

Diseño acústico adaptativo revisitado como consecuencia del COVID-19

Fernando J. Elizondo Garza¹

¹Laboratorio de Acústica de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L., México.

Correo de contacto: fjelizon@hotmail.com

Resumen

La pandemia del "Síndrome Respiratorio Agudo Severo coronavirus 2" (SARS-CoV-2) ha traído terribles consecuencias a nivel mundial, no solo en aspectos de salud física y mental, sino también en aspectos económicos, lo que llevó a políticas gubernamentales altamente variables que buscaban equilibrar los daños sanitarios y económicos con los efectos en la vida cotidiana como consecuencia de la pandemia de COVID-19. A partir de esta terrible experiencia, los países tienen que aprender a verse menos afectados por posibles pandemias futuras, esto incluso en muchos aspectos diferentes de la salud pública y las condiciones socioeconómicas.

Como consecuencia del confinamiento obligatorio de las personas y las restricciones a la circulación de vehículos en las calles, incluidos los periodos de toque de queda, el ruido urbano se vio reducido a niveles sonoros no imaginados. Esta caída "abrupta" en los niveles de ruido urbano también ha llevado a una disminución en el ruido de fondo de las ciudades; de modo que ahora se han vuelto relevantes sonidos que antes estaban enmascarados, especialmente las emisiones de ruido de instalaciones electromecánicas antes inaudibles que se convirtieron en una fuente de molestia.

La ciencia y la práctica de la acústica está cambiando por la pandemia, por lo que es importante discutir varios aspectos arquitectónicos y de ingeniería como: Materiales que rechazan los virus, el espaciamiento de las personas dentro de los edificios y al aire libre, implicaciones en el uso de un nuevo sistema HVAC con filtro de virus, problemas de transporte masivo, actividades cara a cara vs en línea, acústica vs audio, entre otros.

Será necesario un enfoque multidisciplinario, considerando la dimensión de los problemas generados por la pandemia del COVID y los diferentes efectos sobre la disciplina acústica, para obtener una visión general de los cambios requeridos para obtener entornos acústicos adecuados y saludables.

Este artículo discutirá cómo debemos desarrollar estrategias de diseño acústico que permitan soluciones adaptativas para diferentes situaciones acústicas, tanto durante como entre pandemias. En concreto, abordará la cuestión de llevar el diseño acústico adaptativo a un nivel más eficaz, práctico y generalizado, lo que requerirá grandes esfuerzos por parte de diseñadores, autoridades, empresarios, planificadores y sobre todo de los ciudadanos que, como consumidores de bienestar, tendrán que pagar por un futuro más seguro y libre de posibles contagios.

Palabras clave: Acústica, confort acústico, acústica arquitectónica, COVID, control de ruido.

Abstract

The "Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2" (SARS-CoV-2) pandemic has brought terrible consequences worldwide, not only in physical and mental health aspects, but also in economic aspects, which led to highly variable governmental policies that sought to balance health and economic damages with the effects on daily life as a consequence of the COVID-19 pandemic. From this terrible experience, countries have to learn how to be less affected by possible future pandemics, in many different aspects of public health and socioeconomic conditions.

As a consequence of the mandatory confinement of people and restrictions on the circulation of vehicles in the streets, including the curfew periods, urban noise has been reduced to sound levels not imagined. This "abrupt" drop in urban noise levels has also led to a decrease in the cities' background noise; so that sounds that were

previously masked have now become relevant, especially noise emissions from electromechanical installations previously unheard that became a source of annoyance.

The science and practice of acoustics is changing by the pandemic, so it is important to discuss several architectural and engineering aspects such as: Materials which reject viruses, the spacing of people inside buildings and outdoors, implications on using a new HVAC system with a virus filter, problems of mass transportation, face-to-face vs online activities, acoustics vs audio, among others.

It will be necessary a multidisciplinary approach, considering the dimension of the problems generated by the COVID pandemic and the different effects on the acoustic discipline, to obtain an overview of the changes required to obtain adequate and healthy acoustic environments.

This paper will discuss how we should develop acoustic design strategies that allow adaptive solutions for different acoustic situations, both during and between pandemics. In particular, it will address the issue of bringing adaptive acoustic design to a more effective, practical and widespread level, which will require great efforts on the part of designers, authorities, entrepreneurs, planners and, above all, citizens who, as consumers of well-being, will have to pay for a safer future free of possible contagions.

Keywords: Acoustics, acoustical comfort, architectural acoustic, COVID, noise control.

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento mundial de la población humana, y por lo tanto de sus requerimientos, aumenta la presión sobre los sistemas productivos, complica la relación entre los seres humanos y ejerce presión sobre los sistemas de salud.

En este contexto, las pandemias se convierten en una consecuencia de múltiples factores, que pueden ir desde la interacción humano-animal hasta la investigación de enfermedades y medicamentos fuera de control, con sus múltiples efectos secundarios posibles.

La pandemia del "Síndrome Respiratorio Agudo Severo Coronavirus 2" (SARS-CoV-2) ha traído terribles consecuencias a nivel mundial, no solo en aspectos de salud física y mental, sino también en aspectos económicos.

Esta llevó a políticas gubernamentales altamente variables que buscaban equilibrar los daños sanitarios y económicos con los efectos en la vida cotidiana como consecuencia de la pandemia de COVID-19.

A partir de esta terrible experiencia, los países deberán aprender a verse menos afectados por posibles pandemias futuras, tanto en aspectos de salud pública como en consecuencias socioeconómicas.

Será necesario un enfoque multidisciplinar, para abordar los problemas generados por la pandemia del COVID y en nuestro caso para obtener una visión general de los cambios requeridos en los aspectos de diseño acústico.

Por ejemplo: Auditorio + distanciamiento = menos personas = ↑ reverberación

Todas las disciplinas científicas del conocimiento humano tendrán que modificar su forma de ver la realidad, para analizar a qué se enfrentarán las personas en la futura "nueva realidad"

Durante y al terminar el periodo de cuarentenas y restricciones parciales implementados por las autoridades para reducir la propagación del virus SARS-CoV-2, la acústica tiene que ADAPTARSE. Aunque realmente esto no está sucediendo como fuera deseable.

Discutiremos algunas de las reflexiones más importantes que se están haciendo desde la acústica. Una serie de aspectos que los autores han identificado durante la pandemia de COVID-19, los que representan desafíos globales a abordarse para lograr un entorno sostenible desde el punto de vista acústico y de salud.

También se puntualizar los aspectos que han propiciado las políticas tan caóticas a nivel mundial y las dificultades que hacen que lo deseable no sea tan fácil de obtener y la inacción que en la mayoría de los países prevalece en cuanto a prepararse para el futuro.

2. DE PANDEMIA A PANDEMIA

Las pandemias no son algo nuevo, ya que han acompañado a la humanidad a lo largo de la historia. Han producido diferentes efectos secundarios según su tipo, y dejando cambios en la forma del vivir

humano según los tiempos, las condiciones sociopolíticas y las tecnologías disponibles.

Algunos aspectos básicos a señalar sobre las pandemias son:

- Mortalidad.
- Tasas de propagación.
- Medidas sanitarias.
- Presión sobre los sistemas económicos y gubernamentales.
- Restricciones político-sociales.
- Presión sobre los sistemas de investigación y desarrollo.
- Cambios en las tecnologías prevalecientes.
- Cambios en los hábitos de vida.

Es importante visualizar que, debido a la presión sobre los sistemas gubernamentales y la conectividad comunicativa actual, el número de situaciones que se denominarán pandemia aumentará en los próximos años, por lo que prepararse para ello es una actividad estratégica con el fin de minimizar sus efectos sobre la vida y el bienestar humano.

Esta "preparación" involucra todas las áreas del conocimiento humano, desde las tecnológicas hasta las ciencias sociales, desde la investigación científica básica hasta la ingeniería de detalle y su comercialización y, por supuesto, hasta los sistemas gubernamentales.

3. COVID-19 y la ACÚSTICA

La pandemia de COVID-19 también ha demostrado que además de ser mortal, es fuertemente invasiva de la vida cotidiana, generando diferentes tipos de efectos

que incluso llevan a cambios en el dominio de la acústica.

En el último año hemos modificado la forma en que generamos, recibimos y percibimos el sonido, en muchos casos de forma negativa.

Estos cambios acústicos son generalmente producto de modificaciones en espacios donde el objetivo es minimizar la posibilidad de contagio, es decir, efectos secundarios que no fueron directamente previstos.

Como consecuencia del confinamiento obligatorio y de las restricciones a la circulación de vehículos en las calles, incluidos los periodos de toque de queda, el ruido ambiente urbano se vio reducido a niveles sonoros no imaginados.

Esta caída "abrupta" del ruido de fondo de las ciudades; volvió relevantes y molestos sonidos que antes estaban enmascarados, especialmente las emisiones de ruido de instalaciones electromecánicas antes inaudibles que se convirtieron en una fuente de molestia.

Durante la pandemia de COVID-19, Elizondo y Montano instalaron una estación de monitoreo sonoro en una casa habitación en Monterrey, México, y tomaron medidas durante el encerramiento inicial y durante la primera etapa de apertura (abril a agosto de 2020), en un contexto de políticas caóticas.

La Figura 1 muestra cómo los niveles de ruido nocturno comienzan a aumentar al final de la fase de encerramiento justo cuando comenzó la primera apertura. Al final del gráfico hay un retorno abrupto a los bajos niveles sonoros debido a la llegada de un huracán a la ciudad y la orden gubernamental de un nuevo enclaustramiento de emergencia a causa de la tormenta.

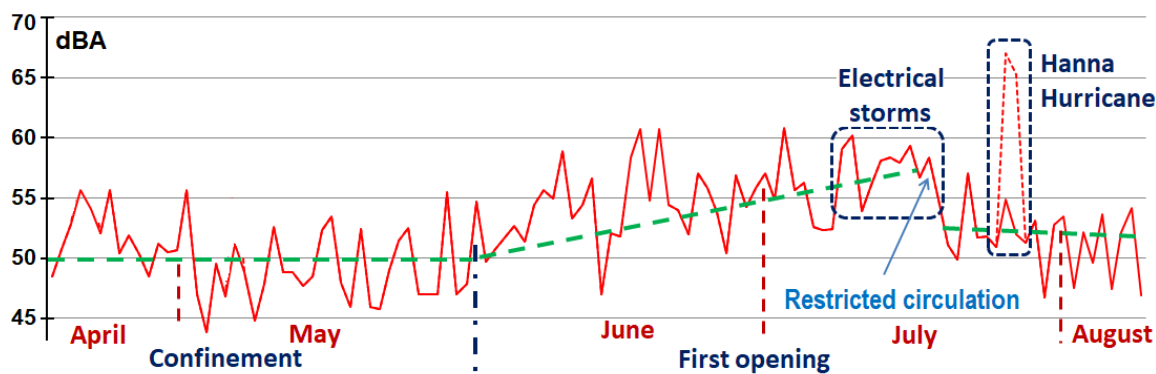


Figura 1. Evolución de los niveles sonoros nocturnos (LN), entre las 22.00 h y las 06.00 h del día siguiente (según las políticas de la UE), del 20 de abril al 20 de agosto de 2020 [1].

La ciencia y la práctica de la acústica están cambiando por la pandemia, por lo que es importante discutir varios aspectos arquitectónicos y de ingeniería como:

- Materiales que rechazan los virus o sean fáciles de desinfectar.
- Espaciamiento de las personas dentro de los edificios y al aire libre.
- Implicaciones en el uso de nuevos sistema HVAC con filtro de virus.
- Problemas del transporte masivo.
- Actividades cara a cara vs en línea.
- Acústica vs audio.

entre muchos otros.

En general, durante la pandemia de COVID-19 existen situaciones acústicas claramente identificables [1] [2] [3], que se pueden agrupar como:

- Relacionadas con la generación de sonido.
- En cuanto a la propagación.
- En términos de percepción.

Solo por mencionar algunos casos tenemos que:

a) En términos de generación de sonido:

- Las personas en confinamiento, generan y reciben un aumento del sonido dentro de la casa.
- El ruido de fondo en las ciudades disminuyó, haciendo que las fuentes de sonido previamente enmascaradas estuvieran más presentes.
- La producción de sonido/ruido se utilizó en algunos casos como una herramienta contra la depresión, etc.

b) En cuanto a la propagación:

- El uso de cubre bocas y mascarillas disminuye la inteligibilidad.
- El uso de ventanas improvisadas disminuye la inteligibilidad.
- En los casos anteriores, las personas aumentan el volumen al hablar.
- La modificación improvisada en los sistemas de aire acondicionado produce cambios de sonido

c) En términos de percepción:

- Algunos de los sonidos previamente enmascarados se perciben como más invasivos.
- La acústica de los lugares públicos se modifica reduciendo el número de personas en el lugar.
- Los conciertos y eventos masivos se perciben de manera diferente debido a los cambios en el

distanciamiento y la reverberación a medida que se reduce la capacidad permitida.

- Cambios en la percepción sonora, como parte, por un lado, del aislamiento y, por otro, del hacinamiento en las casas, que generan cambios de comportamiento y desencadenan procesos psicológicos adversos.

4. EN PREPARACIÓN PARA "UNA NUEVA REALIDAD" Y FUTURAS PANDEMIAS

La pandemia del COVID-19 vino a recordarnos nuestra vulnerabilidad, y por ello debemos prepararnos para futuras pandemias, que no necesariamente serán las mismas en cuanto a: mecanismos de contagio, tiempo de reacción, tratamientos, etc.

Así que debemos trabajar en prepararnos para enfrentar lo que venga, es decir, debemos volvernos "adaptativos", lo que es fácil de decir, pero va en contra de las zonas de confort tan necesarias para los humanos, y por lo tanto generan resistencia al cambio. Debemos desarrollar estrategias de diseño acústico que permitan soluciones "adaptativas" para diferentes situaciones acústicas, tanto durante como entre pandemias.

En concreto, se abordará la cuestión de llevar el diseño acústico adaptativo a un nivel más eficaz, práctico y generalizado, lo que requerirá grandes esfuerzos por parte de diseñadores, autoridades, empresarios, planificadores, etc.

Tenemos que volvernos conscientes de que no podemos estar rediseñando nuestro entorno y actividades en cada pandemia, por lo que necesitamos hacer diseños acústicos flexibles o adaptativos, que nos permitan recuperar rápidamente un entorno acústico adecuado, agradable y seguro.

Entre los tipos básicos de sistemas adaptables podemos mencionar:

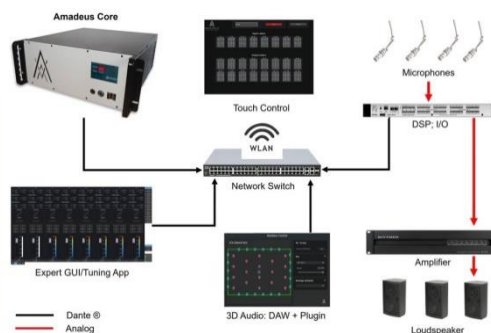
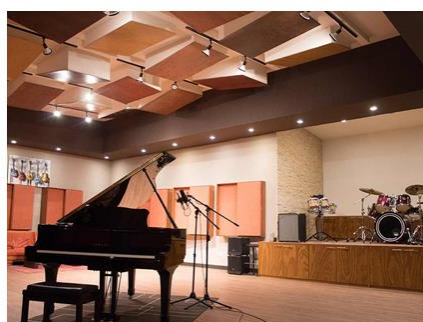
- Modificar la acústica cambiando materiales de superficies o agregando superficies (Manualmente o Automatizado).
- Agregar audio para generar efectos, mejorar inteligibilidad o aumentar reverberación (Manualmente, difícil de automatizar).
- Control activo de ruido.

- Aprovechar un cambio beneficioso para volverlo permanente (Políticas gubernamentales).

Desde hace tiempo se han propuesto y desarrollado conceptos de diseño adaptativo para diferentes propósitos, desde el ajuste de reverberación modificando los materiales superficiales y por lo tanto la absorción, el audio de refuerzo para aumentar

reverberación o inteligibilidad, e incluso el control activo del ruido, con algunos resultados notables.

En los primeros 2 casos, estos sistemas tienen un uso muy restringido, esto principalmente porque el ajuste del cambio es manual. Ya Conover, un pionero en control activo de ruido, lo planteo gráficamente como se muestra a continuación (Figura 4).



Figuras 2 y 3. Ejemplos de diseños adaptables. En la figura 2 estudio de grabación con paneles móviles con diferentes materiales de cada lado para poder modificar el tiempo de reverberación según el tipo sonido a grabar. En la figura 3 un sistema de audio para poder mejorar el sonido en auditorios [4] [5]

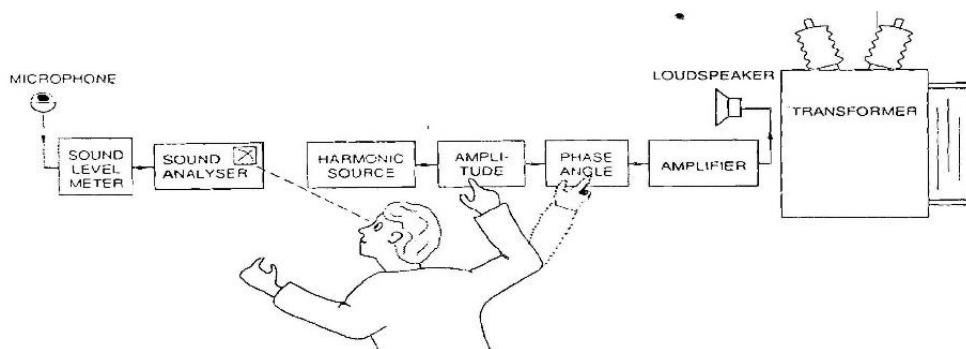


Figura 4. Sistema de control análogo de un solo canal con ajuste manual según Conover en 1956. [6].

En el caso del control activo, que disminuye o aumenta un sonido por interferencia, éste requiere un fuerte trabajo computacional para el ajuste automático y produce efectos negativos fuera de la “zona de control”. Las principales aplicaciones actuales relativamente económicas son para espacios pequeños y guías de onda. En la figura 5 se muestran el caso de unas orejeras con control activo de ruido.

En general, los administradores de espacios/máquinas prefieren un diseño fijo para un uso específico, en gran parte debido a la falta de soluciones adaptables prácticas y económicas.



Figura 5. Auriculares con control activo de ruido [7].

Las tecnologías adaptables implican:

- Costos mayores.
- Uso parcial por temporadas.
- Quien las instale.
- Quien las maneje.
- Quien las calibre.
- Quien les de mantenimiento.
- Capacitación.

Actualmente la pandemia nos ha obligado a tener que utilizar los espacios para usos múltiples y cambiantes. Por ejemplo se utilizan casas, en muchos casos, e incluso simultáneamente, como: hogar, aula, dormitorios, cafetería, restaurante e incluso karaoke. Este es realmente un problema complicado.

5. ¿CÓMO PREPARARNOS PARA EL FUTURO?

Debemos, en muchos casos, cambiar las premisas del diseño acústico, volverlo “adaptable”, para poder hacer cambios “ya previstos” según la situación, esto de forma fácil y económica, en algunos casos incluso automáticamente. Esto representa una oportunidad de negocio.

De forma más inmediata, universidades y empresas tendrán que trabajar en soluciones adaptables, de bajo coste y fáciles de implementar. Esto es, diseño que contemple modificar fácilmente la acústica según las posibles circunstancias.

Además los investigadores de ciencias básicas tendrán que seguir buscando nuevas opciones y tecnologías.

Las autoridades tendrán que legislar para tener espacios seguros y cómodos en varios sentidos, incluida la acústica.

Las sociedades tendrán que ser reeducadas, lo cual es un proceso lento, para promover hábitos seguros y silenciosos.

Hay muchos enfoques posibles para buscar soluciones a las pandemias, pero es necesario pensar en desarrollos y acciones que minimicen los contagios, y el eje principal es la solución de los problemas inducidos por el hacinamiento y la movilidad pública.

La acústica de los espacios fuertemente afectados por pandemias debe considerarse primero. Los cambios físicos requeridos para el distanciamiento inducirán cambios acústicos en los espacios, a veces no constantes, que habrá que resolver, por ejemplo escuelas y hospitales.

Algunas soluciones tendrán que volverse permanentes como se hizo en el pasado con el drenaje; otros tendrán que ser adaptativas dependiendo de la etapa de la pandemia.

Algunos espacios prioritarios, que requieren de cambios reglamentarios y legales y de la provisión de soluciones prácticas y rentables son:

- Metro.
- Aviones.
- Escuelas.
- Restaurantes y cafés.
- Cines.
- Bares.
- Tiendas de barrio.
- Salas de conciertos.
- Bancos.
- Parques.
- Otros espacios sociales
- Etc.

También hay que pensar en solución a otro nivel, menos cerradas al mundo del sonido, esto debe verse como una oportunidad, como ejemplos algunas acciones serian:

- Educación social sobre sonido y pandemias, y qué hacer (consciencia social) [8] [9].
- Usar audio vs. sonido directo para mejorar la inteligibilidad, por ejemplo en las ventanillas y taquillas.
- Reducir la movilidad innecesaria.
- Mantener la vida en línea en muchas actividades.
- Recuperar espacios fuera de control (prohibir lugares con altos niveles sonoros y alta cantidad de personas en poco espacio).

Atención; debemos reconocer y entender la naturaleza cambiante de las políticas gubernamentales durante esta pandemia de COVID-19 y ser conscientes de los diferentes enfoques, contradictorios entre sí, que son apoyados por los diferentes grupos de interés en las sociedades.

Algunas visiones consideradas para el establecimiento de políticas gubernamentales durante la pandemia, varias claramente no científicas que pueden incluso considerarse suicidas o asesinas, son:

- El que se va a morir se va a morir.
- Que sea lo que dios quiera.

- Nada de medicinas o vacunas, el cuerpo es sabio.
- Lo que digan los que patrocinaran mi próxima campaña de reelección.
- Que los científicos decidan y así me lavo las manos.
- Mi trabajo es cuidar a la mayoría.
- Abro las empresas y negocios o quiebra la economía del gobierno.
- No trabajo, no impuestos.
- Un rato políticas dura y un rato suave.
- Hasta donde usar a la policía o al ejército.
- Enclaustramiento o estado de sitio.
- Vacuna o inmunidad de rebaño.

6. COMENTARIOS FINALES

Hay mucho trabajo por delante para generar un futuro más seguro y con bienestar.

Los acústicos tenemos que trabajar para generar la posibilidad de pasar de una condición a otra, para cambiar fácilmente el paisaje sonoro, la situación acústica de las personas, en el hogar, el trabajo y, por supuesto, en la muy importante vida social.

Las sociedades tendrán que cambiar la concepción de los espacios, no solo para el bienestar social y psicológico, sino también para hacerlos seguros para la salud, y esto generará cambios acústicos en muchos casos.

Estos cambios conceptuales nos ayudarán a estar bien en un futuro cambiante, lo que implicará que debemos aceptar cambios de paradigmas.

Debe tenerse claro que cambios en la manera de vivir, y las tecnologías requeridas, tendrán costos económicos, que tendremos que pagar directamente o a través de nuestros impuestos...

Pero discutir este último punto es cuestión de otra conferencia

REFERENCIAS

[1] Elizondo-Garza, F. J.; Montano, W.A. (2021) Monitoreo sonoro en casa habitación en San

Nicolás, N.L. México, durante el confinamiento y primera apertura por la pandemia de la COVID-19. Memoria del 26° Congreso Internacional Mexicano de Acústica, en línea, organizado por el Instituto Mexicano de Acústica. 11 y 12 de Noviembre de 2021.

- [2] Montano, W.A.; Gushiken, E.I. (2021) COVID-19 and soundscape changes due to the lockdown. The case of Lima, Peru. *Akustika. Journal-article*. Vol 48(1). Czech Republic. <https://www.journalakustika.com/journal/journal/volume-38/>
- [3] Montano, W.A.; Gushiken, E.I. (2020) Lima soundscape before confinement and during curfew. Airplane flights suppressions because of Peruvian lockdown. *J Acoust Soc Am*. 2020 Oct; 148(4): 1824–1830. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7857510/>
- [4] Estudio Soundtraffic. <https://soundtraffic.mx/estudio-de-grabacion/>. Consultado noviembre 2021
- [5] Amadeus Active Acoustics. <https://www.amadeusacoustics.com/tech-specs-1>. Consultado noviembre 2021.
- [6] https://www.researchgate.net/publication/304079106_Active_Noise_Control_From_Analog_to_Digital_-_Last_80_Years. Consultado noviembre 2021.
- [7] Teamequipalia.es. Cancelación de ruido. <https://www.teamequipalia.es/blog/informacion-general/auriculares-con-cancelacion-de-ruido>. Consultado noviembre 2021.
- [8] U.S. Department of Housing and Urban Development. HUD Noise Guidebook. <https://www.hudexchange.info/resource/313/hud-noise-guidebook/>. Consultado mayo 2021.
- [9] ASHRAE. Coronavirus (COVID-19) response resources from ASHRAE and others. <https://www.ashrae.org/technical-resources/resources>. Consultado mayo 2021.