrillo su uso disminuyó, debido a que estos nuevos elementos ocupan un menor espacio dentro de la edificación. Esto conlleva a un mayor aprovechamiento del espacio; más aún con la aparición de las particiones de gypsum. Esto ha generado una degradación del aislamiento acústico con respecto al tiempo. Considerando que los elementos constructivos de bloque, gypsum y ladrillo son usados en la actualidad, se evidencia que ha existido una reducción del aislamiento acústico del 12,55% con respecto al período de tiempo en el que las construcciones hechas de adobe eran las que predominaban en la ciudad.

8.2 Recomendaciones

- En el proceso de medición la fuente de ruido debe emitir una señal continua en nivel y con una intensidad considerablemente alta, por lo que es prudente no tenerla encendida por un tiempo mayor a un minuto. En este período de tiempo se puede desplazar entre los puntos de medición logrando el mayor número de muestras.
- Para que las mediciones sean válidas, el ruido emitido por la fuente desde un recinto hacia el otro recinto que se encuentra tras la partición debe superar en 10[dB] el ruido de fondo. Es necesario hacer una breve inspección auditiva o haciendo uso del sonómetro y comprobar que se está cumpliendo con este parámetro antes de seguir con las mediciones en el cuarto receptor.

- La Norma UNE EN ISO 140-4 establece que el tiempo de integración del sonómetro debería ser de seis segundos para cada banda de frecuencia con frecuencias centrales menores a 400 Hz, sobre este se permite disminuir el tiempo hasta cuatro segundos, por lo que un tiempo de diez segundos en cada punto es suficiente para obtener un nivel de presión sonora bastante preciso en cada punto
- A pesar de que los equipos de medición cuentan con estuches rígidos, el traslado y manipulación de los mismos debe ser cuidadoso, sobre todo en el caso del sonómetro, que se trata de un micrófono de condensador que puede descalibrarse en el caso de un impacto brusco.

REFERENCIAS

- AENOR. (1997). UNE-EN ISO 717-1: Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.
- AENOR. (1999). UNE-EN ISO 140-4: Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición “in-situ” del aislamiento a ruido aéreo entre locales.
- AENOR. (2008). UNE-EN ISO 3382-2: Medición de parámetros acústicos en recintos. Parte 2: Tiempo de reverberación en recintos ordinarios.
- Arau, H. (1999). ABC de la acústica arquitectónica. Barcelona: Ceac.
- Australia Building Centre. (2015). Australia Building Centre. Recuperado el 19 de mayo de 2015, de <http://www.pbtc.com.au/catalog/product/large/209.jpg>
- Av Info. (s.f.). Recuperado el 19 de mayo de 2015, de http://www.proav.de/index.html?http&&www.proav.de/acoustic/RT_meetingrooms.html
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D. H. (1999). Guías para el ruido urbano. Londres: OMS.
- Blondet, M., Vargas, J., Torrealva, D., & Rubiños, Á. (2010). Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras . Lima: Fondo Editorial de la PUCP.
- Cámara de Construcción de Quito y Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2013). Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- Cámara de Construcción de Quito y Mnisterio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción .
- Carrión, A. (1998). Diseño acústico de espacios arquitectónicos. Barcelona, España: Edicions UPC.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres. Construcción de vivienda económica en adobe estabilizado. Lima: PREDES.
- CivilBlog.Org. (2015). CivilBlog.Org. Recuperado el 19 de mayo de 2015, de <http://civilblog.org/2015/02/07/how-to-check-quality-of-bricks-on-site/>

- Decibel. (s.f.). Decibel. Recuperado el 19 de mayo de 2015, de <http://www.decibel.com.ar/materiales/equipos>
- Ecocosas. (s.f.). Recuperado el 19 de mayo de 2015, de <http://ecocosas.com/arq/el-adobe/>
- Ecuatoriana, N. T. INEN 293: .
- Escuela de Contrucción en Tierra. (15 de septiembre de 2012). Recuperado el 19 de mayo de 2015, de <http://ecot.cl/adobe/>
- Facultad de Arquitectura Universidad de la República. (2015). Recuperado el 19 de mayo de 2015, de <http://www.farq.edu.uy/acondicionamiento-acustico/wp-content/blogs.dir/27/files/2012/02/Tablas-de-Indice-de-Reduccion.pdf>
- Flas ProInteg. (s.f.). Flas ProInteg. Recuperado el 19 de mayo de 2015, de <http://flas.pro/images/nivo-slide/img53.jpg>
- Gonzáles de la Cotera, M. (1998). Construcciones de adobe. Lima: Asocem.
- Kreato. (s.f.). Recuperado el 19 de mayo de 2015, de <http://kreato.com.co/productos/split.jpg>
- Long, M. (2006). Architectural Acoustics. Londres, UK.
- Makaewa, Z., Rindel, J., & Lord, P. (2011). Environmental and Architectural Acoustics. New York: Spon Press.
- Millán, J. M. (2012). Instalaciones de megafonía y sonorización . Madrid: Paraninfo.
- Ministerio de Vivienda. (2009). DB–HR Protección Frente al Ruido. Código Técnico de la Edificación.
- Miyara, F. (1999). Control de ruido. Rosario: ASOLOFAL.
- Morales, R., Torres, R., Rengifo, L., & Irala, C. (1993). Manual para la construcción de viviendas de adobe. Lima: CISMID.
- Norma Técnica Ecuatoriana. (1978). INEN 0293: Ladrillos ceramicos. Definiciones, clasificación y condiciones generales.
- Querol Noguera, J. M. (2003). Aislamiento acústico en la edificación: Proyecto, cálculo, control técnico y administrativo. Tarragona: Col.legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Tarragona.

Silver Lake Media Group. (2008). Constru-guia. Recuperado el 19 de mayo de 2015

Soler, S. (2009). Teoría de aislamiento (1ª sesión).

Speedline. (2010). Metal systems product application guide.

Tejeda, C. d., & Moreno, A. (2005). Acústica de la edificación . Madrid: Fundación Escuela de la Edificación .

Van der Hoff Design. (2006). Vanderhoffdesign. Recuperado el 19 de mayo de 2015, de <http://vanderhoffdesign.com/vantextbar.htm>.

Weifang Greenland CO., L. (2008). Weifang Greenland . Recuperado el 19 de mayo de 2015, de http://www.wfgreenland.com/cp_re.asp?id=68

ANEXOS

Anexo 1. Especificaciones técnicas de quipos de medición

CESVA
acoustic instruments

SC310

Especificaciones técnicas



Micrófono

- Modelo **CESVA C-130**: Micrófono de condensador de 1/2". Polarización: 200 V. Capacidad nominal: 22,5 pF. Sensibilidad nominal: 17,5 mV/Pa en condiciones de referencia. Preamplificador: PA-13
- Modelo **CESVA C-250**: Micrófono de condensador de 1/2". Polarización: 0 V. Capacidad nominal: 17,0 pF. Sensibilidad nominal: 46,4 mV/Pa en condiciones de referencia. Preamplificador: PA-14

Ponderación temporal

L_F , L_S , L_I conforme tolerancias clase 1

Parámetros

Ver tabla| Resolución: 0,1dB

Filtros de octava

Clase 1 según EN 61260:95/ A1:01 Frecuencias centrales nominales de las bandas de octava: 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 16000 Hz

Filtros de tercio de octava

Clase 1 según EN 61260:95/ A1:01 Frecuencias centrales nominales de las bandas de tercio de octava: 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000, 6300, 8000, 10000 Hz

Influencia de la humedad

Margen de funcionamiento: 25 a 90 %
Error máximo para 25%<H.R.<90% a 40 °C y 1 kHz: 0,5 dB
Almacenamiento sin pilas: < 93 %

Influencia de los campos magnéticos

En un campo magnético de 80 A/m (1 oersted) a 50 Hz da una lectura inferior a 25 dB(A)

Influencia de la temperatura

Margen de funcionamiento: -10 a +50 °C
Error máximo (-10 a +50°C): 0,5 dB
Almacenamiento sin pilas: -20 a +60 °C

Influencia de las vibraciones

Para frecuencias de 20 a 1000 Hz y 1 m/s²: < 75 dB(A)

Alimentación

2 pilas de 1,5 V tipo LR6 tamaño AA.

Duración típica con funcionamiento continuo:

- Modo Sonómetro: 15 horas
- Modo Analizador Espectro 1/1: 13 horas
- Modo Analizador Espectro 1/3: 11,5 horas

Alimentador de red: AM240

Dimensiones y peso

Dimensiones: 341 x 82 x 19 mm
Peso: con pila 550 g ; sin pila 500 g

Especificaciones técnicas sonómetro SC 310

BP012

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



Altavoz omnidireccional para mediciones acústicas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS

ISO 10140-2
ISO 140-4
ISO 16283-1
ISO 3382-1/-2
ISO 354

DIMENSIONES Y PESO

Diámetro: 400 mm
Peso: 14,5 kg

IMPEDANCIA

Impedancia nominal: 6 Ω

CONECTOR

Speakon® de 4 pines (+1, -1)

POTENCIA

Potencia máxima de entrada: 600 W rms
Potencia acústica: 123 dB PWL
(ruido rosa, bandas de 1/3 de octava de 50 a 5000 Hz)
Distribución de potencia por bandas de tercio de octava:

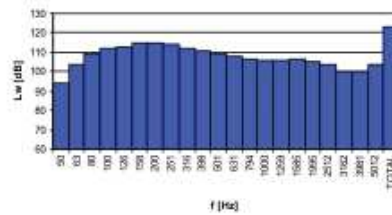


Fig.1 Distribución frecuencial de la potencia acústica del BP012

DIRECTIVIDAD

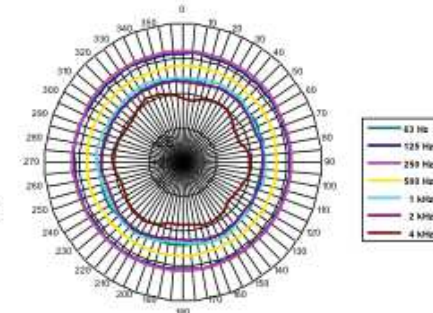
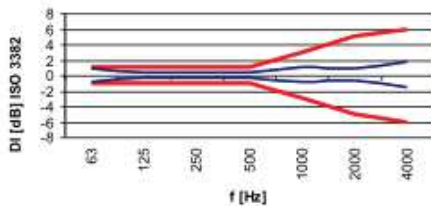
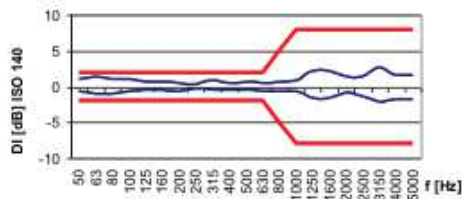


Fig. 2 Diagrama de Directividad para las bandas de octava centradas a 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz y 4 kHz

Especificaciones técnicas fuente de ruido BP012

AP602

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS / ACCESORIOS



Amplificador para fuente omnidireccional

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS

ISO 10140-2, ISO 140-4, ISO 16283-1
ISO 3382-1/-2
ISO 354

POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA:

Ruido rosa filtrado entre las bandas
de 1/3 de octava de 50 a 5000 Hz: 6 W: 580 W

RESPUESTA FRECUENCIAL ($\pm 0,15$ dB)

20 – 20000 Hz

DISTORSIÓN TÍPICA (THD)

3 dB por debajo de la potencia nominal,
20 Hz – 20 kHz y 8 Ω de carga: < 0,05 %

RELACIÓN SEÑAL RUIDO SNR

Ponderación A, 20 Hz – 20 kHz y 8 Ω de carga: > 119 dB

FACTOR DAMPING

< 1 kHz @ 8 Ω : > 1000

CONSUMO TÍPICO:

6 A
(580 VA)

ALIMENTACIÓN

120/230 – VAC
50/60 Hz

DIMENSIONES Y PESO

Dimensiones: 350 x 300 x 150 mm
Peso: 4,750 kg

ENTRADAS Y SALIDAS: CONECTORES

Salida Altavoz: Speakon® de 4 pines (+1, -1)

Salida señal de línea: XLR macho (no balanceada)
pin1 → masa, pin2 → señal directa Hot, pin3 → libre

Entrada señal de línea: XLR hembra (no balanceada)
pin1 → masa, pin2 → señal directa Hot, pin3 → libre

Puerto USB: Tipo B Digital cumple con USB rev. 2.0

Comunicación inalámbrica: Bluetooth clase 1
alcance 80 m

Comunicación mando a distancia MA001: Radiofrecuencia
alcance (con antena) 45 m

Especificaciones técnicas amplificador AP602

Certificados y normas

CB006 - IEC 60942:2003 Clase 1; UNE-EN 60942:2005 Clase 1

CB004 - IEC 60942:2003 Clase 2 ;UNE-EN 60942:2005 Clase 2

Certificado de aprobación de modelo del laboratorio de metrología alemán Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) nº PTB-1.61-4034840, como clase 1 (CB006) y clase 2 (CB004) según EN 60942:2003.

21.5

09.02

Evaluación de la conformidad mediante la siguiente combinación de módulos: Examen de módulo (Módulo B) y Declaración de conformidad con el modelo basado en la garantía de calidad del proceso de fabricación (Módulo D) de acuerdo con la Orden ITC/2848/2007 sobre **Metrología legal**.

Marca **CE** . Cumple la directiva de baja tensión 73/23/CEE y la directiva CEM 89/336/CEE modificada por 93/68/CEE.

Frecuencia

1 kHz \pm 1 %

Nivel de presión sonora

94 dB re 20 μ Pa (1 Pa = 1 N/m²)

Distorsión

< 2%

Humedad relativa de funcionamiento

25 a 90 % Humedad relativa

Presión estática de funcionamiento

65 kPa a 108 kPa

Temperatura de funcionamiento

-10°C a +50°C Clase 1

0°C a +40°C Clase 2

Diámetro de la cavidad

½ pulgada

Pila

1 Pila de 9 voltios tipo 6LF22 (15 horas de funcionamiento continuo)

Indicador de batería

LED verde (encendido con batería buena)

Dimensiones y peso

Dimensiones:	• Diámetro: 48 mm
	• Longitud: 135 mm
Peso:	185 g

Anexo 2. Informes de resultados

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: María Lima

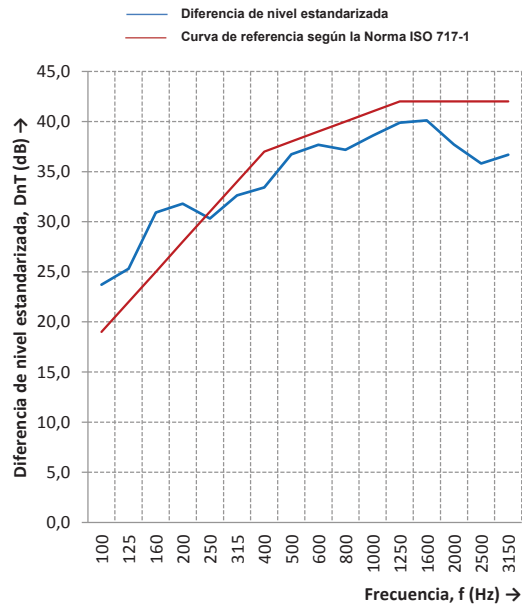
Fecha: 17/01/2015

Descripción elemento separador:

Pared de adobe de 45 cm de espesor asentada sobre cimientos de hormigón y piedra, enlucido de mortero compuesto de arena y cemento, cubierto por una capa de pintura.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	23,7
125	25,3
160	30,9
200	31,8
250	30,3
315	32,6
400	33,4
500	36,7
600	37,7
800	37,2
1000	38,6
1250	39,9
1600	40,1
2000	37,7
2500	35,8
3150	36,7



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 38 (-1 , -3)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 38 (-1 , -2)$$

Informe número
A001



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados A001. Dormitorio-Cocina

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

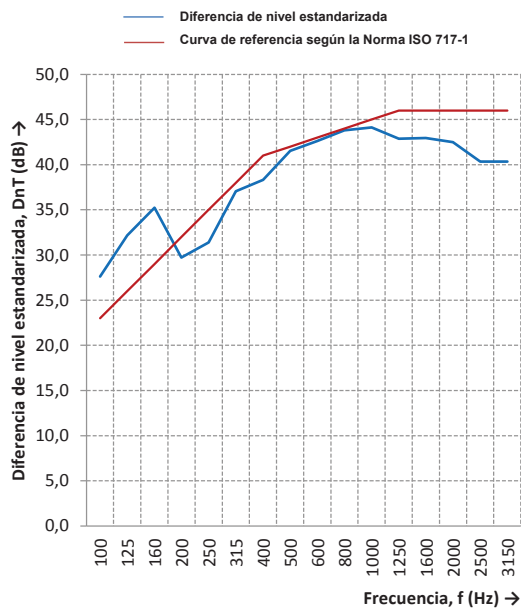
Cliente: Fátima Jiménez Fecha: 17/01/2015

Descripción elemento separador:

Pared de adobe de 73 cm de espesor asentada sobre cimientos de hormigón y piedra, enlucido de mortero compuesto de arena y cemento, cubierto por una capa de pintura.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	27,6
125	32,2
160	35,2
200	29,7
250	31,4
315	37,1
400	38,3
500	41,5
600	42,6
800	43,8
1000	44,1
1250	42,9
1600	42,9
2000	42,5
2500	40,3
3150	40,3



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 42 (-1, -3)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 39 (-1, -3)$$

Informe número
A002



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados A002. Dormitorio-Taller de Costura

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Andrea Ushiña

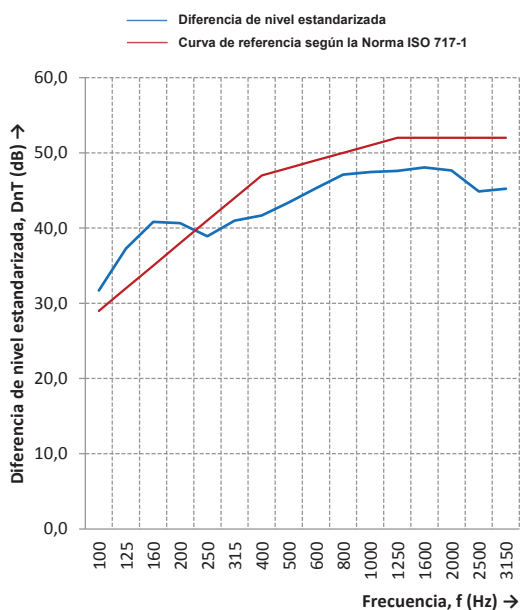
Fecha: 17/01/2015

Descripción elemento separador:

Pared de adobe de 80 cm de espesor asentada sobre cimientos de hormigón y piedra, enlucido de mortero compuesto de arena y cemento, cubierto por una capa de pintura.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	31,7
125	37,3
160	40,8
200	40,6
250	38,9
315	41,0
400	41,7
500	43,4
600	45,3
800	47,1
1000	47,4
1250	47,6
1600	48,1
2000	47,7
2500	44,9
3150	45,2



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 48 (-3 , -4)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 46 (-1 , -2)$$

Informe número
A003



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados A003. Taller de costura 1 - Comedor

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Vanessa Vasquez

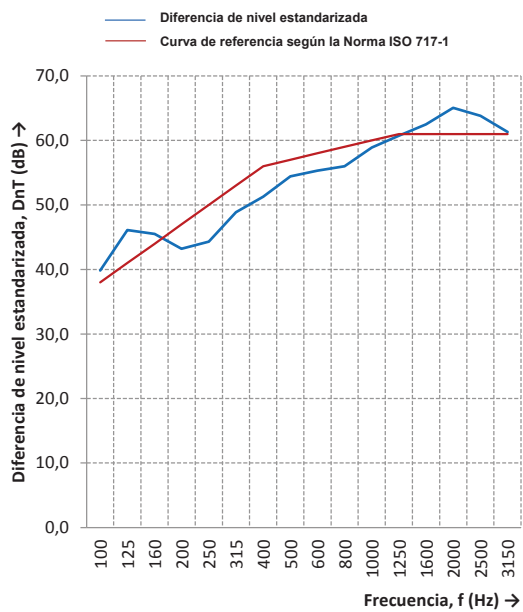
Fecha: 17/01/2015

Descripción elemento separador:

Pared de adobe de 70 cm de espesor asentada sobre cimientos de hormigón y piedra, enlucido de mortero compuesto de arena y cemento, cubierto por una capa de pintura.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	39,9
125	46,1
160	45,5
200	43,2
250	44,3
315	48,9
400	51,3
500	54,4
600	55,3
800	56,0
1000	58,9
1250	60,8
1600	62,5
2000	65,1
2500	63,8
3150	61,3



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 57 (-1 , -5)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 56 (-1 , -4)$$

Informe número
A004



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Karen Puebla

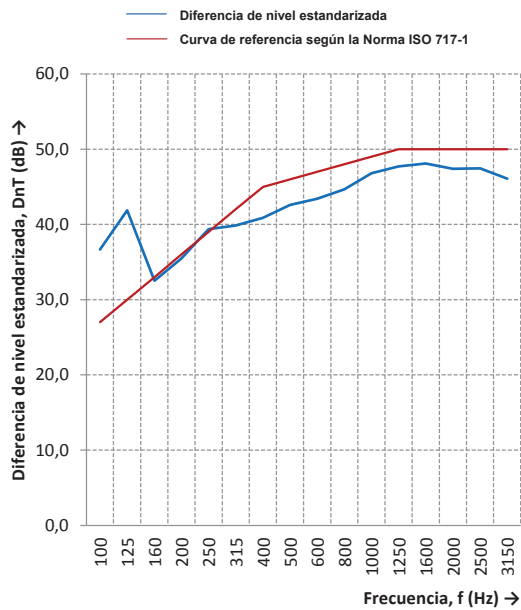
Fecha: 18/01/2015

Descripción elemento separador:

Pared de adobe de 66 cm de espesor asentada sobre cimientos de hormigón y piedra, enlucido de mortero compuesto de arena y cemento, cubierto por una capa de pintura.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	36,7
125	41,9
160	32,5
200	35,5
250	39,4
315	39,9
400	40,9
500	42,6
600	43,4
800	44,7
1000	46,8
1250	47,7
1600	48,1
2000	47,4
2500	47,4
3150	46,1



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w} (C,Ctr) = 46 (-1 , -3)$$

$$R'_w (C,Ctr) = 44 (-1 , -3)$$

Informe número
A005



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados A005. Dormitorio - Comedor

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Priscila Rosero

Fecha: 18/01/2015

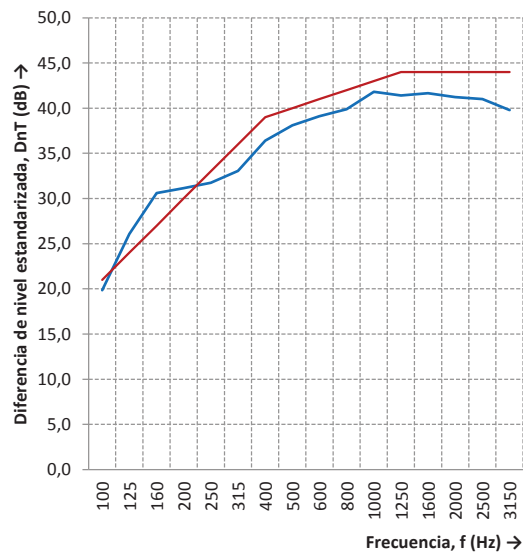
Descripción elemento separador:

Pared de adobe de 66 cm de espesor asentada sobre cimientos de hormigón y piedra, enlucido de mortero compuesto de arena y cemento, cubierto por una capa de pintura.



— Diferencia de nivel estandarizada
— Curva de referencia según la Norma ISO 717-1

Frecuencia Hz	Dnt dB
100	19,8
125	26,1
160	30,6
200	31,1
250	31,7
315	33,1
400	36,4
500	38,1
600	39,1
800	39,9
1000	41,8
1250	41,4
1600	41,7
2000	41,2
2500	41,0
3150	39,8



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 40 (-1 , -5)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 39 (-1 , -4)$$

Informe número
A006



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados A006. Dormitorio - Dormitorio

8.3 Resultados Bloque

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

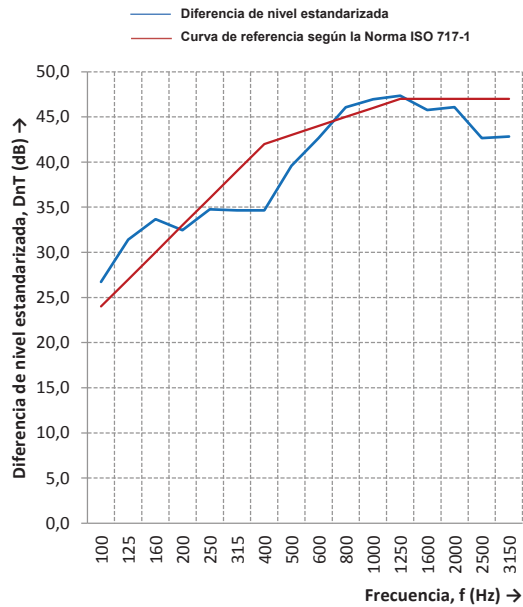
Cliente: Berenice Campo Fecha: 22/11/2014

Descripción elemento separador:

Pared homogénea de bloque vibro-comprimido de 15x20x40 [cm], ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	26,7
125	31,4
160	33,7
200	32,4
250	34,7
315	34,6
400	34,7
500	39,6
600	42,6
800	46,1
1000	46,9
1250	47,4
1600	45,8
2000	46,1
2500	42,7
3150	42,8



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w} (C,Ctr) = 43 (-1 , -4)$$

$$R'_w (C,Ctr) = 42 (-1 , -4)$$

Informe número
B001



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados B001. Dormitorio – Dormitorio

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Natalia Dután

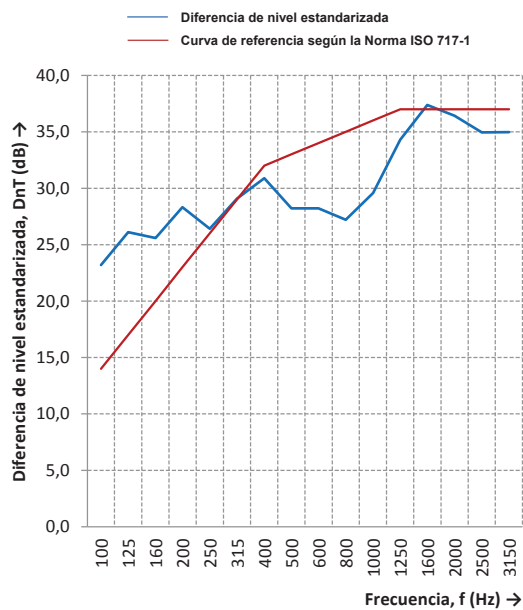
Fecha: 20/11/2014

Descripción elemento separador:

Pared homogénea de bloque vibro-comprimido de 15x20x40 [cm], ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	23,2
125	26,1
160	25,6
200	28,3
250	26,4
315	29,1
400	30,9
500	28,2
600	28,2
800	27,2
1000	29,6
1250	34,3
1600	37,4
2000	36,4
2500	34,9
3150	35,0



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 33 (-2 , -3)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 32 (-1 , -2)$$

Informe número
B002



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados B002. Dormitorio – Dormitorio

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Natalia Dútan

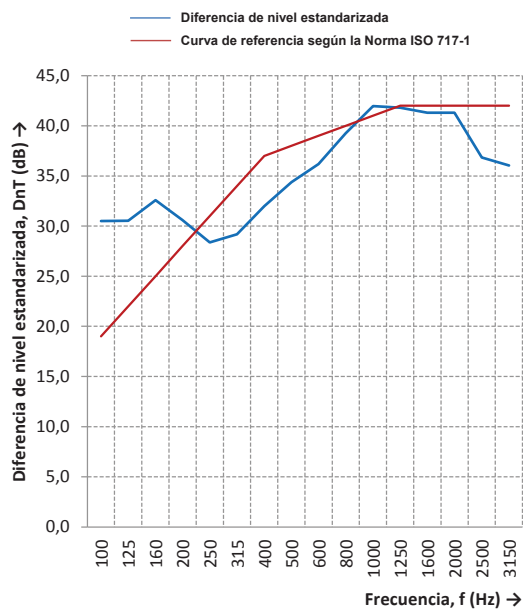
Fecha: 20/11/2014

Descripción elemento separador:

Pared homogénea de bloque vibro-comprimido de 15x20x40 [cm], ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	30,5
125	30,5
160	32,6
200	30,6
250	28,4
315	29,2
400	32,0
500	34,4
600	36,2
800	39,3
1000	42,0
1250	41,8
1600	41,3
2000	41,3
2500	36,8
3150	36,0



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 38 (-1 , -2)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 39 (-1 , -3)$$

Informe número
B003



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados B003. Dormitorio – Dormitorio

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Andrés Dután

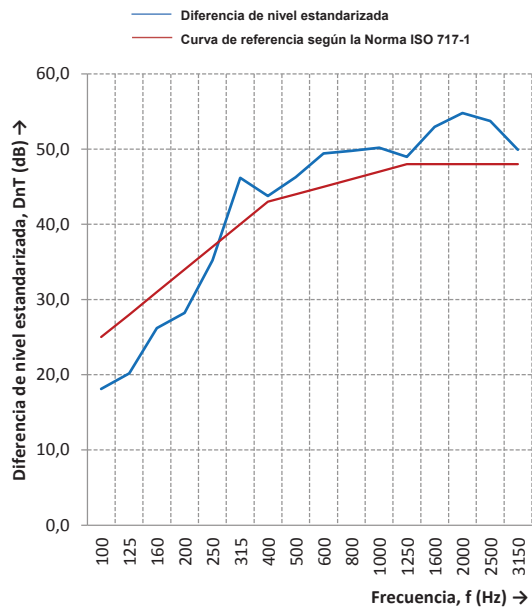
Fecha: 20/11/2014

Descripción elemento separador:

Pared homogénea de bloque vibro-comprimido de 15x20x40 [cm], ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura, cámara de aire de 64 cm .



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	18,1
125	20,2
160	26,2
200	28,2
250	35,2
315	46,2
400	43,8
500	46,3
600	49,4
800	49,8
1000	50,2
1250	49,0
1600	52,9
2000	54,8
2500	53,7
3150	49,9



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 44 (-3 , -9)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 44 (-3 , -9)$$

Informe número
B004



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados B004. Dormitorio – Sala de Video

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Daniel Cueva

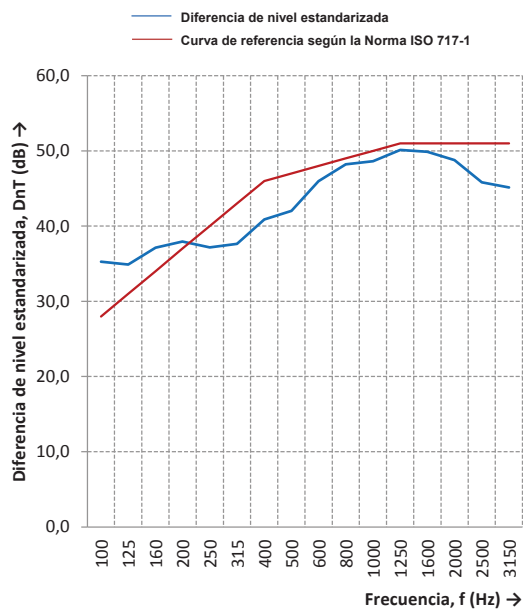
Fecha: 20/11/2014

Descripción elemento separador:

Pared homogénea de bloque vibro-comprimido de 15x20x40 [cm], ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura, cámara de aire de 80 cm.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	35,3
125	34,9
160	37,1
200	37,9
250	37,2
315	37,6
400	40,9
500	42,0
600	46,0
800	48,2
1000	48,6
1250	50,1
1600	49,9
2000	48,8
2500	45,8
3150	45,1



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 47 (-2 , -4)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 44 (-1 , -3)$$

Informe número
B005



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Natalia Dután

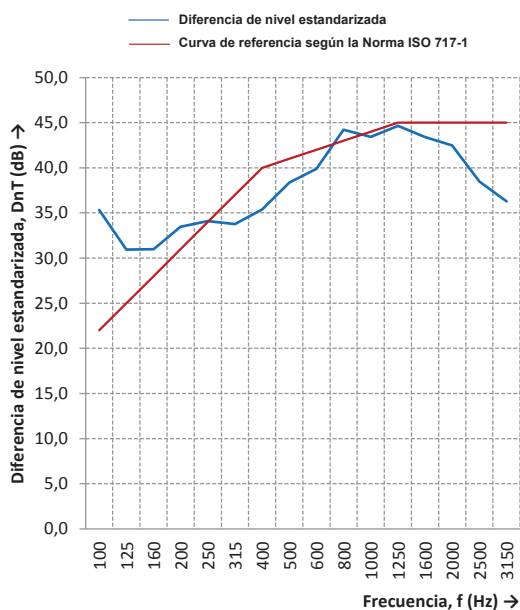
Fecha: 22/11/2014

Descripción elemento separador:

Pared homogénea de bloque vibro-comprimido de 15x20x40 [cm], ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	35,3
125	30,9
160	31,0
200	33,5
250	34,1
315	33,8
400	35,4
500	38,4
600	39,9
800	44,2
1000	43,4
1250	44,6
1600	43,4
2000	42,5
2500	38,5
3150	36,3



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 41 (-2 , -2)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 39 (-1 , -2)$$

Informe número
B006



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados B004. Sala – Cocina

8.4 Resultados Gypsum

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: UDLA

Fecha: 02/11/2014

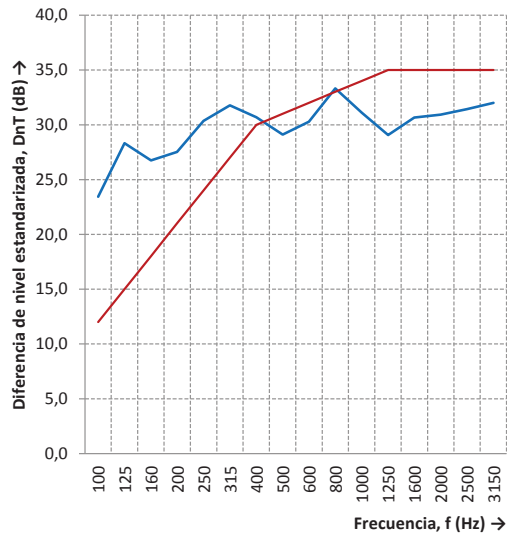
Descripción elemento separador:

Mampostería de 12 cm de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 13 mm de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.



— Diferencia de nivel estandarizada
— Curva de referencia según la Norma ISO 717-1

Frecuencia Hz	Dnt dB
100	23,4
125	28,3
160	26,8
200	27,5
250	30,4
315	31,8
400	30,7
500	29,1
600	30,3
800	33,3
1000	31,1
1250	29,1
1600	30,7
2000	30,9
2500	31,4
3150	32,0



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 31 (0 , -1)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 28 (-1 , -1)$$

Informe número
G001



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados G001. Aula 458 – Aula 456

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: UDLA

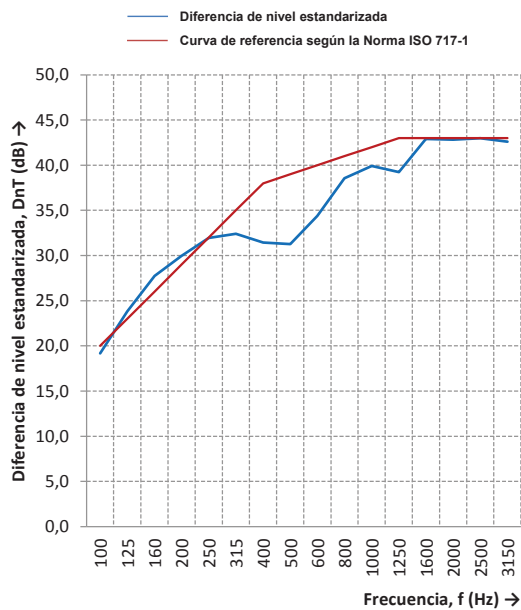
Fecha: 02/11/2014

Descripción elemento separador:

Mampostería de 12 cm de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 13 mm de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	19,2
125	23,8
160	27,8
200	29,9
250	32,0
315	32,4
400	31,4
500	31,3
600	34,4
800	38,5
1000	39,9
1250	39,2
1600	42,9
2000	42,8
2500	43,0
3150	42,6



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 39 (-2, -5)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 35 (-2, -5)$$

Informe número
G002



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: UDLA

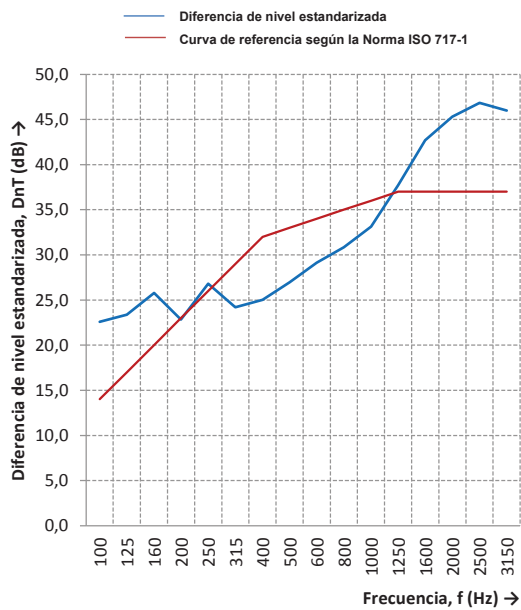
Fecha: 02/11/2014

Descripción elemento separador:

Mampostería de 12 cm de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 13 mm de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	22,6
125	23,4
160	25,8
200	22,8
250	26,8
315	24,2
400	25,0
500	27,0
600	29,1
800	30,8
1000	33,1
1250	37,7
1600	42,7
2000	45,3
2500	46,9
3150	46,0



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 33 (-1 , -3)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 35 (-6 , -9)$$

Informe número
G003



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados G003. Aula 479 – Aula 477

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: UDLA

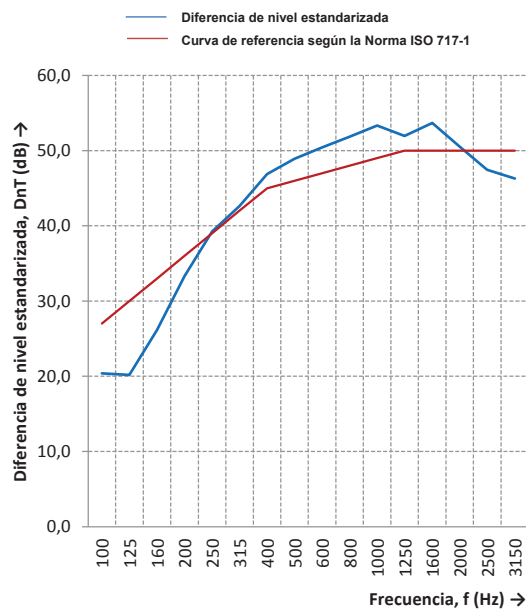
Fecha: 02/11/2014

Descripción elemento separador:

Mampostería de 12 cm de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 13 mm de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	20,4
125	20,2
160	26,2
200	33,3
250	39,3
315	42,6
400	46,9
500	48,9
600	50,4
800	51,8
1000	53,3
1250	51,9
1600	53,7
2000	50,5
2500	47,5
3150	46,3



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 46 (-4 , -10)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 43 (-4 , -10)$$

Informe número
G004



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados G004. Aula 914 – Aula 913

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: UDLA

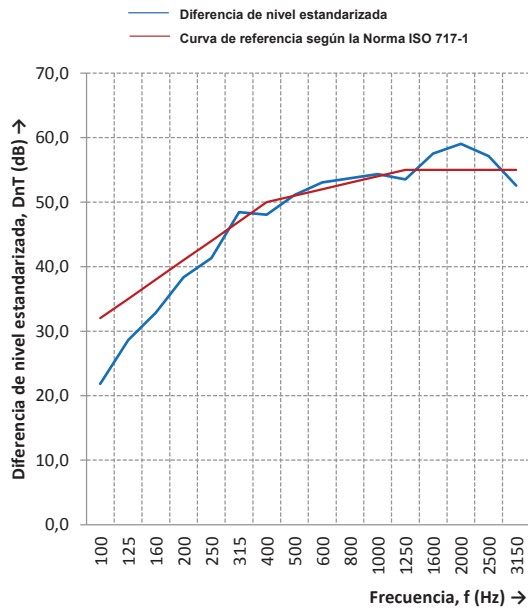
Fecha: 02/11/2014

Descripción elemento separador:

Mampostería de 12 cm de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 13 mm de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	21,9
125	28,6
160	32,9
200	38,4
250	41,3
315	48,4
400	48,1
500	51,1
600	53,1
800	53,7
1000	54,3
1250	53,5
1600	57,5
2000	59,0
2500	57,1
3150	52,6



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 51 (-4 , -11)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 48 (-4 , -10)$$

Informe número
G005



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: UDLA

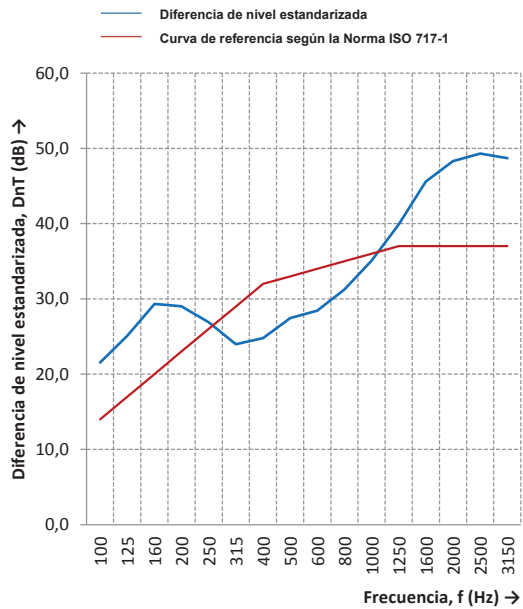
Fecha: 10/01/2015

Descripción elemento separador:

Mampostería de 12 cm de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 13 mm de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	21,6
125	25,1
160	29,3
200	29,0
250	26,9
315	24,0
400	24,8
500	27,5
600	28,4
800	31,2
1000	35,1
1250	39,9
1600	45,6
2000	48,3
2500	49,3
3150	48,7



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 33 (0 , -3)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 29 (0 , -3)$$

Informe número
G006



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: UDLA

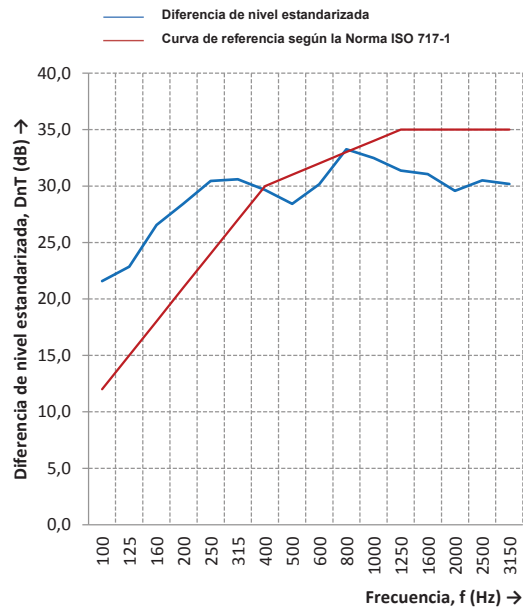
Fecha: 10/01/2015

Descripción elemento separador:

Mampostería de 12 cm de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 13 mm de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	21,6
125	22,8
160	26,6
200	28,4
250	30,4
315	30,6
400	29,6
500	28,4
600	30,2
800	33,3
1000	32,5
1250	31,4
1600	31,0
2000	29,6
2500	30,5
3150	30,2



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 31 (-1, -1)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 27 (0, 0)$$

Informe número
G007



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: UDLA

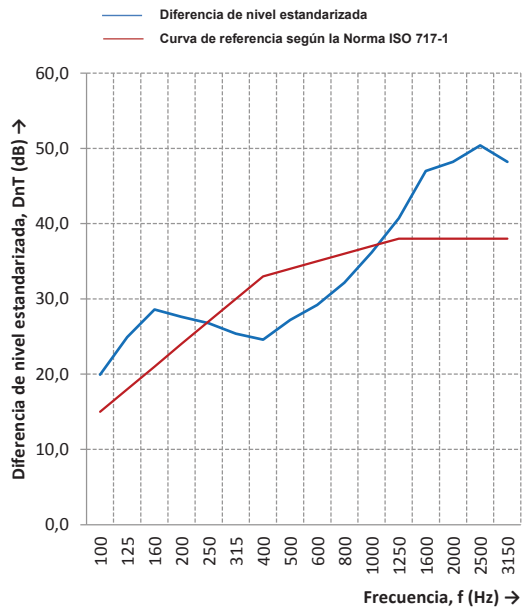
Fecha: 10/01/2015

Descripción elemento separador:

Mampostería de 12 cm de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 13 mm de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	19,9
125	24,9
160	28,6
200	27,6
250	26,8
315	25,4
400	24,6
500	27,2
600	29,2
800	32,2
1000	36,2
1250	40,7
1600	47,0
2000	48,2
2500	50,4
3150	48,2



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 34 (-1 , -4)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 30 (-1 , -3)$$

Informe número
G008



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: UDLA

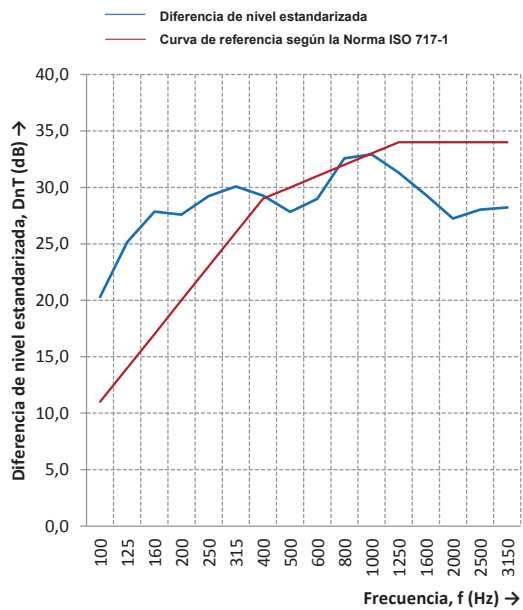
Fecha: 10/01/2015

Descripción elemento separador:

Mampostería de 12 cm de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 13 mm de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	20,3
125	25,2
160	27,9
200	27,6
250	29,2
315	30,1
400	29,3
500	27,8
600	29,0
800	32,6
1000	32,9
1250	31,3
1600	29,4
2000	27,2
2500	28,0
3150	28,2



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 30 (-1 , -1)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 28 (-3 , -2)$$

Informe número
G009



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: UDLA

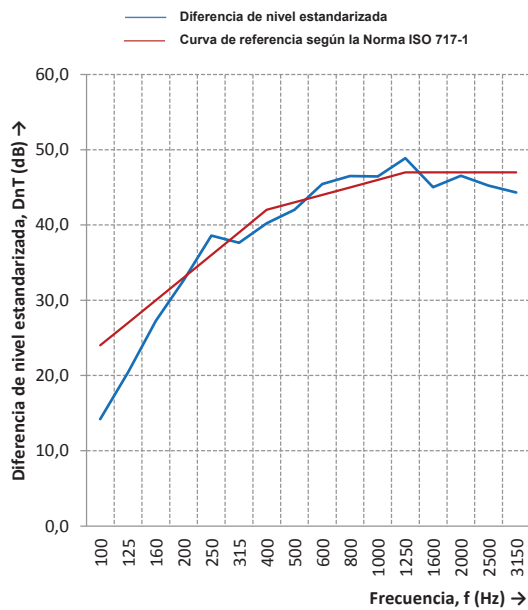
Fecha: 25/01/2015

Descripción elemento separador:

Mampostería de 12 cm de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 13 mm de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	14,2
125	20,5
160	27,3
200	32,6
250	38,6
315	37,7
400	40,2
500	42,0
600	45,5
800	46,5
1000	46,4
1250	48,9
1600	45,0
2000	46,5
2500	45,2
3150	44,3



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 43 (-4 , -10)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 41 (-4 , -11)$$

Informe número
G010



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: UDLA

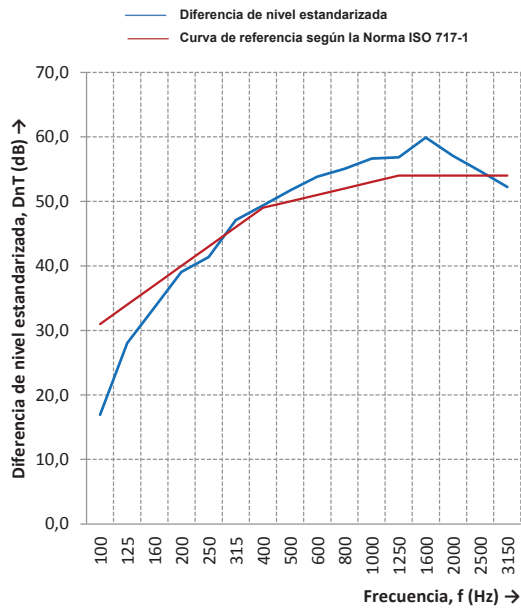
Fecha: 25/01/2015

Descripción elemento separador:

Mamostería de 12 cm de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 13 mm de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	16,9
125	28,0
160	33,6
200	39,1
250	41,4
315	47,1
400	49,4
500	51,7
600	53,8
800	55,0
1000	56,6
1250	56,8
1600	59,9
2000	57,0
2500	54,7
3150	52,2



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 50 (-6 , ##)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 47 (-7 , ##)$$

Informe número
G011



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados G011. Aula 953 – Aula 956

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: UDLA

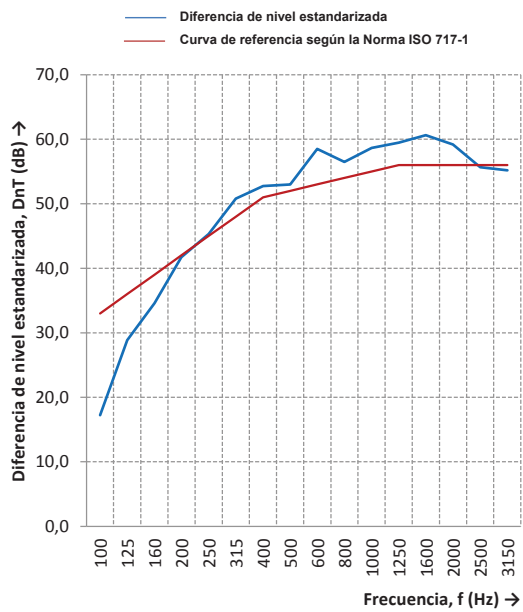
Fecha: 25/01/2015

Descripción elemento separador:

Mampostería de 12 cm de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 13 mm de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	17,3
125	28,9
160	34,6
200	41,7
250	45,3
315	50,8
400	52,7
500	53,0
600	58,5
800	56,5
1000	58,6
1250	59,5
1600	60,6
2000	59,2
2500	55,7
3150	55,2



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 52 (-7 , ##)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 49 (-7 , ##)$$

Informe número
G012



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

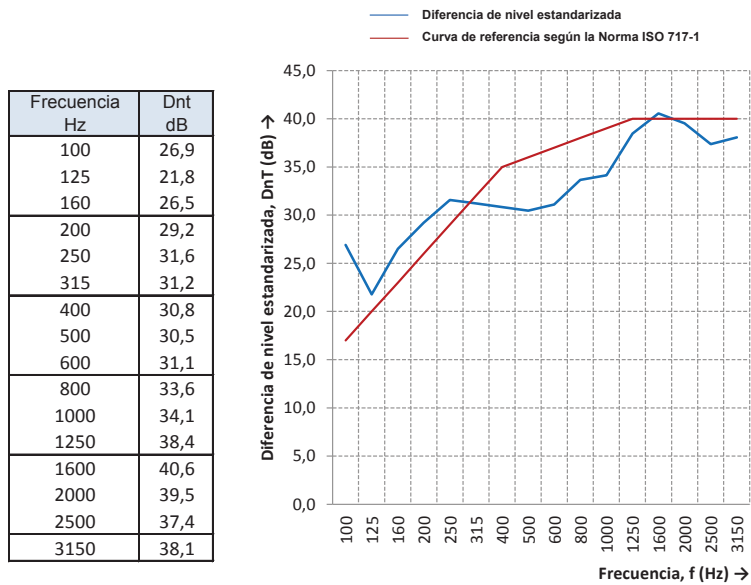
8.5 Resultados Ladrillo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: María José Mayanquer Fecha: 10/01/2015

Descripción elemento separador:

Pared compuesta por ladrillos de 18 cm de espesor, ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura.



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w} (C,Ctr) = 36 (-1 , -3)$$

$$R_w (C,Ctr) = 34 (-1 , -3)$$

Informe número
L001



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados L001. Cuarto de juegos- Dormitorio 1

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

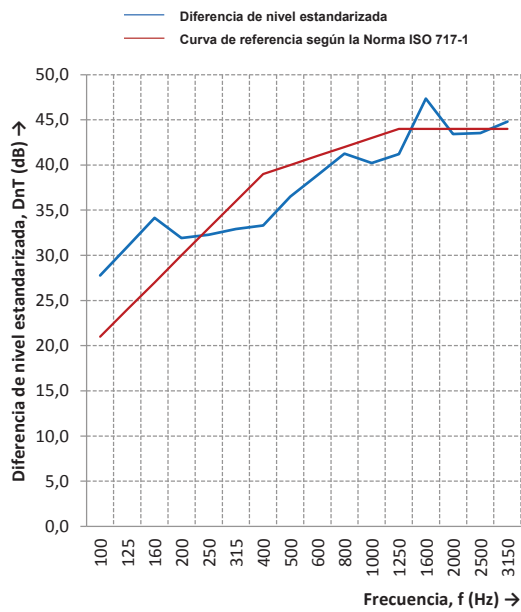
Cliente: María José Mayanquer Fecha: 10/01/2015

Descripción elemento separador:

Pared compuesta por ladrillos de 18 cm de espesor, ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	27,8
125	30,9
160	34,1
200	31,9
250	32,3
315	32,9
400	33,3
500	36,5
600	38,9
800	41,3
1000	40,2
1250	41,2
1600	47,4
2000	43,4
2500	43,5
3150	44,8



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 40 (0 , -2)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 39 (0 , -3)$$

Informe número
L002



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados L002. Cuarto de juegos- Dormitorio 2

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Gabriela Pazmiño

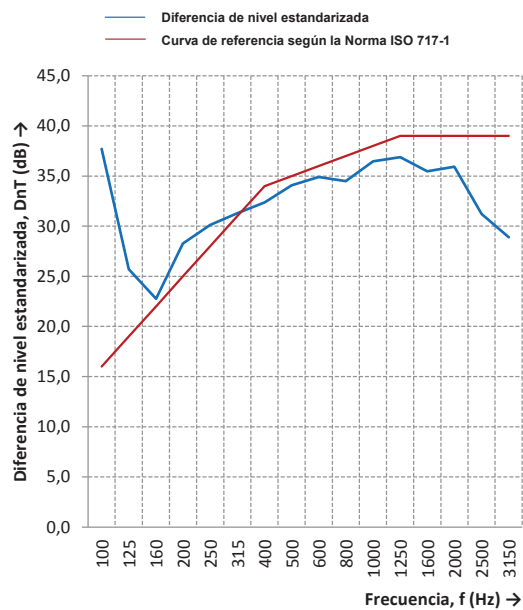
Fecha: 17/01/2015

Descripción elemento separador:

Pared compuesta por ladrillos de 18 cm de espesor, ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	37,7
125	25,7
160	22,8
200	28,3
250	30,1
315	31,3
400	32,4
500	34,1
600	34,9
800	34,5
1000	36,5
1250	36,9
1600	35,5
2000	35,9
2500	31,2
3150	28,9



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w} (C,Ctr) = 35 (-2 , -2)$$

$$R'_w (C,Ctr) = 35 (-2 , -2)$$

Informe número
L003



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados L003. Sala – Dormitorio 3

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Sonia Góngora

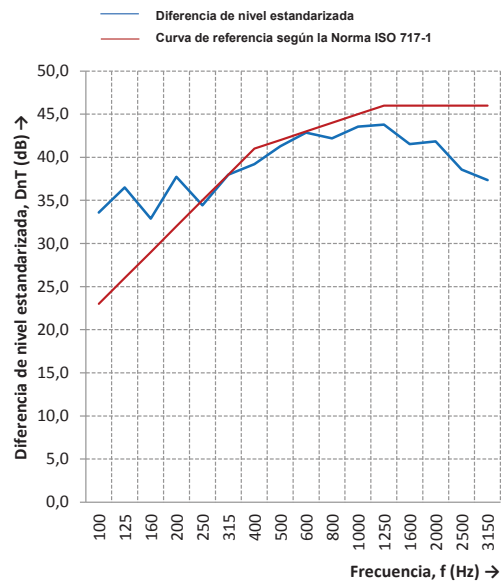
Fecha: 17/01/2015

Descripción elemento separador:

Pared compuesta por ladrillos de 18 cm de espesor, ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	33,6
125	36,5
160	32,9
200	37,8
250	34,4
315	38,0
400	39,2
500	41,3
600	42,8
800	42,2
1000	43,6
1250	43,8
1600	41,5
2000	41,8
2500	38,6
3150	37,4



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 42 (-2 , -2)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 40 (-1 , -1)$$

Informe número
L004



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Cliente: Patricio Moreno

Fecha: 18/01/2015

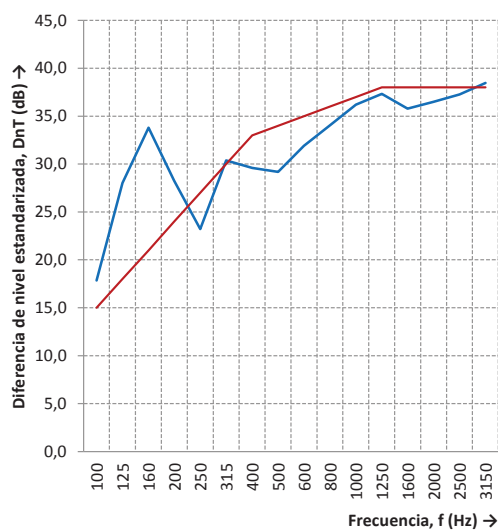
Descripción elemento separador:

Pared compuesta por ladrillos de 18 cm de espesor, ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura.



— Diferencia de nivel estandarizada
— Curva de referencia según la Norma ISO 717-1

Frecuencia Hz	Dnt dB
100	17,8
125	28,0
160	33,8
200	28,3
250	23,2
315	30,4
400	29,6
500	29,2
600	31,9
800	34,0
1000	36,2
1250	37,3
1600	35,8
2000	36,5
2500	37,3
3150	38,5



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 34 (0 , -3)$$

$$R'_w(C,Ctr) = 34 (0 , -3)$$

Informe número
L005



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados L005. Dormitorio 6 – Dormitorio 7

Diferencia de niveles estandarizada de acuerdo a la norma ISO 140-4.
Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

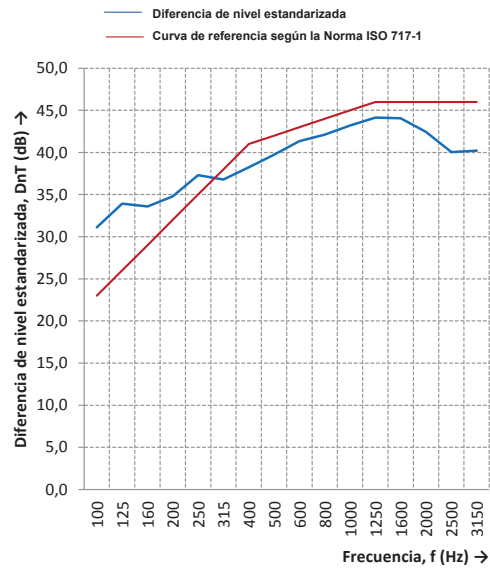
Cliente: Bárbara Buitrón Fecha: 18/01/2015

Descripción elemento separador:

Pared compuesta por ladrillos de 18 cm de espesor, ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura.



Frecuencia Hz	Dnt dB
100	31,1
125	33,9
160	33,6
200	34,8
250	37,3
315	36,8
400	38,3
500	39,7
600	41,3
800	42,1
1000	43,2
1250	44,1
1600	44,1
2000	42,5
2500	40,0
3150	40,2



Valoración según la Norma ISO 717-1: Evaluación basada en resultados de mediciones "in-situ" obtenidos mediante el método de ingeniería.

$$D_{nT,w} (C,Ctr) = 42 (-1 , -2)$$

$$R'_w (C,Ctr) = 42 (-1 , -2)$$

Informe número
L006



Ensayo realizado por:
Esteban Andrés Jácome Muriel
Darío José Buitrón Merlo

Informe de resultados L006. Dormitorio 8 – Dormitorio 9

Anexo 3. Hojas de campo



FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

ACC1

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Jose Yépez Ce9-294 y 19 de Junio (El Tejar)		
Cliente:	María Lima	Fecha:	17/01/2015
Hora inicio:	10:30	Hora Fin:	11:00
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Darío José Buitrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	49,73 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	20,64 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	7,49 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
Pared de adobe de 0,45 [m] de espesor asentada sobre cimientos de hormigón y piedra; enlucido de mortero compuesto de arena y cemento, cubierto por una capa de pintura.			

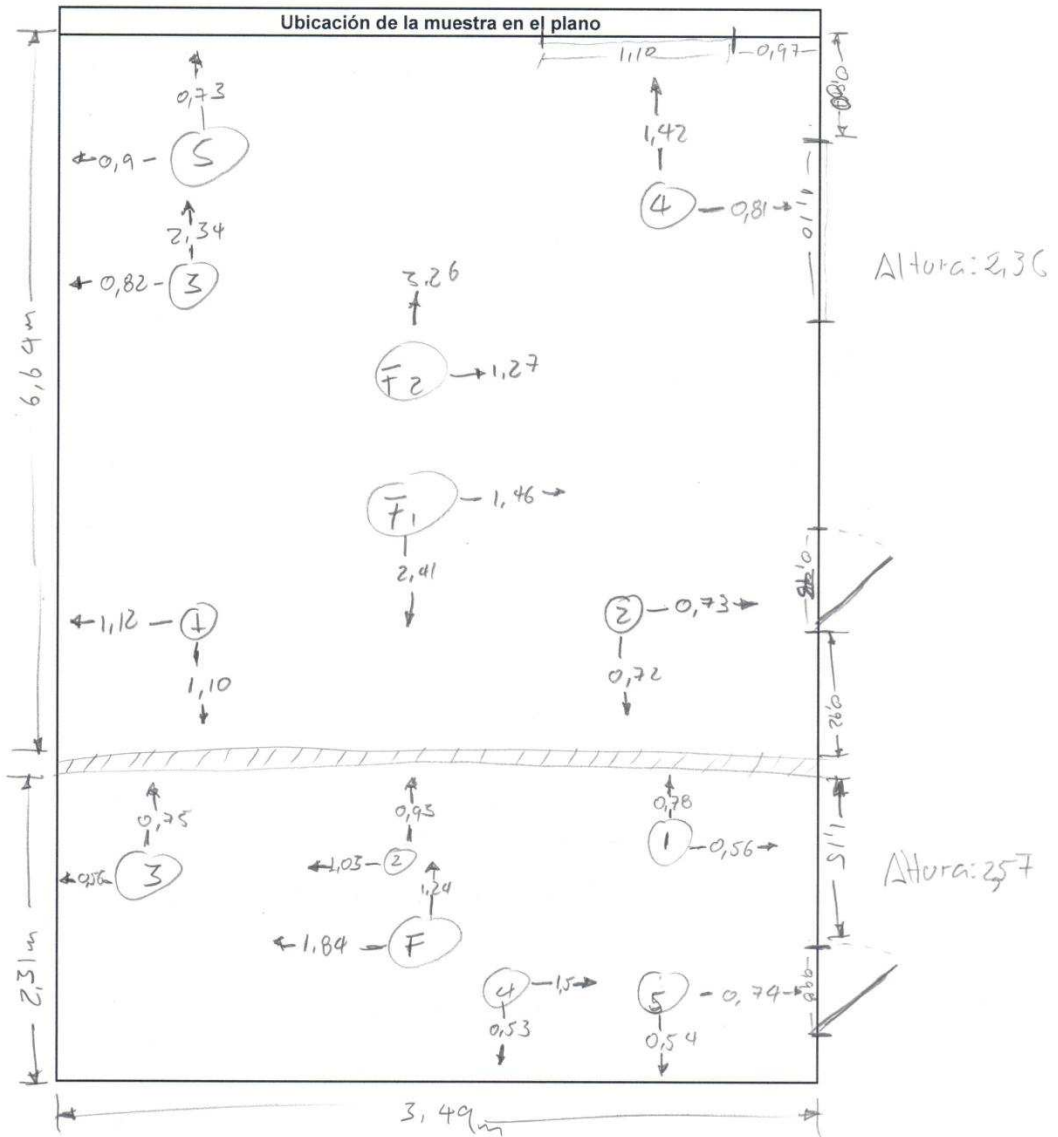
Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P2 P5

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	850	852	854
2	M1	M2	M3
Memoria	851	853	855

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	845	-	846	-	847	-	848	-	849	-
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	840	-	841	-	842	-	843	-	844	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	815	816	817	818	819	821	826	827	828	829
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

ACO2

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Maldonado 57-606 y Pedro de Alfaro		
Cliente:	Fátima Jiménez	Fecha:	17/01/2015
Hora inicio:	11:15	Hora Fin:	11:40
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Darío José Bultrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	71,79 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	46,98 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	8,7 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
Pared de adobe de 0,73[m] de espesor asentada sobre cimientos de hormigón y piedra, enlucido de mortero compuesto de arena y cemento, cubierto por una capa de pintura.			

Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

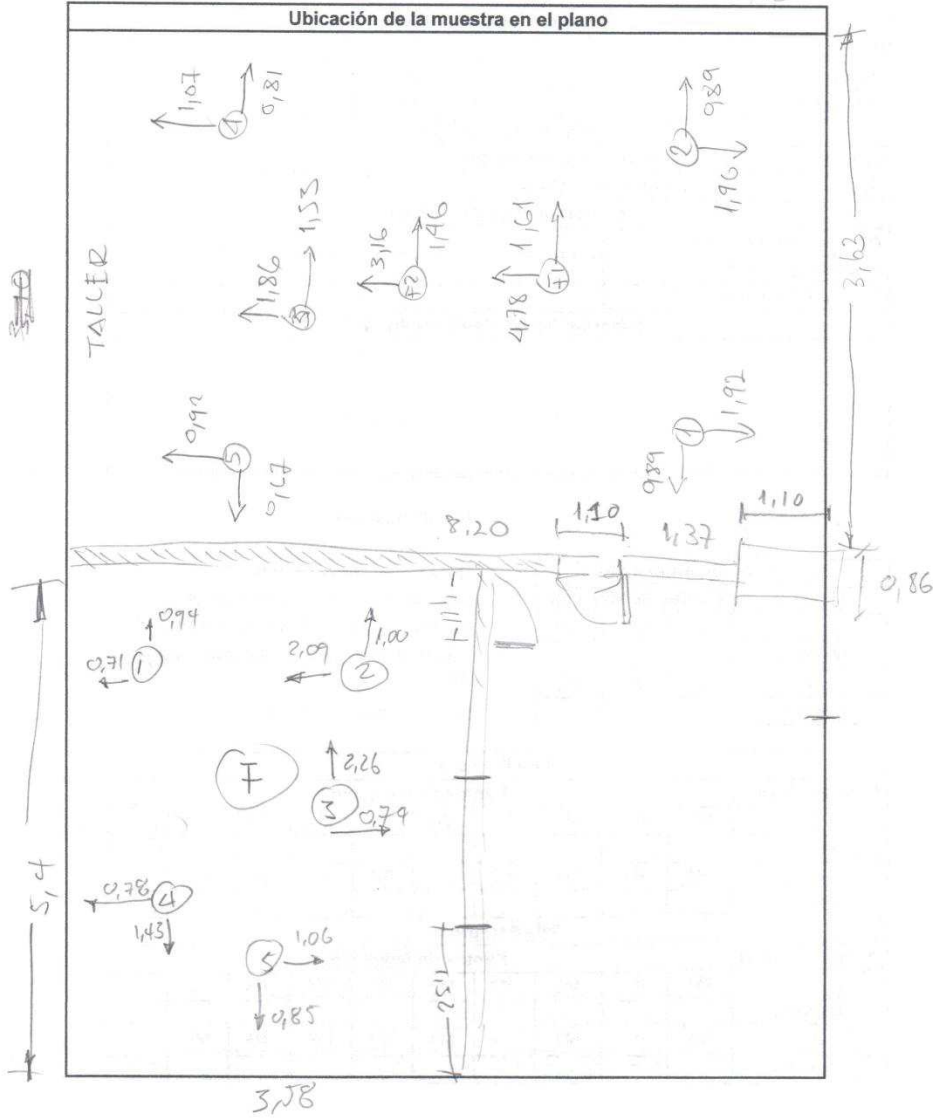
P1 P3 P5

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	912	914	916
2	M1	M2	M3
Memoria	913	915	917

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	856	-	857	-	858	-	859	-	860	-	
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	861	-	862	-	863	-	864	-	865	-	
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	

8,24

Año: 2020





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

A003

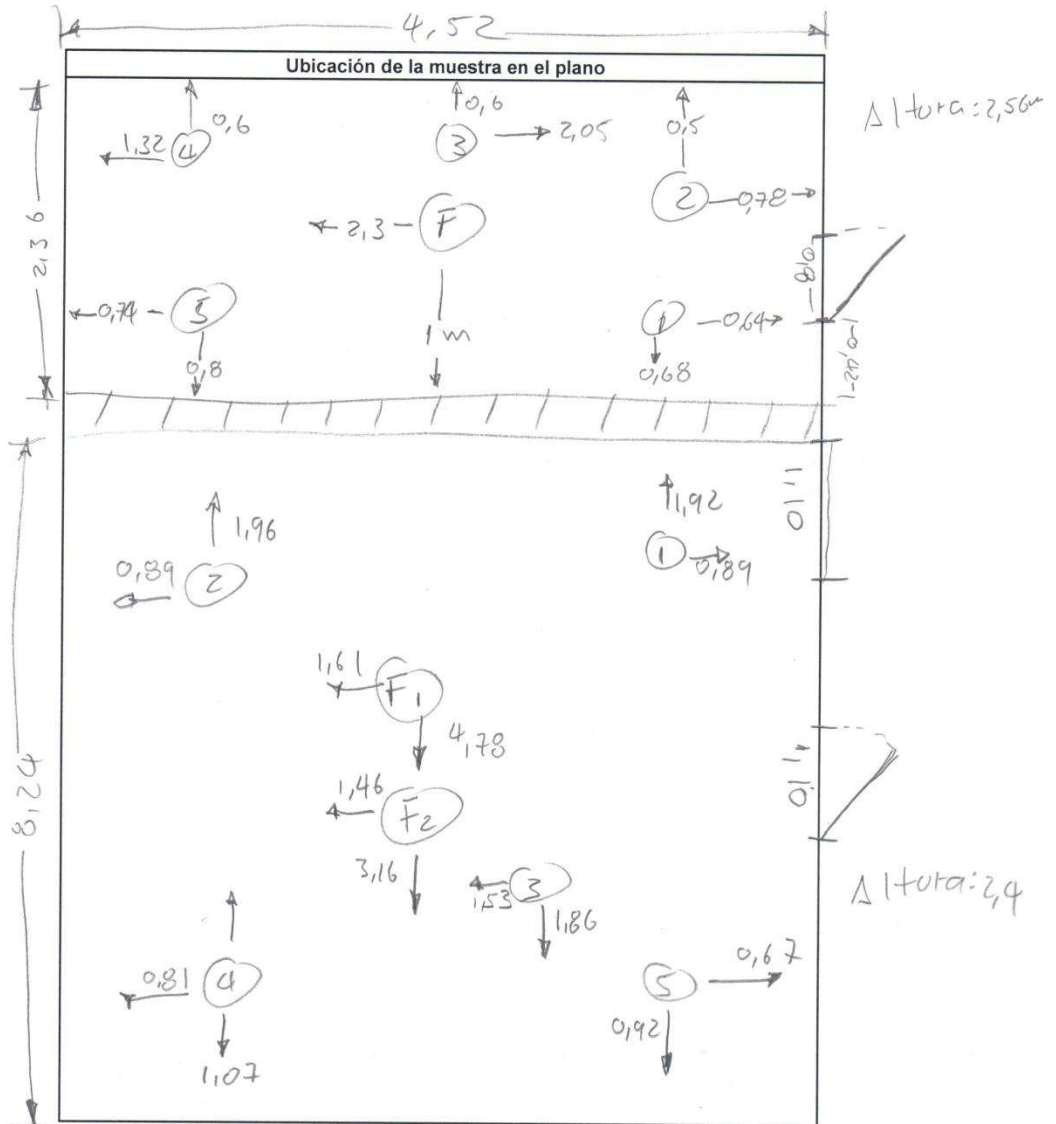
Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Juan Barreiro y Manuel Alvarado (Parque Primavera)		
Cliente:	Andrea Oshina	Fecha:	17/01/2015
Hora inicio:	14:40	Hora Fin:	12:15
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Darío José Buitrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	71,79 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	27,31 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	9,29 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
<p>Parad de adobe de 0,8[m³] de espesor asentada sobre cimentación de hormigón y piedra, enlucada de mortero compuesto de arena y cemento, cubierto por una capa de pintura.</p>			

Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

Tiempo de Reverberación	P1 P2 P5		
	Muestra	Puntos de Medición	
1	M1	M2	M3
Memoria	906	908	910
2	M1	M2	M3
Memoria	907	909	911

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	856	—	857	—	858	—	859	—	860	—	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	861	—	862	—	863	—	864	—	865	—	
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

A004

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Av. Maldonado y Cuervo N° 1-90		
Cliente:	Vanesa Vasquez	Fecha:	17/01/2015
Hora inicio:	12:30	Hora Fin:	12:50
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Darío José Buitrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	47,16 [m³]		
Volumen Sala receptora:	46,98 [m³]		
Superficie elemento divisor:	13,12 [m²]		
Descripción del elemento divisor			
<p>Paro de adobe de 0,7 [m] de espesor asentada sobre cimientos de hormigón y piedra, enlucado de mortero compuesto de arena y cemento, cubierto por una capa de pintura.</p>			

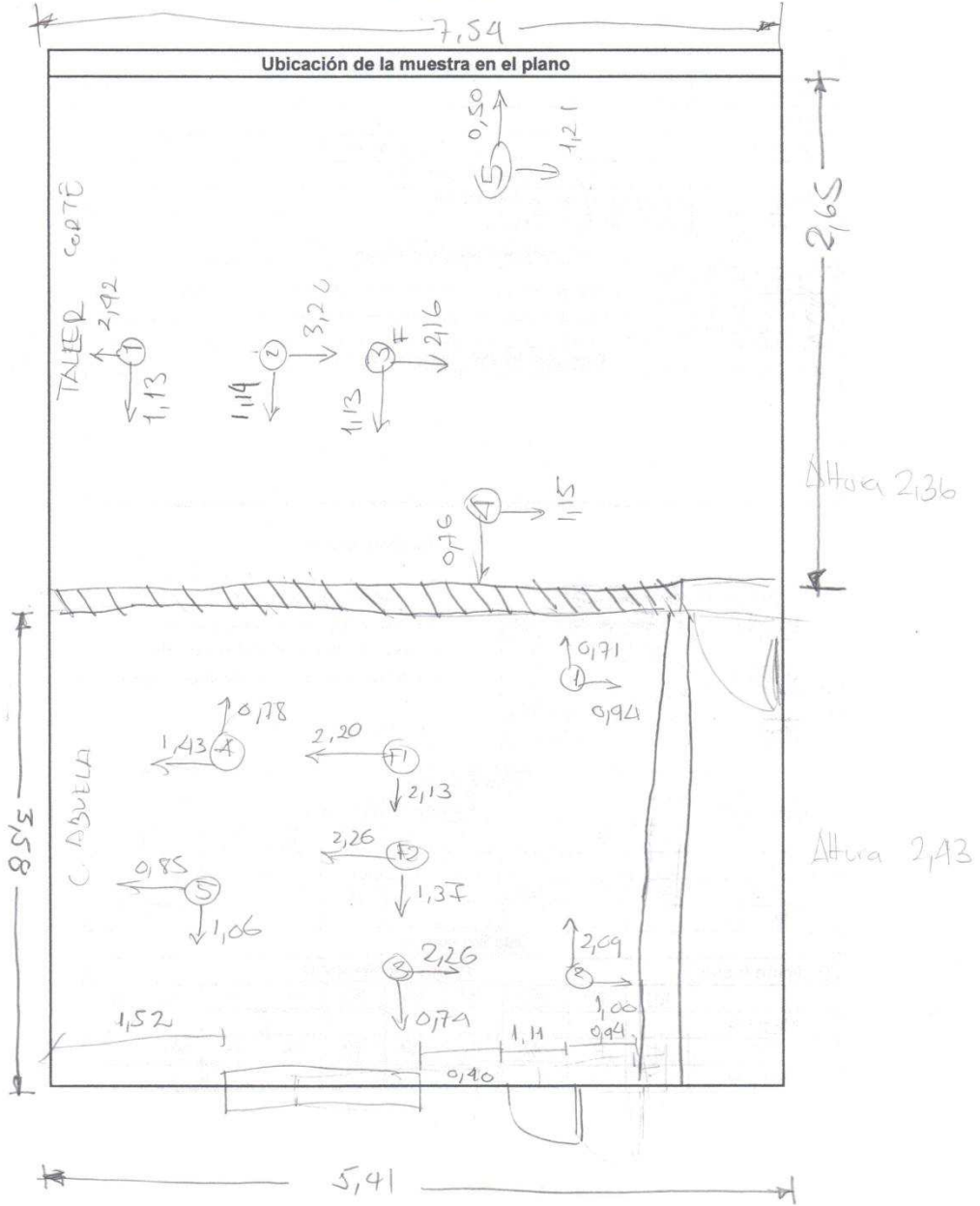
Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P4 P5

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	950	952	954
2	M1	M2	M3
Memoria	951	953	955

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	915	-	919	-	920	-	921	-	922	-	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	923	-	924	-	925	-	926	-	927	-	
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	928	929	932	933	934	935	936	937	938	939	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

A005

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Av. Pichincha 280 y los Ríos		
Cliente:	Yareen Puebla	Fecha:	18/01/2015
Hora inicio:	9:15	Hora Fin:	10:20
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Darío José Buitrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	79,21 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	20,84 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	5,56 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
<p>Parde de adobe de 0,66 [m] de espesor asentada sobre armientos de hormigón y piedra, enlucido de mortero compuesto de arena y cemento, cubierto por una capa de pintura.</p>			

Intrumentación:

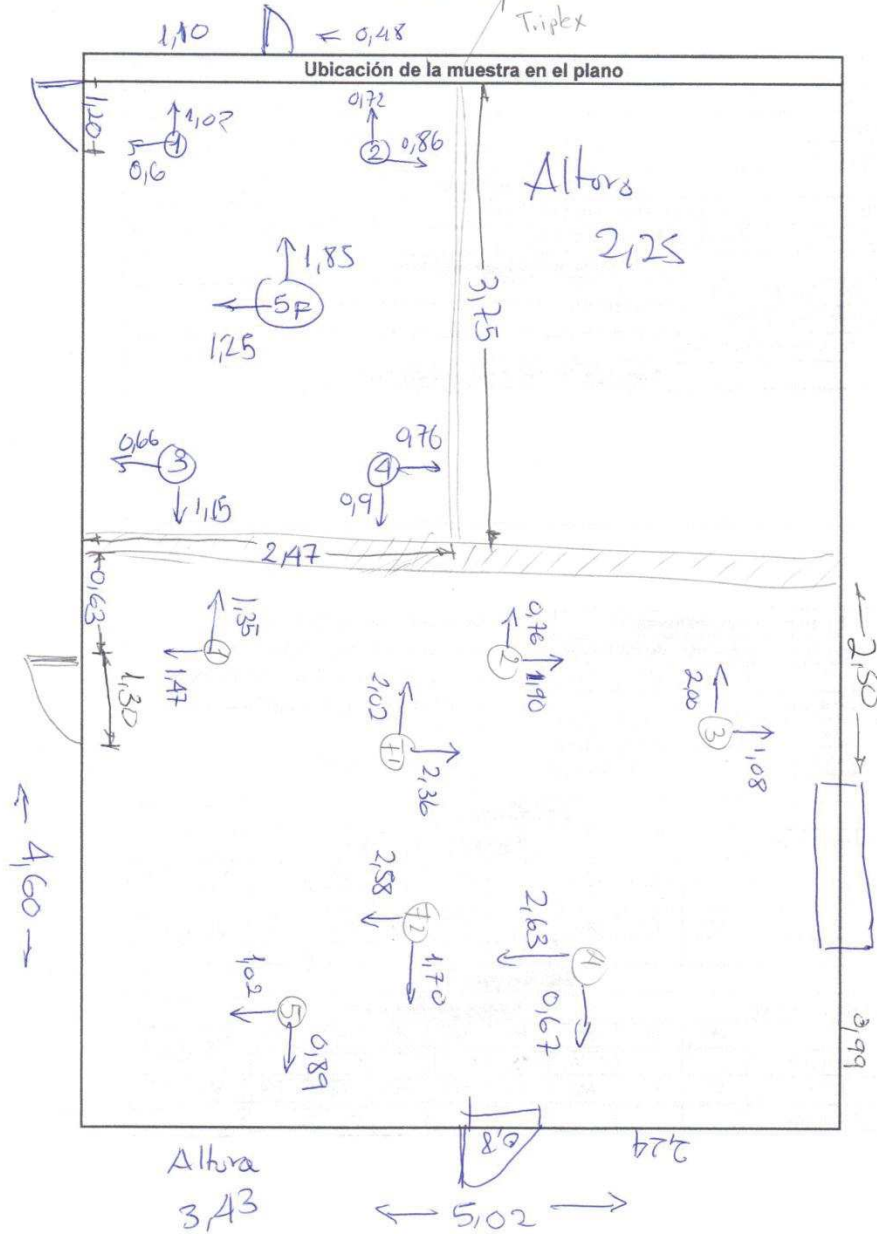
- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P3 P4

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	106	108	110
2	M1	M2	M3
Memoria	107	109	112

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	45	-	46	-	47	-	48	-	49	-	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	50	-	51	-	52	-	53	-	54	-	
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	55	56	61	62	63	64	65	66	67	69	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	

FICHA TÉCNICA
Ensayo Normativa ISO 140-4





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

A006

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Cajamara 59-980 y Tanya (La Asadalaria)		
Cliente:	Priscilla Rosero	Fecha:	18/01/2015
Hora Inicio:	9:45	Hora Fin:	10:10
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Dario José Buitrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	79,21 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	32,41 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	3,88 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
Pared de adobe de 0,66 [m] de espesor asentada sobre cimientos de hormigón y piedra, alucida de mortero compuesto de arena y cemento, cubierto por una capa de pintura.			

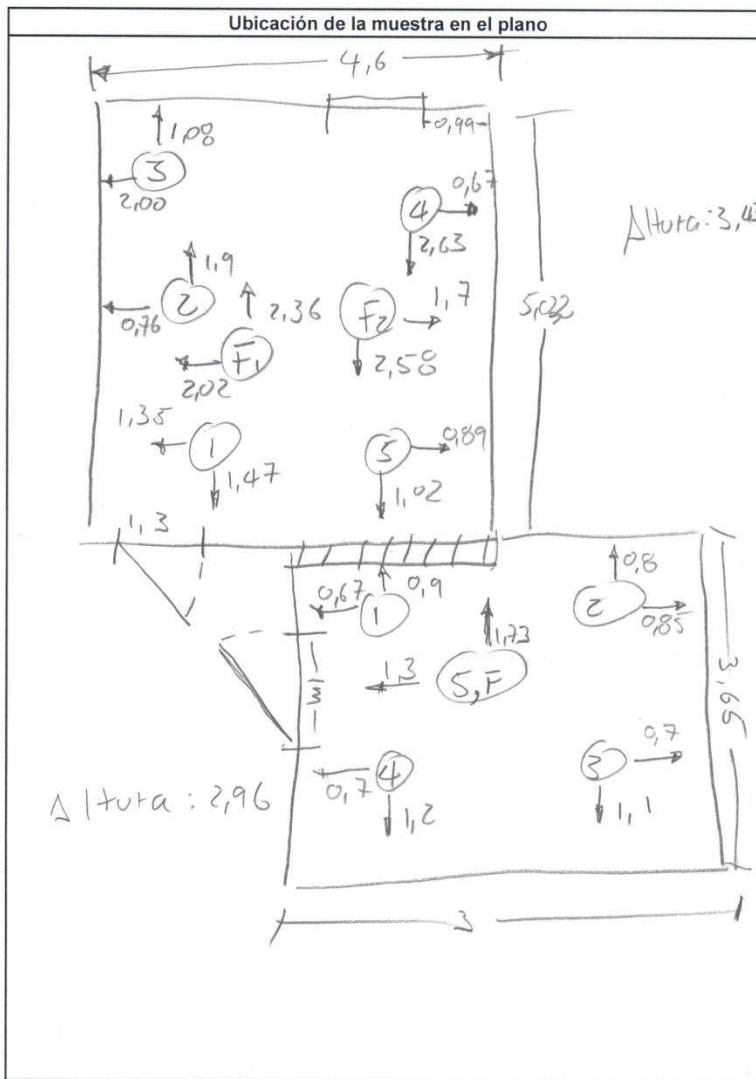
Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P2 P3

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	100	102	104
2	M1	M2	M3
Memoria	101	103	105

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria											
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria											
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

B001

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Los Jazmines N56-67 y los Fresnos, Caba 6		
Cliente:	Berenice Campo	Fecha:	22/11/2014
Hora inicio:	13:00	Hora Fin:	13:45
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Dario José Buitrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	34,4 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	24,7 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	9,4 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
<p>Panel homogénea de bloque uibno-comprimido de 9,15x9,2x0,4 [m], ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura</p>			

Instrumentación:

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	94	96	98
2	M1	M2	M3
Memoria	95	97	99

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	54	-	56	-	58	-	60	-	62	-
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	64	-	66	-	68	-	70	-	72	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83



FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

B002

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Av. República 67-07 y Av. Eloy Alfaro, Edificio María Victoria		
Cliente:	Montaña Dison	Fecha:	20/11/2014
Hora inicio:	16:00	Hora Fin:	16:30
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Darío José Buitrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	59,0 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	30,4 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	10,0 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
Pared homogénea de bloque vitro-comprimido de 9,15x9,2x0,4 [m], ligados artesanalmente mediante mortero de cemento pórtland, arena y agua, cubierta por mezcla de mortero y pintura.			

Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	953	955	957
2	M1	M2	M3
Memoria	954	956	958

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	913	-	915	-	917	-	919	-	921	-	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	923	-	925	-	927	-	929	-	931	-	
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	



FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

B003

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Av. República 67-02 y Av. Glori Alfonso, Guayaquil, Manabí, Ecuador		
Cliente:	Urb. Daban	Fecha:	20/11/2014
Hora inicio:	17:30	Hora Fin:	18:30
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Darío José Buitrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	24,1 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	16,1 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	6,7 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
<p>Acueducto homogénea de bloque u/bro - comprimido de 0,15x0,2x0,94 [m], ligados artesanalmente mediante mortero de cemento portland, arena y agua, cubierta por aplucido de mortero y pintura.</p>			

P2 P4 P5

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	959	961	963
2	M1	M2	M3
Memoria	960	962	964

Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	873	-	875	-	877	-	879	-	881	-
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	883	-	885	-	887	-	889	-	891	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902



FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

B004

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Aut. Gred. Buminahui km 5 y fuente 2. Barrio Ciudad Jardín		
Cliente:	Andrés Daban	Fecha:	20/11/2014
Hora Inicio:	10:35	Hora Fin:	11:05
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Darío José Buitrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	41,1 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	29,8 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	6,9 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
<p>Paral. hexagonal de bloque vibrado - compuesto de 9,5x9,2x4 [cm], ligadas lateralmente mediante mortero de cemento Portland, arena y agua; abierta por encima de mortero y pintura, cámara de aire de 9,5x4 [cm]</p>			

Instrumentación:

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	714	716	718
2	M1	M2	M3
Memoria	715	717	719

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
P1										
Memoria	720	-	722	-	724	-	726	-	728	-
P2										
Memoria	730	-	732	-	734	-	736	-	738	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
P1										
Memoria	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759
P2										
Memoria	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749



FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

B005

Datos del lugar de ensayo	
Dirección:	Av. República Dominicana N.º 5 - 142
Cliente:	Daniel Cueva
Fecha:	20/11/2014
Hora inicio:	10:35
Hora Fin:	11:05
Datos del personal	
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel
Operador 2:	Darío José Bultrón Merlo
Características geométricas	
Volumen Sala emisora:	91,8 [m ³]
Volumen Sala receptora:	48,6 [m ³]
Superficie elemento divisor:	8,9 [m ²]
Descripción del elemento divisor	
<p>Material homogénea de bloque ultra-comprimido de 915x915x240,4 [mm], ligada artesanalmente mediante mortero de cemento portland, arena y agua, abierta por entoso de mortero y pintura, cámara de aire 90 [mm]</p>	

Instrumentación:

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	235	237	239
2	M1	M2	M3
Memoria	236	238	240

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	194	-	196	-	198	-	200	-	202	-
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	204	-	206	-	208	-	210	-	212	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	214	215	216	217	218	219	220	221	222	224
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234



FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

B006

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Av. República E7-07 y Av. Eloy Alfaro, Edificio María Victoria		
Cliente:	Antonia Putan	Fecha:	22/11/2014
Hora inicio:	12:00	Hora Fin:	13:45
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jacome Muriel		
Operador 2:	Dario José Buitrón Merio		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	65,8 (m ³)		
Volumen Sala receptora:	55,5 (m ³)		
Superficie elemento divisor:	15,6 (m ²)		
Descripción del elemento divisor			
<p>Pared homogénea de bloque vibro-comprimido de 0,15x0,2x0,8 (m), ligados artesanalmente mediante mortero de cemento portland, arena y agua, cubierta por estuco de mortero y pintura.</p>			

Instrumentación:

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	827	829	831
2	M1	M2	M3
Memoria	828	830	832

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	833	-	835	-	837	-	839	-	841	-	
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	843	-	845	-	847	-	849	-	851	-	
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	



FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

6001

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Jesús Ochoa y Av. de los Girasoles, Bloque 4 Sala 458 - Sala 456		
Cliente:	UDLA	Fecha:	02/11/2014
Hora inicio:	13:00	Hora Fin:	13:50
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Dario José Bultrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	178,5 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	176,1 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	25,4 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
<p>Waporteria de 212(m²) de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 0,013(m) de espesor a ambos lados de la estructura, sellada de lana de vidrio entre las placas.</p>			

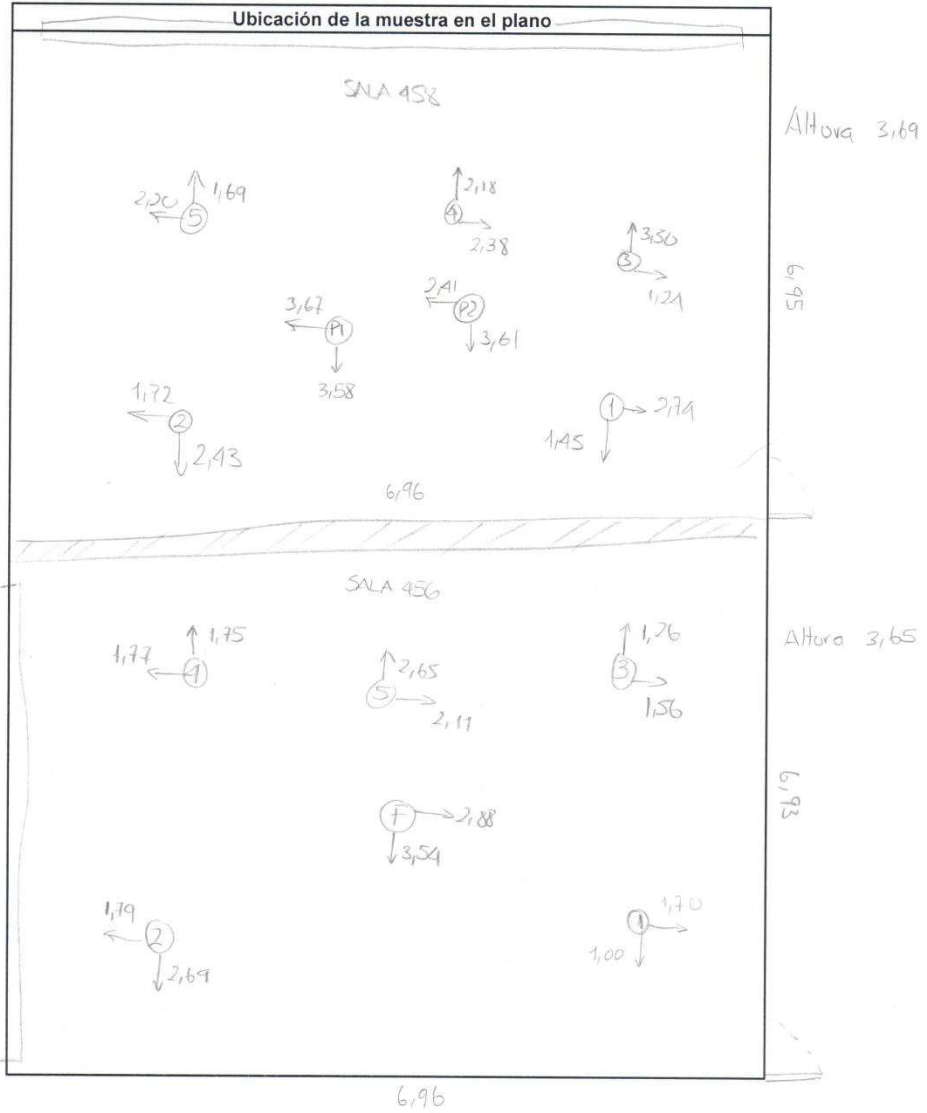
Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P2 P3

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	368	370	372
2	M1	M2	M3
Memoria	369	371	373

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	374	-	376	-	378	-	380	-	382	-	
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	384	-	386	-	388	-	390	-	392	-	
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

G002

Datos del lugar de ensayo	
Dirección:	José Quiro y Av. de los Guineales, Bloque 4 Sala 467 - Sala 465
Cliente:	UDLA
Fecha:	02/11/2014
Hora inicio:	12:15
Hora Fin:	13:00
Datos del personal	
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel
Operador 2:	Dario José Buitrón Merlo
Características geométricas	
Volumen Sala emisora:	146,9 [m ³]
Volumen Sala receptora:	136,2 [m ³]
Superficie elemento divisor:	19,6 [m ²]
Descripción del elemento divisor	
<p><i>Manopuera de 0,12[m] de espesor compuesta por una estructura de metálica autoportante para montaje de placas gypsim de 0,013[m] de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.</i></p>	

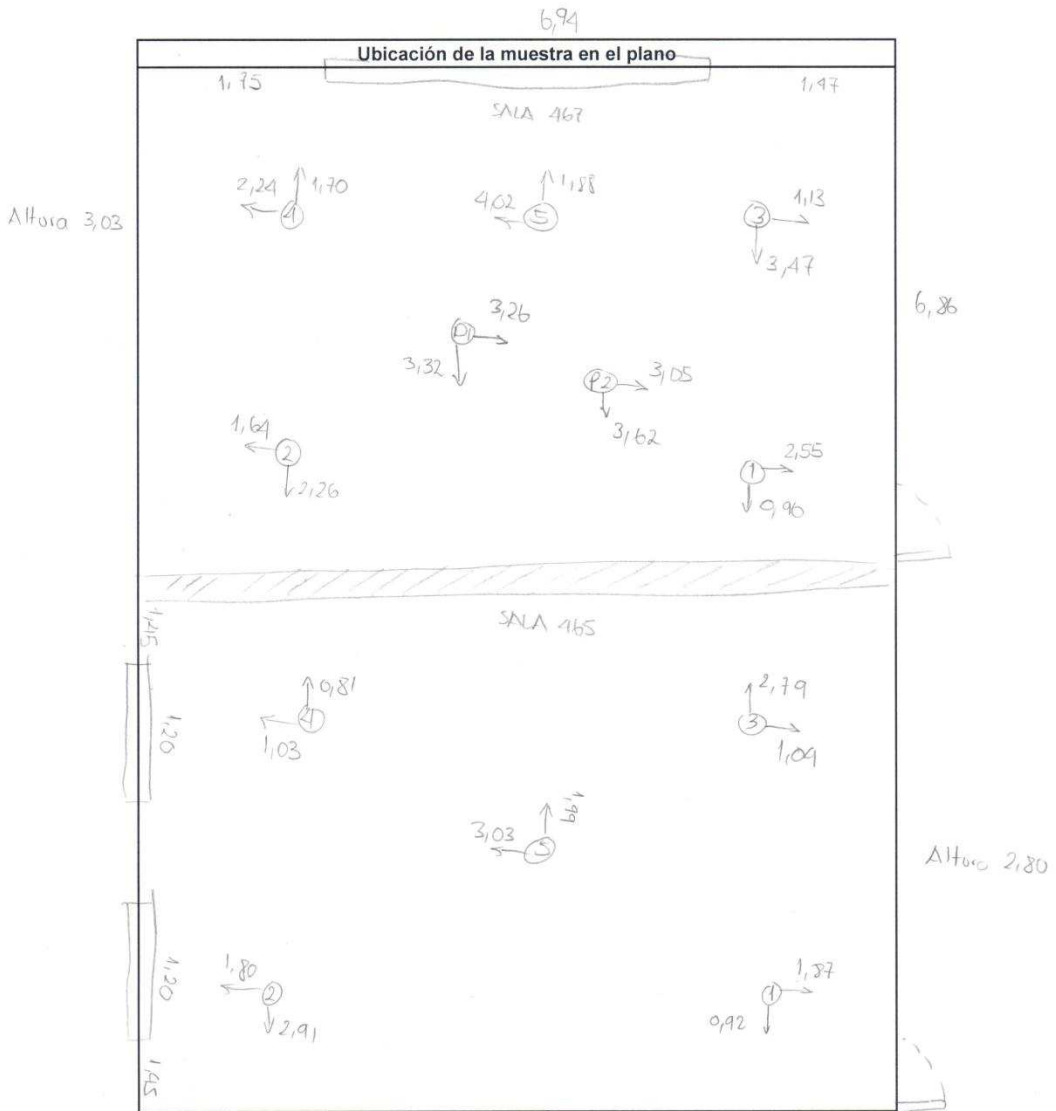
Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP802
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P2 P3

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	321	323	325
2	M1	M2	M3
Memoria	322	324	326

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	327	-	330	-	332	-	334	-	336	-	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	338	-	340	-	342	-	344	-	346	-	
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

G003

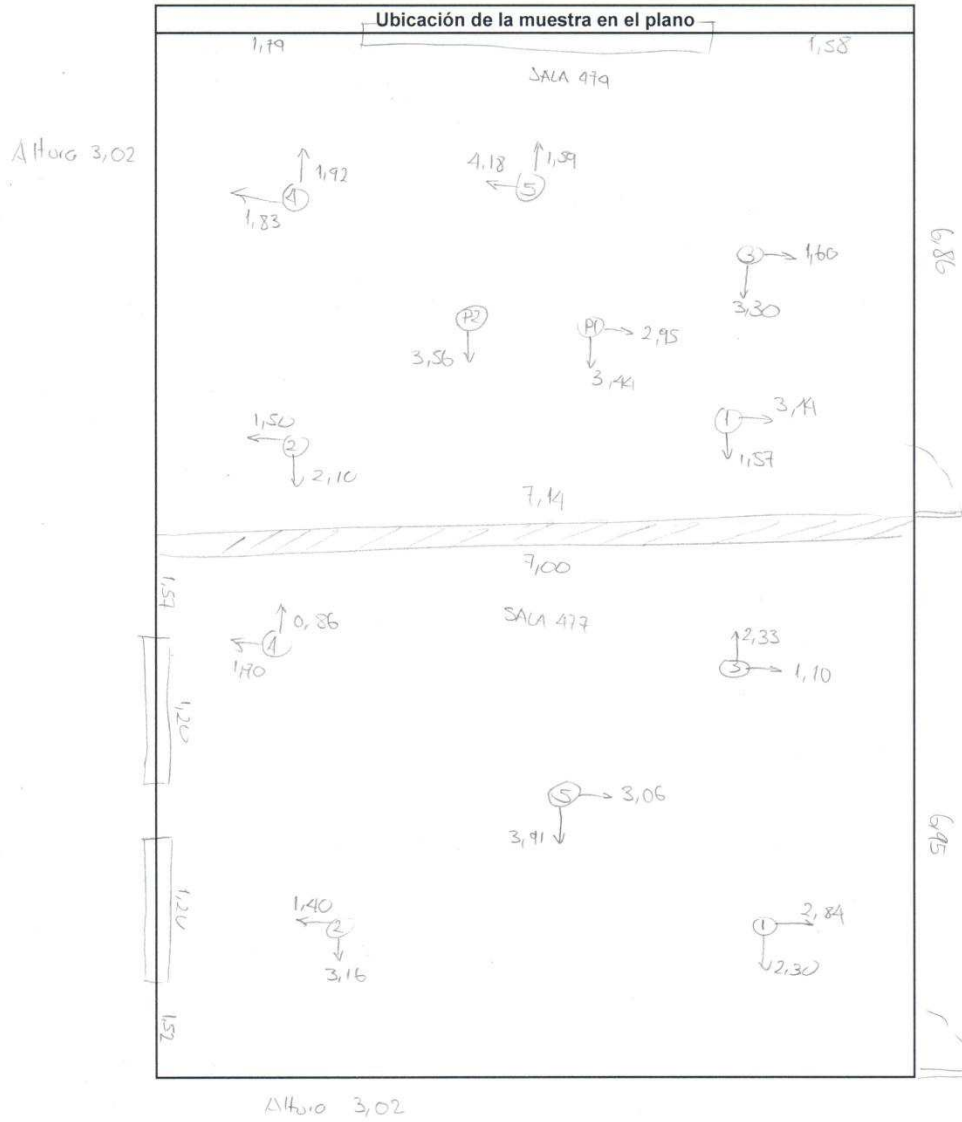
Datos del lugar de ensayo	
Dirección:	Bole Quini y Av. de los Guanaquíes, Bloque 4 Sala 47A - Julio 477
Cliente:	UDA
Fecha:	02/11/2014
Hora inicio:	11:00
Hora Fin:	12:00
Datos del personal	
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel
Operador 2:	Dario José Buitrón Merlo
Características geométricas	
Volumen Sala emisora:	147,2 (m ³)
Volumen Sala receptora:	146,9 (m ³)
Superficie elemento divisor:	2,1 (m ²)
Descripción del elemento divisor	
<p><i>Manpostera de 0,12(m) de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 0,013(m) de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.</i></p>	

Instrumentación:

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	315	317	319
2	M1	M2	M3
Memoria	316	318	320

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	273	-	275	-	277	-	279	-	281	-
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	284	-	287	-	289	-	291	-	293	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

G004

Datos del lugar de ensayo	
Dirección:	Av. Simón Bolívar y la vía a Aragón, UdeA Park Sala 914 - Sala 913
Cliente:	G004
Fecha:	02/11/2014
Hora inicio:	19:30
Hora Fin:	20:10
Datos del personal	
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel
Operador 2:	Dario José Buítrón Merlo
Características geométricas	
Volumen Sala emisora:	118,5 (m ³)
Volumen Sala receptora:	106,3 (m ³)
Superficie elemento divisor:	17,9 (m ²)
Descripción del elemento divisor	
<p>Mampostería de 0,12[m] de espesor completa por una estructura metálica autoprotante para montaje de placas gypsum de 0,013[m] de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas</p>	

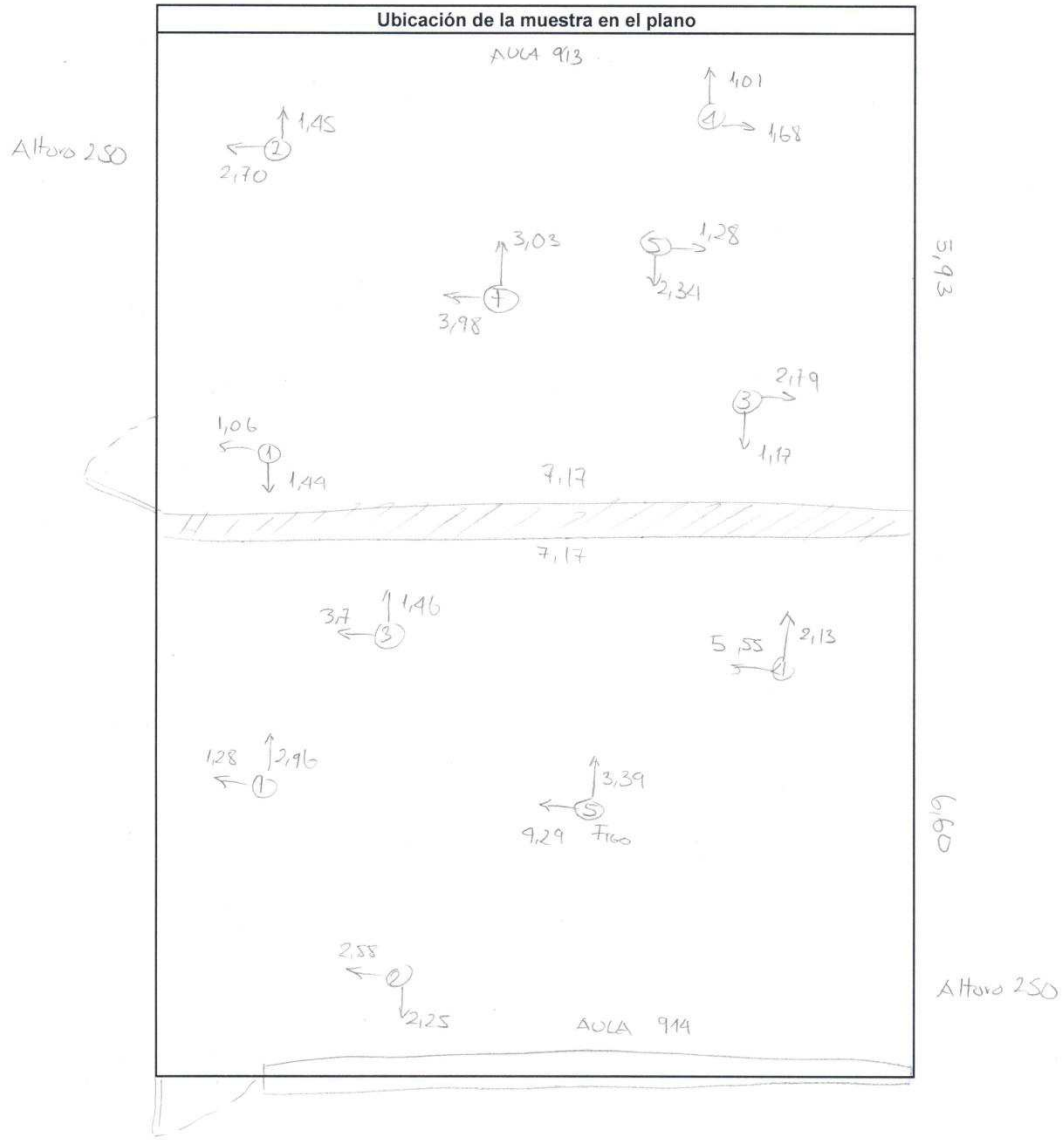
Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P2 P3

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	576	576	578
2	M1	M2	M3
Memoria	575	577	579

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	586	-	588	-	590	-	592	-	594	-
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	596	-	598	-	600	-	602	-	604	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

6005

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Av. Smith Bolívar + la vía a Nouva, Villa Park Julio 935 - Sala Q.34		
Cliente:	UDLA	Fecha:	02/11/2014
Hora inicio:	17:30	Hora Fin:	18:30
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Dario José Bultrón Merio		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	119,6 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	101,1 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	17,8 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
Mampostería de 0,12 [m] de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 0,013 [m] de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.			

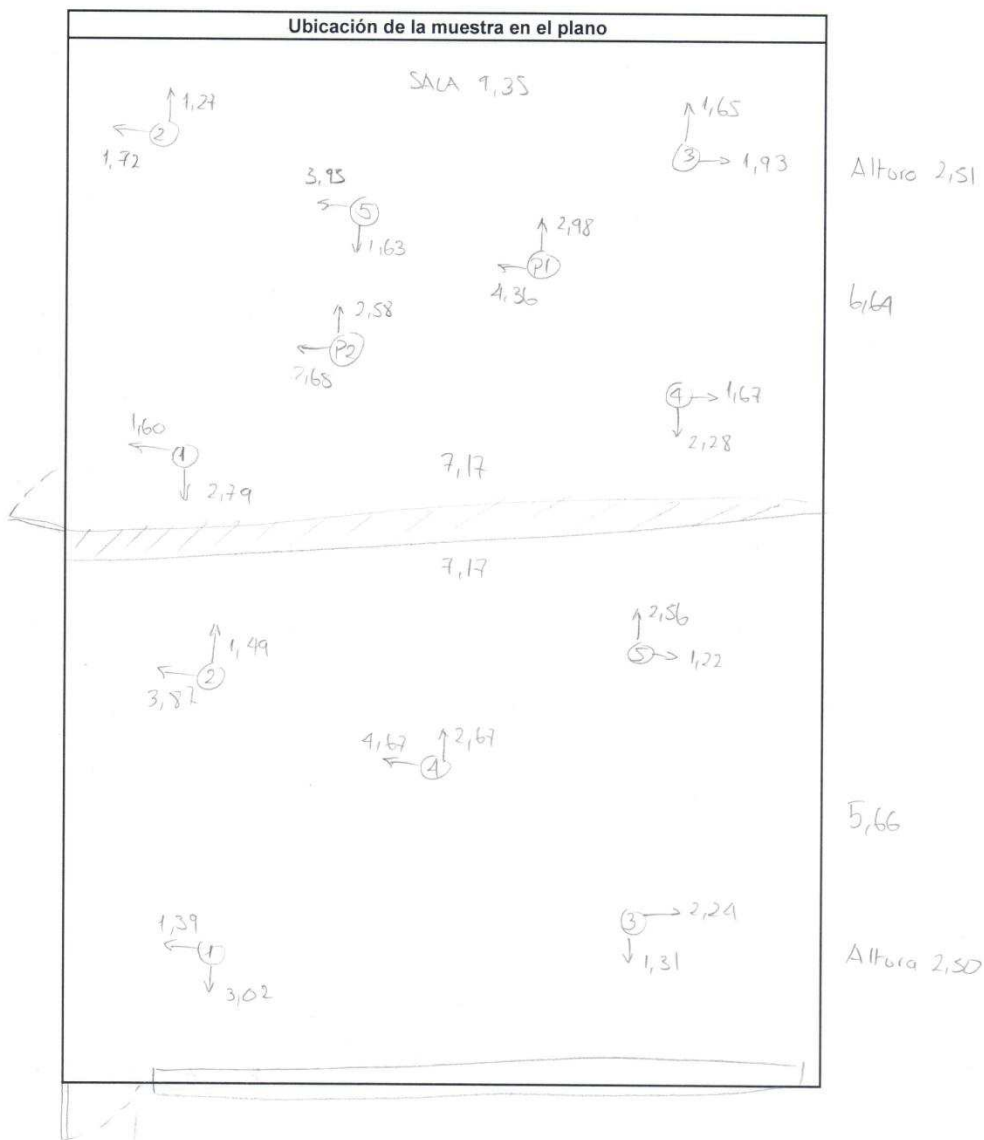
Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P2 P3

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	480	482	484
2	M1	M2	M3
Memoria	481	483	485

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	498	-	500	-	502	-	504	-	506	-
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	508	-	510	-	512	-	514	-	516	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

G006

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	José Guasí y Av. de los Granados, Bloque A Sala 476 - Sala 478		
Cliente:	UDLA	Fecha:	10/01/2015
Hora inicio:	12:10	Hora Fin:	12:10
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Dario José Buitrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	110,5 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	137,3 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	20,2 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
<p>Planchetas de G12 [m] de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 0,013 [m] de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.</p>			

Instrumentación:

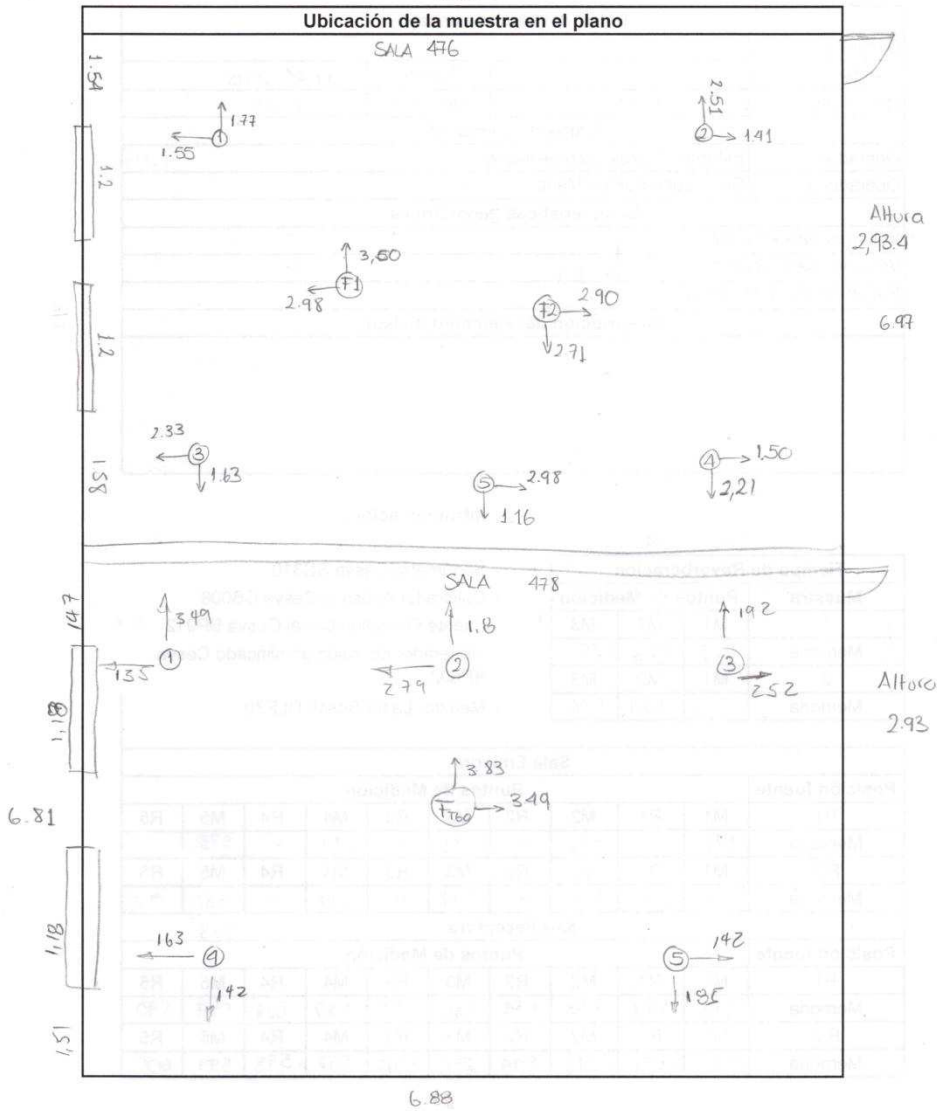
- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P4

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	621	623	625
2	M1	M2	M3
Memoria	622	624	626

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	571	-	572	-	573	-	574	-	575	-
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	576	-	577	-	578	-	579	-	580	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600

6.88





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

6007

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Jefe Orell y Ar de los Granados, Buzo 4 Sala 464 - Sala 466		
Cliente:	UDEA	Fecha:	10/01/2013
Hora inicio:	13:30	Hora Fin:	14:00
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Darío José Buitrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:			
Volumen Sala receptora:	176,2 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	25,8 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
<p>Memoria de 0,12 [m] de espesor, compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 0,015 [m] de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.</p>			

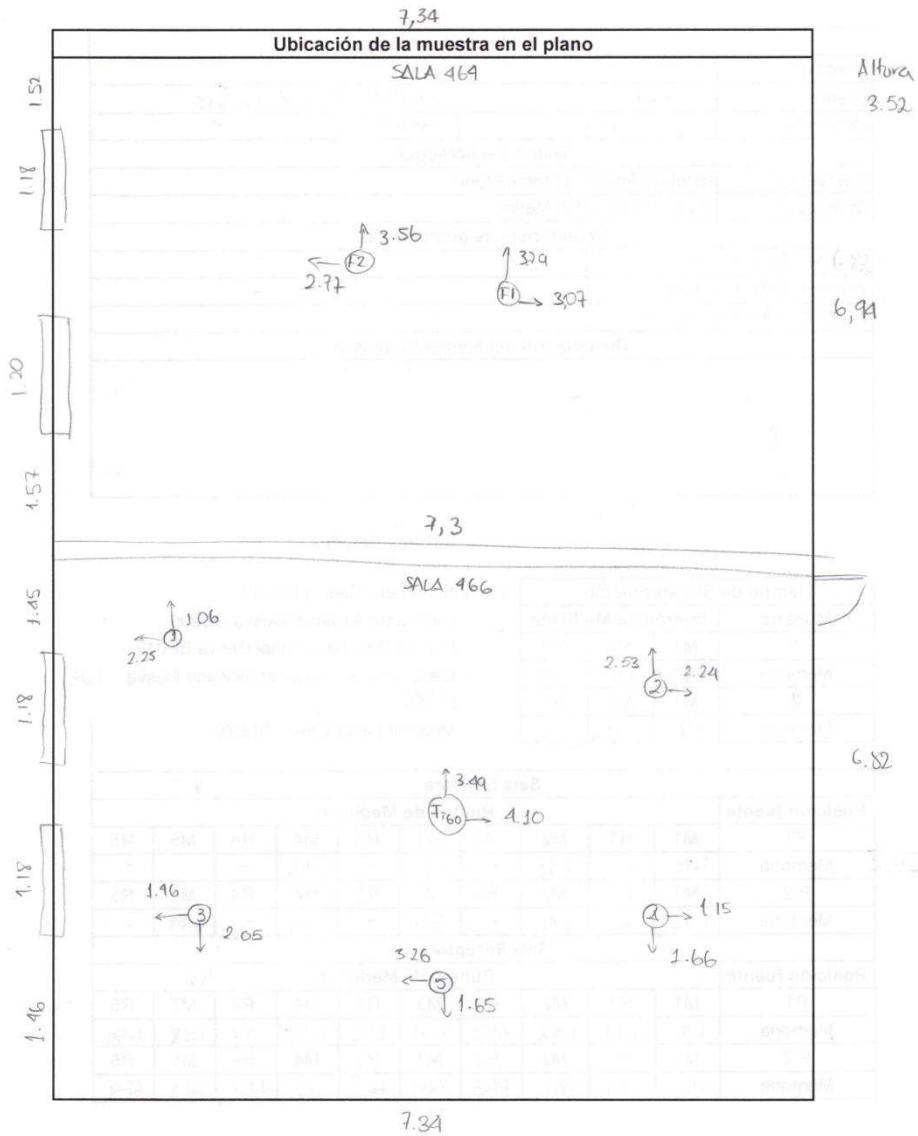
Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P2 P5

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	690	692	694
2	M1	M2	M3
Memoria	691	693	695

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	640	-	641	-	642	-	643	-	644	-	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	645	-	646	-	647	-	648	-	649	-	
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

6008

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	José Qui y Av. de los Encarnados, Bloque 4 Sala 426-Sala 424		
Cliente:	UDCA	Fecha:	10/01/2015
Hora inicio:	12:10	Hora Fin:	13:40
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Dario José Bultrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	180,5 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	139,1 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	20,2 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
<p>Manpostería de 0,12[m] de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 0,013[m] de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.</p>			

Intrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

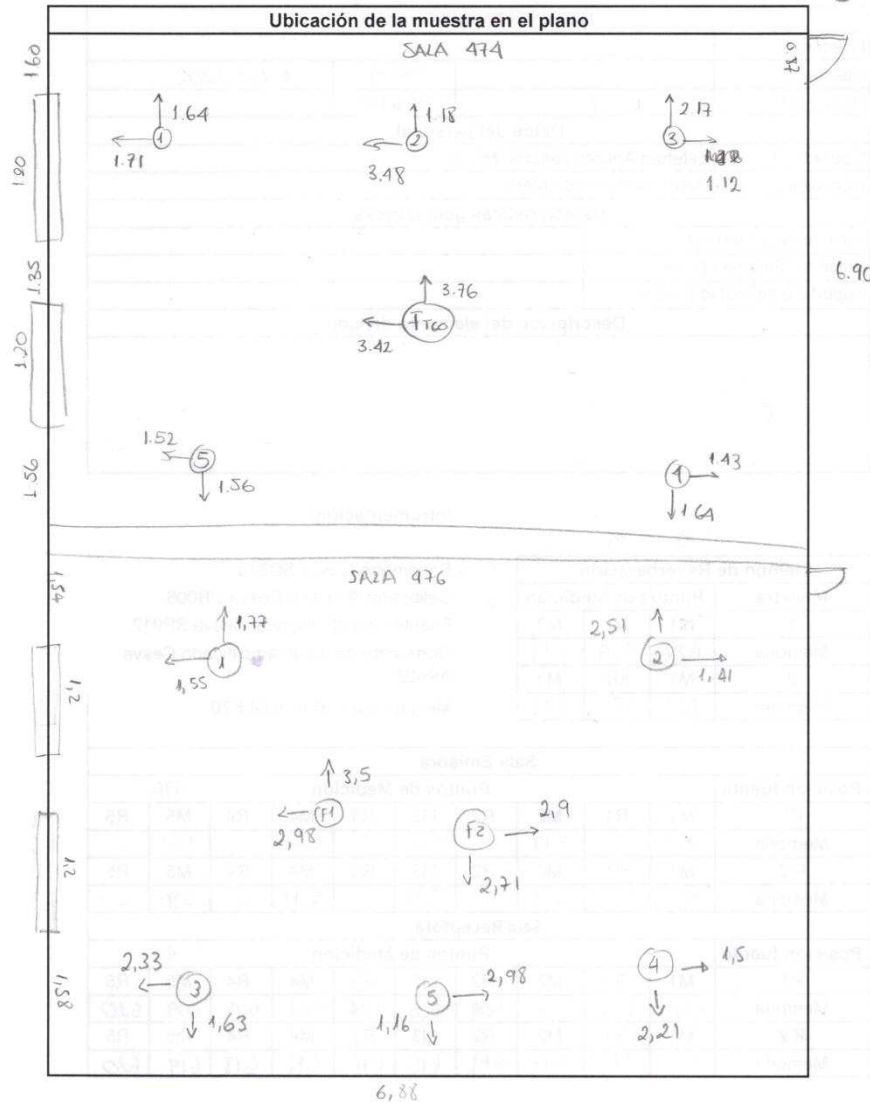
P3 P4 P1

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	627	629	631
2	M1	M2	M3
Memoria	628	630	632

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	571	-	572	-	573	-	574	-	575	-
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	576	-	577	-	578	-	579	-	580	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620

6.88

Altura 2,93





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

G009

Datos del lugar de ensayo	
Dirección:	José Quiro y Av. de los Constructores, Bloque 4, Sala 464 - Sala 462
Cliente:	UDCA
Fecha:	10/01/2015
Hora inicio:	13:40
Hora Fin:	14:30
Datos del personal	
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel
Operador 2:	Dario José Buitrón Merlo
Características geométricas	
Volumen Sala emisora:	176,2 [m ³]
Volumen Sala receptora:	178,5 [m ³]
Superficie elemento divisor:	25,4 [m ²]
Descripción del elemento divisor	
<p>Paneleta de 0,12[m] de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 0,013[m] de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre placas.</p>	

Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

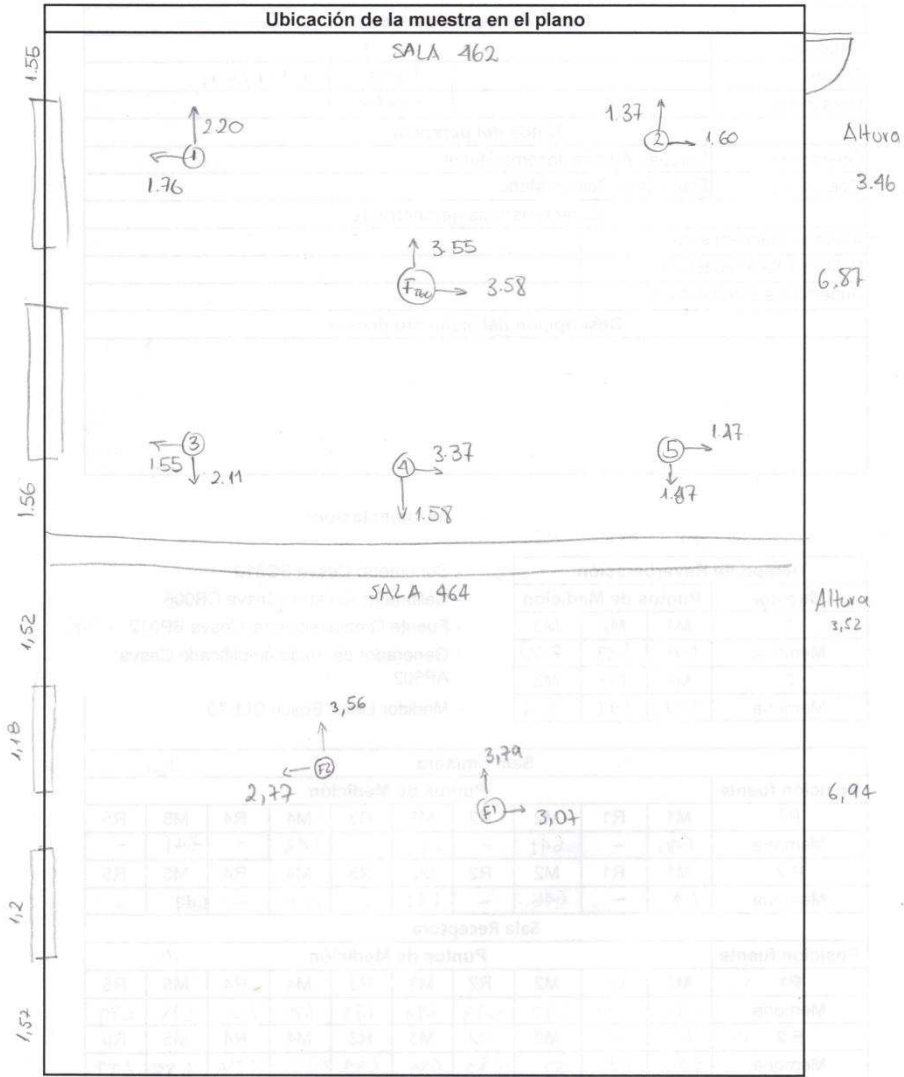
P1 P3 P5

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	696	698	700
2	M1	M2	M3
Memoria	697	699	701

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	640	-	641	-	642	-	643	-	644	-
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	645	-	646	-	647	-	648	-	649	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689

FICHA TÉCNICA
 Ensayo Normativa ISO 140-4

7.34



7.34



FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

6010

Datos del lugar de ensayo	
Dirección:	Avenida Bolívar y la vía a Volcán, Chaparral - Oficina 15
Cliente:	ODLA
Fecha:	25/01/2015
Hora inicio:	11:30
Hora Fin:	12:10
Datos del personal	
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel
Operador 2:	Dario José Bultrón Merlo
Características geométricas	
Volumen Sala emisora:	39,5 [m ³]
Volumen Sala receptora:	39,2 [m ³]
Superficie elemento divisor:	7,8 [m ²]
Descripción del elemento divisor	
<p>Manpostera de 0,12[m] de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 0,13[m] de espesor a ambos lados de la estructura rellena de lana de vidrio entre las placas.</p>	

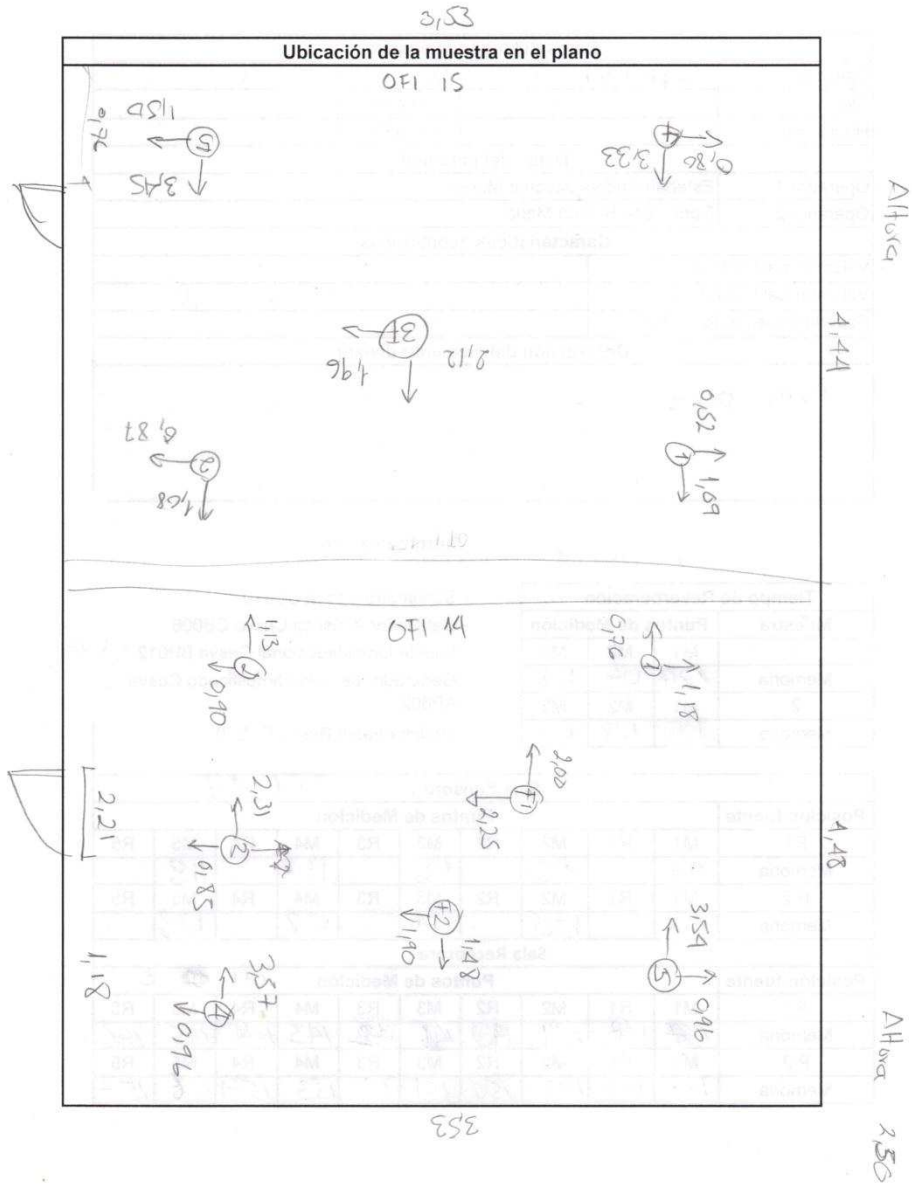
Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P2 P5

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	124	126	128
2	M1	M2	M3
Memoria	125	127	129

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5
Memoria	114	-	115	-	116	-	117	-	118	-
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	119	-	120	-	121	-	122	-	123	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5
Memoria	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

G011

Datos del lugar de ensayo	
Dirección:	Avenida Bolívar y la vía a Hampa, Laboratorio Sala 953 - 954
Cliente:	UDELAR
Fecha:	27/01/2015
Hora inicio:	12:20
Hora Fin:	13:00
Datos del personal	
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel
Operador 2:	Darío José Buitrón Merlo
Características geométricas	
Volumen Sala emisora:	99,9 [m ³]
Volumen Sala receptora:	94,9 [m ³]
Superficie elemento divisor:	13,9 [m ²]
Descripción del elemento divisor	
<p>Paneles de 0,12(m) de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 0,013(m) de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.</p>	

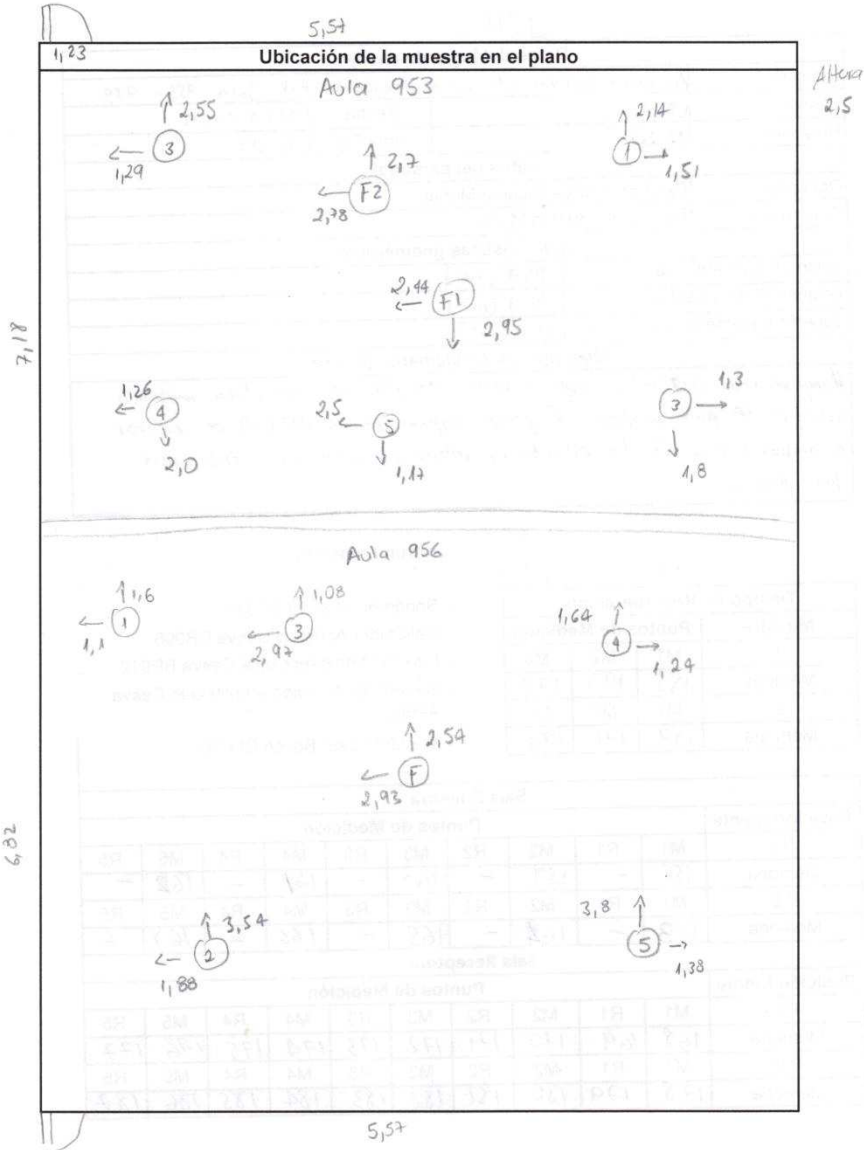
Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P2 P5

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
	M1	M2	M3
1			
Memoria	188	190	192
2			
Memoria	189	191	193

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
P1										
Memoria	158	-	159	-	160	-	161	-	162	-
P2										
Memoria	163	-	164	-	165	-	166	-	167	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
P1										
Memoria	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177
P2										
Memoria	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

G012

Datos del lugar de ensayo	
Dirección:	Av. Simón Bolívar y la vía a Nagón, Octubre Sala 913-914
Cliente:	UDIA
Fecha:	25/01/2015
Hora inicio:	13:00
Hora Fin:	13:30
Datos del personal	
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel
Operador 2:	Dario José Bultrón Merlo
Características geométricas	
Volumen Sala emisora:	106,3 [m ³]
Volumen Sala receptora:	107,2 [m ³]
Superficie elemento divisor:	14,8 [m ²]
Descripción del elemento divisor	
<p>Membrera de 0,12[m] de espesor compuesta por una estructura metálica autoportante para montaje de placas gypsum de 0,013[m] de espesor a ambos lados de la estructura, rellena de lana de vidrio entre las placas.</p>	

Instrumentación:

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	632	634	636
2	M1	M2	M3
Memoria	633	635	637

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	194	-	195	-	196	-	197	-	198	-
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	199	-	200	-	201	-	202	-	203	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225

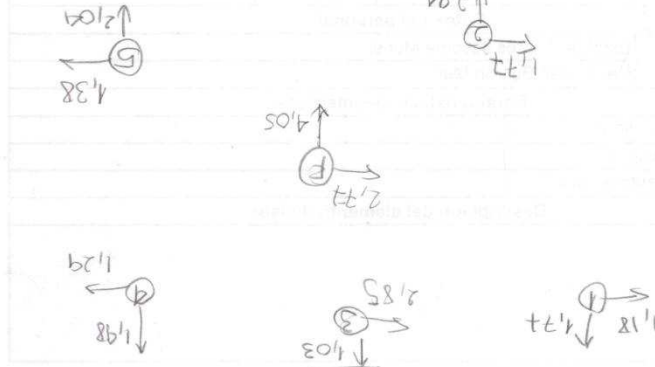
Altura 2,50

6,81

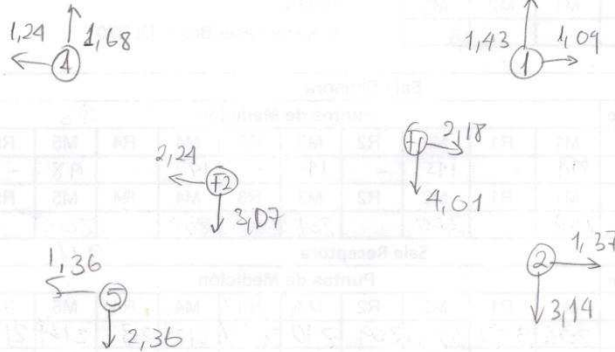
Ubicación de la muestra en el plano

∞'9

911



913



5,93

7,17

Altura 2,50



FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

1001

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Pasaje A y Felicitísimo Vega, Lote 5B, Pifo		
Cliente:	Maria José Mayanquer	Fecha:	10/01/2015
Hora inicio:	18:25	Hora Fin:	19:10
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Darío José Buitrón Merlo		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	38,7 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	35,1 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	7,13 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
<p>Pared compuesta por ladrillos de 0,18 [m] de espesor, ligados artesanalmente mediante mortero de cemento Portland, arena y agua, abierta por enlucido de mortero y pintura.</p>			

Instrumentación:

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	755	757	759
2	M1	M2	M3
Memoria	756	758	760

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	702	—	703	—	704	—	705	—	706	—	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	707	—	708	—	709	—	710	—	711	—	
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	712	713	714	715	716	717	719	720	721	722	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	



FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

2002

Datos del lugar de ensayo	
Dirección:	Paraje A y Felicitimo Vera, Lot 5B, Ato
Cliente:	Maria Jose Mayanquer
Fecha:	16/01/2015
Hora Inicio:	18:30
Hora Fin:	19:20
Datos del personal	
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel
Operador 2:	Dario José Buitrón Merlo
Características geométricas	
Volumen Sala emisora:	41,1 (m ³)
Volumen Sala receptora:	38,6 (m ³)
Superficie elemento divisor:	9,6 (m ²)
Descripción del elemento divisor	
Pared compuesta por ladrillos de 9,18 (m) de espesor, ligados artesanalmente mediante mortero de cemento portland, arena y greda, cubierta por entucado de mortero y pintura.	

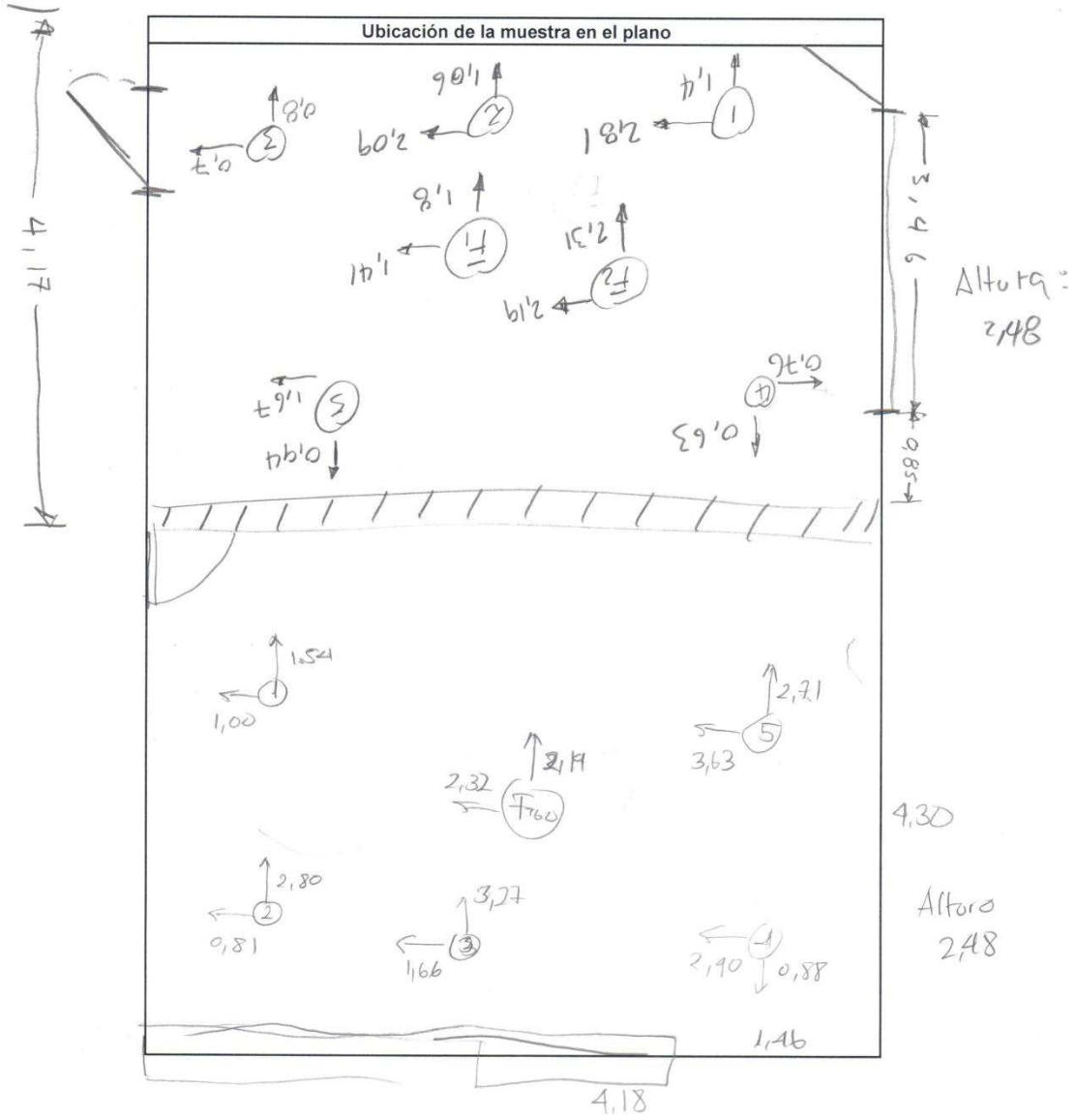
Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P3 P5

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	761	763	765
2	M1	M2	M3
Memoria	762	764	766

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	702	-	703	-	704	-	705	-	706	-	
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	707	-	708	-	709	-	710	-	711	-	
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

1003

Datos del lugar de ensayo	
Dirección:	Real Audiencia N65-175 y bas. Cacaupoto
Cliente:	Gabriela Pazmino
Fecha:	17/01/2015
Hora inicio:	14:20
Hora Fin:	15:15
Datos del personal	
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel
Operador 2:	Dario José Buitrón Merlo
Características geométricas	
Volumen Sala emisora:	53,9 (m ³)
Volumen Sala receptora:	28,1 (m ³)
Superficie elemento divisor:	9,2 (m ²)
Descripción del elemento divisor	
Pared compuesta por ladrillos de 9,18 (m) de espesor, ligados artesanalmente mediante mortero de cemento portland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura.	

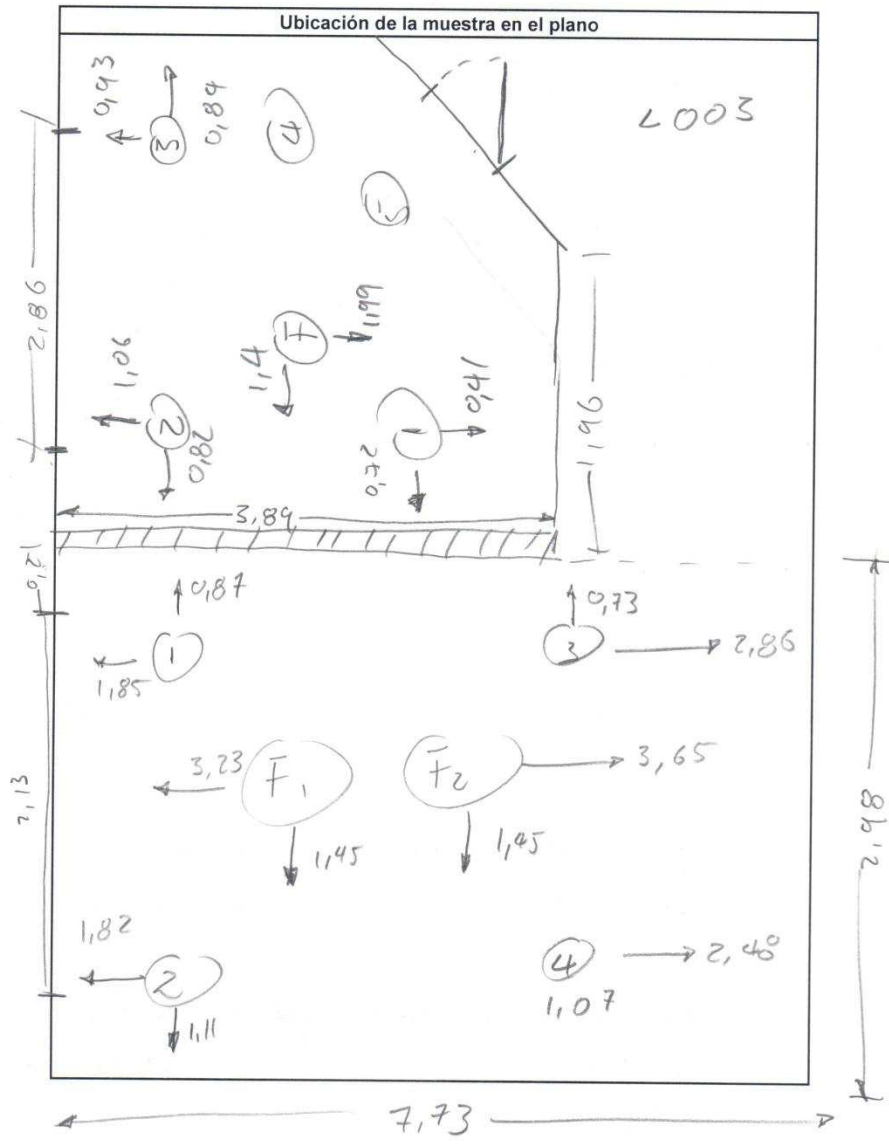
Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P2 P3 P5

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	988	990	992
2	M1	M2	M3
Memoria	989	991	993

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	956	-	957	-	958	-	959	-	960	-
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	961	-	962	-	963	-	964	-	965	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
Memoria	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

L004

Datos del lugar de ensayo	
Dirección:	Francisco Penabaz y Av. Solanda
Cliente:	Sonia Gonzaga
Fecha:	12/01/2015
Hora Inicio:	16:30
Hora Fin:	17:15
Datos del personal	
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel
Operador 2:	Dario José Buitrón Merlo
Características geométricas	
Volumen Sala emisora:	25,1 [m ³]
Volumen Sala receptora:	24,2 [m ³]
Superficie elemento divisor:	6,5 [m ²]
Descripción del elemento divisor	
<p>Panel compuesta por tablillas de 0,18 [m²] de espesor, ligadas articulan- mente mediante mortero de cemento portland, arena y agua, cubierta por elucado de melano y pintura.</p>	

Instrumentación:

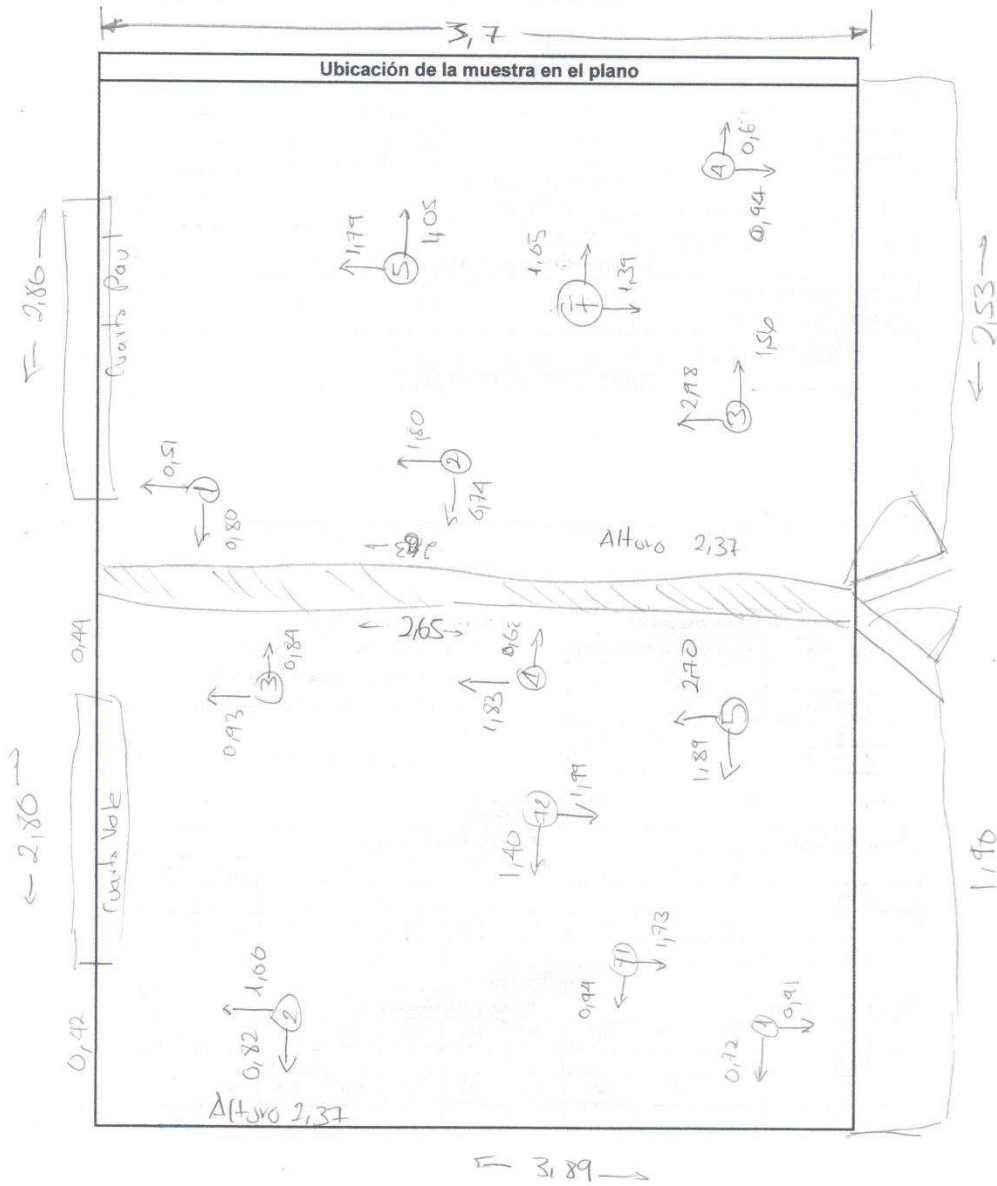
- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P1 P2 P3

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	29	41	43
2	M1	M2	M3
Memoria	40	42	44

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	994	-	995	-	996	-	997	-	998	-	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	999	-	000	-	001	-	002	-	003	-	
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	017	018	019	020	021	022	023	024	025	026	
P2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	029	030	031	032	033	034	035	036	037	038	

FICHA TÉCNICA
 Ensayo Normativa ISO 140-4





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

1005

Datos del lugar de ensayo	
Dirección:	Calle B 364-16 y Av. Cardenal de la Torre
Cliente:	Peritajes Moreno
Fecha:	18/01/2015
Hora inicio:	11:15
Hora Fin:	11:50
Datos del personal	
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel
Operador 2:	Darío José Buitrón Merlo
Características geométricas	
Volumen Sala emisora:	25,4 [m ³]
Volumen Sala receptora:	25,4 [m ³]
Superficie elemento divisor:	8,63 [m ²]
Descripción del elemento divisor	
<p>Bred compuesta por ladrillos de 9,18[m] de espesor, ligados artesanalmente mediante mortero de cemento portland, arena y agua, cubierta por entado de mortero y pintura.</p>	

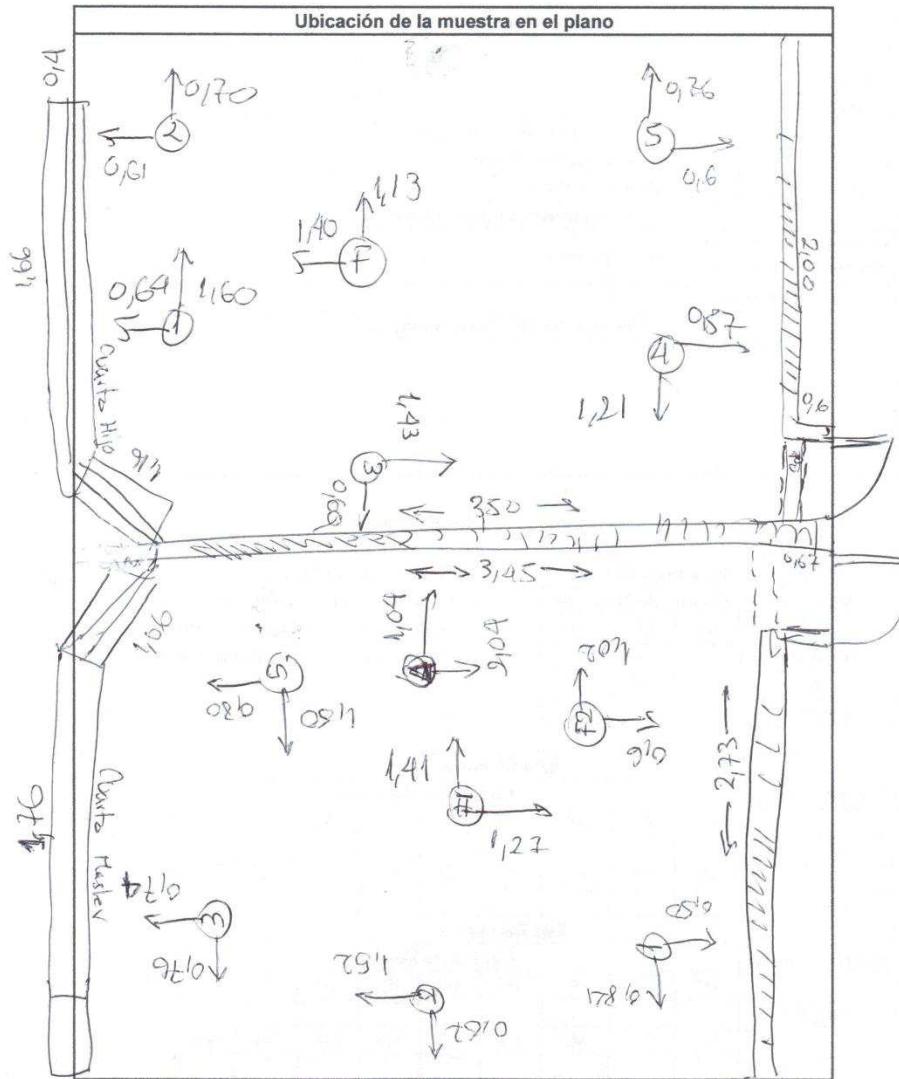
Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P3 P4 P5

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	123	125	127
2	M1	M2	M3
Memoria	124	126	128

Sala Emisora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
P1										
Memoria	113	-	114	-	115	-	116	-	117	-
P2										
Memoria	118	-	119	-	120	-	121	-	122	-
Sala Receptora										
Posición fuente	Puntos de Medición									
	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5
P1										
Memoria	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
P2										
Memoria	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142





FICHA TÉCNICA

Ensayo Normativa ISO 140-4

2006

Datos del lugar de ensayo			
Dirección:	Santa Teresa N.º 9-201 y Bolívar Torres, Asuero, Mayo del, Casa 2		
Cliente:	Bérbora Buitrón	Fecha:	18/01/15
Hora inicio:	12:50	Hora Fin:	13:30
Datos del personal			
Operador 1:	Esteban Andrés Jácome Muriel		
Operador 2:	Dario José Bultrón Merio		
Características geométricas			
Volumen Sala emisora:	33,52 [m ³]		
Volumen Sala receptora:	33,0 [m ³]		
Superficie elemento divisor:	1048 [m ²]		
Descripción del elemento divisor			
Pared compuesta por ladrillos de 0,12 [m] de espesor, ligados artesanalmente mediante mortero y cemento portland, arena y agua, cubierta por enlucido de mortero y pintura.			

Instrumentación:

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Medidor Laser Bosch DLE70

P2 P3 P4

Tiempo de Reverberación			
Muestra	Puntos de Medición		
1	M1	M2	M3
Memoria	179	181	185
2	M1	M2	M3
Memoria	180	182	184

Sala Emisora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	149	-	150	-	151	-	152	-	153	-	
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	154	-	155	-	156	-	157	-	158	-	
Sala Receptora											
Posición fuente	Puntos de Medición										
P1	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	
P 2	M1	R1	M2	R2	M3	R3	M4	R4	M5	R5	
Memoria	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	

