AREA 32(1)
NOVIEMBRE DE 2025
ABRIL DE 2026
ISSN 2591-5312

TEMÁTICA GENERAL
© SI-FADU-UBA

ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE LA ENVOLVENTE DE VIVIENDAS EN ALTURA EN TUCUMÁN, ARGENTINA

COMPARATIVE STUDY OF THE ACOUSTIC BEHAVIOR OF THE ENVELOPE OF HIGH-RISE RESIDENCES IN TUCUMÁN, ARGENTINA

PALABRAS CLAVE
Acústica,
Acústica arquitectónica,
Calidad de vida,
Hábitat,
Desarrollo sostenible

KEYWORDS
Acoustics,
Architectural acoustics,
Quality of life,
Habitat,
Sustainable development

AGUSTINA CAZÓN NARVÁEZ[1], ISABEL DEL VALLE JUAREZ[1], BEATRIZ SILVIA GARZÓN[1] y VÍCTOR LUIS ALBERTO CANCINO[2]

[1] Universidad Nacional de Tucumán
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Grupo de Hábitat Sustentable y Saludable
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

[2] Universidad Nacional de Tucumán
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Secretaría Ciencia, Arte e Innovación Tecnológica

San Miguel de Tucumán, Argentina

RECIBIDO
11 DE DICIEMBRE DE 2025
ACEPTADO
4 DE FEBRERO DE 2026

EL CONTENIDO DE ESTE ARTÍCULO ESTÁ BAJO LICENCIA DE ACCESO ABIERTO CC BY-NC-ND 2.5 AR

INFORMACIÓN PARA CITAR ESTE ARTÍCULO
Cazón Narváez, Agustina; Juarez, Isabel del Valle; Garzón, Beatriz Silvia y Cancino, Víctor Luis Alberto (Noviembre 2025-Abril 2026). Estudio comparativo del comportamiento acústico de la envolvente de viviendas en altura en Tucumán, Argentina. *AREA*, *32*(1), 1-27. https://doi.org/10.62166/area.32.1.3778

RESUMEN

La vivienda, además de ser un recinto de habitación es considerada un espacio de trabajo; su incorrecto acondicionamiento acústico puede generar repercusiones en la salud física, mental y emocional de los usuarios. Un diseño inadecuado no sólo perjudica la salud y el bienestar, sino que también puede incrementar el impacto ambiental, debido a un mayor consumo de recursos y a la necesidad de intervenciones correctivas posteriores.

Este estudio evalúa la calidad acústica de dos departamentos en altura ubicados en San Miguel de Tucumán, Argentina, ciudad caracterizada por un notable crecimiento urbano y vehicular. Se adopta un enfoque cuantitativo para comparar y analizar los resultados obtenidos mediante mediciones con instrumental específico. Se consideran variables sonoras, constructivas y perceptuales, tanto en relación con el ruido exterior y la capacidad de aislamiento de la envolvente edilicia, como en los espacios interiores, a partir del análisis de los tiempos de reverberación. El objetivo general es diagnosticar la situación actual, comparar el desempeño acústico de las unidades y aportar recomendaciones orientadas a mejorar la calidad de vida mediante un diseño arquitectónico más consciente.

ABSTRACT

Housing, in addition to being a place for dwelling, is also considered a workspace; therefore, inadequate acoustic conditioning may have repercussions on users' physical, mental, and emotional health. Poor design not only harms health and well-being but may also increase environmental impact due to higher resource consumption and the need for subsequent corrective interventions.

This study assesses the acoustic quality of two high-rise apartments located in San Miguel de Tucumán, Argentina, a city characterized by significant urban and vehicular growth. A quantitative approach is adopted to compare and analyze the results obtained through measurements using specialized instrumentation. Acoustic, constructive, and perceptual variables are considered, both in relation to external noise and the sound insulation capacity of the building envelope, as well as in interior spaces through the analysis of reverberation times. The overall objective is to diagnose the current situation, compare the acoustic performance of the units, and provide recommendations aimed at improving quality of life through more conscious architectural design.

ACERCA DE LAS AUTORAS Y EL AUTOR

Agustina Cazón Narváez. Arquitecta por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Doctorando en Arquitectura (UNT). Docente simple Cátedra de Acondicionamiento Ambiental 2 (FAU-UNT). Becaria CONICET Doctoral. Miembro de Grupo de Hábitat Sustentable y Saludable (GHabSS). Integrante de proyectos de investigación, extensión y docencia. Ha publicado en revistas especializadas nacionales y extranjeras. Actualmente investiga sobre acústica arquitectónica en edificios en altura.

✉ <agus.cazon93@gmail.com>

https://orcid.org/0000-0001-5823-0130

Isabel del Valle Juarez. Arquitecta por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Especialista en Arquitectura Sustentable (FAU-UNT). Doctorando en Arquitectura (UNT). Docente simple Cátedra de Acondicionamiento Ambiental 2 (FAU-UNT). Becaria CONICET Doctoral. Miembro de Grupo de Hábitat Sustentable y Saludable (GHabSS). Integrante de proyectos de investigación, extensión y docencia. Ha publicado en revistas especializadas nacionales y extranjeras. Actualmente investiga sobre paisaje sonoro.

✉ <isabeljuarez.arq@gmail.com>

https://orcid.org/0000-0002-4447-940X

Beatriz Silvia Garzón. Doctora por la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta (UNSa). Arquitecta por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Docente Asociada Cátedra de Acondicionamiento Artificial y Diseño de Instalaciones 2 (FAU-UNT). Investigadora Independiente del CONICET. Directora de Proyectos del MinCyT, CONICET y FAU-SCAIT de la UNT. Directora del GHabSS de la FAU-UNT-CONICET. Ha publicado libros y en revistas especializadas nacionales y extranjeras.

✉ <bgarzon2022@gmail.com>

https://orcid.org/0000-0003-3130-8895

Víctor Luis Alberto Cancino. Estudiante de Arquitectura en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Seminarista estudiantil Cátedra de Acondicionamiento Ambiental 2 (FAU-UNT). Miembro de Grupo de Hábitat Sustentable y Saludable (GHabSS). Ha publicado en revistas especializadas nacionales y extranjeras.

✉ <luiscancino1892@gmail.com>

https://orcid.org/0000-0002-8864-9757

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

Introducción

El diseño arquitectónico de la vivienda, tanto en su concepción como en su resolución, debe priorizar el espacio habitable, entendido como "el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que el ser humano pueda habitar o morar; es decir, el lugar apropiado para que un determinado grupo humano pueda vivir" (Padilla Galicia y Espinosa Dorantes, 2021, p. 10). En este sentido, resulta fundamental considerar la relevancia del diseño y la construcción de las edificaciones, especialmente si se tiene en cuenta que la vivienda constituye el ámbito donde las personas transcurren gran parte de su vida cotidiana. Por ello, la ejecución de la vivienda no es un factor menor al momento de resolver el proyecto arquitectónico. Como señala Cubillos-González y Rodríguez-Álvarez (2013):

> Un mal diseño de la edificación ocasiona que no se responda adecuadamente a las condiciones ambientales y a la disponibilidad de recursos que demandan las construcciones; por tanto, genera un mayor impacto ambiental y compromete la salud de los habitantes (p. 48).

Asimismo, el diseño de la vivienda debe responder a las exigencias de confort ambiental necesarias para el desarrollo de las actividades humanas. El confort ambiental se asume como "el conjunto de condiciones ambientales aceptadas por las personas para el desarrollo de sus actividades habituales" (Espinosa Cancino y Cortés Fuentes, 2015, p. 229), constituyéndose así en un aspecto central para garantizar la calidad de vida de los usuarios. Uno de los puntos centrales referidos a dicho confort está constituido por el control y el confort acústico y su vinculación con el ruido urbano, uno de los principales contaminantes en las ciudades. La Organización Mundial de la Salud (OMS) (Berglund, Lindvall y Schwela, 1999) considera que se trata del ruido emitido por todas las fuentes a excepción de las áreas industriales. Las fuentes principales de ruido urbano son el tránsito automotor, el ferroviario y el aéreo, la construcción y las obras públicas y el vecindario. Las principales fuentes de ruido en interiores son los sistemas de ventilación, máquinas de oficina, artefactos domésticos y vecinos.

El ruido urbano es resultado del crecimiento poblacional y de la infraestructura de la ciudad, considerándose parte de la propia vida urbana: "naturalizar el ruido fuera de los parámetros normales es algo que indudablemente hemos hecho como sociedad, en detrimento de nuestra salud" (Sancho Eiras, 2022, p. 154).

La OMS (Berglund, Lindvall y Schwela, 1999) advierte que los daños auditivos, como la dificultad para escuchar una conversación cotidiana, no sólo afectan la capacidad de oír, sino que también generan consecuencias sociales al restringir la participación y la interacción entre las personas.

Los impactos físicos del ruido no se restringen al ámbito auditivo. Diversos estudios coinciden en que la exposición prolongada al ruido ambiental constituye un factor de riesgo para la salud en un sentido más amplio (Saez, Juarez y Garzón, 2022; Figueroa Garzón, 2023), dificultando la conciliación del sueño, interrumpirlo, alterar su profundidad, llevar a cambios de la presión arterial y la frecuencia cardíaca y a mayores movimientos corporales mientras se duerme, provocar estrés crónico, ansiedad, e incluso enfermedades cardiovasculares. En otro orden, el ruido constante puede interferir

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

con la concentración, el rendimiento cognitivo y la comunicación, afectando negativamente la calidad de vida.

Queda claro entonces que la falta de acondicionamiento acústico genera efectos negativos en la salud humana, tanto en el orden fisiológico como psíquicos, ocasionando consecuencias en el orden social como mala convivencia entre los habitantes de un mismo espacio. Esto indica que es necesario tenerlo en cuenta al proyectar las tipologías de viviendas, entendiendo que "el confort acústico en el interior de un recinto significa básicamente que el campo sonoro existente no generará ninguna molestia a los habitantes" (Maristany, Abadía, Agosto y Carrizo Miranda, 2016, p. 4).

De manera particular, en este artículo se aborda el estudio de la envolvente acústica en edificios de altura tanto desde la reducción como la absorción acústica, de manera global. Se lleva adelante la evaluación y comparación de la calidad acústica de dos espacios residenciales en la ciudad de San Miguel de Tucumán, uno de los centros urbanos en crecimiento más importantes del Noroeste Argentino. Desde la constatación que los principales puntos críticos en un edificio dependen del "ruido de tráfico de las avenidas, el ruido de transmisión aérea proveniente de los usuarios de los departamentos colindantes y el ruido de transmisión estructural ocasionado por dichos usuarios del edificio o maquinaria que se encuentra dentro del mismo" (Zaldumbide Burbano, 2018, p. 4) se realizó el análisis de variables sonoras, constructivas y perceptuales que se interrelacionan en el ámbito de la vivienda.

Se tuvieron en cuenta las normativas y legislaciones vigentes en Argentina referidas al control del ruido ambiental. En el nuevo Código de Edificación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), mediante la Resolución 99/SSREGIC/20 aprobada en el año 2021, se establecen los valores mínimos de aislación *in situ* que debe cumplir la envolvente del inmueble. Presenta un índice global de reducción para muros divisorios entre distintos propietarios y para divisiones horizontales de distintas propiedades, como así también para las fachadas, en el frente y contrafrente. También se consideraron las recomendaciones del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM[1]), en particular la Norma 4044 (IRAM, 2015) sobre los requisitos mínimos para el aislamiento acústico en edificios que plantean los valores de cerramientos verticales, horizontales y aberturas tanto para los sonidos transmitidos por vía aérea como por vía sólida, en condiciones normales de utilización de los recintos. Asimismo, establece los métodos de clasificación mediante mediciones realizadas *in situ*.

En la ciudad de San Miguel de Tucumán las normativas que abordan el tema acústico hacen énfasis en el ruido ambiente y los ruidos emitidos por vehículos automotores. La Ordenanza 288/78 (1978) sobre los ruidos y sonidos innecesarios y molestos o excesivos, establece las condiciones de medición y los niveles sonoros máximos. Sin embargo, existe un vacío sobre el aislamiento acústico no sólo en la normativa general sino también en el código de edificación de la ciudad que tendría que garantizar una construcción acústicamente confortable.

El crecimiento y consolidación del municipio trajo aparejado el desarrollo de la infraestructura y equipamiento de la ciudad y la concentración de servicios de escala regional ha incidido en el crecimiento del tránsito vehicular el cual

1 La sigla corresponde al nombre original Instituto de Racionalización Argentino de Materiales (N. de ed.).

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

ha afectado como una de las principales fuentes de contaminación acústica para las viviendas (Zamorano González et al., 2019).
Con este estudio se busca profundizar en el tema a fin de aportar más datos sobre las condiciones acústicas globales que involucren los diferentes parámetros acústicos y generar recomendaciones y soluciones dirigidas a los profesionales, emprendedores, ciudadanos y cualquier otro interesado para su concienciación, consideración y aplicación.
De manera específica se buscó detectar, evaluar y comparar los diferentes ámbitos de la vivienda en altura, de modo de realizar un diagnóstico de la situación actual y hacer un aporte de interés en la problemática del diseño y la construcción de las viviendas con adecuación acústica para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Metodología

La metodología combinó un conjunto de herramientas y técnicas organizadas en tres etapas. En la primera se realizó un análisis cuantitativo de las condiciones acústicas del exterior, mediante mediciones sonoras en puntos estratégicos con la determinación del Nivel de Intensidad Acústica (NIA) incidente. Una vez analizada la envolvente desde el exterior, en la segunda etapa se realizó un análisis cuantitativo de las condiciones acústicas interiores de la unidad funcional; el estudio culminó con una tercera etapa de medición de Tiempo de Reverberación (TR60).
Para la evaluación de los indicadores de ruido ambiental el procedimiento fue analítico deductivo. En primera instancia, con un análisis cuantitativo se realizaron mediciones de niveles sonoros con instrumental según las recomendaciones de la Norma IRAM 4113, "Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental", partes 1 y 2 (IRAM 4113-1, 2009; IRAM 4113-2, 2010).
Las mediciones en base a las especificaciones de la norma, se realizaron con Sonómetro Digital Integral marca Lutron (Integrating Sound Level Meter SL-4035SD) clase 2; Calibrador multifunción B&K (Bruel & Kjaer) Tipo 4226, de acuerdo con los siguientes parámetros acústicos:

- ***Nivel Sonoro Continuo Equivalente (LAeq)***: es el indicador que permite describir la contaminación acústica en una localización. Muestra el nivel de ruido acumulado a lo largo de un período y estandarizado con respecto a dicho intervalo. Para determinarlo se realiza el siguiente cálculo:

$$L_{Aeq.T} = 10 \cdot lg \left[\frac{1}{T} \int_{f_1}^{f_2} \left(\frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 \cdot dt \right]$$

  donde *T* es el *tiempo de observación* durante el cual el nivel sonoro es *Li* ± 2,5 dB(A).

- ***Niveles Percentiles L10 y L90***: indican el nivel de ruido que es superado en un determinado porcentaje del tiempo de medición. Cuanto menor sea el porcentaje del tiempo, más elevado será el nivel sonoro a superar. El percentil *L90* define al nivel sonoro superado durante el 90% del

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

tiempo de medición y suele utilizarse para la medición de los niveles de ruido de fondo. En cambio, el valor de *L10* es el nivel que se excede durante el 10% del tiempo y considera los molestos picos de ruido.

Los datos de aislamiento a través del Índice de Reducción Sonora Compensado (Rw) se manejaron desde la consulta a la parte 1 de la Norma IRAM 4043-1 (IRAM, 2003). Aunque no existen valores de Rw aconsejados para una fachada, pero en la Norma IRAM 4044 (IRAM, 2015) se marcan los valores mínimos recomendados para muros divisorios y medianeros. Para comparar con valores admisibles en vivienda se adoptaron los valores recomendados por franja horaria según la Norma IRAM 4062 (IRAM, 2016). Para las mediciones[2] de Tiempo de Reverberación se consideraron las normativas establecidas en la parte 2 de la Norma IRAM 4109 (2018) adaptadas de la norma internacional ISO 3382. Los parámetros considerados fueron:

- ***Respuesta (al) impulso***: gráfico del nivel de presión sonora en función del tiempo, resultante de excitar el recinto con una función delta de Dirac.
- ***TR60***: tiempo, expresado en segundos, que requiere el nivel de presión sonora para decaer en 60 dB, a una tasa obtenida por una regresión lineal de mínimos cuadrados, de la curva de decaimiento medida desde un nivel 5 dB por debajo del nivel inicial hasta 35 dB por debajo.

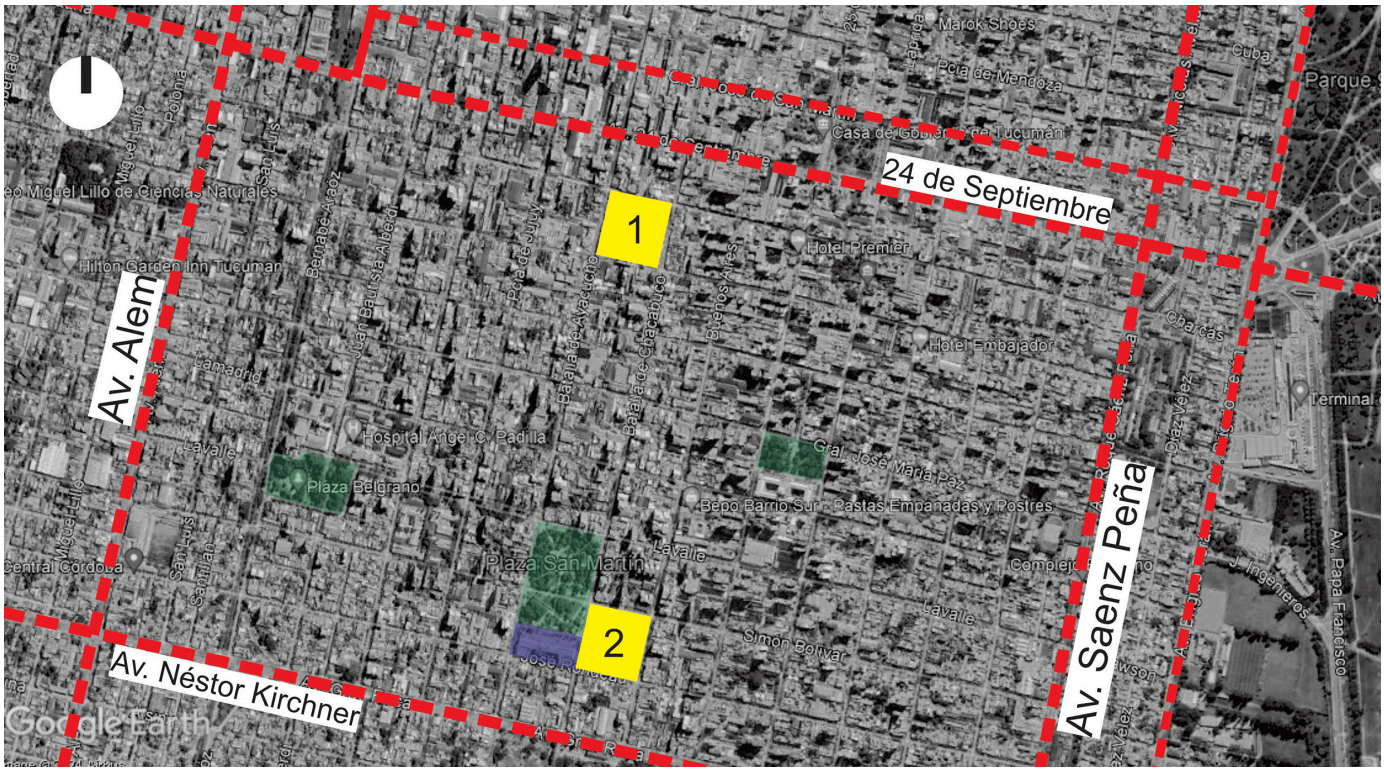
Dadas las dimensiones reducidas del departamento analizado se ubicó el micrófono en el medio de cada habitación y se tomaron mediciones de dos fuentes, en este caso globos, que al ser explotados generan una fuente sonora superiores en 60 dB del ruido fondo.

Localización y caracterización de los casos

El área geográfica a la que pertenecen los casos de estudio, el Municipio de San Miguel de Tucumán, es uno de los principales centros urbanos de Noroeste Argentino. Funciona como punto de conexión entre el norte y centro del país, siendo un sistema urbano consolidado que cuenta con variedad de servicios de rangos regional que la convierten en un nodo muy concurrido.
Los dos casos de estudio evaluados pertenecen al mismo sector de la ciudad, barrio Sur, en la ciudad de San Miguel de Tucumán. Pero que por su ubicación en el barrio logran diferenciarse en zonas urbanas con variadas actividades, por lo que se contrastó la calidad acústica de cada espacio respecto a la zona de emplazamiento.
Ambos casos de estudio se localizan sobre calles colectoras, que articulan la circulación urbana y conectan con instituciones de salud y educación de distintos niveles. El entorno inmediato del primer caso, ubicado sobre la calle San Lorenzo al 700 dentro del sector delimitado por las cuatro avenidas principales del centro del municipio, presenta un carácter mixto con uso residencial y comercial. La calle donde se emplaza el edificio de estudio es transversal a dos vías de recorrido norte-sur, la calle Batalla de Ayacucho y

2 Las mediciones fueron llevadas a cabo mediante el siguiente instrumental: Micrófono de Medición Behringer ECM8000; Tipo: Condensador; Patrón polar: Omnidireccional; Impedancia: 200 ohms; Sensibilidad: 70 dB; Respuesta de frecuencia: 20 Hz - 20 kHz. Una Placa de Sonido Externa Line 6. Software de análisis de Tiempo de Reverberación "Aurora" de Angelo Fariña como plugin para Audacity.

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL



la calle Buenos Aires, las cuales enmarcan el centro de la capital. Se trata de una zona de estructura urbana muy consolidada y compacta, con alta intensidad de actividades.

El segundo caso se ubica en la calle José Rondeau al 600, en la misma manzana donde se encuentra la Facultad de Artes de la Universidad Nacional de Tucumán, en comunicación directa con el Hospital del Niño Jesús. La zona presenta un flujo constante de tránsito vehicular y peatonal asociado tanto a las actividades educativas como a las de salud.

En ambas zonas se identifican fuentes de ruido similares, principalmente vinculadas al tránsito vehicular derivado de la circulación de ómnibus, automóviles particulares y peatones. Sin embargo, cada emplazamiento presenta particularidades relevantes. En el primer caso, caracterizado por un entorno comercial-residencial consolidado, la principal fuente de ruido corresponde al flujo vehicular general. En el segundo caso, si bien el tráfico continúa siendo la fuente predominante, adquieren mayor incidencia las sirenas de ambulancias debido a la proximidad del hospital, así como el ruido generado por el ingreso y egreso de estudiantes de la Facultad de Artes y por la afluencia de menores a instituciones de salud cercanas.

Si bien en ambos casos los programas arquitectónicos son similares con una cocina-comedor integrada, un único dormitorio separado y un único baño, salida a un espacio común exterior ya sea patio privado o balcón, cada vivienda presenta disposiciones diferentes de este programa.

El primer caso está emplazado en el contrafrente del edificio, ubicado en el cuarto piso, entre otras dos unidades habitacionales, el programa es compacto y se distribuye en una única planta con salida hacia un balcón particular. El segundo, se abre en la contrafachada, se ubica en la planta baja del edificio, es una unidad en dúplex, donde en la parte inferior se encuentra la cocina-comedor con salida a un patio interno, y en el entrepiso se ubica el baño y el dormitorio con salida a un balcón mínimo.

Figura 1
Ubicación de los casos de estudio dentro de las cuatro avenidas. Se resaltaron las principales avenidas de la ciudad en rojo.
Fuente: elaboración propia con base en datos de Google Maps.

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL



Figura 2

Ubicación de los casos de estudio en la manzana. Se resaltaron las calles circundantes en rojo.

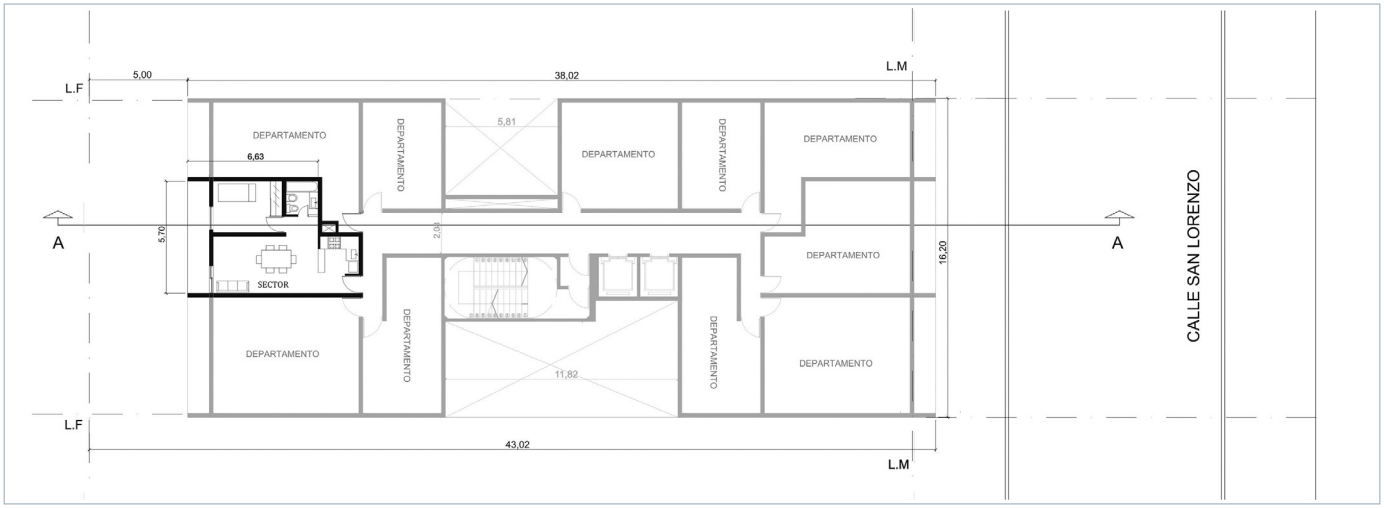
Fuente: elaboración propia con base en datos de Google Maps.

El paquete constructivo del primer caso consiste en cerramientos de ladrillo cerámico hueco de 8x18x33 cm, revocado en ambas caras. En el segundo caso los cerramientos son de ladrillo cerámico macizo de 13x5x27 cm, también con ambas caras revocadas. Respecto a la aislación del ruido aéreo, la Cámara Industrial de Cerámica Roja (CICER, 2005) estudia cómo, para construcciones de ladrillo macizo, se puede lograr una reducción Rw de 35 dB para cerramientos de ladrillos huecos revocados y un Rw de 40 dB para paquetes de ladrillo macizo revocado.

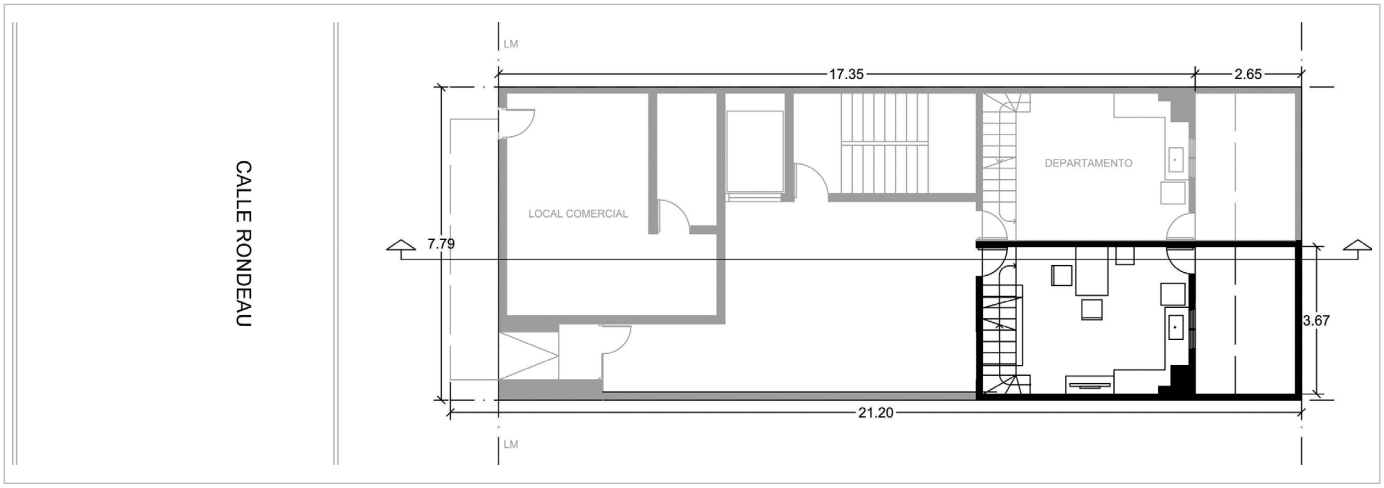
Figura 3

Ubicación en el edificio de la unidad habitacional en estudio.

Fuente: elaboración propia.



© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL



Resultados-Discusión

Figura 4

Ubicación en el edificio de la unidad habitacional en estudio.

Fuente: elaboración propia.

Mediciones Exteriores

Primer caso de estudio (San Lorenzo 700)

Se ubicó el equipo de medición en tres puntos exteriores representativos de la vereda a donde da la fachada del edificio.



Figura 5

Puntos de medición en el exterior.

Fuente: elaboración propia con base en datos de Google Maps.

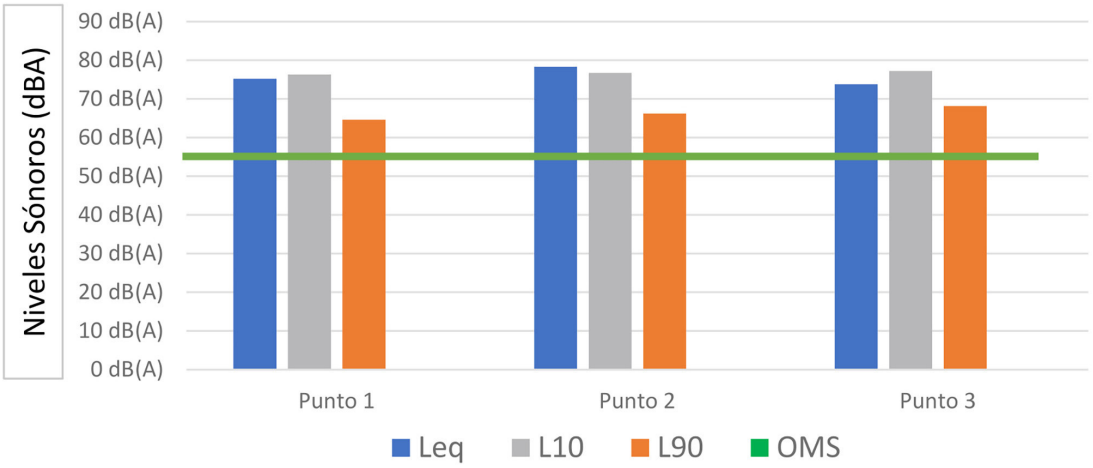
En este caso se realizaron mediciones en la hora pico de la mañana de 10:00 a 13:00. Se consideraron los puntos de medición en las esquinas y en mitad de la vereda del ejemplo de estudio. Las mediciones exteriores de la primera etapa arrojaron los datos indicados en la Tabla 1 (pág. siguiente).

Se observó que los resultados sobrepasan los valores recomendados por la OMS para exteriores de 55 dB.

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

Tabla 1. Resultados de medición

CASO 1: SAN LORENZO ALTURA 700 - EXTERIORES		
Punto 1 Esquina San Lorenzo y Chacabuco	**Punto 2** Centro de la vereda	**Punto 3** Esquina San Lorenzo y Ayacucho
Franja horaria (11:58 -12:08)	Franja horaria (11:46 -11:56)	Franja horaria (12:11 -12:21)



Percentiles								
LAeq	L10	L90	LAeq	L10	L90	LAeq	L10	L90
75,2 dB(A)	76,3 dB(A)	64,6 dB(A)	78,3 dB(A)	76,7 dB(A)	66,2 dB(A)	73,8 dB(A)	77,2 dB(A)	68,2 dB(A)

Fuente: elaboración propia.

Segundo caso de estudio (Rondeau 600)

En el segundo caso de estudio se escogieron los puntos sobre la vereda de la única fachada del edificio hacia la calle, obteniendo los resultados indicados en la Tabla 2 (pág. siguiente).

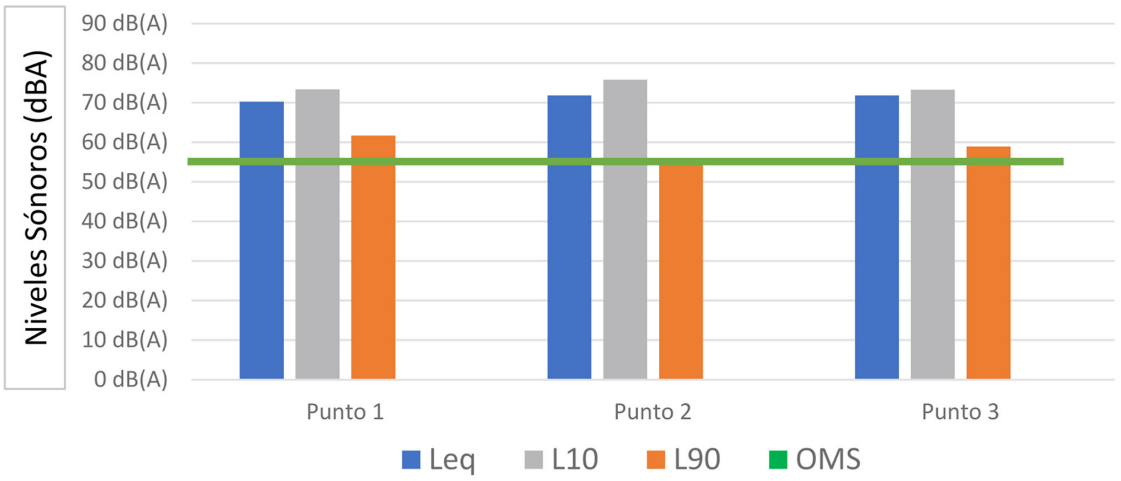
Figura 6

Puntos de medición en el exterior. Fuente: elaboración propia con base en datos de Google Maps.



Tabla 2. Resultados de medición

CASO 2: RONDEAU ALTURA 600 - EXTERIORES		
Punto 1 Esquina Rondeau y Buenos Aires	**Punto 2** Centro de la vereda	**Punto 3** Esquina Rondeau y Chacabuco
Franja horaria (17:56-18:06)	Franja horaria (18:11-18:21)	Franja horaria (18:24-18:34)



Percentiles								
LAeq	L10	L90	LAeq	L10	L90	LAeq	L10	L90
70,3 dB(A)	73,4 dB(A)	61,7 dB(A)	71,9 dB(A)	75,8 dB(A)	54,2 dB(A)	71,9 dB(A)	73,3 dB(A)	58,9 dB(A)

Fuente: elaboración propia.

Las horas de medición fueron durante la tarde, en la franja horaria de 17:00 a 19:00. Los puntos de medición se localizaron en ambas esquinas de la manzana del edificio y en el medio de la vereda donde se posicionaba el caso de estudio, para analizarlo en su contexto urbano.
Al igual que en el anterior, se observó que los resultados sobrepasaban los valores recomendados por la OMS para exteriores de 55 dB, lo que confirma que ambas localizaciones se encuentran dentro de un entorno urbano ruidoso. Esto corrobora lo planteado por otros autores (Alfie Cohen y Salinas Castillo, 2017; Orozco Medina y González, 2015), quienes señalan que las ciudades latinoamericanas presentan incrementos sostenidos de ruido asociados a la movilidad y densificación debido al crecimiento de las ciudades y la urbanización acelerada de la población.

Mediciones Interiores

Las mediciones interiores consideraron los espacios habitables de cada unidad, como así también los espacios comunes. En ambos casos se compararon los resultados obtenidos de dos condiciones de medición, con las carpinterías abiertas y con las carpinterías cerradas. Los muestreos en cada condición fueron de 10 minutos por cada espacio, dadas las disponibilidades horarias de los dueños de cada vivienda.

Primer caso de estudio (San Lorenzo 700)

En la siguiente etapa se realizaron mediciones interiores en las dos habitaciones principales y el desborde. Los puntos seleccionados fueron:

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

la Cocina-Comedor (1), el Dormitorio 1 (2) y el balcón (3). Debido a que el estudio de estos puntos permite conocer la globalidad de las actividades de la residencia, evaluando los sonidos propios de las actividades que allí se desarrollan.

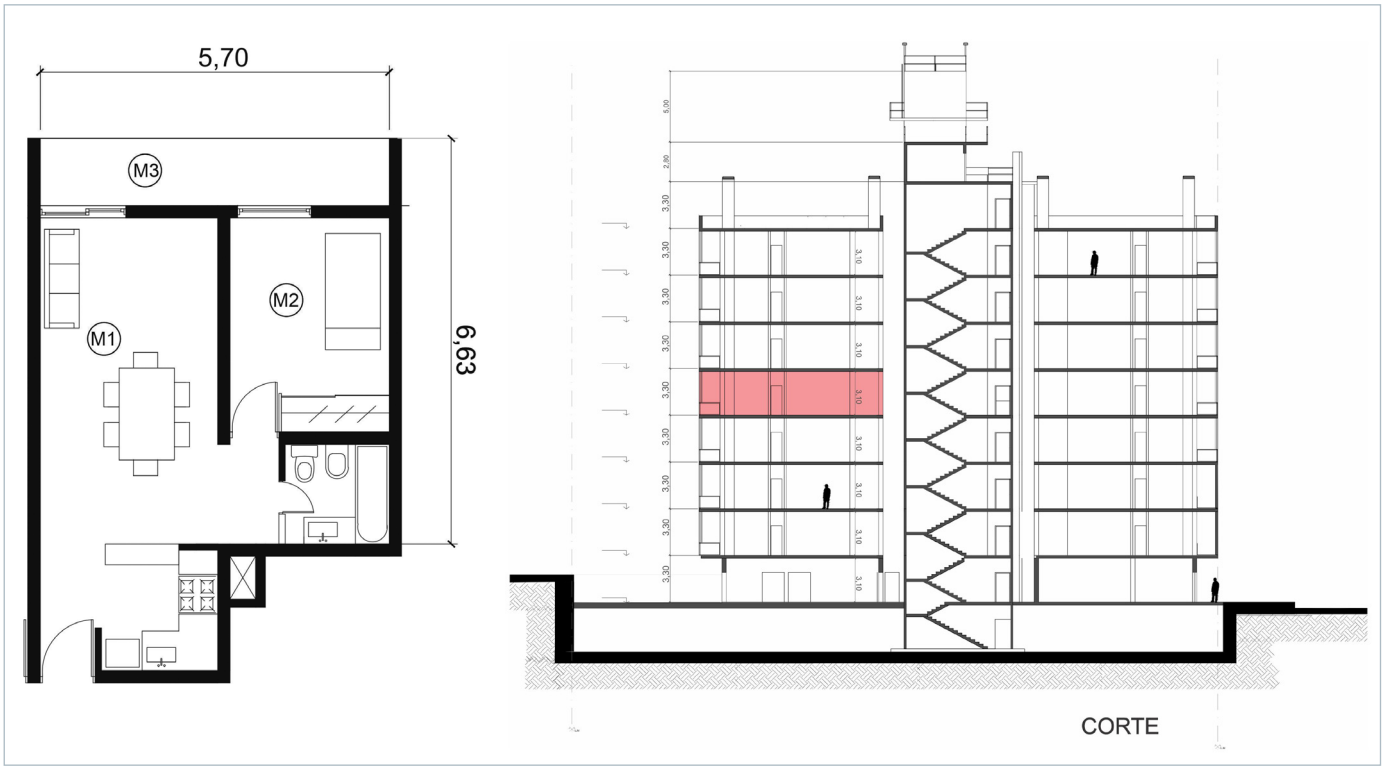


Figura 7
Planta de la unidad de estudio con la ubicación del sonómetro.
Fuente: elaboración propia.

De una primera aproximación, se pueden apreciar las siguientes características en cada punto:

- ***Punto 1 – Cocina Comedor.*** Se trata de un espacio común para todos los residentes de la unidad de vivienda, donde la terminación es de revoque fino pintado, con muebles de melamina, cuenta con una abertura y balcón hacia el patio interno de servicio en su cara norte.
- ***Punto 2 – Dormitorio 1.*** Es el único espacio privado, se trata de un dormitorio individual. Cuenta con una ventana hacia la cara norte.
- ***Punto 3 – Balcón.*** Es un espacio público de uso privado, que abre hacia el centro de manzana, los vecinos más cercanos son residencias y galpones.
- ***Punto 4 – Distribuidor.*** Es un espacio de servicio lineal que conduce a cada una de las unidades de departamentos y a la circulación vertical, cuenta con una abertura hacia el patio de servicio del edificio.

Una vez obtenido el registro de datos con instrumental normado, se calcularon los distintos indicadores acústicos en cada uno de los puntos seleccionados y se trasladaron a gráficos de niveles sonoros, como se muestra en la Tabla 3 (pág. siguiente).

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL



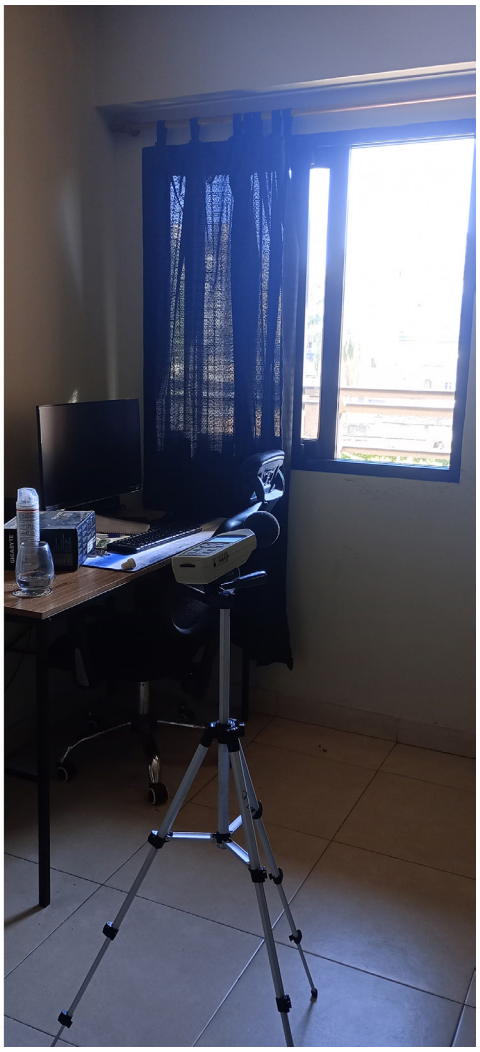
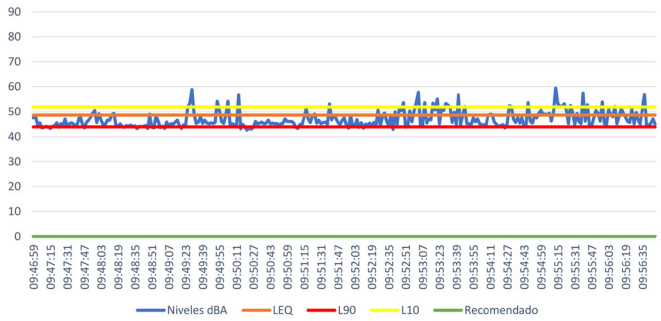
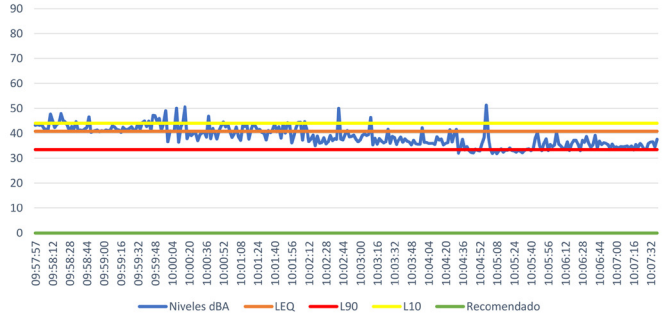


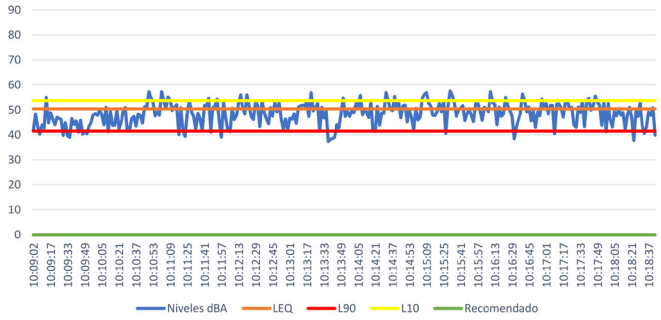
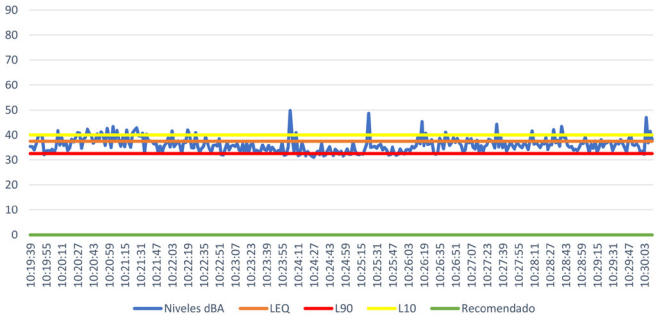
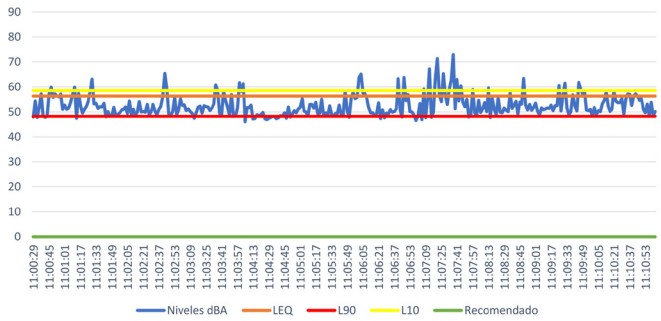
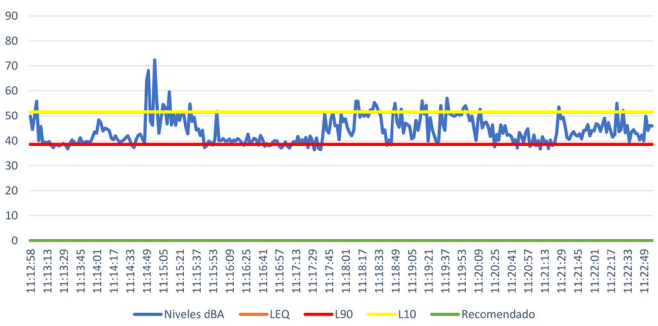
Figura 8

Imágenes del interior de la vivienda. Fuente: registro fotográfico propio del relevamiento.

Tabla 3. Resultados de Medición

CASO 1: SAN LORENZO ALTURA 700 - INTERIORES					
Punto 1 Cocina-Abierto			**Punto 1** Cocina-Cerrado		
Franja horaria (9:47 -9:57)			Franja horaria (9:58 -10:08)		
					
Percentiles					
LAeq	L10	L90	LAeq	L10	L90
48,6 dB(A)	51,9 dB(A)	43,9 dB(A)	40,8 dB(A)	44 dB(A)	33,4 dB(A)

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

CASO 1: SAN LORENZO ALTURA 700 - INTERIORES					
Punto 2 Dormitorio-Abierto			**Punto 2** Dormitorio-Cerrado		
Franja horaria (10:09 -10:19)			Franja horaria (10:20 -10:30)		
					
Percentiles					
LAeq	L10	L90	LAeq	L10	L90
50,4 dB(A)	53,7 dB(A)	41,5 dB(A)	37,5 dB(A)	40 dB(A)	32,5 dB(A)
Punto 3 Balcón			**Punto 4** Distribuidor		
Franja horaria (11:01 -11:11)			Franja horaria (11:13 -11:23)		
					
Percentiles					
LAeq	L10	L90	LAeq	L10	L90
56,3 dB(A)	58,5 dB(A)	48,2 dB(A)	51,5 dB(A)	51,6 dB(A)	38,6 dB(A)

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en los resultados obtenidos, los altos niveles de presión sonora que inciden en los interiores durante el período diurno.

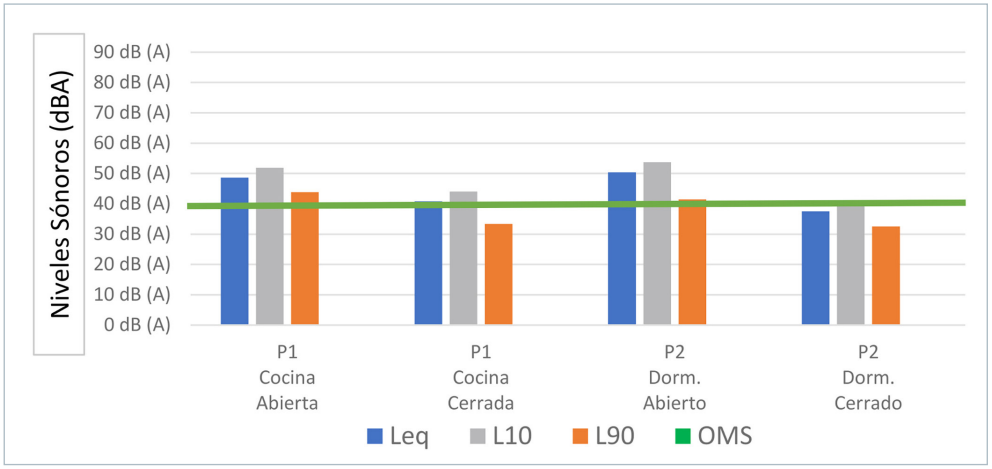


Figura 9

Comparación de los resultados de la medición *in situ* del caso 1.

Fuente: elaboración propia.

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

Para el Punto 1 de análisis con las carpinterías abiertas, las mediciones arrojaron valores de 48,6 dB(A) y con las carpinterías cerradas se registraron 40,8 dB(A). En el Punto 2 con las carpinterías abiertas los valores más desfavorables que se registraron dentro del dormitorio fueron de 50,40 dB(A) y con las carpinterías cerradas se registró un LAeq de 37,50 dB(A). Las mediciones del Punto 3 registraron valores de 56,30 dB(A). En el Punto 4 se registraron niveles de ruido de 64,80 dB(A).

Segundo caso de estudio (Rondeau 600)

Para el siguiente caso de estudio se midieron dos espacios de la residencia: la cocina-comedor (Punto 1) y el dormitorio (Punto 2).

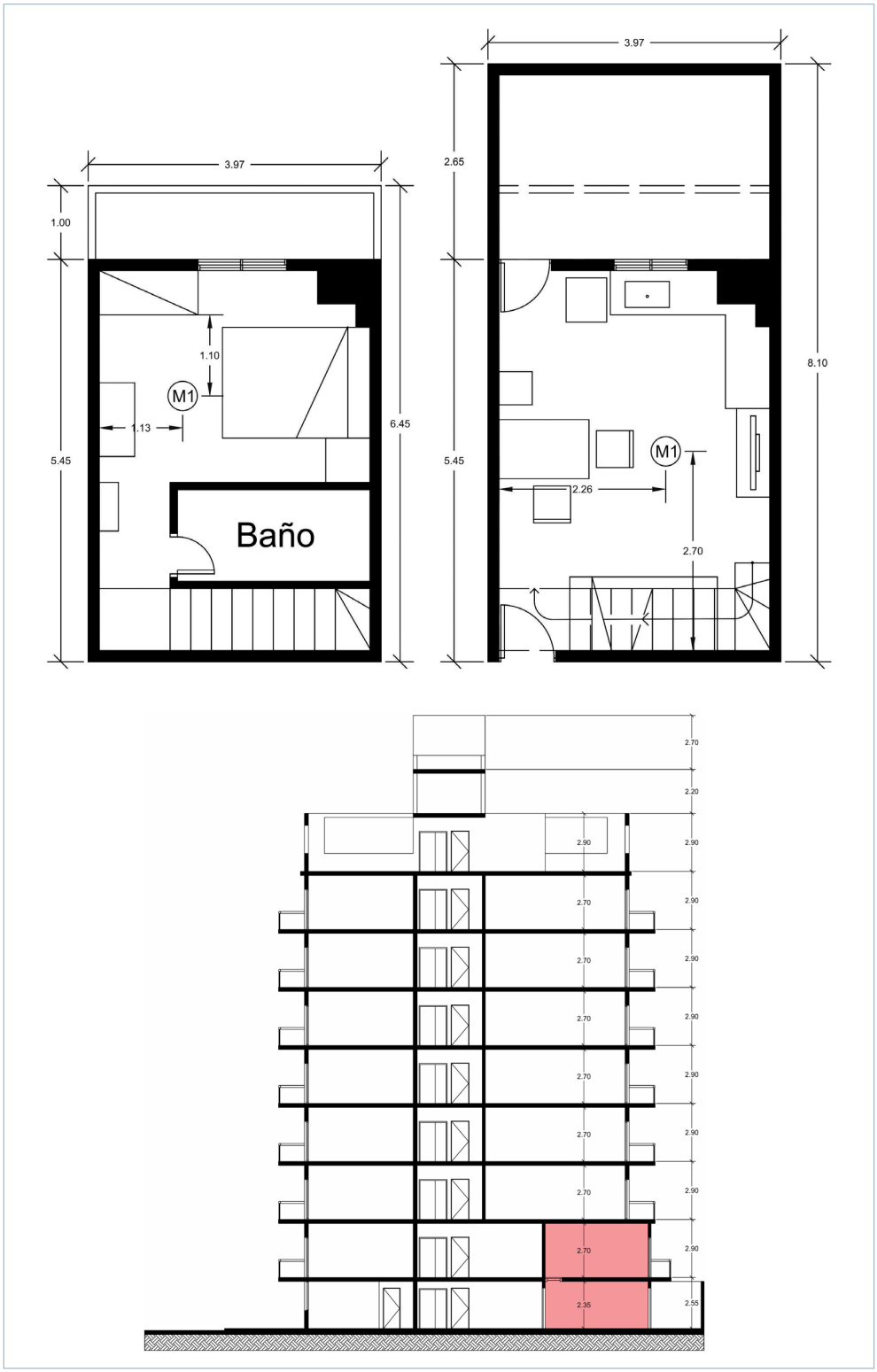


Figura 10

Plantas de la unidad de estudio con la ubicación del sonómetro.

Fuente: elaboración propia.

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

- ***Punto 1 – Cocina-Comedor.*** Se trata de un espacio común para todos los residentes de la unidad de vivienda, cuenta con una abertura al patio interno de servicio en su cara sur y está comunicado con todos los otros espacios. La terminación es de revoque fino pintado, con muebles de melamina.
- ***Punto 2 – Dormitorio 1.*** Es uno de los espacios privados, se trata de un dormitorio para dos personas. Cuenta con una ventana hacia la cara norte.





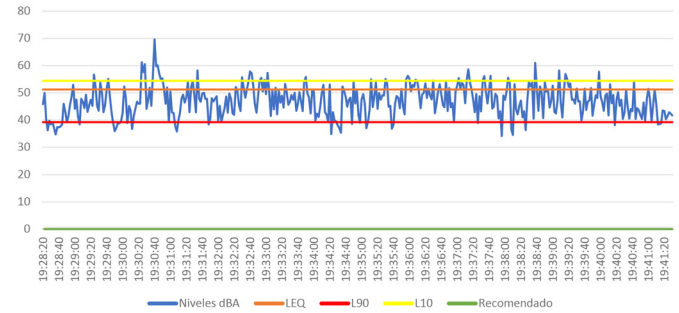
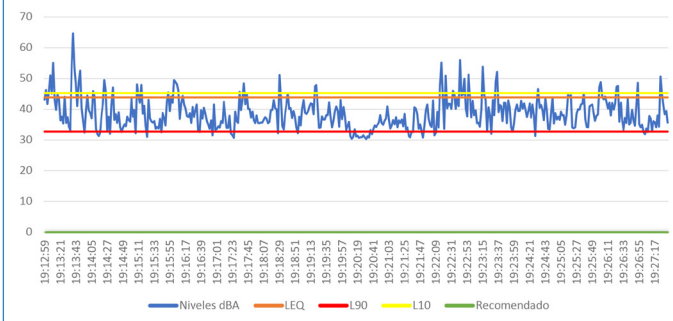
Figura 11

Imágenes del interior de la vivienda.

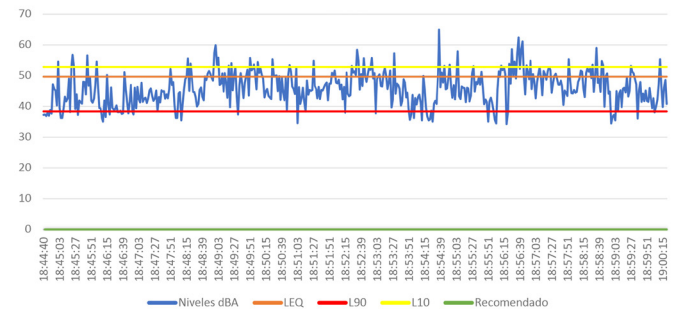
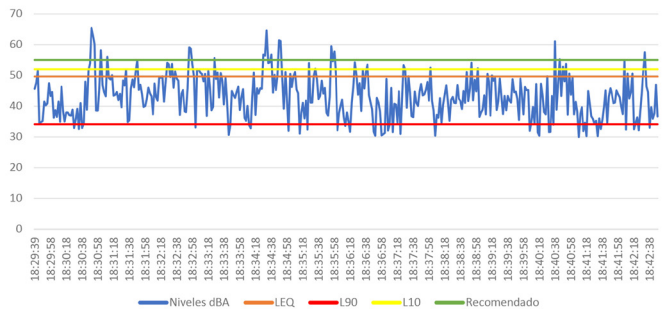
Fuente: registro fotográfico propio del relevamiento.

Una vez obtenido el registro de datos con instrumental normado, se realizó el mismo proceso en cada uno de los puntos seleccionados y se trasladaron a gráficos de niveles sonoros los resultados, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de Medición

CASO 2: RONDEAU 600 - INTERIORES	
Punto 1 Cocina-Comedor-Abierto por la tarde	**Punto 1** Cocina-Comedor-Cerrado por la tarde
Franja horaria (19:02-19:15)	Franja horaria (18:46-19:01)
	

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

CASO 2: RONDEAU 600 - INTERIORES					
Percentiles					
LAeq	L10	L90	LAeq	L10	L90
51,2 dB(A)	54,4 dB(A)	39,2 dB(A)	43,8 dB(A)	45,2 dB(A)	32,7 dB(A)
Punto 2 Dormitorio-Abierto por la tarde			**Punto 2** Dormitorio-Cerrado por la tarde		
Franja Horaria (18:19-18:33)			Franja Horaria (18:04-18:14)		
					
Percentiles					
LAeq	L10	L90	LAeq	L10	L90
49,6 dB(A)	52,8 dB(A)	38,3 dB(A)	49,6 dB(A)	52 dB(A)	34,1 dB(A)

Fuente: elaboración propia.

Al comparar los resultados obtenidos, se observan los altos niveles de presión sonora que inciden en los interiores durante el período diurno.

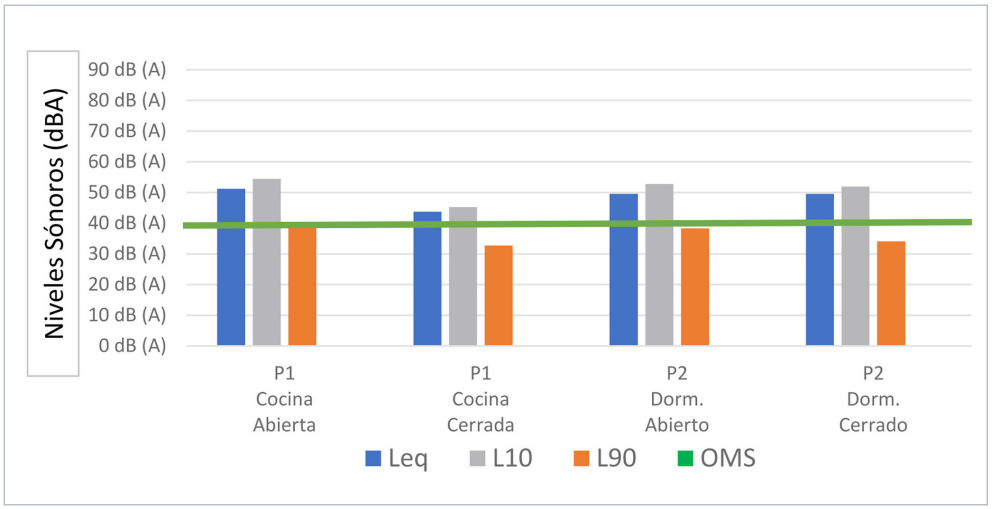


Figura 12

Comparación de los resultados de la medición *in situ* del caso 2.

Fuente: elaboración propia.

Para el Punto 1 de análisis con las carpinterías abiertas se obtuvieron valores de 51,20 dB(A) y con las carpinterías cerradas se registraron 43,8 dB(A). En el Punto 2 con las carpinterías abiertas, los valores más desfavorables que se registraron dentro del dormitorio fueron de 52,80 dB(A) y con las carpinterías cerradas se registró un LAeq de 49,60 dB(A).

Comparando los resultados de ambos casos de estudio se puede notar cómo los valores de LAeq superan los valores recomendados de 40 dB diurnos para espacios de vivienda, en ambas condiciones, con las carpinterías abiertas o cerradas. Se observa como en el primer caso las prestaciones de la carpintería

reducen significativamente el NIA que se registra en el local, mientras en el segundo caso de análisis las prestaciones de la carpintería de la cocina permiten disminuir el ingreso del sonido, pero no así en el espacio del dormitorio que casi no experimenta diferencia, esto puede deberse a cuestiones de diseño, ya que el dormitorio al estar ubicado en el entrepiso se comunica de forma directa con la cocina, sin cerramiento alguno.

A pesar de que las mediciones exteriores muestran que el entorno del caso 1, ubicado sobre la calle San Lorenzo, presenta un nivel sonoro más elevado –78,3 dB(A)– que el registrado en el caso 2 –71,9 dB(A)–, sobre la calle Rondeau, los valores de LAeq medidos en el interior indican un comportamiento inverso. Es decir, el cerramiento de ladrillo hueco del caso 1 permite el ingreso de menores niveles sonoros en comparación con el cerramiento de ladrillo macizo del caso 2. Esta diferencia en los resultados puede deberse a la ubicación de departamentos, ya que el primer caso se encuentra a cinco niveles sobre la vereda en la contrafachada, mientras que el caso dos está a nivel de la vereda.

Desde el punto de vista de su funcionamiento, existen instalaciones que se utilizan durante largos períodos del día, en un régimen que podríamos considerar continuo, tales son las instalaciones de climatización o ventilación de viviendas. Sin embargo, hay otras instalaciones que funcionan de forma eventual y discontinua como la fontanería o los ascensores. Suele tratarse de instalaciones que tienen ciclos de funcionamiento que pueden considerarse estables, es decir, el ruido producido es similar en cada evento, pero no existe una pauta en cuanto al número de repeticiones de cada evento o su periodicidad, puesto que depende del uso que hagan de dichas instalaciones los ocupantes del edificio (Romero Fernández, Casla Herguedas y Carrascal García, 2023).

Otras posibles fuentes de ruido que pueden haber afectado las mediciones son las instalaciones del edificio, las cuales generan fuentes de ruido aéreo, por impacto o vibración, como los ascensores y las cañerías.

Evaluación del Tiempo de Reverberación, TR60

Para esta última etapa de la investigación se realizaron mediciones en los principales espacios de uso del departamento, utilizando el método de respuesta por impulso (Figura 13, pág. siguiente).

Los tiempos de reverberación normalizados que se adoptaron para comparar con los obtenidos se corresponden con el rango de 1,2 a 1,5 segundos correspondiente a las salas polivalentes, según la Norma IRAM 4065 (IRAM, 2019).

Para el análisis se dejaron de lado los muestreos tomados en las frecuencias menores a 125 Hz, debido a que no son valores representativos según la Norma ISO 3382-2 (ISO, 2008).

Primer caso de estudio (San Lorenzo 700)

En el primer caso, dadas las dimensiones reducidas del departamento se ubicó el micrófono en el medio de cada habitación y se tomaron mediciones de dos fuentes, en este caso globos, de forma tal de generar ruido de una fuente superior en 60 dB(A) del ruido fondo (Figura 14, pág. siguiente).

Se realizaron mediciones interiores sobre las condiciones actuales de los principales cuartos de la unidad habitacional, la cocina-comedor (Punto 1) y el dormitorio (Punto 2).

Se comenzó con las mediciones en la cocina-comedor y luego se continuó en el dormitorio. Los datos obtenidos en el Punto 1 se muestran en la Tabla 5 (p. 20).

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL





Figura 13

Prueba de respuesta por impulso.
Fuente: registro fotográfico propio del relevamiento.

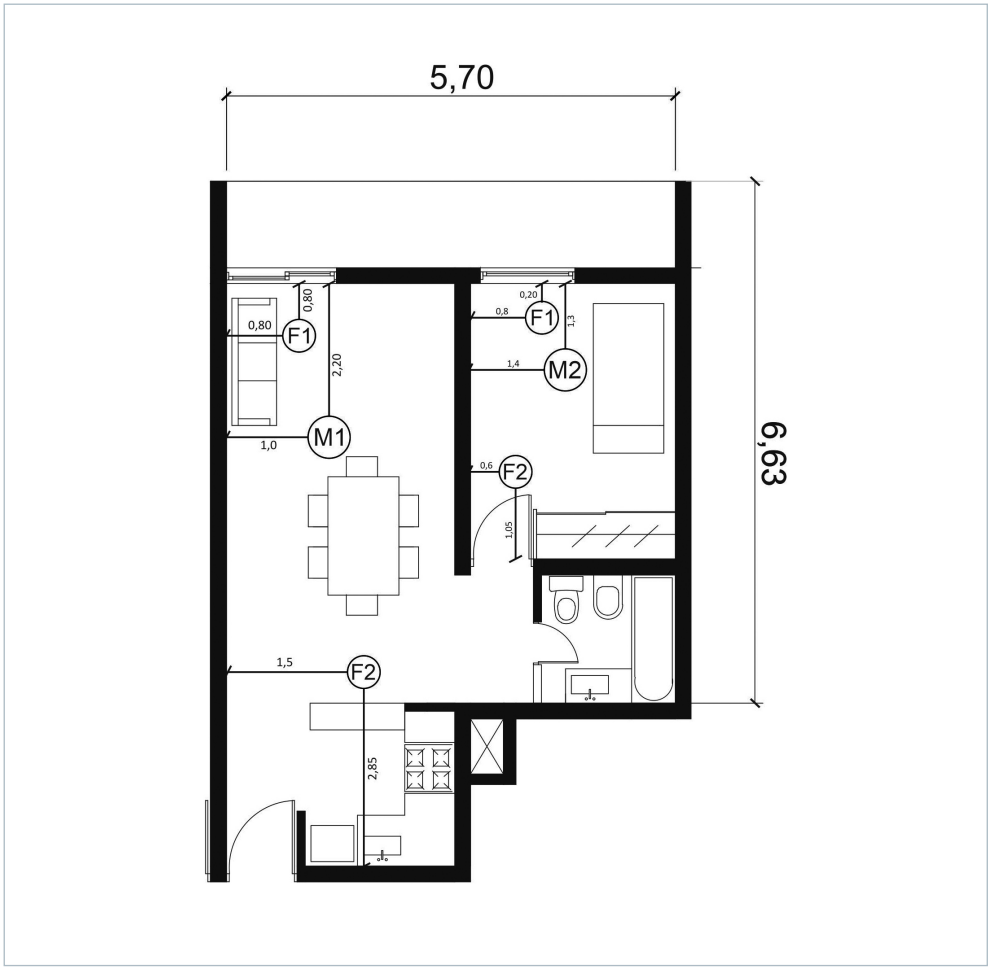


Figura 14

Planta de la unidad de estudio con la ubicación del micrófono y las fuentes.
Fuente: elaboración propia.

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

Tabla 5. Resultados de medición. Cocina-Comedor

	Frq. band (Hz)							
T60 (s)	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8k**	**16k**
M1 - F1	2,952	2,01	2,154	2,022	1,844	1,798	1,454	0,938
M1 - F2	3,042	2,61	2,126	1,992	1,804	1,752	1,394	0,946
Promedio	**2,997**	**2,31**	**2,14**	**2,007**	**1,824**	**1,775**	**1,424**	**0,942**

Fuente: elaboración propia.

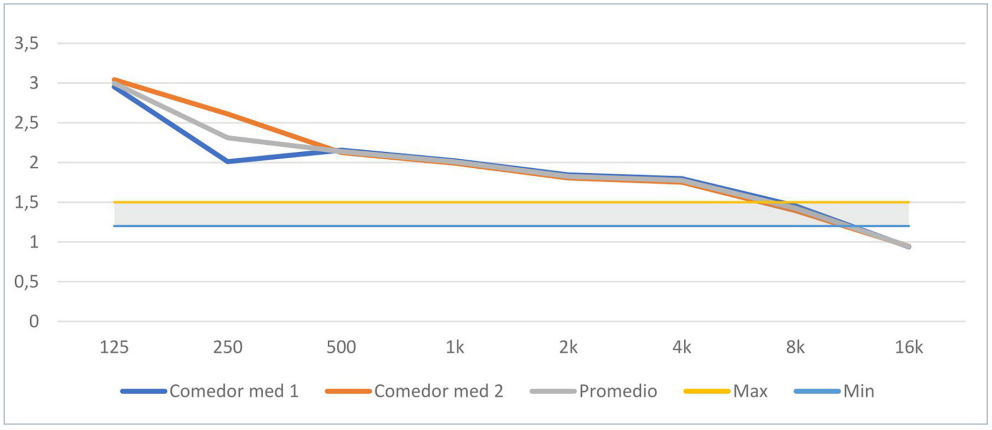


Figura 15
Gráficos de TR60 de la cocina-comedor.
Fuente: elaboración propia.

Los tiempos obtenidos en la medición de la cocina-comedor superan en casi todas las frecuencias los valores adoptados, especialmente en las frecuencias medias y bajas. A partir de los 4.000 Hz sufre una caída abrupta, y en la frecuencia de los 8.000 Hz el tiempo se encuentra entre los valores adoptados, luego sigue descendiendo.
Los datos obtenidos en el Punto 2 se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados de medición. Dormitorio

	Frq. band (Hz)							
T60 (s)	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8k**	**16k**
M2 - F1	2,708	1,508	1,248	0,898	0,918	0,914	0,812	0,648
M2 - F2	2,300	1,518	1,218	1,066	0,928	0,912	0,826	0,620
Promedio	**2,504**	**1,513**	**1,233**	**0,982**	**0,923**	**0,913**	**0,819**	**0,634**

Fuente: elaboración propia.

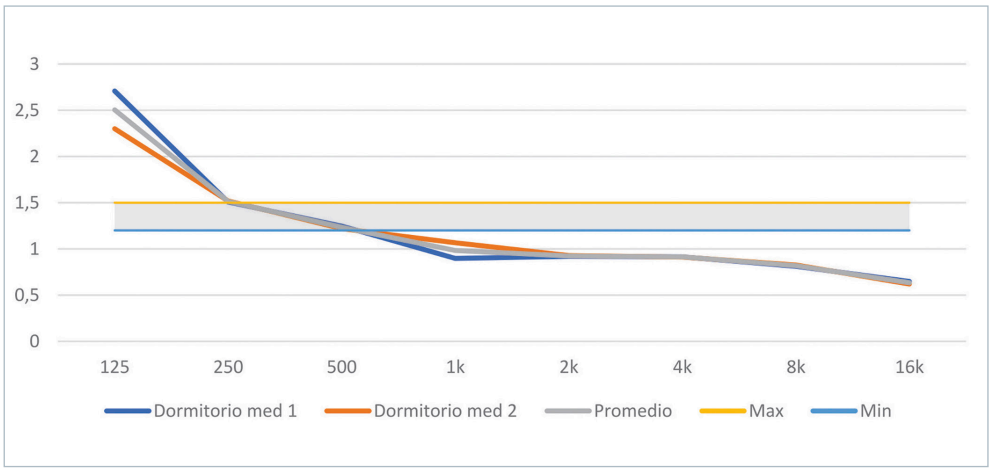


Figura 16
Gráficos de TR60 del dormitorio.
Fuente: elaboración propia.

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

De las mediciones obtenidas en el dormitorio, los valores de TR60 son inferiores a los tiempos adoptados en las frecuencias de 1.000 Hz y el resto de las frecuencias altas, mientras en frecuencias bajas de 250 Hz y 125 Hz los valores superan los 1,5 segundos. La frecuencia media de 500 Hz es la única que entra en el rango de tiempo adoptado.

Segundo caso de estudio (Rondeau 600)

Se realizaron mediciones interiores sobre las condiciones actuales de la cocina-comedor (Punto 1) y el dormitorio (Punto 2). Los datos obtenidos en la cocina-comedor se muestran en la Tabla 7.

Figura 17

Plantas de la unidad de estudio con la ubicación del micrófono y las fuentes.

Fuente: elaboración propia.



Tabla 7. Resultados de medición. Cocina-comedor

	Frq. band (Hz)							
T60 (s)	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8k**	**16k**
M1 - F1	1,298	1,520	1,448	1,236	1,296	1,214	1,130	0,646
M1 - F2	1,114	1,498	1,500	1,338	1,242	1,208	1,134	0,626
Promedio	**1,206**	**1,509**	**1,474**	**1,287**	**1,269**	**1,211**	**1,132**	**0,636**

Fuente: elaboración propia.

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

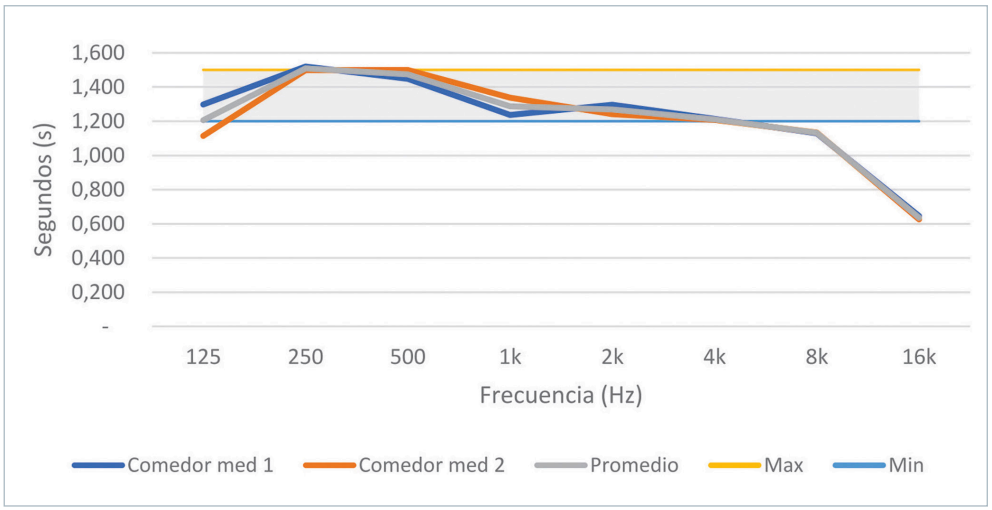


Figura 18
Gráficos de TR60 de la cocina-comedor.
Fuente: elaboración propia.

Como se observa en las tablas y gráficos los tiempos obtenidos se encuentran dentro del rango adoptado en las frecuencias bajas y medias, descendiendo en las frecuencias de los 8.000 Hz y 16.000 Hz por debajo de los valores mínimos adoptados.
Los datos obtenidos en el dormitorio dieron los resultados indicados en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados de medición. Dormitorio

	Frq. band (Hz)							
T60 (s)	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8k**	**16k**
M2 - F1	1,960	1,576	1,526	1,584	1,668	1,710	1,482	0,578
M2 - F2	1,786	1,738	1,702	1,698	2,000	2,044	1,752	0,774
M2 - F3	1,750	1,690	1,466	1,632	1,740	1,718	1,378	0,640
Promedio	**1,873**	**1,657**	**1,614**	**1,641**	**1,834**	**1,877**	**1,617**	**0,676**

Fuente: elaboración propia.

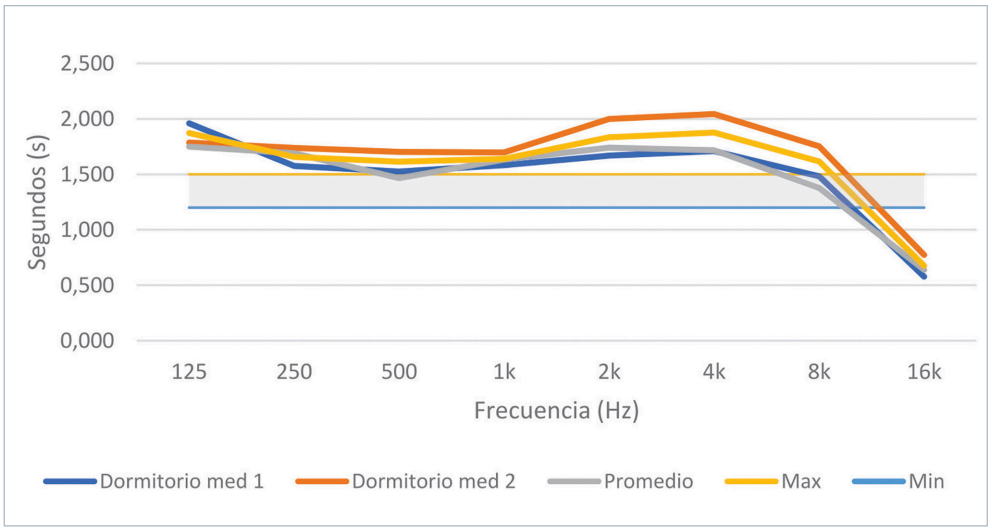


Figura 19
Gráficos de TR60 del dormitorio.
Fuente: elaboración propia.

De las mediciones obtenidas se evidencia que los valores de TR60 para el espacio del dormitorio superan los tiempos recomendados para salas polivalentes en casi todas las frecuencias, con un abrupto descenso en frecuencias altas de 16.000 Hz.

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

Al comparar los tiempos obtenidos en ambos casos, se observa un comportamiento diferenciado entre los recintos. En la cocina-comedor del primer caso, los tiempos resultan más prolongados, superando el máximo adoptado de 1,5 segundos en casi todas las bandas de frecuencia y disminuyendo únicamente en las frecuencias altas (8.000 Hz y 16.000 Hz). En contraste, el segundo caso presenta tiempos más reducidos, incluso por debajo del mínimo adoptado de 1,2 segundos.

Análisis de resultados y recomendaciones

Los resultados obtenidos en las mediciones exteriores registran valores sonoros diurnos superiores a los recomendados por la OMS (55 dB para ambientes exteriores). Ambas áreas evaluadas pueden clasificarse como ruidosas debido a la diversidad de actividades urbanas presentes, lo que convierte al entorno inmediato en la principal fuente de ruido que afecta a los habitantes de los edificios analizados.

En cuanto a las mediciones interiores, se puede apreciar que la principal fuente de ruido proviene de las actividades de los vecinos circundantes, dado que ambas tipologías tienen comunicación directa con los patios de servicio del edificio. Los valores obtenidos de las mediciones in situ en la habitación con comunicación directa con los patios internos durante la tarde oscilan entre los 49,5 y 54 dB(A), sobrepasan los valores recomendados por la Norma IRAM 4044 (IRAM, 2015) –40 dB recomendados para espacios interiores destinados al descanso–.

En el primer caso de estudio, los valores obtenidos no coinciden con el aislamiento teórico determinado por el cálculo de la Cámara Industrial de Cerámica Roja (CICER) para un muro de ladrillo hueco revocado de 11 cm (35 dB). A partir de la comparación con las mediciones *in situ*, el paquete constructivo sólo alcanza un aislamiento aproximado de 15,5 dB, valor considerablemente inferior al esperado.

Los tiempos de reverberación medidos presentan variaciones relevantes dependiendo del local analizado. En la cocina-comedor del primer caso de análisis y el dormitorio del segundo caso se registraron tiempos por encima del rango adoptado (1,2 a 1,5 segundos), debido principalmente a sus terminaciones superficiales y volumen de los recintos. En los dormitorios se observa una tendencia opuesta: en el primer caso los tiempos son más cortos en las frecuencias medias y bajas, mientras en el dormitorio del segundo caso se registran tiempos prolongados en la mayoría de las bandas. Esto comprueba que un recinto de gran volumen y baja absorción puede presentar tiempos de reverberación elevados; del mismo modo, un recinto de dimensiones reducidas con superficies altamente reflectantes también puede arrojar tiempos altos. En consecuencia, aunque el tamaño del recinto constituye un factor relevante, la influencia de los coeficientes de absorción de los materiales de las superficies resulta determinante en el comportamiento acústico final.

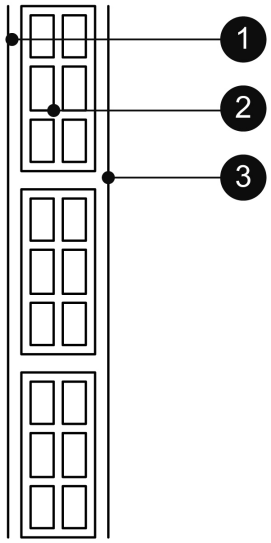
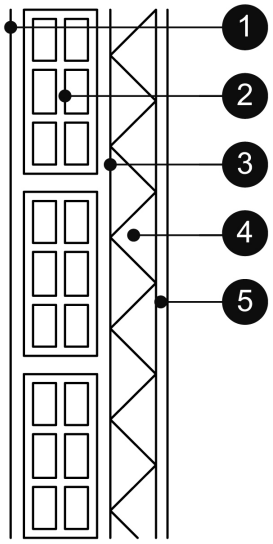
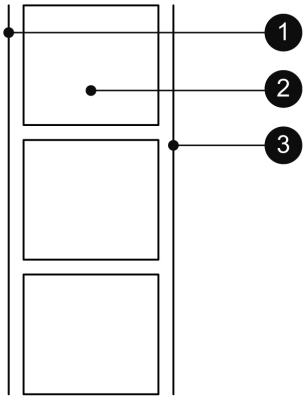
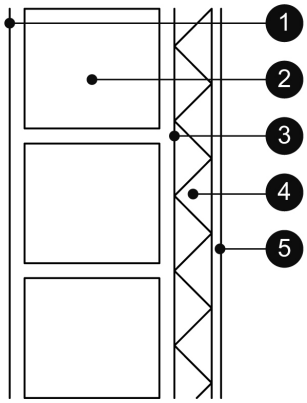
A partir del análisis, se plantean las siguientes recomendaciones para mejorar el confort acústico de estos recintos, fundamentadas en principios físicos y la literatura técnica. Estas propuestas son estrategias preliminares, cuya implementación excede el alcance de este estudio.

Para los espacios sociales se sugiere mejorar la aislación de la envolvente opaca, aumentando el espesor del paquete constructivo de los muros,

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

especialmente aquellos cerramientos con aberturas hacia los patios internos del edificio, dado que estos son los más desfavorables al estar constantemente expuestos a fuentes sonoras exteriores. Esto se puede lograr mediante la incorporación de lana de vidrio o lana de roca de 2 pulgadas entre el muro existente y placas de yeso-cartón prefabricadas, aplicadas como terminación en el interior (Tabla 9). Estas soluciones permiten mejorar la eficiencia acústica de la envolvente.

Tabla 9. Paquetes constructivos y cálculo teórico de la aislación acústica de los cerramientos

CERRAMIENTOS DEL PRIMER CASO DE ESTUDIO (SAN LORENZO 700)		CERRAMIENTOS DEL SEGUNDO CASO DE ESTUDIO (RONDEAU 600)	
Situación actual	**Situación con mejora**	**Situación actual**	**Situación con mejora**
			
1. Revoque exterior; 2. Ladrillo hueco (8x18x33 cm); 3. Revoque interior.	1. Revoque exterior; 2. Ladrillo hueco (8x18x33 cm); 3. Revoque interior; 4. Lana de roca 2"; 5. Placa de yeso-cartón.	1. Revoque exterior; 2. Ladrillo macizo (11x24x5,5 cm); 3. Revoque interior.	1. Revoque exterior; 2. Ladrillo macizo (11x24x5,5 cm); 3. Revoque interior; 4. Lana de roca 2"; 5. Placa de yeso-cartón.
Cálculo de aislación acústica			
40,6 dB	55,5 dB	44,4 dB	56,6 dB

Fuente: elaboración propia.

Para optimizar el aislamiento, en los espacios de dormitorios se sugiere aumentar el espesor del mampuesto revocado y mejorar la carpintería exterior. Los sistemas tipo sándwich con relleno de 2 pulgadas de lana de vidrio o roca, resultan particularmente eficaces.

Además, es posible mejorar las prestaciones de las superficies vidriadas de las carpinterías, la instalación de Doble Vidriado Hermético (DVH) puede reducir alrededor de 29 dB, para espesores de 12 mm de cámara de aire y paredes de 4 mm a ambos lados, mejorando la aislación respecto del exterior.

Para disminuir los altos tiempos de reverberación conviene intervenir en los materiales de cada local, colocando cortinas de telas pesadas, solados de alfombra u otras terminaciones menos reflectantes que los cerámicos, como un solado o muebles de madera.

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

Estas soluciones permiten incrementar la eficiencia acústica de la envolvente; no obstante, su implementación debe evaluarse en conjunto con los criterios de diseño propios del clima de la región, aspecto que excede el propósito de este estudio.

Conclusiones

La calidad acústica de las viviendas en altura en San Miguel de Tucumán presenta deficiencias estructurales recurrentes, asociadas principalmente a la ausencia de normativas locales que regulen el aislamiento acústico edilicio. Esto provoca que las decisiones de diseño y construcción dependan más de criterios económicos o costumbristas que de estándares técnicos actualizados. Las mediciones de NIA, LAeq, L10 y L90 confirman que los niveles de ruido exterior exceden frecuentemente los valores recomendados por normativas nacionales para uso residencial, lo cual implica que la envolvente edilicia es un factor crítico para proteger la salud y el confort de los habitantes.

Se observa que, si bien ambos ejemplos presentan características generales similares, en cuanto a ubicación y equipamientos urbanos circundantes, las diferencias entre cada sector de la ciudad y la proximidad a los centros de salud llega a denotar los cambios en las mediciones exteriores.

Las mediciones *in situ* muestran diferencias de aislamiento entre ambos edificios atribuibles principalmente al tipo de ladrillo empleado y al espesor de los cerramientos; sin embargo, ninguna de las unidades alcanza los valores recomendados por la Norma IRAM 4044 (IRAM, 2015) para cerramientos divisorios y exteriores. La unidad en planta baja del segundo caso mostró mayor vulnerabilidad al ruido estructural, probablemente asociado a vibraciones y transmisión sólida desde zonas de circulación, patios y accesos comunes. En la unidad en piso alto, el ruido aéreo proveniente de la calle es ligeramente atenuado por la altura, pero aun así excede los límites recomendables durante varias franjas del día, especialmente en las horas de mayor actividad urbana.

En ambos casos, el tiempo de reverberación (TR60) en espacios reducidos mostró valores superiores a los óptimos para una vivienda, debido a la presencia predominante de superficies duras, escasa absorción y falta de elementos de acondicionamiento interior. Esto afecta la inteligibilidad de la palabra, la percepción subjetiva de confort y el rendimiento cognitivo.

La falta de exigencias municipales respecto del aislamiento acústico edilicio representa un vacío crítico, dado que la vivienda debería garantizar condiciones mínimas de confort acústico al igual que las de habitabilidad, iluminación o ventilación. La ausencia de lineamientos normativos en la ciudad de San Miguel de Tucumán genera una brecha entre las prácticas constructivas y las necesidades reales de la población, especialmente en zonas consolidadas donde el tránsito y la densidad urbana continúan en aumento ■

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

REFERENCIAS

Alfie Cohen, Miriam y Salinas Castillo, Osvaldo (2017). Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable. *Estudios demográficos y urbanos*, *32*(1), 65-96. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102017000100065&lng=es&tlng=es

Berglund, Birgitta; Lindvall, Thomas y Schwela, Dietrich H. (eds.) (1999). *Guías para el ruido urbano*. OMS. https://ocw.unican.es/pluginfile.php/868/course/section/485/Guias para el ruido urbano.pdf

Cámara Industrial de Cerámica Roja-CICER (2005). *Ficha Técnica Nº 4 Aislamiento Aéreo de Sonidos con Mampostería Cerámica*. CICER.

Cubillos-González, Rolando Arturo y Rodríguez-Álvarez, Claudia Milena (2013). Evaluación del factor de habitabilidad en las edificaciones sostenibles. *Revista Nodo*, *8*(15), 47-64.

Espinosa Cancino, Constanza Francisca y Cortés Fuentes, Alejandra (2015). Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante. *Revista INVI*, *30*(85), 227-242.

Figueroa Garzón, Jerry Alexander (2023). *Facultad del GAD Municipal de Santa Elena en materia ambiental: control de ruido, sector calle comercio*. La Libertad/Universidad Estatal Península de Santa Elena https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10291

Instituto Argentino de Normalización y Certificación-IRAM (2019). Medición de la absorción sonora en una cámara reverberante (Norma IRAM 4065).

Instituto Argentino de Normalización y Certificación-IRAM (2018). Acústica. Medición de parámetros acústicos en recintos. Parte 2 - Tiempo de reverberación de recintos comunes (Norma IRAM 4109).

Instituto Argentino de Normalización y Certificación-IRAM (2016). Ruidos Molestos al Vecindario. Método de Medición y Calificación (Norma IRAM 4062).

Instituto Argentino de Normalización y Certificación-IRAM (2015). Protección contra el ruido en edificios. Requisitos de aislamiento acústico mínimo e informe del CECON sobre resistencia acústica según tipo de muro (Norma IRAM 4044).

Instituto Argentino de Normalización y Certificación-IRAM (2010). Acústica. Descripción, Medición y Evaluación Del Ruido Ambiental. Parte 2 - Determinación de Niveles de Ruido Ambiental (Norma IRAM 4113-2).

Instituto Argentino de Normalización y Certificación-IRAM (2009). Acústica. Descripción, Medición y Evaluación Del Ruido Ambiental. Parte 1 - Magnitudes Básicas y Métodos de Evaluación (Norma IRAM 4113-1).

Instituto Argentino de Normalización y Certificación-IRAM (2003). Acústica. Evaluación del Aislamiento Acústico en los Edificios y de los Elementos de Construcción. Parte 1: Aislamiento al Ruido Aéreo (Norma 4043 -1).

International Organization for Standardization-ISO (2008). Acoustic. Measurement of room acoustic parameters. Part 2: Reverberation time in ordinary rooms (ISO 3382-2).

Maristany, Arturo Raúl; Abadía, Leandra; Agosto, Miriam y Carrizo Miranda, Lorena (2016, Setiembre). Control del ruido en fachadas como aporte a la sustentabilidad acústica. *XX Congreso Arquisur 2016: Hábitat Sustentable. Experiencias Latinoamericanas en Arquitectura, Construcción y Ciudad*. http://hdl.handle.net/11086/18853

Ordenanza Nro. 288/78. De los ruidos o sonidos innecesarios, molestos y excesivos de la ciudad de San Miguel de Tucumán. Concejo Deliberante de la Municipalidad de la ciudad de San Miguel de Tucumán.

Orozco Medina, Martha G. y González, Alice Elizabeth (2015). La importancia de la contaminación por ruido en las ciudades. *Ingeniería, 19*(2), 129-136.

Padilla Galicia, Sergio y Espinosa Dorantes, Elizabeth (2021). *Hábitat sustentable II. Estrategias y proyectos en diferentes ámbitos del mundo*. Universidad Autónoma Metropolitana.

Romero Fernández, Amalia; Casla Herguedas, Belén y Carrascal García, Teresa (2023). Propuestas para la revisión del RD 1367/2007 en el ámbito de la acústica de la edificación. Coordinación

© SI-FADU-UBA | TEMÁTICA GENERAL

con el DB-HR del CTE [pp. 267-273]. En Sociedad Española de Acústica (ed.), *Libro de Actas TecniAcústica 2023*. Cuenca.

Saez, Vanesa; Juarez, Isabel y Garzón, Beatriz (2022). Alternativas tecnológicas sustentables con residuos de la construcción para la adecuación acústica en pandemia y post-pandemia. *Ponencias y Workshops, XXIV Congreso Arquisur*, 1174-1184.

Sancho Eiras, Pedro Manuel (2022). Presente y pasado de los ruidos molestos en la Argentina. *Revista de la Escuela Judicial*, *3*(3), 149-189. https://doi.org/10.59353/rej.v3i3.56

Zaldumbide Burbano, Melany Alejandra (2018). *Evaluación del Aislamiento Acústico de Materiales Constructivos de un Edificio Residencial de la Ciudad de Quito* [Tesis de Licenciatura]. Universidad de las Américas. https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10088

Zamorano González, Benito; Velázquez Narváez, Yolanda; Peña Cárdenas, Fabiola; Ruiz Ramos, Lucía; Monreal Aranda, Óscar; Parra Sierra, Víctor y Vargas Martínez, José Ignacio (2019). Exposición al ruido por tráfico vehicular y su impacto sobre la calidad del sueño y el rendimiento en habitantes de zonas urbanas. *Estudios Demográficos y Urbanos*, *34*(3), 601-629. https://doi.org/10.24201/edu.v34i3.1743

CONTRIBUCIONES DE AUTORÍA (CRediT)

Agustina Cazón Narváez: Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis formal, Curación de datos, Visualización, Redacción del borrador original, Redacció.

Beatriz Silvia Garzón: Investigación, Curación de datos, Metodología, Visualización, Redacción del borrador original, Redacción, revisión y edición.

Isabel del Valle Juarez: Isabel del Valle Juarez: Conceptualización, Curación de datos, Investigación, Metodología, Redacción, revisión y edición.

Víctor Luis Alberto Cancino: Investigación, Curación de datos, Metodología, Visualización, Redacción del borrador original, Redacción, revisión y edición.