

Universidad de Matanzas
Facultad de Ciencias Empresariales
Departamento Industrial



Tesis en opción al título de Ingeniera Industrial

Título: *Estudio de ruido en el hotel Meliá Las Américas.*

Autor: Geidys Hernández Rodríguez

Tutor: MSc. Yoel Almeda Barrios

Matanzas, 2019

Pensamiento

*"Trabaja mientras otros duermen, estudia mientras otros se divierten,
persiste mientras otros descansan, luego vivirás lo que otros solo
sueñan"*

Anónimo

Dedicatoria

A mis padres Yanet Rodríguez Ramírez y Juan Mario Hernández por su constancia y dedicación a diario, por hacer realidad todos mis sueños, por su ayuda y amor incondicional en todo momento.

Agradecimientos

Es complicado en tan poco espacio, poder agradecer a todas aquellas personas que de una manera u otra hicieron posible la realización de este trabajo y que contribuyeron en mi formación profesional. Gran parte de este logro se debe:

- A mis padres por ser mis guías, por su paciencia extraordinaria durante toda la carrera en los momentos difíciles, por complacerme y hacer realidad mis sueños.
- A mi novio por acompañarme en este momento tan importante de mi vida, por su infinita paciencia y su inmenso cariño.
- A mi familia en general, y en especial a mi abuela Leonila.
- A Massiel y Aymeé pues sin ellas no hubiese sido posible la realización de este trabajo de diploma, por su ayuda incondicional siempre que lo necesité, por ser la familia que escogí.
- A mis amigos Roberto, Leyser y en especial Juan lázaro por compartir bromas, momentos de alegría y de tristeza, por estar siempre conmigo.
- A mi tutor por ser mi guía durante esta etapa y por el tiempo dedicado.
- A los trabajadores del hotel Meliá Las Américas.
- A los profesores de la universidad de Matanzas por sus enseñanzas.

A todos:

Muchísimas Gracias

Declaración de autoridad

Yo, Geidys Hernández Rodríguez, declaro que soy la única autora de este Trabajo de Diploma y autorizo a la Universidad de Matanzas y al hotel Meliá Las Américas a hacer uso del mismo con los fines que estimen pertinente.

Y para que así conste:

Firma del autor

Geidys Hernández Rodríguez

Firma del tutor

Ing. 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 Meliá Las Américas, 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 directa y entrevistas. 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 propuestas de control factibles se determinaron; el diseño de una pantalla acústica en la sala de máquinas, la colocación de una puerta en el área de fregado de la cocina y el mantenimiento inmediato de la hielera, el cierre de la ventana del área de fregado del comedor de empleados y la eliminación del secador de manos, en la lavandería se propuso el mantenimiento periódico de los equipos y el uso obligatorio de tapones de oído y en el área de la playa se dictaron medidas organizativas con un costo económico asociado de 385.7 cuc.

Abstract

Due to the affectations provoked by the noise at the hotel Meliá the Americas, present investigation develops. The general objective was to accomplish a study of noise in the aforementioned installation. Visio, Software Smaart used tools like Microsoft themselves 7, Software ArcGIS 10.3, SketchUp and the bibliographic manager End Note. The methodology of Almeda Barrios (2018) to which they came true to him applied modifications itself. Techniques like the measurement, direct observation and interviews took effect. The principal areas affected with the levels of resounding pressure in each one of them were determined. Checked him the existence of acoustic intervening contamination the diagnosis through the maps of noise at the examined premiseses. As they determined feasible proposals of control; The design of a sound baffle at the engine room, the placement of a door in the area of washing of the kitchen and the immediate maintenance of the machine of ice, the closing of the window of the area of washing of the dining room of employees and the elimination of the drier of hands, at the dry cleaner's set himself the teams' periodic maintenance and the obligatory use of corks by ear and in the area of the beach they dictated organizational measures with a cost-reducing cost correlated of 385,7 cuc.

Índice

Introducción	1
Capítulo 1 Marco teórico de la investigación	5
1.1 El ruido y su influencia en el turismo en Cuba	5
1.2 Elementos generales del ruido	7
1.2.1 Definición de ruido	7
1.2.2 Clasificación de los ruidos	8
1.2.4 Propiedades físicas del ruido	9
1.3 Daños provocados por la exposición al ruido	10
1.3.1 Daños a la salud	10
1.3.2 Daños a la comunicación	11
1.3.3 Daños en la organización	12
1.4 Evaluación y control del ruido	12
1.4.1 Medición y evaluación del ruido	12
1.4.2 Medidas de control del ruido	13
1.5 Legislación laboral referida al ruido y su control	15
1.5.1 Legislación extranjera sobre el ruido	15
1.5.2 Legislación cubana respecto al ruido	15
Capítulo 2: Metodología propuesta para el control del ruido y su valoración económica	18
2.1 Análisis de las metodologías existentes para la evaluación, diagnóstico y control de ruido	18
2.2 Descripción de la metodología propuesta	19
Capítulo 3: Aplicación de la metodología seleccionada en el hotel Meliá Las Américas	40
3.1 Caracterización del hotel Meliá Las Américas	40
3.2 Aplicación de la metodología seleccionada	41
Conclusiones	65
Recomendaciones	66
Bibliografía	67
Anexos	72

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. Joaquín García Dihigo y Real Pérez (2005), generada por los procesos industriales, el avance tecnológico, y el tráfico, que han formado una sociedad ruidosa, tanto en el ámbito social como laboral.

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 termino simple, es un sonido no deseado. (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 Monterrosa (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. (Organización Mundial de la Salud, 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. (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. (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.

Los elevados niveles de ruido provocan múltiples daños para el hombre, los que afectan desde la salud humana hasta el trabajo en una organización, sin dejar fuera el simple proceso de la comunicación. Ejemplo de estas afectaciones son: los trastornos del sueño, la pérdida de la capacidad auditiva, disminución de la productividad, elevados costos sanitarios, aumento de los accidentes, la disminución de la calidad, así como también, la pérdida de atención, la incompreensión y la disminución de la capacidad de concentración.

A partir de una revisión de las quejas plasmadas por los clientes, recogidas en el departamento de calidad, y luego de haber realizado entrevistas a los trabajadores del hotel Meliá Las Américas, ubicado en Varadero y que opera bajo el régimen de Empresa Mixta y es administrado por Meliá International Hotels, permitió detectar que existen en la empresa elevados niveles de ruido en diferentes áreas de la instalación; esta falta de confort acústico ha generado molestias en los empleados de la organización y provoca inconformidad en los visitantes, lo cual repercute en la imagen de la entidad y en la entrada de divisa a la misma por concepto de pérdida de clientes.

Por otra parte, la dirección del hotel Meliá Las Américas está interesada en realizar un estudio de ruido, pues la instalación carece de una identificación eficaz de las fuentes que lo generan y las áreas más afectadas, su evaluación, el diagnóstico de la contaminación acústica y las posibles medidas para su disminución o eliminación; con el fin de atenuar las afectaciones por ruido que repercuten en la satisfacción del cliente y en el bienestar de sus trabajadores.

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 Meliá Las Américas.

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

Realizar un estudio de ruido en el hotel Meliá Las Américas.

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 Meliá Las Américas.

El presente trabajo está conformado por tres capítulos que se distribuyen de la siguiente manera:

En el primer capítulo 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.

En el segundo capítulo 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 socioeconómicamente las medidas empleadas.

En el tercer capítulo se realiza una caracterización del hotel Meliá Las Américas y se exponen los resultados de la aplicación de esta metodología en dicha entidad.

Capítulo 1 Marco teórico de la investigación

En el presente capítulo se ofrecen los elementos teóricos vinculados con el ruido y su influencia en el sector turístico, así como sus propiedades físicas y las afectaciones que provoca. Se muestran además aspectos relevantes como el marco normativo y su evaluación y control.

1.1 El ruido y su influencia en el turismo en Cuba

Diferentes autores han definido el ruido de diversos modos, unos según su naturaleza física, otros se basan en la sensación que produce en el hombre, pero todos coinciden que es un sonido no deseado, causante de una sensación auditiva desagradable o molesta, que; en ocasiones, perjudica la salud física y psíquica del ser humano.(ISO-TECNICA, 2004)

Los impactos del ruido se han hecho un inconveniente a nivel mundial y sus efectos no se reducen sólo a una esfera en específico, sino que afectan a una amplia gama de sectores que va en aumento cada día, donde no posee límites de fronteras, sexo, edad o cualquier otra segmentación; su alcance no se limita a la industria manufacturera y otros sectores tradicionales, sino también a los servicios.(Secretaría de Salud Laboral, 2012)

La doctora María del Carmen Marín, jefa del Departamento de Higiene Comunal, del Ministerio de Salud Pública (MINSAP), destacó; durante un debate con otros especialistas en la Mesa Redonda en junio del 2017, que el 80 por ciento de las personas que viven en las ciudades están expuestas al ruido, fenómeno del cual Cuba no escapa de esa realidad. Alertó que en los últimos años en Cuba ha habido un incremento de la contaminación sonora y a partir de 2010 se creó una comisión en la Asamblea Nacional del Poder Popular, que atiende las indisciplinas sociales.(Rodríguez, 2017)

El ingeniero Jorge Álvarez, especialista del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, durante un debate llevado a cabo en la Mesa Redonda en junio del 2017 destacó que los organismos con mayor número de quejas en Cuba son el Ministerio de Cultura, el de Comercio Interior y el del Turismo. (Rodríguez, 2017)

Sobre las labores que ejecuta el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) para atenuar el impacto de este flagelo, el Ing. Jorge B. Álvarez, Director de la Oficina de Regulación Ambiental y Seguridad Nuclear(Orasen) comentó que las más recientes acciones para erradicar la contaminación sonora en Cuba se inician en el marco de la comisión higiénico sanitaria y de calidad ambiental en la que se orientan nuevas acciones para enfrentar el ruido en el país.(Rodríguez, 2017)

El director de la Orasen añadió que la contaminación acústica es también una indisciplina social, sin embargo, dijo estar mejor preparados en este momento para enfrentarla.(Rodríguez, 2017)

“Se tratan de manera especial las quejas de la población, incluso aquellas que tengan que ver con el ruido tecnológico que llevan mayores inversiones para solucionarlas”.

Al referirse a las actividades recreativas, el Ingeniero Jorge Álvarez, expresó que estas no pueden ir en detrimento del descanso de las otras personas que no están involucradas en la misma, aunque no se trata de limitar sino ordenar estas actividades.

“Como última medida se aplicarán los cierres de los establecimientos si no se halla una solución factible, pues se debe cuidar la recreación del pueblo y su pleno acceso a la cultura”.

Sobre las acciones que desarrolla el ministerio del turismo a favor de la preservación del ambiente sonoro, intervino el Ing. José R Daniel Alonso, Director de desarrollo del MINTUR. Este explicó que se acometen dos líneas de trabajo fundamentales: una de cara a la población y otra a favor de los propios clientes de las instalaciones turísticas.(Rodríguez, 2017)

“El tema de la comunicación sonora es un problema multifactorial que muchas veces tiene que ver con la propia disciplina de las instalaciones. A veces se desarrollan actividades que nada tiene que ver con el objetivo de dicho centro”.

El director de desarrollo del MINTUR advirtió que ya se tienen 106 focos de contaminación acústica identificados, vinculados fundamentalmente a la actividad extra hotelera.(Rodríguez, 2017)

“Dos ejemplos concretos son las enfriadoras del Hotel Presidente y el Hotel Habana Libre en la capital. Ya se han logrado cambiar varias en el Presidente, para luego colocar una caseta para insonorizar el lugar como solución definitiva”.

En Cuba el turismo se ha convertido en uno de los principales motores de la economía. Si a ello se le añade la reactivación del turismo nacional, sería entonces un sector generador de riqueza, de empleo y de bienestar social. El ministro cubano del turismo, Manuel Marrero, durante una reunión con el presidente cubano, Miguel Díaz-Canel, en septiembre del 2018 ratificó la importancia del sector en el país, que recibía poco más de 350 000 turistas en la década de 1990. A pesar de los estragos del potente huracán Irma y la advertencia de no viajar a la isla por parte del Gobierno estadounidense, Cuba se consolidó en el 2017 como un gran destino internacional con el arribo de 4.700.000 visitantes durante el año y el Estado para los próximos años percibir un número igual o superior de visitantes.(Izquierdo Ferrer, 2018)

En algunos casos se toma la tranquilidad como condición para elegir el destino. En los hoteles hay distintas fuentes generadoras de ruido, además de los propios producidos por la climatización, instalaciones eléctricas y de fontanería, y de las actividades que se realizan en estos establecimientos, los huéspedes también generan ruido: desde la maleta con ruedas que arrastran por el pasillo, hasta el volumen de la televisión o del equipo de música que utilizan, e incluso el uso que hacen del baño y el tono de voz que usan al hablar por teléfono, durante una conversación o los propios ronquidos.(Martínez, 2017)

El problema no solo engloba a los clientes sino también al sector trabajador donde gran cantidad de los mismos se ven expuestos diariamente a niveles sonoros potencialmente peligrosos para su audición, además de sufrir otros efectos perjudiciales en su salud.(Ministerio de Trabajo y Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2012)

Es por esta razón por lo que la industria hotelera ha de ser competitiva, innovadora y en constante proceso de mejora en la calidad de sus servicios, no solo para mantener las cifras actuales, sino para incrementar su volumen de negocio, su cuenta de resultados y

consolidar su posicionamiento a nivel internacional.(Oficina Nacional de Estadística e Información, 2017)

1.2 Elementos generales del ruido

En este epígrafe se exponen las principales definiciones del término “ruido”, sus características físicas esenciales, así como su clasificación.

1.2.1 Definición de ruido

El término “ruido” ha sido ampliamente abordado por diferentes autores. 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)	Concepto
Confederación de Empresarios de Lugo (2007)	Es un sonido no deseado.
Rodríguez González et al. (2007)	Suma compleja de varios sonidos o tonos puros o también, aquellos sonidos de vibraciones irregulares o de impulsos confusos y a los efectos prácticos, se pueden considerar como aquel sonido que, por su intensidad, composición espectral u otras causas, es no deseado o puede originar daños a la salud.
Fernández (2014)	Es el sonido indeseado, que perjudica la salud física y psíquica.
Virginis (2015)	Es uno de los contaminantes más comunes, definido como; un sonido no deseado.
Fajardo Segarra et al. (2015)	El ruido es un agente de deterioro ambiental que atañe al medio físico transformado y principalmente al ser humano, es uno de los problemas medioambientales que afecta principalmente las

	zonas patrimoniales y a quienes las habitan; por tanto, es un factor que mide la calidad de vida
Amable et al. (2017)	Es un sonido que constituye el estorbo público más generalizado en la actualidad, por las afectaciones a la salud que puede ocasionar
(Almeda Barrios, 2018)	El ruido es un sonido no deseado, causante de una sensación auditiva desagradable o molesta.

Fuente: Elaboración propia

De manera general todos los autores coinciden en definir al ruido como un sonido no deseado o desagradable que, en muchas ocasiones, por su intensidad y duración, puede ocasionar daños a la salud.

1.2.2 Clasificación de los ruidos

Autores como Kaplan (1976) caracterizan los ruidos 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.

Otros como: Joaquín García Dihigo y Real Perez (2005), Rodríguez González et al. (2007), Sánchez Fernández (2008); han abordado este tema y coinciden que los ruidos se pueden caracterizar según su intensidad y período.

- Ruido Ambiental: normalmente está presente en el ambiente, de intensidad medible, compuesto usualmente por sonidos de varias fuentes cercanas y lejanas.
- Ruido de fondo: aquel que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente de objeto de evaluación.
- 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 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, impulso).

- Ruido fluctuante. Ruido cuyo nivel cambia continuamente y en una apreciable extensión durante el período de observación.
- 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 Ruido de impulso. Ruido que fluctúa en una razón extremadamente grande en tiempos menores que 1 segundo.

1.2.4 Propiedades físicas del ruido

- Frecuencia y longitud de onda

La frecuencia de un sonido u onda sonora expresa el número de vibraciones por segundo. Su unidad de medida es el Hertz, abreviadamente Hz. El sonido tiene un margen muy amplio de frecuencias, sin embargo, se considera que el margen audible por un ser humano es el comprendido, entre 20 Hz y 20.000 Hz (Ministerio de Trabajo y Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2012). La longitud de onda es la distancia que existe entre dos puntos consecutivos que vibran con igual fase en una onda, o la distancia que recorre una onda en un período de tiempo (T). Esta generalmente se representa en las crestas de la onda, por tanto, se expresa en unidades de longitud (m). Entre ellas existe una relación inversa: el incremento de una obligatoriamente implica la disminución de la otra (Organización Mundial de la Salud, 2001).

- Reflexión:

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

Esto se puede observar en la figura 1.2

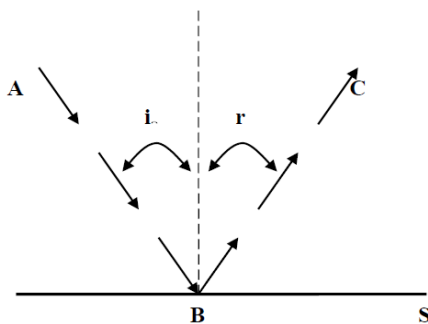


Figura 1.2 Esquema de la reflexión de una onda de sonido

Fuente: tomado de Joaquín 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, el cual 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, la que continúa el avance de nuevo con menor energía. Pueden volver a chocar, pierden más energía y continúa el avance de nuevo. El sonido que recibe el trabajador será la combinación entre el sonido del choque inicial y los reflejos que se producen, aunque el foco haya dejado de emitir. (Álvarez Bayona, 2018)

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 (Joaquín García Dihigo y Real Perez, 2005) como modela la figura.

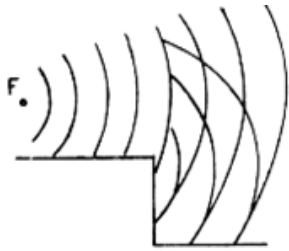


Figura 1.3 Difracción de una onda sonora por un obstáculo.

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

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

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

1.3 Daños provocados por la exposición al ruido

Los daños producidos por el ruido sobre la salud del hombre son disímiles y en ocasiones podrían ser graves, sin embargo, su alcance no se limita a este aspecto, ya que; además, entorpece la comunicación entre las personas, a las organizaciones en su devenir diario e incluso a las áreas adyacentes a las fuentes emisoras de dicho contaminante.

1.3.1 Daños a la salud

- **Afectaciones en la audición**

Es posible que a edades tempranas no se sea muy consciente del riesgo que se corre al exponerse de forma continuada a niveles muy altos de ruido, porque socialmente, la pérdida auditiva se asocia a la tercera edad. Pero, con los nuevos hábitos de consumo, el oído puede sufrir importantes consecuencias que, en muchos casos, pueden aparecer de manera irreversible en edades mucho más tempranas. Cuando la exposición se realiza de forma regular y prolongada, con sonidos muy fuertes, las células sensoriales que

intervienen en la capacidad auditiva de una persona pueden verse dañadas de forma permanente, lo que trae consigo una pérdida profunda de audición. Apenas existe una concienciación social sobre la importancia de cuidar y preservar la salud auditiva. (Salud., 1999)

El deterioro auditivo inducido por ruido es muy común, pero a menudo se subestima porque no provoca efectos visibles ni, en la mayoría de los casos, dolor alguno. Sólo se produce una pérdida de comunicación gradual y progresiva, estas pérdidas pueden ser tan graduales que pasan inadvertidas hasta que el deterioro resulta incapacitante. (Ministerio de Trabajo y Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2012)

A continuación, se explican brevemente algunas de las principales afecciones a la salud auditiva mencionadas anteriormente.

- Pérdida Temporal de Audición

Al cabo de breve tiempo en un lugar de trabajo ruidoso a veces se nota que no se puede oír muy bien y que le zumban los oídos. Se denomina desplazamiento temporal del umbral a esta afección. El zumbido y la sensación de sordera desaparecen normalmente al cabo de poco tiempo de estar alejado del ruido. (S.A., 2015)

- Pérdida Permanente de Audición

Con el paso del tiempo, después de haber estado expuesto a un ruido excesivo durante demasiado tiempo, el oído no se recupera y la pérdida de audición pasa a ser permanente. La pérdida permanente de audición no tiene cura. Este tipo de lesión del sentido del oído puede deberse a una exposición prolongada a ruido elevado o, en algunos casos, a exposiciones breves a ruidos elevadísimos. (S.A., 2015)

- Hipoacusia

La hipoacusia inducida por ruido (HIR) o pérdida de la capacidad auditiva, es una de las primeras causas de discapacidad producida por enfermedad profesional. Este problema se deriva de la exposición al ruido industrial, por trauma acústico, que produce daño irreversible en trabajadores expuestos a ruido sobre los 85 decibeles, en una jornada diaria de ocho horas y sin una protección auditiva adecuada. 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. (S.A., 2015)

- Otras afectaciones a la salud

Además de pérdida auditiva, el ruido es una amenaza infravalorada que puede causar otros problemas de salud, como; trastornos del sueño, efectos cardiovasculares, estomacales y nerviosos, así como también un rendimiento laboral y escolar deficiente. Se sospecha que el ruido es una de las causas de las enfermedades cardíacas y las úlceras de estómago. Las personas expuestas al ruido pueden quejarse de nerviosismo, estrés, insomnio y fatiga. (S.A., 2015)

1.3.2 Daños a la comunicación

La comunicación cara a cara, telefónica e incluso amplificada puede dificultarse o imposibilitarse si existe un nivel de ruido o un fondo sonoro y por tanto, los mensajes pueden perderse o ser malentendidos. (Comisiones Obreras de Asturias, 2007)

Según Virginis (2015) este tipo de interferencia incomoda la ejecución y el entendimiento de órdenes verbales, la emisión de avisos de alerta y/o peligro, por lo que el número de accidentes en la industria aumenta con el nivel de ruido, justamente por la disminución de la eficiencia en las comunicaciones.

1.3.3 Daños en la organización

El ruido, por su carácter de sonido no deseado, reduce indefectiblemente la efectividad en la realización del trabajo de tipo mental y de concentración, disminuye el rendimiento y aumenta los errores, por lo que debe realizar el trabajador un mayor esfuerzo para mantener el ritmo.(Davi, 1998)

Autores como: Viña Brito y Marsán Castellanos (2007), Alonso Becerra (2007) y Virginis (2015); han analizado los efectos negativos que provoca el ruido a las organizaciones, algunos de los cuales son; pérdida del atractivo de los inmuebles, disminución de la productividad, mayor propensión a sufrir accidentes laborales, aumento de los errores y disminución de la calidad, entre otras.

1.4 Evaluación y control del ruido

1.4.1 Medición y evaluación del ruido

La medición se utiliza para cuantificar el nivel y duración de la exposición de los trabajadores al ruido y compararla con los límites de exposición establecidos por las autoridades competentes o las normas internacionalmente reconocidas. Por su parte la evaluación permite identificar los diferentes tipos de ruidos, distinguir los ambientes ruidosos con diferentes espectros de frecuencias, y considerar asimismo las diversas situaciones laborales. (Rodríguez González et al., 2007)

Para llevar a cabo la medición se hace necesario utilizar diferentes instrumentos de medida del ruido, donde cabe citar los sonómetros o decibelímetros, los dosímetros, audiómetros, medidor de vibraciones y los equipos auxiliares. (Parma, 2015)

El instrumento básico es el sonómetro, un instrumento electrónico que consta de un micrófono, un amplificador, varios filtros, un circuito de elevación al cuadrado, un promediador exponencial y un medidor calibrado en dB. (Rodríguez González et al., 2007)

Los sonómetros pueden ser integradores o no integradores:

Los sonómetros no integradores, generalmente sólo miden el valor instantáneo del nivel de presión sonora, y no registran valores promedio. Esto es útil para medir 118 sonidos que no varían rápidamente en el tiempo, es decir, más bien ruidos constantes.

Los sonómetros integradores son útiles para medir exposiciones a ruido variable, como las que se producen en ambientes de ruido intermitente o de impulso. Estos equipos pueden medir simultáneamente los niveles de ruido equivalente, pico y máximo, y calcular, registrar y almacenar varios valores.

A la hora de realizar la medición se debe realizar una evaluación previa del lugar para conocer las características de la fuente del ruido, así como para evaluar el nivel del ruido y sus posibles efectos en las áreas.(Confederación de Empresarios de Lugo, 2007)

Para llevar a cabo la evaluación del ruido se tienen en cuenta dos aspectos fundamentales: su medición y la comparación de los resultados de la misma con los niveles máximos admisibles establecidos. Cuando los ruidos son constantes se utilizan dos métodos: el criterio N y criterio del nivel sonoro; pero cuando son no constantes se utiliza el criterio del nivel sonoro equivalente continuo.(Rodríguez González et al., 2007)

Cuando el ruido es no constante se determina el nivel sonoro equivalente continuo (Leq(A)), definido como el nivel expresado en dB(A) de un ruido hipotético constante, el cual al ser sustituido por el ruido considerado durante el mismo período representa la misma cantidad de energía sonora que la exposición real.(Rodríguez González et al., 2007)

1.4.2 Medidas de control del ruido

Para una empresa, implementar una medida de control, equivale al desembolso de su presupuesto, en muchas ocasiones esta situación trae consigo interrogantes, pero la más importante de ellas es ¿Cuáles serían los beneficios sociales derivados de una política de reducción del ruido? Si bien se generan inversiones, las ganancias en cuanto a incremento de la productividad y protección a los trabajadores son incontables y a largo plazo productoras de beneficios.

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)

Autores como Miyara (1999), Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (2005), Joaquín García Dihigo y Real Perez (2005), Rodríguez González et al. (2007), Viña Brito y Marsán Castellanos (2007) y Náf Cortés (2014); coinciden en la siguiente clasificación de las medidas de control del ruido según el trayecto de la onda sonora donde se aplica:

- **Medidas primarias o control en la fuente**

Las medidas primarias se refieren a la acción directa sobre las fuentes que originan el ruido y preferentemente durante las etapas de proyecto de las instalaciones, estas son las medidas más efectivas pero las más difíciles de implementar porque responden a las particularidades del proceso y la tecnología y en el caso de instalaciones o equipos que se encuentran en funcionamiento este tipo de solución suele ser la más costosa y difícil de lograr, pues implica modificaciones importantes que pueden conllevar, por ejemplo, a retirar o desmontar una máquina o incluso a interrumpir servicios o procesos de producción.(Miyara, 1999), (Rodríguez González et al., 2007)

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)yRodríguez 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 antivibratorios.
- Construcción de pequeñas superficies emisoras, con el empleo de nervios y canales.
- **Medidas secundarias o control en los medios de propagación**

Las medidas secundarias son por lo general las más difundidas y se toman en el espacio entre el hombre y la fuente emisora. Van encaminadas a evitar la propagación y transmisión del sonido pues se refiere a la aplicación de medidas al entorno inmediato que se encuentra alrededor de la fuente emisora, para lograr la reducción de los niveles de presión sonora.(Rodríguez González et al., 2007),(García, 2001)

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 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.

Autores como: Alton Everest (2001), Carrión Isbert (1998), Kuttruff (2009), Barron (2010) y Long (2006) proponen como medida secundaria de control del ruido el empleo de la acústica gráfica.

- **Medidas organizativas o control en el receptor.**

Las medidas organizativas están referidas, al control de la producción y los servicios. Según autores como: Barron (2010) y Secretaría de Salud Laboral (2012) refieren que deben ser utilizadas en última instancia debido a la ineffectividad de las mismas.

Según García (2001) las medidas en el receptor son las más ineffectivas 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 son: orejeras, tapones o cascos anti-ruido, los cuales deben ser los apropiados y estar correctamente ajustados (Confederación de Empresarios de Lugo, 2007). Para hacer una correcta selección de estos protectores auditivos es importante conocer su comportamiento de atenuación sonora para la frecuencia y nivel de ruido presente.

1.5 Legislación laboral referida al ruido y su control

Puesto que se reconoce al ruido como uno de los principales agentes contaminantes de nuestros tiempos, los diversos órganos legales del mundo enmarcan dicho problema en disímiles documentos oficiales de obligatorio cumplimiento los cuales, de manera general, tienen el objetivo que bajo su estricta obediencia se eleve el confort, la calidad de vida e incluso se eviten afectaciones a la salud de las personas expuestas a semejante agresor.

1.5.1 Legislación extranjera sobre el ruido

Diferentes países y organizaciones internacionales implantan mediante decretos, normas y leyes, su reglamentación respecto al ruido, lo que abarca desde los niveles permisibles del mismo hasta cómo proteger a los trabajadores que están constantemente expuestos a la contaminación acústica. A continuación, se mencionan algunas de ellas referidas por la 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. En 2014 el Consejo Nacional del Ruido en Francia emitió el documento: “Propuestas para la elaboración del elemento ruido” en el Plan Nacional de Salud-Medio Ambiente. 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. En Chile existe el Decreto N° 38, del 2011 perteneciente al Ministerio de Medio Ambiente, el cual establece la norma de emisión de ruidos generados por diferentes fuentes. También está vigente en Uruguay el Decreto Reglamentario de la Ley 17.852, sobre contaminación acústica, del 2013”.

1.5.2 Legislación cubana respecto al ruido

En Cuba, respecto al contexto legal, en ocasiones se trata el tema de la contaminación sonora directamente y otras veces se hace mención a ella como un elemento más a considerar en un asunto de mayor alcance. Actualmente se encuentran vigentes legislaciones de carácter laboral, ambiental y un cuerpo de normas de aplicación obligatoria relacionadas con el ruido. Este cuerpo normativo insuficiente, necesitado de revisión y actualización, establece conceptos, procedimientos de medición y criterios para caracterizar ambientes afectados acústicamente.(Sexto, 2012).

Normas cubanas vigentes en la actualidad, referentes al ruido:

- NC 19-01-06: Medición del ruido en lugares donde se encuentren personas. Requisitos generales Comité Estatal de Normalización.(NC 19-01-06, 1983)

Plasma los requisitos generales para realizar mediciones de ruido y su correspondiente valoración, en los lugares donde se encuentren personas.

- NC 19-01-10: Determinación de la potencia sonora. Método de orientación Comité Estatal de Normalización.(NC 19-01-10, 1983)

Ofrece un método para determinar la potencia sonora del ruido emitido por máquinas, mecanismos, equipos técnicos y otras fuentes sonoras.

- NC 19-01-13: Determinación de la pérdida de la audición. Método de medición Comité Estatal de Normalización.(NC 19-01-13, 1983)

Establece los diferentes métodos de exámenes audiométricos para determinar la pérdida auditiva. Reconoce tres grados de hipoacusia profesional.

- NC ISO 7188: Acústica. Medición del ruido emitido por los vehículos de pasajeros bajo condiciones representativas de tránsito urbano Oficina Nacional de Normalización.(NC-ISO 7188, 2005)

Especifica un método para medir el ruido emitido por los vehículos de pasajeros en movimiento.

- NC 26: Ruido en zonas habitables, requisitos higiénico sanitarios.(NC 26, 2007)

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: Accesibilidad y utilización del entorno construido por las personas.(NC 391-1:, 2010)

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: 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 Oficina Nacional de Normalización.(NC ISO 1999:, 2011)

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 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 audiométricas usuales o en combinaciones de estas frecuencias, sobrepasan cierto valor.

- NC 871: Seguridad y salud en el trabajo. Ruido en el ambiente laboral. Requisitos higiénico sanitarios generales Oficina Nacional de Normalización.(NC 871:, 2011)

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.

Además, existe la Ley 81 de Medio Ambiente para combatir al ruido. Dicha ley 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 otra parte, el artículo 152 expresa la responsabilidad de los diferentes organismos del país de dictar medidas para la evaluación y control de dicho contaminante.(García Fránquiz, 2017),(Quintero Turiño y Muñoz Alfonso, 2009)

Con respecto al sustento legal, de manera general, aunque existen un conjunto de normas actualizadas referentes al ruido, resalta que estas no establecen cómo controlarlo. En ellas se definen los niveles permisibles en diversos sectores, otras son de carácter contravencional, de protección al trabajador, de salud pública, de policía, de carácter urbanístico y de gestión ambiental; lo que evidencia una notable dispersión legislativa, que atenta contra el conocimiento y el adecuado uso de estas, y además la ausencia de un instrumento legal que integre todas las disposiciones jurídicas en materia de ruido, para el territorio. A esto se le suma un amplio desconocimiento de estas normativas por las instituciones, trabajadores y clientes, así como de los efectos nocivos del ruido, su evaluación y control.

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 tres 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 2: Metodología propuesta para el control del ruido y su valoración económica

En el presente capítulo se selecciona y explica la metodología para el control del ruido y su valoración económica en el hotel Meliá Las Américas. Se muestra su progreso a través de los procedimientos de identificación, evaluación, diagnóstico, control y valoración económica que se sustentan en técnicas como observación, escucha directa, entrevistas y medición.

2.1 Análisis de las metodologías existentes para la evaluación, diagnóstico y control de ruido.

La presencia de ruido provoca afecciones a la salud y costos a las instalaciones que sufren su incidencia, sobre todo en el polo de los servicios, donde los clientes son los jueces de la calidad y demandan cada día un ambiente más confortable en las instalaciones que visitan.

Diversas son las metodologías que existen sobre la evaluación y control del ruido como las planteadas por Ibrahim (1996), Camposeco Espina (2003), Diputación Foral de Bizcaia (2010), Náf Cortés (2014), Alfaro León (2016), Torres Sotolongo y Romero Suárez (2014) y Almeda Barrios (2018).

A continuación, la tabla 2.1 muestra una matriz binaria donde se ofrece una comparación de dichas metodologías en cuanto a las fases que comprenden:

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
Náf 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 presentada por Ibrahim (1996) es bastante íntegra de control del ruido en termoeléctricas, aunque no comprende en su propuesta el empleo de la acústica gráfica, el diseño de barreras acústicas u otros métodos de control con factibilidad de aplicación. Camposeco Espina (2003) enfoca su investigación en industrias de maquilado de tuberías de acero y en su fase de diagnóstico no emplea mapas de ruido, diferencia atribuible respecto al resto de las metodologías que sí los emplean; su diagnóstico se basa en la realización de encuestas preliminares y detalladas a los diferentes puestos de trabajo

mediante mediciones, para determinar si existen o no afectaciones a los trabajadores. La Diputación Foral de Bizcaia (2010) exhibe una metodología de control para zonas urbanas donde su principal limitación es el no desarrollo de la fase de control (aunque sí la reconoce y menciona) lo que podría conllevar a un declive de la importancia de esta para quienes pretendan aplicar dicha metodología, por consiguiente, no comprende la valoración económica de las medidas propuestas. Náf Cortés (2014) aborda el tema del control del ruido en el ambiente laboral de manera exhaustiva, su única falta es que no valora económicamente las medidas que de manera clara y profunda propone. La metodología que plantea Alfaro León (2016) sobre el control del ruido en las áreas de *Handling* y mantenimiento de TAME EP en plataformas aeroportuarias es bastante completa, sin embargo, dadas las características de los puestos de trabajo en estudio, sus medidas se retienen solo al ámbito organizativo.

Por otra parte, Almeda Barrios (2018) presenta una metodología (**Ver Anexo 1**) de control para instalaciones hoteleras la cual incluye la totalidad de las fases ya analizadas en la tabla 2.1 y propone técnicas de control novedosas de ruido en una instalación a partir de su análisis económico. En el siguiente epígrafe se proponen algunas modificaciones para esta metodología que permitan su optimización en el sector del turismo.

2.2 Descripción de la metodología propuesta

Para la evaluación y control del ruido en el hotel Meliá Las Américas se propone la metodología mostrada en la figura 2.1.

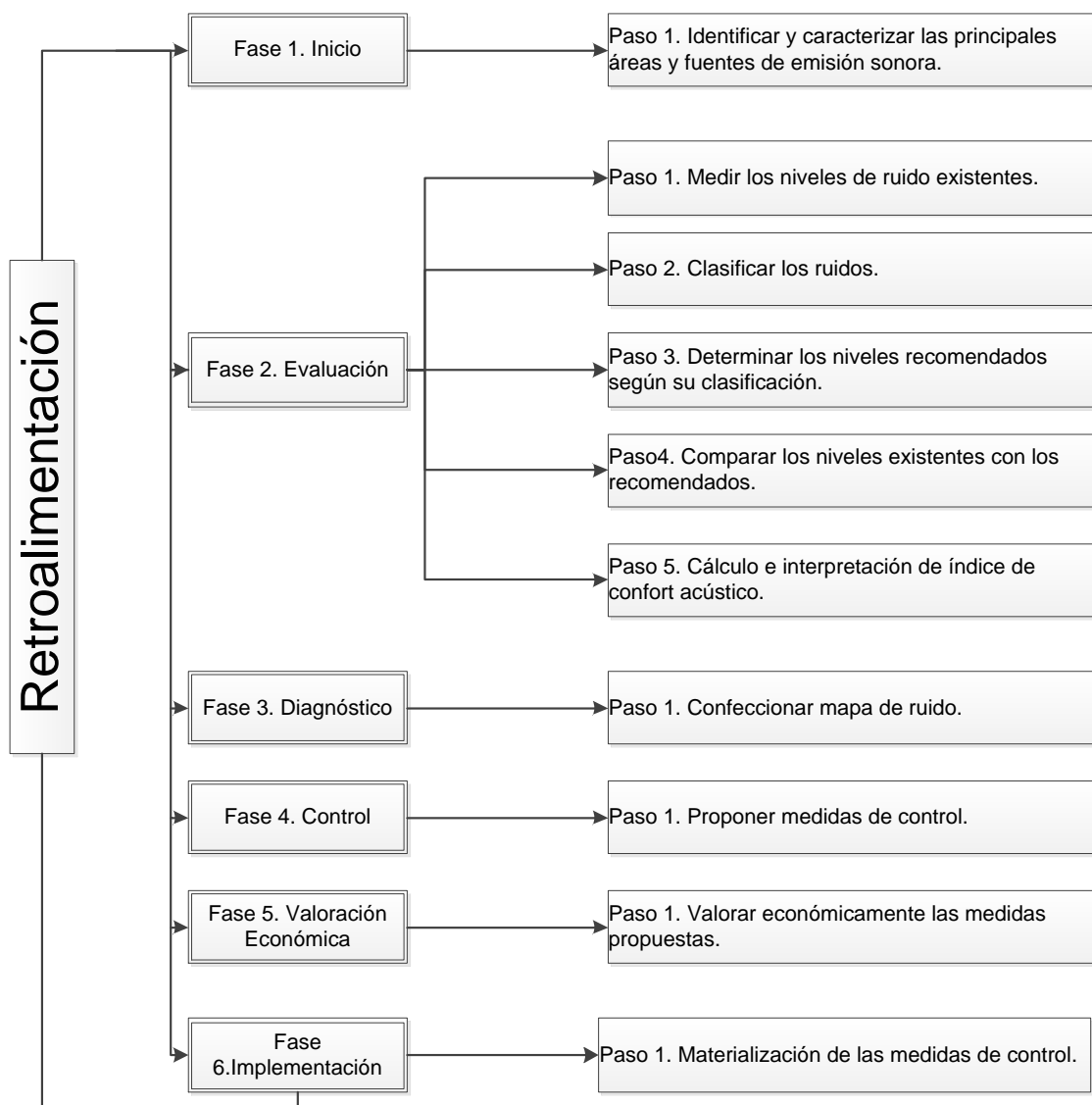


Figura 2.1 Metodología propuesta.

Fuente: Elaboración propia.

Las modificaciones realizadas a dicha metodología radican en la identificación y caracterización de las principales fuentes y áreas emisoras de ruido, así como también en la inserción del cálculo e identificación de los índices de confort acústico.

Esta metodología se compone de 6 fases fundamentales que permiten identificar, evaluar, diagnosticar y realizar propuestas de control para los niveles de contaminación acústica existentes en el hotel Meliá Las Américas e implementar estas medidas de control y valorarlas económicamente. Finalizada la última fase, la retroalimentación permite, ante cambios del entorno, valorar la eficiencia del control al retornar a la identificación de las fuentes de ruido, y de ser necesario, a la evaluación de los niveles existentes en el área objeto de estudio, lo cual permite evidenciar cambios tras la implantación de las medidas propuestas al compararlos con los obtenidos al inicio.

Fase 1. Inicio

Paso1. Identificar y caracterizar las principales fuentes y áreas emisoras de ruido

En este paso se identifican y caracterizan las principales fuentes y áreas que propician elevados niveles de ruido, para así delimitar los elementos generadores del mismo y sus vías de propagación; para ello se emplean técnicas como la observación y escucha directa, así como entrevistas a los trabajadores y clientes. El cumplimiento de este paso es fundamental debido a la necesidad de identificar correctamente todas aquellas fuentes y áreas generadoras de ruidos y sobre las cuales se debe actuar de forma oportuna para disminuir la generación y transmisión de este agente contaminante. Ante esta situación surgen preguntas como: ¿De dónde proviene el ruido que se genera?, ¿Dónde se genera el ruido?

Para Rodríguez González et al. (2007)

- 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 estas fuentes se manifiestan a partir del funcionamiento o “mal funcionamiento” de equipos de ventilación, de la generación de electricidad o bombeo de agua, 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, y por características propias de equipos altamente ruidosos como lavadoras y secadoras.

Fase 2. Evaluación

Paso 1. Medir los niveles de ruido existentes

La medición de ruido, según Rodríguez González et al. (2007) permite conocer el nivel de nocividad del mismo a partir de los parámetros que lo identifican. Para medir los niveles

de presión sonora existentes se utiliza como vía convencional un sonómetro y para el uso del mismo se tienen en cuenta los siguientes requisitos de cumplimiento obligatorio citados en (Torres Sotolongo y Romero Suárez, 2014). Procedimiento para la evaluación del ruido ambiental urbano en el municipio de Regla (PCC) utilizando sistemas de información geográfica; GeoFocus, 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.

Sumamente importante resulta este último requisito puesto que cuando se pretende medir el ruido que genera una fuente puntual, la presencia innecesaria de personas puede modificar 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. Opuestamente, si lo que se desea es medir el ruido generado por las personas en un local, entonces se obvia el cumplimiento de dicho requisito.

Los sonómetros pueden ser integradores o no integradores:

Los sonómetros no integradores, generalmente sólo miden el valor instantáneo del nivel de presión sonora, y no registran valores promedio. Esto es útil para medir 118 sonidos que no varían rápidamente en el tiempo, es decir, más bien ruidos constantes.

Los sonómetros integradores son útiles para medir exposiciones a ruido variable, como las que se producen en ambientes de ruido intermitente o de impulso. Estos equipos pueden medir simultáneamente los niveles de ruido equivalente, pico y máximo, y calcular, registrar y almacenar varios valores.

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 deficiencia 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 disímiles 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 clave para las siguientes fases de la metodología.

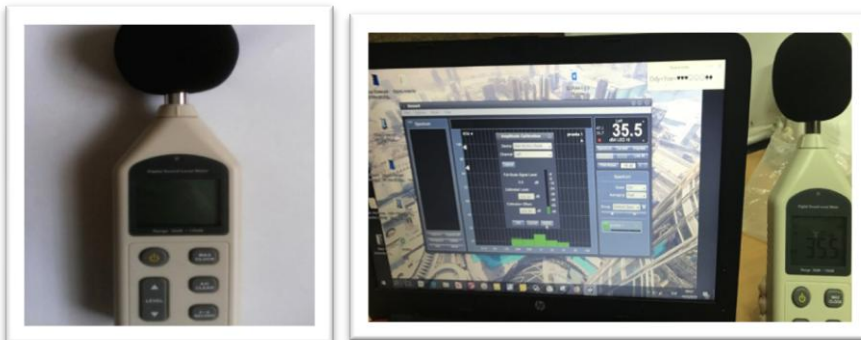


Figura 2.2 Sonómetro GK: 1290563 vinculado al software Smaart 7.

Fuente: Elaboración propia.

Paso 2. Clasificar los ruidos existentes

Ya identificados los ruidos, se clasifican. Autores como: C.M (1998), Ibrahim (1996), Berger (2003), Joaquín García Dihigo y Real Perez (2005), J García Dihigo (2016) y Rodríguez González et al. (2007); 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 y ruidos no constantes; los primeros, según la respuesta lenta del sonómetro, varían en no más de 5 dB en las 8 horas laborables, mientras que los segundos varían en más de 5 dB.

El criterio de evaluación a utilizar dependerá de la clasificación otorgada; si los ruidos son constantes se aplica el 80 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

Este criterio de evaluación se basa 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 (J García Dihigo, 2016), para ello se determina el nivel de presión sonora existente (Neitzel) 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 del **Anexo 1** 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.

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

El cálculo del Nivel Sonoro Equivalente Continuo puede obtenerse 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

En los locales afectados se determina el nivel máximo admisible (NMA (dB)). Este valor se fija de acuerdo con las características del área en cuestión: si se está en presencia del interior de un local en la instalación, se emplea la tabla tomada de la NC 871: (2011). **(Ver Anexo 2).**

Paso 4. Comparar los niveles existentes con los recomendados

En este paso se determina la continuidad del estudio al realizar el siguiente análisis:

Si N (dB) o Leq (A) (dB) ≤ NMA (dB), entonces los niveles de ruido son adecuados y no perjudiciales, no es necesario continuar el estudio.

Si N (dB) o Leq (A) (dB) > NMA (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 apreciar, 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 identificación de los índices 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 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 (ver tabla 2.2).

Este método es útil para la valoración de ruidos estables y continuos. (NTP 503:, 1998).

Tabla 2.2 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).

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, Millington – Sette y Sabine. Se propone emplear la de Sabine tal y como se muestra a continuación en la ecuación 2.2:

$$(2.2) T = 0.161 (V/A)$$

En donde:

T: Tiempo de reverberación [s]

V: Volumen de la sala [m³]

A: Absorción total [sabino]

Donde:

$$(2.3) A = \bar{\alpha} * Stot$$

Donde:

$$(2.4) Stot = \sum S_i \text{ (superficie total del recinto [m}^2\text{])}$$

$$(2.5) \bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha_i S_i}{Stot} \text{ (coeficiente medio de absorción del recinto [sabinos/m}^2\text{])}$$

La tabla 2.3 recoge los tiempos de reverberación recomendados, para distintos locales habitables de diversos tipos de edificios.

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)

Aun cuando los niveles de ruido existentes puedan encontrarse bajo los niveles normados, pueden permanecer niveles de ruidos que resulten molestos para los clientes, lo que representa pérdidas de clientes y afectaciones al ser humano y a la economía. Por lo que se hace necesario actuar en estos casos y tomar medidas siempre que prevalezcan quejas de ruido.

Tabla 2.3 Tiempos de reverberación

Tipo de edificio	Local	Tiempos de reverberación (s)
Residencial (público y privado)	Zonas de estancia	≤ 1
	Dormitorios	≤ 1
	Servicios	≤ 1
	Zonas comunes	$\leq 1,5$
Administrativo y de oficinas	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)

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.(Española, s.a.)

Los mapas de ruido constituyen la herramienta fundamental para el diagnóstico de los niveles de contaminación acústica, tal y como García Sanz y Garrido (2003), Gobierno de Chile (2010), Torres Sotolongo y Romero Suárez (2014), Parma (2015) y Sand (2017), por ello se decide el empleo de dicha técnica para realizar el diagnóstico de aquellas zonas donde exista afectaciones por ruido. Su utilidad está relacionada a la claridad de la información que brindan, puesto que otorgan una representación gráfica de los niveles sonoros existentes en el área estudiada.

Se decide el empleo de mapa de ruido para realizar el diagnóstico de aquellas zonas donde n afectaciones por ruido en el hotel Meliá Las Américas. 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.

En la tabla 2.4 se recogen los softwares existentes más populares para la elaboración de ruidos, así como sus utilidades.

Tabla 2.4 Algunos de los softwares utilizados en la elaboración de mapas de ruidos en el exterior son:

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). Si se consideran 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 considera además 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

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.

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

- Paso 1: Determinación del software a emplear.

En la tabla 2.5, se describen a varios de los softwares utilizados en la elaboración de mapas de ruido. Como característica común de todos estos softwares se encuentra que son prepago, o sea, que funcionan bajo una licencia que hay que comprar.

- 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: Acoustics (1996) porque no establece rango ni color para los niveles sonoros mayores a 85 dB, los cuales son de interés para la investigación.
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.

Para la confección del mapa acústico se toman los rangos establecidos a continuación en la figura 2.3 y se desechan los valores que no resultan de interés:

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 Rangos establecidos para confeccionar los mapas de ruido.

Fuente: Elaboración propia

Estos rangos pueden estar sujetos a cambios, propiamente debidos a las características del local en estudio. En dicho caso serán restablecidos para obtener un resultado lo más acertado posible en la fase de diagnóstico.

La figura 2.4 muestra 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.

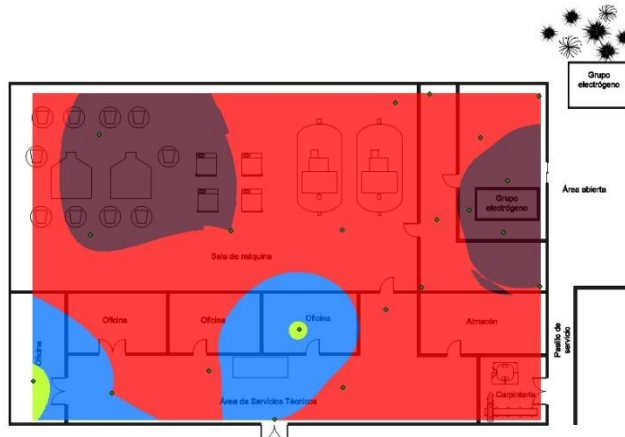


Figura 2.4 Ejemplo de un mapa de ruido.

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 (Miyara, 1999) 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. 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 (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 anteriores, coinciden con los pasos 1 y 2 de la fase de evaluación de la metodología propuesta para realizar el estudio de ruido.

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 2.6.

$$(2.6) L_{ext} > L_{rec}$$

Si se cumple la ecuación 2.6 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 (NC 871:., 2011)(**Tabla 2.3**)

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.

$$(2.7) L_{(d)}^0 = L_s - 20 \log(d) - 10.9$$

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 2.7 y 2.8

$$(2.8) \Delta L = L_{ext} - L_{rec}$$

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

$$(2.9) bs < 5(f/c)$$

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:

$$(2.10) \Delta L = 10 \log \left[1 + \alpha_f \left(\frac{4\pi}{\Omega - 1} \right) \right]$$

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 **(Ver Anexo 6)**.

Ω : ángulo sólido proyectado sobre la barrera, obtenido de la intercepción de una onda sonora con la propia barrera [Sr]. **(Figura 2.5)**

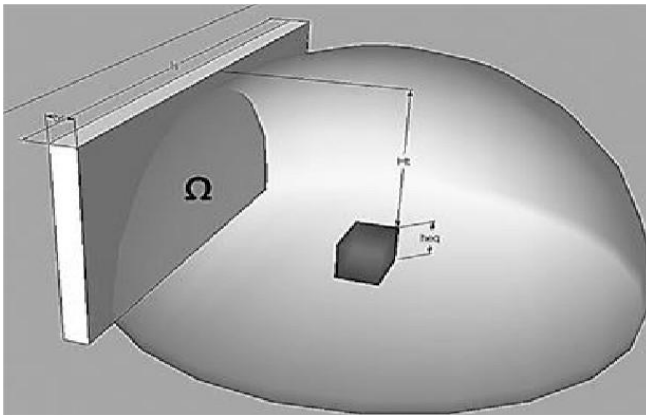


Figura 2.5. Esquema que representa una onda sonora (casquete esférico) y su intercepción con una barrera acústica.

Fuente: tomado de Feliú (2018).

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

$$(2.11) \Omega = 4 \text{sen}^{-1}(\text{sen}\beta \times \text{sen}\theta)$$

Donde:

$$(2.12) \beta = \tan^{-1} \left(\frac{ls}{2Ht} \right)$$

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

Se sustituye ecuaciones 2.11 y 2.12 en 2.13; y si se simplifica el término entre “llaves” a través del software Derive 6.0 se obtendría:

$$(2.14) \Omega = 4 \sin^{-1} \left[\frac{bs \times ls}{\sqrt{bs^2 + 4Ht^2} \sqrt{ls^2 + 4Ht^2}} \right]$$

Se despeja Ω en ecuación 2.10:

$$(2.15) \Omega = \frac{\alpha_f \times 4\pi}{10^{(\Delta L/10)} - 1} + 1$$

Se despeja Ht en ecuación 2.14 con Derive 6.0:

$$(2.16) H_t = \frac{\sqrt[4]{\sqrt{\sin^2\left(\frac{\Omega}{4}\right) \times (b_s^4 - 2b_s^2 l_s^2 + l_s^4) + \sin\left(\frac{\Omega}{4}\right) \times (b_s^2 + l_s^2)}}}{\sqrt{\sin\left(\frac{\Omega}{4}\right)}}$$

Si se soluciona la ecuación 2.15 y el resultado se sustituye en ecuación 2.16; se tendrían todas las variables para la obtención de Ht ; y al sumarla a la heq se obtendría la altura total de la barrera.

Paso 8. Determinar la altura del muro de contención

$$(2.17) M = Ht + heq$$

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 Ht , 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:

$$(2.18) L_{(d)}^B = L_s - 20 \log \left(\sqrt{d_{(1)}^2 + Ht^2} + \sqrt{d_{(2)}^2 + Ht^2} \right) - 10 \log \left(\frac{1}{\alpha_b + \alpha_t} \right) - 10.9$$

Donde:

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

$d_{(Norma ISO 1996: Acoustics)}$: distancia entre la fuente y la barrera [m]

$d_{(NC 871)}$: 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 2.19

$$(2.19) N = \frac{2f}{c} \left(\sqrt{d_1^2 + Ht^2} + \sqrt{d_2^2 + Ht^2 - d} \right)$$

(parabarreras delgadas)

Donde:

$$(2.20) d = d_{(1)} + d_{(2)}$$

$$(2.21) \text{Para } N \geq 12,7; \alpha_b = 0,004$$

$$(2.22) \text{Para } N < 12,7; \alpha_b = \frac{[\tanh(\sqrt{2\pi}N)]^2}{2\pi^2 N}$$

El término α_t :

$$(2.23) \alpha_t = 10^{(-Rf/10)}$$

Donde:

Rf: Coeficiente de transmisión de la barrera en función de la "f" [dB]. Depende del material elegido (en ecuación 2.9) para la construcción de la barrera y se tiene que cumplir que **(Ver Anexo 7)**:

$$(2.24) Rf > -10 \log \left(\frac{\alpha_b}{8} \right)$$

En caso de no cumplirse habría que escoger otro material y se volvería a calcular todo a partir de la ecuación 2.10.

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 2.25:

$$(2.25) L_{(d)}^B \leq L_{rec}$$

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.

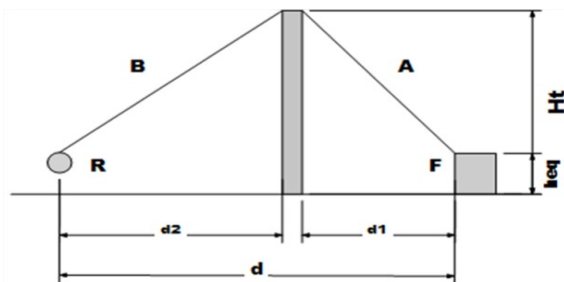


Figura 2.6. Representación esquemática de las variables para el cálculo del paso 6.

Fuente: tomado de Feliú (2018).

Fase 5. Valoración económica

Paso 1. Valorar económicamente las medidas propuestas.

Luego de proponer las medidas de control para las fuentes o áreas ruidosas, es necesario el cálculo de las inversiones que debe realizar la instalación, es decir; cuánto presupuesto necesitaría el hotel para poder materializar las medidas propuestas y así atenuar los elevados niveles de ruido que se generan, a partir de la selección de los materiales idóneos para disminuir estos niveles sonoros y hallar los precios más factibles para el hotel.

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)

En función de valorar económicamente las medidas propuestas, se hace un análisis para la determinación del costo total. Para determinar el mismo se ha de tener en cuenta que este representa, el gasto económico de la fabricación de un producto o los gastos para la

prestación de algún determinado servicio. Este se conforma por el precio de la mano de obra, la cual, según 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 llevar a cabo este análisis se tiene en cuenta, primeramente:

1. Determinar las especificaciones técnicas

Es indispensable tener en cuenta todas las especificaciones técnicas que están vinculadas directamente a los principios constructivos en función de las características de diseño obtenidas. El análisis se realiza basado fundamentalmente en los siguientes criterios:

- Características de los elementos constructivos y no constructivos (dimensiones, calidad, proveedor, precio, etc.)
- Forma de colocación de los elementos constructivos y no constructivos.
- Composición de los materiales a emplear. (Ejemplo: composición de la mezcla a utilizar)

2. Determinar el costo directo

- Costo de consumo de materiales.

Este costo será determinado con el uso de 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.

- Determinar el costo de empleo de mano de obra

Así mismo, 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 los costos directos y los costos indirectos, pero no se tendrán en cuenta los costos indirectos.

$$CT = Cmat + Cmo$$

Donde:

CT: Costos totales (CUP)

Cmat: Costo de consumo de materiales (CUP)

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

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 del capítulo

- A partir del análisis de seis 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 seis 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 aplicación de métodos de control de ruido en el medio como las pantallas acústicas como aportes a la metodología.

Capítulo 3: Aplicación de la metodología seleccionada en el hotel Meliá Las Américas.

A continuación, se presenta una breve caracterización del hotel Meliá Las Américas y se ofrecen los resultados de la aplicación de la metodología propuesta anteriormente en las áreas que resultaron de interés para el estudio que se realiza.

3.1 Caracterización del hotel Meliá Las Américas

El hotel Meliá Las Américas, All Inclusive Golf & Beach Resort, abrió sus puertas el 29 de julio de 1994. Se seleccionó para su construcción las Alturas de San Bernardino. Está situado en el kilómetro 8 y ½ de la Autopista Sur, Carretera Las Morlas, en el destino turístico más importante de Cuba, con 800 metros de arena blanca y fina, en una de las mejores franjas de playa de Varadero.

Es el primer hotel de golf recomendado por la Asociación de Profesionales del Golf de Europa, y el único con acceso directo al Varadero Golf Club.

Meliá Las Américas opera bajo el régimen de Empresa Mixta. La sociedad por la parte cubana está representada por el Grupo Cubanacán S.A y la parte extranjera, española, por un grupo de accionistas. Es administrado por la prestigiosa cadena hotelera española Sol Meliá, primera Empresa que apostó por la inversión extranjera en Cuba después del Triunfo Revolucionario en 1959.

Posee Categoría 5 Estrellas y desde mayo del 2005, opera bajo la Modalidad Todo Incluido.

Misión: Brindar servicios hoteleros especializados en turismo de golf y vacacional para adultos, ofertando confort, seguridad y atención personalizada, con el apoyo de un capital humano motivado, capacitado y alineado con la sostenibilidad y la estrategia organizacional.

Visión: Meliá Las Américas, hotel altamente reconocido como vacacional y de playa, líder en el segmento de golf en Cuba, donde el confort, la seguridad, la atención personalizada y el servicio distinguido superan las expectativas del cliente. Su gestión sostenible se apoya en un capital humano satisfecho, capacitado y alineado con la estrategia y la competitividad económica y organizacional.

Tiene capacidad para 680 huéspedes, dispone para ello de 340 habitaciones. Sus recursos humanos hacen un total de 421, de ellos 196 son mujeres y 225 son hombres,

distribuidos en categoría ocupacional de 14 cuadros, 50 técnicos, 130 obreros, 225 servicios y 2 administrativos. Son fundadores 71 personas.

A inicios del año en curso se le otorgó la distinción Estrella Ambiental y Aval Playa Ambiental.

3.2 Aplicación de la metodología seleccionada

Fase 1. Inicio

Paso 1. Identificar y caracterizar las principales fuentes y áreas emisoras de ruido

A partir de la observación, escucha directa, entrevistas a los trabajadores de diversas áreas (personal de recursos humanos, calidad, servicios técnicos, animación, cocina, lavandería) y una revisión de las quejas plasmadas por los clientes, recogidas en el departamento de calidad, se determinan como las principales áreas ruidosas:

- ✓ Comedor de empleados
- ✓ Lavandería
- ✓ Cocina
- ✓ Chiringuito de la Playa
- ✓ Oficina de mantenimiento

Caracterización de las áreas de estudio

Comedor de empleados

El comedor de empleados presta servicios de desayuno, almuerzo y cena, en los horarios de 6:45am a 8:45am, 11:30am a 1:30pm y 5:30pm a 6:45pm respectivamente. Tiene una capacidad para 70 trabajadores, para lo cual dispone de 6 empleados, organizados en dos turnos de ocho horas diarias. El área que ocupa el comedor está compuesta por 13 mesas de distintas capacidades que van de 4 a 6 sillas. Posee un área caliente, un área de fregado, un lava manos y un secador de manos.

Se detectan como fuentes de ruido el secador de manos, la manipulación de las vajillas y cubertería, la comunicación verbal y el área destinada al fregado.

Lavandería

La lavandería, ubicada dentro del hotel, realiza el servicio de lavado, secado y planchado en el horario de 9:00am a 5:00pm. Para ello disponen de 3 lavadoras, 1 secadora, 1

plancha y 1 lavadora/secadora. Cuenta con 3 trabajadoras, las que están en contacto directo con la fuente de ruido (la secadora).

Cocina

La cocina presta sus servicios de elaboración de alimentos y fregado de los platos, vasos y cubiertos desde las 6:00am hasta las 11:00pm. Para ello disponen de una plantilla de 39 trabajadores, fraccionada en 2 turnos de trabajo de ocho horas al día. En el área de la cocina se encuentran: 3 estaciones que preparan diferentes platos, un área caliente, 2 oficinas una de ellas la del chef, un cafetín, un almacén, una nevera, una cámara fría, el área de fregado y una máquina de hielo.

En la cocina la máquina de fregado y una hielera, fueron las fuentes de ruido detectadas en esta zona.

Chiringuito de la playa

El chiringuito de la playa, así le llaman los trabajadores del hotel al ranchón(snack/bar) de la playa. Su plantilla es de 5 trabajadores, todos dependientes. Su estructura la componen; un snack/bar que cuenta con 15 mesas de 4 sillas, un área de juego (incluye una mesa de billar y una mesa de pimpón), la cabina de animación (posee una plazoleta con 4 micrófonos) y las sombrillas y tumbonas, estas últimas suman 454 en esta área.

Los clientes se han quejado en muchas ocasiones, producto a los altos niveles de ruido generados por los equipos de audio utilizados por el equipo de animación.

Oficina de jefe de mantenimiento

La sala de máquinas se encuentra en un local cerrado, a ella colinda la oficina de mantenimiento, la cual tiene una puerta con acceso a este local y se encuentra afectadas por los elevados niveles de ruido que son generados por las máquinas. En esta oficina trabajan 3 personas en el horario de 9:00 am – 5:00 pm. En la sala de máquinas operan 2 empleados y en ella se encuentran: 4 bombas de agua, 4 tanques acumuladores de agua, 2 calderas de apoyo al sistema de agua caliente y 1 bomba de apoyo al sistema contra-incendios.

Fase 2. Evaluación

Paso 1. Medir los niveles de ruido existentes

Las mediciones llevadas a cabo con el sonómetro se realizan tal cual quedó plasmado en el capítulo anterior y se efectúan en los horarios picos de servicio. En el comedor de empleados se realizan de 11:30am a 1:30pm, pues durante este horario de almuerzo es cuando se alcanzan los NPS más elevados debido a la gran cantidad de trabajadores que acude allí durante estas horas, en comparación con el desayuno y la cena, que también generan altos niveles de ruido. En la lavandería se toman las mediciones en la mañana. Por otra parte, en la cocina se realizan durante el horario de almuerzo del buffet (12:30pm a 3:00pm). Mientras que, en el chiringuito de la playa, se realizan durante el día; ya que son locales abiertos que generan elevados niveles de ruido en distintos momentos del día sin tener un horario planificado. En oficina de mantenimiento y en la sala de máquinas, las mediciones se llevaron a cabo en el horario comprendido desde las 9:00 a hasta las 5:00 pm, puesto que en este horario es cuando se encuentran los trabajadores.

Al vincular el sonómetro (equipo de medición) con el software Smaart 7, se logra el desglose del espectro de frecuencias en bandas de octava. En las siguientes figuras se muestran las mediciones realizadas en las diferentes áreas ruidosas.

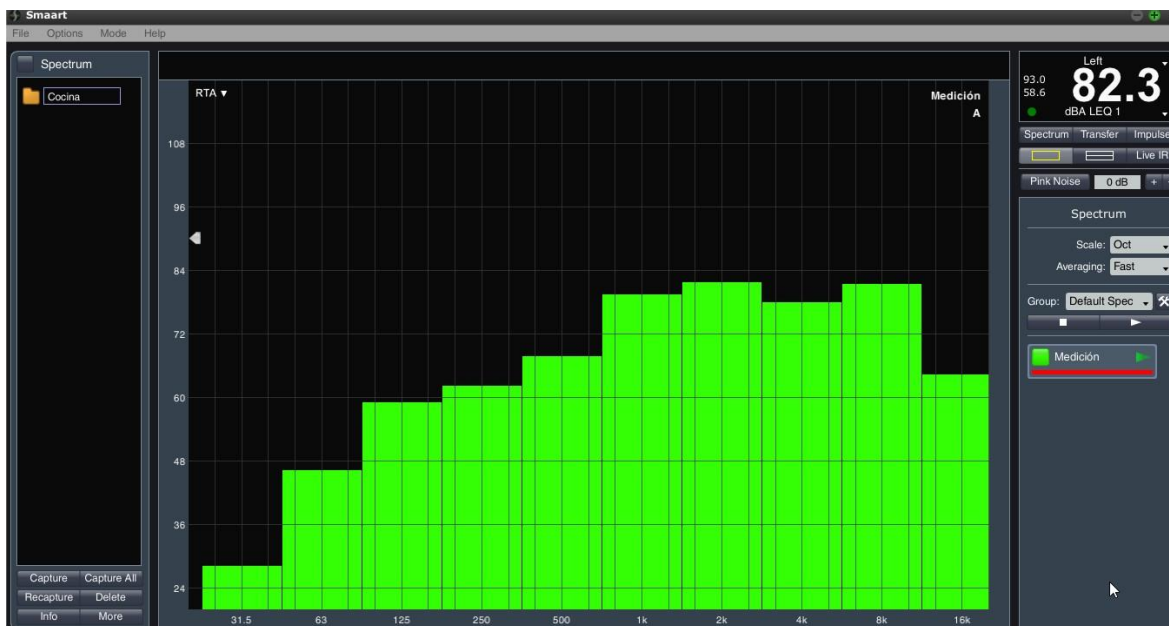


Figura 3.1 Medición sobre la máquina fregadora.

Fuente: Salida del software Smaart 7.

Tabla 3.1 Desglose del espectro de frecuencias de la máquina fregadora

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000

L (dB-A)	46	59	62	70	82	83	82
-----------------	----	----	----	----	----	----	----

Fuente: Salida del software Smaart 7.

De igual forma se realizan diferentes mediciones en los puntos de interés de los locales en estudio; en la tabla 3.2 se resumen los valores de NPS obtenidos en el espectro de frecuencias para dichos puntos. En el **Anexo 4** se muestran las salidas del software Smaart 7 con los resultados de las mediciones en los restantes puntos de medición.

Tabla 3.2 Determinación de los NPS en los diferentes puntos de interés de las áreas en estudio con desglose en el espectro de frecuencias.

Local	Punto de medición	F (Hz)						
		63	125	250	500	1000	2000	4000
Comedor de empleados	Mesas cercanas al secador de manos	55	68	70	71	83	79	75
	En el área de fregado	34	47	71	65	80	83	82
	Sobre las mesas de los trabajadores	47	62	68	78	76	76	75
Lavandería	En la mesa de las trabajadoras	57	65	71	74	75	76	73
	Sobre la secadora	63	73	78	83	88	87	86
	Sobre las lavadoras	52	62	68	75	78	70	81
	Sobre el puesto de doblado	36	46	62	72	79	80	75
	Sobre la máquina	46	59	62	70	82	83	82

Cocina	fregadora							
	Sobre la hielera	65	74	78	80	85	84	83
	En el área caliente	49	61	65	70	79	72	71
Chiringuito de la playa	Cerca de la cabina de animación	70	80	83	84	83	91	85
	Cerca del bar	52	58	74	78	78	79	78
	En las sombrillas	50	58	70	78	74	73	72
	En las mesas cercanas al bar	48	65	70	78	80	75	65
	Sobre la plataforma de los micrófonos	50	58	70	81	80	76	78
Oficina de mantenimiento	Dentro de la oficina de mantenimiento	52	58	70	69	72	71	70
	Frente a las máquinas	48	65	85	81	81	85	78
	En la puerta de la oficina, pero dentro de la sala de máquinas	58	70	80	82	80	83	80
	En la puerta, dentro de la oficina	46	55	70	72	73	69	75

Fuente: Elaboración propia.

Paso 2. Clasificar los ruidos

Las salidas del software utilizado para las mediciones, arrojan que, en la lavandería, la cocina y en la oficina de mantenimiento., la fuente de ruido no varía en más de 5 dB, por lo que, se clasifican como ruidos constantes. Cabe señalar que; en los talleres de servicios no siempre se utilizan los aparatos que generan estos elevados niveles de ruido. No es así en el comedor de empleados, en el chiringuito de la playa y en la cafetería de los trabajadores, que el ruido que allí se produce no es constante, pues varía en más de 5 dB.

Criterio N para ruidos constantes aplicado a la lavandería, la cocina y la oficina de mantenimiento.

A continuación, se emplea el criterio N (**Ver Anexo 1**) para la evaluación de los ruidos constantes.

Tabla 3.3 Criterio N aplicado a la lavandería.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	57	65	71	74	75	76	73
Crit N (NdB)	35	50	65	75	75	80	80

Fuente: Salida del software Smaart 7

Tabla 3.4 Criterio N aplicado a la cocina.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	49	61	65	70	79	72	71
Crit N (NdB)	35	45	60	70	80	75	75

Fuente: Salida del software Smaart 7

Tabla 3.5 Criterio N aplicado a la oficina de mantenimiento

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	52	58	70	69	72	71	70
Crit N (NdB)	35	45	65	70	75	75	75

Fuente: Salida del software Smaart 7

Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A)) aplicado al comedor de empleados, el chiringuito de la playa y la cafetería de empleados

Como el sonómetro utilizado posee la característica de ser promediador integrador, el valor de este criterio se obtiene directamente al realizar las mediciones. A continuación, se muestran los valores del Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A)) aplicado en diferentes puntos del comedor de empleados y el chiringuito de la playa.

Tabla 3.6 Valores del Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A)) para ruidos no constantes, aplicado en diferentes puntos de las áreas en estudio.

Local	Puntos de medición	Valores de Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A))
<i>Comedor de empleados</i>	En las mesas cerca del secador de manos	83.1dB
	En el área de fregado	85.3 dB
	Sobre las mesas de los trabajadores	78.3 dB
<i>Chiringuito de la playa</i>	Cerca de la cabina de animación	91.1dB
	Cerca del bar	78.6 dB
	En las sombrillas	78.0 dB
	En las mesas cercanas al bar	80.2 dB
	Sobre la plataforma de los micrófonos	81.0 dB

Fuente: Elaboración propia

Paso 3. Determinar los niveles recomendados según su clasificación

Para determinar los niveles recomendados en los locales anteriores del hotel se emplea la NC 871: (2011)(**Ver Anexo 2**) donde se obtienen los valores máximos admisibles de ruido.

El servicio del comedor de empleados requiere de la interacción entre los trabajadores para la realización de pedidos específicos a los dependientes y, a su vez, la comunicación entre ellos, para aprovechar de su tiempo de descanso, estas actividades coinciden con características de la actividad laboral número 4 de la norma NC 871: (2011). Esta actividad también se refleja en el chiringuito de la playa, pues los clientes interactúan con los trabajadores del local en búsqueda de cubrir sus necesidades, además de disfrutar del diálogo y la interacción entre ellos.

En el caso de la lavandería y la cocina se manipulan maquinarias, y es necesaria también la comunicación entre trabajadores, por tanto, las características de dicha actividad se corresponden con el número 2 de la norma.

En el caso de la oficina de mantenimiento, que colinda con la sala de máquinas, requieren de la comunicación verbal entre compañeros de trabajo, esta actividad coincide con las características de la actividad laboral número 4 de la norma antes mencionada.

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”.

Los niveles recomendados, según la norma, se muestran en la tabla 3.7.

Tabla 3.7 Niveles recomendados según NC 871: (2011).

Área/Criterio	Nivel sonoro equivalente continuo dB(A)	Criterio N (NdB)
<i>Comedor de empleados</i>	70	-
<i>Chiringuito de la playa</i>	70	-
<i>Lavandería</i>	-	75
<i>Cocina</i>	-	75

Oficina de mantenimiento	-	65
--------------------------	---	----

Fuente: Elaboración propia.

Paso 4. Comparar los niveles existentes con los recomendados

Este paso determina la continuidad del estudio al comparar los niveles sonoros existentes con los recomendados.

Lavandería.

80 NdB >75 NdB

Cocina

80 NdB >75 NdB

Comedor de empleados

83.1 dB (A) >70 dB (A)

Chiringuito de la playa

91.1 dB (A) >70 dB (A)

Oficina de mantenimiento

70 NdB >65 NdB

En la lavandería (en el área que ocupa la mesa de las trabajadoras), un análisis de la aplicación del criterio N de evaluación de ruidos, arroja que existe afectación de la frecuencia de 2000 Hz, con valor de 80 NdB. De similar condición ocurre en la cocina, donde existe afectación para la frecuencia de 1000 Hz, con valor de 80 NdB en el área caliente, lugar donde permanecen y por el cual transitan la mayoría de los trabajadores de la cocina. Por otra parte, en la oficina de mantenimiento, está afectada la frecuencia de 500 Hz con valor de 70 NdB.

Dado 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.

Paso 5. Cálculo e identificación de los índices de confort acústico

A continuación, se analizan brevemente diferentes índices de valoración de ruido en las áreas del hotel afectadas, seleccionadas como objeto de estudio.

Nivel de interferencia conversacional (PSIL)

Este método resulta útil para valorar los ruidos estables y continuos, de ahí que se analicen a continuación las áreas donde existen ruidos constantes, clasificados anteriormente.

Tabla 3.8 Valores del Nivel de interferencia conversacional en las áreas donde existen ruidos constantes

Local / Frecuencias (Hz)	500	1000	2000	4000	PSIL (dB)
Lavandería (En la mesa de las trabajadoras)	74	75	76	73	74.5
Cocina (En el área caliente)	70	79	72	71	73
Oficina de mantenimiento (Dentro de la oficina)	69	72	71	70	70.5

Fuente: Elaboración propia

Los valores arrojados por el índice de interferencia conversacional(PSIL) son mayores a al máximo valor de la tabla 2.2, entonces; para que el ruido estable que afecta a estas zonas, no interfiera en una conversación clara entre dos o más personas, la máxima distancia a la que se considera satisfactoriamente inteligible una conversación normal debe ser menor que los 0.13 metros, mientras que la distancia máxima a la que se considera satisfactoriamente inteligible una conversación en voz muy alta debe ser menor que los 0.26 metros.

Tiempo de reverberación

$$T = 0.161(V/A)$$

En el **Anexo 5** 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), Joaquín García Dihigo y Real Perez (2005) y Carrión Isbert (1998) con el fin de obtener la absorción total del recinto y determinar la cuantía del tiempo de reverberación antes del tratamiento.

A continuación, se muestran los tiempos de reverberación calculados de todas las áreas objeto de estudio.

Tabla 3.10 Tiempos de reverberación de las áreas consideradas

Áreas	Absorción total de la superficie (m ²)	Volumen del local (m ³)	Tiempo de reverberación (s)
Comedor de empleados	77.71	308	0.64
Lavandería	3.8	41.25	1.74
Oficina de mantenimiento	5.638	18	0.51
Chiringuito de la playa	685.16	748	0.18
Cocina	27.56	396	2.31

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 2.3 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 la lavandería y en la cocina son necesarios 1.74 y 2.31 segundos respectivamente para que después que cese la emisión de ruido, el nivel de presión sonora disminuya 60 decibelios. A pesar de que en todos estos locales existen afectaciones por el ruido, cabe resaltar que, en la lavandería y en la cocina los materiales absorbentes no logran reducir los niveles de ruido, después de haber cesado la emisión del mismo.

Los tiempos de exposición a este ambiente corrompido, pueden originar incomodidades y enfermedades a los trabajadores y, para el cliente, producir la pérdida del confort acústico. Ante esta situación; es necesaria la implementación de las fases de diagnóstico y control, lo cual hace imprescindible la valoración socioeconómica de las medidas propuestas, así como la materialización de las mismas y un proceso de retroalimentación que demuestre la disminución de los niveles sonoros y del tiempo de reverberación en las zonas afectadas.

Fase 3. Diagnóstico

En esta fase se emplean mapas de ruido, debido a que son las principales herramientas de diagnóstico en lugares contaminados acústicamente; los mapas de las áreas afectadas,

identificadas con anterioridad, se elaboran en concordancia con los pasos y rangos de niveles sonoros expuestos en el capítulo precedente. Para la distribución en planta de los locales se utiliza la herramienta Visio de Microsoft Office, mientras que la elaboración de los mapas de ruido se realiza en el software ArcGIS 10.3.

La figura 3.3 muestra el mapa de ruido de la oficina de mantenimiento.



Figura 3.3: Mapa de ruido de la oficina de mantenimiento.

Fuente: Salida del software ArcGIS 10.3.

En el mapa de ruido de la oficina de mantenimiento se perciben niveles sonoros elevados, principalmente en el local donde se encuentra la sala de máquinas del hotel los altos niveles de ruido 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 la propia oficina se encuentra en alerta de contaminación y un área pequeña cerca de la puerta está contaminada acústicamente.

De igual forma se realizan los mapas de ruido en las restantes áreas afectadas. En el **Anexo 9** se muestran las salidas del software ArcGIS 10.3.

El mapa de ruido en el comedor de empleados 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 la mala manipulación de los platos, vasos y cubiertos. En el área de

fregado se generan elevados niveles de ruido que resultan perjudiciales para los trabajadores, de igual manera sucede cerca del secador de manos.

Prácticamente en todo el local de la lavandería existe contaminación acústica, resaltar que cerca de la secadora y de la lavadora grande se generan niveles de ruido que son perjudiciales para los trabajadores del local.

El mapa de ruido en la cocina manifiesta la existencia de niveles sonoros elevados en una gran parte de las áreas pertenecientes a este local, los cuales casi en su totalidad son generados por la máquina de fregado y por la hielera. Solamente el área de las estaciones se encuentra en estado aceptable de sonoridad. La situación en el área de fregado se torna desfavorable para los trabajadores del puesto, quienes constantemente se encuentran expuestos a estos elevados NPS, que ya resultan perjudiciales y, por tanto, a las consecuencias de los mismos.

Casi toda el área de la playa se encuentra contaminada acústicamente, producto a los elevados niveles de ruido que se generan en la cabina de animación, 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, quienes en busca de satisfacción general encuentran un ambiente desagradable e insano.

Fase 4. Control

Paso 1. Proponer medidas de control

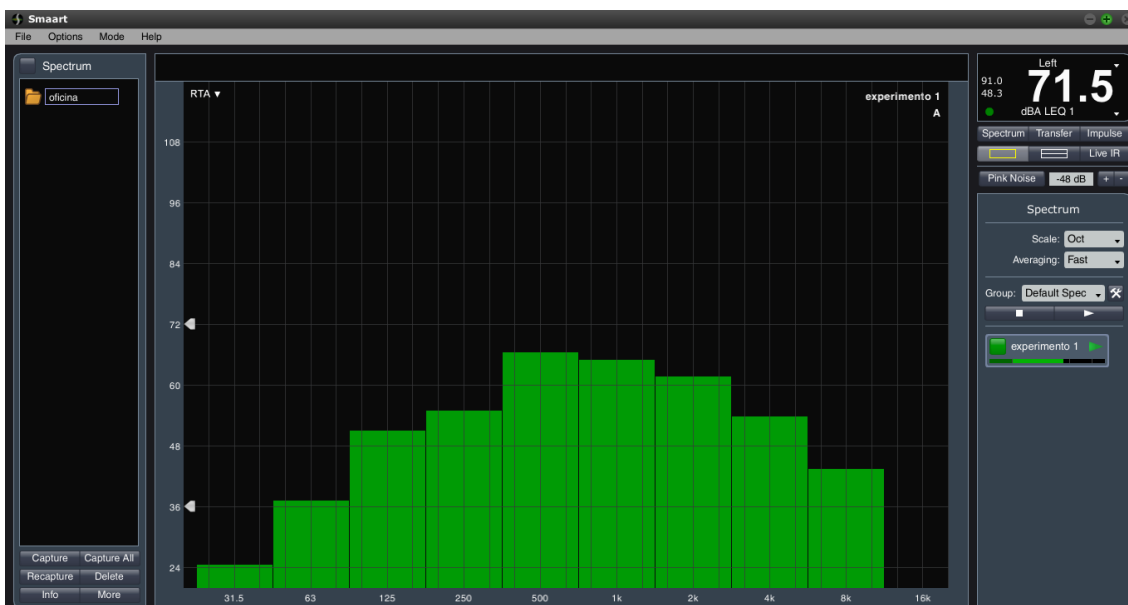
A continuación, se proponen varias medidas de control enfocadas a dar solución a las afectaciones provocadas por elevados niveles de ruido en las áreas objetos de estudio.

- **Control en el comedor de empleados**

En el comedor de empleados existe un secador de manos, fuente generadora de elevados niveles de ruido, pero también en el área de la ventana de fregado se producen altos niveles sonoros.

Para controlar el ruido en las mesas cercanas al secador de manos, se pretende comparar los niveles de ruido en este punto cuando el equipo está en funcionamiento y cuando este, no está en uso.

Figura 4.1 Medición en las mesas cercanas al secador cuando este no está en funcionamiento



Fuente: Salida del software Smaart 7

Tabla 4.1 Desglose del espectro de frecuencias de las mesas cercanas al secador de manos cuando este no está en funcionamiento

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	38	50	55	68	65	62	45

Fuente: Salida del software Smaart 7

Tabla 4.2 Comparación del desglose del espectro de frecuencias de las mesas cercanas al secador de manos cuando no está en funcionamiento y cuando sí lo está.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA) On	55	68	70	71	83	79	75
L(dBA) Off	38	50	55	68	65	62	45

Fuente: Elaboración propia

Una comparación de los resultados arrojados por el software, en ambos casos, confirma que el uso del secador de manos genera niveles sonoros muy elevados que pueden resultar perjudiciales para los trabajadores que se encuentren cerca de este equipo. El desglose del espectro de frecuencias de la tabla 4.1 arroja que disminuyen todas las frecuencias cuando este equipo no está en funcionamiento, en comparación a cuando

está usándose. Si se compara con los niveles recomendados, no hay frecuencias afectadas, mientras que; cuando el secador de manos está en funcionamiento se encuentran afectadas las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000 Hz.

En cuanto a la ventana de fregado, es necesario cerrarla y dejar solo una abertura que le permita a los trabajadores introducir la bandeja para que sea fregada, con el fin de que el ruido que se genera dentro del área de fregado no se transmita al comedor de empleados, pues unido con los sonidos que producen los trabajadores en la manipulación de las vajillas, la cubertería, las sillas y las mesas, contaminan acústicamente el local.

A partir de lo planteado, se proponen como medidas de control:

1. Eliminar el secador de manos del comedor de empleados y en su lugar sustituirlo por papel toalla para que los trabajadores puedan secarse las manos luego de ser higienizadas en el lavabo que allí se encuentra.
2. Cerrar la ventana de fregado, para ello es necesario calcular el área que se debe cerrar y el tamaño de la apertura que se necesita para introducir la bandeja.
 - Para calcular el área de la ventana que se necesita cerrar, se emplea la ecuación 3.1.

$$(3.1) A_C = A_T - A_A$$

Donde:

A_C : área cerrada [m^2]

A_T : área total de la ventana [m^2]

A_A : área de la abertura [m^2]

$$(3.2) A_T = l \times a$$

Donde:

l : largo de la ventana = 1.30 [m]

a : altura de la ventana = 1.05 [m]

Entonces:

$$A_T = 1.365 [m^2]$$

$$(3.3) A_A = l_0 \times a_0$$

Donde:

L_o : largo del orificio = largo de la bandeja + holgura[m]

a_o : altura del orificio = altura de los vasos + holgura [m]

El largo del orificio está dado por el largo de la bandeja (0.4 m) que se utiliza en el comedor, mientras que para el ancho se tiene en cuenta la altura de los vasos (0.15 m), se considera una holgura de 0.10 m para el largo y 0.05 m para el ancho.

Entonces:

$$A_A = 0.5 \text{ m} \times 0.20 \text{ m} = 0.1 \text{ m}^2$$

Luego se sustituyen las ecuaciones **3.2** y **3.3** en la ecuación **3.1**.

$$A_C = 1.365 \text{ m}^2 - 0.1 \text{ m}^2 = 1.265 \text{ m}^2$$

Finalmente se determina que el área de la ventana de fregado que se necesita cerrar es de 1.265 m² y se empleará bloques de 10 cm para su construcción.

- **Control en la lavandería**

En la lavandería se detectó a la secadora como fuente de ruido. Una conversación entablada con el personal que allí labora manifestaron que no se les realiza un mantenimiento metódico a los equipos de este local, solo acuden a ellos cuando existe alguna falla técnica.

Se propone entonces, como medidas organizativas, dada la no factibilidad de aplicar medidas secundarias:

1. Realizar un mantenimiento normado a los equipos de la lavandería, y así atenuar los elevados niveles sonoros que se generan y prevenir una falla de gran envergadura durante el tiempo de servicio, que le repercuta en gastos monetarios a la instalación, ya sea por la compra de un nuevo equipo o por la necesidad de acudir a otras organizaciones análogas para que les realice el servicio de lavado o secado.
2. Uso obligatorio de protectores auditivos para los trabajadores del local, tales como; tapones de oído.

- **Control en el chiringuito de la playa**

En el área de la playa es donde los clientes han manifestado inconformidad con los niveles sonoros y declararon ser muy elevados y molestos para ellos e incluso para los trabajadores del bar. El ruido proviene del baffle ubicado en la cabina de animación que permanece durante todo el día en funcionamiento. Al considerar que el hotel Meliá Las

América brinda servicios de ocio especializado para adultos, y que los clientes que visitan la instalación son generalmente adultos mayores, debe tenerse en cuenta los volúmenes de audio que se utilizan para la animación y los géneros de música que se proyectan.

Por consiguiente, se propone como medidas de control:

1. Reducir el volumen de sonido de los amplificadores del audio.
2. Establecer niveles máximos de volumen en diferentes horarios del día, para que los huéspedes puedan disfrutar de un ambiente melodioso y placentero, ya que la instalación fue reconocida en este año con la distinción de playa ambiental, solo se necesita limar esas asperezas del confort acústico para que los clientes vivan una maravillosa estancia en la instalación y una vez visitada quieran volver a repetir su visita.
3. Ubicación de los amplificadores de sonido en un ángulo al cual no perturbe la tranquilidad de los clientes y no aqueje la calidad de la animación.

- **Control en la cocina**

Con el objetivo de atenuar los elevados niveles de ruido, que son transmitidos por todo el local, del área de fregado y la hielera, se proponen las siguientes medidas:

1. Mantenimiento periódico de la hielera y la máquina fregadora para evitar el desgaste y con esto los altos niveles sonoros, que se expanden por toda la cocina.
2. Se propone colocar una puerta de madera en el área de fregado, material seleccionado por su alto coeficiente de reflexión. Para calcular el área de dicha puerta se emplea la ecuación 3.4.

$$(3.4) A = a \times h$$

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 $a = 1.00 \text{ m}$ y $h = 2.20 \text{ m}$, entonces:

$$A = 1.00 \times 2.20 = 2.20 \text{ m}^2$$

Finalmente se determina que la puerta poseerá un área de 2.20 m^2 y se empleará madera para su construcción.

- **Control en la oficina de mantenimiento**

La oficina de mantenimiento, es afectada por los altos niveles de ruido que se generan en la sala de máquinas. Para atenuar estos niveles sonoros en la oficina, se propone el diseño de una pantalla acústica en la sala de máquinas. Además, se recomienda el uso obligatorio de orejeras para los operarios de esta sala de máquinas.

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 $d= 2.5$ 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 10cm.
- ✓ La altura de la fuente de ruido, en este caso el sistema de máquinas, es de 2.5 m.
- ✓ Las dimensiones del local son de 20 m de largo y 8m de ancho.
- ✓ La distancia entre la pared y la fuente emisora de ruido es de 2.5m.
- ✓ La altura del receptor (la oficina) es 2.50 m.

Paso 1 y 2. Medición del ruido y clasificar los ruidos existentes

Los resultados de estos 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 NPS en la fuente

El ruido que afecta a la oficina de mantenimiento se considera ruido constante.

Tabla 4.3 Resultado del análisis de la salida del software y la comparación con el NPS máximo admisible (para la oficina 65 NdB)

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L existente (dB-A)	48	65	85	81	81	85	78
Criterio N existente (NdB)	35	50	75	80	85	90	85
Criterio N recomendado (NdB)	65	65	65	65	65	65	65
L recomendado (dB)			72	68	65	63	61

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede apreciar que existen *Lexists* 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”, cumpliendo 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 2.7 y 2.8 se obtiene:

$$(2.7) L_{(d)}^0 = 85 - 20 \log(2.5) - 10.9 = 66.14 \text{ NdB}$$

$$(2.8) \Delta L = 66.14 - 65 = 1.14 \text{ NdB}$$

Como $\Delta L = 1.14 \text{ NdB}$ 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.

$$(2.9) b_s < 5(250/343)$$

$$0.1 < 3.64 \text{ se cumple.}$$

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 2.15 y 2.16.

$$(2.15) \Omega = \frac{0.45 \times 4\pi}{10^{(1.14/10)-1}} + 1 = 19.84 \text{ Sr}$$

$$(2.16) H_t = \frac{\sqrt[2]{\sqrt{\left(\sin^2\left(\frac{19.84}{4}\right)x(0.1^4 - 2 \times 0.1^2 \times 3^2 + 3^4)\right) + \sin\left(\frac{19.84}{4}\right)x(0.1^2 + 3^2)}}}{\sqrt[4]{\sin\left(\frac{19.84}{4}\right)}} = 2.51 \text{ m} \approx 2.5 \text{ m}$$

Paso 8. Determinar la altura del muro de contención

Para esto se sustituye los valores en la ecuación 2.18.

$$(2.18) M = 2.5 \text{ m} + 2.5 \text{ m} = 5.0 \text{ m}$$

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.

$$(2.21) d = 1.5 \text{ m} + 1.0 \text{ m} = 2.5 \text{ m}$$

$$(2.20) N = \frac{2 \times 250}{343} (\sqrt{1.5^2 + 2.5^2} + \sqrt{1.0^2 + 2.5^2} - 2.5) \text{ (parabarreras delgadas)}$$

$$N = 4.49$$

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

$$(2.23) \alpha_b = \frac{[\tanh(\sqrt{2\pi \times 4.49})]^2}{2\pi^2 \times 4.49} = 0.01$$

Luego se sustituye el valor obtenido en la ecuación 2.25.

$$(2.25) 35 > -10 \log\left(\frac{0.01}{8}\right)$$

$35 > 29.03$ 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 (α_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.

$$(2.19) L_{(d)}^B = 85 - 20 \log(\sqrt{1.5^2 + 2.5^2} + \sqrt{1.0^2 + 2.5^2}) - 10 \log\left(\frac{1}{0.01 + 0.00032}\right) - 10.9$$

$$L_{(d)}^B = 39.13 \text{ NdB}$$

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:

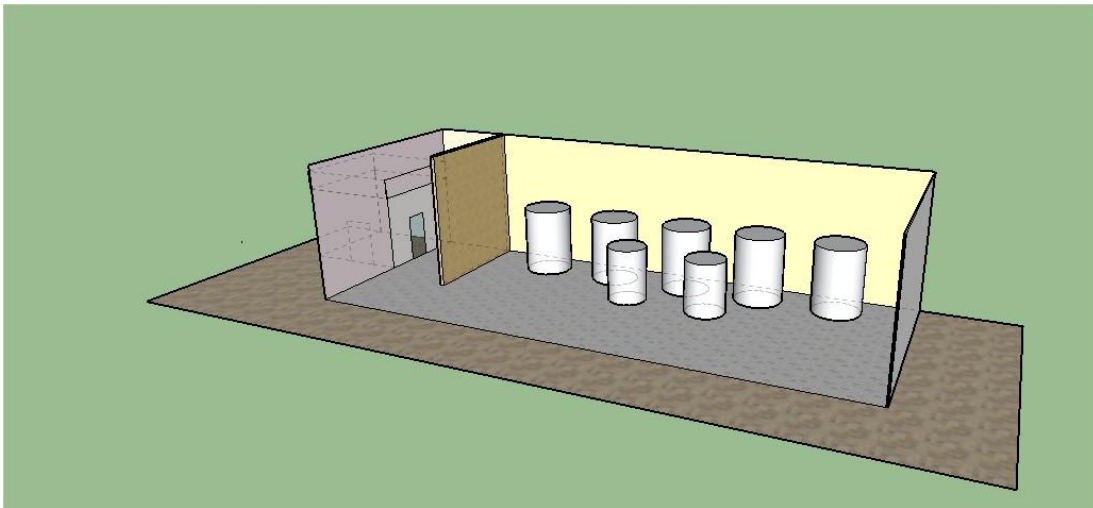
Se comprueba en la ecuación 2.26 con el valor obtenido anteriormente de $L_{(d)}^B$.

$$(2.26) 39.13 \text{ NdB} \leq 65 \text{ NdB}$$

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

La figura 4.1 muestra el diseño de la pantalla acústica en la sala de máquinas, realizado con el software SketchUp.

Figura 4.1 Diseño de la pantalla acústica en la sala de máquinas



Fuente: salida del software SketchUp

En el **Anexo 8** se muestran otros ángulos de vista del local.

Fase 5. Valoración económica

Paso 1. Valorar económicamente las medidas propuestas

- **Comedor de empleados**

1. Determinar las especificaciones técnicas

Debido a los altos niveles de ruido generados por el secador de manos, se propone sustituirlo por papel toalla. En el área de fregado se cerrará la ventana, cuyas dimensiones son de 1.25 m y 1.05 m de largo y altura respectivamente, se propone que la abertura para introducir la bandeja y el vaso sea de 0.5 m de largo y 0.20 m de altura.

2. Determinar los costos directos

En el **Anexo 10** se muestra la relación de los costos de materiales y de mano de obra de las medidas propuestas.

Los costos mensuales por la adquisición del papel toalla son de 72 cuc, ya que se estima que diariamente se consuman 2 rollos de papel, los cuales son vendidos al hotel por la comercializadora ITH por un precio de 1.20 cuc.

El costo total por cerrar la ventana de fregado es de 14.2 cuc.

- **Lavandería**

1. Determinar las especificaciones técnicas

El mantenimiento propuesto a los equipos no incurriría en costos para el hotel, ya que es parte del trabajo del personal de mantenimiento. Los tapones propuestos como protectores auditivos, deberían de cambiarse diariamente, pero debido a la situación económica del país, solo se comprarán una vez al mes.

2. Determinar los costos directos

La adquisición de tapones de oídos se debe efectuar mensualmente, al ser tres trabajadoras en el área y el medio de protección tener un costo de 1.00 cuc serían 3.00 cuc mensual, lo que implicaría en 36 cuc al año.

- **Cocina**

1. Determinar las especificaciones técnicas

Los elevados niveles de ruido generados en el área de fregado, afecta a los trabajadores del local. La propuesta de solución ha sido colocar una puerta en el área de fregado para que el ruido que se genera en esta área no se transfiera hacia toda la cocina. Las dimensiones de dicha puerta en cuanto al ancho y la altura, fueron prefijadas en 1.0 m y 2.20 m respectivamente; así como el material elegido para su construcción (madera).

2. Determinar los costos directos

El costo total por colocar la puerta en el área de fregado es de 108.2 cuc.

- **Chiringuito de la playa**

Las medidas propuestas en el área de la playa fueron medidas organizativas, las cuales no requerían de gastos para la dirección del hotel.

- **La oficina de mantenimiento**

1. Determinar las especificaciones técnicas

Como se ha demostrado anteriormente, existe un problema de contaminación acústica para un receptor que se encuentra a 2.5 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 1.14 NdB. Las dimensiones de dicha barrera en cuanto a grosor y longitud, fueron prefijadas en 0,1m y 3m 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 (1.0 m), de ahí que se hace necesario construir una pantalla con una altura de 5.0 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.

2. Determinar el costo directo

El costo total por colocar la barrera es de 191.30 cuc.

Luego de haberse obtenido el costo total que representa la construcción física de la barrera, la propuesta de aplicación queda a manos del hotel. Se debe tener en cuenta que, a pesar de que la circunstancia amerite un desembolso de 385.7 pesos en 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.

El costo total de la implementación de las medidas propuestas es de 385.7 pesos en cuc o 9642.5 pesos en cup.

Fase 6. Implementación

La implementación implica el desembolso de cuantías monetarias; las cuales fueron determinadas anteriormente para cada medida. 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.

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, que permite 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 a la lavandería, la cocina, el comedor de empleados, chiringuito de la playa y la oficina de mantenimiento como las principales áreas ruidosas en el hotel Meliá Las Américas, donde se registraron valores de 80 NdB, 80 NdB, 83.1 dB(A), 91.1 dB(A) y 70 NdB respectivamente.
- Mediante el diagnóstico a través de los mapas de ruido se comprobó la existencia de contaminación acústica en los locales analizados.
- Como principales propuestas de control factibles se determinaron, el diseño de una pantalla acústica en la sala de máquinas, la colocación de una puerta en el área de fregado de la cocina y el mantenimiento inmediato de la hielera, el cierre de la ventana del área de fregado del comedor de empleados y la eliminación del secador de manos, en la lavandería.
- El costo total de la implementación de las medidas propuestas es de 385.7 cuc.

Conclusiones

1. De la literatura consultada se detectaron las principales afectaciones provocadas por el ruido en la salud, las organizaciones y la comunicación; así como el marco legal relacionado y diversos métodos para su control y evaluación económica.
2. Se modificó la metodología propuesta por Almeda Barrios (2018) compuesta por 6 fases que permite la evaluación, diagnóstico y control del ruido en el hotel Meliá Las Américas, así como su análisis económico y su importancia para la salud de los trabajadores y clientes.
3. Los valores registrados de 80 NdB, 80NdB, 83.1 dB(A), 91.1 dB(A) y 70 NdB en la lavandería, la cocina, el comedor de empleados, el chiringuito de la playa y la oficina de mantenimiento respectivamente, superan los límites normados en todos los casos.
4. Se construyeron, como herramienta de diagnóstico en las áreas analizadas, 5 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 la sala de máquinas como medida secundaria y de medidas organizativas en la lavandería, cocina, comedor de empleados, y el chiringuito de la playa.
6. Mediante un análisis económico se determinó que el hotel necesita de un presupuesto de 385.7 CUC, para poder implementar las medidas propuestas.

Recomendaciones

1. Desarrollar la fase de implementación de las medidas de control propuestas anteriormente.
2. Extender la aplicación de la metodología aplicada a otras instalaciones hoteleras y realizar los ajustes necesarios.
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. Almada 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.
5. Alonso Becerra, A. (2007). *Ergonomía* (Primera edición ed.). La Habana: Ed. Félix Varela.
6. Alton Everest, F. (2001). *The master handbook of acoustics* (Fourth Edition ed.): McGraw-Hill.
7. Álvarez Bayona, T. (2018). *Aspectos Ergonómicos del ruido: evaluación* Retrieved from <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Ruido%20y%20Vibraciones/ficheros/DTE-AspectosErgonomicosRUIDOVIBRACIONES.pdf>
8. Amable, I., Méndez, J., Delgado, L., Acebo, F., de Armas, J., & Rivero, M. L. (2017). Contaminación ambiental por ruido *Revista Médica Electrónica vol.39*.
9. Barron, M. (2010). *Auditorium Acoustics and Architectural Design* (Second Edition ed.). London and New York: Spon Press.
10. Berger, E. H. (2003). Noise Control and Hearing Conservation. Why do it? *The Noise Manual*.
11. C.M, H. (1998). *Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruido* (S. A. McGraw-Hill/Interamericana Ed. Tercera edición. ed.). España.
12. 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.
13. Carrión Isbert, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona, España: Editions UPC.
14. Comisión Administradora Bicameral, B. d. C. d. I. N. (2014). Dossier legislativo. Legislación extranjera. Contaminación acústica.

15. 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
16. Confederación de Empresarios de Lugo. (2007). *Manual sobre exposición laboral al ruido y vibraciones* Retrieved from <http://www.celugo.es>
17. Davi, H. C. (1998). *Ruidos y Vibraciones. Control y Efectos. Enfoque técnico, médico y jurídico* (Vol. Parte tercera). Buenos Aires, Argentina: Editora Carpetas de Derecho S.A.
18. Diputación Foral de Bizcaia. (2010). *Guía técnica 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.
19. Española, R. A. (Ed.) (s.a.) (Vols. II). Argentina.
20. European Environment Agency. (2014). *Noise in Europe*. Copenhagen, Denmark: .
21. 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.
22. Feliú, G. 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.
23. Fernández. (2014). Ruidos molestos pueden causar sordera. <http://www.vitalis.net/actualidad87.htm>
24. García, A. (2001). Environmental Urban Noise (Advances in Ecological Sciences) [Press release]
25. García Dihigo, J. (2016). *Ruidos, vibraciones y presiones extremas* (S. A. Editorial Labor Ed. 1era edición ed.). Barcelona, España.
26. García Dihigo, J., & Real Perez, G. (2005). *El hombre y su ambiente laboral*. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas.
27. García Fránquiz, L. (2017). El ruido: Esa triste huella sonora. *Periódico Girón*.
28. García Sanz, B., & Garrido, F. J. (2003). *La contaminación acústica en nuestras ciudades* Retrieved from www.estudios.lacaixa.es
29. Gobierno de Chile. (2010). *Estrategia para la Gestión del Control de Ruido Ambiental 2010-2014*. Chile.

30. Harris, C. M. (1991). *Handbook of acoustical measurements and noise control*. New York: McGraw-Hill.
31. 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.
32. ISO-TECNICA. (2004). Conceptos Básicos sobre Acústica.
<http://www.ciu.com.uy/isotecnica/acust.htm>
33. 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/#.XGb6b3TpJAg>
34. Kaplan, J. (1976). *Medicina del Trabajo* (E. Ateneo Ed. Tercera Edición ed.). Buenos Aires, Argentina.
35. Kitronza, P., & Philippe, M. (2016). Environmental factors associated with textile industry. . *Pan Afr Med J*.
36. Kuttruff, H. (2009). *Room Acoustics* (Fifth Edition ed.): Spon Press.
37. Long, M. (2006). *Architectural acoustics*: Elsevier Academic Press.
38. Maekawa, Z. (1968). *Noise reduction by screens* (Vol. 1: 157–173).
39. 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/>
40. Ministerio de Trabajo, E. y. S. S., & Superintendencia de Riesgos del Trabajo. (2012). *Guía Práctica sobre el ruido en el ambiente laboral* Retrieved from
http://www.srt.gob.ar/images/pdf/Rs85-12_Protocolo_Ruido_Guia_Practica.pdf
41. Miyara, F. (1999). *Control de Ruido* Retrieved from <http://docplayer.es/10588694-Federico-miyara-control-de-ruido.html>
42. Monterroza, A. (2007). Proyecto de control de ruido en la ciudad de Cartagena.
<https://www.scribd.com/document/66532104/Proyecto-Control-Ruido>
43. Murillo, D., et al. (2012). Comparación de Métodos de Interpolación para la Generación de Mapas de Ruido en Entornos Urbanos. 62-68.
44. Näf Cortés, R. (2014). Análisis y gestión del ruido industrial. *Santander, España*.
http://www.icasst.es/archivos/documentos_contenidos/3653_2.SANTANDER.pdf
45. Acústica—Medición del ruido emitido por los vehículos de pasajeros bajo condiciones representativas de tránsito urbano (2005).

46. Medición del Ruido en lugares donde se encuentran personas. Requisitos generales (1983).
47. Determinación de la potencia sonora. Método de orientación (1983).
48. Determinación de la pérdida de audición (1983).
49. Ruido en zonas habitables. Requisitos higienico sanitarios. (2007).
50. Accesibilidad y utilización del entorno construido por las personas — parte 1: Elementos generales (2010).
51. Seguridad y salud en el trabajo — ruido en el ambiente laboral — requisitos higiénico sanitarios generales (2011).
52. 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).
53. Neitzel, R. L. G., R. R.; McAlexander, T. P.; Magda, L. A. y Pearson, J. M. . (2016). Exposures to transit and other sources of noise among New York City residents. *Environ Sci Technol*.
54. Description and Measurement of Environmental Noise (1996).
55. Confort acústico: el ruido en oficinas (1998).
56. Oficina Nacional de Estadística e Información. (2017). *Anuario estadístico de Cuba 2016* (Edición 2017 ed.). La Habana, Cuba.
57. Organización Mundial de la Salud, O. (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>
58. Organización Mundial de la Salud, O. (2001). Propiedades físicas. <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsasv/e/areas/notransmi/ruido/ruido.htm>
59. Parma, L. (2015). *Manual Práctico de Control de Ruido* Retrieved from <http://www.ingenieroambiental.com/4002/Manual%20Practico%20del%20Control%20de%20Ruido.pdf>
60. Actualización de los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021 (2016).
61. Pérez Miñana, J. (1969). *Compendio práctico de acústica* (Vol. 1era edición). Barcelona.
62. Quintero Turiño, A., & Muñoz Alfonso, Y. (2009). Protección jurídica frente al ruido. Los instrumentos regulatorios administrativos. *Ámbito Jurídico, Vol XII*.
63. 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.
64. Rodríguez, J. A. (2017). Contaminación sonora: nuevas medidas para viejos problemas, *Granma*.

65. S.A. (2015). Laboratorio de Condiciones de Trabajo Ergonomía Diseño de puestos de trabajo. <https://es.scribd.com/document/360173243/7863-ruido-pdf>
66. Guías para el ruido urbano (1999).
67. Sánchez Fernández, L. (2008). *Evaluación de ruido*. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Culhuacan, México DF.
68. Sand, M. (2017). *Noise pollution and control in urban European environments*. (Bachelor of Engineering), Helsinki Metropolia University of Applied Sciences.
69. 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>
70. 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 Gandia, Gandia, España.
71. Sexto, L. F. (2012). Ruido, normativa y legislación en Cuba Retrieved from <http://noise-control.radical-management.com/>
72. 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*.
73. 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/>
74. Viña Brito, S., & Marsán Castellanos, J. (2007). *Seguridad y salud en el trabajo*. La Habana: Ed. Félix Varela.
75. 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 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).

Anexo 2 Tabla 1 de la NC 871 del 2011.

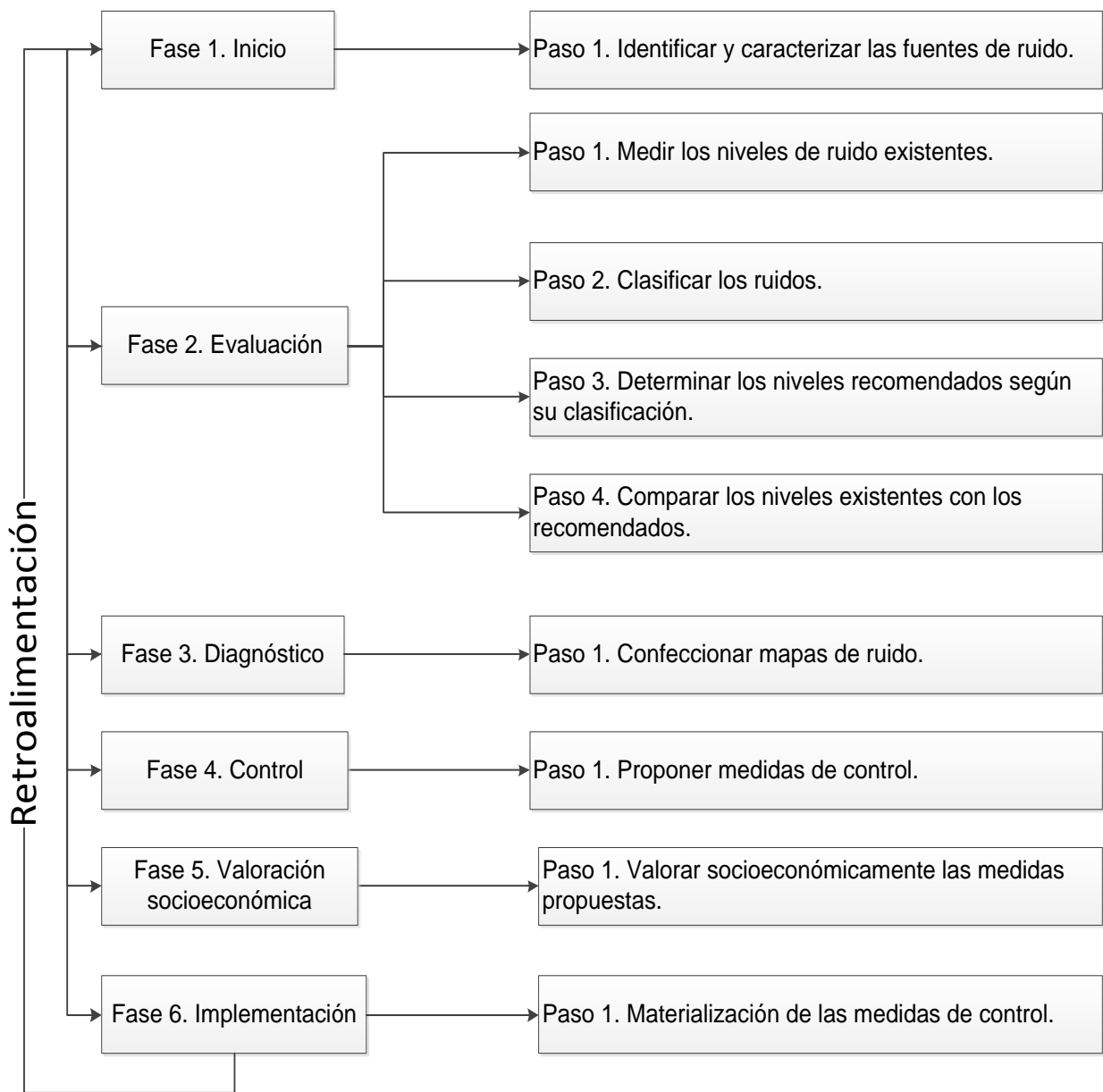
Requisitos que debe satisfacer la actividad.	Valores máximos	
	Criterio N	Nivel
Tipo de actividad laboral		

	(dB)	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 que cumplen requisitos relativos a actividades intelectuales, tales como la actividad de traducción, programación, trabajo en laboratorios docentes e investigativos.	55	60
7. Trabajo creador, que cumplen requisitos relativos a la recepción y el procesamiento de la información, tal como impartir clases,	45	50

actividades médicas; actividades científicas; diseño.		
MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE. 8. Cabina de maquinistas de locomotoras diesel y eléctricas.	80	85
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. 11. Cuartos de máquinas de los buques.	80	85
MEDIOS DE TRANSPORTE AEREO. 12. Cabinas y salones de aviones y helicópteros.	80	85
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 3. Metodología propuesta por Almeda Barrios (2018)



Fuente: tomado de Almeda Barrios (2018)

Anexo 4 Salidas del software Smart 7 con las mediciones en el espectro de frecuencias en los diferentes puntos de interés de las áreas objeto de estudio.

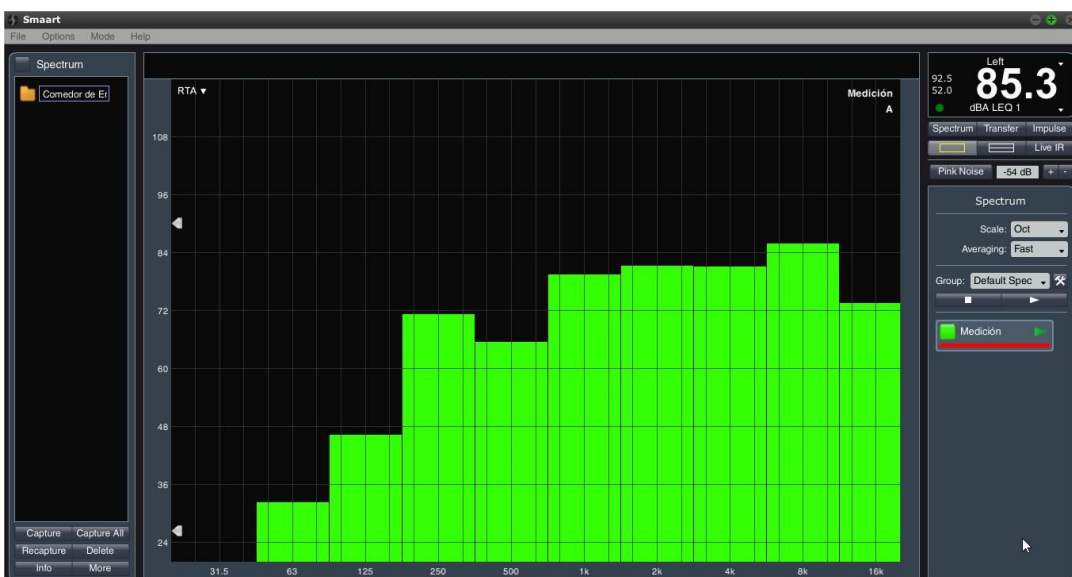


Figura 4.1 Medición en el área de fregado

Fuente: Salida del software Smart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	34	47	71	65	80	83	82

Tabla 4.1 Desglose del espectro de frecuencias en el área de fregado

Fuente: Salida del software Smaart 7.

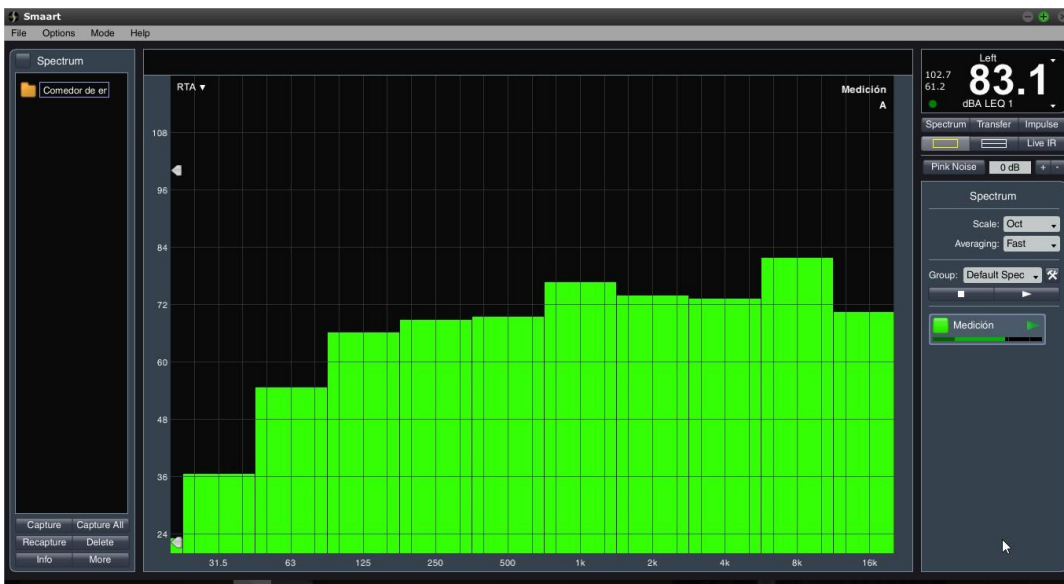


Figura 4.2 Medición en las mesas cercanas al secador de manos cuando está en funcionamiento

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	55	68	70	71	83	79	75

Tabla 4.2 Desglose del espectro de frecuencias en las mesas cercanas al secador de manos cuando este se encuentra en funcionamiento

Fuente: Salida del software Smaart 7.

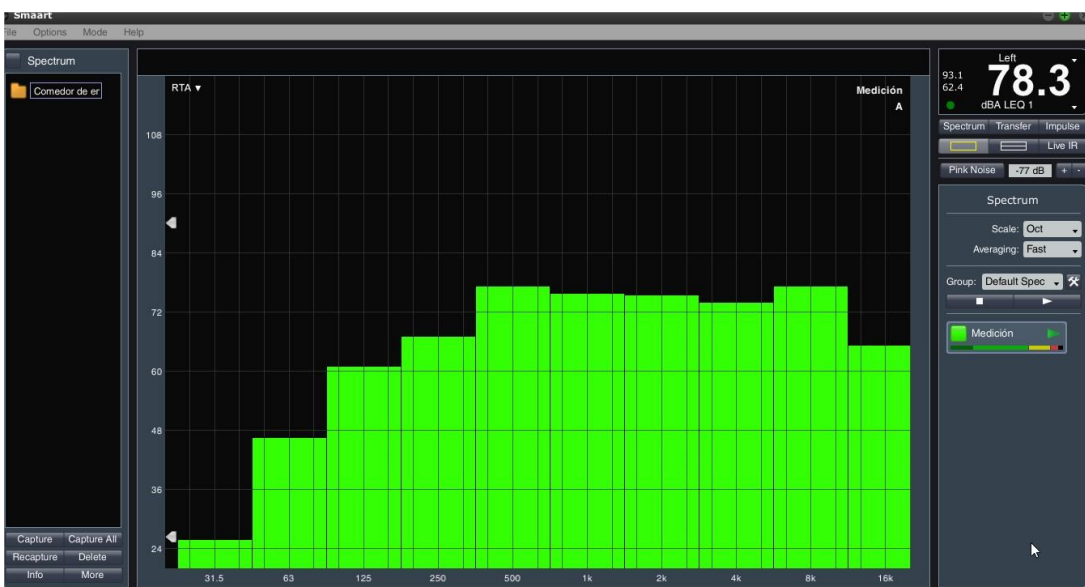


Figura 4.3 Medición en las mesas del centro

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F							4000
L							75

Tabla 4.3 Desglose del espectro de frecuencias en las mesas del centro

Fuente: Salida del software Smaart 7.

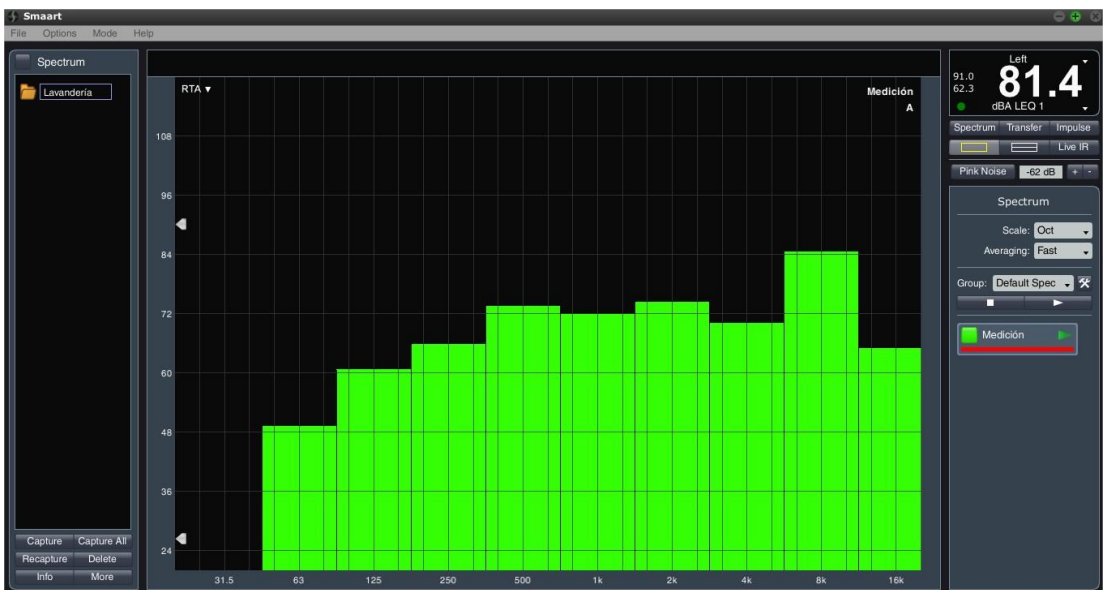


Figura 2.4 Medición sobre las lavadoras

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	52	62	68	75	78	70	81

Tabla 4.4 Desglose del espectro de frecuencias sobre las lavadoras

Fuente: Salida del software Smaart 7.

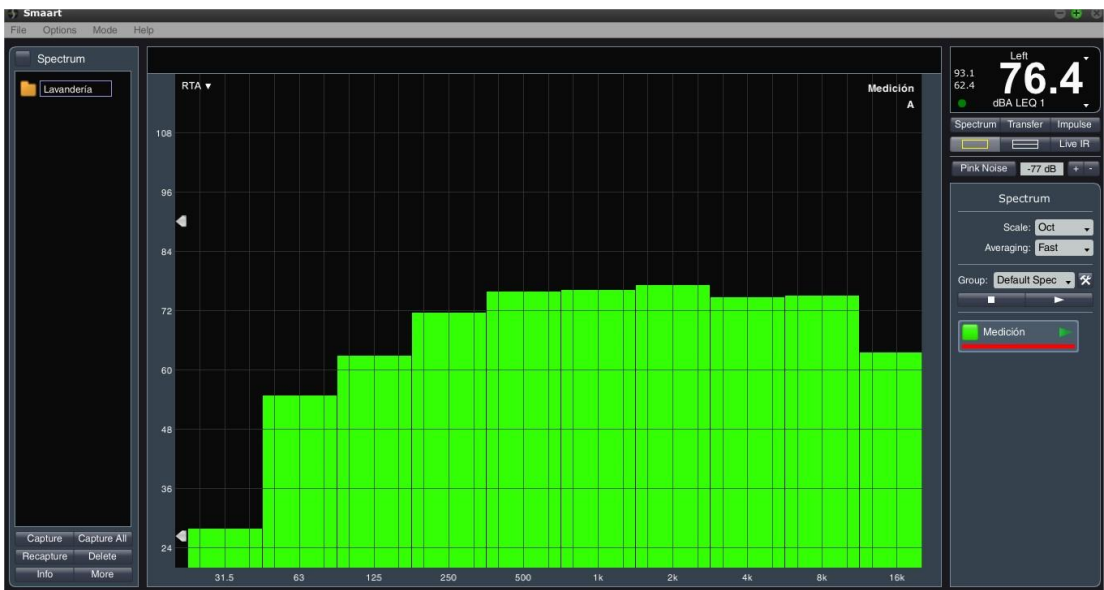


Figura 4.5 Medición en la mesa de las trabajadoras

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	57	65	71	74	75	76	73

Tabla 4.5 Desglose del espectro de frecuencias en la mesa de las trabajadoras

Fuente: Salida del software Smaart 7.

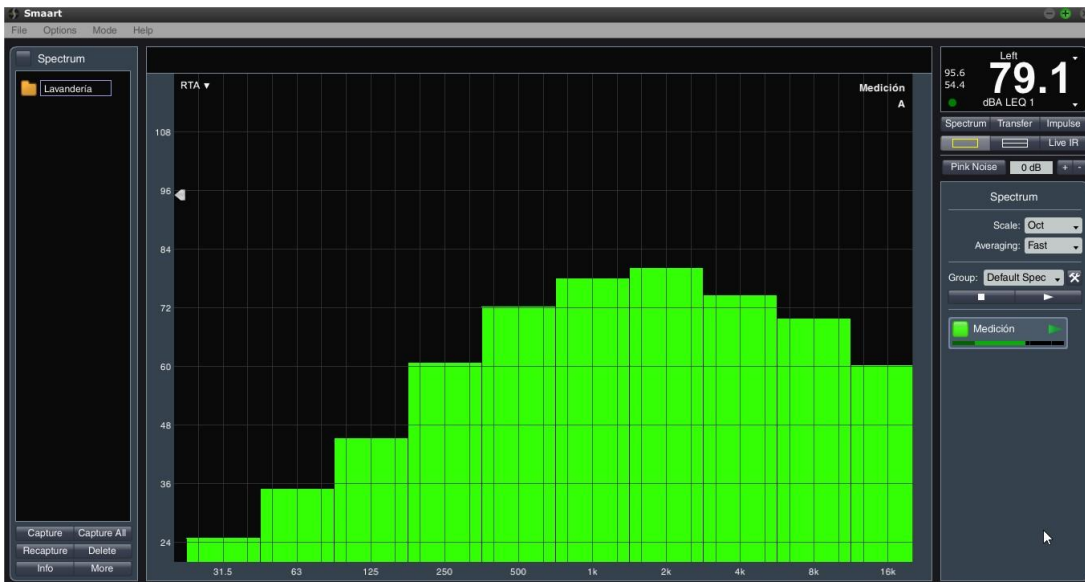


Figura 4.6 Medición en el puesto de doblado

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	36	46	62	72	79	80	75

Tabla 4.6 Desglose del espectro de frecuencias en el puesto de doblado

Fuente: Salida del software Smaart 7.

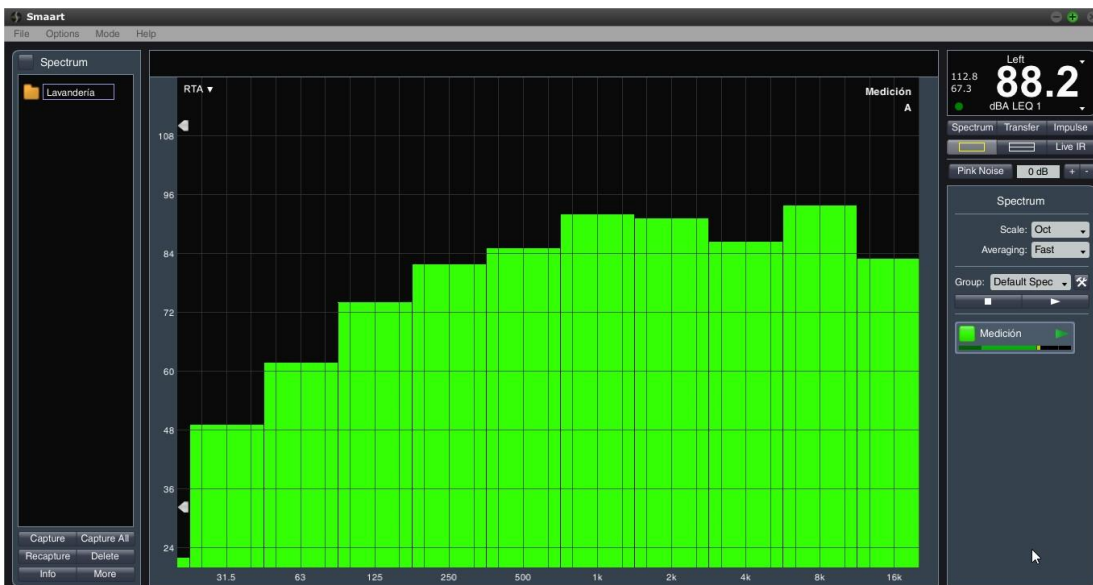


Figura 4.7 Medición sobre la secadora

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	63	73	78	83	88	87	86

Tabla 4.7 Desglose del espectro de frecuencias sobre la secadora

Fuente: Salida del software Smaart 7.

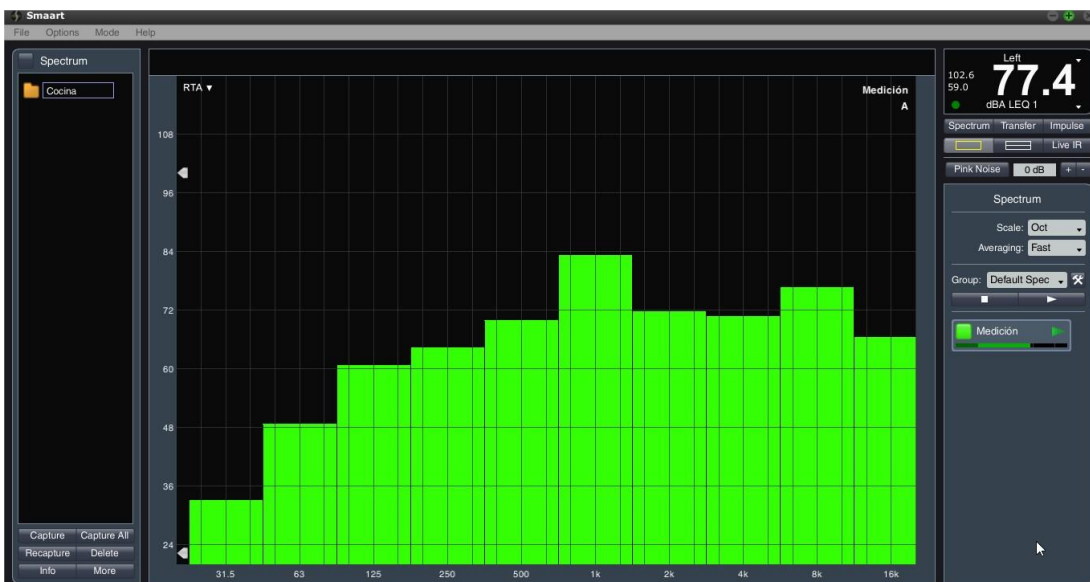


Figura 4.8 Medición en el área caliente

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	49	61	65	70	79	72	71

Tabla 4.8 Desglose del espectro de frecuencias en el área caliente

Fuente: Salida del software Smaart 7.



Figura 4.9 Medición sobre la hielera

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	65	74	78	80	85	84	83

Tabla 4.9 Desglose del espectro de frecuencias sobre la hielera

Fuente: Salida del software Smaart 7.

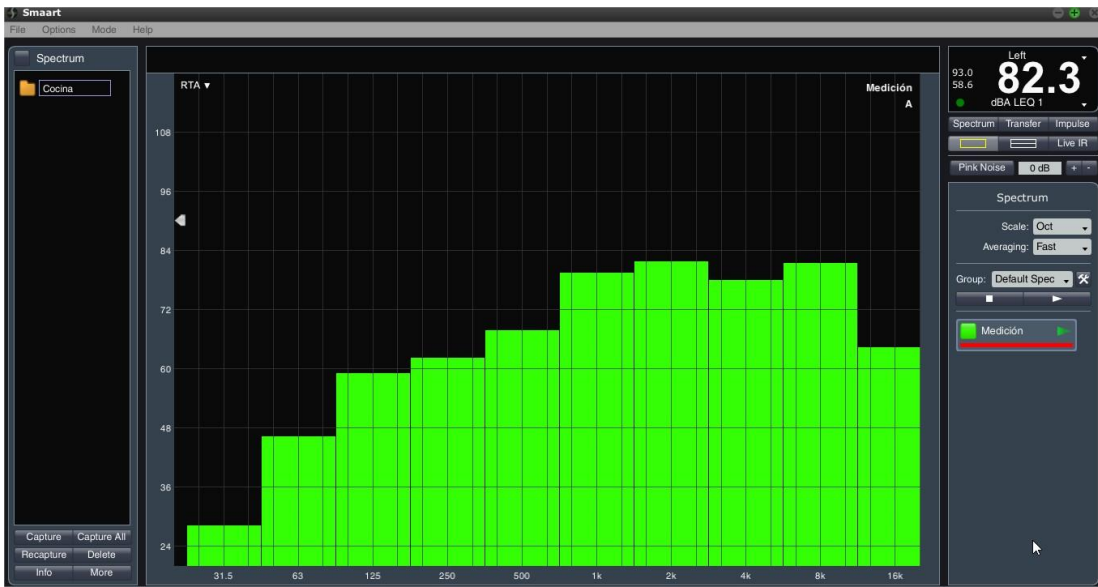


Figura 4.10 Medición sobre la fregadora

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	46	59	62	70	82	83	82

Tabla 4.10 Desglose del espectro de frecuencias sobre la fregadora

Fuente: Salida del software Smaart 7.

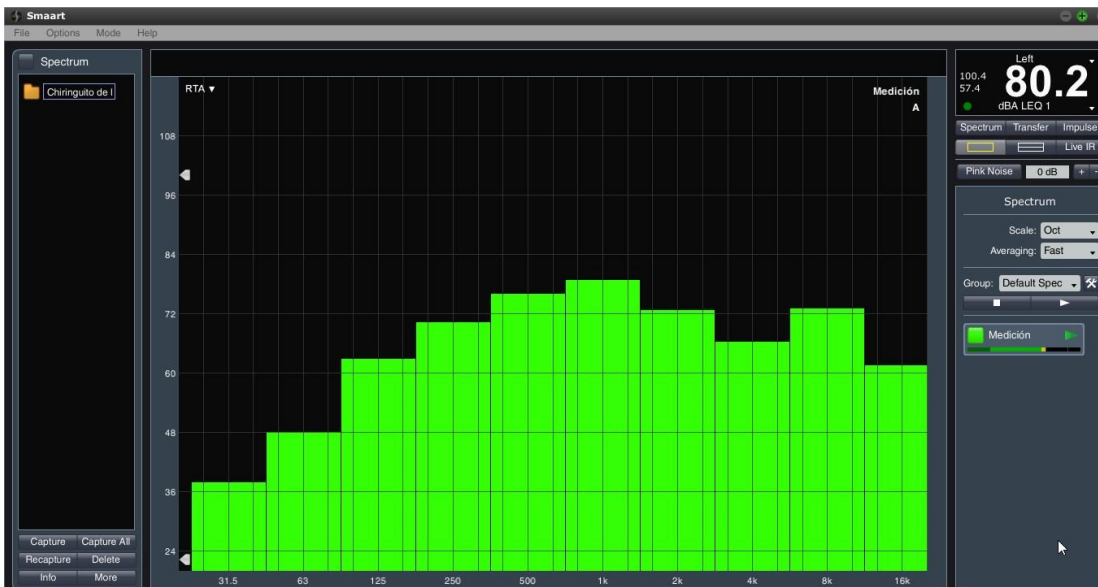


Figura 4.11 Medición en las mesas cercanas al bar

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	48	65	70	78	80	75	65

Tabla 4.11 Desglose del espectro de frecuencias en las mesas cercanas al bar

Fuente: Salida del software Smaart 7.

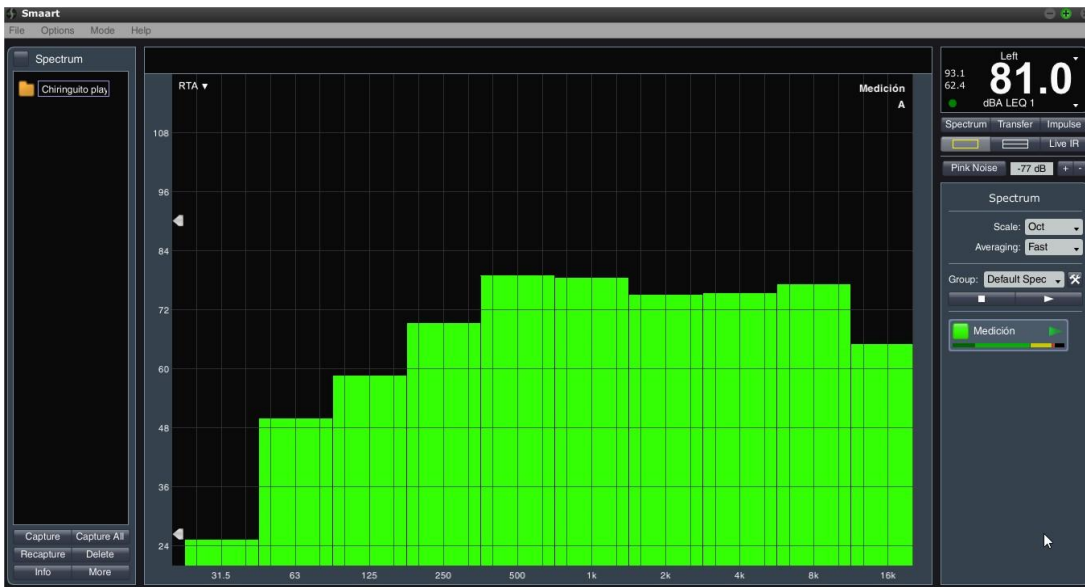


Figura 4.12 Medición cerca de los micrófonos

Fuente: Salida del software Smart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	50	58	70	81	80	76	78

Tabla 4.12 Desglose del espectro de frecuencias cerca de los micrófonos

Fuente: Salida del software Smart 7.

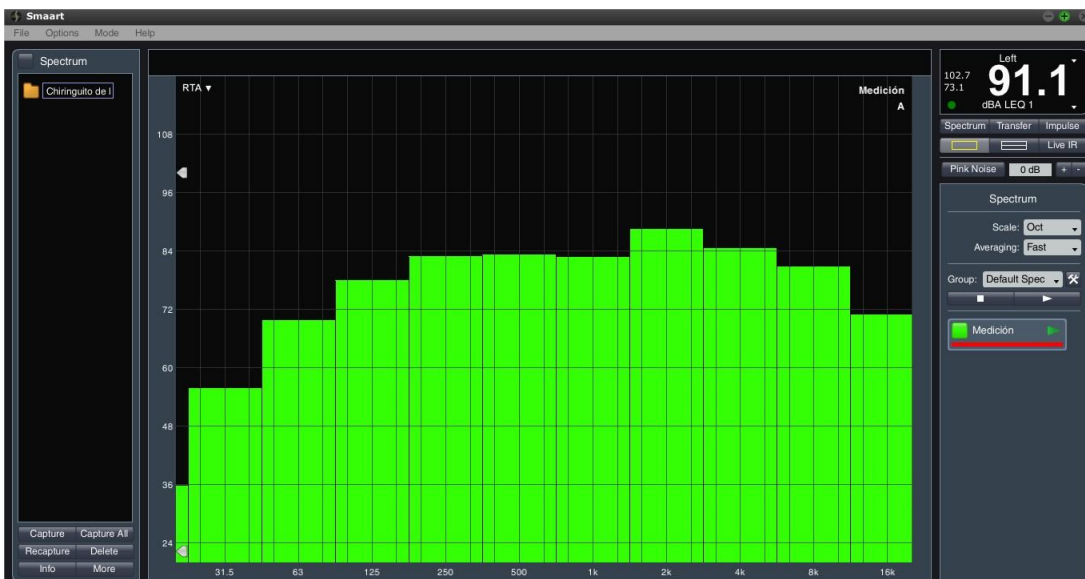


Figura 4.13 Medición en la cabina de animación

Fuente: Salida del software Smart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	70	80	83	84	83	91	85

Tabla 4.13 Desglose del espectro de frecuencias en la cabina de animación

Fuente: Salida del software Smart 7.

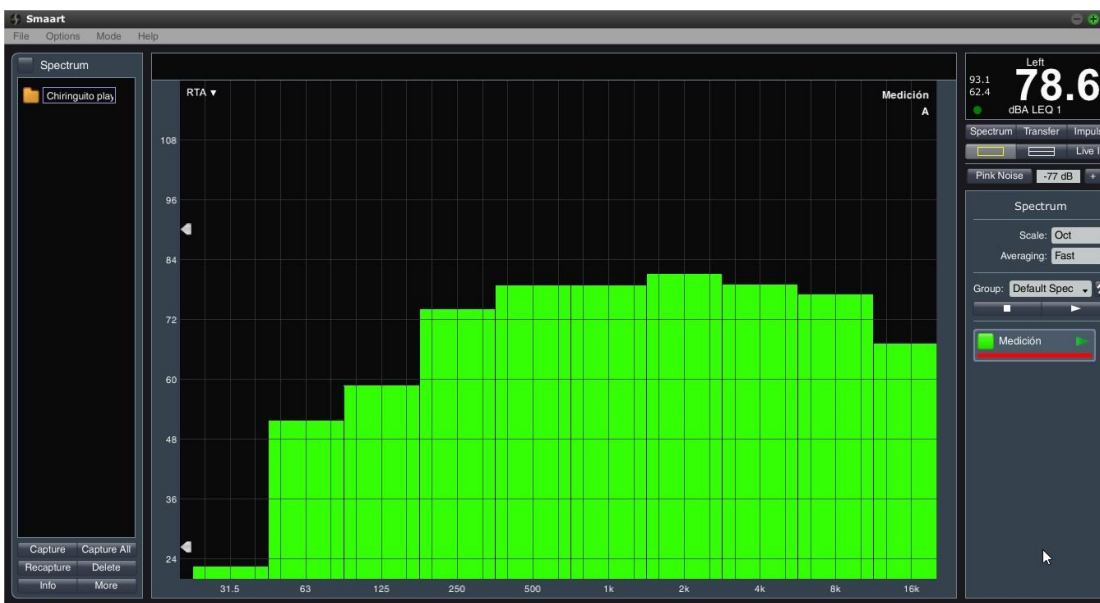


Figura 4.14 Medición en el bar

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	52	58	74	78	78	79	78

Tabla 4.14 Desglose del espectro de frecuencias en el bar

Fuente: Salida del software Smaart 7.



Figura 4.15 Medición en las sombrillas

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	50	58	70	78	74	73	72

Tabla 4.15 Desglose del espectro de frecuencias en las sombrillas

Fuente: Salida del software Smaart 7.

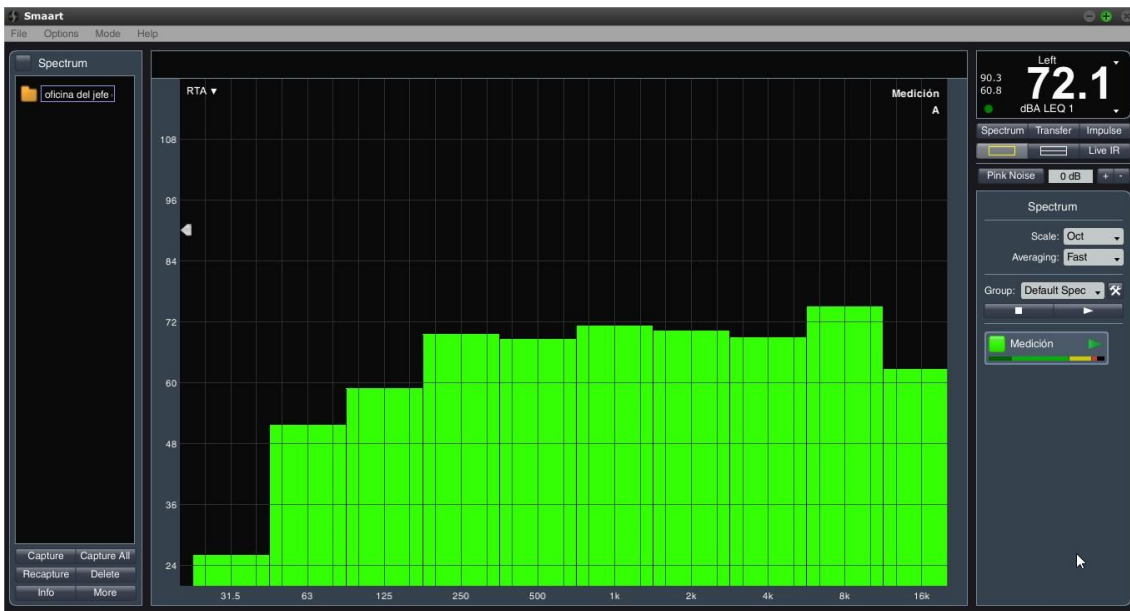


Figura 4.16 Medición en la oficina de mantenimiento

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	52	58	70	69	72	71	70

Tabla 4.16 Desglose del espectro de frecuencias en la oficina de mantenimiento

Fuente: Salida del software Smaart 7.

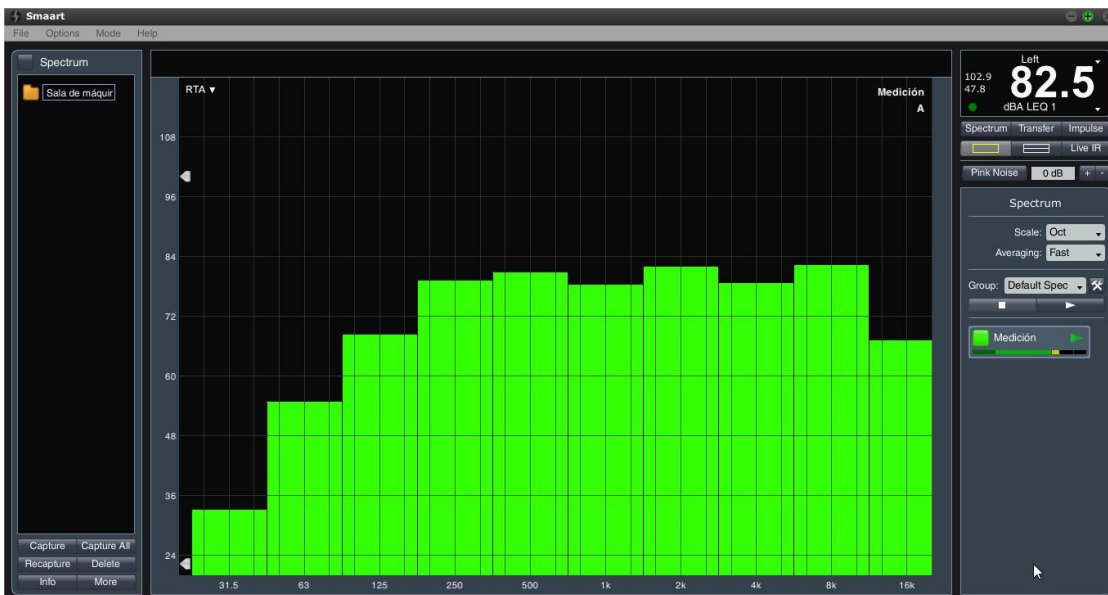


Figura 4.17 Medición en la puerta de la oficina de mantenimiento, pero dentro de la sala de máquinas

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	58	70	80	82	80	83	80

Tabla 4.17 Desglose del espectro de frecuencias en la puerta de la oficina de mantenimiento, pero dentro de la sala de máquinas

Fuente: Salida del software Smaart 7.

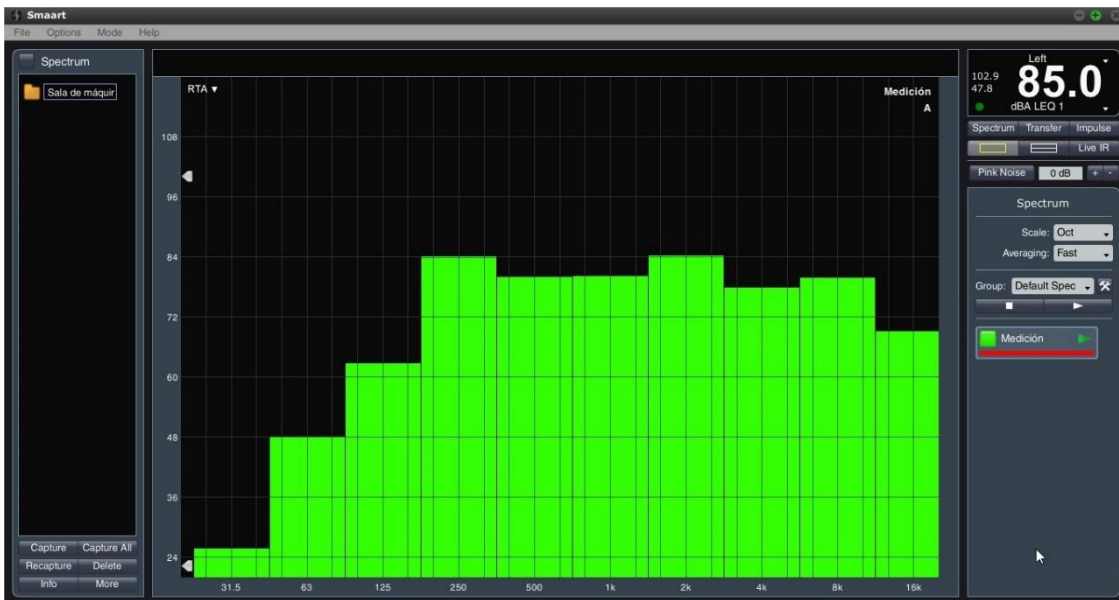


Figura 4.18 Medición frente a las máquinas

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	48	65	85	81	81	85	78

Tabla 4.18 Desglose del espectro de frecuencias frente a las máquinas

Fuente: Salida del software Smaart 7.

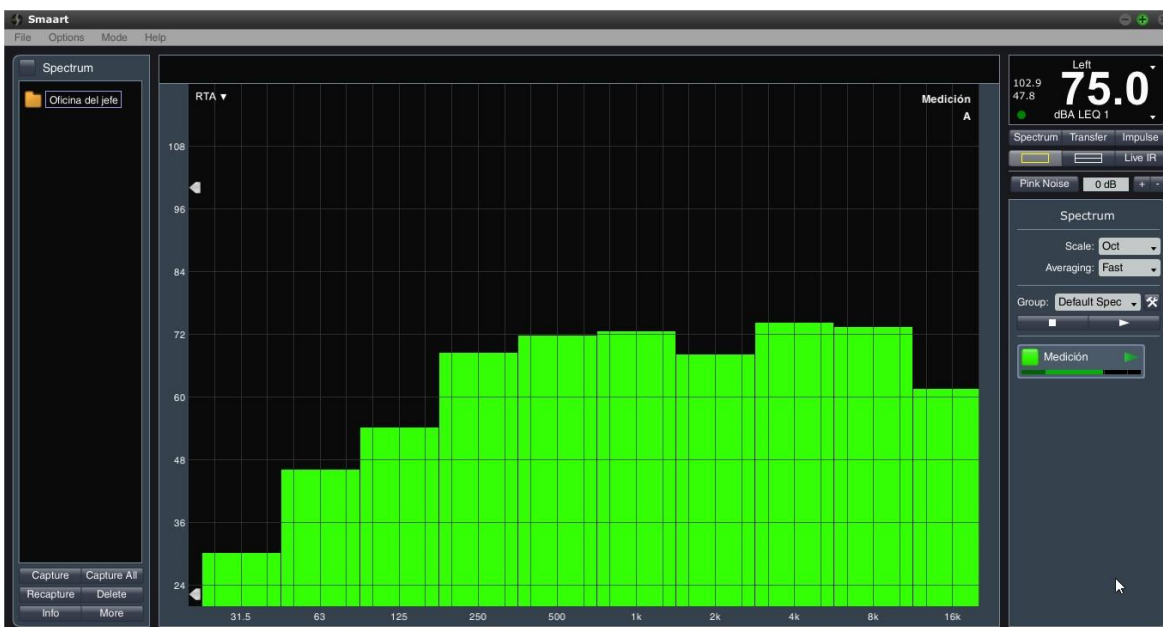


Figura 4.19 Medición en la puerta, dentro de la oficina de mantenimiento

Fuente: Salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dBA)	46	55	70	72	73	69	75

Tabla 4.19 Desglose del espectro de frecuencias en la puerta, dentro de la oficina de mantenimiento

Fuente: Salida del software Smaart 7.

Anexo 5. Relación de las superficies de los locales objeto de estudio con los correspondientes coeficientes de absorción.

Tabla 5.1 Absorción total del comedor de empleados.

Superficie	Área(m ²)	Tipo de material	Coefficiente de absorción del material(sabinos/m ²)	Absorción total de la superficie(m ²)
Mesas para trabajadores	11.48	Madera	0.1	1.148
Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada	40.446	Madera y vinil	0.59	23.86
Piso	140	Azulejo	0.02	2.8
Paredes recubiertas de azulejos	56.1	Azulejos	0.02	1.122
Techo	140	Concreto	0.05	7
Columnas recubiertas de azulejos	4.4	Azulejos	0.02	0.088
Fracción metálica de la mesa buffet	3.5	Aluminio	0.02	0.07
Luminarias	0.6	Cristal	0.02	0.012
Personas	73		0.57	41.61
Total				77.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.2 Absorción total de la lavandería.

Superficie	Área(m ²)	Tipo de material	Coefficiente de absorción del material(sabinos/m ²)	Absorción total de la superficie(m ²)
Mesa entera de madera	0.8225	Madera	0.1	0.08225
Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada	1.02	Madera y vinil	0.59	0.6018
Piso	15	Azulejo	0.02	0.3
Paredes recubiertas de azulejos	17.6	Azulejos	0.02	0.352

Techo	15	Concreto	0.05	0.75
Luminarias	0.3	Cristal	0.02	0.006
Personas	3		0.57	1.71
Total				3.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3 Absorción total de la oficina de mantenimiento.

Superficie	Área(m ²)	Tipo de material	Coefficiente de absorción del material(sabinos/m ²)	Absorción total de la superficie(m ²)
Piso	9	Azulejo	0.02	0.18
Pared de concreto	24	Concreto	0.05	1.2
Techo	9	Concreto	0.05	0.45
Luminarias	0.3	Cristal	0.02	0.006
Estantes	1.45	Madera	0.1	0.145
Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada	2.3	Madera y vinil	0.59	1.357
Mesa entera de madera	3.5	Madera	0.1	0.35
Puertas de madera	2.4	Madera	0.1	0.24
Personas	3		0.57	1.71
Total				5.638

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.4 Absorción total del chiringuito.

Superficie	Área(m ²)	Tipo de material	Coefficiente de absorción del material(sabinos/m ²)	Absorción total de la superficie(m ²)
Mesas para clientes	12.337	Madera	0.1	1.2
Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada	20.64	Madera y vinil	0.59	12.18
Piso	45	Azulejo	0.02	0.9
Pared de concreto	16	Concreto	0.05	0.8
Techo recubierto de	45	Madera	0.01	0.45

madera				
Butaca con un porcentaje medio de superficie tapizada	544.8	Plástico	0.68	370.464
Luminarias	0.75	Cristal	0.02	0.015
Columnas recubiertas de madera	4.4	Madera	0.01	0.044
Bocina	0.26	Plástico	0.07	0.0182
Tablón	7.5	Madera	0.01	0.075
Personas	519		0.57	295.83
Total				685.16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.5 Absorción total de la cocina.

Superficie	Área(m ²)	Tipo de material	Coefficiente de absorción del material(sabinos/m ²)	Absorción total de la superficie(m ²)
Piso	180	Azulejo	0.02	3.6
Paredes recubiertas de azulejos	150	Azulejo	0.02	3
Techo	180	Concreto	0.05	9
Luminarias	1.8	Cristal	0.02	0.036
Paredes de cristal	18.75	Cristal	0.02	0.375
Fracción metálica de las mesas caliente	4.5	Aluminio	0.02	0.09
Inyectores y extractores	3	Aluminio	0.02	0.06
Personas	20		0.57	11.4
Total				27.56

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 (plywood, 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 Coeficientes de aislamiento sonoro (R) por frecuencia para diferentes materiales.

Material	Frecuencia (Hz)						R	M Kg/ m ³
	125 5	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	25	27	31	36	32	-	30	-

(6 mm)								
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 Diseño de la pantalla acústica en la sala de máquinas.

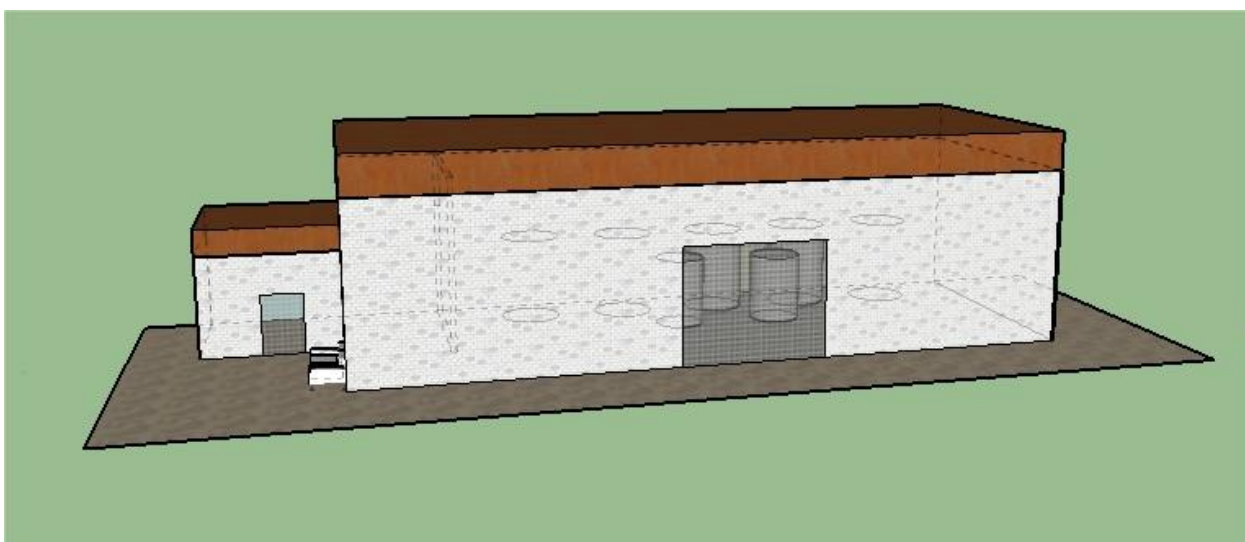


Figura 8.1 Vista frontal de la sala de máquinas y la oficina de mantenimiento.

Fuente: Salida del software SketchUp

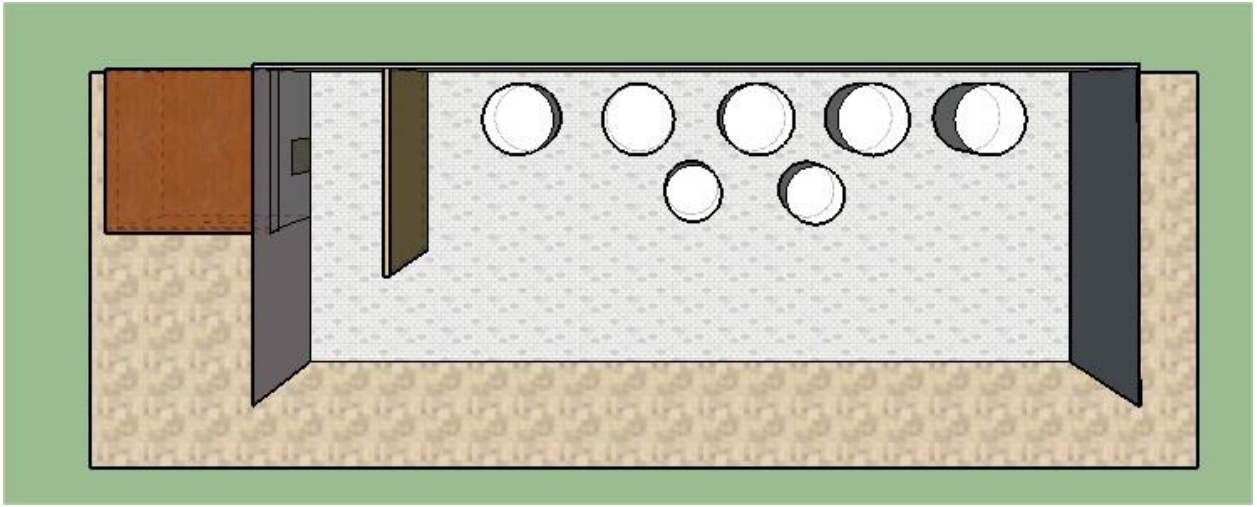


Figura 8.2 Vista aérea de la pantalla acústica en la sala de máquinas.

Fuente: Salida del software SketchUp

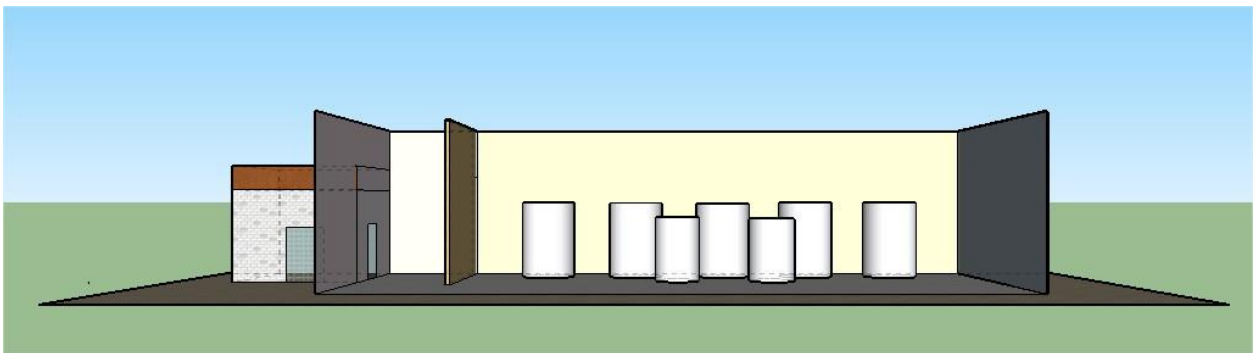


Figura 8.3 Vista frontal de la pantalla acústica en la sala de máquinas.

Fuente: Salida del software SketchUp

Anexo 9 Mapas de ruido de las áreas afectadas.

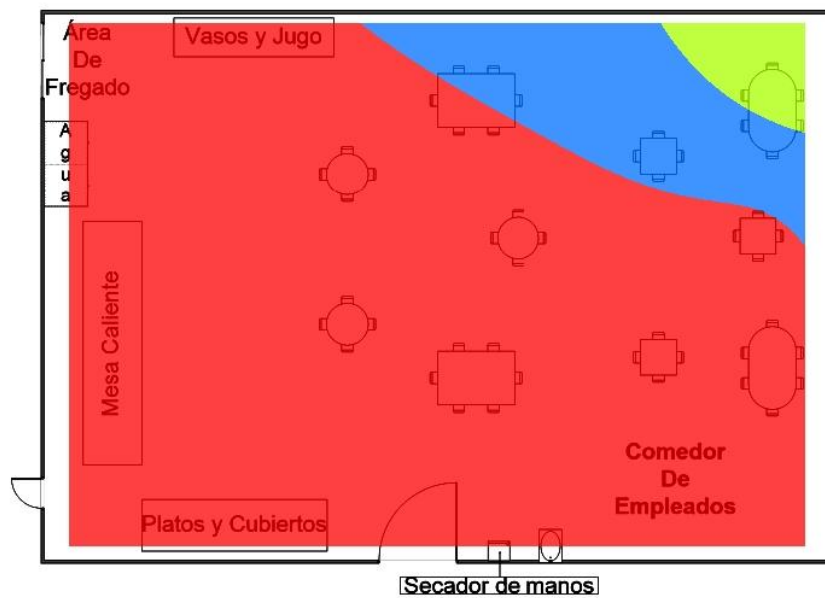


Figura 9.1: Mapa de ruido del comedor de empleados.

Fuente: Salida del software ArcGIS 10.3

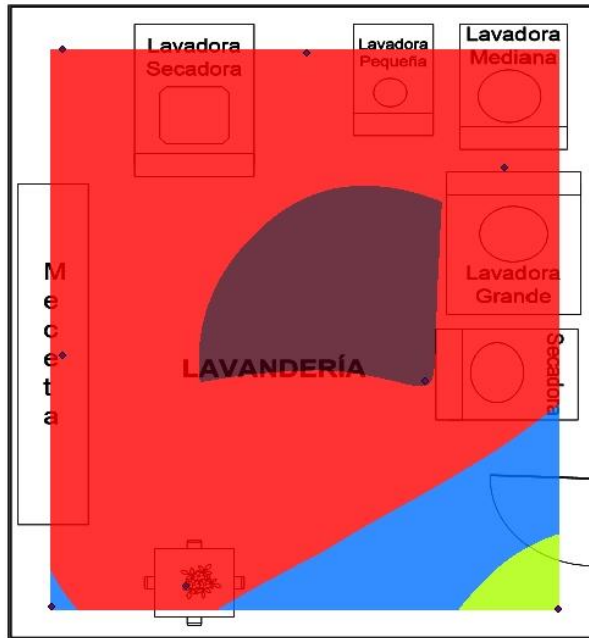


Figura 9.2: Mapa de ruido de la lavandería.

Fuente: Salida del software ArcGIS 10.3

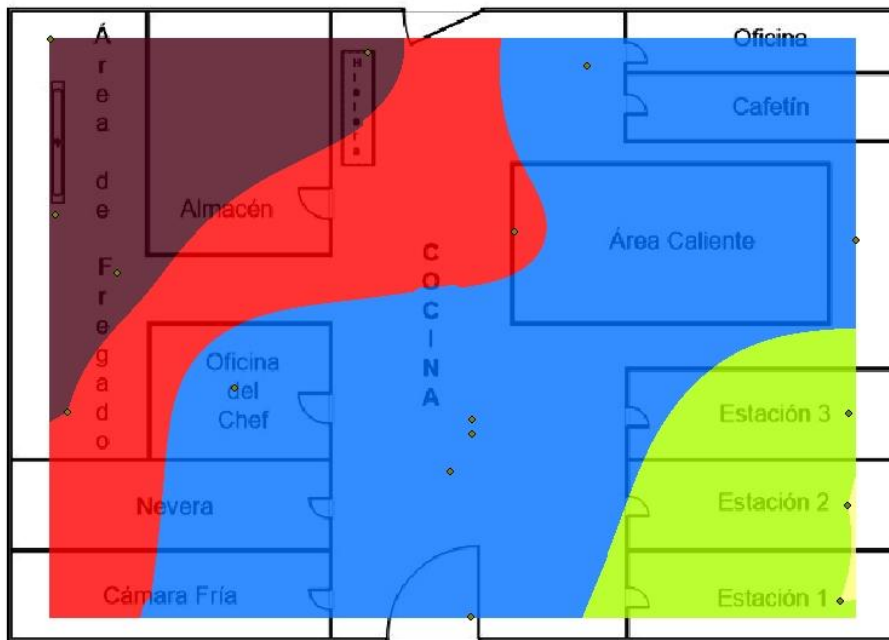


Figura 9.3: Mapa de ruido de la cocina.

Fuente: Salida del software ArcGIS 10.3



Figura 9.4: Mapa de ruido del chiringuito.

Fuente: Salida del software ArcGIS 10.3

Anexo 10 Costos de materiales y de mano de obra de las medidas propuestas

Tabla 10.1 Costo del consumo de materiales para cerrar la ventana del área de fregado, en el comedor de empleados

Actividad	Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Precio (cuc)	Total (cuc)
Colocación de los bloques para cerrar la ventana del área de fregado	Bloques de hormigón de 10 cm	Unidad	10	0.32	3.2
	Cemento gris P350	Bolsa	½	4.75	2.37
	Arena	m ³	¼	4.87	1.22
	Polvo de piedra	m ³	½	3.62	1.81
Costo total					8.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.2 Costo de empleo de la mano de obra para cerrar la ventana del área de fregado, en el comedor de empleados.

Actividad	Unidad de medida	Cantidad	Precio (cuc)	Total (cuc)
Albañil	Horas/hombre	16	0.20	3.2
Ayudante	Horas/hombre	16	0.15	2.4
Costo total				5.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.3 Costo del consumo de materiales necesarios para poner la puerta en el área de fregado, en la cocina.

Actividad	Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Precio (cuc)	Total (cuc)
Colocación de la puerta en el área de fregado	Puerta	Unidad	1	100	100
	Cemento gris P350	Saco	½	4.75	2.37
	Arena	m ³	¼	4.87	1.22
	Polvo de piedra	m ³	½	3.62	1.81
Costo total					105.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.4 Costo de empleo de la mano de obra necesarios para poner la puerta en el área de fregado, en la cocina.

Actividad	UM	Cantidad	Precio (cuc)	Total (cuc)
Albañil	Horas/hombre	8	0.20	1.6
Ayudante	Horas/hombre	8	0.15	1.2
Costo total				2.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.5 Costo del consumo de materiales de la pantalla acústica, en la sala de máquinas.

Actividad	Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Precio (cuc)	Total (cuc)
Colocación de bloques	Bloque de hormigón	Unidad	120	0.32	38.4
	Cemento gris P350	Saco	1	4.75	4.75
	Arena	m ³	½	4.87	2.43
	Polvo de piedra	m ³	½	3.62	1.81
Cerramientos	Cemento gris P350	Saco	1	4.75	4.75
	Arena	m ³	½	4.87	2.43
	Gravilla	m ³	¼	3.5	0.875

	Acero $1\frac{1}{2}$	M	12	0.72	8.64
	Alambre 18	Kg	0.25	2.30	0.575
	Puntillas $2\frac{1}{2}$	Kg	$\frac{1}{2}$	3.30	1.65
	Madera	M	6	13.04	78.24
Revoque (resano y fino)	Cemento gris P350	Saco	2	4.75	9.5
	Arena	m ³	$\frac{1}{2}$	4.87	2.435
Instrumentos	Andamios metálicos	m ²	10	1.58	15.8
Costo total					181.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.6 Costo de empleo de la mano de obra de la pantalla acústica, en la sala de máquinas

Actividad	Unidad de medida	Cantidad	Precio (cuc)	Total (cuc)
Albañil	Horas/hombre	24	0.20	4.8
Carpintero	Horas/hombre	8	0.20	1.6
Ayudante	Horas/hombre	24	0.15	3.6
Costo total				10

Fuente: Elaboración propia