



Universidad de Matanzas
Facultad de Ciencias Empresariales
Departamento Industrial

Tesis en opción al título de Ingeniera Industrial

***Título: Estudio de ruido en el hotel
Be Live Experience Tuxpan.***

Autora: Aymeé Perdomo Hector
Tutor: MsC. Yoel Almeda Barrios

Matanzas, 2019

Pensamiento

“La innovación y la creatividad es lo que distingue a los líderes de los seguidores...”

Steve Jobs

Dedicatoria

A las dos personas más importante que tengo en este mundo: mis padres Blanquita y Roger por su dedicación, por darme fuerzas cuando pensaba que todo estaba perdido, por estar presente en todo momento de mi vida y por haberme forjado como la persona que soy.

Agradecimientos

A mis padres por ser mis guías, mis ejemplos, por confiar en mí, por todo el amor, los momentos de felicidad que hemos compartido y porque todo lo que soy se los debo a ellos.

A mi tata por su inmenso amor, por sus consejos, por protegerme y cuidarme en todo momento, por ser un ejemplo para mí y por hacerme tía de la princesa más bella del mundo.

A mis abus Mirtha y Gilberto por mimarme siempre, por su preocupación infinita y por sus lecciones que duran para toda la vida.

A mi titi por acompañarme en los momentos más difíciles, por tenerme paciencia, por su inmenso amor, por su apoyo en todo momento, por siempre sacarme una sonrisa y por hacerme muy feliz en todos estos años.

A mi cuñada Keyleber por brindarme siempre todo su cariño, por su apoyo incondicional y por concederme el privilegio de ser tía de la beba más inteligente y bella del mundo.

A mis suegros por acogerme en su familia, por su cariño y comprensión durante estos 5 años de estudio.

A mi familia en general, por siempre apoyarme.

A mis amigas Massiel y Geidys por tenerme paciencia en estos 5 años, por el apoyo incondicional en los momentos de alegría y tristeza, por convertirse en mis hermanas y formar parte de mi vida.

A mis amigos Juan Lázaro, Leyser, Roberto y Machin por estar siempre a mi lado, por sus chistes constantes y por ser la familia que escogí.

A Eleonorys, Laideen y Virgen por ser amigas increíbles y permanecer en mi vida.

A mis compañeros de aula, en especial a Claudia, Giovanni y Jaime.

A mi tutor Yoel por su apoyo y dedicación en la realización de este trabajo de diploma.

A los trabajadores del hotel Be Live Experience Tuxpan por su cooperación.

A todos...

Muchísimas gracias.

Declaración de autoría

Yo, **Aymeé Perdomo Hector**, declaro que soy la única autora de este Trabajo de Diploma y autorizo a la Universidad de Matanzas y al hotel Be Live Experience Tuxpan a hacer uso del mismo con los fines que estimen pertinente.

Y para que así conste:

Firma de autor

Ing. Aymeé Perdomo Hector

Firma de tutor

MsC. Yoel Almeda Barrios

Nota de aceptación

Presidente del Tribunal

Firma

Miembro del Tribunal

Firma

Miembro del Tribunal

Firma

Dado en Matanzas, el día ____ del mes de _____ del año 2019.

Resumen

Debido a las afectaciones provocadas por el ruido en el hotel Be Live Experience Tuxpan, se desarrolla la presente investigación. El objetivo general fue realizar un estudio de ruido en dicha instalación. Se emplearon herramientas como Microsoft Visio, Software Smaart 7, Software ArcGIS 10.3, SketchUp y el gestor bibliográfico End Note. Se aplicó la metodología de Almeda Barrios (2018) a la cual se le realizaron modificaciones. Se implementaron técnicas como la medición, observación, escucha directa y entrevistas, mediante estas fueron determinadas las principales áreas afectadas con los niveles de presión sonora en cada una de ellas. Se comprobó la existencia de contaminación acústica mediante el diagnóstico a través de los mapas de ruido en los locales analizados. Como medidas de control factibles se determinaron; en la mini-tintorería el mantenimiento periódico de los equipos y el uso obligatorio de tapones de oído para los trabajadores, en las oficinas del área de Servicios Técnicos la colocación de una puerta de madera en la entrada de la sala de máquina y el uso de orejeras al personal que se encarga de la manipulación de los equipos en esta área. En la oficina perteneciente al personal de Costo se propuso el diseño de una pantalla acústica para atenuar los niveles de presión sonora provenientes del sistema de enfriamiento, en las habitaciones 313, 315, 317 y 319, en el área de show y en restaurante buffet "Cristal" se dictaron medidas técnicas organizativas. El análisis económico de las medidas propuestas fue de 680.96 CUC.

Abstract

Due to the effects caused by noise in the Tuxpan Experience Be Live hotel, the present research is developed. The general goal was to conduct a noise study in said facility. Tools such as Microsoft Visio, Software Smaart 7, Software ArcGIS 10.3, SketchUp and the bibliographic manager End Note were used. The Almeda Berrios's methodology (2018) was applied, to which modifications were made. Techniques such as measurement, observation, direct listening and interviews were implemented, through which the main affected areas were determined with the sound pressure levels in each one of them. The existence of acoustic contamination was checked through the diagnosis through the noise maps in the analyzed premises. As feasible control measures were determined; in the mini-dry-cleaning, the periodic maintenance of the equipment and the obligatory use of ear plugs for the workers, in the offices of the Technical Services area the placement of a wooden door at the entrance of the machine room and the use of earmuffs to the personnel that is in charge of the manipulation of the equipment in this area. In the office belonging to the Cost staff, the design of an acoustic screen was proposed to attenuate the sound pressure levels coming from the cooling system, in rooms 313, 315, 317 and 319, in the show area and buffet restaurant " Cristal "technical organizational measures were dictated. The economic analysis of the proposed measures was 680.96 CUC.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I. Marco teórico de la investigación	6
1.1 Aspectos generales de ruido.....	6
1.1.1 Definiciones de ruido	6
1.1.2 Características del ruido.....	7
1.1.3 Clasificación del ruido.....	8
1.1.4 Propiedades físicas del ruido.....	9
1.1.5 Propagación del ruido.....	10
1.2 Fisiología de la audición.....	11
1.3 Contaminación sonora	13
1.3.1 Efectos adversos de la contaminación sonora.....	14
1.4 Influencia del ruido en el sector del turismo	17
1.5 Diagnóstico y control de ruido.....	19
1.5.1 Control en la fuente	20
1.5.2 Control en los medios de propagación.....	21
1.5.3 Control en el receptor	23
1.6 Legislación referida al ruido, su diagnóstico y control	24
1.6.1 Legislación extranjera sobre ruido	24
1.6.2 Legislación cubana sobre el ruido	24
Capítulo II. Metodología seleccionada para el control del ruido y su valoración económica en el hotel Be Live Experience Tuxpan	28
2.1 Antecedentes de la investigación.....	28
2.2 Descripción de la metodología seleccionada	30
Capítulo III. Aplicación de la metodología seleccionada en el hotel Be Live Experience Tuxpan	51
3.1 Caracterización de la entidad objeto de estudio.....	51

3.2 Aplicación de la metodología seleccionada.....	52
Conclusiones generales	73
Recomendaciones.....	74
Bibliografía	
Anexos	

Introducción

En la actualidad, debido al desarrollo incontrolable de la sociedad, se han incrementado los factores de riesgo para el hombre; el cual no ha dejado de buscar alternativas para su protección y bienestar personal. Hoy día, se trata de contrarrestar los efectos negativos de uno de los agentes que con más frecuencia azotan la humanidad a escala mundial; el ruido.

Este, es sin lugar a dudas el primer factor contaminante que ha sido denunciado por la humanidad, desde el siglo IV a.c. en la antigua Roma, desde entonces, ya se dictaban normas conducentes a reducir los niveles sonoros producidos por los artesanos y canteros; haciéndose aun mayor la problemática en el siglo XIX con la revolución industrial que dio origen a la actual situación, generada por los procesos industriales, el avance tecnológico, y el tráfico, que han formado una sociedad ruidosa, tanto en el ámbito social como laboral. (Instituto Tecnológico de Seguridad MAPFRE, 1998)

El ruido es un sonido desagradable y molesto, por niveles no necesariamente altos que son potencialmente nocivos para el aparato auditivo y el bienestar psíquico. Como término simple, es un sonido no deseado. (Fernández, 2014; Kitronza y Philippe, 2016)

Los peligros por ruido actualmente están identificados como un gran problema a resolver por la salud ambiental ya que son las formas de energía potencialmente nocivas en el ambiente, que pueden resultar en peligrosidad inmediata o gradual de adquirir un daño si se transfiere en cantidades suficientes a individuos expuestos. (PCC, 2016)

Investigadores como Monterroza (2007), Rodríguez González et al. (2007), Abad Toribio et al. (2011) y Parma (2015) aseguran que el ruido es el peligro que afecta a mayor número de trabajadores en el mundo; sin ellos ser conscientes de esto, ya que; es muy frecuente encontrar gran cantidad de fuentes de ruido que lo difunden no sólo a su espacio inmediato sino que pueden afectar áreas aledañas.

El número de empresas de servicios, a nivel global, ha aumentado, tanto es así, que en la actualidad superan a las de producción. En ambas, se hacen presente elevados niveles de ruido.

En el continente americano la situación es preocupante, sobre todo en Latinoamérica, la cual es considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como la región más ruidosa del mundo, lo cual no exenta al sector turístico. (OMS, 2007)

Dentro de la industria de los servicios; el turismo, hoy día, presenta un desarrollo significativo y se coloca a nivel mundial como una de las industrias más competentes y recaudadoras de todos los tiempos, debido a la gran cantidad de personas que se suman diariamente a ser clientes de este sector, el cual no está exento de altos niveles sonoros.

Para Cuba, el turismo ha sido su principal industria a partir de 1990, por lo que ha contribuido significativamente a la economía como fuente de ingresos, empleos y para la reanimación de otros sectores; lo cual confirma la extraordinaria importancia del turismo para el estado cubano, sin embargo; la industria turística en la isla, al igual que en el resto del mundo, también se encuentra perjudicada por elevados niveles de ruido.

En la actualidad, el turismo en Cuba enfrenta un ambiente contaminado, donde cada día toda persona ligada a estas instalaciones soporta niveles de ruido excesivamente altos y, por tanto, sufre de los efectos de su incidencia (Fajardo Segarra et al., 2015). En este marco los peligros del ruido están identificados como un gran problema a resolver dado que puede provocar, sin excepciones, daños a la salud si se transfiere en cantidades suficientes a individuos expuestos, dentro de los que figuran clientes, trabajadores de la propia instalación y, en algunos casos, habitantes de zonas aledañas.

Su estampa en la salud varía desde simples molestias psíquicas y físicas, hasta la afección orgánica grave, la cual puede provocar la pérdida total de la audición, lo que limita al individuo para la realización de actividades profesionales o de recreación. Usualmente con el paso del tiempo se agravan las consecuencias, donde comienzan a proliferar sentimientos de molestias, estrés, factores de riesgo hasta enfermedades como el insomnio. (Denmark, 2014; European Environment Agency, 2014)

En cuanto a las consecuencias negativas sobre la comunicación se encuentra la pérdida de atención, la incompreensión y la disminución de la capacidad de concentración, lo cual disminuye radicalmente la capacidad física y mental de los trabajadores, traducido en afectaciones a las entidades donde laboran, las cuales de manera general, se ven perjudicadas por la pérdida del atractivo de sus inmuebles, la disminución de la productividad, los elevados costos sanitarios, el aumento de los accidentes y errores, así como la disminución de la calidad. (Virginis, 2015)

Estos factores que afectan a las organizaciones turísticas, han incidido negativamente en la percepción de los clientes de las mismas, lo cual ha traído como consecuencia una pérdida cada vez mayor, de mercados potenciales, donde el detrimento del confort acústico ha provocado que gran cantidad de visitantes foráneos dejen de ver a Cuba como su destino

turístico principal, puesto que el turismo se ha vuelto más exigente en cuanto a los estándares internacionales de sostenibilidad y sustentabilidad medioambiental. (N. Martínez, 2017)

Los habitantes de zonas urbanas aledañas a dichas instalaciones son víctimas también del ruido, el cual llega a perturbar las distintas actividades comunitarias, interferir en la comunicación hablada (la cual es la base de la convivencia humana), provocar pérdida de la satisfacción residencial y del confort acústico, perturbar el sueño, el descanso y la relajación, impedir la concentración y el aprendizaje, inducir efectos negativos sobre la flora y la fauna, y lo que es más grave, crear estados de cansancio y tensión que pueden degenerar en efectos dañinos para el organismo humano.

Por tal motivo se han desarrollado normas a nivel internacional y nacional de aplicación obligatoria relacionadas con el ruido, dentro de las cubanas se destacan la NC 26 (2007), NC 871 (2011) y la Ley 81 del Medio Ambiente. Este cuerpo normativo insuficiente, necesitado de revisión y actualización, establece conceptos, procedimientos de medición y criterios para caracterizar ambientes afectados acústicamente. A pesar de la existencia de dichas normas, estas no establecen cómo controlarlo, lo cual constituye su principal deficiencia. A lo anterior se suma el amplio desconocimiento de esta normativa por las instituciones, trabajadores y clientes, así como de los efectos nocivos de este factor.

Dado que es evidente la necesidad de controlar al ruido, en la actualidad Cuba realiza grandes esfuerzos por disminuir la contaminación acústica, por ello es de vital importancia el conocimiento por parte de las personas del peligro que esta representa, así como contar con normas que establezcan metodologías que permitan, de manera óptima, establecer un control sobre aquellas fuentes generadoras de ruido en instalaciones hoteleras, lo que lógicamente culminará en un ambiente menos agresivo y más saludable para todos, con buen funcionamiento de las instalaciones y la elevación de la calidad de los servicios que estas ofrecen y como aspecto primordial se logrará gran impacto en la experiencia del cliente y, por tanto, en la imagen y reputación mundial de las instalaciones turísticas del polo.

El hotel Be Live Experience Tuxpan con 28 años de explotación tiene equipamiento que fue obtenido a inicio de su construcción, lo que provoca que muchos de estos equipos ya no tengan condiciones óptimas y genere niveles de ruidos por encima de los niveles para los que fueron diseñados, lo que puede propiciar afectaciones; esto se evidencia a partir de quejas de los trabajadores y de entrevistas al jefe del departamento de Calidad, a los trabajadores de Animación y al personal de Relaciones Públicas, lo cual reflejó que además de sus quejas también existe algunas insatisfacciones de clientes comunicadas de forma verbal sobre algunas

áreas ruidosas específicas como consecuencias de actividades o algunos procesos en el hotel, lo cual repercute en la imagen de la entidad.

Por otra parte, existe interés de la dirección del hotel en que se realicen investigaciones de esta índole para identificar las afectaciones que puedan ser provocadas por el ruido existente en la instalación, suprimirlo y así otorgar certificaciones de *Quiet Room* (habitación silenciosa) al hotel para informar a los turistas que una o más habitaciones cumplen con determinados estándares.

Lo antes expuesto permite establecer la siguiente **situación problemática**: no existe, para combatir las afectaciones provocadas por los ruidos en el hotel Be Live Experience Tuxpan que se manifiestan mediante quejas de clientes internos y externos, un diagnóstico de la contaminación acústica para posibilitar la identificación de las fuentes de ruido y las áreas más afectadas y las posibles medidas para su disminución o eliminación; lo cual limita la adecuada gestión del riesgo y afecta el bienestar de los clientes internos y externos.

En este sentido el **problema científico** que se define en esta investigación es:

Las afectaciones provocadas por el ruido a trabajadores y clientes en el hotel Be Live Experience Tuxpan.

El **objetivo general** que se propone es:

Realizar un estudio de ruido en el hotel Be Live Experience Tuxpan.

Los **objetivos específicos** que definen el cumplimiento del objetivo general son:

1. Construir el marco teórico referencial de la investigación, relacionado con la evaluación y control del ruido en el contexto nacional e internacional enfocado a instalaciones hoteleras.
2. Seleccionar una metodología para el estudio de ruido en instalaciones hoteleras.
3. Aplicar la metodología seleccionada en el hotel Be Live Experience Tuxpan.

El presente trabajo está conformado por la estructura siguiente:

- **Capítulo I:** se realiza una revisión bibliográfica donde se abordan diferentes definiciones de ruido, se definen sus características físicas principales, su influencia en el sector turístico, las diversas afectaciones que provoca a la salud, comunicación, las organizaciones y a las zonas urbanas aledañas, las principales medidas de control del mismo, así como el cuerpo normativo vigente que refiere a dicho contaminante.
- **Capítulo II:** se define la metodología a implementar, que permite la evaluación y control del ruido en instalaciones hoteleras que incluye: identificar y caracterizar las fuentes y

áreas emisoras de ruido, medir los niveles de ruido existentes y clasificarlos, determinar los niveles recomendados y compararlos con los existentes, identificar y calcular los índices de confort acústico, diagnosticar mediante mapas de ruido, proponer medidas de control y valorar económicamente las medidas empleadas.

- **Capítulo III:** se realiza una caracterización del hotel Be Live Experience Tuxpan y se exponen los resultados de la aplicación de esta metodología en dicha entidad.
- Seguidamente se ofrecen las **Conclusiones, Recomendaciones, Referencias bibliográficas** y **Anexos** de la investigación.

Capítulo I. Marco teórico de la investigación

En el presente capítulo se analizan aspectos teóricos del ruido como contaminante ambiental. Se exponen definiciones, características, clasificaciones, daños que ocasiona, su influencia en el sector turístico hotelero y las disímiles formas de control.

1.1 Aspectos generales de ruido

El ruido es considerado como un contaminante o agresor ambiental denunciado por la humanidad, ya que afecta claramente la salud, calidad de vida y bienestar de las personas. (Cortés Díaz, 2002)

1.1.1 Definiciones de ruido

Diferentes autores han definido el término ruido de diversos modos. Este se mide en decibelios (dB) y el equipo de medida más utilizado es el sonómetro. En la tabla 1.1 se presentan las definiciones ofrecidas por algunos de ellos.

Tabla 1.1. Conceptos de ruido por diferentes autores.

Autor (año)	Conceptos
United States Environmental Protection Agency (1978)	Sonido indeseado resultante de vibraciones en el aire.
López y Carles (1997)	Variación de la presión del aire que puede ser detectada por el oído humano, donde se logra ser descrito mediante ciertos parámetros físicos, principalmente la intensidad y la frecuencia.
Hansen (2001)	El ruido puede ser definido como un sonido desagradable o indeseable.
Directivas del Parlamento europeo y del consejo (2002)	Se define como el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas.
Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2003)	Todo sonido indeseable, que según su naturaleza, magnitud o duración, puede afectar la salud y/o producir otros efectos adversos para las personas y el ambiente.
Confederación de	Es un sonido no deseado.

Empresarios de Lugo (2007).	
Comisiones Obreras de Asturias (2007)	Toda perturbación sonora compuesta por un conjunto de sonidos de amplitud, frecuencia y fases variables cuya mezcla suele provocar una sensación sonora desagradable al oído.
Contreras Lopez y Molero Meneses (2009)	Se puede definir como un conjunto de sonidos no armónicos o descompasados que no nos es grato, es decir, se trata de sonidos inadecuados en el lugar inadecuados en el momento inadecuado.
Fernández (2014)	Es el sonido indeseado, que perjudica la salud física y psíquica.
Sancho Barceló (2017)	Es la combinación de sonidos no coordinados que originan una sensación desagradable.
Almeda Barrios (2018)	El ruido es un sonido no deseado, causante de una sensación auditiva desagradable o molesta.

Fuente: elaboración propia.

Después de analizar los conceptos anteriores se coincide con los autores que refieren al ruido como todo sonido no deseado, causante de una sensación molesta.

1.1.2 Características del ruido

El ruido según lo define la Organización Mundial de la Salud (2001) es cualquier sonido superior a 65 decibeles (dB). Se ha convertido en una de las mayores fuentes de malestar de la vida actual, debido a las características que posee. Las mismas serán mencionadas a continuación (S.A., 2004, 2005):

- Es el contaminante más barato de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio ambiente, pero si tiene un efecto acumulativo en los seres humanos.
- Tiene un radio de acción mucho menor que otros contaminantes, vale decir es localizado.
- No se traslada a través de los sistemas naturales, por ejemplo: como el aire contaminado movido por el viento.
- Se percibe solo por un sentido, el oído.

- Tiene una gran capacidad de molestar a las personas, provocado por la sensibilidad humana al sonido, que varía de unas personas a otras.

1.1.3 Clasificación del ruido.

Con el objetivo de conocer los ruidos en profundidad para así poder evitarlos, han surgido diferentes clasificaciones.

En el caso de Kaplan (1976) los ruidos están caracterizados por la naturaleza de la fuente que los provocan y puede ser graves o agudos, continuos o intermitentes, irregulares en su presentación, inesperados en su aparición o por su lugar de origen.

Según el Ministerio del Ambiente (2003), Secretaría de Estado (2001), Organización Mundial de la Salud (2001) e ISO-TECNICA (2004) referidos en García Dihigo y Real Perez (2005) los ruidos se clasifican como se muestra a continuación:

- Ruido Ambiental: normalmente está presente en el ambiente, de intensidad medible, compuesto usualmente por sonidos de varias fuentes cercanas y lejanas.
- Ruido tonal: ruido cuyo espectro presenta tonos audibles discretos, es decir, que el nivel de presión sonora determinado en los medios geométricos, de los tercios de octava es superior en 10 dB al nivel de presión sonora de la banda de octava contigua.
- Ruido de fondo: aquel que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente de objeto de evaluación.
- Ruido constante: ruido cuyo nivel de presión sonora no fluctúa significativamente durante el período de observación, es decir, los niveles determinados según la respuesta lenta del sonómetro varían en no más de 5 dB en las 8 horas laborales.
- Ruido no constante: ruido cuyo nivel de presión sonora fluctúa significativamente durante el período de observación, es decir, los niveles determinados según la respuesta lenta del sonómetro, varían en más de 5 dB en las 8 horas laborales. (Dentro de este se encuentra el fluctuante, intermitente e impulso).
- Ruido intermitente: ruido cuyo nivel disminuye repentinamente hasta el nivel de ruido de fondo varias veces, durante el período de observación. El tiempo durante el cual se mantiene a un nivel superior al del ruido de fondo es de 15 minutos o más.
- Ruido fluctuante: ruido cuyo nivel cambia continuamente y en una apreciable extensión durante el período de observación.
- Ruido de impulsos: ruido que fluctúa en una razón extremadamente grande en tiempos menores a 1 segundo.

1.1.4 Propiedades físicas del ruido

El sonido y el ruido desde el punto de vista físico son lo mismo, por lo que sus propiedades físicas coinciden. Algunas de ellas se exponen a continuación

- Reflexión:

Las ondas sonoras se reflejan, al interponerse una superficie especular en su avance, tal y como lo hacen los rayos de luz, donde se cumple con la relación que el ángulo con que incide en la superficie es igual al ángulo reflejado. García Dihigo y Real Perez (2005)

Esto se puede observar en la figura 1.1.

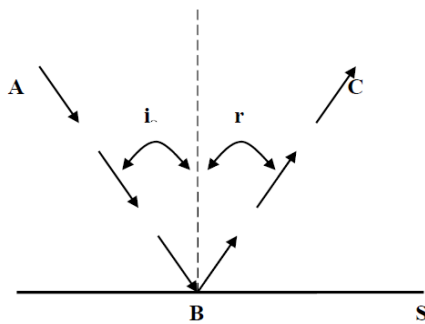


Figura 1.1 Esquema de la reflexión de una onda de ruido

Fuente: tomado de García Dihigo y Real Perez (2005)

Una serie de moléculas AB que son animadas a moverse en dirección a la superficie S con un cierto ángulo de incidencia i se reflejará en el punto de contacto B, que transmite la perturbación, ahora en dirección BC; correspondiéndoles a los ángulos i y r iguales valores y las moléculas perturbadas estarán en el mismo plano. Este principio descrito aquí, en su forma más elemental, da origen a uno de los fenómenos más indeseados en la industria conocido como reverberación.

- Reverberación

La reverberación es un concepto interesante desde el punto de vista ergonómico, pues va a influir en el grado de bienestar acústico de los trabajadores. La reverberación se evidencia cuando las ondas sonoras chocan contra un obstáculo, una parte es absorbida y otra parte se refleja, donde avanza de nuevo con menor energía. Pueden volver a chocar, donde pierde más energía y avanza de nuevo. El sonido que recibe el trabajador será la combinación entre el sonido del choque inicial y los reflejos que sigue producido por dichas causas, aunque el foco haya dejado de emitir. (Álvarez Bayona, s.a.)

El Tiempo de Reverberación (TR) de un local es el tiempo requerido en un ambiente cerrado o semicerrado para que, una vez interrumpida la fuente sonora, el sonido

reduzca su nivel de presión sonora (NPS) hasta un nivel de 60 dB inferior a la inicial. (Miyara, 1999)

- **Difracción**

Es la propiedad del sonido para rodear obstáculos y propagarse por todo un local a través de una abertura (García Dihigo y Real Perez, 2005) como modela la figura 1.2.

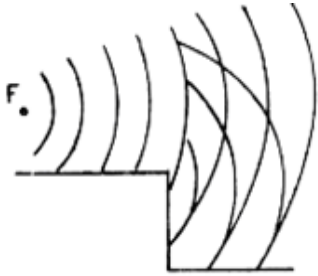


Figura 1.2. Difracción de una onda sonora por un obstáculo.

Fuente: tomado de García Dihigo y Real Perez (2005).

- **Absorción**

El caso más frecuente de propagación de un ruido es aquel en el cual en su trayectoria se le interponen determinados objetos tales como paredes, hombres, otras máquinas, etc. De toda la energía sonora que llega al obstáculo una parte es absorbida por él, una parte es reflejada y, en algunas ocasiones, otra fracción es transmitida a la otra parte del obstáculo. (García Dihigo y Real Perez, 2005)

La relación entre la energía que es absorbida y que es reflejada da origen al coeficiente de absorción.

Coeficiente de absorción: está definido como la fracción de energía sonora que se disipa en el interior de un material del total de energía incidente.

1.1.5 Propagación del ruido

El ruido puede ser emitido desde un foco puntual (televisor), un foco espacial (un bar) o un foco lineal (un coche en circulación) (Moreno Jiménez, 1995). El ruido va disminuyendo conforme la distancia con respecto al foco incrementa.

En los últimos años, la cantidad de ruido producido se ha incrementado en los países industrializados como consecuencia del aumento de la densidad de población urbana, de la mecanización en la mayoría de las actividades y de la utilización creciente de vehículos de motor en el transporte de personas y mercancías. (S.A., 2018)

Para que se produzca un ruido es necesario que la fuente libere una cantidad de energía en el medio que lo rodea, esta energía liberada va a producir vibraciones de las moléculas del medio de transmisión bajo la forma de ondas de expansión y compresión que se propagan, lo cual da paso a emitir el sonido. El ruido puede llegar al receptor por varias vías: aire, medios líquidos, medios sólidos como las paredes de las edificaciones o el suelo. (Martínez y Peters, 2015)

Según Harris (1998) la transmisión de sonido de una fuente a un receptor está representada en el siguiente diagrama; en donde, los componentes a pesar de ser presentados como elementos separados, tienen una interacción entre ellos:

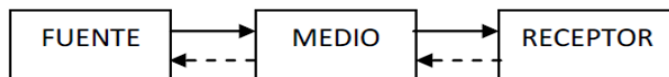


Figura 1.3. “Esquema de Propagación de Ruido”

Fuente: tomado de Harris (1998).

Donde:

- Fuente: Representa a una o más fuentes de sonido.
- Medios: Pueden ser numerosos.
- Receptor: Constituye una sola persona o grupo de personas cuyas actividades se ven afectadas por el ruido.

Las ondas sonoras a partir de la fuente viajan en todas las direcciones. Si llegan a colisionar un obstáculo su dirección de propagación cambia, es reflejada y llega al receptor en una sucesión tan rápida que se oye el sonido original prolongado después que la fuente ha cesado. (Harris, 1998)

Cuando el receptor se aleja de la fuente. La intensidad de sonido disminuye en 6 dB cada vez que se duplica la distancia de la fuente, esto se debe a la divergencia de las ondas sonoras emitidas. (Harris, 1998)

1.2 Fisiología de la audición

La propia definición de ruido utilizada, establece la importancia de estudiarlo, no sólo desde su aspecto físico, sino desde el efecto que este produce en el organismo, puesto que la intervención fisiológica que transforma el sonido físico en sensación es fundamental.

Sin pretender realizar un estudio fisiológico profundo del paso de la energía acústica desde el exterior del oído hasta su conversión e impulso nervioso, es imprescindible describir brevemente algunos de sus mecanismos más importantes.

Las ondas sonoras que llegan al pabellón de la oreja se transmiten por el canal auditivo hasta el tímpano, el cual transforma las ondas en estímulos vibratorios. Este estímulo continúa su viaje hacia el interior gracias a una cadena de huesecillos que reciben la vibración del tímpano y la transmiten hacia la ventana oval, esto trae consigo que se amplifique el sonido unas 20 veces.

Con la ventana oval se inicia la estructura anatómica que contiene las células acústicas sensibles al sonido, las que se encuentran en un número aproximado de 23 000, converge así en el nervio acústico, a través del cual y en forma de impulsos nerviosos, se transmite el estímulo al cerebro, donde se interpreta la sensación del sonido.

Fernández describe lo que sucede con la sensación de sonido: “es provocada por la sucesión de compresiones y enrarecimientos que provoca la onda acústica al desplazarse por el medio, haciendo que la presión existente fluctúe en torno a su valor de equilibrio, que actúe sobre la membrana del oído y provoque en el tímpano vibraciones forzadas de idéntica frecuencia”.(Fernández, 2014)

Dichas sensaciones varían con la intensidad y con la frecuencia cuya magnitud se conoce con el nombre de audibilidad.

El rango de audibilidad en individuos jóvenes abarca un gran espectro que va desde los 20 Hz hasta los 20 KHz, aunque normalmente las mayores frecuencias audibles no van más allá de 16 KHz. Dentro del rango de los 20 – 20000 Hz, la sensibilidad del oído cambia con variaciones de frecuencias, necesitándose mayor estímulo para las frecuencias menores de 2000 Hz y las mayores de 5000 Hz, por lo que el rango de frecuencia de mayor sensibilidad acústica se encuentra precisamente entre esos valores.

Son considerables las variaciones de los Niveles de Presión Sonora (NPS) que son necesarias realizar para lograr igual sensación de audibilidad cuando se varían las frecuencias de las zonas de menor sensibilidad (bajas frecuencias) a las zonas de mayor sensibilidad. Variaciones de hasta 60 dB pueden ser observadas.

La amplitud de las sensibilidades auditivas para las diferentes frecuencias conllevó a que para su estudio más detallado se dividiera el espectro audible en bandas de frecuencias. Cada banda toma el nombre de la frecuencia central que ella abarca, o sea, centra en un valor el

rango que abarque su banda. Por ejemplo, la banda que abarca las frecuencias de 40 a 80 Hz toma el valor de 63 y este valor representa la banda anterior.

Las frecuencias centrales más usadas son las de octava que divide el espectro de la siguiente manera:

f (Hz) 31,5 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000 16000

Los entornos con más de 65 decibelios (dB) se consideran inaceptables.

Por debajo de 80 dB el oído humano no presenta alteraciones definitivas. Estos niveles generan molestias pasajeras denominadas fatiga auditiva, donde los elementos transductores (oído interno) no sufren problemas definitivos. Cuando la intensidad supera los 90 dB comienzan a aparecer lesiones irreversibles tanto mayor, cuanto mayor sea la exposición y la susceptibilidad personal.

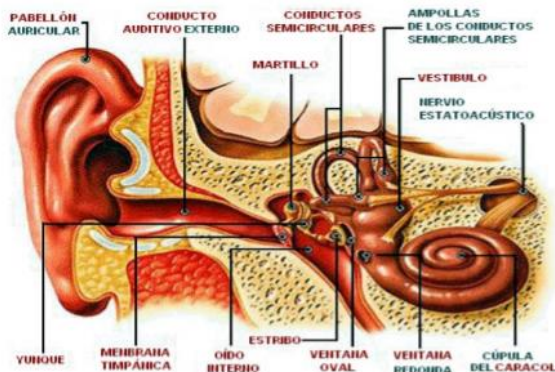


Figura 1.4. Esquema del aparato auditivo

Fuente: tomado de Real Pérez (2012).

1.3 Contaminación sonora

La contaminación sonora se define como la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente. (Martínez y Peters, 2015)

Se puede considerar por tanto que el ruido es un factor de la contaminación ambiental, que disminuye la calidad de vida y que está fuertemente ligado al desarrollo económico, ya que con

éste aumenta el número de fuentes de emisión, aunque la tecnología permita, en muchos casos, reducir sus efectos. (Rezza editores, 2015)

1.3.1 Efectos adversos de la contaminación sonora

Diversos científicos y expertos que tratan la materia y numerosos organismos oficiales entre los que se encuentran la Organización Mundial de la Salud (OMS), la agencia Federal de Medio Ambiente Alemana y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC, español) han declarado de forma unánime que la contaminación acústica afecta claramente la salud, calidad de vida y bienestar de las personas, la cual produce una extensa serie de efectos fisiológicos y psíquicos de índole muy diversa, cuya importancia varía mucho con las condiciones concretas existentes en cada caso. (Orozco Medina y González, 2015)

Dado que la percepción del ruido es subjetiva cada persona lo vive de forma diferente, por lo que no todas las personas sienten las molestias por igual; pero, las sientan o no, el organismo las percibe. Según las afirmaciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC, español) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), el ruido no solo produce perjuicios directos y acumulativos sobre la salud, sino que además tiene efectos socioculturales estéticos y económicos: aislamiento social, pérdida de privacidad, desaparición de culturas sonoras pérdida de señales sonoras significativas depreciación económica de la vivienda, etc. (Babisch, 2003; Passchier y Passchier, 2009; Neitzel, 2016)

Los principales efectos adversos provocados por el ruido se explican a continuación:

Efectos Fisiológicos

- Pérdida de la capacidad auditiva.

Se ha demostrado que la exposición prolongada a ciertos niveles de ruido puede provocar la pérdida total del oído. Esto se ha visto sobre todo en el caso de personas que trabajan en ambientes ruidosos, como son algunas industrias. Lo que ocurre a cualquier habitante de una ciudad, es que diariamente está expuesto a numerosos ruidos, ruidos del tráfico, en los lugares de recreo, en el hogar, etc. Esto puede ocasionar a largo plazo una disminución de la capacidad auditiva, o sea, a una pérdida parcial de oído. Por tanto, el daño causado al sistema auditivo, depende de la cantidad de energía sonora que recibe el individuo diariamente (ruido en el trabajo, más ruido en el transporte, ruido en el hogar, ruidos en la calle, etc.). (De Gortari, 2013)

- Hipoacusia neurosensorial inducida por exposición a ruido en el lugar de trabajo. La hipoacusia inducida por ruido (HIR) es una enfermedad del oído interno producida por la

acción del ruido laboral, lo que provoca el daño gradual, indoloro, irreversible y real, que surge durante y como resultado de una ocupación laboral con exposición habitual a ruido perjudicial. El efecto primario del ruido en el sistema auditivo, está en relación con alteraciones anatómicas y fisiológicas de la cóclea, por lo que la HIR es de tipo neurosensorial. La HIR se caracteriza por ser de comienzo insidioso, curso progresivo y de presentación predominantemente bilateral y simétrica. Al igual que todas las hipoacusias neurosensoriales, se trata de una afección irreversible, pero a diferencia de éstas, la HIR puede ser prevenida. (Córdoba, 2013)

Efectos sobre las actividades

Quizás estos tipos de efectos son los más importantes y mejor conocidos. Se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- Efectos sobre el sueño.

El ruido puede afectar el descanso de un individuo impidiéndole dormirse, altera su sueño o despertándolo. Sin embargo, no todos los individuos se despiertan bajo el mismo nivel de ruido ni aun un mismo individuo lo hace al mismo nivel, en dependencia del estado de profundidad del sueño en que se encuentre su estado psíquico. (Lago, 2015)

Las consecuencias dependen de:

- El tipo y el nivel de ruido alcanzado.
 - El estado psicológico de la persona.
- Efectos sobre las comunicaciones.

Dado que la comunicación hablada constituye una parte importante de la actividad humana, cualquier agente que disminuya la capacidad de comunicación entre individuos, se considera molestos y nocivos.

Según estudios realizados en Inglaterra, un ambiente ruidoso deteriora la calidad de enseñanza y por tanto los estudiantes de escuelas situadas cerca de autopistas, vías de ferrocarril, etc. tardan más tiempo en aprender. El nivel sonoro normal de la voz en el interior de una vivienda es del orden de 50-60 dB(A), por tanto, los niveles de ruido de fondo no deben sobrepasar los 40-45 dB(A), para permitir una comunicación inteligible. (Organización Mundial de la salud, 2011)

Se tiene en cuenta que el número de ocasiones en que puede haber interferencias es grande: vivienda, trabajo, escuela, etc. El mantener el límite entre 40-45 dB(A) como máximo, es importante para no deteriorar la calidad de vida. Además, hay que tener en

cuenta que este tipo de efectos, no es subjetivo y no varía de una persona a otra. (López Barrio y Guillen Rodriguez, 2016)

La imposibilidad de establecer una comunicación adecuada entre las personas, además de ser una molestia, puede ocasionar daños físicos a largo plazo en ciertos grupos de población, como por ejemplo niños, con problemas auditivos que realizan trabajos de rehabilitación. (López Barrio y Guillen Rodriguez, 2016)

- Efectos sobre el trabajo.

Los estudios realizados para evaluar este tipo de efectos son difíciles dada la variedad de factores que intervienen. Hasta ahora no se ha podido demostrar de manera clara que el ruido produzca efectos prolongados sobre el rendimiento y la eficacia del trabajo. El ruido puede disminuir la atención cuando se realiza una tarea específica, y el grado de distracción depende del contenido informativo del ruido y del estado psicofísico de la persona. El ruido puede modificar el estado de alerta y puede contribuir a aumentar o disminuir la eficacia de un trabajo. Por tanto, los trabajos que requieren gran atención y concentración serán los más afectados, y los ruidos más perturbadores son los impulsivos. (S.A., 2017)

A continuación, se detalla lo que se podría constituir como indicadores de los efectos negativos del ruido sobre las actividades intelectuales y el trabajo según Organización Mundial de la Salud (1999):

- Aumento de accidentes en los ambientes ruidosos.
- Una disminución en el aprendizaje de la escritura y la lectura en el caso de niños residentes y escolares en zonas muy ruidosas, aunque este efecto está también muy relacionado con el deterioro de las comunicaciones.

Efectos psicosociológicos

El ruido es la molestia más frecuentemente citada por la población. Además de los efectos directos del ruido sobre el sueño, las comunicaciones y el trabajo, existen efectos molestos indirectos menos definidos que pueden producir rechazo de toda la población hacia la fuente emisora del ruido, este se traduce en manifestaciones populares. En circunstancias excepcionales el ruido parece comportarse como un catalizador en los actos de violencia. (Sand, 2017)

El ruido ejerce probablemente efectos psicológicos como:

- fatiga.
- estrés, ansiedad y depresión.

- produce un aislamiento social.
- histeria y neurosis.
- insomnio.
- agresividad e irritabilidad.

1.4 Influencia del ruido en el sector del turismo

En la actualidad uno de los contaminantes ambientales, con tanto peso como cualquier otro tipo, es el ruido. El incremento en la densidad de la población, la mecanización y automatización de las actividades laborales y el uso generalizado de vehículos automotores han hecho que la contaminación acústica sea una de las mayores causas del deterioro del medioambiente urbano. (Monterroza, 2007)

Estudios realizados por la Unión Europea demuestran que 90 millones de personas están expuestos diariamente a niveles de ruido ambiental superiores a 65 decibeles, mientras que otros 170 millones, lo están a niveles entre 55-65 dB (European Environment Agency, 2014; Amable et al., 2017). Por otra parte, en el caso específico de España, un estudio realizado en algunas de sus ciudades, ha determinado que el 50% de los habitantes, cuyas edades superan los 65 años, padecen sordera causado por una sobreexposición al ruido laboral (Amable et al., 2017). Casi un tercio de los hogares españoles (30,5%) sufren molestias por ruidos generados en el exterior de sus viviendas (Alfonso, 2003).

Los impactos del ruido se han convertido en un inconveniente a nivel mundial y sus efectos no están en una esfera específica, sino que afecta una amplia gama de sectores, estos van en ascenso cada día, su alcance no se limita a la industria manufacturera y otros sectores sino también a los servicios. Dentro de estos sectores, el turismo juega un papel fundamental en la comunidad internacional, ya que el confort acústico se ha convertido en una de las principales demandas para los clientes de los hoteles. (N. Martínez, 2017)

Knowledge Center Sound Insulation, en 2015, una red de especialistas en aislación acústica y sonora con sede en Holanda, comenzó a otorgar certificaciones de Quiet Room (habitación silenciosa) a los hoteles para informar a los turistas que una o más habitaciones cumplían con determinados estándares y en España, el Instituto Internacional de Confort Acústico (IIAC), con sede en Málaga , trata de concientizar a la sociedad de la necesidad de un buen confort acústico , es decir, la ausencia de molestias sonoras, para mejorar la calidad de vida de la personas. (Arko, 2015)

Cuba no ha estado al margen de esta problemática en los últimos años, se ha incrementado las fuentes emisoras de ruido como son la propia urbanización, el transporte, los centros recreativos, las industrias. García Fránquiz (2017), plantea que actualmente el ruido constituye uno de los contaminantes más agresivos en la sociedad cubana, por ello las comunidades e instituciones deben velar por conservar y en muchas ocasiones crear un entorno sonoro saludable.

El Instituto de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y el Ministerio de Salud Pública en Cuba (MINSAP) han tratado de divulgar los efectos del ruido para una mayor concientización de la población. Así, en la Constitución de la República, en el capítulo VII expresa los deberes y derecho de los ciudadanos respecto a la protección e higiene del trabajo. (Constitución de la República de Cuba, 2019)

El sector de los servicios es una constante y creciente fuente de ingreso al país de forma directa, convirtiéndolo en un eslabón fundamental de la economía cubana ya que cada año aporta elevada suma monetaria. En este sector, específicamente la actividad turística juega un rol fundamental ya que es uno de los principales renglones de adquisición de capital y de empleo, lo que implica mantener a este sector en óptimas condiciones.

La cantidad de turistas que arriban al país va en incremento cada año, en el 2018 Cuba cerró con récord de 4,8 millones de visitantes extranjeros, y para este 2019 se prevé la llegada de 5 millones de turistas según Oficina Nacional de Estadística e Información (2018), además, se estima que por primera vez los ingresos turísticos sobrepasen los 3 mil millones de dólares, lo que representa un incremento del 17%, con respecto al año anterior (Izquierdo Ferrer, 2018).

Dado el crecimiento de este sector, Cuba enfrenta un ambiente contaminado, donde cada día toda persona ligada a estas instalaciones soporta niveles de ruido altos y, por tanto, sufre de los efectos de su incidencia. En un hotel los huéspedes demandan privacidad, un espacio tranquilo y silencioso donde puedan descansar y desconectar, pero en muchas ocasiones se ve afectado por los ruidos que provoca el ascensor del pasillo, los pasos del huésped que está en el piso de arriba o por la escucha de la televisión de la habitación de al lado, por lo que los hoteles deben contar con soluciones acústicas que eviten situaciones incómodas dado que el número de quejas es cada vez mayor (Quiala Armenteros, 2011), esto puede provocar la pérdida de cliente y un daño de imagen en el mercado internacional.

Basado en esto, los peligros del ruido están identificados como un gran problema a resolver dado que puede provocar daños a la salud tanto de clientes como de trabajadores de la propia

instalación y, en algunos casos, habitantes de zonas aledañas e indirectamente a la economía local o del país.

1.5 Diagnóstico y control de ruido

Con el diagnóstico de ruido se puede valorar la evolución de los niveles de ruido que se imiten por las actividades correspondientes a infraestructura, así como el grado de afección correspondiente, en función de sus características propias (material, dimensiones, climatología, antigüedad, etc.). Para el diagnóstico la herramienta fundamental que se utiliza es el mapa de ruido, tal y como coinciden García Sanz y Garrido (2003), Gobierno de Chile (2010), Torres Sotolongo y Romero Suárez (2014), Parma (2015) y Sand (2017).

Varios autores han dado su definición de lo que consideran mapa de ruido, entre los que se encuentran los siguientes:

Bastián (2015) planteó que un mapa de ruido es aquel que entrega información visual del comportamiento acústico de un área geográfica (barrio, pueblo, ciudad, región, país), en un momento determinado. Habitualmente los niveles de ruido son representados por medio de colores a modo de las curvas topográficas en un mapa.

Para Burgui (2011) un mapa de ruido es la representación cartográfica de los niveles sonoros en una zona del territorio, originados por infraestructuras de transporte, industrias o cualesquiera otras fuentes de ruido. Para ello se usan métodos computacionales, dada la inmensa cantidad de cálculos requeridos.

Los autores Santos y Valado (2004) plantean que el uso de la técnica de mapas de ruido como herramienta de planificación permite, entre otras cosas:

- Cuantificar el ruido en el área en estudio y la posibilidad de evaluar la exposición de la población expuesta.
- Crear una base de datos, para planificación urbana: localización de actividades ruidosas y de zonas mixtas y sensibles.
- Modelar diferentes escenarios de evolución futura y realizar la previsión del impacto acústico de infraestructuras y actividades ruidosas aun en proyecto.

Además, los mapas de ruido permiten realizar una evaluación objetiva de la realidad acústica existente en una zona determinada, por lo que se puede concluir que lo mapas de ruido son una herramienta de gestión imprescindible para las autoridades de la gestión urbanística, además de una herramienta útil para cuantificar y planificar la reducción de ruido. (Prieto, 2009)

Estudios como los de Domínguez Alejo (2014), Onwe (2015), Almeda Barrios y Cárdenas Curbelo (2015), Sánchez González (2017), Álvarez Beltrán (2018) y Almeda Barrios (2018) se extrapola esta técnica al sector empresarial en Cuba y se obtiene los mapas de ruido con el diagnóstico de la contaminación acústica en áreas de interés como termoeléctrica, industria textil y en hoteles.

El control del ruido se refiere a una serie de pautas, técnicas y medidas específicas para mantener los niveles de ruido dentro de los márgenes requeridos para un mayor bienestar o para no poner en peligro la salud auditiva; pero todo control para ser efectivo depende en gran medida de una correcta evaluación de los niveles sonoros existentes, la cual se emplea en dependencia de la clasificación del ruido objeto de estudio. (Miyara, 1999)

Disímiles autores como Miyara (1999), Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (2005), García Dihigo y Real Perez (2005), Viña Brito y Marsán Castellanos (2007), Rodríguez González et al. (2007), Consejo Nacional de Seguridad de Chile (2007), Náf Cortés (2014), Virginis (2015) y Almeda Barrios (2018) coinciden en la siguiente clasificación de las medidas de control del ruido según el trayecto de la onda sonora donde se aplica:

- Control en la fuente, también conocidas como medidas primarias.
- Control en los medios de propagación o medidas secundarias.
- Control en el receptor o medidas organizativas.

1.5.1 Control en la fuente

La forma más efectiva de controlar el impacto del ruido es reducir su generación García (2001), la filosofía básica consiste en que el sonido que no se genera, no se propaga y por consiguiente no llega al receptor. A continuación, se muestran algunas de las medidas primarias de control referidas en Miyara (1999), García Dihigo y Real Perez (2005) y Rodríguez González et al. (2007).

- Diseño y compra de máquinas con bajo nivel de ruido.
- Colocar silenciadores en los escapes de aire y/o turbulencias en los movimientos de fluidos.
- Mantenimiento adecuado de las máquinas.
- Sustitución de materiales de la fuente emisora.
- Incorporar materiales amortiguadores entre superficies que chocan e insertar anti-vibratorios.
- Construcción de pequeñas superficies emisoras, las cuales emplea nervios y canales.

1.5.2 Control en los medios de propagación

Controlar las vías de transmisión del ruido se refiere a un conjunto de métodos destinados a proteger la seguridad y la salud de todas las personas expuestas a ruido, consistente en el desarrollo y colocación de mecanismos o sistemas, destinados a disminuir los niveles de ruido de una forma general. (García, 2001)

Según autores como Carrión Isbert (1998), Alton Everest (2001), Long (2006), Kuttruff (2009) y Barron (2010) proponen como medida secundaria de control del ruido el empleo de la acústica gráfica. Pero, para otros autores como Rodríguez González et al. (2007) las medidas secundarias son:

- Tratamiento o revestimiento acústico de locales.
- Cápsulas.
- Cabinas.
- División de locales de trabajo.
- Pantallas acústicas.

Acústica gráfica

La acústica arquitectónica estudia los fenómenos vinculados con una propagación adecuada, fiel y funcional del sonido en un recinto (Miyara, 2006). Dentro de esta, la acústica gráfica juega un papel fundamental.

Según Long (2006) desde el siglo XX, la acústica gráfica es reconocida como ciencia tanto como arte y los aspectos más simples de la misma, lo que incluye el control de ruido y vibraciones y desarrollo de materiales acústicos eficaces, evidencian grandes mejoras al ambiente en el momento de aplicación.

Este método de control se encarga de la existencia de confort acústico en los locales, lo que significa que el campo sonoro existente no generará molestias significativas a las personas presentes en el recinto considerado. (Carrión Isbert, 1998)

Tratamiento o revestimiento acústico de locales

Según García Dihigo y Real Perez (2005) es una de las técnicas más utilizadas para reducir los altos niveles de presión sonora cuando existe un campo reverberante; este método resulta de interés en los puestos de trabajos en los cuales el problema es falta de inteligibilidad, por ejemplo, en el sector de servicio y de la enseñanza.

Cápsulas

Constituyen un blindaje al foco del ruido que es susceptible de encapsular desde el punto de vista tecnológico y operacional. Se utilizan para controlar puntos o zonas de emisión de ondas sonoras por parte de la fuente emisora al ambiente (Rodríguez González et al., 2007). El mismo se basa en dos principios: la desvinculación acústica (y posiblemente vibratoria) entre la fuente y el receptor por medio de una cubierta aislante, y la disipación de energía sonora con elementos absorbentes de alto rendimiento, ubicados principalmente en las proximidades de la fuente, donde el campo sonoro es más intenso, y por consiguiente, la disipación es mayor (Miyara, 1999). Con la construcción de tales estructuras, la energía sonora se mantiene dentro del encierro por reflexión en sus paredes y, al mismo tiempo, revestir internamente con materiales absorbentes evita que dichas ondas reflejadas aumenten el nivel total del ruido dentro de la cápsula (Virginis, 2015).

Cabinas

Para Rodríguez González et al. (2007) la cabina **(anexo 1)** constituye un blindaje para el hombre y se recomienda emplear en las situaciones siguientes:

- Es posible efectuar el mando a distancia de las operaciones de trabajo.
- Cuando el tiempo de interrelación directa del operario con el equipamiento es mínima.
- Se trata de puntos de control de la producción.
- Se trata de locales de descanso.

La principal diferencia existente entre el encapsulamiento de la fuente y la cabina radica en que con la primera es posible, en buena medida, controlar la energía sonora que irradia la fuente hacia el entorno, lo que beneficia todo el ambiente acústico que rodea a dicha fuente, mientras que con la segunda sólo se beneficia el ambiente receptor.

División de locales de trabajo

En muchas ocasiones la manera de operar sobre este fenómeno ruidoso es dividir los locales para separar los emisores de ruido de los receptores de ondas sonoras. La división puede ser total o parcial. La división total es posible cuando ésta no trae consigo interferencias en la producción. (Rodríguez González et al., 2007)

Pantallas acústicas

La principal solución para reducir los niveles de ruido es su vía de transmisión es el uso de barreras acústicas. (Harris, 1991)

Las pantallas acústicas (**anexo 2**) son elementos constructivos utilizados para obstaculizar la propagación de ondas acústicas. Generalmente su instalación se debe a la necesidad de disminuir la contaminación acústica en zonas habitadas, proveniente de grandes fuentes de ruido como por ejemplo las industrias, o, sobre todo, las infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias. Se sitúan entre la fuente de ruido y el área afectada por ella, de manera que, tras la instalación de la pantalla, se crea detrás de esta un área donde se ven reducidos los niveles de ruido. Esta área se conoce como sombra acústica y se puede calcular mediante el uso de métodos idénticos a los aplicados en el estudio de la óptica, con la diferencia de que las ondas acústicas ocupan mayor longitud, debido a la difracción. (Segura Mateu, 2013)

Para Rodríguez González et al. (2007) separar una fuente sonora del receptor, a través de una y hasta cuatro paredes recubiertas con material poroso absorbente se denomina pantalla acústica y valora que esta medida posee las siguientes ventajas:

- Facilidad para la explotación y mantenimiento de las máquinas.
- No se necesitan sistemas de iluminación y ventilación adicionales.
- Bajo costo de producción.
- Pueden ser desmontables.

1.5.3 Control en el receptor

Según García (2001) las medidas en el receptor son las más inefectivas para controlar el ruido; (Parma, 2015) enmarca que estos métodos dificultan la intercomunicación entre personas, e insensibilizan la percepción de algunas actividades de riesgo físico para el trabajador. Miyara (1999) plantea que además del encapsulamiento, las dos principales formas de control de ruido en el receptor son la protección auditiva y la reducción del tiempo de exposición.

Los protectores auditivos más utilizados según Confederación de Empresarios de Lugo (2007) son:

- Tapones: son el tipo menos conveniente de protección del oído, porque no protegen en realidad con gran eficacia del ruido.
- Orejeras: protegen más que los tapones de oídos si se utilizan correctamente, ya que cubren toda la zona del oído y lo protegen del ruido.
- Cascos anti-ruido, deben ser los apropiados y estar correctamente ajustados.

Imágenes de los protectores auditivo (**anexo 3**).

1.6 Legislación referida al ruido, su diagnóstico y control

Los órganos legales del mundo reconocen al ruido como uno de los principales agentes contaminantes de estos tiempos por lo que existen documentos oficiales de obligatorio cumplimiento los cuales, de manera general, tienen el objetivo de elevar el bienestar, la calidad de vida e incluso se eviten afectaciones a la salud de las personas expuestas a este agresor.

1.6.1 Legislación extranjera sobre ruido

Diversos organismos internacionales establecen su reglamentación respecto al ruido, mediante decretos, normas o leyes, donde abarca desde los niveles permisibles del mismo hasta cómo proteger a los trabajadores que están constantemente expuestos a la contaminación acústica. A continuación, se nombran algunas de ellas (Comisión Administradora Bicameral, 2014):

La Unión Europea trazó el Informe de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo COM/2011/0321 del 2011, relativo a la aplicación de la directiva sobre el ruido ambiental. El 25 de noviembre de 2003, en el Decreto 326/2003, se aprueba el Reglamento de Protección Acústica en España, en el cual se pretende regular la contaminación acústica. La Junta de Andalucía promulgó la Ley 7/2007, el 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, que establece una nueva zonificación del territorio en áreas acústicas, dispone el marco legal para la realización de mapas de ruido y planes de acción, incorpora la posibilidad de designar servidumbres acústicas y establece el régimen aplicable en zonas en las que no se cumplan los objetivos de calidad acústica exigidos. En Chile (DS 146/97 MINSEGPRES) define niveles máximo permisibles para horarios diurno y nocturno, según el uso de suelo en el que se encuentre el afectado. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) recomienda que la intensidad de ruidos no rebase los 85 dB para un período de trabajo de ocho horas, y que en los hospitales no debe exceder los 35 dB durante la noche y los 40 dB durante el día. En Ecuador existe el Decreto Reglamentario del Artículo 11.363, el cual establece la norma de emisión de ruidos generados por diferentes fuentes. También en los Estados Unidos está vigente el Código 42 del 2013 sobre la salud y bienestar públicos el cual abarca el control del ruido en el capítulo 65.

1.6.2 Legislación cubana sobre el ruido

En Cuba actualmente se encuentran vigentes legislaciones de carácter laboral, ambiental y un cuerpo de normas de aplicación obligatoria relacionadas con el ruido. (Sexto, 2012)

La tabla 1.2 muestra algunas de las normas cubanas vigentes en la actualidad referidas al ruido.

Tabla 1.2. Normas cubanas respecto al ruido.

Norma Cubana (año)	Síntesis
NC 19-01-06 (1983): Medición del ruido en lugares donde se encuentren personas. Requisitos generales.	Plasma los requisitos generales para realizar mediciones de ruido y su correspondiente valoración, en los lugares donde se encuentren personas.
NC 19-01-10 (1983): Determinación de la potencia sonora. Método de orientación.	Ofrece un método para determinar la potencia sonora del ruido emitido por máquinas, mecanismos, equipos técnicos y otras fuentes sonoras.
NC 19-01-13 (1983): Determinación de la pérdida de la audición. Método de medición.	Establece los diferentes métodos de exámenes audiométricos para determinar la pérdida auditiva. Reconoce tres grados de hipoacusia profesional.
NC-ISO 7188 (2005): Acústica. Medición del ruido emitido por los vehículos de pasajeros bajo condiciones representativas de tránsito urbano.	Especifica un método para medir el ruido emitido por los vehículos de pasajeros (como se define en ISO 3833) en movimiento.
NC 26 (2007): Ruido en zonas habitables. Requisitos higiénico sanitarios.	Establece el método de medición del nivel sonoro utilizado como indicador del ruido ambiental junto a posibles modelos de pronóstico y niveles máximos admisibles y tolerables en zonas habitables, tanto en el interior de la vivienda como en las áreas urbanizadas aledañas.
NC 391-1 (2010): Accesibilidad y utilización del entorno construido por las personas. Parte 1: Elementos generales.	Establece los conceptos e informaciones necesarias acerca de los términos, sus definiciones, símbolos, consecuencias de las limitaciones de las habilidades humanas y ayudas técnicas así como las dimensiones y alcances mínimos de las personas usuarias de ayudas técnicas.
NC ISO 1999 (2011): Seguridad y salud en el trabajo. Acústica.	Especifica un método para calcular el desplazamiento permanente del umbral inducido por el ruido, que se espera que se produzca en los niveles umbrales de audición de una

<p>Determinación de la exposición al ruido en el trabajo y estimación de las pérdidas auditivas inducidas por el ruido.</p>	<p>población de personas adultas, como consecuencia de la exposición a ruido de distintos niveles y duraciones; proporciona la base para calcular el déficit auditivo según diversas fórmulas, cuando los niveles umbrales de audición, medidos en las frecuencias audio-métricas usuales o en combinaciones de estas frecuencias, sobrepasan cierto valor.</p>
<p>NC 871 (2011): Seguridad y salud en el trabajo. Ruido en el ambiente laboral. Requisitos higiénico sanitarios generales.</p>	<p>Esta norma establece los requisitos higiénico sanitarios en el ambiente laboral en cuanto a los aspectos generales de la evaluación del ruido como factor de riesgo y de la protección del trabajador expuesto al mismo, al tomar en cuenta tanto criterios de evaluación básicos para determinar los niveles de exposición al riesgo, así como los valores máximos admisibles que se deben aceptar para las diferentes actividades laborales según el criterio de evaluación del riesgo que seleccione el especialista para caracterizar la situación higiénica. La norma establece términos y definiciones básicos necesarios para definir los criterios de evaluación para el ambiente laboral de dicho factor de riesgo.</p>

Fuente: elaboración propia.

También, existe la Ley 81 de Medio Ambiente para combatir al ruido, referencia a este agente como problema ambiental y, en su artículo 147, plantea la prohibición de factores físicos que afecten la salud humana y la calidad de vida de la población, entre ellos el ruido. Por otro lado, el artículo 152 expresa la responsabilidad de los diferentes organismos del país de dictar medidas para la evaluación y control de dicho contaminante. (Quintero Turiño y Muñoz Alfonso, 2009; García Fránquiz, 2017)

Conclusiones parciales del capítulo

- Del análisis de las definiciones del término ruido se determinó que es un sonido no agradable generado por actividades humanas que puede ser perjudicial para la salud.
- Las afectaciones provocadas por el ruido inciden en la salud, las organizaciones, la comunicación e incluso a las zonas urbanas aledañas a las fuentes que lo generan.
- Los autores consultados coinciden en que el control del ruido se realiza en 3 momentos fundamentales: el origen, los medios de propagación y el receptor.

- Para evitar las afectaciones que este contaminante ocasiona a la salud de las personas, asegurar el confort y la calidad de vida existen diferentes legislaciones que regulan sus niveles permisibles tanto en el ámbito nacional como internacional.

Capítulo II. Metodología seleccionada para el control del ruido y su valoración económica en el hotel Be Live Experience Tuxpan

En el presente capítulo se muestra la metodología seleccionada para el control del ruido y su valoración económica en el hotel objeto de estudio. Se presenta su despliegue a través de los procedimientos de evaluación, diagnóstico, control, así como la valoración económica sustentada en técnicas como observación, entrevistas, medición y cálculo de índices.

2.1 Antecedentes de la investigación

El ruido provoca afectaciones a la salud y costos asociados a las instalaciones que sufren de su ocurrencia, los cuales inciden en todos los sectores de la sociedad, principalmente en el sector turístico porque el confort acústico se ha convertido en una de las principales demandas para los clientes.

Existen diferentes metodologías sobre la evaluación y control del ruido como las expuestas por Ibrahim (1996), Camposeco Espina (2003), Diputación Foral de Bizcaia (2010), Náf Cortés (2014), Alfaro León (2016) y Almeda Barrios (2018).

La tabla 2.1 muestra una matriz binaria donde se muestra una comparación de dichas metodologías en cuanto a las fases que abarcan:

Tabla 2.1. Valoración de las fases de las metodologías de evaluación y control de ruido.

Metodología/ Fase	Identificación de fuentes de ruido	Evaluación	Diagnóstico	Control	Valoración económica
Ibrahim (1996)	1	1	1	1	1
Camposeco Espina (2003)	1	1	1	1	1
Diputación Foral de Bizcaia (2010)	1	1	1	1	0

Näf Cortés (2014)	1	1	1	1	0
Alfaro León (2016)	1	1	1	1	1
Almeda Barrios (2018)	1	1	1	1	1
Leyenda: 1: Incluye la fase 0: No incluye la fase					

Fuente: elaboración propia.

La metodología de Ibrahim (1996) es íntegra de control del ruido, y no comprende en su propuesta el empleo de ningún método de control con factibilidad de aplicación. La de Camposeco Espina (2003) exhibe una metodología en industrias de maquinado de tuberías de acero y en su fase de diagnóstico no emplea mapas de ruido, a diferencia de las demás metodologías que sí los emplean; su diagnóstico se basa en la realización de encuestas preliminares a los diferentes puestos de trabajo mediante mediciones, para determinar si existen o no afectaciones a los trabajadores. Diputación Foral de Bizcaia (2010) enfoca su investigación al control de las zonas urbanas donde su principal limitación es no haber desarrollado la fase de control, aunque la menciona y la reconoce, lo que podría descender la importancia de esta para quienes pretendan aplicar dicha metodología, por ello no comprende la valoración económica de las medidas propuestas.

La metodología de Näf Cortés (2014) plantea el tema del control del ruido en el ambiente laboral, su única deficiencia es que no valora económicamente las medidas que propone de manera clara y profunda. Alfaro León (2016) aborda el control de ruido en las áreas de Handling y mantenimiento de TAME EP en plataformas aeroportuarias, es bastante íntegra, pero dadas las características de los puestos de trabajo en estudio, solo expone medidas organizativas. La metodología de Almeda Barrios (2018) incluye la totalidad de las fases ya analizadas anteriormente, presenta una metodología de control para instalaciones hoteleras. Propone técnicas de control novedosas en una instalación a partir del análisis económico de las medidas que plantea.

2.2 Descripción de la metodología seleccionada

Para la evaluación y el control del ruido en el hotel Be Live Experience Tuxpan se selecciona la metodología de Almeda Barrios (2018) por las razones antes mencionadas, la cual se le aplican modificaciones que permiten su optimización en el sector hotelero.

Las modificaciones realizadas a esta metodología residen en la identificación y caracterización de las principales áreas y fuentes emisoras de ruido, así como también en la inserción del cálculo e interpretación de los índices de confort acústico y en el perfeccionamiento de la metodología de los mapas de ruido al emplear el software ArcGIS 10.3.

A continuación, la figura 2.1 muestra la metodología para la evaluación y control de ruido en la instalación objeto de estudio.

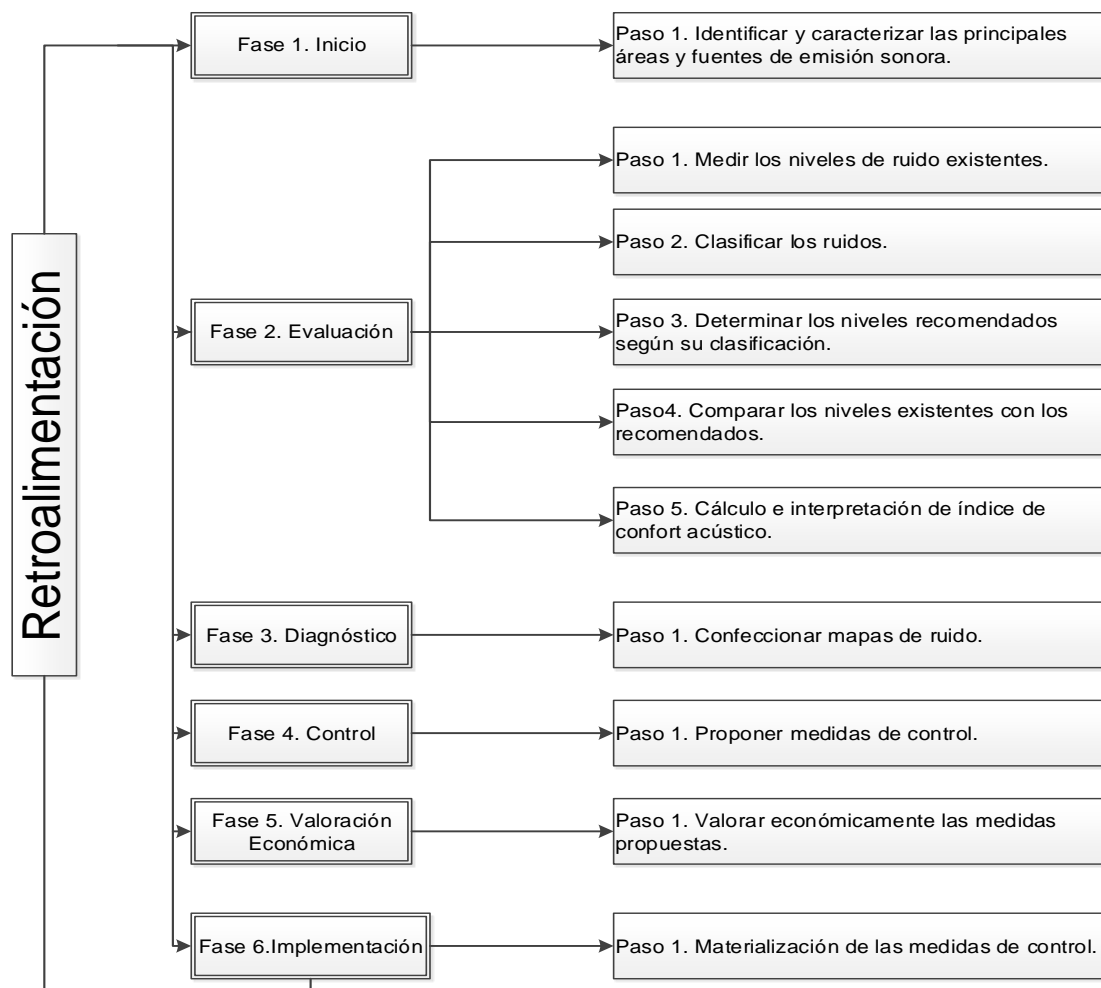


Figura 2.1. Metodología de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

Esta metodología se compone de 6 fases fundamentales que permite evaluar, diagnosticar y realizar propuestas de control para los niveles de ruido existentes en el hotel Be Live Experience Tuxpan, además una valoración económica de las medidas de control e implementación. Cumplida la última fase, la retroalimentación permite valorar la eficiencia del control al retroceder a la identificación y caracterización de las áreas y fuentes de emisión sonora, y de ser necesario, a la evaluación de los niveles sonoros existente en el área objeto de estudio, lo que permite evidenciar cambios tras la implementación de las medidas propuestas al compararlos con lo obtenido anteriormente.

Fase 1. Inicio

Paso 1. Identificar y caracterizar las principales áreas y fuentes de emisión sonora

En este paso se identifican y caracterizan las áreas donde se generan elevados niveles de presión sonora (NPS) y las fuentes de ruido, para así definir los elementos generadores del mismo y sus vías de propagación; para esto se emplean técnicas como la observación, escucha directa, entrevista con el personal del hotel y la realización de mediciones. El cumplimiento de este paso es elemental debido a la necesidad de identificar el área y todas aquellas fuentes que generen ruidos en la misma y sobre las cuales se debe proceder de forma adecuada para lograr disminuir la generación y transmisión del ruido.

Para Rodríguez González et al. (2007) las principales fuentes de origen de ruido son:

- Transmisión de la vibración de un cuerpo.
- Emisiones de ruido por cuerpos vibrátiles.
- Excitación por impactos o golpes.
- Oscilación de corrientes de aire.
- Torbellinos en la periferia de fuentes impulsoras de aire.
- Transmitidos por conductos de ventilación.
- Orificios de escape de gases a altas velocidades.
- Transmisión del ruido estructural.

En la práctica hotelera las fuentes antes mencionadas se muestran a partir del trabajo o “mal trabajo” de equipos de ventilación, de la generación de electricidad o bombeo de agua, y por características propias de equipos altamente ruidosos como lavadoras y secadoras, además por el desarrollo de actividades recreativas que implican el uso de medios de amplificación de audio, instrumentos musicales o su combinación, la aglomeración e interacción de clientes en áreas con deficientes propiedades acústicas como pueden ser lobbies y restaurantes.

Fase 2. Evaluación

Paso 1. Medir los niveles de ruidos existentes

Según Rodríguez González et al. (2007) la medición del ruido permite conocer el nivel de nocividad del mismo a partir de los parámetros que lo identifican. Se utiliza como vía convencional un sonómetro para medir los niveles de presión sonora existentes y para el uso del mismo se tienen en cuenta los siguientes requisitos de cumplimiento obligatorio citados en Torres Sotolongo y Romero Suárez (2014) :

- Seleccionar días y horarios para efectuar las mediciones, en consideración del estado del tiempo, ya que no debe haber lluvias, lloviznas, tormentas eléctricas, y las superficies sobre las que se efectúen tienen que permanecer secas. Tampoco deben existir grandes diferencias de temperatura y humedad en el caso que dichas mediciones abarquen un gran número de horas en el día.
- Utilizar el mapa de ubicación con los puntos de medición para colocar el sonómetro en el lugar indicado.
- Medir la velocidad del viento a la altura del micrófono para que este no sobrepase los 3 m/s en el momento de realizar las mediciones.
- Colocar el sonómetro a 1.20 m sobre el nivel del suelo.
- El encargado de realizar las mediciones debe estar a 0,5 m de distancia del sonómetro.
- Equipo técnico en correcto estado.
- Presencia de la menor cantidad posible de personas.

Es importante este último requisito puesto que cuando se pretende medir el ruido que genera una fuente puntual, no debe haber aglomeración de personas, pues se modifica las características sonoras del local en cuanto a la propagación del sonido a partir de la absorción y reflexiones de las ondas en las superficies que lo componen. Contrariamente, si lo que se desea es medir el ruido generado por las personas en un local, entonces se obvia el cumplimiento de dicho requisito.

Para realizar las mediciones se cuenta con un sonómetro promediador integrador GK: 1290563 el cual ofrece directamente el NPS integrado (Leq (A)) en el área estudiada. Su carencia radica en que no muestra el análisis por bandas de octava, lo cual impide identificar aquellas frecuencias donde el contaminante es más dañino y direccionar entonces el control a dichas frecuencias. Existen otras herramientas menos precisas como el empleo de la tecnología Android o softwares informáticos como el Smaart en sus diferentes versiones. La poca precisión

de estas herramientas está dada por la baja calidad del micrófono del dispositivo móvil o laptop que se emplee. Como solución a esta deficiencia se plantea la vinculación del micrófono de alta calidad del sonómetro al software informático Smaart, el cual permite realizar un análisis por bandas de octava de los niveles de ruido existentes. De este modo, como muestra la figura 2.2, se complementan las fortalezas del micrófono del sonómetro con las facilidades que brinda el software, la información es más confiable y se logra la división por bandas de octava, punto importante para las siguientes fases de la metodología.



Figura 2.2. Sonómetro GK: 1290563 vinculado al software Smaart 7.

Fuente: elaboración propia.

Paso 2. Clasificar los ruidos existentes

Al ser identificados los ruidos se clasifican. Harris (1991), Ibrahim (1996), Berger (2003), García Dihigo y Real Perez (2005), García Dihigo (2016) y Rodríguez González et al. (2007) así como la NC 871 (2011), establecen como criterio básico de clasificación el que se realiza en función del nivel de presión sonora y su fluctuación en el tiempo, según el cual pueden ser ruidos constantes cuando varían en no más de 5 dB en las 8 horas laborales y ruidos no constantes, según la respuesta del sonómetro, cuando varían en más de 5 dB en las 8 horas laborales.

El criterio de evaluación a emplear dependerá de la clasificación otorgada; si los ruidos son constantes se aplica el Criterio N de evaluación de ruidos o el criterio del nivel sonoro L (dB(A)) y si son no constantes entonces se debe aplicar el Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A)).

Criterio N para ruidos constantes

El criterio de evaluación se fundamenta en una simplificación de las curvas isofónicas, el cual presupone un análisis por bandas de octava del ruido, solo que no lo establece en forma de

curvas sino mediante tablas (García Dihigo, 2016) para ello se determina el nivel de presión sonora existente (Lex) dentro del local objeto de estudio, a partir de la medición del sonómetro.

Se busca el valor del Criterio N (N (dB)) a partir de la tabla 2.2 a la cual se entra por las columnas con el valor de la frecuencia de la banda de octava y en ella se busca el nivel de presión sonora existente, de no existir el valor exacto se toma el inmediato superior, y se traza una línea hasta coincidir con el valor de la primera columna que ofrece directamente el valor del criterio en cuestión.

Tabla 2.2. Valores del Criterio N de evaluación de ruido.

Criterio N	Frecuencia Media de las Bandas de Octava (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Valores dados de los niveles de las bandas							
35	63	52	44	39	35	32	30	28
40	67	57	49	44	40	37	35	33
45	71	61	54	49	45	42	40	38
50	75	66	59	54	50	47	45	44
55	79	70	63	58	55	52	50	49
60	83	74	68	63	60	57	55	54
65	87	79	72	68	65	63	61	60
70	91	83	77	73	70	68	66	64
75	95	87	82	78	75	73	71	69
80	99	92	86	83	80	78	76	74
85	103	96	91	88	85	83	81	80
90	107	106	96	93	90	88	86	85
95	111	105	100	97	95	93	91	90
100	115	109	105	102	100	98	96	95

105	118	113	110	107	105	103	102	100
110	122	118	114	112	110	108	107	105
115	126	122	119	117	115	113	112	110
120	130	126	124	122	120	118	117	116

Fuente: tomado de Rodríguez González et al. (2007).

Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A)) para ruidos no constantes

El cálculo de Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A)) puede visto directamente del sonómetro (si el mismo es promediador integrador) o se puede utilizar el procedimiento propuesto en la NC 871 (2011) el cual se detalla a continuación:

1. Se realizan 180 mediciones del nivel de presión sonora ponderado A.
2. Las mediciones se realizan en intervalos de 5 segundos.
3. Los valores de las mediciones se colocan en la ecuación 2.1, donde LAi es el valor de la i-ésima medición.

$$(2.1) Leq = 10 \log \left[\frac{1}{180} \sum_{i=1}^{180} 10^{0,1LAi} \right] \text{ [dB]}$$

Paso 3. Determinar los niveles recomendados según su clasificación

Para los locales dañados se recomienda el nivel máximo admisible (NMA (dB)). Este valor se fija de acuerdo con las características de la área en cuestión: si se está en presencia del interior de un local en la instalación, se emplea la Norma Cubana, NC 871 (2011) (**anexo 4**).

Paso 4. Comparar los niveles existentes con los recomendados

Este paso establece la continuidad del estudio al realizar el siguiente análisis:

Si $N \text{ (dB)} \text{ o } Leq \text{ (A) (dB)} \leq NMA \text{ (dB)}$, entonces los niveles de ruido son adecuados y no perjudiciales, no es necesario continuar el estudio.

Si $N \text{ (dB)} \text{ o } Leq \text{ (A) (dB)} > NMA \text{ (dB)}$, entonces los niveles de ruido son inadecuados y perjudiciales, es necesaria la aplicación del resto de las fases de la metodología.

Como se puede evidenciar, si los niveles obtenidos del criterio de evaluación empleado se encuentran por debajo de los máximos admisibles o son iguales para la actividad que se desarrolla, entonces no es necesario continuar con las siguientes fases.

Paso 5. Cálculo e interpretación de índice de confort acústico

Valoración del confort acústico

Para conocer y valorar el malestar de una persona o de un colectivo frente al ruido, sería necesario crear una escala que relacionara la respuesta subjetiva de las personas con los valores que alcanzan las características físicas del ruido.

A continuación, se analizan brevemente los diferentes índices de valoración de ruido y su aplicabilidad a la valoración de las molestias producidas por el ruido.

Nivel de interferencia conversacional (PSIL)

Con este método se valora la capacidad de un ruido estable de interferir en la conversación entre dos personas en un entorno libre de superficies reflectantes que pudieran reforzar las voces de las personas. (NTP 503, 1998)

El índice PSIL es la media aritmética de los niveles de presión sonora en las bandas de octava con centro en 500,1.000, 2.000 y 4.000 Hz. El índice proporciona las distancias máximas a las que se puede mantener una conversación inteligible, con voz normal o con voz muy alta en función de los diferentes valores obtenidos del índice PSIL.

Tabla 2.3. Valores indicativos del índice PSIL.

PSIL (dB)	Distancia máxima a la que se considera satisfactoriamente inteligible una conversación normal (m)	Distancia máxima a la que se considera satisfactoriamente inteligible una conversación en voz muy alta (m)
35	7,5	15
40	4,2	8,4
45	2,3	4,6
50	1,3	2,6
55	0,75	1,5
60	0,42	0,85
65	0,25	0,50
70	0,13	0,26

Fuente: tomado de NTP 503 (1998).

Este método es útil para la valoración de ruidos estables y continuos.

Tiempo de reverberación (Tr)

El tiempo de reverberación para una frecuencia dada es el tiempo, en segundos, necesario para que después de que cese la emisión de ruido, el nivel de presión sonora disminuya 60 decibelios.

De una búsqueda de las expresiones para el cálculo del tiempo de reverberación se detectaron las de Norris – Eyring (Davis, 1987), Millington – Sette (Mompín Poblet, 1982) y Sabine (Recuero López, 1999). Se propone emplear la de Sabine (Recuero López, 1999) por ser la más utilizada, tal y como se muestra a continuación:

$$(2.2) T = 0.161 (V / A_{tot})$$

Donde:

T: Tiempo de reverberación [s]

V: Volumen de la sala [m^3]

A_{tot}: Absorción total [sabino]

Obtenida a partir de:

$$(2.3) A = S$$

Donde:

A: Coeficiente de absorción sonora

S: Área de la superficie de la sala [m^2]

El término “A_{tot}” se calcula como:

$$(2.4) A_{tot} = \bar{\alpha} * S_{tot}$$

Donde:

$$(2.5) S_{tot} = \sum S_i \text{ (superficie total del recinto } [m^2]).$$

$$(2.6) \bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha_i S_i}{S_{tot}} \text{ (coeficiente medio de absorción del recinto [sabinos}/m^2])$$

En la tabla 2.4 se recogen los tiempos de reverberación recomendados, para distintos locales habitables de diversos tipos de edificios.

Tabla 2.4. Tiempos de reverberación.

Tipo de edificio	Local	Tiempo de reverberación (s)
Residencial (público y privado)	Zonas de estancia	≤ 1
	Dormitorios	≤ 1
	Servicios	≤ 1
	Zonas comunes	$\leq 1,5$
Administrativo y de oficina	Despachos	≤ 1
	Oficinas	≤ 1
	Zonas comunes	$\leq 1,5$
Sanitario	Zonas de estancia	$0,8 \leq T \leq 1,5$
	Dormitorios	≤ 1
	Zonas comunes	$1,5 \leq T \leq 2$
Docente	Aulas	$0,8 \leq T \leq 1,5$
	Salas de lectura	$0,8 \leq T \leq 1,5$
	Zonas comunes	$1,5 \leq T \leq 2$

Fuente: tomado de NTP 503 (1998).

El tiempo de reverberación es un índice útil para la evaluación de la “calidad acústica” de un local. Los locales con superficies muy reflectantes presentan tiempos de reverberación elevados, lo que implica dificultades en la comunicación. (NTP 503, 1998)

Fase 3. Diagnóstico

El diagnóstico es un procedimiento ordenado, sistemático, para conocer y establecer de manera clara una circunstancia, a partir de observaciones y datos concretos. (Real Academia Española, s.a.)

Se decide el empleo de mapa de ruido para realizar el diagnóstico de aquellas zonas donde exista afectaciones por ruido en el hotel Be Live Experience Tuxpan. Su utilidad está relacionada a la claridad de la información que brinda, puesto que brindan una representación gráfica de los niveles sonoros existentes en el área de estudio.

Paso 1. Confeccionar mapas de ruido

Para la confección del mapa de ruido se determinaron los siguientes pasos:

- Paso 1: Determinación del software a emplear.

Se describen varios de los softwares utilizados en la elaboración de mapas de ruido (**anexo 5**). Como característica común de todos estos softwares se encuentra que son prepago, o sea, que funcionan bajo una licencia que hay que comprar.

De estos, se decide utilizar el software ArcGis, en su versión 10.3, el cual cuenta con una licencia gratuita de 21 días, con acceso a todas sus herramientas.

Para la construcción de los mapas de ruido se emplea la herramienta ArcMap de dicho software.

- Paso 2: Determinación del método de interpolación a emplear.

De los métodos disponibles para realizar la interpolación se recomienda emplear el Kriging, ya que es el apropiado para cambios graduales de ruido y es utilizado en concentraciones de contaminantes, en este caso el ruido ambiental. (Murillo, 2012)

- Paso 3: Obtención de los mapas.

Una vez obtenida toda la información necesaria, se continúa a procesarla como se describe a continuación, para obtener finalmente los mapas de ruido.

1. Georreferenciar la imagen de la zona en que se realiza el estudio, mediante la herramienta: ArcMap de geo-referencia del software ArcGIS.
2. Preparar los resultados de las mediciones de los puntos de monitoreo en tablas de Excel, donde se considera la siguiente información: código de los puntos, coordenadas y los valores a representar.
3. Importar dichos datos a la herramienta ArcMap del software ArcGIS mediante la opción “*Add xy data*”. Se ingresa en los campos de textos: *X Field*, *Y Field* las coordenadas correspondientes a la longitud y la latitud respectivamente.
4. En el panel de ArcToolbox, se puede acceder a los distintos métodos de interpolación a través de la herramienta “*Spatial Analyst Tools*” >> “*Interpolation*”.
 - Una vez abierta se puede observar una serie de métodos de interpolación; Kriging es el más recomendado para la elaboración de los mapas de ruido.

5. Cuando ya se tienen los datos interpolados, se procede a editar la escala de los niveles de presión sonora. Para esto se elaboró una escala que representa los niveles de presión sonora con tramos de 10 dB ya que no se puede implementar la escala propuesta por la Norma ISO (1996) porque no establece rango ni color para los niveles sonoros mayores a 85 dB, los cuales son de interés para la investigación.

La figura 2.3 muestra los niveles sonoros con sus respectivos colores y tramas.

Nivel sonoro (dB)	Color	Descripción
< 55	Amarillo	Para las zonas que están en estado óptimo de sonoridad
55-65	Verde	Para las zonas que están en estado aceptable de sonoridad
65-75	Azul	Para las zonas que están en estado de alerta de contaminación
75-85	Rojo	Para las zonas contaminadas
>85	Marrón	Para las zonas perjudiciales

Figura 2.3. Nivel sonoro con su respectivo color y trama.

Fuente: elaboración propia.

6. Se añaden todos los detalles finales para terminar el mapa tales como leyenda, título, etc. y se exporta el mapa en un formato que facilite su manipulación. En la figura 2.4 se observa un ejemplo de mapa de ruido en el que a modo de curvas de nivel se muestran, en zonas con diferentes colores, los niveles de presión sonora.

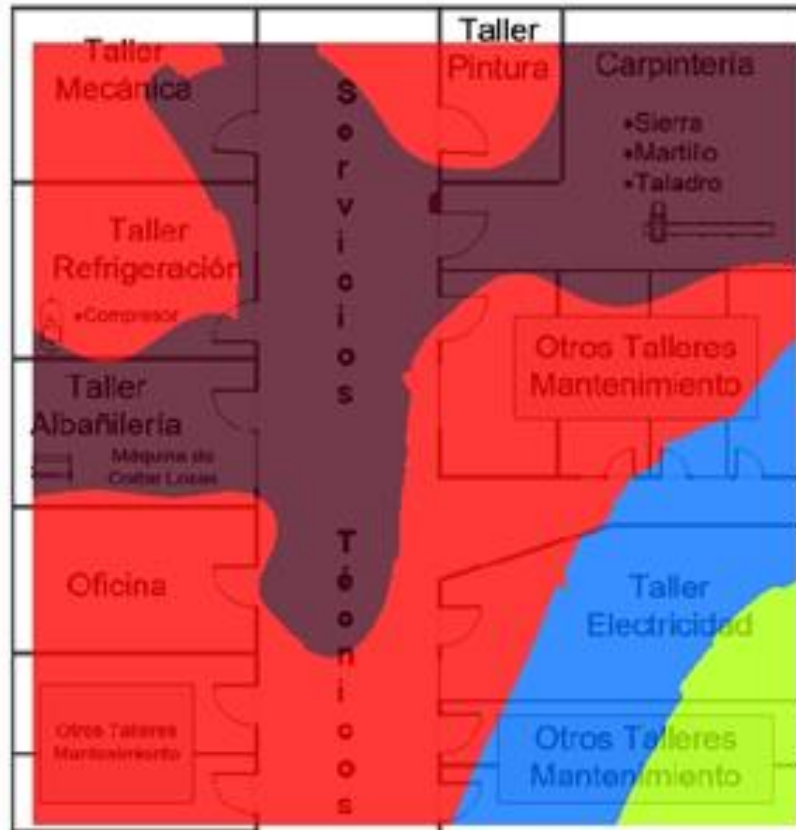


Figura 2.4. Ejemplo de un mapa de ruido construido en el área de Servicios Técnico en un hotel.

Fuente: salida del software ArcGIS 10.3.

Fase 4. Control

Paso 1. Proponer medidas de control

El control del ruido se divide en tres vertientes fundamentales: control en la fuente, en el medio y en el receptor. Un análisis de las medidas primarias basado en los planteamientos de Miyara (1999) y Rodríguez González et al. (2007) sobre las mismas, arroja que son costosas y difíciles de lograr en instalaciones que ya se encuentran en funcionamiento; sobre las organizativas destacan que deben ser utilizadas en última instancia dada su baja efectividad; por tanto, a continuación, se describe específicamente la metodología para el diseño de pantallas acústicas como una forma de división parcial de locales de los posibles métodos de control a emplear.

Pantalla acústica

Se propone el diseño de una pantalla acústica, para ello se emplea el método propuesto por Feliú González (2018).

Premisas:

- Fuente de ruido considerada omnidireccional.
- Factor de directividad igual a la unidad ($Q=1$).
- Se diseña para la frecuencia menor de las de interés y siempre que sea mayor de 200Hz (De las frecuencias donde los Niveles de Presión Sonora (a partir de ahora NPS) sean perjudiciales, se escoge la menor siempre y cuando sea superior a 200Hz).
- Distancia entre la fuente y el receptor menor de 100 metros (para con ello poder ignorar los efectos atmosféricos).
- Las barreras serán delgadas. Se consideran así siempre que su anchura sea menor que la relación $(5 \times f)/c$; donde "f" es la frecuencia de trabajo (término en el cual se profundiza más adelante) y "c" la velocidad del sonido [343m/s]
- Las ondas del campo acústico pueden ser consideradas esféricas. (El espacio entre la fuente y el receptor, debe estar libre de obstáculos generadores de fenómenos como la difracción, de forma que la onda se propague en un campo libre).

Paso 1. Medición del ruido

Paso 2. Clasificar los ruidos existentes

Los dos pasos ya se realizaron anteriormente en los pasos 1 y 2 de la fase de evaluación de la metodología utilizada para la realización del estudio de ruido en la instalación.

Paso 3. Determinar la frecuencia de trabajo y el Nivel de Presión Sonora (NPS) en la fuente

Para determinar la frecuencia de trabajo se comprueba aquellos NPS sin la barrera a la distancia entre la fuente y el receptor ($L_{(d)}^0$) y sus frecuencias correspondientes que resultan perjudiciales. Para saber si el NPS existente es dañino se tiene en cuenta la ecuación 2.7.

$$(2.7) L_{ext} > L_{rec}$$

Si se cumple la ecuación 2.7 el NPS existente es dañino

Donde:

L_{ext}: NPS a partir de las mediciones realizadas

L_{rec}: NPS recomendado por la norma vigente en el lugar de aplicación [dBA]. En este caso se utiliza la NC 871 (2011) (**anexo 4**).

Una vez identificados, se selecciona la frecuencia menor, con un $L_{(d)}^0$ perjudicial, siempre que esta supere los 200Hz. Esta frecuencia será la base de todo el diseño de la barrera que se proponga como medida de control y se denomina frecuencia de diseño o trabajo (f). El NPS en la fuente corresponderá a, de las mediciones realizadas mediante el sonómetro integrado o con el apoyo del Smaart 7, el valor correspondiente a la frecuencia de trabajo.

Paso 4. Determinar si el NPS que llega al receptor es dañino

Para este paso se tiene en cuenta el NPS en la fuente, determinado anteriormente, luego se calcula el NPS que recibe el receptor que se encuentra separado a una distancia determinada de la misma.

$$(2.8) L_{(d)}^0 = L_s - 20 \log(d) - 10.9$$

Donde:

$L_{(d)}^0$: NPS sin la barrera a la distancia entre la fuente y el receptor (d) [dBA]

L_s : NPS en la fuente [dBA]

d : Distancia entre la fuente y el receptor [m]

Para determinar si es dañino el NPS que llega al receptor se utiliza la ecuación 2.8 y 2.9

$$(2.9) \Delta L = L_{ext} - L_{rec}$$

Si $\Delta L > 0$, el NPS existente en el receptor es dañino

Donde:

ΔL : Diferencia de NPS [dBA]

$$L_{ext} = L_{(d)}^0$$

L_{rec} : NPS recomendado por la norma vigente en el lugar de aplicación [dBA]

Paso 5. Comprobar que la barrera es delgada

$$(2.10) bs < 5(f/c)$$

Donde:

bs : Grosor de la barrera [m]

f : Frecuencia de interés [Hz]

c : Velocidad del sonido [343 m/s]

Paso 6. Identificar las variables

Como todo elemento constructivo las pantallas acústicas poseen tres dimensiones (ancho, largo y grosor o profundidad). En el método que se propone, se deben fijar dos de las tres dimensiones, en dependencia de la conveniencia o limitaciones que se tengan. La dimensión que no se fijó, resultará de un despeje de ecuación solución que engloba al resto de las variables y cuyo valor garantizará la solución de la problemática. A continuación, se harán una serie de recomendaciones de cuáles son las variables que se deben fijar, pero para nada se pretende la imposición de las mismas.

- bs : grosor o profundidad de la barrera [m]. Puede ser calculada, pero esta dimensión se presta a ser prefijada, por su relación con el material predominante que se elija para la construcción de la barrera; material que se selecciona por su nivel de disponibilidad y valor económico en el mercado. Por ejemplo, el ladrillo o bloque de hormigón.
- ls : Longitud de la barrera [m] aunque esta variable puede también ser calculada, se propone como dimensión a prefijar, pues depende exclusivamente del hecho que debe sobresalir a ambos lados más allá de la longitud de la fuente o de la longitud de lo que constituya el receptor.
- heq : Altura del equipo o fuente sonora [m]. Esta variable se busca en las especificaciones técnicas del equipo o se mide in situ.
- Ht : Altura de la barrera sobre el equipo o fuente [m]. Esta dimensión es la que se propone calcular en función del resto de las variables, y su valor llevará la solución en sí.

Paso 7. Determinar la altura de la barrera sobre el equipo

A partir de las ecuaciones descritas por Pérez Miñana (1969) en cuanto al estudio de barreras acústicas se refiere; se ha desarrollado este paso, con las modificaciones de nomenclatura, ajustes y desarrollos de fórmulas pertinentes.

De la siguiente ecuación:

$$(2.11) \Delta L = 10 \log \left[1 + \alpha_f \left(\frac{4\pi}{\Omega-1} \right) \right]$$

Donde:

α_f : coeficiente de absorción en fusión de la "f" de la superficie de la barrera expuesta a la onda sonora [sab]. Como es sabido este valor va a depender del material que se escoja para la construcción de la barrera, el cual será elegido en este paso (**anexo 6**).

Ω : ángulo sólido proyectado sobre la barrera, obtenido de la intercepción de una onda sonora con la propia barrera [Sr]. Ver figura 2.5.

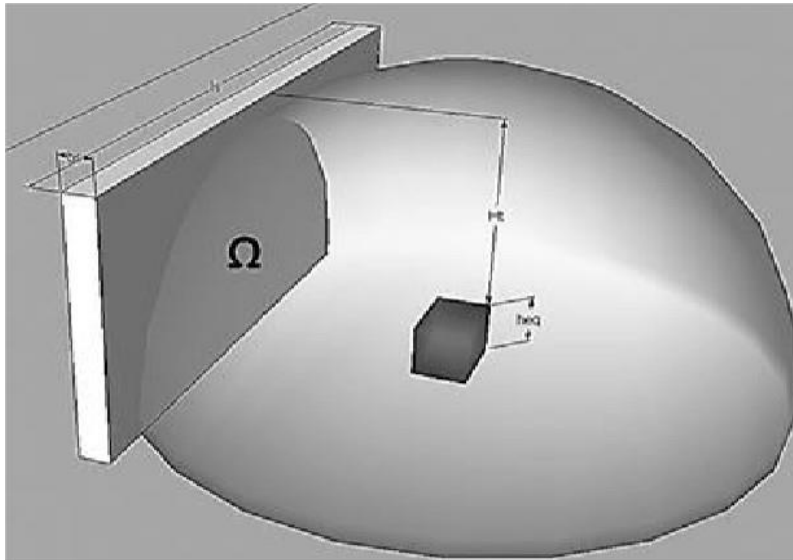


Figura 2.5. Esquema que representa una onda sonora (casquete esférico) y su intercepción con una barrera acústica.

Fuente: tomado de Feliú González (2018).

El término Ω tiene su base de cálculo en las siguientes ecuaciones:

$$(2.12) \Omega = 4 \sin^{-1}(\sin \beta \times \sin \theta)$$

Donde:

$$(2.13) \beta = \tan^{-1} \left(\frac{ls}{2Ht} \right)$$

$$(2.14) \theta = \tan^{-1} \left(\frac{bs}{2Ht} \right)$$

Se sustituye ecuaciones 2.13 y 2.14 en 2.12; y si se simplifica el termino entre “llaves” a través del software Derive 6.0 se obtendría:

$$(2.15) \Omega = 4 \sin^{-1} \left[\frac{bs \times ls}{\sqrt{bs^2 + 4Ht^2} \sqrt{ls^2 + 4Ht^2}} \right]$$

Se despeja Ω en ecuación 2.11:

$$(2.16) \Omega = \frac{\alpha_f \times 4\pi}{10^{(AL/10)} - 1} + 1$$

Se despeja Ht en ecuación 2.15 con Derive 6.0:

$$(2.17) H_t = \frac{\sqrt[2]{\sqrt{\text{sen}^2\left(\frac{\Omega}{4}\right)x(b_s^4 - 2b_s^2l_s^2 + l_s^4) + \text{sen}\left(\frac{\Omega}{4}\right)x(b_s^2 + l_s^2)}}}{\sqrt[4]{\text{sen}\left(\frac{\Omega}{4}\right)}}$$

Si se soluciona la ecuación 2.16 y el resultado se sustituye en ecuación 2.17; se tendrían todas las variables para la obtención de H_t ; y al sumarla a la heq se obtendría la altura total de la barrera.

Paso 8. Determinar la altura del muro de contención

$$(2.18) M = H_t + heq$$

Donde:

M: Altura del muro de contención [m]

heq : Altura del equipo [m]

Paso 9. Determinar el NPS que llega al receptor con la barrera de por medio

Una vez obtenido el valor de H_t , ya se tienen las tres dimensiones de la barrera que se diseña. Pero queda comprobar si es realmente efectiva; pues su propósito para el control del ruido es lograr que el NPS en la posición del receptor con respecto a la fuente (a partir de ahora $L_{(d)}^B$) sea menor o igual a L_{rec} .

Para ello se propone la ecuación de Maekawa (1968); la cual se ha modificado en su nomenclatura:

$$(2.19) L_{(d)}^B = L_s - 20 \log \left(\sqrt{d_{(1)}^2 + H_t^2} + \sqrt{d_{(2)}^2 + H_t^2} \right) - 10 \log \left(\frac{1}{\alpha_b + \alpha_t} \right) - 10.9$$

Donde:

$L_{(d)}^B$: NPS con barrera a la distancia de la fuente al receptor (d) y f [dBA]

$d_{(1)}$: distancia entre la fuente y la barrera [m]

$d_{(2)}$: distancia entre el receptor y la barrera [m]

α_b : coeficiente de la barrera [adimensional]

α_t : coeficiente de transmisión de la barrera [adimensional]

Los términos α_b y α_t se calculan por las siguientes ecuaciones:

El término α_b : $\alpha_b = F(N)$

Donde:

N : Número de Fresnel y se determina según la ecuación 2.20

$$(2.20) N = \frac{2f}{c} \left(\sqrt{d_{(1)}^2 + Ht^2} + \sqrt{d_{(2)}^2 + Ht^2} - d \right) \text{ (para barreras delgadas)}$$

Donde:

$$(2.21) d = d_{(1)} + d_{(2)}$$

$$(2.22) \text{ Para } N \geq 12,7; \alpha_b = 0,004$$

$$(2.23) \text{ Para } N < 12,7; \alpha_b = \frac{[\tanh(\sqrt{2\pi N})]^2}{2\pi^2 N}$$

El término α_t :

$$(2.24) \alpha_t = 10^{(-Rf/10)}$$

Donde:

Rf : Coeficiente de transmisión de la barrera en fusión de la “ f ” [dB] (**anexo 7**). Depende del material elegido (en ecuación 2.10) para la construcción de la barrera y se tiene que cumplir que:

$$(2.25) Rf > -10 \log \left(\frac{\alpha_b}{8} \right)$$

En caso de no cumplirse habría que escoger otro material y se volvería a calcular todo a partir de la ecuación 2.11.

Paso 10. Comprobar si la atenuación que logra la barrera es menor o igual que el valor máximo admisible

Una vez obtenidas todas las variables que intervienen, se realiza el análisis siguiente:

Con el valor obtenido anteriormente de $L_{(d)}^B$ se comprueba la ecuación 2.26:

$$(2.26) L_{(d)}^B \leq L_{rec}$$

En caso de que no se cumpliera lo esperado, se debe volver a rediseñar toda la barrera a partir del paso 7.

Con vistas a resumir de forma esquemática las variables bases que intervienen en los cálculos de los pasos 9 y 10, se propone ver la figura 2.6; donde R es receptor y F es la fuente. En esta representación se ha considerado que el receptor y la fuente tienen la misma altura.

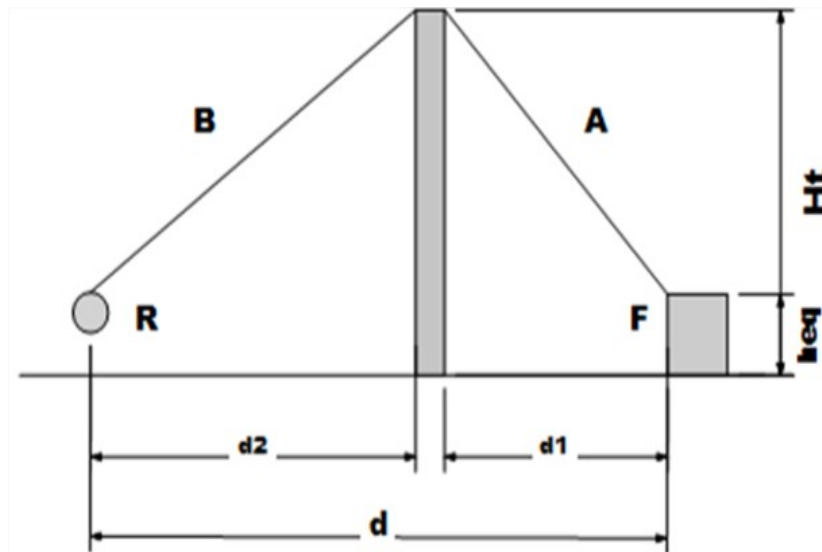


Figura 2.6. Representación esquemática de las variables para el cálculo del paso 6.

Fuente: tomado de Feliú González (2018).

Fase 5. Valoración económica de las medidas

Paso 1. Valorar económicamente las medidas propuestas

Desde la decisión más elemental, hasta la más compleja que el hombre toma, requiere de un análisis previo. Sin dudas, el análisis resulta tan diverso y complejo como la propia actividad humana. Para realizar un estudio económico adecuado se requiere del conocimiento del análisis en todas sus dimensiones. (Trujillo Rodríguez, 2012)

Para lograr el éxito en los negocios, las empresas también necesitan establecer cuál será su ventaja competitiva, aquella que hará que el producto o servicio sea el preferido por los consumidores. Para ello, resulta fundamental que tanto directivos como colaboradores se actualicen en el uso de nuevas tecnologías en sus operaciones y sean creativos en la forma en que diseñan y comercializan los productos y servicios que se brindan. La importancia del análisis y la estimación de costos permiten conocer a tiempo si el precio al que se vende lo que se produce logra la obtención de beneficios, luego de cubrir todos los costos de funcionamiento de la empresa. (Lambretón, 2015)

En función de valorar económicamente la factibilidad que representa la aplicación de las medidas propuestas, se hace un análisis para la determinación del costo total. Este se conforma por el precio de la mano de obra, la cual, según en el ámbito de la contabilidad empresarial, se entiende por el coste absoluto vinculado a los trabajadores; así como el precio

de la materia prima, el que se refiere a los costos de los materiales que pueden identificarse en la fabricación de un producto terminado.

Para determinar el costo de materiales se utiliza la tabla 2.5 como se muestra a continuación:

Tabla 2.5. Modelo para el cálculo del costo de consumo de materiales.

Actividad	Materiales	UM	Cantidad	Precio	Total
Costo total					

Fuente: elaboración propia.

El modelo anterior muestra el formato para el cálculo del costo de consumo de materiales. En su primera columna quedará recogido el desglose de todas las actividades de la propuesta constructiva, en la segunda los materiales constructivos necesarios por cada componente, en la tercera la unidad de medida empleada, en la cuarta la cantidad a utilizar de cada material, en la quinta el precio para cada uno de ellos y por último el total será el resultado de la multiplicación de la cantidad (columna 4) por el precio (columna 5). Finalmente, el costo total de consumo de materiales se corresponderá con la sumatoria de la última columna.

Para determinar el costo de empleo de la mano de obra se utiliza la tabla 2.6.

Tabla 2.6. Modelo para el cálculo del costo de empleo de mano de obra.

Actividad	UM	Cantidad	Precio	Total
Costo total				

Fuente: elaboración propia.

En el modelo brindado anteriormente se debe recoger en la primera columna la actividad que se desarrolla, en la segunda la unidad de medida empleada, en la tercera la cantidad, posteriormente el precio y finalmente un total que es resultado de multiplicar la cantidad (columna 3) por el precio (columna 4). Finalmente, el costo total de empleo de mano de obra se determinará como la sumatoria de la última columna.

- Determinar los costos totales

El cálculo de la partida de costos totales será determinado como la suma de las partidas de costo de consumo de materiales y costo de empleo de mano de obra.

$$(2.27) CT = Cmat + Cmo$$

Donde:

CT: Costos totales (CUC)

Cmat: Costo de consumo de materiales (CUC)

Cmo: Costo de empleo de mano de obra (CUC)

Fase 6. Implementación

Paso 1. Materialización de las medidas de control

Una vez establecidas las medidas de control, deben ser implementadas según la disponibilidad de presupuesto con que cuente la entidad para la realización de inversiones de tal índole, lo cual facilita la toma de decisiones a la dirección de la entidad.

Retroalimentación

Como la mejora continua es una premisa de todo procedimiento, y como cualquier sistema implantado es dialéctico, a punto de que cambian las condiciones de trabajo, el personal o la tecnología, resulta imprescindible estar atento a estos cambios para iterar el proceso de manera continua. Es decir, ante cualquier cambio ocurrido en el entorno donde el mismo o cualquiera de los elementos que incluye sea generador de ruidos, el procedimiento prevé su retroalimentación para así garantizar, de forma ininterrumpida, el confort acústico de los trabajadores y clientes.

Conclusiones parciales

- A partir del análisis de 6 metodologías para la evaluación y control de ruido se seleccionó la propuesta por Almeda Barrios (2018) que se aplica al sector hotelero.
- La metodología seleccionada y modificada está compuesta por 6 fases que permiten identificar, evaluar, diagnosticar y controlar el ruido, así como valorar económicamente las medidas de control y materializarlas.
- Se proponen el cálculo de índices de confort acústico y la utilización del software ArcGIS para el diagnóstico como aportes a la metodología.

Capítulo III. Aplicación de la metodología seleccionada en el hotel

Be Live Experience Tuxpan

En este capítulo se presenta una breve caracterización del hotel Be Live Experience Tuxpan y se muestran los resultados de la aplicación de la metodología seleccionada en el capítulo anterior para la evaluación y control del ruido en instalaciones hoteleras.

3.1 Caracterización de la entidad objeto de estudio

El hotel Be Live Experience Tuxpan pertenece al complejo Be Live Experience Cactus-Tuxpan desde 2018.

El hotel Be Live Experience Tuxpan, se inauguró el 12 de diciembre de 1990, categoría cuatro estrellas de sol y playa de régimen todo incluido, perteneciente a la cadena Be Live Experience, es un hotel en contrato de administración cuya propiedad está representada por Cubanacán, y administrado por Be Live Experience. La instalación está ubicada en la Avenida Las Américas, km 2 ½. Varadero. Matanzas, Cuba. Limita al norte con la playa Varadero, al sur con el campo de Golf, por el oeste colinda con el Hotel Be Live Experience Cactus y al este con el Hotel Bella Costa y ocupa un área de 4.00 ha, de ellas 2,5 ha corresponden a áreas verdes y 1,5 ha a edificaciones, esta edificación consta de 4 plantas de altura con 233 habitaciones en general.

Misión: Somos un hotel de vacaciones, con acogedores jardines, bella playa y un servicio distinguido por la amabilidad y la atención personificada.

Visión: Hotel de vacaciones con un producto renovado y competitivo, con valores agregados, servicios distinguidos por la amabilidad y atención personificada. Con el único propósito de ser: “El hotel donde la amabilidad y la sonrisa le hace soñar y volver”.

Línea de productos y servicios

La instalación promueve y comercializa los servicios de alojamiento y gastronomía en moneda libremente convertible donde se cumple con los reglamentos establecidos en el país; la instalación cuenta con 3 restaurantes (Buffet “Cristal”, Especializado “El Rancho” y Especializado “El Colibrí”), 7 bares (Lobby Bar, Snack Bar “El Colibrí”, Bar Piscina, Bar Playa “El Delfín”, Bar Mojito, Bar de Frutas, un Bar Café) y una mini-tintorería. A lo largo del día se desarrollan numerosos juegos de participación y actividades para niños y adultos, así como espectáculos y shows nocturnos y posee una Disco “La Bamba” que presta servicio para

clientes internos libre de pago y para clientes externos, con diferentes cover según la actividad. Para complementar las actividades fundamentales, desarrolla otras actividades tales como: celebraciones, eventos, bodas y otros similares. Arrendamiento de locales y espacios para tienda y actividades complementarias.

Principales mercados

Los principales mercados emisores del hotel Be Live Experience Tuxpan son Canadá, Holanda, Alemania, Italia, Francia y el turismo nacional, en general cuentan con clientes repitentes que prefieren la instalación por su agradable zona, la tranquilidad del lugar, por ser un hotel de familia, la hospitalidad de sus trabajadores y sus condiciones naturales.

Principales competidores

Los competidores del hotel son los restantes hoteles del polo turístico de Varadero, ya sean de la cadena Be Live Experience, Meliá International Hotels, Beaches, Breezes, Islazul, Gran Caribe, Cubanacán o de otra.

3.2 Aplicación de la metodología seleccionada

Fase 1. Inicio

Paso 1. Identificar y caracterizar las principales áreas y fuentes de emisión sonora

A través de la observación, escucha directa, revisión de documentos donde se muestran las quejas de los clientes y entrevistas a los trabajadores de diferentes áreas (cocina, buffet, mini-tintorería, animación, personal administrativo, Recursos Humanos, Calidad y Servicio Técnico) se determinaron como las principales zonas ruidosas la mini-tintorería, oficinas del área de Servicios Técnicos, oficina perteneciente al personal Costo, habitaciones 313,315,317 y 319, el área de show y restaurante buffet "Cristal".

Caracterización de las áreas de estudio

Mini-tintorería

La mini-tintorería se encuentra ubicada dentro del hotel Be Live Experience Tuxpan. La misma presta servicio tanto a los huéspedes del hotel, a los asesores extranjeros como al buffet y a los restaurantes especializados perteneciente a dicha instalación. La mini-tintorería cuenta con 1 trabajador cuyo horario es de lunes a sábado de 9:00 am a 5:00 pm. En esta área existen:

- 2 lavadoras
- 2 secadoras

- 2 planchas al vapor
- 2 extractores
- 1 ventilador

Se detectan como fuentes de ruido en esta área las secadoras y los extractores.

Oficinas en el área de Servicios Técnicos

En esta área existen 4 oficinas pertenecientes al personal de Servicios Técnicos, integrado por una plantilla de 13 trabajadores que laboran de 9:00 am - 5:00 pm, estos obreros no permanecen en las oficinas las 8 horas de trabajo porque están al servicio de atender las averías que se presenten en el hotel. Detrás de estas oficinas se encuentra la sala de máquina, en la que existe niveles de presión sonora elevados. La sala se encuentra en un local cerrado, con una estructura de 10 bombas de agua donde solo 3 trabajan, 4 hidroneumático de los que trabaja solo 1, 2 tanques acumuladores de agua, 2 calderas de apoyo al sistema de agua caliente y 1 bomba de apoyo al sistema contra-incendios. A la derecha de la sala máquina en el sentido de acceso al local se encuentra una puerta la cual da lugar a uno de los 2 grupos electrógenos de emergencia. El grupo se encuentra ubicado dentro de un local cerrado que tiene solo una ventana al exterior.

Oficina del personal de Costo

En la oficina del personal de Costo trabajan 2 personas con un horario de 9:00 am- 5:00 pm de lunes a sábado. Es un local de 2.50 x 3m, cuenta con 2 sillas, 1 Split, 1 archivo y 2 buros, detrás de uno de ellos existe una ventana de cristal que se encuentra orientada hacia el espacio donde está ubicado el sistema de enfriamiento del hotel, este produce niveles sonoros elevados lo que resulta una molestia para las personas que trabaja en dicha oficina. El sistema de enfriamiento está integrado por 2 equipos de los cuales trabaja solamente uno ininterrumpidamente cuya función es climatizar las habitaciones. Se encuentran cercados con maya poligonal en un espacio abierto, el cual es supervisado por el personal de Servicios Técnicos.

Habitaciones 313, 315, 317 y 319

Las habitaciones objeto de estudio son 313, 315, 317 y 319 las cuales son habitaciones standard con una capacidad máxima de 2 clientes por habitación, en esta área trabaja 1 camarera. El ruido que ataca la tranquilidad y perturba el sueño de los clientes está ocasionado por la discoteca “La Bamba” que funciona en horario nocturno de 11:00 pm – 4:00 am, solo los sábados. Presta servicios tanto a los clientes del hotel como a clientes externos. La discoteca

se encuentra debajo de estas habitaciones, puesto que las vibraciones y sonidos son altamente perceptibles.

Área de show

El espectáculo se realiza al aire libre en el horario promedio de 9:30 pm – 10:30 pm; para el disfrute del show tiene dentro de su área, mesas y sillas destinadas para esto. Esta área se encuentra ubicada de manera adyacente a la piscina y a un pequeño espacio orientado a la venta de artesanía y frente al Bar Piscina, el cual funciona las 24 horas, constituido por 2 turnos de trabajo estructurado por 1 fregador, 1 cocinero y 3 dependiente, los mismos prestan servicios a los clientes que gozan del show. La recreación realizada en este espacio es fuente emisora de ruido que afecta a los trabajadores del Bar Piscina y el confort acústico en las habitaciones con vista a la piscina, destinadas al descanso y relajación, ubicadas en el edificio principal del hotel; localizado detrás de la piscina de manera contraria al área de show.

Restaurante buffet “Cristal”

El restaurante buffet “Cristal” presta servicios de desayuno (7:30 am- 10:30 am), almuerzo (1:00 pm - 3:00 pm) y cena (6:30 pm - 10:00 pm), con amplia variedad de ofertas. Tiene una capacidad máxima de 320 clientes, para lo cual dispone de una plantilla de 22 trabajadores, organizados en 2 turnos de 8 horas, cada turno cuenta con un capitán de servicios gastronómicos, 10 dependientes, 2 cocineros (que laboran en el área de pizzas, pastas, show cooking y trinchado) y 2 asistentes. El salón que ocupa el buffet está estructurado por 4 estaciones, donde se encuentran las mesas a las que los clientes se sientan a comer, atendidas por 2 dependientes cada una. Los alimentos que se ofrecen se encuentran ubicados en diferentes áreas, el área fría, el área de pastas y el área caliente.

Los problemas de ruidos detectados en el restaurante buffet “Cristal” están ocasionados por la manipulación de la vajilla y cubertería, la comunicación verbal de clientes y el área de cocina cuyo acceso se encuentra ubicado cerca de las mesas de servicio.

Fase 2. Evaluación

Paso 1. Medir los niveles de ruido existentes

Las mediciones con el sonómetro se realizan bajo los requisitos de medición mencionados en el capítulo anterior; en la mini-tintorería, en el área de Servicios Técnicos y en la oficina perteneciente al personal de Costo se realizan durante el día puesto que en este horario es cuando se encuentran los trabajadores, en las habitaciones 313, 315, 317 y 319 en la sección comprendida de 12:00 am – 1:00 am dentro del horario (11:00 pm – 4:00 am) de la discoteca

“La Bamba”, en el área de show y el restaurante buffet “Cristal” entre las 8:30 p.m. y las 11:00 p.m., por ser el momento donde se alcanzan los NPS más elevados, sin embargo, es importante señalar que en el resto del día también se mantienen altos NPS debido a los efectos de la comunicación, pero inferiores a los de la noche.

Al relacionar este equipo con el software Smaart 7, se logra el desglose del espectro de frecuencias en bandas de octava como se muestra a continuación en las diferentes mediciones realizadas en las áreas objeto de estudio.

Mini-tintorería

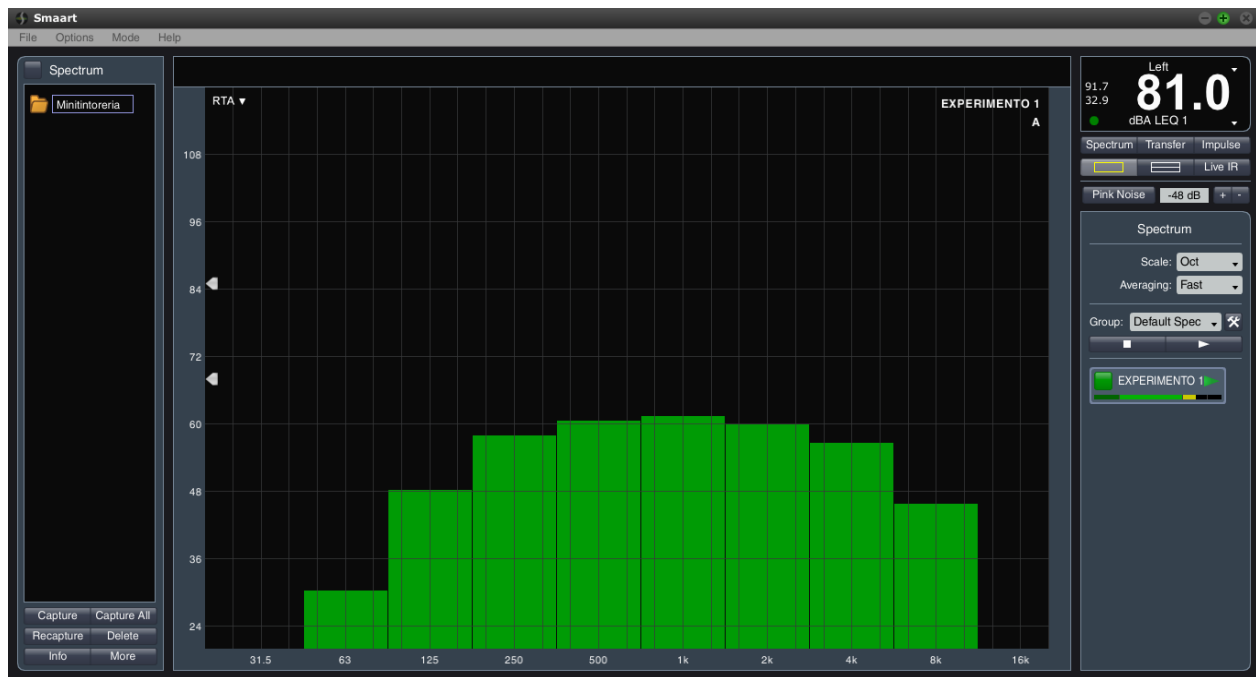


Figura 3.1. Medición sobre las secadoras cuando se encuentran en funcionamiento.

Fuente: salida del software Smaart 7.

Tabla 3.1. Desglose del espectro de frecuencias - secadoras cuando se encuentran en funcionamiento.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	31	48	58	60	61	59	57

Fuente: salida del software Smaart 7.

De la misma manera se realizan diferentes mediciones en los puntos de interés de los locales objeto de estudio. El **anexo 8** muestra las salidas del software Smaart 7 con los resultados de

las mediciones en los restantes puntos de medición y en la tabla 3.2 se resumen los valores de obtenidos en el espectro de frecuencias para dichos puntos.

Tabla 3.2. Determinación de los niveles de presión sonora (NPS) en los diferentes puntos interés de las áreas objeto estudio con el espectro de frecuencias.

Local	Punto de medición	Frecuencias (Hz)						
		63	125	250	500	1000	2000	4000
Mini-tintorería	Sobre las secadoras cuando se encuentran en funcionamiento	31	48	58	60	61	59	57
	A 1 m de las secadoras	25	48	56	69	68	62	61
	Frente los extractores cuando se encuentran encendidos	26	46	58	62	65	64	50
	Secadoras y extractores en funcionamiento	61	65	75	74	83	81	70
Oficinas del área de Servicios Técnicos	Dentro de las oficinas de área	50	56	65	74	72	64	53
	Puerta de sala de máquina	50	59	56	64	71	73	60
	Frente al sistema de agua caliente	45	50	73	79	85	84	74
	Puerta del local del grupo electrógeno de dicha sala	43	51	64	75	86	87	75
	Frente al grupo electrógeno	49	59	69	74	85	69	57
Oficina perteneciente al personal de Costo	Dentro del departamento	27	45	61	63	58	61	74
	Cercano al sistema de enfriamiento	64	72	73	75	85	80	73
	Frente al sistema de enfriamiento	59	62	94	97	92	88	82

Habitaciones 313, 315, 317 y 319	En las habitación 313	30	40	49	50	55	46	38
	En las habitaciones 315	27	41	48	60	61	48	37
	En la habitación 317 y 319	34	47	60	72	73	59	48
	En el balcón de las habitaciones 313 y 315	35	46	61	78	83	72	49
	En el balcón de las habitaciones 317 y 319	50	59	60	65	71	64	59
	En la puerta de la discoteca “La Bamba”	33	45	47	73	75	71	61
	Dentro de la discoteca “La Bamba”	49	72	75	84	94	95	75
Área de show	En las habitaciones con vista piscina	36	50	68	70	64	59	60
	En el Bar Piscina	63	72	80	85	87	85	74
	En el centro del área de show	46	61	75	87	98	96	93
	Al lado del escenario	64	71	79	80	86	79	74
Restaurante buffet “Cristal”	En la puerta del buffet	26	47	58	50	58	54	53
	Mesas aledañas a la puerta de la cocina	46	59	74	83	93	90	86
	Centro del salón	60	64	68	71	75	71	62
	Mesas cercanas al stock de los dependiente en las estaciones del buffet	46	49	58	51	65	59	62

Fuente: elaboración propia.

Paso 2. Clasificar los ruidos existentes

Basado en la respuesta lenta del sonómetro, las diversas mediciones realizadas en las oficinas del área de Servicios Técnicos y en la oficina perteneciente al personal de Costo, no varía en

más de 5 dB, por lo que, los ruidos se clasifican como constantes. Contrario a esto, sucede en las siguientes áreas: la mini-tintorería, las habitaciones 313, 315, 317 y 319, el área de show y en el restaurante buffet “Cristal”, donde los ruidos producidos se clasifican como no constantes pues existe una variación por encima de 5 dB.

Criterio N para ruidos constantes aplicado a las oficinas en el área de Servicios Técnicos y a la perteneciente al personal de Costo

Dado que el ruido producido por el sistema de agua caliente y el grupo electrógeno que se encuentran en la sala de máquina detrás de las oficinas en el área de Servicios Técnicos y el sistema de enfriamiento que afecta a la oficina de Costo son constantes, se emplea el criterio N (tabla 2.2) para la evaluación del mismo, como se expone a continuación:

Tabla 3.3. Criterio N aplicado a las oficinas en el área de Servicios Técnicos.

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	50	56	65	74	72	64	53
Criterio N (NdB)	35	40	60	75	75	70	60

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.4. Criterio N aplicado a la oficina perteneciente al personal de Costo.

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	27	45	61	63	58	61	74
Criterio N (NdB)	35	35	55	60	60	65	80

Fuente: elaboración propia.

Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A)) para ruidos no constantes aplicado en la mini-tintorería, en las habitaciones 313, 315, 317 y 319, en el área de show y en el restaurante buffet “Cristal”

El sonómetro utilizado posee la característica de ser promediador integrador, el valor de este criterio se obtiene directamente al realizar las mediciones, la siguiente tabla 3.5 enumera la relación área-medición:

Tabla 3.5. Relación entre las áreas-medición.

Área	Medición dB(A)	Descripción
Mini-tintorería	87.6	Secadoras en modo centrífuga Extractores encendidos
Habitaciones 317, 319	68.5	Horario de discoteca “La Bamba”
Habitaciones con vista a piscina	66.7	Horario de Show
Bar Piscina	89	
Buffet	87.3	Mesas aledañas a la puerta de la cocina

Fuente: elaboración propia.

Paso 3. Determinar los niveles recomendados según su clasificación

Para determinar los niveles recomendados en las áreas objeto de estudio del hotel se emplea la tabla 1 de la NC 871 (2011) (**anexo 4**) donde se obtienen los valores máximos admisibles para los ruidos constantes y no constantes.

En la mini-tintorería se brindan servicios que dependen en su mayoría de equipos por lo cual se relaciona con la actividad número 2 de la NC 871 (2011).

En el caso de las oficinas en el área de Servicios Técnicos y la perteneciente al personal de Costo requiere de la comunicación verbal entre compañeros de trabajo además de desarrollar la labor propia de esa área. El servicio del buffet y los trabajadores del Bar Piscina aparte de la comunicación entre los propios trabajadores la cual es esencial requiere de la interacción cliente-trabajador, por lo que coincide estas actividades con las características de la actividad laboral número 4 de la norma antes mencionada.

La demanda de los huéspedes en las habitaciones es la privacidad, un espacio silencioso donde se puedan descansar y relajar, estas condiciones se relacionan con la actividad número 7 de la NC 871 (2011); no incluye la actividad de descanso, pero se selecciona porque comprende el menor valor para los niveles sonoros máximos admisibles para ruidos constantes.

Después de realizar una revisión bibliográfica resultó que el valor seleccionado para las habitaciones (50 dB) coincide con lo establecido en la NC 775-9 (2010).

Actividad 2: “ejecución de operaciones manuales con comunicación acústica, tales como la dirección de máquinas e instalaciones móviles”.

Actividad 4: “solución de tareas cotidianas relativas a la actividad intelectual con requisitos constantes de comunicación con un público variable; ejecución de procesos motores, donde existen operaciones intermedias, tales como labores administrativas, atención a los clientes y servicios de consulta”.

Actividad 7: “Trabajo creador, cumplir con los requisitos relativos a la recepción y el procesamiento de la información, tal como impartir clases, actividades médicas; actividades científicas; diseño”.

La tabla 3.6 muestra los niveles recomendados según la norma NC 871 (2011).

Tabla 3.6. Niveles recomendados según NC 871 (2011).

Área/Criterio	Nivel sonoro equivalente continuo dB(A)	Criterio N (NdB)
Mini-tintorería	80	-
Oficinas	-	65
Habitaciones	50	-
Trabajadores Bar Piscina	70	-
Buffet	70	-

Fuente: elaboración propia.

Paso 4. Comparar los niveles existentes con los recomendados

La continuidad del estudio lo determina este paso al comparar los niveles sonoros existentes con los recomendados.

En la mini-tintorería

$$87.6 \text{ dB(A)} > 80 \text{ dB(A)}$$

En las oficinas del área de Servicios Técnicos

$$75 \text{ NdB} > 65 \text{ NdB}$$

En la oficina del personal de Costo

$$80 \text{ NdB} > 65 \text{ NdB}$$

En habitaciones 313, 315, 317 y 319

68.5 dB(A) > 50 dB(A) (habitaciones más afectadas 317 y 319)

En el área de show

66.7 dB(A) > 50 dB(A) (habitaciones con vista piscina)

89 dB(A) > 70 dB(A) (trabajadores del Bar Piscina)

En el buffet

87.3 dB(A) > 70 dB(A) (mesas aledañas a la puerta de la cocina)

Debido a que los N (dB) y los Leq (A) (dB) > Nivel Máximo Admisible (dB), entonces los niveles de ruido son inadecuados y perjudiciales, es necesaria la aplicación del resto de las fases de la metodología.

Al realizar un análisis por bandas de octava en las áreas con ruido constantes se observa que en las oficinas del área de Servicios Técnicos existen afectaciones en las frecuencias 500, 1000 y 2000 Hz, donde la frecuencia mínima de interés es 500 Hz con 75 NdB y en la oficina perteneciente al personal de Costo se muestra una afectación en la frecuencia 4000 Hz con 80 NdB.

Todas las áreas objeto de estudio poseen niveles de ruido que sobrepasan lo establecido. Debido a la exposición prolongada de este entorno contaminado trae consecuencias perjudiciales para la salud de los trabajadores, así como su influencia en la satisfacción del cliente lo que puede producir el deterioro del ambiente acústico; por lo que se hace necesaria la implementación de las fases de diagnóstico y control, lo cual hace necesario la valoración económica de las medidas propuestas, así como la materialización de las mismas y un proceso de retroalimentación que manifieste la disminución de los niveles sonoros y del tiempo de reverberación en las zonas dañadas.

Paso 5. Cálculo e interpretación de índice de confort acústico

Nivel de interferencia conversacional (PSIL)

El índice de nivel de interferencia conversacional se aplica para las áreas objeto de estudio donde existen ruidos constantes.

Tabla 3.7. Resultado del índice nivel de interferencia conversacional (PSIL) en las áreas donde existen ruidos constantes.

Áreas objeto de estudio	PSIL (dB)	Distancia máxima a la que se considera satisfactoriamente inteligible una conversación normal (m)	Distancia máxima a la que se considera satisfactoriamente inteligible una conversación en voz muy alta (m)
Oficinas del área de Servicios Técnicos	60.5	0.25	0.50
Oficina perteneciente al personal de Costo	64	0.25	0.50

Fuente: elaboración propia.

En las oficinas pertenecientes al personal de Servicios Técnicos y de Costos la distancia máxima para una buena comunicación normal sería de 0.25 metros y en voz muy alta la distancia sería 0.50 metros.

Tiempo de reverberación (Tr)

En el **anexo 9** se relaciona las diferentes superficies existentes en el área objeto de estudio, su área y el coeficiente de absorción de cada material; los valores de dichos coeficientes se extraen de tablas pertenecientes a Miyara (1999), García Dihigo y Real Perez (2005), Carrión Isbert (1998) y Rodríguez González et al. (2007), con el fin de obtener la absorción total del recinto y determinar la cuantía del tiempo de reverberación antes del tratamiento.

A continuación, la tabla 3.8 muestra los resultados del índice Tiempo de reverberación.

Tabla 3.8. Resultado del índice Tiempo de reverberación (Tr)

Áreas objeto de estudio	Resultado del índice (s)
Mini-tintorería	0.10
Oficinas del área de Servicios Técnicos	0.51
Oficina de Costo	0.72
Habitaciones 313, 315, 317 y 319	1.06

Área de show	0.28 (Bar Piscina)
	1.06 (habitaciones con vista piscina)
Restaurante buffet "Cristal"	0.63

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla 3.8 los tiempos de reverberación recomendados, para estos locales (edificio de tipo residencial) deben ser menores que 1, pero no todos los tiempos de reverberación que arrojan el cálculo del mismo cumplen con esta condición. En las habitaciones objetos de estudio son necesarios 1.06 segundos para que después que cese la emisión de ruido, el nivel de presión sonora disminuya 60 decibelios.

Fase 3. Diagnóstico

Paso 1. Confeccionar mapas de ruido

Los mapas de ruido se emplean como instrumento para el diagnóstico, debido a que son las principales herramientas de análisis en lugares contaminados acústicamente; los mapas se elaboran en concordancia con los pasos y rangos de niveles sonoros expuestos en el capítulo precedente. Se emplea la herramienta Visio de Microsoft Office para la realización de los mismos y el software ArcGis.

La figura 3.2 muestra el mapa de ruido en la mini-tintorería cuando encienden los extractores y las secadoras se encuentran en funcionamiento

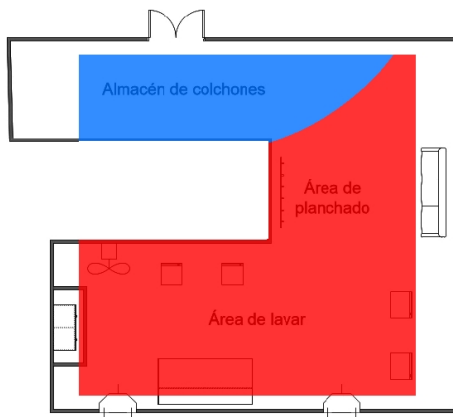


Figura 3.2. Mapa de ruido de la mini-tintorería cuando encienden los extractores y las secadoras se encuentran en funcionamiento

Fuente: salida del software ArcGis.

En el mapa de ruido quedaron representadas todas las mediciones realizadas y como resultado de su aplicación en la mini-tintorería, se constata que existe contaminación acústica en el local, mientras que solo en el almacén de colchones se encuentra en alerta de contaminación.

El **anexo 10** muestra los mapas de ruido de las oficinas del área de Servicios Técnicas, de la oficina perteneciente al personal de Costo, el de las habitaciones 313, 315, 317 y 319, así como el mapa del área de show y el del restaurante buffet “Cristal”.

Tras la aplicación de la herramienta arrojó que:

- Las oficinas del área de Servicios Técnicos existen niveles sonoros elevados en gran parte de las áreas pertenecientes a este local, los cuales casi en su totalidad son generados por el sistema de agua caliente y por el grupo electrógeno que se encuentran en la sala de máquina, los altos niveles sonoros que existen en el área circundante a estos equipos pueden ser perjudiciales para la salud de los trabajadores que se encargan de su mantenimiento y control. Las oficinas de esta área se encuentran en estado de alerta de contaminación producto de la cercanía con el cuarto de máquinas.
- La oficina perteneciente al personal de Costo se percibe niveles sonoros elevados, principalmente en el local donde se encuentra el sistema de enfriamiento del hotel los altos niveles sonoros que existen en el área circundante a estos equipos pueden ser perjudiciales para la salud de los trabajadores que se encargan de su mantenimiento y control. Mientras que en la propia oficina se encuentra en alerta de contaminación.
- Las habitaciones 313, 315, 317 y 319; cabe resaltar, que las habitaciones 317 y 319 se ubican directamente debajo de la discoteca “La Bamba”, existe contaminación acústica, mientras que las otras habitaciones se encuentran en alerta de contaminación, debido a los altos niveles de ruido que se generan por la discoteca, los cuales se transmiten hacia este bloque habitacional.
- En el área de show se encuentra contaminada acústicamente, producto a los elevados niveles de ruido que se generan por la realización del espectáculo, zona que resulta la más perjudicada de esta área, lo cual se torna dañino para los trabajadores, quienes constantemente se encuentran expuestos a estos elevados NPS y por tanto, a las consecuencias de los mismos; también ocurre así para muchos clientes en sus habitaciones, quienes en busca de satisfacción general encuentran un ambiente desagradable.
- En el restaurante buffet “Cristal” manifiesta la existencia de niveles sonoros elevados en casi todo el local, los cuales casi en su totalidad son generados por el bullicio de los

trabajadores y clientes y por la cercanía de algunas mesas a la puerta de la cocina. Solamente una parte del área de las estaciones se encuentra en alerta de contaminación.

Fase 4. Control

Paso 1. Proponer medidas de control

Se propone una serie de medidas de control enfocadas a la solución de los problemas existentes en las áreas objeto de estudio provocado por el ruido.

- **Control en la mini-tintorería**

Para implementar la fase de control en la mini-tintorería se analiza el tipo de medidas a emplear en este y, dada la no factibilidad de aplicación de las medidas secundarias, se decide las siguientes medidas:

1. Uso obligatorio de tapones de oído para el trabajador como medio de protección.
2. Mantenimiento periódico de los extractores y secadoras para evitar el desgaste y con esto el ruido.

- **Control en las oficinas del área de Servicios Técnicos**

Debido a la cercanía de la oficina de Servicios Técnicos con la sala de máquina, la cual tiene como puerta de acceso una reja de maya hexagonal, se decide la sustitución de esta por una puerta de madera con el objetivo de atenuar los altos niveles sonoros que se emiten desde la sala, lo cual afecta a los trabajadores de dicha área, además se propone la utilización de orejeras al personal de Servicios Técnicos que se encarga de la manipulación de estos equipos dentro de la sala.

Puerta en la Sala de máquinas

Se propone colocar una puerta de madera en la sala de máquinas, material seleccionado por su alto coeficiente de reflexión. Para calcular el área de dicha puerta se emplea la ecuación 3.1.

$$(3.1) A = a \times h$$

Donde:

A: área de la puerta [m^2]

a: ancho de la puerta [m]

h: altura de la puerta [m]

Como la abertura cuenta con dimensiones de $a = 0.89 \text{ m}$ y $h = 1.90 \text{ m}$, entonces:

$$A = 0.89 \times 1.90 = 1.69 \text{ m}^2$$

Finalmente se determina que la puerta poseerá un área de 1.69 m^2 y se empleará madera para su construcción.

- **Control en la oficina perteneciente al personal de Costo**

Pantalla acústica

Antes de entrar directamente en el método, se hace necesario, según los datos iniciales, comprobar las premisas planteadas:

- Fuente de ruido considerada omnidireccional.
- Factor de directividad igual a la unidad ($Q=1$).
- Distancia entre la fuente y el receptor menor de 100 metros (para con ello poder ignorar los efectos atmosféricos). En este caso $d = 2 \text{ m}$.
- Las ondas del campo acústico pueden ser consideradas esféricas. (El espacio entre la fuente y el receptor, debe estar libre de obstáculos generadores de fenómenos como la difracción, de forma que la onda se propague en un campo libre). Queda por comprobar si el dato del grosor del material que se utilizará (bloque de hormigón de 10 cm) hace que se pueda considerar la barrera como “delgada”; así como escoger la frecuencia de trabajo. Pero estas no serán verificadas hasta el paso 5 y el paso 3 respectivamente.

Igualmente se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El material que se utilizará en la construcción es pared de bloques de hormigón de 10 cm.
- La altura de la fuente de ruido, en este caso los equipos de enfriamientos, es de 2 m.
- La longitud de cada pared es de 11.04 m.
- La distancia entre la pared y la fuente emisora de ruido es de 1.50 m.
- La altura del receptor (la oficina) es 2.50 m.

Procedimiento para diseño de pantalla acústica

Paso 1 y 2. Se desarrollaron anteriormente en la fase de evaluación en el área objeto de estudio (oficina perteneciente al personal de Costo).

Paso 3. Determinar la frecuencia de trabajo y el NPS en la fuente

El ruido que afecta a la oficina perteneciente al personal de Costo se considera ruido constante.

Tabla 3.9. Resultado del análisis de la salida del software y la comparación con el NPS máximo admisible en la fuente (sistema de enfriamiento).

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L existente (dB-A)	59	62	94	97	92	88	82
Criterio N existente (NdB)	35	50	90	95	95	90	90
Criterio N recomendado (NdB)	65	65	65	65	65	65	65
L recomendado (dB-A)	-	-	72	68	65	63	61

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se puede apreciar que existen *Lexist* supera el NPS máximo admisible a partir de la frecuencia 250 Hz. Por lo que existe un problema de contaminación acústica. Como se describe en el paso 3, se debe seleccionar “f”, se cumple así con la premisa de que debe ser la menor de las de interés, siempre que supere los 200 Hz. Para el caso que se presenta: $f = 250$ Hz.

Paso 4. Determinar si el NPS que llega al receptor es dañino

Si se sustituyen los valores en las ecuaciones 2.21, 2.8 y 2.9 se obtiene:

$$(2.21) d = 1.50 m + 0.50 m = 2 m$$

$$(2.8) L_{(d)}^0 = 94 - 20 \log(2) - 10.9 = 77.08 dB$$

$$(2.9) \Delta L = 77.08 - 72 = 5.08 dB$$

Como $\Delta L = 5.08$ dB y $\Delta L > 0$ entonces el NPS que llega al receptor es dañino.

Paso 5. Comprobar que la barrera es delgada

En este caso se comprueba la premisa pendiente.

$$(2.10) \quad bs < 5(250/343)$$

0.1 < 3.64 se cumple.

Paso 6. Identificar las variables

De las dimensiones de la barrera propuesta a obtener, se decide calcular la altura de la misma.

Paso 7. Determinar la altura de la barrera sobre el equipo

Para este paso se hace necesario utilizar las ecuaciones 2.16 y 2.17.

$$(2.16) \quad \Omega = \frac{0.45 \times 4\pi}{10^{(5.08/10)} - 1} + 1 = 3.55 \text{ Sr}$$

$$(2.17) \quad H_t = \frac{\sqrt{\sqrt{\text{sen}^2\left(\frac{3.55}{4}\right) \times (0.1^4 - 2 \times 0.1^2 \times 11.04^2 + 11.04^4) + \text{sen}\left(\frac{3.55}{4}\right) \times (0.1^2 + 11.04^2)}}}{\sqrt[4]{\text{sen}\left(\frac{3.55}{4}\right)}} = 4.49 \text{ m} \approx 4.5 \text{ m}$$

Paso 8. Determinar la altura del muro de contención

Para esto se sustituye los valores en la ecuación 2.18.

$$(2.18) \quad M = 4.5 \text{ m} + 2 \text{ m} = 6.5 \text{ m}$$

Paso 9. Determinar el NPS que llega al receptor con la barrera de por medio

Se utilizaron las ecuaciones 2.20 y 2.21, 2.23, 2.24 y 2.25.

$$(2.21) \quad d = 1.50 \text{ m} + 0.50 \text{ m} = 2 \text{ m}$$

$$(2.20) \quad N = \frac{2 \times 250}{343} (\sqrt{1.50^2 + 4.5^2} + \sqrt{0.50^2 + 4.5^2} - 2) \text{ (para barreras delgadas)} = 10.66$$

Como $N < 12.7$; el término α_b se calcula a través:

$$(2.23) \quad \alpha_b = \frac{[\tanh(\sqrt{2\pi \times 10.66})]^2}{2\pi^2 \times 10.66} = 0.0048$$

Luego se sustituye el valor obtenido en la ecuación 2.25.

$$(2.25) \quad 35 > -10 \log\left(\frac{0.0048}{8}\right)$$

35 > 32.22 se cumple con el material seleccionado.

Después de comprobar Rf se sustituye el valor en la ecuación 2.24, para determinar el coeficiente de transmisión de la barrera (a_t)

$$(2.24) \alpha_t = 10^{(-35/10)} = 0.00032$$

Una vez obtenidos todos los valores necesarios para calcular el NPS que llega al receptor con la barrera de por medio, se sustituyen en la ecuación 2.19.

$$(2.19) L_{(d)}^B = 94 - 20 \log(\sqrt{1.50^2 + 4.5^2} + \sqrt{0.50^2 + 4.5^2}) - 10 \log\left(\frac{1}{0.0048 + 0.00032}\right) - 10.9$$

$$L_{(d)}^B = 40.85 \text{ dB}$$

Paso 10. Comprobar si la atenuación que logra la barrera es menor o igual que el valor máximo admisible

Una vez obtenidas todas las variables que intervienen, se realiza el análisis siguiente:

Se comprueba en la ecuación 2.26 con el valor obtenido anteriormente de $L_{(d)}^B$.

$$(2.26) 40.85 \text{ dB} \leq 72 \text{ dB}$$

De esta forma se demuestra que la barrera ha tenido un diseño eficiente y que logra la atenuación requerida.

- **Control en las habitaciones 313, 315, 317 y 319**

1. Vender las habitaciones de domingo a viernes para evitar que existan clientes en el horario de la discoteca "La Bamba".
2. Destinarlas para Day-Pass que comprenden el horario de 9:00 am - 6:00 pm.
3. Establecer estas habitaciones como: "Habitaciones de Cortesía", utilizadas para clientes repitentes o grupo fam.
4. Establecer estas habitaciones para Guardia Administrativa.
5. Mejorar la acústica de la discoteca.

- **Control en el área de show**

Se parte de un análisis para la aplicación de medidas primarias en el área de show y dado que en esta área es necesario lograr la disminución de los NPS provenientes del espectáculo, a consecuencia de las afectaciones que estos niveles causan, se proponen las siguientes soluciones:

1. Disminución del volumen de sonido de los amplificadores del audio, con la consideración de no afectar el show por deficiente escucha.
2. Ubicación de los bafles de sonido en un ángulo al cual no afecte la calidad del show pero que evite la constante emisión de ruido hacia el edificio de las habitaciones con vista a piscina y hacia el Bar Piscina.

3. Cambiar de posición el escenario de show en sentido al área de la playa con el objetivo de emitir el sonido a un espacio completamente abierto y despejado.
- **Control en el restaurante buffet “Cristal”**

Se propone medidas organizativas en el restaurante buffet “Cristal” para la reducción de los altos niveles de ruido.

 1. Redistribuir las mesas de servicios que se encuentran cerca de la puerta de la cocina hacia la otra sección del restaurante donde no existe mesas buffet, solo estaciones. A raíz de esta medida se tiene que valorar el reforzamiento de la fuerza de trabajo en esta sección propuesta a modificación **(anexo 11)**.
 2. Agregarle a la puerta de acceso a la cocina un brazo hidráulico **(anexo 12)** y quitarle el llavín con el objetivo de que cuando lleguen los dependientes hacia el área de la cocina puedan abrir la puerta con cualquier parte del cuerpo y esta automáticamente después que se pase quede cerrada.
 3. Aplicarles mantenimiento a los carritos auxiliares **(anexo 13)** y sustituir las ruedas que se encuentran deterioradas.

Fase 5. Valoración económica de las medidas

Paso 1. Valorar económicamente las medidas propuestas

- **Mini-tintorería**

Los tapones de oídos son el medio de protección que los trabajadores que laboran en la mini-tintorería, deben usar, el costo de estos no es elevado en el mercado, solo 1.00 CUC lo cual no representa grandes gastos y puede evitar grandes daños su uso, estos deben ser adquiridos mensualmente y al ser 1 trabajador en el área sería 12 CUC/año.
- **Oficinas en el área de Servicios Técnicos**

Con el objetivo de implementar las medidas de control en esta área, es necesario 2 obreros para poder instalar la puerta que servirá de barrera auditiva, los cuales cobran 1.25 CUC/día y el tiempo aproximado que lleva la instalación y puesta en función de la puerta es de 2 día, por lo que el costo total de la mano de obra es de 5 CUC. El costo de la puerta tendrá un valor aproximado de 45.09 CUC, es por ello que el costo total de la propuesta es de 50.09 CUC; además se requiere del uso obligatorio de orejeras para la entrada a la sala de máquinas, las cuales tienen un costo de 4.95 CUC, el período de reposición de las mismas es anualmente. El costo total de las medidas en el área es de 55.04 CUC.

- **Oficina del personal de Costo**

Como se ha demostrado anteriormente, existe un problema de contaminación acústica para un receptor que se encuentra a 2 m de una fuente de ruido. La propuesta de solución ha sido una barrera interior delgada, diseñada para una frecuencia de 250 Hz, capaz de ofrecer una atenuación mínima de 5.08 dB. Las dimensiones de dicha barrera en cuanto a grosor y longitud, fueron prefijadas en 0,1 m y 11.04 m respectivamente; así como el material elegido para su construcción (el bloque de hormigón) y posición en que quedaría la barrera situada con respecto a la fuente (1.50 m), de ahí que se hace necesario construir una pantalla con una altura de 6.50 m. En función de mostrar cómo quedaría la construcción de la misma se hace una simulación a través del software SketchUp, donde se tienen en cuenta las dimensiones de la misma (**anexo 14**).

En el **anexo 15** se muestra la relación del costo de materiales y de la mano de obra para la construcción de la pantalla acústica.

A través del análisis se obtuvo:

$$(2.27) CT = 557.60 \text{ cuc} + 44.16 \text{ cuc} = 601.76 \text{ cuc}$$

Luego de haberse obtenido el costo total que representa la construcción física de la barrera, la propuesta de aplicación queda a manos de la empresa. Aquí se debe tener en cuenta que, a pesar de que la circunstancia amerite un desembolso de monto 601.76 CUC este valor no será significativo en comparación con los beneficios sociales que traerá para los trabajadores, pues la vida de cada uno de ellos representará a largo plazo un incremento de la productividad y con ellos el de las ganancias económicas.

- **Restaurante buffet “Cristal”**

A la puerta de la cocina se le debe colocar un brazo hidráulico, cuyo costo es de 12.00 CUC según el proveedor ITH y la mano de obra con que se cuenta para su montaje será de 1 obrero el cual se demorará 1 hora para la culminación de la tarea, por lo que el costo de mano de obra será de 0.16 CUC, para un total de 12.16 CUC.

Fase 6. Implementación

Paso 1. Materialización de las medidas de control

La centralización de la economía cubana que limita la independencia económica de las empresas y la toma de decisiones de inversión a corto plazo, imposibilitó el cumplimiento de esta fase en el transcurso de la investigación pues, aun cuando se presentaron los resultados a los directivos de la instalación que manifestaron el interés en su implementación, es necesario valorarlas en el análisis del presupuesto del próximo año para su posible aprobación.

Retroalimentación

Con respecto a la retroalimentación se propone que, una vez implementadas las medidas de control, estén atentos a los cambios en la tecnología, el personal, las condiciones ambientales, u otros factores y se itere la metodología, para cumplir con el principio de la mejora continua, toda vez que se detectan las nuevas brechas ante los cambios del entorno, de la tecnología o de la organización y por tanto permiten la retroalimentación.

Conclusiones parciales del capítulo

- Se identificó la mini-tintorería con 87.6 dB(A), las oficinas del área de Servicios Técnicos con 75 NdB, la oficina perteneciente al personal de Costo con 80 NdB, las habitaciones 313, 315, 317 y 319 (habitaciones más afectadas 317 y 319 con 68.5 dB(A)), el área del show (Bar Piscina con 89 dB(A) y habitaciones con vista piscina con 66.7 dB(A)) y el restaurante buffet “Cristal” con y 87.3 dB(A) como las principales áreas ruidosas en el hotel Be Live Experience Tuxpan.
- Mediante el diagnóstico a través de los mapas de ruido se comprobó la existencia de contaminación acústica en los locales analizados.
- Se determinaron como medidas de control para la mini-tintorería la utilización de medio de protección además de la realización de mantenimiento a los equipos del área. Para el área de Servicios Técnicos se determinó la colocación de una puerta en la entrada de la sala de máquina y la utilización de medio de protección. Para eliminar las afectaciones producidas por el sistema de enfriamiento en la oficina perteneciente al personal de Costo se diseñó una pantalla acústica y para las habitaciones 313, 315, 316, 317 y 319, el área de show y el restaurante buffet “Cristal” se trazaron medidas técnicas-organizativas.
- El costo total de la implementación de las medidas propuestas es de 680.96 CUC.

Conclusiones generales

1. Con el basamento de la literatura consultada fue posible detectar las principales afectaciones provocadas por el ruido en la salud, las organizaciones y la comunicación; así como el marco legal relacionado, además de la aplicación de diversos métodos para su control y evaluación económica.
2. Se modificó la metodología seleccionada por Almeda Barrios (2018) compuesta por 6 fases que permite la evaluación, diagnóstico y control del ruido en el hotel Be Live Experience Tuxpan, así como su análisis económico y su importancia para la salud de los trabajadores y clientes.
3. Las mediciones arrojaron valores de 87.6 dB(A) en la mini-tintorería, 75 NdB en las oficinas en el área de Servicios Técnicos, 80 NdB en la oficina perteneciente al personal de Costo, en el horario de la discoteca “La Bamba” 68.5 dB(A) en las habitaciones 317 y 319. En el horario de show, en las habitaciones con vista piscina 66.7 dB(A) y en el Bar Piscina 89.0 dB(A) y 87.3 dB(A) en el restaurante buffet, los cuales superan los límites normados en todos los casos.
4. Se construyeron, como herramienta de diagnóstico en las áreas analizadas, 6 mapas de ruido que ilustran por colores las zonas de mayor contaminación acústica.
5. Se realizaron propuestas de medidas para reducir o eliminar el ruido en las áreas afectadas, donde resalta el diseño de una pantalla acústica en el área del sistema de enfriamiento como medida secundaria y medidas técnicas-organizativas en la mini-tintorería, oficinas del área de Servicios Técnico, habitaciones 313, 315, 317 y 319, en el área de show y restaurante buffet “Cristal”.
6. Mediante un análisis económico se determinó que el hotel necesita de un presupuesto de 680.96 CUC, para poder implementar las medidas propuestas.

Recomendaciones

1. Desplegar la fase de implementación de las medidas propuestas para el control de las áreas afectadas, así como una retroalimentación hacia su inicio que demuestre la efectividad del control.
2. Extender la aplicación de la metodología seleccionada a otras instalaciones hotelera del polo turístico.
3. Valorar otras alternativas de compra para los materiales utilizados en el control que permitan reducir el costo de la medida y mantener su efectividad.

Bibliografía

1. Abad Toribio, L., Colorado Aranguren, D., Martín Ruiz, D., & Retana Maqueda, M. J. (2011). Ruido Ambiental: Seguridad y Salud. *Revista Tecnológica y Desarrollo*, Vol. VIII.
2. Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo. (2005). Reducción y control del ruido. *FACTS*.
3. Alfaro León, W. J. (2016). *Identificación, medición, evaluación y control de ruido a los trabajadores de las áreas de Handling y mantenimiento de TAME EP, en plataformas aeroportuarias*. (Tesis de Maestría), Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21186>
4. Alfonso, A. d. E. (2003). Noise pollution and health. *Observatorio medioambiental*, n 6, pp 73-95.
5. Almeda Barrios, Y. (2018). *Contribución al control de ruido y su valoración socioeconómica en instalaciones hoteleras*. (Tesis de Maestría en administración de empresas. Mención: gestión de la producción y de los servicios.), Universidad de Matanzas Sede "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba.
6. Almeda Barrios, Y., & Cárdenas Curbelo, L. (2015). *Evaluación y propuesta de control del ruido en la UEB Estación de rebombeo Versalles*. (Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial.), Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.
7. Alton Everest, F. (2001). *The master handbook of acoustics* (Fourth Edition ed.): McGraw-Hill.
8. Álvarez Bayona, T. (s.a.). *Aspectos Ergonómicos del ruido: evaluación* Retrieved from <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Ruido%20y%20Vibraciones/ficheros/DTE-AspectosErgonomicosRUIDOVIBRACIONES.pdf>
9. Álvarez Beltrán, E. I. y. C. P., Laura Liz (2018). *Metodología para el control del ruido y su valoración socioeconómica en instalaciones hoteleras: hotel Sol Palmera*. (Trabajo de Diploma), Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.
10. Amable, I., Méndez, J., Delgado, L., Acebo, F., de Armas, J., & Rivero, M. L. (2017). Contaminación ambiental por ruido *Revista Médica Electrónica* vol.39.

11. Arko, A. (2015). No molestar: una tendencia que no hace ruido, *La Nación*. Retrieved from <http://www.lanacion.com.ar/>
12. Babisch, W. (2003). Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise". *Noise Health*.
13. Barron, M. (2010). *Auditorium Acoustics and Architectural Design* (Second Edition ed.). London and New York: Spon Press.
14. Bastián, N. (2015). Elaboración de mapa de ruido de la ciudad de Valdivia mediante software de modelación utilizando métodos de simplificación. . *Síntesis Tecnológica*.
15. Berger, E. H. (2003). Noise Control and Hearing Conservation. Why do it? *The Noise Manual*.
16. Burgui, M. A. (2011). *Metodologías para la elaboración de mapas de ruido y su evaluación. Aplicación a la comunidad foral de navarra.*, Aula Universitaria de Milagro.
17. Camposeco Espina, L. I. (2003). *Medición, evaluación y control del ruido en una industria de maquilado de tubería de acero*. (Tesis de Diploma), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
18. Carrión Isbert, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona, España: Editions UPC.
19. Comisión Administradora Bicameral, B. d. C. d. I. N. (2014). Dossier legislativo. Legislación extranjera. Contaminación acústica.
20. Comisiones Obreras de Asturias. (2007). *El ruido: del riesgo sonoro al daño silencioso* (pp. 55). Retrieved from http://www2.fsc.ccoo.es/comunes/recursos/17629/pub12008_GUIA_SOBRE_EL_RUIDO_EN_EL_ENTORNO_LABORAL.pdf
21. Confederación de Empresarios de Lugo. (2007). *Manual sobre exposición laboral al ruido y vibraciones* Retrieved from <http://www.celugo.es>
22. Consejo Nacional de Seguridad de Chile. (2007). Reducción y Control del Ruido. www.sigweb.cl
23. Derechos, deberes y garantías fundamentales § Capítulo VII (2019).
24. Contreras Lopez , A., & Molero Meneses, M. (2009). Ciencia y Tecnología del medio ambiente. *Universidad nacional de educación a distancia Madrid*.

25. Córdoba, P. S. (2013). Hipoacusia causada por el uso de estéreos personales de audio por presión sonora en jóvenes de la institución educativa pablo tarso y estrategias para disminuir esta problemática en salud ambiental. *Manizales*.
26. Cortés Diaz, J. M. (2002). *Seguridad e Higiene del trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos de Trabajo* (Tercera Edición ed.). Alfaomega, México.
27. Davis, D. y. D., C. . (1987). *Sound System Engineering* (Sams Ed.). Indianápolis.
28. De Gortari, J. (2013). Guía sonora para una ciudad. *Universidad Autonoma Metropolitana*, pag 250.
29. Denmark. (2014). Noise in Europe Copenhagen. *European Environment Agency*.
30. Diputación Foral de Bizcaia. (2010). *Guía tecnica para la gestión del ruido ambiental en las administraciones locales: La actuación contra el ruido y la mejora del ambiente sonoro de nuestros municipios*. Bizcaia, España.
31. Sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. (2002).
32. Domínguez Alejo, M. (2014). *Elaboración del mapa de ruido de la termoeléctrica Antonio Guiteras con la utilización del software Smaart 7*. (Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial), Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Matanzas, Cuba.
33. European Environment Agency. (2014). Noise in Europe. Copenhagen, Denmark: ,.
34. Fajardo Segarra, A. F., Paumier Navarro, J. M., & Traba González, I. I. (2015). Evaluación del ruido producido por el transporte automotor en la calle San Pedro en el Centro histórico de Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*, pp. 75-85.
35. Feliú González, Y. (2018). *Método de diseño de pantallas acústicas para el control del ruido. Aplicación en el área de pailería 1 de la Empresa Industrial Ferroviaria “José Valdés Reyes”*. (tesis en opción al título de Ingeniería Industrial,), Universidad de Matanzas, Matanzas.
36. Fernández. (2014). Ruidos molestos pueden causar sordera. <http://www.vitalis.net/actualidad87.htm>
37. García, A. (2001). Environmental Urban Noise (Advances in Ecological Sciences) [Press release]
38. García Dihigo , J. (2016). *Ruidos, vibraciones y presiones extremas* (S. A. Editorial Labor Ed. 1era edición ed.). Barcelona, España.

39. García Dihigo, J., & Real Perez, G. (2005). *El hombre y su ambiente laboral*. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas.
40. García Fránquiz, L. (2017). El ruido: Esa triste huella sonora. *Periódico Girón*.
41. García Sanz, B., & Garrido, F. J. (2003). *La contaminación acústica en nuestras ciudades* Retrieved from www.estudios.lacaixa.es
42. Gobierno de Chile. (2010). *Estrategia para la Gestión del Control de Ruido Ambiental 2010-2014*. Chile.
43. Hansen, C. H. (2001). *Fundamentals of acoustics. Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and Control*.
44. Harris. (1991). *Handbook of acoustical measurements and noise control*. New York: McGraw-Hill.
45. Harris. (1998). *Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruido* (S. A. McGraw-Hill/Interamericana Ed. Tercera edición. ed.). España.
46. Ibrahim, A. A. (1996). *Contribución a la evaluación y control del ruido en las termoeléctricas de Cuba*. (Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias), Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
47. Legislación en materia de ruido y criterios de valoración del ruido (1998).
48. ISO-TECNICA. (2004). Conceptos Básicos sobre Acústica. <http://www.ciu.com.uy/isotecnica/acust.htm>
49. Izquierdo Ferrer, L. (2018). MINTUR: 2019 será un año de retos para el turismo cubano. *Cubadebate*. <http://www.cubadebate.cu/noticias/2018/12/27/mintur-2019-sera-un-ano-de-retos-para-el-turismo-cubano/#.XGb6b3TpJAq>
50. Kaplan, J. (1976). *Medicina del Trabajo* (E. Ateneo Ed. Tercera Edición ed.). Buenos Aires, Argentina.
51. Kitronza, P., & Philippe, M. (2016). Environmental factors associated with textile industry. *Pan Afr Med J*.
52. Kuttruff, H. (2009). *Room Acoustics* (Fifth Edition ed.): Spon Press.
53. Lago, C. (2015). *La contaminación sonora. Una nueva forma de violencia social*. (Vol. n 19). En Tavira.

54. Lambretón, V. (2015). Importancia del análisis de estimación de costos. from <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2015/08/03/importancia-analisis-estimacion-costos/>
55. Long, M. (2006). *Architectural acoustics*: Elsevier Academic Press.
56. López, B., & Carles, J. L. (1997). La calidad sonora de Valencia. Espacios sonoros representativos. *Fundación Bancaixa*.
57. López Barrio, I., & Guillen Rodriguez, J. D. (2016). Calidad acústica urbana: influencia de las interacciones audiovisuales en la valoración del ambiente sonoro. Medio Ambiente y comportamiento humano. . *Revista Internacional de Psicología Ambiental*, no 1, pp 101-117.
58. Maekawa, Z. (1968). *Noise reduction by screens* (Vol. 1: 157–173).
59. Martínez, & Peters, J. (2015). *Contaminación Acústica y Ruido* (Tercera edición. ed.). Madrid, España: Ecologistas en Acción.
60. Martínez, N. (2017). Hoteles sin ruido. Día Mundial del turismo. *Con R de Ruido*. <http://conrderuido.es/noticias/hoteles-sin-ruido-dia-mundial-del-turismo/>
61. Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. (2003).
62. Miyara, F. (1999). *Control de Ruido* Retrieved from <http://docplayer.es/10588694-Federico-miyara-control-de-ruido.html>
63. Miyara, F. (2006). Acústica Arquitectónica *Acústica y Sistemas de Sonido* (Cuarta Edición ed.). Rosario, Argentina: UNR Editora (Universidad Nacional de Rosario).
64. Mompín Poblet, J. e. a. (1982). *“Manual de Alta Fidelidad y Sonido Profesional”* (Ed.Marcombo Boixareu Ed.). Barcelona
65. Monterroza, A. (2007). Proyecto de control de ruido en la ciudad de Cartagena. <https://www.scribd.com/document/66532104/Proyecto-Control-Ruido>
66. Moreno Jiménez, A. (1995). La medición de las externalidades ambientales: un enfoque espacio-temporal. *Universidad Complutense*.
67. Murillo, D., et al. (2012). Comparación de Métodos de Interpolación para la Generación de Mapas de Ruido en Entornos Urbanos. 62-68.

68. Náf Cortés, R. (2014). Análisis y gestión del ruido industrial. *Santander, España*.
http://www.icasst.es/archivos/documentos_contenidos/3653_2.SANTANDER.pdf
69. Acústica—Medición del ruido emitido por los vehículos de pasajeros bajo condiciones representativas de tránsito urbano (2005).
70. Medición del Ruido en lugares donde se encuentran personas. Requisitos generales (1983).
71. Determinación de la potencia sonora. Método de orientación (1983).
72. Determinación de la pérdida de audición (1983).
73. Ruido en zonas habitables. Requisitos higiénico sanitarios. (2007).
74. Accesibilidad y utilización del entorno construido por las personas — parte 1: Elementos generales (2010).
75. base para el diseño y construcción de inversiones turística emitida (2010).
76. Seguridad y salud en el trabajo — ruido en el ambiente laboral — requisitos higiénico sanitarios generales (2011).
77. Seguridad y salud en el trabajo — acústica — determinación de la exposición al ruido en el trabajo y estimación de las pérdidas auditivas inducidas por el ruido (2011).
78. Neitzel, R. L. G., R. R.; McAlexander, T. P; Magda, L. A; Pearson, J. M. . (2016). Exposures to transit and other sources of noise among New York City residents. *Environ Sci Technol*.
79. Description and Measurement of Environmental Noise (1996).
80. Confort acústico: el ruido en oficinas (1998).
81. Oficina Nacional de Estadística e Información. (2018). *Anuario estadístico de Cuba 2019* (Edición 2017 ed.). La Habana, Cuba.
82. OMS, O. M. d. I. S. (2007). Latino América es la región más ruidosa del mundo: OMS. *La Crónica Diaria S.A de C.V.* <http://www.cronica.com.mx/notas/2007/mundo.php>
83. Onwe, E. H. (2015). *Elaboración de mapa de ruido en la empresa textil Eddio Tejeiro*. (Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial), Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba.
84. Guías para el ruido urbano (1999).

85. Organización Mundial de la Salud. (2001). Propiedades físicas. <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsasv/e/areas/notransmi/ruido/ruido.htm>
86. Informe Mundial sobre la discapacidad (2011).
87. Orozco Medina, M. G., & González, A. E. (2015). La importancia del control de la contaminación por ruido en las ciudades *Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY*, Vol. 19, pp. 129-136.
88. Parma, L. (2015). *Manual Práctico de Control de Ruido* Retrieved from <http://www.ingenieroambiental.com/4002/Manual%20Practico%20del%20Control%20de%20Ruido.pdf>
89. Passchier, V. W., & Passchier, W. F. (2009). Noise exposure and public health. *Environmental Health Perspective*.
90. Actualización de los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021 (2016).
91. Pérez Miñana, J. (1969). *Compendio práctico de acústica* (Vol. 1era edición). Barcelona.
92. Prieto, M. A. (2009). Estudio de la validación, errores e incertidumbre en la elaboración de mapas de ruido,. http://oa.upm.es/2031/1/MIGUEL_AUSEJO_PRIETO
93. Quiala Armenteros, Y. (2011). El ruido también contamina. *Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*.
94. Quintero Turiño, A., & Muñoz Alfonso, Y. (2009). Protección jurídica frente al ruido. Los instrumentos regulatorios administrativos. *Ámbito Jurídico, Vol XII*.
95. Real Academia Española. (Ed.) (s.a.) (22a ed., Vols. II). Argentina.
96. Real Pérez, G. L., García Dihigo, Joaquín Aramís, Regueira Lezcano, Mercedes Dania. . (2012). *El desafío de humanizar el trabajo* (E. a. española Ed.). Matanzas, Cuba.
97. Recuero López, M. (1999). *Acústica Arquitectónica*” (E. Paraninfo Ed.). España.
98. Tratado del Medio Ambiente (2015).
99. Rodríguez González, I. J., Torrens Álvarez, O., Leyva Bruzón, L., Pérez-Delgado Fernández, A., Jáuregui, D., Marsán Castellanos, J., . . . Lago Muñoz, G. (2007). *Seguridad y salud en el trabajo*. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.

100. S.A. (2004). Gestión en Control de Ruido Ambiental. *Comisión Nacional del Medio Ambiente*. <http://www.conama.cl/portal/1255/printer-26277.html>
101. S.A. (2005). Contaminación por ruido. <http://www.miliarium.com/Proyectos/Agenda21/Anejos/SectoresClave/Ruido.htm>
102. Ruido y Salud. Comunidad económica Europea (2017).
103. S.A. (2018). *Contaminación sonora en la calle Colón y Amazonas, sector del cementerio de la ciudad de Jipijapa*. Universidad estatal del sur de Manabí, Ecuador.
104. Sánchez González, A. (2017). *Evaluación y control del ruido en la carpintería Franklin Gómez de la empresa provincial LAMAS*. (Trabajo de Diploma), Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.
105. Sancho Barceló, J. M. (2017). *Estudio en simulación de control activo de ruido acústico mediante algoritmo de control Feed-Forward (no-Realimentado)* (tesis doctoral, Ingeniería Electronica y automática Industrial.), Universidad Politecnica de Catalunya, Barcelona, España.
106. Sand, M. (2017). *Noise pollution and control in urban European environments*. (Bachelor of Engineering), Helsinki Metropolia University of Applied Sciences.
107. Santos, L. C., & Valado, F. (2004). mapa de ruido Municipal como ferramenta de planeamento,. *Portugal*.
108. Secretaría de Estado. (2001). *Requisitos generales para la protección contra ruidos: Niveles máximos permitidos de los procedentes de fuentes fijas y móviles*. Santo Domingo. República Dominicana: Retrieved from http://www.usaid.gov/dr/docs/resources/norma_ruido_proteccion.doc.
109. Norma ambiental para la protección contra ruidos (2003).
110. Secretaría de Salud Laboral. (2012). *Cuadernillo Informativo de PRL: Ruido y Vibraciones* UGT-Madrid (Ed.) Retrieved from <https://books.google.com.cu/books?id=kv6LoAEACAAJ>
111. Segura Mateu, F. (2013). *Diseño de pantallas acústicas para reducir costes de fabricación*. (Tesis en opción al título de Ingeniero en Sistemas de Telecomunicación, Sonido e Imagen), Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Politécnica Superior de Gandía, Gandía, España.

112. Sexto, L. F. (2012). Ruido, normativa y legislación en Cuba Retrieved from <http://noise-control.radical-management.com/>
113. Torres Sotolongo, D. E., & Romero Suárez, P. (2014). Procedimiento para la evaluación del ruido ambiental urbano en el municipio de Regla (Cuba) utilizando sistemas de información geográfica. *GeoFocus*.
114. Trujillo Rodríguez, C. M. (2012). Análisis económico financiero. Valor de la toma de decisiones. from <https://www.gestiopolis.com/analisis-economico-financiero-valor-toma-decisiones/>
115. Protective Noise Levels, Report Number EPA 550/9-79-100 C.F.R. (1978).
116. Viña Brito, S., & Marsán Castellanos, J. (2007). *Seguridad y salud en el trabajo*. La Habana: Ed. Félix Varela.
117. Virginis, J. A. (2015). *La prevención contra el ruido en el ambiente de trabajo*. (Tesis de Maestría en Derecho del Trabajo y Relaciones Laborales Internacionales), Universidad Nacional de Tres de Febrero, Buenos Aires, Argentina.

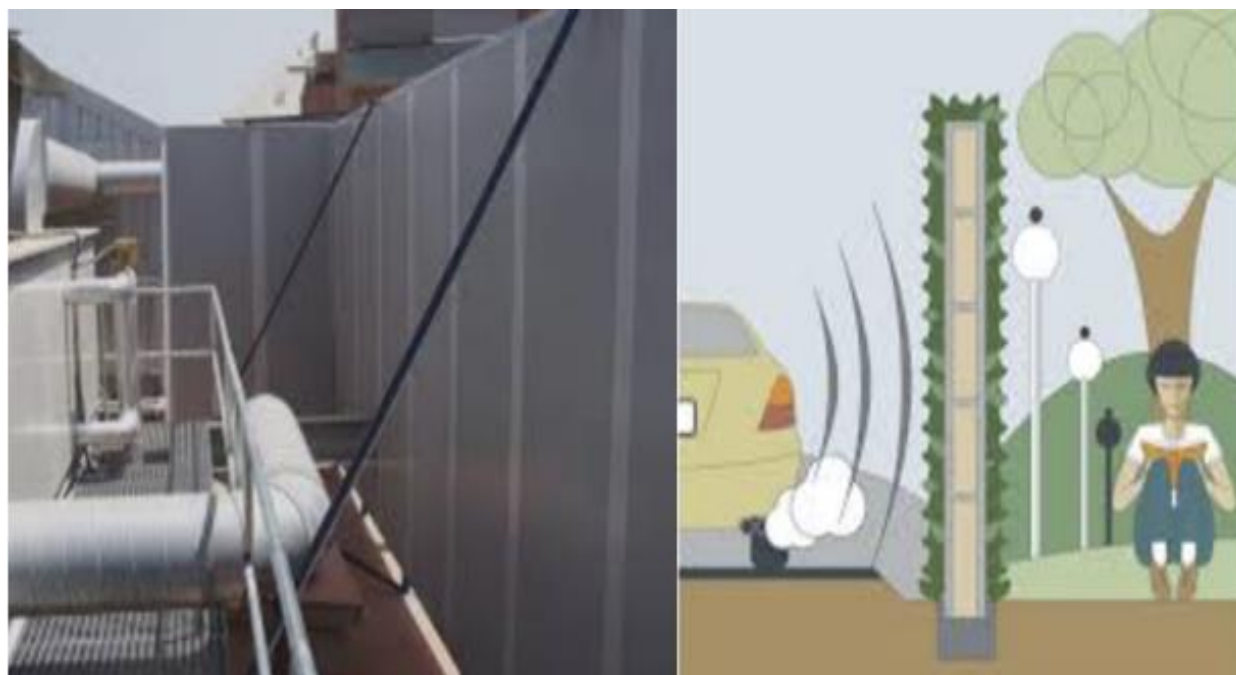
Anexos

Anexo 1: Cabinas acústicas



Fuente: tomado de Secretaría de Salud Laboral (2012).

Anexo 2: Pantalla acústica



Fuente: tomado de Secretaría de Salud Laboral (2012).

Anexo 3: Principales medios de protección de los oídos en el receptor



Orejas acoplables a casco de protección.



Fuente: tomado de Secretaría de Salud Laboral (2012).

Anexo 4. Tabla 1 de la NC 871 (2011).

Requisitos que debe satisfacer la actividad. Tipo de actividad laboral	Valores máximos	
	Criterio N (dB)	Nivel sonoro equivalente continuo dB(A)
1. Todos los puestos y locales de trabajo.	80	85
2. Ejecución de operaciones manuales con comunicación acústica, tales como la dirección de máquinas e instalaciones móviles.	75	80

3. Ejecución de operaciones manuales sin operaciones intermedias, tales como el equipamiento y el servicio de las máquinas, labores microscópicas en electrónica, la mecánica de precisión y la óptica, sin medios ópticos auxiliares (lupa, microscopio).	70	75
4. Solución de tareas cotidianas relativas a la actividad intelectual con requisitos constantes de comunicación con un público variable; ejecución de procesos motores, donde existen operaciones intermedias, tales como labores administrativas; atención a los clientes y servicios de consulta.	65	70
5. Requisitos relativos a la recepción y el procesamiento de la información acústica, tales como la observación en pizarras de distribución; el servicio telefónico y la telegrafía; el servicio de despacho; búsqueda de defectos en equipos electrónicos; dibujo técnico; tareas de diseño.	60	65
6. Solución de tareas complejas cumpliendo requisitos relativos a actividades intelectuales, tales como la actividad de traducción, programación, trabajo en laboratorios docentes e investigativos.	55	60
7. Trabajo creador, cumplimentando requisitos relativos a la recepción y el procesamiento de la información, tal como impartir clases, actividades médicas; actividades científicas; diseño.	45	50
MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE.	80	85
8. Cabina de maquinistas de locomotoras diesel y eléctricas.		
9. Local para personal en los vagones de recorrido largo.	60	65
10. Vagones interprovinciales de pasajeros y vagones restaurantes.	70	75
MEDIOS DE TRANSPORTE MARITIMO.	80	85
11. Cuartos de máquinas de los buques.		
MEDIOS DE TRANSPORTE AEREO.	80	85

12. Cabinas y salones de aviones y helicópteros.		
MAQUINARIA AGRICOLA Y DE CONSTRUCCION. 13. Puestos de trabajo de los choferes y otro personal de servicio de tractores, cosechadoras, máquinas para el movimiento y preparación de la tierra y equipos utilizados en construcción de carreteras.	80	85

Fuente: tomado de NC 871 (2011).

Anexo 5. Softwares utilizados en la elaboración de mapas de ruidos en el exterior.

Nombre del Software	Descripción
ProfetaSONIC TACTIC Suite	Software acústico para proyección de ruido de fuentes puntuales y multipuntuales en bandas de octava de frecuencia (63; 125; 250; 500; 1k; 2k; 4k y 8k HZ). Se considera factores como: ambientales, barreras, atenuación por el suelo, entre otros.
Canarina CUSTIC	Software para evaluar la contaminación sonora y el ruido: impacto ambiental del ruido, ingeniería ambiental de la contaminación acústica, gestión ambiental del ruido y de la contaminación acústica en general.
CADNA-A	Permite elaborar mapas de ruido en exteriores, generado a partir de bases de datos de fuentes de ruido comúnmente utilizadas en la industria. Permite también la predicción de ruido generado por carreteras (automóviles), vías férreas (trenes), aeropuertos (aviones).
OTL-TERRAIN	Realiza modelos de distribución de Niveles de Presión Sonora en exteriores mediante modelamiento computacional y presenta la información en un mapa 2D y 3D.
SoundPLAN	Modela espacios abiertos donde se requiere analizar la propagación del sonido. Modela el sonido proyectado al ambiente por fuentes puntuales y flujo vehicular donde se considera también la incorporación de barreras acústicas para la mitigación del ruido.
ArcGIS	Software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o

SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 6. Valores de coeficientes de absorción (α) para varios materiales.

Material	Frecuencias (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Paneles acústicos	0,15	0,30	0,75	0,85	0,75	0,40
Yeso	0,03	0,03	0,20	0,03	0,04	0,05
Concreto u hormigón	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05
Madera (playwood, pino)	0,15	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10
Fieltro	0,10	0,15	0,25	0,30	0,30	0,30
Muro de ladrillos	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Cortinas	0,05	0,12	0,15	0,25	0,37	0,50
Planchas de acero	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Espuma acústica (6 mm)	0,10	0,10	0,13	0,18	0,48	0,45
Espuma acústica (2,5 - 15 cm)	0,16	0,25	0,45	0,84	0,97	0,87
Fibra de vidrio (5 mm)	0,38	0,63	0,78	0,87	0,83	0,77
Fibra de vidrio (4 mm)	0,20	0,35	0,65	0,80	0,75	0,65
Fibra de vidrio (40 mm)	0,29	0,52	0,69	0,89	0,96	0,97
Absorción de una persona	0,18	0,04	0,46	0,46	0,57	0,46
Lana de vidrio (60 mm)	0,24	0,55	0,84	0,92	0,98	1,00
Espuma formaldehído (40 mm)	0,12	0,36	0,80	0,95	0,95	1,00
Corcho	0,12	0,27	0,72	0,79	0,76	0,77
Fibra amianto	-	0,55	0,65	0,75	0,80	0,80
Bloque de hormigón	0,30	0,45	0,30	0,25	0,40	0,25
Muro de ladrillo enlucido en yeso	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05
Piso de listones de madera	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,06
Mármol	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
Amianto proyectado (15 mm)	0,30	0,35	0,45	0,50	0,55	0,60
Butaca de madera	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04
Suelo de goma de 5 mm sobre cemento	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10
Vidrio	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Suelo de corcho 20 mm sobre cemento	0,08	0,02	0,08	0,19	0,24	0,21

Fuente: tomado de Rodríguez González et al. (2007).

Anexo 7. Coeficiente de aislamiento sonoro o pérdidas por transmisión del sonido (R) para varios materiales.

Material	Frecuencia (Hz)						R	m Kg/m ³
	125	250	500	1000	2000	4000		
Pared de ladrillo con repello ambas caras (210 mm)	40	46	51	54	59	62	53	480
Pared de ladrillo con repello ambas caras (75 mm)	31	39	39	37	49	53	40	170
Pared hormigón (150 mm)	38	42	47	54	61	64	50	350
Pared hormigón (60 mm)	35	32	33	41	47	52	39	140
Pared bloques (20 cm)	38	44	51	60	62	61	52	385
Pared bloques (15 cm)	32	40	48	54	59	65	48	320
Pared bloques (10 cm)	38	35	44	50	56	62	46	180
Plancha de goma (10 mm)	16	21	24	27	29	24	26	8
Playwood (25 mm)	16	25	26	24	30	36	26	15
Playwood (10 mm)	19	19	22	25	25	19	22	7
Tablero de bagazo (4 mm)	14	16	19	21	25	20	20	3
Plancha aluminio (2 mm)	13	15	22	26	30	33	22	5
Plancha acero CT-3 (7 mm)	33	38	39	40	30	42	39	55
Plancha acero CT-3 (3,5mm)	29	33	36	39	41	31	37	28
Plancha acero CT-3 (1 mm)	17	23	30	32	35	38	30	8
Manta de fibra de vidrio	27	23	27	34	39	41	32	-
Madera de pino (6 cm)	27	31	33	35	37	40	34	-
Vidrio (3 mm)	-	26	27	31	33	29	30	-
Panel de yeso	28	32	34	40	38	49	37	-

Techo placa hormigón(10 cm)	38	36	43	52	58	64	47	240
Techo placa hormigón(15 cm)	35	41	50	56	61	70	51	360
Techo de losa prefabricada	30	33	40	40	52	55	40	160
Puerta de acero (6 mm)	25	27	31	36	32	-	30	-
Puerta playwood (≥ 4 mm)	15	17	19	21	20	15	18	-
Puerta de madera con fieltro	29	33	36	34	41	40	36	-
Puerta metálica simple	17	21	26	31	35	40	31	-
Puerta de aluminio	19	19	26	31	30	34	27	-
Ventana de madera con vidrio de 3 mm de espesor	13	16	21	25	26	15	21	-
Ventana de vidrio con marco de madera o metal	19	13	22	22	25	27	22	-
Panel de 3 vidrios	21	24	32	37	34	44	31	-
Láminas de PVC (17 mm)							25	-
Láminas de PVC (3.5 mm)							18	-

Fuente: tomado de Rodríguez González et al. (2007).

Anexo 8: Salidas del software Smaart 7 con las mediciones en el espectro de frecuencias en los diferentes puntos de interés de las áreas objeto de estudio.

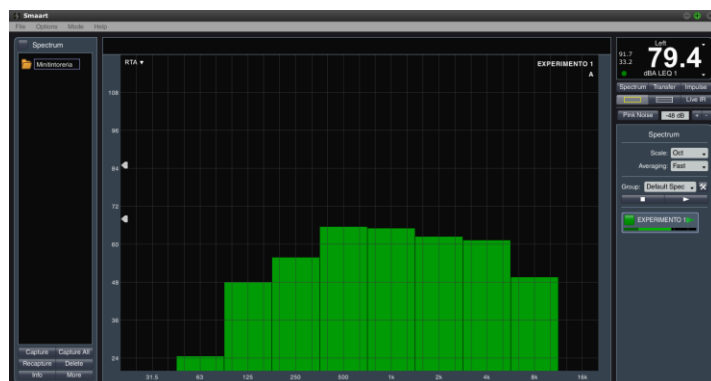


Figura 8.1. Medición a 1m de las secadoras.

Fuente: salida del software Smaart 7.

Tabla 8.1. Desglose del espectro de frecuencias- a 1m de las secadoras.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	25	48	56	69	68	62	61

Fuente: salida del software Smart 7.

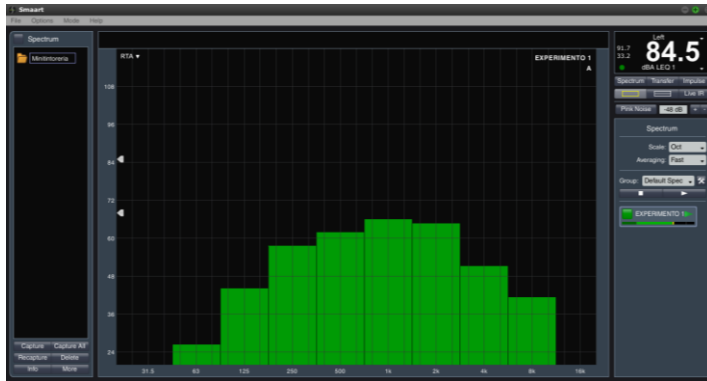


Figura 8.2. Frente a los extractores cuando se encuentran en encendidos.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.2. Desglose del espectro de frecuencias- extractores cuando se encuentran encendidos.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	26	46	58	62	65	64	50

Fuente: salida del software Smart 7.

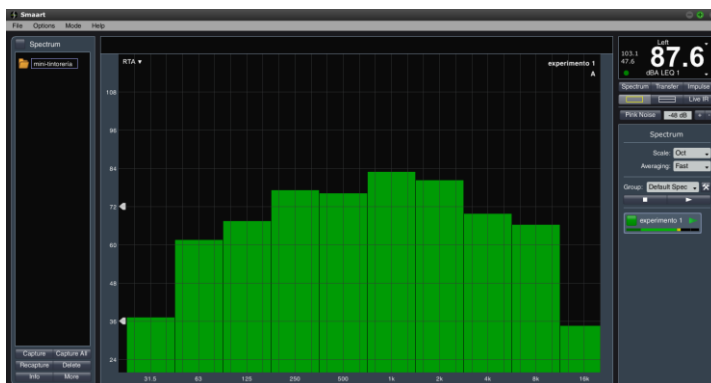


Figura 8.3. Medición con secadoras y extractores cuando se encuentran en funcionamiento

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.3. Desglose del espectro de frecuencias- secadoras y extractores.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	61	65	75	74	83	81	70

Fuente: salida del software Smart 7.

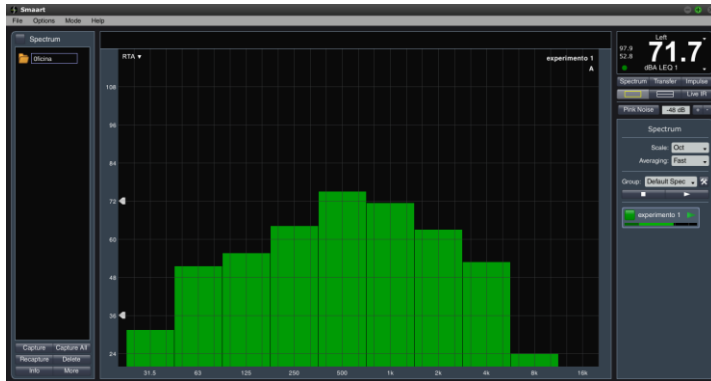


Figura 8.4. Medición dentro de las oficinas del área de Servicios Técnicos.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.4. Desglose del espectro de frecuencias- oficinas.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	50	56	65	74	72	64	53

Fuente: salida del software Smart 7.

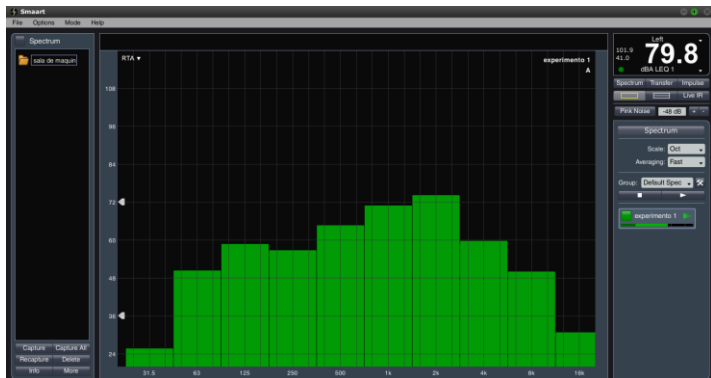


Figura 8.5. Medición en la puerta de la sala de máquina.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.5. Desglose del espectro de frecuencias- puerta sala de máquina.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	50	59	56	64	71	73	60

Fuente: salida del software Smart 7.

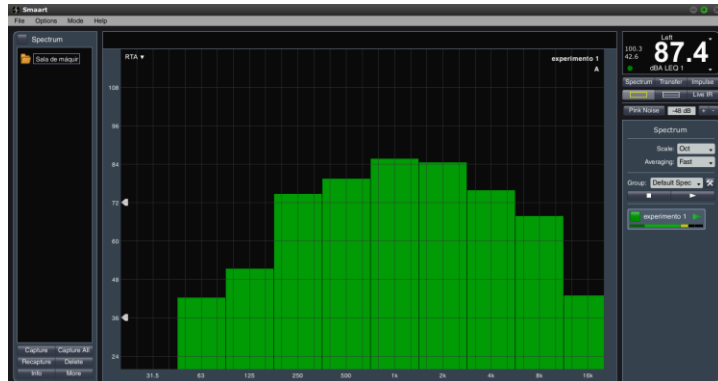


Figura 8.6. Medición frente al sistema de agua caliente.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.6. Desglose del espectro de frecuencias- sistema de agua caliente.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	45	50	73	79	85	84	74

Fuente: salida del software Smart 7.

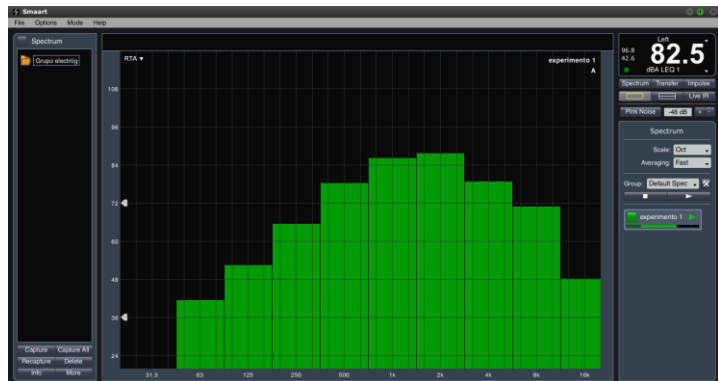


Figura 8.7. Medición en la puerta del local del grupo electrógeno.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.7. Desglose del espectro de frecuencias- puerta del local del grupo electrógeno.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	43	51	64	75	86	87	75

Fuente: salida del software Smart 7.

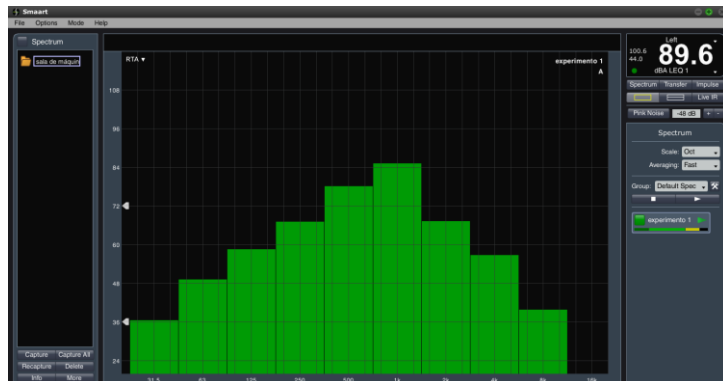


Figura 8.8. Medición frente al grupo electrógeno.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.8. Desglose del espectro de frecuencias- grupo electrógeno.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	49	59	69	74	85	69	57

Fuente: salida del software Smart 7.

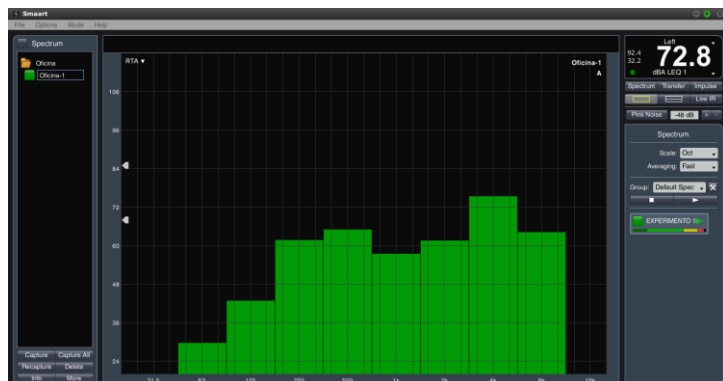


Figura 8.9. Medición en la oficina perteneciente al personal de Costo, cercano a la ventana que se encuentra orientada al sistema de enfriamiento.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.9. Desglose del espectro de frecuencias- oficina del personal de Costo.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	27	45	61	63	58	61	74

Fuente: salida del software Smart 7.

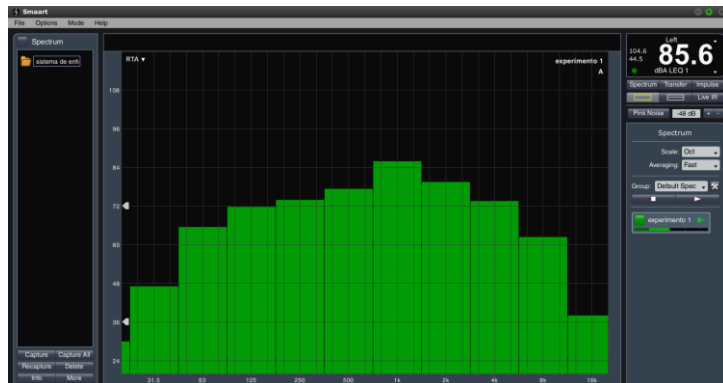


Figura 8.10. Medición cercana al sistema de enfriamiento.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.10. Desglose del espectro de frecuencias- cercana al sistema de enfriamiento

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	64	72	73	75	85	80	73

Fuente: salida del software Smart 7.

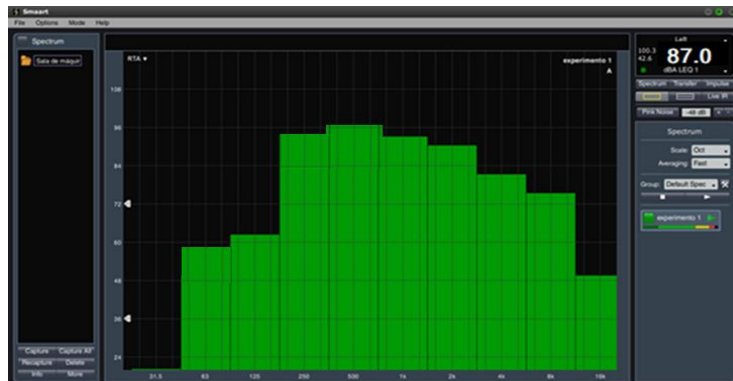


Figura 8.11. Medición frente al sistema de enfriamiento.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.11. Desglose del espectro de frecuencias- frente al sistema de enfriamiento.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	59	62	94	97	92	88	82

Fuente: salida del software Smart 7.

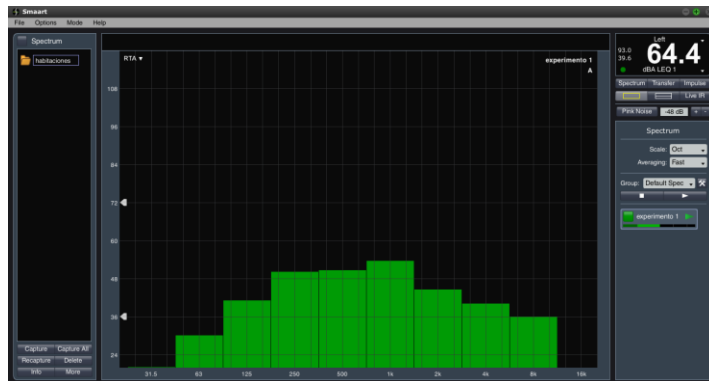


Figura 8.12. Medición en la habitación 313.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.12. Desglose del espectro de frecuencias- habitación 313.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	30	40	49	50	55	46	38

Fuente: salida del software Smart 7.

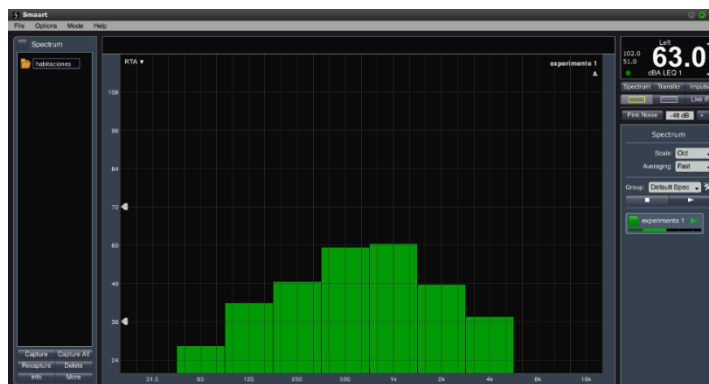


Figura 8.13. Medición en la habitación 315.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.13. Desglose del espectro de frecuencias- habitación 315.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	27	41	48	60	61	48	37

Fuente: salida del software Smart 7.

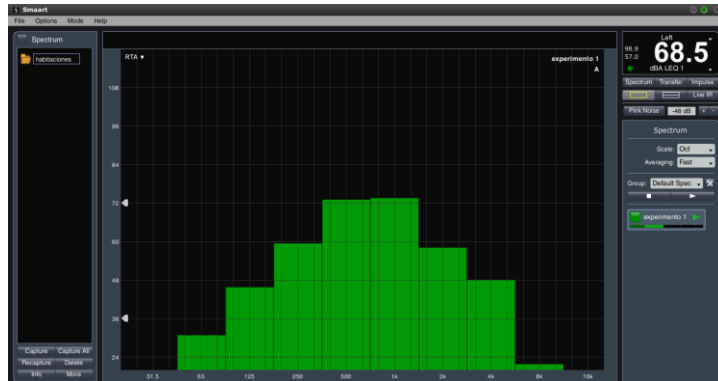


Figura 8.14. Medición en las habitaciones 317 y 319.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.14. Desglose del espectro de frecuencias- habitaciones 317 y 319.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	34	47	60	72	73	59	48

Fuente: salida del software Smart 7.

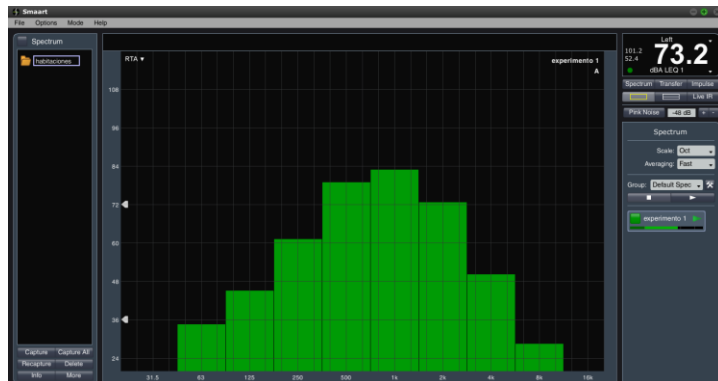


Figura 8.15. Medición en el balcón de las habitaciones 313 y 315.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.15. Desglose del espectro de frecuencias- balcón de las habitaciones 313 y 315.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	35	46	61	78	83	72	49

Fuente: salida del software Smart 7.

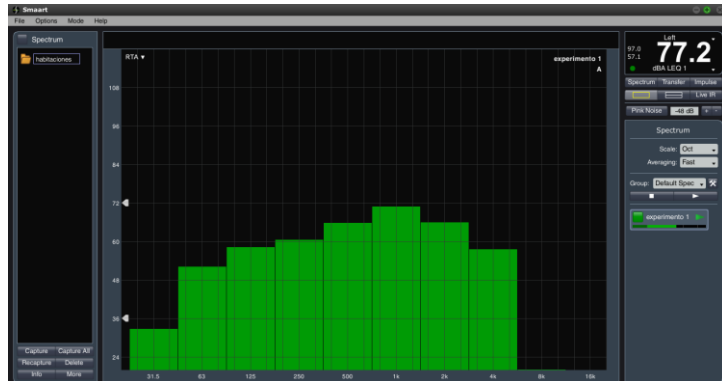


Figura 8.16. Medición en el balcón de la habitación 317 y 319.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.16. Desglose del espectro de frecuencias- frente al grupo electrógeno.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	50	59	60	65	71	64	59

Fuente: salida del software Smart 7.

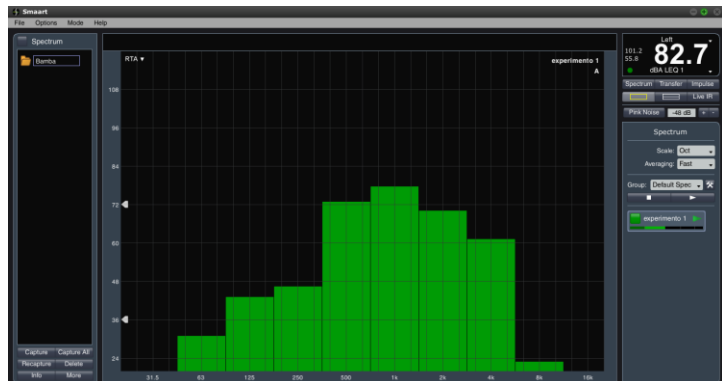


Figura 8.17. Medición en la puerta de la discoteca “La Bamba”.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.17. Desglose del espectro de frecuencia- puerta de la discoteca “La Bamba”.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	33	45	47	73	75	71	61

Fuente: salida del software Smart 7.

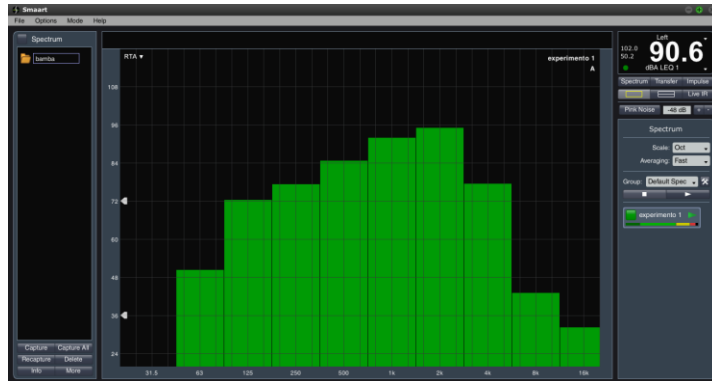


Figura 8.18. Medición dentro de la discoteca “La Bamba”.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.18. Desglose del espectro de frecuencia- dentro de la discoteca “La Bamba”.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	49	72	75	84	94	95	75

Fuente: salida del software Smart 7.

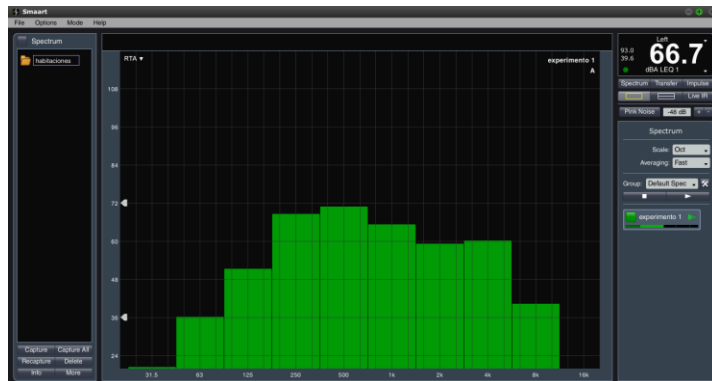


Figura 8.19. Medición en las habitaciones con vista piscina.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.19. Desglose del espectro de frecuencias- en las habitaciones con vista piscina.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	36	50	68	70	64	59	60

Fuente: salida del software Smart 7.

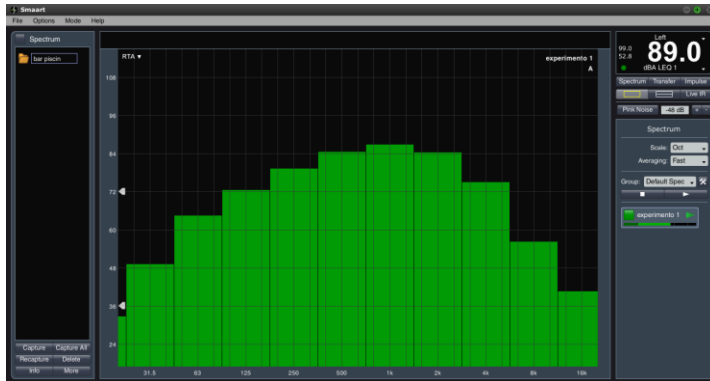


Figura 8.20. Medición en el Bar Piscina.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.20. Desglose del espectro de frecuencias- en el Bar Piscina.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	63	72	80	85	87	85	74

Fuente: salida del software Smart 7.

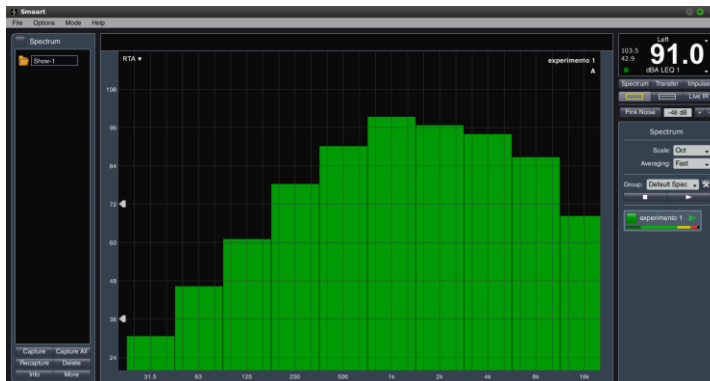


Figura 8.21. Medición en el centro del área del show.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.21. Desglose del espectro de frecuencias- centro del área de show.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	46	61	75	87	98	96	93

Fuente: salida del software Smart 7.

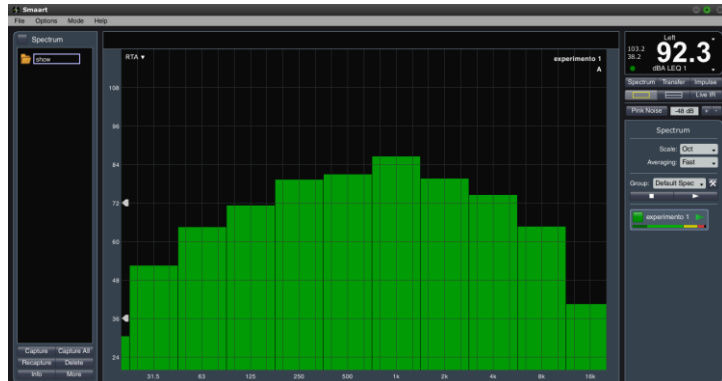


Figura 8.22. Medición al lado del escenario del show.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.22. Desglose del espectro de frecuencias- escenario de show.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	64	71	79	80	86	79	74

Fuente: salida del software Smart 7.

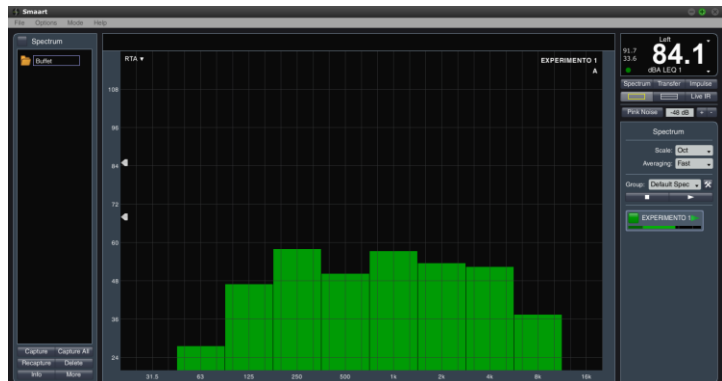


Figura 8.23. Medición en la puerta del buffet.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.23. Desglose del espectro de frecuencias- puerta del buffet.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	26	47	58	50	58	54	53

Fuente: salida del software Smart 7.

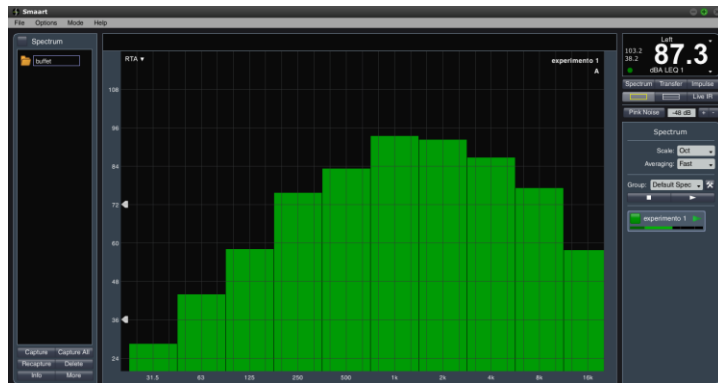


Figura 8.24. Medición en mesas aledaña a la puerta de la cocina.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.24. Desglose del espectro de frecuencias- mesas aledaña a la puerta de la cocina.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	46	59	74	83	93	90	86

Fuente: salida del software Smart 7.

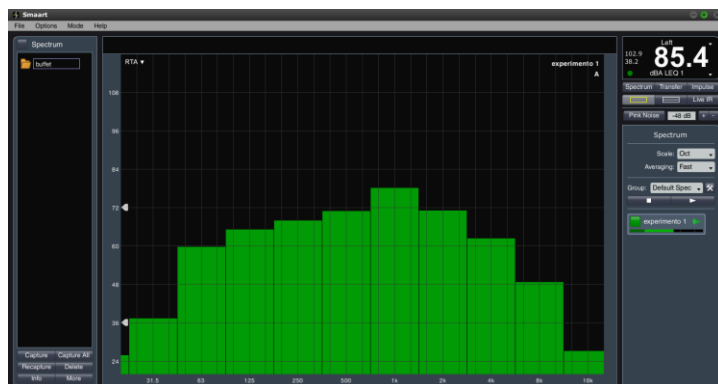


Figura 8.25. Medición en el centro del salón.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 8.25. Desglose del espectro de frecuencias- en el centro del salón.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	60	64	68	71	75	71	62

Fuente: salida del software Smaart 7.

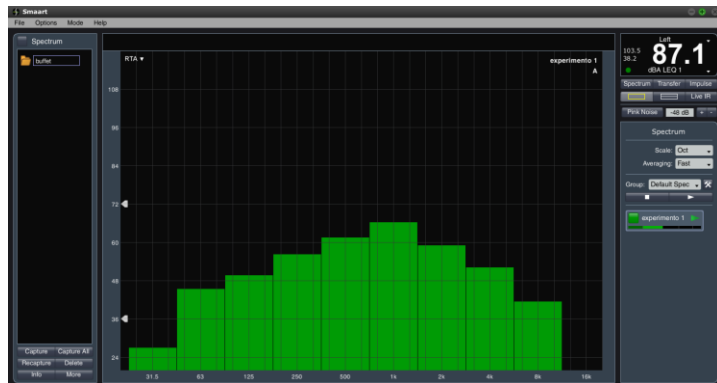


Figura 8.26. Medición en mesas cercanas al stock de los dependientes en las estaciones del buffet

Fuente: salida del software Smaart 7.

Tabla 8.26. Desglose del espectro de frecuencias- mesas cercanas al stock de los dependientes.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	46	49	58	51	65	59	62

Fuente: salida del software Smaart 7.

Anexo 9. Superficies y coeficientes de absorción de las áreas objeto de estudio.

Tabla 9.1. Tabla de superficies y coeficientes de absorción del restaurante buffet “Cristal”.

Superficie	Área (m²)	Tipo de material	Coefficiente de absorción del material (sabinos/m²)	Absorción de la superficie (sabinos)
Mesas para clientes	43.17	Madera	0.1	4.32
Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada	19.75	Madera y vinil	0.59	11.65

Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada	18.07	Madera y cuero	0.59	10.66
Paredes de los estantes	20.11	Madera	0.1	2.01
Plano superior de los estantes	6.16	Madera	0.1	0.62
Fracción de mármol de mesas buffet	41.45	Mármol	0.2	8.29
Fracción metálica de mesas buffet	10	Aluminio	0.02	0.2
Cubierta de mesas buffet	34.99	Azulejo	0.02	0.70
Bar de madera	1.75	Madera	0.1	0.18
Piso	606.55	Azulejo	0.02	12.13
Techo	270	Concreto	0.05	13.5
Pared de concreto	134.05	Concreto	0.05	6.70
Pared de cristal	158.1	Cristal	0.02	3.16
Columnas de concreto	17.5	Concreto	0.05	0.86
Puerta de madera	6.8	Madera	0.1	0.68
Luminarias en el techo	37.81	Cristal	0.02	0.76
Inyectores y extractores	9.94	Aluminio	0.02	0.20
Personas	331	-	0.57	188.67
Atot				265.29

Fuente: elaboración propia.

$$(2.2) T = 0.161 \frac{1050}{265.29} = 0.63 s$$

Tabla 9.2. Superficies y coeficientes de absorción de la oficina de personal de Costo.

Superficie	Área (m^2)	Tipo de material	Coficiente de absorción del material ($sabinos/m^2$)	Absorción de la superficie (sabinos)
Buro de madera	1.66	Madera	0.1	0.17
Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada	0.52	Madera y vinil	0.59	0.31
Estantes	1.41	Madera	0.1	0.14
Archivo	1.22	Aluminio	0.02	0.03
Piso	7.5	Azulejo	0.02	0.15
Techo	7.5	Concreto	0.05	0.38
Pared de concreto	16.27	Concreto	0.05	0.81
Pared de cristal	2.52	Cristal	0.02	0.05
Ventanas de cristal	1.98	Cristal	0.02	0.04
Puerta de madera	1.23	Madera	0.1	0.12
Luminarias en el techo	0.23	Cristal	0.02	0.01
Inyectores y extractores	0.13	Aluminio	0.02	0.02
Personas	2	-	0.57	1.14
Atot				3.37

Fuente: elaboración propia.

$$(2.2) T = 0.161 \frac{15}{3.37} = 0.72 s$$

Tabla 9.3. Superficies y coeficientes de absorción de oficina de Servicios Técnicos.

Superficie	Área (m^2)	Tipo de material	Coefficiente de absorción del material ($sabinos/m^2$)	Absorción de la superficie (sabinos)
Buro de madera	0.83	Madera	0.1	0.08
Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada	0.78	Madera y vinil	0.59	0.46
Estantes	0.70	Madera	0.1	0.07
Archivo	1.22	Aluminio	0.02	0.03
Piso	5	Azulejo	0.02	0.1
Techo	5	Concreto	0.05	0.25
Pared de concreto	16.77	Concreto	0.05	0.84
Puerta de madera	1.23	Madera	0.1	0.12
Luminarias en el techo	0.23	Cristal	0.02	0.01
Inyectores y extractores	0.13	Aluminio	0.02	0.02
Personas	2	-	0.57	1.14
Atot				3.12

Fuente: elaboración propia.

$$(2.2) T = 0.161 \frac{10}{3.12} = 0.51 s$$

Tabla 9.4. Superficies y coeficientes de absorción de mini-tintorería.

Superficie	Área (m^2)	Tipo de material	Coefficiente de absorción del material ($sabinos/m^2$)	Absorción de la superficie (sabinos)
Mesas plásticas	4.05	Plástica	0.7	2.84
Sillas plásticas	0.39	Plástica	0.7	0.27
Sofás con alto porcentaje de superficie tapizada	1.04	Vinil	0.83	0.86
Lavadoras	3.06	Aluminio	0.02	0.06
Secadoras	4	Aluminio	0.02	0.08
Planchas	2.08	Aluminio	0.02	0.04
Lavadero de metal	2.16	Aluminio	0.02	0.05
Muebles con gavetas	1.1	Madera	0.1	0.11
Piso	67.05	Azulejo	0.02	1.34
Techo	67.05	Plástico	0.7	46.94
Pared de azulejo	40.18	Azulejo	0.02	0.80
Pared de concreto	46.14	Concreto	0.05	2.31
Ventanas de cristal	0.6	Cristal	0.02	0.01
Puerta abierta	2.09	-	1	2.09
Luminarias en el techo	0.34	Cristal	0.02	0.01
Inyectores y extractores	0.37	Aluminio	0.02	0.02
Personas	1	-	0.57	0.57
Atot				58.4

Fuente: elaboración propia.

$$(2.2) T = 0.161 \frac{36.29}{58.4} = 0.10 s$$

Tabla 9.5. Superficies y coeficientes de absorción de habitaciones 313, 315, 317 y 319.

Superficie	Área (m^2)	Tipo de material	Coefficiente de absorción del material ($sabinos/m^2$)	Absorción de la superficie (sabinos)
Colchón	3.17	Espuma de goma	0.83	2.63
Bastidor de la cama	0.87	Madera	0.1	0.09
Sillas de mimbre	0.22	Mimbre y madera	0.83	0.18
Espaldar de la cama	2.05	Madera	0.1	0.21
Mesas de madera	0.88	Madera	0.1	0.09
Cómoda de madera	0.94	Madera	0.1	0.09
Cuadros	0.95	Cristal y madera	0.1	0.10
Puertas de madera	7.65	Madera	0.1	0.77
Puertas de cristal	4.43	Cristal	0.02	0.09
Piso	23.35	Azulejo	0.02	0.47
Techo	23.35	Concreto	0.05	1.17
Pared de concreto	35.53	Concreto	0.05	1.77
Luminarias en el techo	0.34	Cristal	0.02	0.01
Inyectores y extractores	0.25	Aluminio	0.02	0.02
Personas	2	-	0.57	1.14
Atot				8.81

Fuente: elaboración propia.

$$(2.2) T = 0.161 \frac{58.38}{8.81} = 1.06 s$$

Tabla 9.6. Superficies y coeficientes de absorción del Bar Piscina.

Superficie	Área (m^2)	Tipo de material	Coefficiente de absorción del material ($sabinos/m^2$)	Absorción de la superficie (sabinos)
Mesas para clientes	6.72	Plástico	0.7	4.71
Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada	6.19	Plástico	0.7	4.33
Bar de madera	2.7	Madera	0.1	0.27
Refrigeradores	2	Aluminio	0.02	0.04
Piso	25.6	Azulejo	0.02	0.51
Techo	36	Guano	0.1	3.6
Columnas de concreto	30	Concreto	0.05	1.5
Luminarias en el techo	0.34	Cristal	0.02	0.01
Personas	37	-	0.57	21.09
Atot				36.06

Fuente: elaboración propia.

$$(2.2) T = 0.161 \frac{64}{36.06} = 0.28 s$$

Tabla 9.7. Superficies y coeficientes de absorción de habitaciones con vista piscina.

Superficie	Área (m^2)	Tipo de material	Coefficiente de absorción del material ($sabinos/m^2$)	Absorción de la superficie (sabinos)
Colchón	3.17	Espuma	0.83	2.63
Bastidor de la cama	0.87	Madera	0.1	0.09
Sillas de mimbre	0.22	Mimbre y madera	0.83	0.18

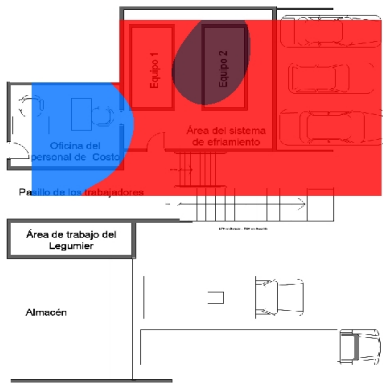


Figura 10.2. Mapa de ruido de la oficina del personal de Costo.

Fuente: salida del software ArcGis.

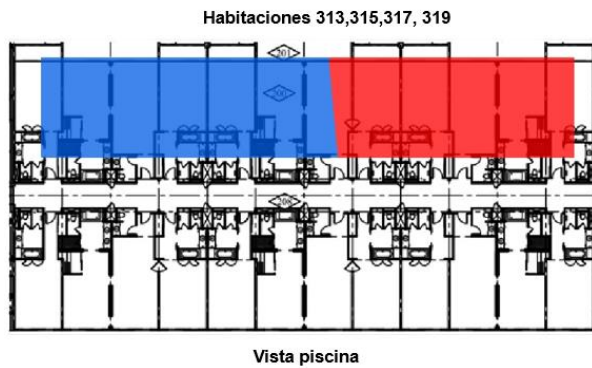


Figura 10.3. Mapa de ruido de las habitaciones 313, 315, 317 y 319.

Fuente: salida del software ArcGis.

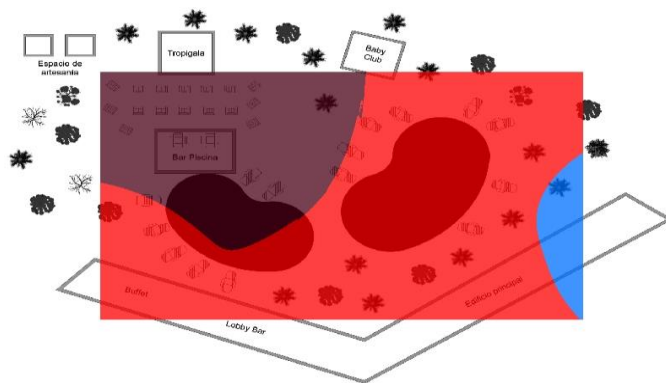


Figura 10.4. Mapa de ruido del área de show.

Fuente: salida del software ArcGis.

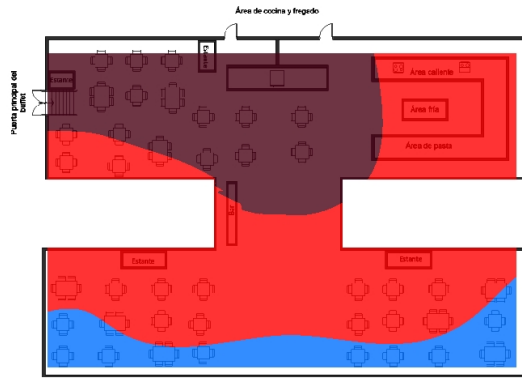


Figura 10.5. Mapa de ruido del restaurante buffet “Cristal”.

Fuente: salida del software ArcGis.

Anexo 11. Redistribución de las mesas del buffet.

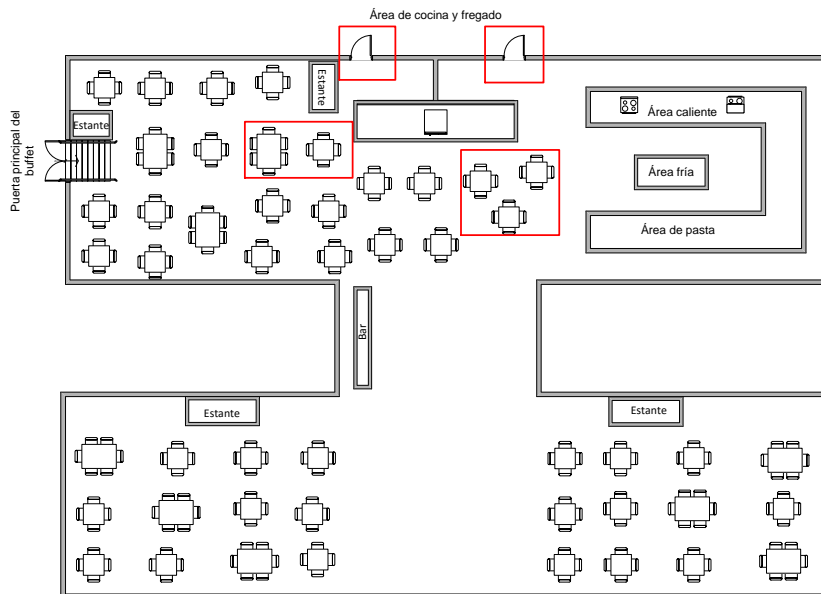


Figura 11.1. Mesas afectadas por las puertas hacia el área de la cocina.

Fuente: elaboración propia.

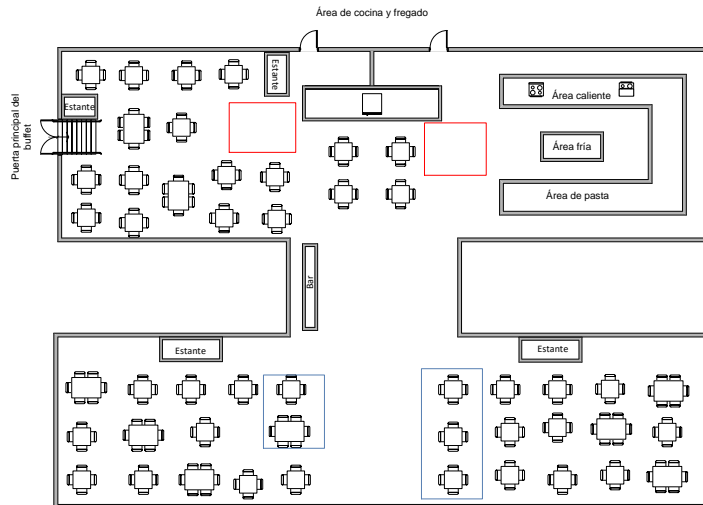


Figura 11.2. Redistribución de las mesas afectadas en el buffet.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 12. Brazo hidráulico.



Anexo 13. Carrito auxiliar.



Anexo 14. Simulación de la pantalla acústica.

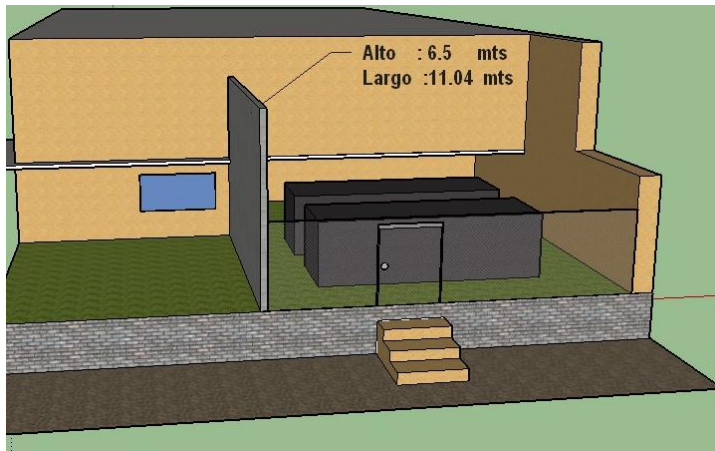


Figura 14.1. Simulación de la barrera en vista frontal a través del software SketchUp.

Fuente: elaboración propia.



Figura 14.2. Simulación de la barrera en vista lateral derecha a través del software SketchUp.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 15. Relación de los costos de materiales y de la mano de obra.

Tabla 15.1. Costo del consumo de materiales para la pantalla acústica.

Actividad	Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Precio (CUC)	Total (CUC)
Colocación de bloques	Bloque de hormigón	Unidad	300	0.32	96.00

	Cemento gris P350	Saco	10	4.75	47.50
	Polvo piedra	m ³	1	3.62	3.62
Cerramientos y columnas	Cemento gris P350	Saco	9	4.75	42.75
	Arena	m ³	1.5	4.87	7.31
	Gravilla	m ³	1	3.50	3.50
	Acero $\frac{3}{8}$	tiras	12	4.50	54.00
	Alambre 18	m	45	0.51	22.95
	Puntillas 2 $\frac{1}{2}$	kg	2	1.00	2.00
	Madera	pie	140	0.88	123.20
Salpicado y repello	Cemento gris P350	saco	18	4.75	85.50
	Polvo piedra	m ³	1.5	3.62	5.43
	Arena	m ³	1.5	4.87	7.31
Revoque (resano y fino)	Cemento gris P350	saco	9	4.75	42.75
	Arena de playa lavada	m ³	2	4.87	9.74
	Ronce	m ³	2	3.62	7.24
	Cal	saco	6	4.00	24.00

Instrumentos	Andamios metálicos	m ²	12	8.00	96.00
Costo total					557.60

Fuente: elaboración propia.

Tabla 15.2. Costo de empleo de la mano de obra para la pantalla acústica.

Actividad	Unidad de medida	Cantidad	Precio (CUC)	Total (CUC)
Albañil	hh	80	0.16	12.80
Cabillero -ayudante	hh	80	0.16	12.80
Carpintero	hh	36	0.16	5.76
Ayudante	hh	80	0.16	12.80
Costo total				44.16

Fuente: elaboración propia.