

## ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO DE LA CALIDAD ACÚSTICA DE VIVIENDA EN ALTURA EN SAN MIGUEL DE TUCUMÁN

**Agustina Cazón Narvaez**

Grupo Hábitat Sustentable y Saludable (GHabSS) —  
Cátedra de Acondicionamiento Ambiental 2. FAU. UNT  
—CONICET

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

[agus.cazon93@gmail.com](mailto:agus.cazon93@gmail.com)

**Isabel Juarez**

Grupo Hábitat Sustentable y Saludable (GHabSS) —  
Cátedra de Acondicionamiento Ambiental 2. FAU. UNT  
—CONICET

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

[isabeljuarez.arq@gmail.com](mailto:isabeljuarez.arq@gmail.com)

**DOI:** <https://doi.org/10.59047/2469.0724.v10.n12.41745>

### Resumen

En la actualidad se hacen evidentes problemas en la forma de diseñar y construir la vivienda en altura sin tener en cuenta la calidad acústica y sostenible en cada una de sus habitaciones y espacios técnicos para los servicios básicos esenciales, desde el primer al último piso. Esto ha sido puesto en evidencia y acuciado luego de la Emergencia Sanitaria del 2020. Al ser ahora la vivienda un lugar donde se deben desarrollar las actividades de oficina y educación, además de la residencial, ésta se ha visto carente de espacios acondicionados acústicamente para dichas actividades, teniendo repercusión en la salud física, mental y emocional de los usuarios, como así también en el desempeño de estas nuevas funciones con impacto económicos y sociales notables. En este trabajo se tiene como objetivo el diagnóstico y caracterización de las condiciones actuales, tanto interiores como exteriores, de una vivienda en altura para la evaluación del aislamiento acústico de su envolvente y generar alternativas óptimas posibles de la envolvente acústica de residencias en altura en San Miguel de Tucumán.

**Palabras claves:** Hábitat Sustentable; Acústica Arquitectónica; Hábitat Doméstico; Confort Acústico.

Fecha recepción: 30 de junio de 2023

## QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ANALYSIS OF THE ACOUSTIC QUALITY OF HIGH-RISE HOUSING IN SAN MIGUEL DE TUCUMÁN

**Beatriz Silvia Garzón**

FAU. UNT — (CONICET)

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

[bgarzon06@gmail.com](mailto:bgarzon06@gmail.com)

**Luis Cancino**

Grupo Hábitat Sustentable y Saludable (GHabSS) —  
Cátedra de Acondicionamiento Ambiental 2. FAU. UNT.

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

[luisancino.1804@gmail.com](mailto:luisancino.1804@gmail.com)

### Abstract

*Currently, problems are evident in the way high-rise housing is designed and built without taking into account the acoustic and sustainable quality in each of its rooms and technical spaces for essential basic services, from the first to the last floor. This has been brought to the forefront and has been put into sharp focus after the Health Emergency of 2020. As housing is now a place where office and educational activities must be developed, in addition to residential activities, it has been lacking acoustically conditioned spaces for such activities, having repercussions on the physical, mental and emotional health of users, as well as on the performance of these new functions with significant economic and social impact. The objective of this work is to diagnose and characterize the current conditions, both interior and exterior, of a high-rise dwelling in order to evaluate the acoustic insulation of its envelope and to generate optimal possible alternatives for the acoustic envelope of high-rise residences in San Miguel de Tucumán.*

**Keywords:** Sustainable Habitat; Architectural Acoustics; Domestic Habitat; Acoustic Comfort.

Fecha aceptación: 29 de abril de 2024

## Introducción

En la actualidad se hacen evidentes problemas en la forma de diseñar y construir la vivienda en altura sin tener en cuenta la calidad acústica y sostenible de la misma en cada una de sus habitaciones y espacios técnicos para los servicios básicos esenciales desde el primer al último piso. El inconfort acústico en la vivienda conlleva la mayoría de las quejas ciudadanas relacionadas con el ruido (Redonda Fernández y Segade Zas, 2013), esto ha sido puesto en evidencia y acuciado luego de la emergencia sanitaria del año 2020.

Las medidas de prevención y aislamiento, que en su momento se adoptaron, “empezaron a modificar las necesidades acústicas de las viviendas, que se convirtieron en lugar de trabajo, escuela, de juego de niños, de diversión y de descanso. Con ello los niveles de ruido vecinal aumentaron incrementando las molestias provocadas por el mismo en los hogares” (Romero Fernández et al., 2022). También al respecto, estos autores expresan:

En la sociedad y vivienda española se registró una serie de cambios en la percepción del ambiente acústico de la vivienda, en registros previos un 12,9% había declarado sentirse insatisfechos, estadística que registró un incremento del 7% durante el confinamiento. Por medio de una encuesta, se dio a conocer que “la mayoría de la población española aún reside en edificios con baja protección frente al ruido dado que fueron construidos en base a las normativas anteriores o incluso antes de cualquier regulación acústica”. Comparando con registros anteriores se pone en evidencia que las condiciones acústicas de los hogares españoles “se mantiene la tendencia generalizada de ‘Poco satisfecho’ como respuesta mayoritaria independientemente del periodo de construcción.” (Romero Fernández et al., 2022). Estos son factores y resultados que pueden replicarse en las ciudades latinoamericanas.

Se debe tener en cuenta que el ruido urbano es uno de los principales contaminantes de las ciudades. Al respecto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) (1999) establece que: “El ruido urbano (también denominado ruido ambiental, ruido residencial o ruido doméstico) se define como el ruido emitido por todas las fuentes a excepción de las áreas industriales. Las fuentes principales del ruido urbano son el tránsito automotor, ferroviario y aéreo, la construcción y obras públicas y el vecindario. Las principales fuentes de ruido en interiores son los sistemas de ventilación, máquinas de oficina, artefactos domésticos y vecinos”. Según Berglund et al., en un documento desarrollado para la OMS (1999), “sus efectos específicos causados por el ruido son la deficiencia auditiva; interferencia en la comunicación oral; trastorno del sueño y reposo; efectos psicofisiológicos, sobre la salud mental y el rendimiento; efectos sobre el comportamiento; e interferencia en actividades”. Las consecuencias de la exposición al ruido son numerosas, la OMS (2022), establece que: “La exposición a sonidos fuertes puede desembocar en una pérdida de audición temporal o en acúfenos (sensación de zumbido en los oídos). Cuando se trata de sonidos muy fuertes o la exposición se produce con regularidad o de forma prolongada, las células sensoriales pueden verse dañadas permanentemente, lo que ocasiona una pérdida irreversible de audición”. En el mismo boletín, la OMS (2022) recomienda que: “el nivel más alto permisible de exposición al ruido en el lugar de trabajo sea de 85 dB durante un máximo de 8 horas al día”. Sin embargo, en nuestro medio no es considerado un contaminante importante, ni está completamente normado su control en el diseño y la construcción. En las evaluaciones acústicas realizadas en el municipio de San Miguel de Tucumán (SMT), en Tucumán, Argentina, en uno de los principales corredores urbanos de la ciudad, se visualiza que la exposición al ruido ambiental se mantiene por encima de los 70 dB(A), durante la mayor parte de la jornada matutina (Juarez y Garzón, 2022). El ruido urbano puede ser nocivo para la salud física, psíquica y social de las personas. “La contaminación sonora, representa un problema ambiental para el hombre por las afectaciones a la salud que pueden ocasionar, los peligros por ruido actualmente están identificados como un gran problema a resolver por la salud ambiental” (Amable Álvarez et al., 2017). Se debe considerar el impacto acústico que tiene el edificio para la ciudad, su entorno y sus habitantes, al respecto Simón et al. (1999) detalla que:

En las zonas urbanas, la presencia de edificios determina las propiedades del campo acústico en varios sentidos: por un lado perjudica la calidad sonora del entorno ya que favorece la compartimentación de la ciudad en zonas a través de las cuales la perturbación sonora se propaga con ciertas preferencias,

surgiendo fenómenos como el efecto cañón, el aumento de nivel de presión acústica por reverberación, deterioro de las condiciones de propagación en campo libre (y, como consecuencia, las desviaciones de la atenuación de la señal con la distancia), presencia de ecos, etc.

Se evidencia cómo la naturaleza acústica de las fachadas de un inmueble afecta al bienestar de sus habitantes y como el estudio de sus formas pueden beneficiar a los mismos proveyéndoles de un mayor confort acústico. “Está demostrado que el diseño de la envolvente influye significativamente en el aislamiento acústico, y en avenidas de alto tránsito en el control del ruido producido por los vehículos” (Maristany et al., 2014). Por lo que se deben considerar los balcones como elementos de la fachada que ofrecen protección acústica al ser barreras o pantallas, generando una reducción de niveles de ruido mediante su forma, profundidad, características superficiales y constructivas.

Por su parte, en el interior del recinto, el ruido de impacto es una de las tipologías más molestas de ruido comunitario, provocando irritación y estrés afectando la salud humana y el bienestar de las personas (Romero et al., 2009). En el trabajo de investigación de Larracilla (2021) presenta una propuesta de diseño para un sistema de intervención térmico-acústico para mejorar las condiciones de bienestar habitacional en viviendas sociales con el modelo de “design thinking” donde “durante el proceso de investigación, se pudo hallar que quienes residen en estos espacios tienen un problema en común: no cuentan con las condiciones requeridas ni los elementos necesarios para garantizar un estado idóneo de bienestar en sus hogares”. A su vez, Maldovan Bonelli et al. (2021) determina que “La pandemia trajo serias consecuencias a nivel global en las distintas dimensiones de la vida humana. Entre ellas, las posibilidades y formas de trabajar de millones de personas se han visto modificadas”. Otro aspecto es la calidad de los materiales, las técnicas constructivas y la falta de capacitación del recurso humano respecto a problemas acústicos que puede tener un edificio debido a no considerar el tipo de aislación en las instalaciones o cómo influye la fachada en la percepción del ruido urbano. Como menciona Cabrera y Cristian (2022):

El uso de los materiales juega un rol muy importante en el confort que tendrá la vivienda, debido al desconocimiento de las propiedades de estos elementos que conforman parte de una edificación no se puede medir la cantidad de ruido que recibe la vivienda, hasta el punto del que la habita presenta ciertas enfermedades correspondiente a la afectación del sonido.

En Argentina se encuentran normativas y legislaciones vigentes que tratan el 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, es decir, los tabiques internos y externos, como así también los elementos horizontales. Establece 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. Así mismo, establece los métodos de clasificación mediante mediciones realizadas in situ. Otro precedente a considerar es la Ordenanza 8167/86 de la Ciudad de Córdoba (1986), la cual prohíbe causar o estimular ruidos innecesarios o excesivos, así como vibraciones, que puedan afectar a las personas.

Se tiene en consideración que existen estudios de la aislación y reducción acústica de muros en viviendas en altura en Latinoamérica como en un trabajo de tesis de la Universidad de las Américas en Quito, Ecuador, donde se propone el aislamiento acústico en el edificio Yoo Cumbaya, “mediante un aislamiento con paredes dobles en el interior del departamento en las paredes medianeras, con una cámara de aire para evitar el ruido el cual será analizado en el conjunto residencial con 128 departamentos, 90 oficinas y 13 locales, con áreas comunales, piscinas de niños y adultos; que emiten un ruido interior y exterior.” (Vallejos Ayala, 2018). Vallejos afirma que, por el momento, no hay viviendas en Ecuador con aislamiento acústico por la falta de capacitación del personal de construcción, desconocimiento de los materiales que se necesitan y la factibilidad constructiva. Otra evaluación del aislamiento acústico de materiales constructivos en un edificio residencial de la ciudad de Quito realizada por Zaldumbide Burbano (2018), busca evaluar las características acústicas de la vivienda en edificio en altura a fin de mejorar los ambientes en que las personas desarrollan sus actividades. El caso de estudio es un edificio al norte

de la ciudad, parcialmente habitado al momento del estudio. Donde identificaron que las principales fuentes de ruido en un edificio son causadas por “por el 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). Teniendo en cuenta que la transmisión del ruido depende de factores como los materiales que componen los elementos divisorios internos y externos, sus espesores, la calidad de construcción, entre otros.

En la actualidad, hay contados estudios sobre acústica de viviendas en altura en San Miguel de Tucumán, y no existen con un enfoque acústico global que involucren los diferentes parámetros acústicos a considerar y resolver. Por lo que, se busca profundizar en el tema a fin de aportar más datos sobre dichas condiciones acústicas y generar recomendaciones y soluciones dirigidas a los profesionales, emprendedores, ciudadanos y cualquier otro interesado, para su concienciación, consideración y aplicación. Con este trabajo 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 construcción de la vivienda con adecuación acústica para mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Se enfocó la problemática en la forma en que afecta el confort en una Propiedad Horizontal como la define el Código Civil y Comercial de la Nación. Ya que es un conjunto de unidades funcionales que albergan a diferentes familias, son más notorios los problemas de aislación entre unidades vecinas, lo cual afecta el desarrollo de las actividades de trabajo y educación en la vivienda.

## Metodología

Este trabajo de investigación se enmarcará en el municipio de San Miguel de Tucumán, en Tucumán, Argentina, debido a que esta ciudad es uno de los principales centros urbanos de Noroeste Argentino, la cual 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 en la región.

El edificio se encuentra ubicado en barrio Ciudadela, sobre la Avenida Néstor Kirchner y la calle Libertad, cerca del Complejo universitario “Centro Herrera”. Cabe destacar la importancia de la avenida como eje estructural y de circulación de la ciudad, que conecta la capital con todo el sur de la provincia. Atraviesan la avenida, numerosas líneas de transportes públicos urbanos e interurbanos, como la línea 9, 12, Exprebus, El provincial, y cerca la línea 121 y 103. En la zona de emplazamiento del edificio se pueden encontrar diversas fuentes de ruido, como las paradas de colectivo, la estación de servicio, y la misma avenida en la que se emplaza el edificio. Por la cercanía con el estadio Ciudadela, esta se convierte en una importante fuente de ruido en los días de encuentros deportivos.

El objeto de estudio es de construcción tradicional de la región, ladrillo cerámico macizo de 30 cm en sus cerramientos exteriores y tabiquería de ladrillo macizo de 15 cm en sus divisiones interiores. Al respecto la Cámara Industrial de Cerámica Roja (CICeR) (2005) establece para construcciones ladrillo macizo un índice de reducción acústica ( $Rw^1$ ) de 48 dBA para paquetes de 22x24x5,5 cm y un  $Rw$  de 40 dBA para paquetes de 11x24x5,5 cm.

---

<sup>1</sup> [Rw], coeficiente de reducción acústica.



**Figura 1.** Ubicación del objeto de estudio y puntos de medición. **Fuente:** Vista satelital de Google Earth intervenida y fotografías).

En una primera aproximación al emplazamiento del objeto de estudio, se identifican las siguientes fuentes sonoras exteriores: la avenida Néstor Kirchner, es la principal fuente de ruido exterior, al ser una de las arterias principales del GSMT y las ciudades vecinas, agrupa un tráfico variado, al ser de alta velocidad, que abarca vehículos de cargas pesadas y coches particulares. Además, agrupa una serie de actividades comerciales, residenciales y de circulación. Las paradas de ómnibus en las esquinas próximas al edificio de estudio, agrupan líneas con recorridos municipales e intermunicipales. Otras fuentes de ruido circundante son la estación de servicio y el estadio ciudadela, el cual, en funcionamiento, es una fuente de ruido importante.

Este trabajo de investigación se desarrolló en base a una combinación metodológica. El análisis de la Calidad Acústica se orientó para los espacios interiores de los departamentos de vivienda del edificio de estudio. Se dividieron las tareas en etapas. En la primera etapa, se realizó un análisis cuantitativo de las condiciones acústicas del exterior, mediante mediciones sonoras en puntos estratégicos con la determinación del Nivel sonoro continuo equivalente ( $L_{Aeq}$ ) incidente. En la segunda etapa, se utilizó el método cualitativo, a través de encuestas a vecinos que habitan, recorren por la zona. Una vez analizada la envolvente desde el exterior, se procede al estudio de las condiciones internas de la unidad funcional, donde en la tercera etapa se realizó un análisis cuantitativo. En una cuarta etapa se llevó a cabo el análisis cualitativo interior mediante encuestas cerradas a usuarios del edificio en estudio. Y se culminó, con una quinta etapa de medición de Tiempo de Reverberación.

En la etapa cuantitativa, para la evaluación de los indicadores de ruido ambiental se utilizó el método analítico y el deductivo. En primera instancia, con un análisis cuantitativo se realizaron mediciones de niveles sonoros con instrumental Sonómetro Digital Integral marca Lutron (Integrating Sound Level Meter SL-4035SD) clase 2, Calibrador multifunción B&K (Bruel & Kjaer) Tipo 4226, según las recomendaciones de la NORMA IRAM 4113: “Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental”.

IRAM 4113-1/2009: Parte 1 - Magnitudes básicas y métodos de evaluación.

IRAM 4113-2/2010: Parte 2 - Determinación de niveles de ruido ambiental.

Las mediciones de la Norma IRAM 4113 se realizaron de acuerdo a los siguientes parámetros acústicos:

- Nivel Sonoro Continuo Equivalente ( $L_{Aeq}$ ): es 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:

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \lg \left[ \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left( \frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 \cdot dt \right]$$

Donde T es el tiempo de observación durante el cual el nivel sonoro es  $L_i \pm 2,5$  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 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.

IRAM 4043-1//2003, sobre “Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción”. Parte 1 - Aislamiento al ruido aéreo. En esta norma, para manejar los datos de aislamiento es a través del “índice de Reducción Sonora Compensado” (Rw)

No existen valores de Rw aconsejados para una fachada, pero en la Norma IRAM 4044(4) de Protección contra el ruido en edificios, “Requisitos de aislamiento acústico mínimo. Método de medición y clasificación. Cerramientos y aberturas, verticales y horizontales” se marcan los valores mínimos recomendados para muros divisorios y medianeros.

La etapa de medición de los tiempos de reverberación, se realiza utilizando el método de respuesta por impulso.

En cuanto al análisis cualitativo, se realizó mediante encuestas con preguntas cerradas, para conocer la opinión de los usuarios que habitan, circulan y/o recorren la zona, por un lado, y por otro, interpretar experiencias y vivencias del hábitat interior de las unidades habitacionales.

## Resultados

En la Primera Etapa se realizaron mediciones exteriores en tres puntos de la Avenida Néstor Kirchner en relación con el edificio objeto de estudio. Los puntos seleccionados son: en la Platabanda (1) y las esquinas donde se cruzan la calle Libertad y la Avenida en cuestión, identificadas como Esquina Sur (2) y Esquina Norte (3). Debido a que el estudio de estos puntos permite conocer la globalidad de las actividades de la Avenida, evaluado el tráfico vehicular, el movimiento peatonal, en conjunto con el desarrollo de las actividades de la zona. La Avenida presenta variedad de actividades disponibles para los ciudadanos a lo largo del día, al estar bien equipada y mantenida, como actividades recreativas, de ejercicio, y transporte en bicicleta.

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 muestran en las tablas 1, 2 y 3.

### *Resultados de las mediciones*

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

Punto 1 – Platabanda sobre Av. Kirchner y calle Libertad. Se trata de un espacio público arbolado con actividades peatonales, como ciclovías y caminerías. Es una zona con actividades comerciales y financieras, donde la circulación de vehículos se da por dos carriles de entrada y salida al área metropolitana, siendo una vía de circulación de tránsito pesado, mediano y liviano, a velocidad moderada. Por lo que el mayor pico de ruido se produce por el tránsito vehicular.

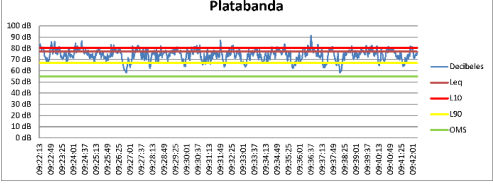
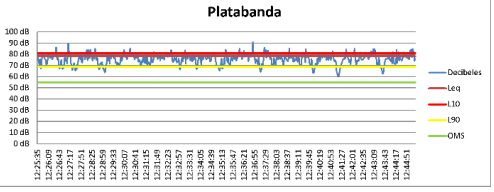
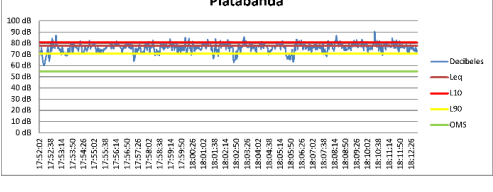
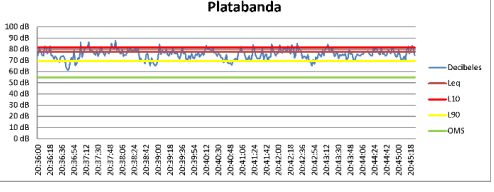
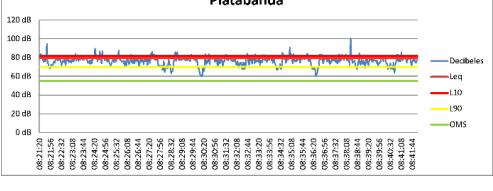
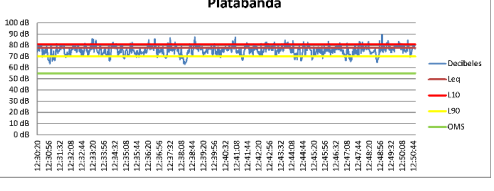

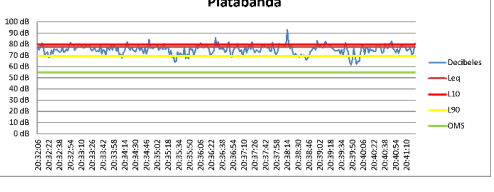
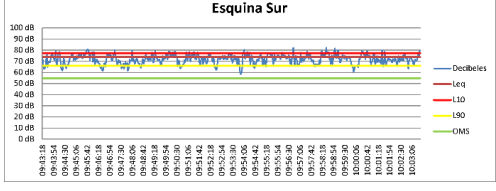
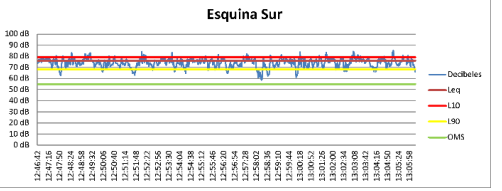
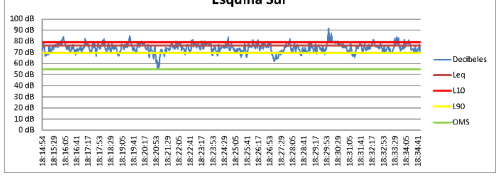
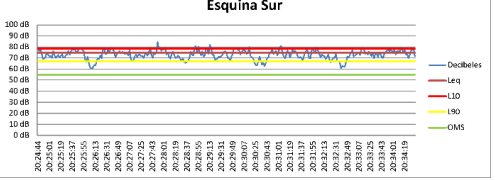
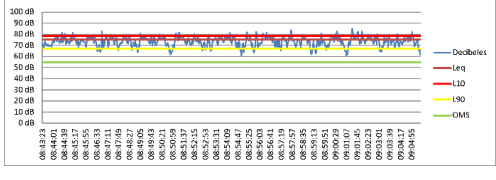
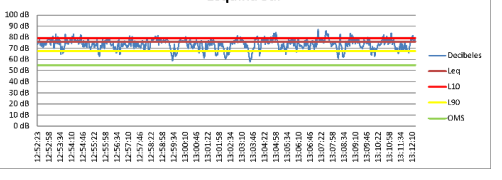
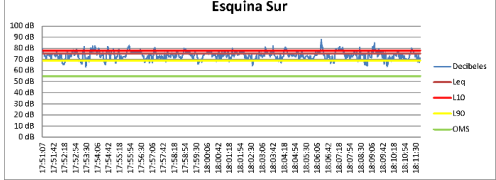
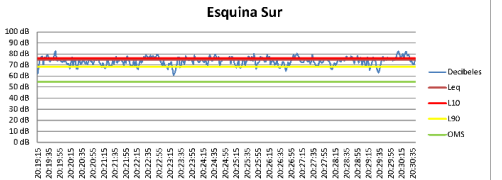
Puntos de Medición	Día 1				
Punto 1 – Platabanda sobre Av. Kirchner y calle Libertad					
	Mañana (9:00 a 10:00)		Mediodía (12:00 a 13.00)		
					
	Tarde (17:00 a 18:00)		Noche (20:00 a 20:30)		
	Franja Horaria		Leq	L10	L90
	Mañana (9:00 a 10:00)		77 dB(A)	80,5 dB(A)	66,8 dB(A)
	Mediodía (12:00 a 13.00)		78,2 dB(A)	81,1 dB(A)	69 dB(A)
	Tarde (17:00 a 18:00)		77,8 dB(A)	80,6 dB(A)	70,7 dB(A)
	Noche (20:00 a 20:30)		77,9 dB(A)	81,4 dB(A)	69,6 dB(A)
	Día 2				
					
	Mañana (8:00 a 9:00)		Mediodía (12:20 a 13.20)		
					
	Tarde (17:20 a 18:20)		Noche (20:00 a 20:30)		
	Franja Horaria		Leq	L10	L90
	Mañana (8:00 a 9:00)		79,7 dB(A)	81,8 dB(A)	69,9 dB(A)
	Mediodía (12:20 a 13.20)		77,6 dB(A)	80,7 dB(A)	70 dB(A)
	Tarde (17:20 a 18:20)		78,3 dB(A)	81 dB(A)	71,7 dB(A)
	Noche (20:00 a 20:30)		77,4 dB(A)	80 dB(A)	69,5 dB(A)

Tabla 1. Niveles Sonoros Obtenidos. Fuente: Elaboración propia.

Punto 2 – Esquina Sur sobre Av. Kirchner y calle Libertad. Se trata del encuentro entre la calle y la Avenida, sobre el carril de recorrido Oeste-Este por el que se ingresa a la ciudad. Es una esquina principalmente de carácter residencial, por donde transitan vehículos particulares por la calle Libertad y tránsito pesado, mediano y liviano por la avenida, principalmente aquellos rodados que ingresan a la ciudad. Por lo que el mayor pico de ruido se produce por el tránsito vehicular.

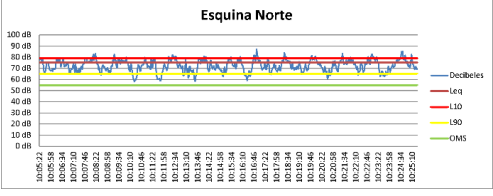
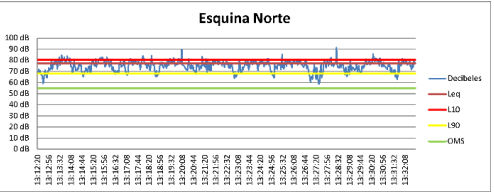
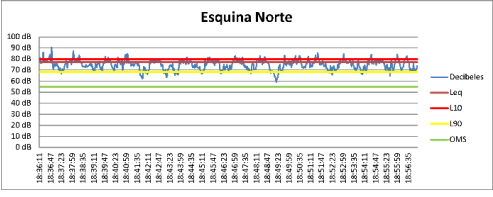
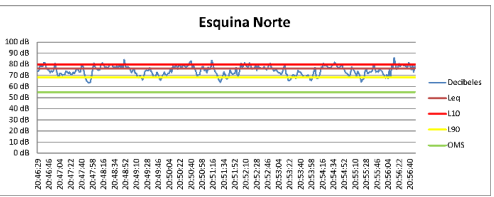
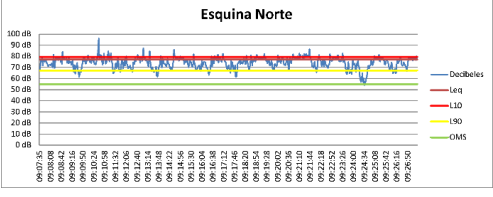
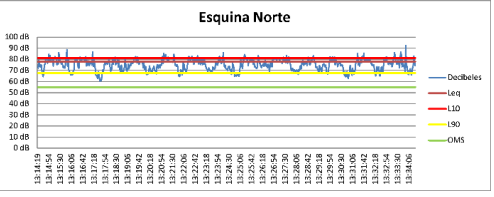
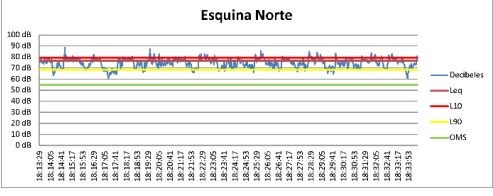
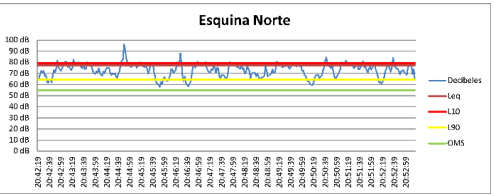
Puntos de Medición	Día 1			
Punto 2 – Esquina Sur sobre Av. Kirchner y calle Libertad				
	Mañana (9:00 a 10:00)	Mediodía (12:00 a 13:00)		
				
	Tarde (17:00 a 18:00)	Noche (20:00 a 20:30)		
	Franja Horaria	Leq	L10	L90
	Mañana (9:00 a 10:00)	73,8 dB(A)	77,3 dB(A)	66 dB(A)
	Mediodía (12:00 a 13:00)	76 dB(A)	79,1 dB(A)	68,4 dB(A)
	Tarde (17:00 a 18:00)	76,1 dB(A)	78,9 dB(A)	69,3 dB(A)
	Noche (20:00 a 20:30)	74,8 dB(A)	78,2 dB(A)	67,3 dB(A)
	Día 2			
				
Mañana (8:00 a 9:00)	Mediodía (12:20 a 13:20)			
				
Tarde (17:20 a 18:20)	Noche (20:00 a 20:30)			
Franja Horaria	Leq	L10	L90	
Mañana (8:00 a 9:00)	75,3 dB(A)	78,6 dB(A)	67,2 dB(A)	
Mediodía (12:20 a 13:20)	76 dB(A)	79,2 dB(A)	67,5 dB(A)	



Tarde (17:20 a 18:20)	75,2 dB(A)	77,9 dB(A)	68,8 dB(A)
Noche (20:00 a 20:30)	74,9 dB(A)	76,1 dB(A)	68,5 dB(A)

**Tabla 2.** Niveles Sonoros Obtenidos. **Fuente:** Elaboración propia.

Punto 3 – Esquina Norte sobre Av. Kirchner y calle Libertad. Se trata del encuentro entre la calle y la Avenida, sobre el carril de recorrido Este-Oeste por el que se sale de la ciudad. Es una esquina de carácter residencial y comercial, por donde transitan vehículos particulares por la calle Libertad y tránsito pesado, mediano y liviano por la avenida, principalmente aquellos rodados que salen de la ciudad. Por lo que el mayor pico de ruido se produce por el tránsito vehicular.

Puntos de Medición	Día 1			
Punto 3 – Esquina Norte sobre Av. Kirchner y calle Libertad				
	Mañana (9:00 a 10:00)	Mediodía (12:00 a 13:00)		
				
	Tarde (17:00 a 18:00)	Noche (20:00 a 20:30)		
	Franja Horaria	Leq	L10	L90
	Mañana (9:00 a 10:00)	75,3 dB(A)	79 dB(A)	65,3 dB(A)
	Mediodía (12:00 a 13:00)	77,2 dB(A)	80,3 dB(A)	68 dB(A)
	Tarde (17:00 a 18:00)	77 dB(A)	79,8 dB(A)	68,4 dB(A)
	Noche (20:00 a 20:30)	76,3 dB(A)	79,8 dB(A)	68,2 dB(A)
	Día 2			
				
Mañana (8:00 a 9:00)	Mediodía (12:20 a 13:20)			
				

	Tarde (17:20 a 18:20)	Noche (20:00 a 20:30)		
	Franja Horaria	Leq	L10	L90
	Mañana (8:00 a 9:00)	77,1 dB(A)	79,5 dB(A)	67,3 dB(A)
	Mediodía (12:20 a 13.20)	77,8 dB(A)	81,2 dB(A)	67,7 dB(A)
	Tarde (17:20 a 18:20)	76,5 dB(A)	79,5 dB(A)	68,5 dB(A)
	Noche (20:00 a 20:30)	77,3 dB(A)	79,2 dB(A)	64,5 dB(A)

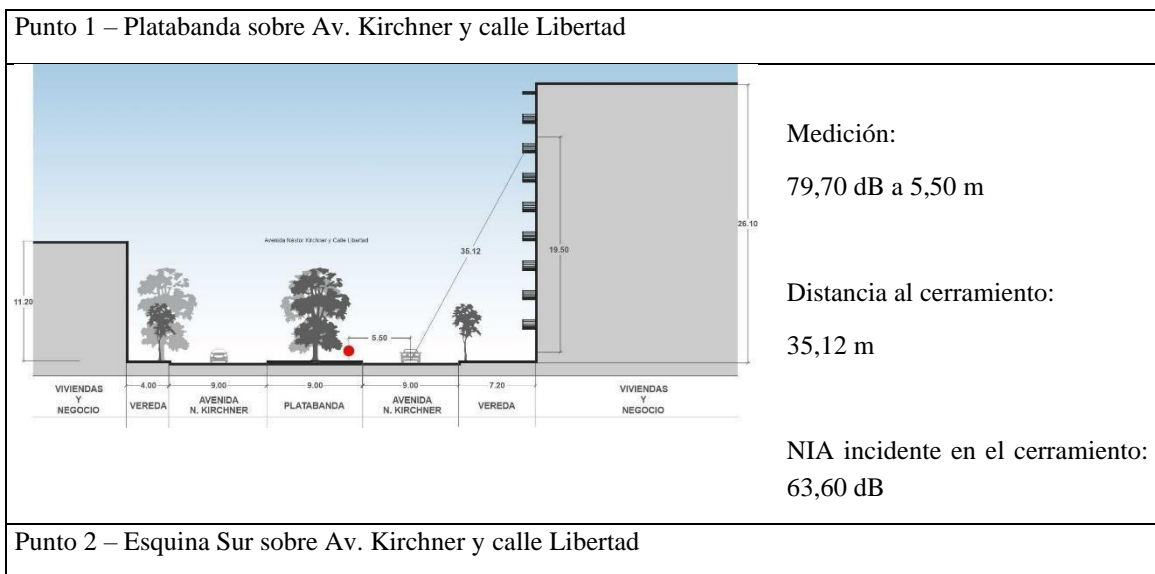
**Tabla 3.** Niveles Sonoros Obtenidos. **Fuente:** Elaboración propia.

Como se puede observar los valores más altos en el punto 1 se registraron al mediodía y a la mañana, siendo estos de 79,7 dB(A) presentes en la medición del tercer día por la mañana. En el punto 2 se registraron los valores más desfavorables al mediodía y a la tarde produciendo 76,1 dB(A) presente en la medición del segundo por la tarde. En el punto 3 se registraron al mediodía valores de 77,8 dB(A) presente el tercer día.

Se procedió luego a calcular del Nivel de Intensidad Acústica (NIA) incidente sobre la unidad de estudio, se seleccionó la unidad 7D, ubicada en el séptimo piso del edificio, debido a que esta es una vivienda tipo de dos ambientes que se repite en los 8 niveles del edificio, además de contar con una de sus caras hacia la Avenida (donde se ubica el dormitorio) y otra hacia el interior de la parcela, brindando situaciones acústicas distintas a lo largo del día, al cual se tenía libre acceso. Se tuvieron en cuenta los valores de Leq más desfavorables en cada medición previamente realizada en el exterior. Para determinar el valor que incide sobre el cerramiento norte de la unidad habitacional se utilizó una planilla de cálculo de elaboración propia, considerando las distancias de medición a la fuente sonora y la distancia desde la fuente al cerramiento. Se realiza el cálculo de reducción por distancia, teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$I = W / 4 \pi r^2$$

Se determina la potencia en relación a la medición realizada in situ por cada punto, este valor se reemplaza en la fórmula con la distancia desde la fuente al punto donde se ubicaría una persona sobre el balcón de la fachada de la unidad habitacional.



**Punto 2 – Esquina Sur sobre Av. Kirchner y calle Libertad**

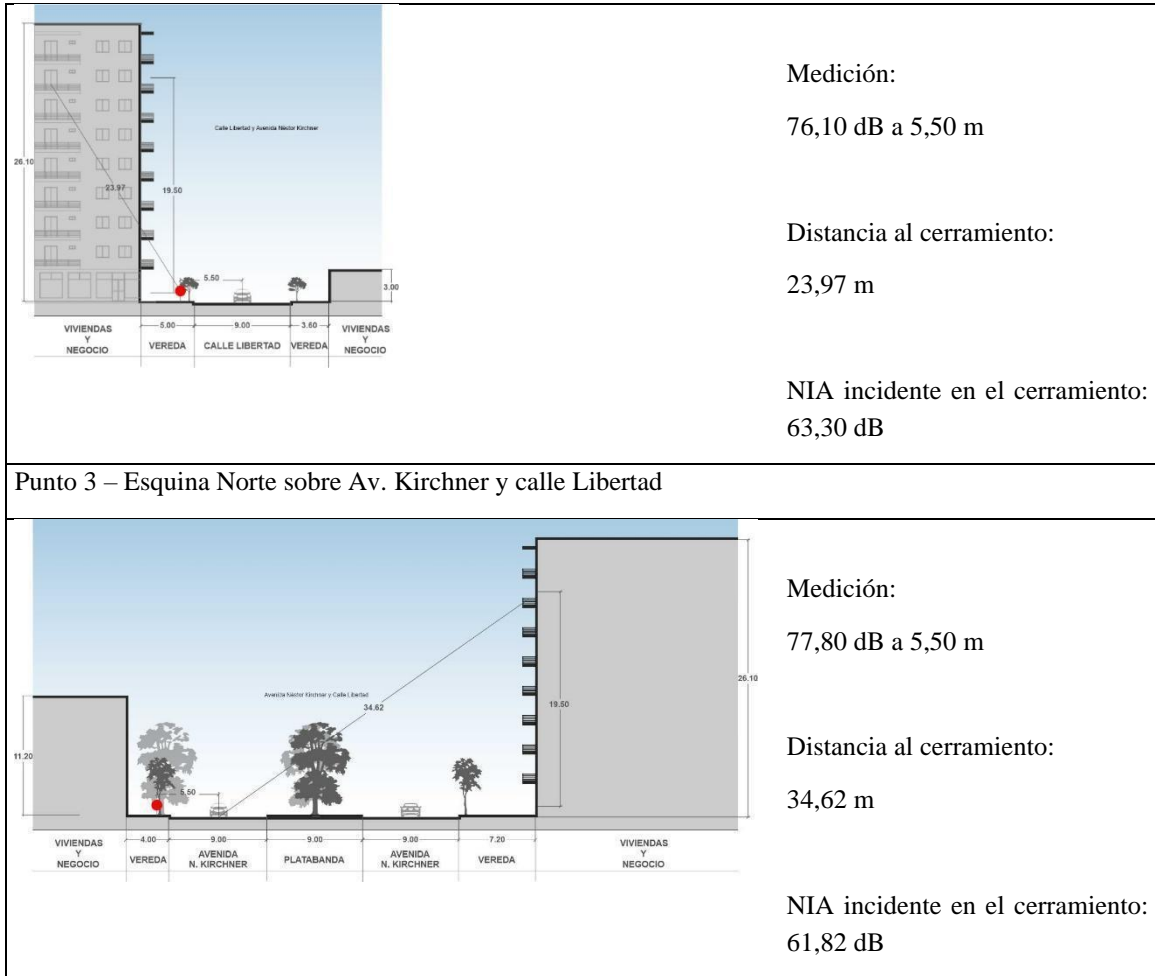
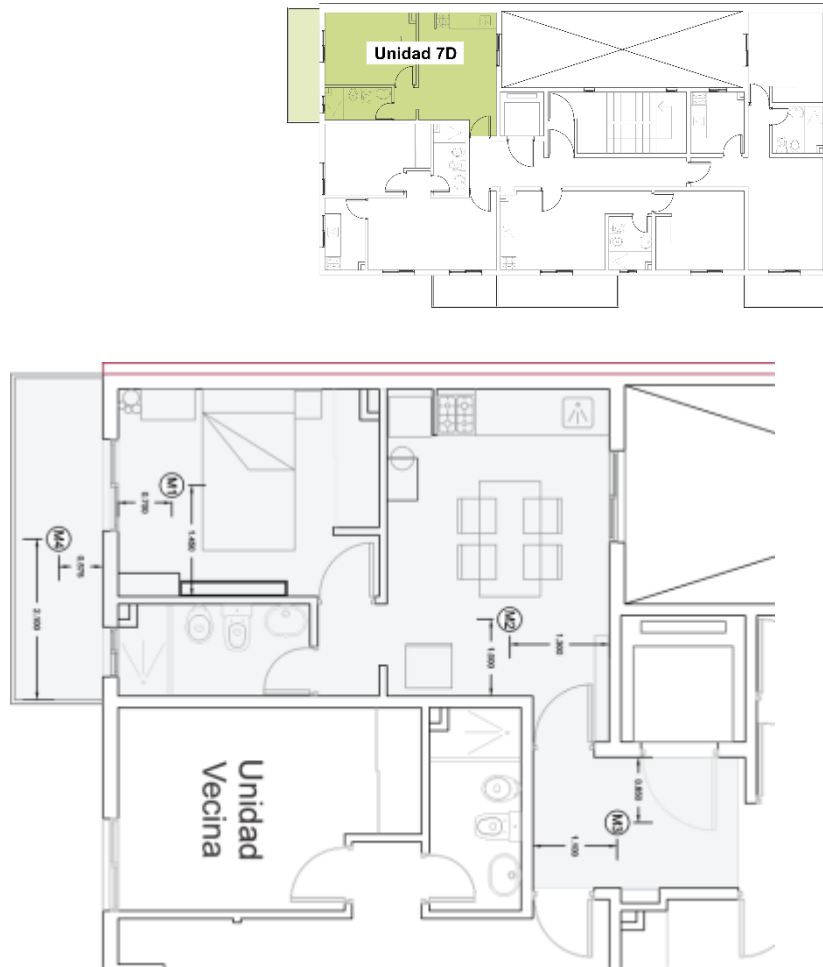


Tabla 4: Cálculo de Reducción por distancia. **Fuente:** Elaboración propia.

El Nivel de Intensidad Acústica incidente en el cerramiento proveniente del carril oeste-este de la Avenida Néstor Kirchner es de 63,60 dB(A) desde la medición más desfavorable de la platbanda. Desde la calle Libertad alcanza valores de 63,31 dB(A) y desde el carril este-oeste el valor incidente en el cerramiento es de 63,57 dB(A).

De las evaluaciones acústicas realizadas en cada punto de interés, se pudo determinar que esta avenida arterial provoca la continua aparición de ruidos urbanos, que sobrepasa los valores recomendados de la OMS de 55dB. Esta problemática, es principalmente atribuida al tráfico rodado, generando molestias en las personas que recorren o viven en cercanías al eje en estudio. Los sonidos son generados, en su mayoría, por el tránsito y el movimiento de personas, ya que diariamente se trasladan por la avenida, por su accesibilidad y conectividad. Se detectó que los valores más altos se produjeron en los horarios de la mañana y el mediodía, esto se puede corroborar siendo que son los horarios de entrada y salida laboral y escolar, siendo estos valores entre 70 y 80 dB(A), superando el Nivel Sonoro admisible por la Organización Mundial de la Salud de 55 dB(A).

*Envolvente de la unidad de análisis*



**Figura 3.** Emplazamiento y distribución de la unidad. **Fuente:** Elaboración propia.

La unidad cuenta con una superficie de 25,93 m<sup>2</sup> cubiertos. Se emplaza en el séptimo piso a 16,50 metros con respecto del nivel de vereda, se apoya sobre el muro medianero, abriéndose hacia la avenida al norte y al sur a un patio interno de ventilación. El programa funcional es sencillo, contando con un dormitorio, baño, cocina-comedor y balcón.

En la tercera etapa de la investigación se realizaron mediciones interiores sobre las condiciones actuales de los principales cuartos de la unidad habitacional, el dormitorio (1), la cocina (2) y sobre las condiciones de los espacios comunes interiores a los que se tuvo acceso, como el pasillo (3) y el balcón de la unidad (4).

Las mediciones se realizaron en los horarios de la mañana (entre 8:00 y 10:00hs), el mediodía (entre 12:00 y 13:00hs), la tarde (entre 17:00 y 18:00hs) y la noche (entre 20:00 y 20:30hs)



**Figura 4.** Mediciones en los puntos de análisis. Fuente: Elaboración propia.

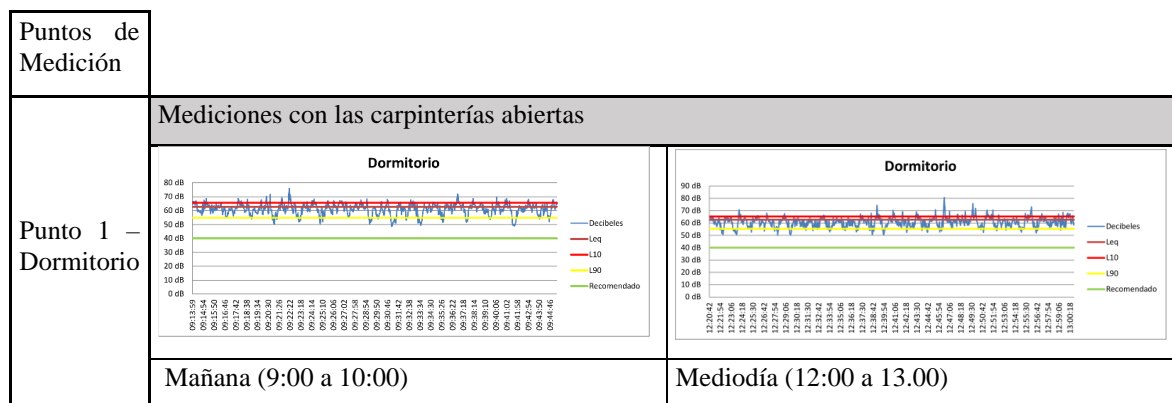
Punto 1 – Dormitorio. Es la habitación que abre directamente a la Avenida Néstor Kirchner por medio de una abertura única, una puerta ventana que da al exterior a un balcón. El uso principal de esta habitación es para el reposo y el descanso. Por lo que es pertinente su análisis para el desarrollo de esta actividad.

Punto 2 – Cocina-comedor. Es el local que conecta con el patio de ventilación interior del edificio por medio de una única abertura, una ventana corrediza. Esta es la habitación donde se llevan a cabo la mayor parte de las actividades diarias, como trabajar, estudiar, socializar, cocinar, recrearse, entre otras. Por lo que es importante su análisis para el desarrollo óptimo de las actividades dentro de la unidad.

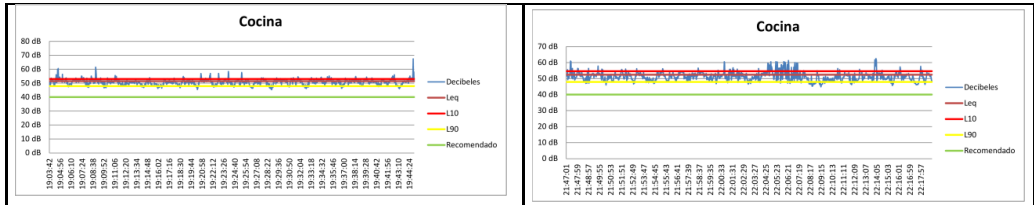
Punto 3 – Pasillo corredor. Es el sector del edificio donde se comunican los accesos a cada unidad de vivienda, no se encuentra conectado directamente con el exterior. En este sector solamente se circula y se comunica con los distintos espacios ya sea de unidad funcional o circulación vertical mecánica. Debido a esto no es un sector donde se lleven a cabo actividades que requieran trabajo de concentración, pero sí es pertinente su análisis debido a que es una fuente de ruido para cada nivel del edificio.

Punto 4 – Balcón exterior. Según lo establecido en el Código Civil y Comercial Argentino, se considera a los desbordes y balcones como sectores comunes del edificio. Es el espacio de desborde del dormitorio que conecta directamente con el exterior. Este espacio es de uso ocasional.

Las mediciones interiores, se realizaron tomando en cuenta dos tipos de condiciones de las habitaciones a relevar, con las aberturas abiertas y cerradas. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:



Punto 2 – Cocina- comedor					
	Tarde (17:00 a 18:00)		Noche (20:00 a 20:30)		
	Franja Horaria		Leq	L10	L90
	Mañana (9:00 a 10:00)		62,80 dB(A)	65,60 dB(A)	54,80 dB(A)
	Mediodía (12:00 a 13.00)		62,70 dB(A)	65,30 dB(A)	55,30 dB(A)
	Tarde (17:00 a 18:00)		63,30 dB(A)	65,80 dB(A)	57,40 dB(A)
	Noche (20:00 a 20:30)		61,60 dB(A)	64,20 dB(A)	54,00 dB(A)
	Mediciones con las carpinterías cerradas				
	Mañana (9:00 a 10:00)		Mediodía (12:00 a 13.00)		
Tarde (17:00 a 18:00)		Noche (20:00 a 20:30)			
Franja Horaria		Leq	L10	L90	
Mañana (9:00 a 10:00)		48,00 dB(A)	50,30 dB(A)	41,80 dB(A)	
Mediodía (12:00 a 13.00)		46,80 dB(A)	49,60 dB(A)	40,00 dB(A)	
Tarde (17:00 a 18:00)		46,30 dB(A)	49,10 dB(A)	40,60 dB(A)	
Noche (20:00 a 20:30)		45,90 dB(A)	49,20 dB(A)	38,50 dB(A)	
Mediciones con las carpinterías abiertas					
Mañana (9:00 a 10:00)		Mediodía (12:00 a 13.00)			

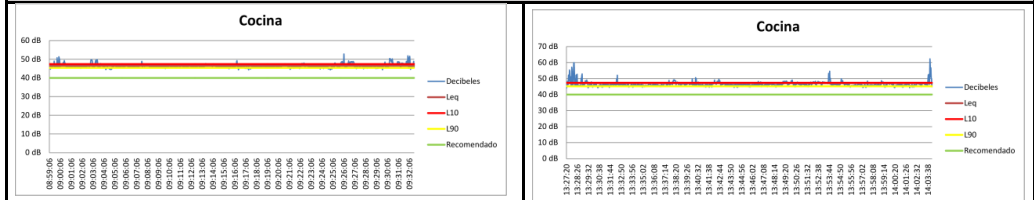


Tarde (17:00 a 18:00)

Noche (20:00 a 20:30)

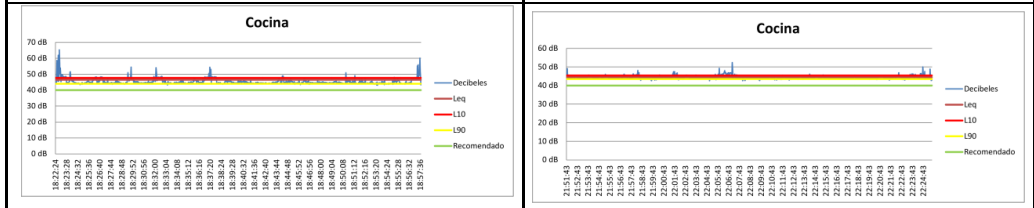
Franja Horaria	Leq	L10	L90
Mañana (9:00 a 10:00)	52,90 dB(A)	54,60 dB(A)	48,60 dB(A)
Mediodía (12:00 a 13:00)	52,70 dB(A)	54,80 dB(A)	48,80 dB(A)
Tarde (17:00 a 18:00)	51,40 dB(A)	53,00 dB(A)	47,90 dB(A)
Noche (20:00 a 20:30)	52,40 dB(A)	54,60 dB(A)	47,90 dB(A)

Mediciones con las carpinterías cerradas



Mañana (9:00 a 10:00)

Mediodía (12:00 a 13:00)



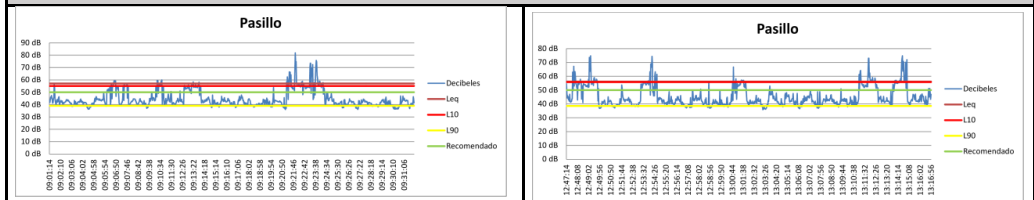
Tarde (17:00 a 18:00)

Noche (20:00 a 20:30)

Franja Horaria	Leq	L10	L90
Mañana (9:00 a 10:00)	46,50 dB(A)	47,40 dB(A)	45,40 dB(A)
Mediodía (12:00 a 13:00)	47,10 dB(A)	47,40 dB(A)	45,20 dB(A)
Tarde (17:00 a 18:00)	46,50 dB(A)	47,70 dB(A)	44,00 dB(A)
Noche (20:00 a 20:30)	44,50 dB(A)	45,40 dB(A)	43,50 dB(A)

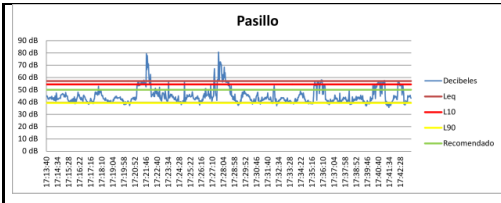
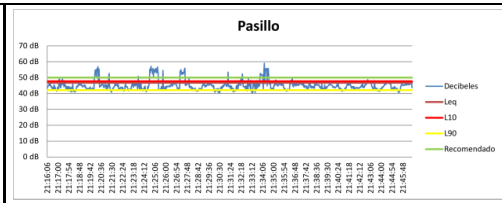
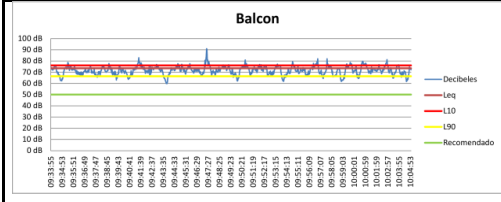
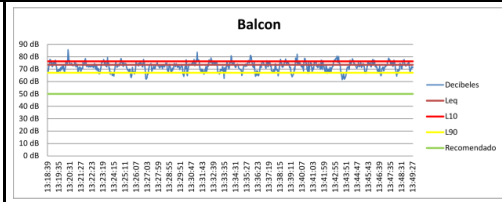
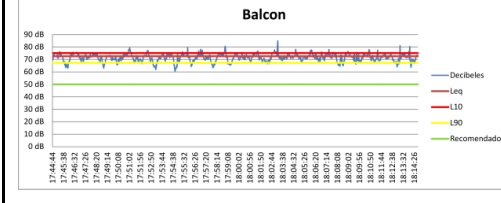
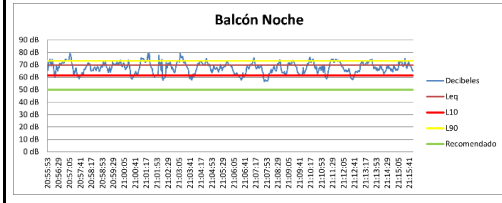
Mediciones con las carpinterías abiertas

Punto 3 – Pasillo corredor



Mañana (9:00 a 10:00)

Mediodía (12:00 a 13:00)

	Pasillo			
				
	Tarde (17:00 a 18:00)		Noche (20:00 a 20:30)	
	Franja Horaria	Leq	L10	L90
	Mañana (9:00 a 10:00)	57,10 dB(A)	55,10 dB(A)	39,00 dB(A)
	Mediodía (12:00 a 13.00)	56,20 dB(A)	55,80 dB(A)	38,50 dB(A)
	Tarde (17:00 a 18:00)	57,10 dB(A)	54,40 dB(A)	39,30 dB(A)
	Noche (20:00 a 20:30)	46,70 dB(A)	47,70 dB(A)	42,10 dB(A)
	<b>Mediciones con las carpinterías cerradas</b>			
Punto 4 – Balcón exterior	Balcon		Balcon	
				
	Mañana (9:00 a 10:00)	Mediodía (12:00 a 13.00)		
	Balcon		Balcón Noche	
				
	Tarde (17:00 a 18:00)	Noche (20:00 a 20:30)		
	Franja Horaria	Leq	L10	L90
	Mañana (9:00 a 10:00)	73,50 dB(A)	76,00 dB(A)	66,40 dB(A)
	Mediodía (12:00 a 13.00)	73,50 dB(A)	76,30 dB(A)	67,10 dB(A)
	Tarde (17:00 a 18:00)	72,60 dB(A)	75,10 dB(A)	67,30 dB(A)
	Noche (20:00 a 20:30)	69,90 dB(A)	71,40 dB(A)	73,30 dB(A)

**Tabla 5.** Resultados de las mediciones en la unidad de análisis. **Fuente:** Elaboración propia.

De las mediciones se obtuvo que para el primer punto con la condición de las carpinterías abiertas los valores más desfavorables se registraron a la tarde, el nivel sonoro registrado dentro del dormitorio fue de 63,30 dB y con las carpinterías cerradas se registró un  $L_{Aeq}$  de 48,00 dB(A). En el segundo punto de análisis con la condición de las carpinterías abiertas se obtuvieron valores de 52,9 dB(A) y con las carpinterías cerradas se registraron 47,1 dB(A). Las mediciones del tercer punto registraron valores de 57,1 dB(A). En el cuarto punto se registraron niveles de ruido de 73,5 dB(A),

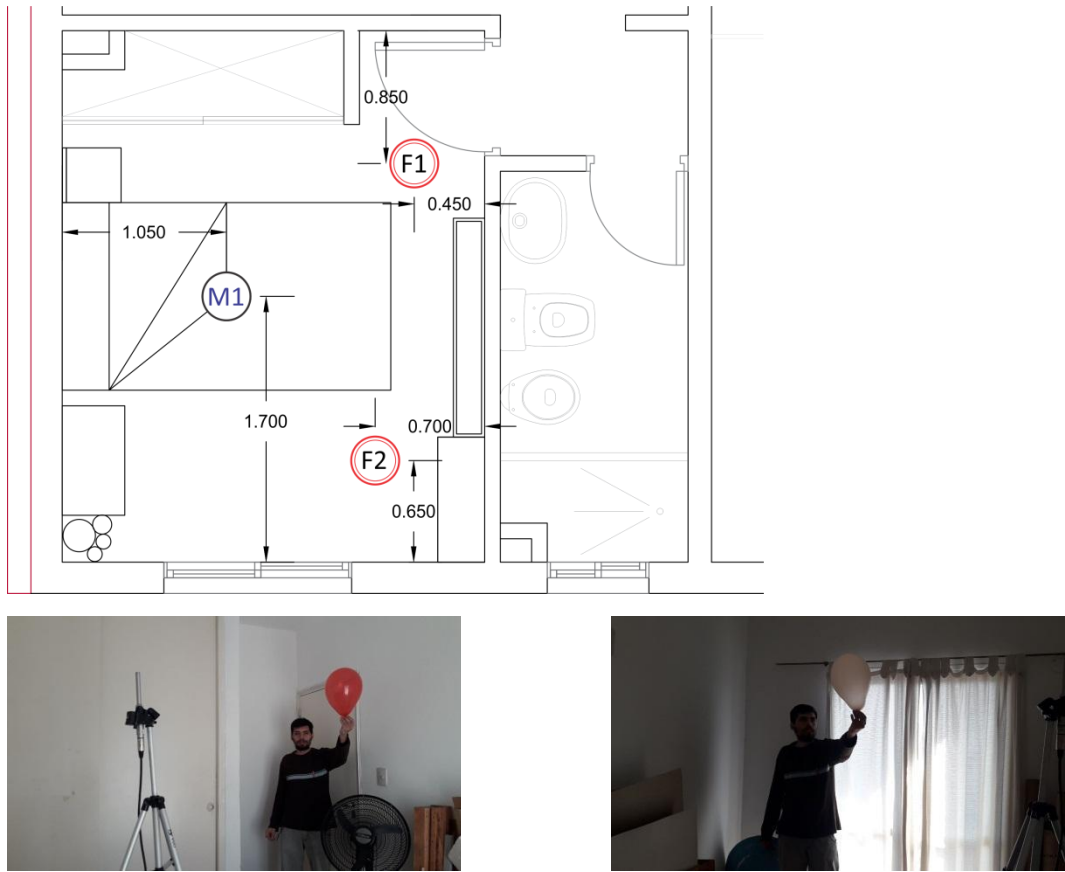


**Determinación del Tiempo de Reverberación, TR60**

Para esta última etapa de la investigación se realizaron mediciones de Tiempo de Reverberación en los principales espacios de uso del departamento, utilizando el método de respuesta por impulso. 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.

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

Se comenzó con las mediciones en el dormitorio.



**Figura 5.** Ubicación del instrumental. **Fuente:** Elaboración propia.

Punto 1 – Dormitorio. Está dedicado exclusivamente a las actividades de descanso, es de mayor volumen que el espacio de la cocina comedor, presenta uno de sus cerramientos cubierto por el placard, la cama con colchas y otros elementos absorbentes como los muebles y el espacio de guardado de materiales reciclados.

El tiempo de reverberación del local evidencia los siguientes valores:

UNIDAD FUNCIONAL DE ESTUDIO - DORMITORIO											
T60 [s]	Frq.band [Hz]	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
Fuente 1 - MIC 1		1,202	1,89	0,672	0,908	1,046	1,036	0,964	0,762	0,592	0,43
Fuente 2 - MIC 1		1,718	0	0,642	0,772	1,142	1,26	1,11	0,912	0,668	0,454

Promedio	1,46	0,945	0,657	0,84	1,094	1,148	1,037	0,837	0,63	0,442
<i>Comparación de ambas fuentes</i>					<i>Promedio de las mediciones</i>					

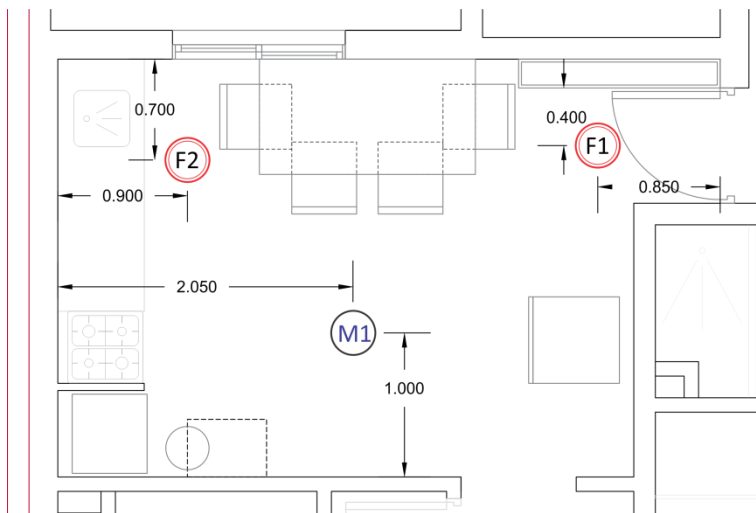
**Tabla 6.** Resultados de las mediciones en la unidad de análisis. **Fuente:** Elaboración propia.

Los tiempos de reverberación recomendados que se adoptaron como parámetro de medición corresponden con aquellos recomendados para viviendas de entre 0,7 y 1 segundos, según recomendaciones de NTI audio (empresa líder en instrumentos y soluciones de medición), debido a los usos y costumbres del espacio de dormitorio al que suele complementarse con tareas de estudio.

Para el análisis se desprecian los muestreos tomados en las frecuencias menores a 125Hz, debido a que no son valores representativos según la norma ISO 3382-2.

De las mediciones obtenidas se evidencia que los valores de TR60 para el espacio del dormitorio superan los tiempos recomendados en las frecuencias medias y bajas principalmente.

Se continuó con las mediciones en la cocina-comedor.

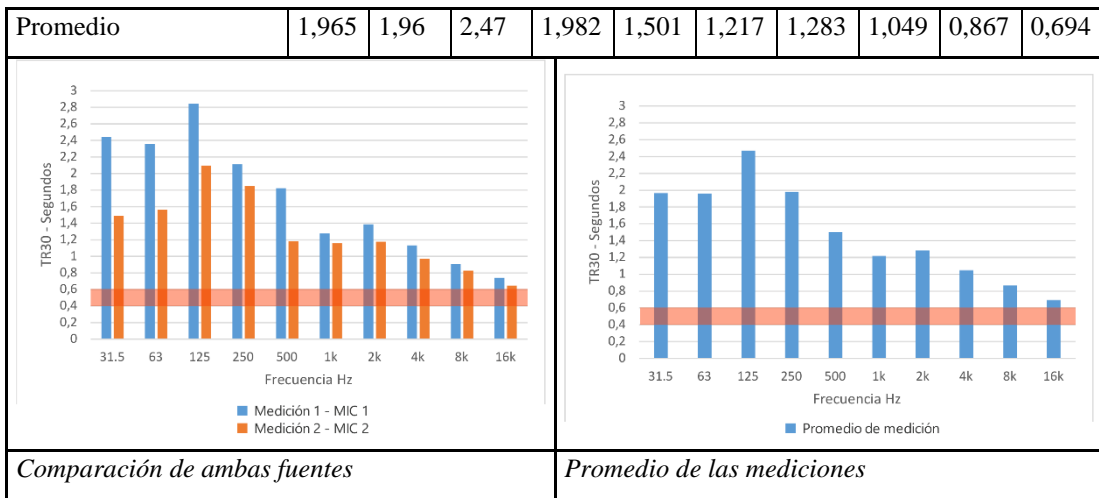




**Figura 6.** Ubicación del instrumental. **Fuente:** Elaboración propia.

Punto 2 – Cocina-comedor. El área del departamento donde se realizan la mayor parte de las actividades, es un espacio de menor volumen y superficies reflejantes descubiertas, por lo cual el tiempo de reverberación del local evidencia los siguientes valores:

UNIDAD FUNCIONAL DE ESTUDIO - COCINA											
T60 [s]	Frq.band [Hz]	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
Fuente 1 - MIC 1		2,444	2,356	2,844	2,114	1,822	1,276	1,388	1,132	0,908	0,742
Fuente 2 - MIC 1		1,486	1,564	2,096	1,85	1,18	1,158	1,178	0,966	0,826	0,646



**Tabla 7.** Resultados de las mediciones en la unidad de análisis. **Fuente:** Elaboración propia.

Los tiempos de reverberación recomendados que se adoptaron como parámetro de medición corresponden con aquellos recomendados para viviendas de entre 0,7 y 1 segundos, según recomendaciones de NTI audio (empresa líder en instrumentos y soluciones de medición), debido a la función de los locales y la cantidad de horas al día que se emplean en los mismos.

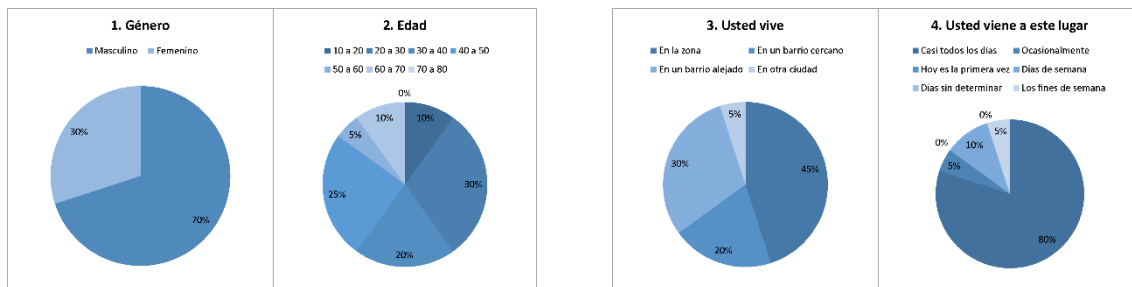
Para el análisis se desprecian los muestreos tomados en las frecuencias menores a 125Hz, debido a que no son valores representativos según la norma ISO 3382-2.

De las mediciones obtenidas se evidencia que los valores de TR60 para el espacio del dormitorio superan los tiempos recomendados en todas las frecuencias, y siendo más acuciantes en frecuencias bajas.

**Resultados de las encuestas**

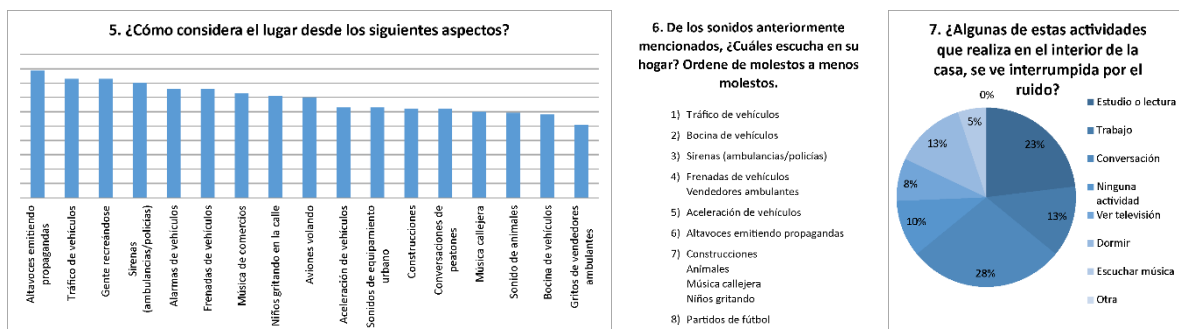
En el área exterior al caso de estudio, se realizaron encuestas a 20 personas que circulaban por la zona para conocer su opinión acerca de la problemática. Entre las preguntas se trataban sobre: zona donde viven, cercanía con el área, movilidad y conocimiento acerca de la contaminación acústica.

El 70 % de los encuestados era de género masculino, de entre 20 a 30 años. El 45 % vive en la zona, con una frecuencia de casi todos los días (80 %).



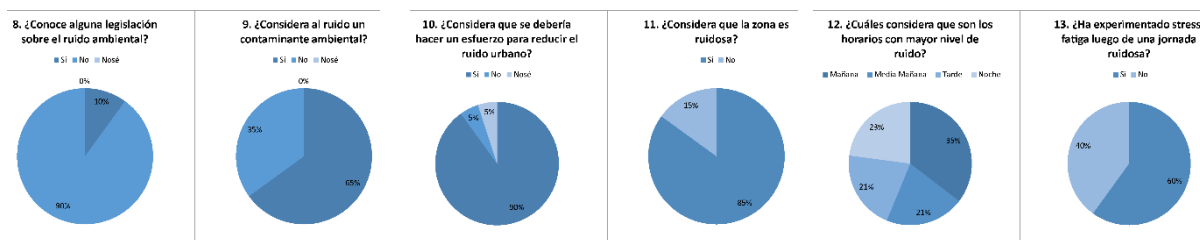
**Figura 7.** Encuestas realizadas en el exterior. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los tipos de sonidos: los “Altavoces emitiendo propagandas”, “Tráficos de vehículos” y “Gente recreándose” fueron los calificados como “Muy malos” en su mayoría. El “Tráfico de vehículos”, “Bocinas de vehículos” y “Sirenas”, son los sonidos que se escuchan dentro de los hogares e interrumpen actividades como: “Conversación” con el 28 %, el 23 % indica “Estudio o lectura” y el 13 % “Trabajar” y “Dormir”.



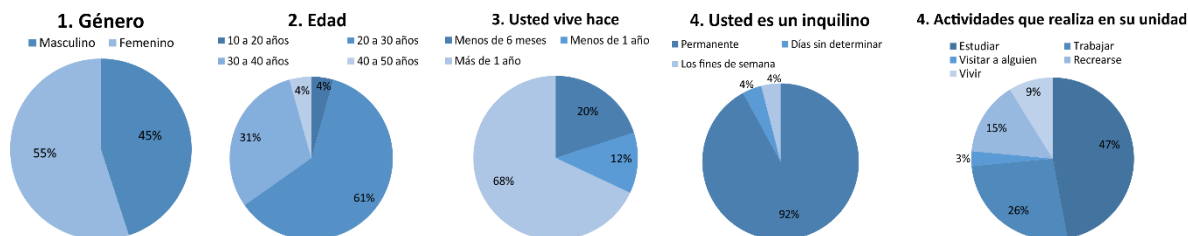
**Figura 8.** Encuestas realizadas en el exterior. Fuente: Elaboración propia.

El 90 % indica que no conoce alguna legislación sobre el ruido ambiental, pero el 65 % considera al ruido un contaminante ambiental. Un 90 % considera que se debería hacer un esfuerzo para reducir el ruido urbano, un 85 % que la zona es ruidosa durante la mañana (35 %) y que el 60 % experimentó estrés luego de una jornada ruidosa.



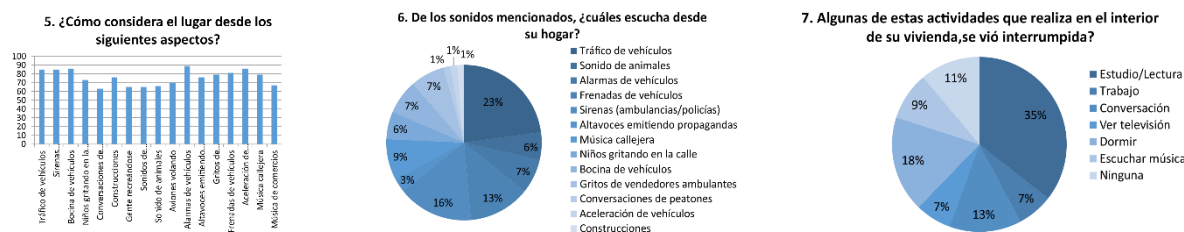
**Figura 9.** Encuestas realizadas en el exterior. Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis cualitativo interior se realizaron encuestas cerradas a 20 usuarios del edificio en estudio. El 55 % del público era de género masculino, con una edad de 20 a 30 años. El 68 % indica que vive en el edificio “Hace más de 1 año” y es inquilino de manera “Permanente” el 92 %. Entre las actividades que se realizan en la unidad: 47 % indica “Estudio”, 26 % “Trabajo” y un 15 % “Recreativo”.



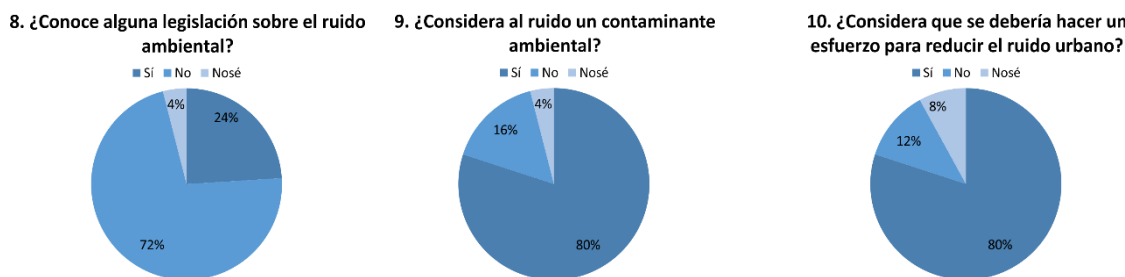
**Figura 10.** Encuestas realizadas en el interior del edificio. **Fuente:** Elaboración propia.

“Alarmas de vehículos”, “Aceleración de vehículos” y “Bocina de vehículos” son los sonidos considerados “Muy malos”, los cuales son escuchados desde sus hogares. Dichos sonidos interrumpen actividades en el interior de la vivienda como: “Estudio o Lectura” el 35 %, el 18 % “Dormir” y el 13 % “Conversación”.



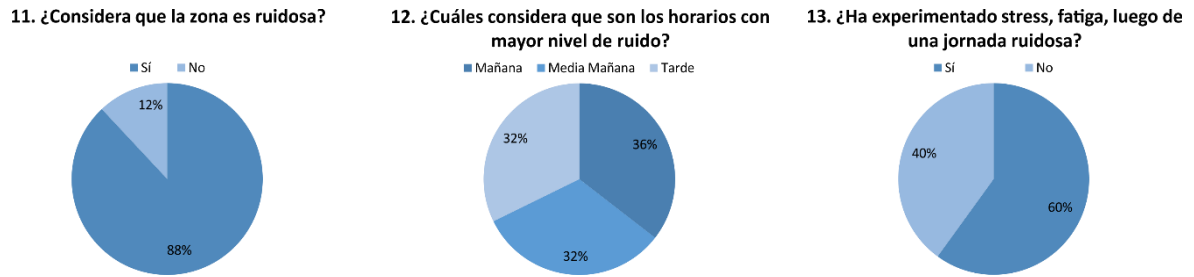
**Figura 11.** Encuestas realizadas en el interior del edificio. **Fuente:** Elaboración propia.

Sobre la problemática, el 72 % indica que no conoce alguna legislación sobre el ruido ambiental, el 80 % si lo considera un contaminante ambiental y un 80 % afirma que se debería hacer un esfuerzo para reducirlo.



**Figura 12.** Encuestas realizadas en el interior del edificio. **Fuente:** Elaboración propia.

El 88 % considera que la zona es ruidosa, con mayor incidencia por la “Mañana”. El 60 % alude que experimentó estrés luego de una jornada ruidosa.



**Figura 12.** Encuestas realizadas en el interior del edificio. **Fuente:** Elaboración propia.

### *Análisis de los resultados*

Las mediciones en los alrededores registraron valores, durante la mañana y la noche, por encima de los recomendados por la OMS para exteriores (55 dB para día y 45 dB por la noche). El ruido en las inmediaciones es una constante a lo largo de todo el día con muy poca variación, por lo que se puede considerar a la zona muy ruidosa y un posible factor que afecte a la salud de los habitantes a mediano y largo plazo.

De los análisis del ruido que incide sobre la fachada se puede determinar que hay una reducción desde la fuente considerada, en este caso el tráfico, a la fachada entre 13 y 16 dB, por lo que es posible percibir desde el balcón sonidos de 61 o 63 dB.

De los resultados obtenidos en el interior del edificio, se determinó que la mayor parte de los ruidos molestos para los inquilinos provienen del exterior del edificio, próximos a las actividades que se desarrollan en la avenida y de las actividades relacionadas con esta y los vehículos.

Los valores obtenidos de las mediciones in situ en la habitación con comunicación directa con la avenida en el horario de la mañana son de 48 dB(A), sobrepasando los valores recomendados por las normas IRAM 4044, que recomiendan para espacios interiores valores máximos de 30 dB. Estos valores se mantuvieron entre los 45 dB(A) a 48 dB(A), de forma constante, hasta en horarios nocturnos. Por lo que no hay cese del ruido proveniente de la avenida, es una fuente constante provocada por el tráfico y las actividades que en ella se desarrollan.

Según observaciones de los vecinos, los ruidos producidos entre las unidades de los vecinos podían llegar a ser molestas, como el arrastre de los muebles o los ruidos producidos por las pisadas. Lo que evidencia un problema de aislación de ruidos aéreos por los cerramientos horizontales.

Se comprobó que en su mayoría los inquilinos realizan tareas de concentración en sus hogares como, el estudio, lectura y trabajo, por lo que necesitan de un ambiente que les permita desenvolverse sin interrupciones por el ruido ambiente.

En relación al análisis de datos, se puede comparar con una primera aproximación en el cálculo teórico la diferencia de resultado de la aislación en muros respecto al nivel sonoro que ingresa en cada habitación.

Así mismo, tras realizar las encuestas a inquilinos se detectaron otros problemas del edificio, relacionados con los hábitos de los habitantes en sus unidades, como los fuertes ruidos de pisadas y el arrastre de muebles.

Otro de los problemas que afecta al ambiente acústico de los departamentos son los ruidos por vibración de los montantes de las instalaciones que se transmiten a la estructura y a los muros, generando puentes acústicos en los conductos. Y por otro lado los ruidos por vibración transmitidos por el ascensor del edificio, por el movimiento de la cabina en la caja de hormigón al usarse.

Del mismo modo los ruidos de impacto son otro inconveniente debido al tipo de solado y paquete estructural, provocados por los pasos de los vecinos.

Las fuentes de ruido que afectan la unidad provienen de las bajadas de los conductos en donde están dispuestas las instalaciones, tanto propias como vecinas, la caja de ascensor, el pasillo y el patio interno.

## Propuestas

Conforme a los datos obtenidos mediante las metodologías de análisis cuantitativas y cualitativas y tras la síntesis y sistematización de los resultados, se plantean las siguientes recomendaciones y estrategias para mejorar la calidad acústica del hábitat:

En el espacio de Cocina-Comedor se recomienda: Mejorar el paquete de aislación, agregando espesor al muro con abertura orientado al patio interno del edificio mediante el uso de tabiques con aislación acústica, lana de vidrio o lana de roca de 2 pulgadas. Colocar cortinas de telas pesadas, para disminuir los altos tiempos de reverberación. Colocar solados de alfombra u otras terminaciones menos reflectantes que los cerámicos, como un solado o muebles de madera.

En el espacio de Dormitorio, se recomienda: Mejorar el paquete de muro con abertura orientado a la avenida, para que permita una mayor aislación de los ruidos exteriores provenientes del tráfico y las actividades propias de la avenida, por medio de tabiques con material aislante (lana de vidrio y lana de roca).

Hacer un recambio de las carpinterías por otro tipo de aberturas más eficientes, como carpinterías con vidrios DVH. Colocar recubrimientos de goma en las patas de los muebles de forma tal que no se transmitan ruidos entre unidades por medio de la losa.

En los espacios comunes y espacios técnicos se recomienda: Por un lado, aislar los conductos de bajadas, recubriéndolos de placas aislantes en el interior de la unidad. Por otro lado, aislar los espacios técnicos en el cielorraso. Con el fin de evitar se transmitan ruidos por vibración generados por cañerías sanitarias en el interior de las unidades. Además, se recomienda replantear el reglamento de convivencia entre vecinos del consorcio, teniendo en cuenta como cláusulas que no se realicen dentro de la unidad, excesivos ruidos molestos durante los horarios de descanso. Restringir el volumen de la música, los días y horarios en los que esta está permitida, multando a quienes no cumplan con dichas normas. Realizar mantenimiento a los equipos de ascensores de manera regular, para evitar los ruidos provenientes de la caja de ascensores. Realizar mantenimiento en salas de máquinas.

## Conclusiones

Las viviendas en propiedad horizontal de San Miguel de Tucumán no están acondicionadas para los cambios que se dieron en la forma de ocupar la vivienda y por tanto, no responden a las nuevas necesidades acústicas. Por medio de los datos obtenidos de los análisis cuantitativos y cualitativos de los resultados de medición y de encuesta, se puede comprobar que las viviendas en altura de San Miguel de Tucumán no se encuentran en las condiciones requeridas para realizar tareas de concentración (como el estudio o la lectura) y/o de trabajo remoto desde sus hogares. Ya que los valores obtenidos superan los recomendados en lo que concierne a los niveles de intensidad acústica recomendados, generando un ruido fondo superior al tolerable, que puede llegar a causar daño psicológico, físico y social, además de dificultar las actividades que se llevan a cabo en estos espacios.

El tráfico sigue siendo una de las principales fuentes de ruido que afecta al hábitat urbano, queda en evidencia en las mediciones realizadas a lo largo del día, en donde se registran valores que rondan los 70 dB en todos los horarios de medición, corroborado con otro sesgo de confirmación de los habitantes del edificio, que perciben el sonido prácticamente igual a todas horas del día, según los resultados de las encuestas.

Los sonidos provenientes de los espacios comunes y entre unidades de vecinos podrían ser mitigados a través de la concientización de los problemas que pueden generar las jornadas ruidosas, mediante cláusulas en las normas

de convivencia, como así también reuniones vecinales que permitan el diálogo y acuerdo en la convivencia entre vecinos.

La mayoría de los encuestados si bien no conocen una normativa con respecto al ruido ambiental urbano, están dispuestos a colaborar en su disminución. Por lo que aún se debe realizar tareas de difusión sobre las consecuencias del ruido como contaminante y las formas de mitigación del ruido, por medio de estrategias en el tratamiento de la envolvente, como así también fomentar buenas costumbres entre los ciudadanos.

La forma de construcción regional debe plantear desde sus inicios una conciencia ambiental, con respecto a la contaminación acústica, que le permita abordar al proyecto arquitectónico con estrategias que colaboren a mejorar el hábitat de los usuarios. Es recomendable aplicar esto tanto en edificios nuevos como construidos.

A través de esta investigación se definieron las condiciones y características de la envolvente acústica de las viviendas en altura en SMT, como así también se evaluaron posibilidades de mejoramiento de las condiciones actuales. Este aporte permitirá la generación de propuesta y recomendaciones integrales para la adecuación acústica y sustentable de la vivienda.

## Bibliografía

- Amable Álvarez, I., Méndez Martínez, J., Delgado Pérez, L., Acebo Figueroa, F., de Armas Mestre, J. y Rivero Llop, M. L. (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Revista Médica Electrónica*, 39(3), 640-649. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242017000300024&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000300024&lng=es&tlng=es).
- Berglund, B., Lindvall, T., y Schwela, D. H. (1999). *Guías para el Ruido Urbano*. Londres: Organización Mundial de la Salud. <http://www.bvsde.paho.org/bvsci/e/fulltext/ruido/ruido2.pdf>
- Cabrera, A., & Cristian, X. (2022). *Confort Acústico en Viviendas Periféricas, mediante la construcción de Paneles Orgánicos. Caso de Estudio: "Barrio Chonta Cruz" Sector la Cascarilla de la Ciudad de Loja* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Ecuador - Sede Loja]. Repositorio Digital UIDE. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/5007>
- Cámara Industrial de Cerámica Roja (CICER). (2005). *Ficha Técnica N° 4 Aislamiento Aéreo de Sonidos con Mampostería Cerámica*.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2003). *Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1 - Aislamiento al ruido aéreo* (Normas IRAM 4043).
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2015). Normas IRAM 4044. Protección contra el ruido en edificios. Aislamiento acústico mínimo en tabiques y edificios. Argentina.
- Instituto Argentino De Normalización Y Certificación. (2013). IRAM 4113. PARTE 1 Y PARTE 2. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1 - magnitudes básicas y métodos de evaluación. Parte 2. Determinación de niveles de ruido ambiental. Argentina.
- Ordenanza 8167/86 [Municipalidad de Córdoba]. Para las evaluaciones del nivel sonoro, en caso de denuncias de vecinos, se aplicará la Ordenanza N° 8167/86, que reprime la producción de ruidos molestos y su reglamentación, considerándose como supletoria la Norma I.R.A.M. 4062 o las que en el futuro las modifiquen o reemplacen. 26 de septiembre de 1986.
- Juarez, I., y Garzón, B. (7-23 de junio de 2022). *Evaluation and proposals for the sound adaptation of an urban axis in the center of the metropolitan area of Tucumán* [Sesión de conferencia]. International Conference on Non-conventional Materials and Technologies (NOCMAT).



- Maldovan Bonelli, J., Goren, N., y Corradi, F. (2021). ¿Nuevos problemas o profundización de desigualdades preexistentes? Los impactos de la pandemia del COVID-19 en el sector del ladrillo artesanal en Argentina. *Trabajo y sociedad*, 22(36), 55-79. <https://www.unse.edu.ar/trabajosociedad/#Número%2036>
- Maristany, A. R., Abadía, L., Agosto, M., Carrizo, L., y Chitarrini, M. (1-3 de diciembre de 2014). *Optimización del Diseño Formal de Envolventes para el Control del Ruido de Tránsito* [Sesión de conferencia]. IX Congreso Iberoamericano de Acústica FIA, Valdivia, Chile.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2 de marzo de 2022). *La OMS publica una nueva norma para hacer frente a la creciente amenaza de la pérdida de audición*. <https://www.who.int/es/news/item/02-03-2022-who-releases-new-standard-to-tackle-rising-threat-of-hearing-loss>
- Redonda Fernández, M. (2013). *Acústica Aplicada a la Edificación. Evolución Histórica desde la Antigüedad hasta su Actual Integración en los Procesos Constructivos* [Tesis de grado, Universidad da Coruña]. Repositorio Universidade Coruña: <https://core.ac.uk/download/pdf/61906164.pdf>
- Romero Fernández, A., Casla Herguedas, B., y García, T. C. (2-4 de noviembre de 2022). *Cuestionario sobre la percepción del ruido en viviendas durante el confinamiento covid-19. Parte 2: Satisfacción de los usuarios con el aislamiento acústico* [Sesión de conferencia]. 53º Congreso Español de Acústica XII Congreso Ibérico de Acústica, Elx, Alicante, España.
- Rosa Larracilla, M. A. de la. (2021). *Propuesta de diseño para un sistema de intervención térmico-acústico orientado a mejorar las condiciones de bienestar habitacional en la vivienda social, mediante la aplicación del modelo de Desing Thinking* [Tesis de maestría, Universidad Iberoamericana Puebla]. Repositorio IberoPUEBLA: <https://hdl.handle.net/20.500.11777/4973>
- Simón, F., Rodríguez, R. M., y Pfretzschner, J. (20-22 de octubre de 1999). *Difracción Acústica por Fachadas Escalonadas y su Aplicación a la Arquitectura Modernista: Una Aproximación de su Protección Acústica*. [Sesión de conferencia] TecniAcústica, Avila, Castilla y León, España.
- Vallejos Ayala, R. M. (2018). *Evaluación y propuesta de aislamiento acústico en un departamento del proyecto de vivienda "Yoo Cumbayá" mediante el uso de un sistema aislante de paredes dobles* [Tesis de grado, Universidad de las Américas]. Repositorio Digital Universidad De Las Américas: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9026>
- Zaldumbide Burbano, M. A. (2018). *Evaluación del Aislamiento Acústico de Materiales Constructivos de un Edificio Residencial de la Ciudad de Quito* [Tesis de grado, Universidad de las Américas]. Repositorio Digital Universidad De Las Américas: <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10088>