



**COORDINACIÓN DE TITULACIÓN ESPECIAL CARRERA  
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Proyecto Técnico previo a la obtención del título de  
Ingeniero Industrial**

*Título: Estudio de niveles de presión sonora y propuesta de  
mitigación de ruido en empresa productora de hormigón*

*Title: Sound pressure level study and noise mitigation  
proposal in a concrete production company*

**Autores:**

Burgos Bustamante Marcelo Roger

Martinez Manotoa Leonel Yamil

**Director: Ing. Fabiola Terán Alvarado Msc.**

Guayaquil, 30 marzo de 2021

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Marcelo Roger Burgos Bustamante y Leonel Yamil Martínez Manotoa, declaramos que somos los únicos autores de este trabajo de titulación titulado **“Estudio de niveles de presión sonora y propuesta de mitigación de ruido en empresa productora de hormigón”**.

Los conceptos aquí desarrollados, los análisis realizados y las conclusiones del presente análisis, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Guayaquil, 30 de marzo de 2021



---

Marcelo Roger Burgos Bustamante  
C.I. 0950794438



---

Leonel Yamil Martínez Manotoa  
C.I. 0931790042

## DECLARACIÓN DECESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, MARCELO ROGER BURGOS BUSTAMANTE, con documento de identificación No. 0950794438 y LEONEL YAMIL MARTINEZ MANOTOA, con documento de identificación No. 0931790042, en calidad de autores del trabajo de titulación titulado “Estudio de niveles de presión sonora y propuesta de mitigación de ruido en empresa productora de hormigón”, por medio de la presente, autorizamos a la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de este proyecto con fines académicos o de investigación.

Guayaquil, 30 de marzo de 2021



---

Marcelo Roger Burgos Bustamante  
C.I. 0950794438



---

Leonel Yamil Martinez Manotoa  
C.I. 0931790042

## DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, ING. ANA FABIOLA TERÁN ALVARADO, Msc. En calidad de director del trabajo de titulación titulado “Estudio de niveles de presión sonora y propuesta de mitigación de ruido en empresa productora de hormigón”, desarrollado por los estudiantes MARCELO ROGER BURGOS BUSTAMANTE y LEONEL YAMIL MARTINEZ MANOTOA, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su representación y aceptación como una obra autentica y de alto valor académico.

Dado en la ciudad de Guayaquil, 30 de marzo de 2021.



---

Ing. Ind. Fabiola Terán Alvarado Msc.  
DIRECTOR DEL PROYECTO TÉCNICO  
Universidad Politécnica Salesiana - Guayaquil

## DEDICATORIA

Yo, Leonel Martinez dedico esta tesis a:

En primer lugar, a Dios, quien me ha otorgado la sabiduría y a bendecido mi camino

A mis Abuelos, Douglas y Elina quienes han estado conmigo siempre, con apoyo y amor, otorgándome sus consejos llenos de sabiduría y coherencia formando un pilar fundamental en mi vida siendo la base de mi carrera profesional. A pesar de la partida repentina de mi Abuelo siempre estarán en mi corazón, y toda mi vida estaré eternamente agradecido.

A mis padres, Yamil y Maribel, quienes me han aportado su apoyo y consejos en momentos de necesidad en cumplimientos de mis objetivos.

A mi esposa Andrea e hija Sarah que forman parte de mi vida, y son mi inspiración para mi crecimiento profesional.

Y finalmente a mis amigos, Roger, Orly, Christopher y Daryl con quienes hemos cursado con esfuerzo y apoyo mutuo nuestra carrera universitaria.

## DEDICATORIA

Yo, Marcelo Burgos dedico esta tesis a:

A Dios, por ser la base del todo.

A mis padres Marcelo y Martha quienes me apoyaron y creyeron en mí en todo momento, gracias por inculcar en mí el ejemplo de justicia y honestidad, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Johan, Emely y Joselyn por su cariño y apoyo incondicional cada que los necesité, por estar conmigo siempre, gracias.

A mi esposa Martha y mis hijas Shanin y Sophia, porque con ellas experimente el amor verdadero y la motivación absoluta.

Finalmente, un agradecimiento a mis amigos Leonel, Orlys, Daryl y Christopher con quienes hemos cursado con esfuerzo y apoyo mutuo nuestra carrera universitaria.

## RESUMEN

En el presente trabajo se abordó una de las preocupaciones que se presentan en las actividades de toda industria, el ruido, el mismo se genera por el uso de maquinaria con sistemas eléctricos, hidráulicos o neumáticos, se considera un problema debido a que según estudios puede afectar tres grandes áreas de los negocios; el medio ambiente, la productividad y la salud de los colaboradores, es una situación que en la industria del hormigón tiene lugar a gran escala por la aplicación de maquinaria pesada, la compañía de hormigón objeto de estudio tiene claridad sobre la afectación que los altos niveles de ruido pueden generar, de modo que se ven en la necesidad de evaluar los niveles de presión sonora en sus operaciones, para determinar aquello, es necesario evaluaciones acústicas en determinadas áreas de la empresa las cuales ayudan a conocer la propagación de ruido, para este caso, el estudio de ruido se lo enfocó al factor humano para esto se utilizaron sofisticados equipos como un sonómetro CIRRUS Clase 2 ROJO con el respectivo calibrador de campo y software de análisis de datos para interpretar los decibeles medidos, así como las frecuencias Hz, el software es Noise Tools. Se analizó 22 áreas específicas, de las cuales cuatro zonas alcanzaron niveles de presión sonora que sobrepasaron los 85 decibeles. Se demostró que aplicando un plan de mitigación en las cuatro zonas de mayor criticidad pueden ayudar a reducir los niveles de riesgos físicos por ruido, los cuales solamente una se aplicó medidas de control por ingeniería como es la instalación de paneles acústicos y en los tres restantes se utilizó medidas preventivas como señalización y equipos de protección personal para los trabajadores. La investigación se sustentó bajo la aplicación de herramientas de seguridad industrial y salud ocupacional, así como la normativa local vigente y estándares internacionales de evaluación de presión sonora, análisis por matriz de riesgos y aplicación de jerarquía de control, estos dos últimos como parte de la propuesta de plan de mitigación.

**Palabras claves:** Ruido, decibel, frecuencia, mitigación, ambiente, afectación, evaluación, riesgo, propuesta, sonómetro, software

## ABSTRACT

In the present work, one of the concerns that arise in the activities of every industry was addressed, noise, it is generated by the use of machinery with electrical, hydraulic or pneumatic systems, it is considered a problem because according to studies it can affect three large areas of business; the environment, productivity and health of employees, is a situation that in the concrete industry takes place on a large scale due to the application of heavy machinery, the concrete company under study is clear about the impact that high levels noise can generate, so that they find it necessary to evaluate the sound pressure levels in their operations, to determine that, acoustic evaluations are necessary in certain areas of the company which help to know the propagation of noise, for this In this case, the noise study focused on the human factor, for this, sophisticated equipment such as a CIRRUS Class 2 RED sound level meter were used with respect to field calibrator and data analysis software to interpret the decibels measured in the field, as well as the Hz frequencies. , the software is Noise Tools. 22 specific areas were analyzed, of which four areas reached sound pressure levels that exceeded 85 decibels. It was shown that applying a mitigation plan in the four most critical areas can help reduce the levels of physical risks due to noise, which only one would apply engineering control measures such as the installation of acoustic panels and the remaining three will be would use preventive measures such as signage and personal protective equipment for workers. The research is based on the application of industrial safety and occupational health tools, as well as current local regulations and international standards for sound pressure evaluation, risk matrix analysis and application of the control hierarchy, the latter two as part of the mitigation plan proposal.

**Keywords:** Noise, decibel, frequency, mitigation, environment, impact, evaluation, risk, proposal, sound level meter, software



## Índice General

INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO 1 EL PROBLEMA .....</b>	<b>5</b>
1.1. Antecedentes.....	5
1.1.1. Descripción del problema.....	5
1.2. Importancia y alcance.....	8
1.2.1. Grupo objetivo (beneficiarios) .....	8
1.3. Delimitación.....	8
1.3.1. Delimitación Temporal.....	8
1.3.2. Delimitación Espacial .....	9
1.3.3. Delimitación Académica.....	9
1.4. Objetivos.....	9
1.4.1. Objetivo general.....	9
1.4.2. Objetivos específicos .....	10
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
2.1. Antecedentes Investigativos .....	11
2.2. Marco Referencial Teórico.....	12
2.2.1. Riesgo Ocupacional.....	12
2.2.2. Ruido Ocupacional y sus efectos.....	12
2.2.3. Evaluación de presión Sonora.....	14
<b>CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>17</b>
3.1. Investigación descriptiva .....	17
3.2. Enfoque de la investigación.....	17
3.2.1. Enfoque cuantitativo.....	17
3.2.2. Enfoque cualitativo .....	17
3.3. Medición Exposición de Ruido.....	17
3.3.1. Bandas de octava.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos.....	19
3.4.1. Equipo de Medición de Ruido.....	20
3.4.2. Software de Interpretación y Análisis de Datos .....	21
3.4.3. Calibración. ....	21
3.4.4. Consideraciones.....	21
3.4.5. Evaluación de riesgos.....	22
3.4.6. Jerarquía de control de riesgos.....	24

3.4.7. Procedimiento para la obtención de datos.....	26
<b>CAPITULO IV RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
4.1. Resultados y análisis de mediciones de presión sonora .....	29
4.1.1. Resultado de simulaciones de niveles de presión sonora .....	30
4.1.2. Evaluación de riesgos.....	31
4.2. Plan de mitigación.....	36
4.2.1. Señalización .....	36
4.2.2. Equipos de protección personal .....	37
4.2.3. Programa de capacitación y sensibilización. ....	39
4.2.3.1. <i>Aportes Clave</i> .....	39
4.2.4. Aislamiento acústico .....	39
4.2.5. Costo de implementación.....	42
4.3. Matriz IPER luego de la implementación de la propuesta.....	47
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>51</b>

## Índice de figuras

Figura 1 <i>Ubicación de la planta de hormigones en ciudadela San Eduardo, Guayaquil-Guayas.</i> .....	9
Figura 2 <i>Sonómetro CIRRUS Clase 2 ROJO</i> .....	20
Figura 3 <i>Programa Noise Tools</i> .....	21
Figura 4 <i>Criterios de matriz 3x3 del INSHT</i> .....	23
Figura 5 <i>Metodología aplicada 1.5 metros X y 1.5 metros en Y (en referencia a la fuente y al suelo, respectivamente)</i> .....	27
Figura 6 <i>Mapa de georreferencia de las mediciones de presión sonora en las fuentes.</i> .....	29
Figura 7 <i>Mapa de proyección de presión sonora. Elaboración propia.</i> .....	33
Figura 8 <i>Matriz de riesgo pos-evaluación</i> .....	34
Figura 9 <i>Señalización propuesta para comunicar la entrada a zona de alto ruido</i> .....	37
Figura 10 <i>Señalización propuesta para indicar la obligación del uso de protectores auditivos</i> .....	37
Figura 11 <i>Bandas de frecuencias resultantes al usar la protección auditiva recomendada.</i> 38	
Figura 12 <i>Relación entre los decibeles y la frecuencia al usar la protección auditiva recomendada.</i> .....	39
Figura 13 <i>Sistema de ventilación forzado.</i> .....	40
Figura 14 <i>Espuma de poliuretano absorbente ignífuga – MI</i> .....	41
Figura 15 <i>Pérdida de transmisión de decibeles con grosores de 30 m.m. y 50 m.m.</i> .....	41
Figura 16 <i>Coficiente de relación por bandas de octava con grosores de 30 m.m. y 50 m.m.</i> .....	42
Figura 17 <i>Dimensiones del cuarto acústico para el generador.</i> .....	42
Figura 18 <i>Evaluación de riesgos post-aplicación de plan de mitigación</i> .....	47

## Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Descripción de Puntos de Monitoreo en Zona industrial</i> .....	7
Tabla 2 <i>Niveles Máximos Seguridad y Salud de los Trabajadores</i> .....	15
Tabla 3 <i>Selección de la Estrategia de Medición, Guía Práctica de Análisis y Gestión de Ruido Industrial.</i> .....	19
Tabla 4 <i>Jerarquía de control de peligros.</i> .....	25
Tabla 5 <i>Cronograma de actividades</i> .....	28
Tabla 6 <i>Mediciones de ruido en respuesta de frecuencia en octavas 1/1 en ponderación dBA</i> .....	30
Tabla 7 <i>Comparación con los criterios de referencia bajo el marco de la normativa legal vigente en Ecuador.</i> .....	31
Tabla 8 <i>Tipos de señales de seguridad</i> .....	36
Tabla 9 <i>Protección auditiva</i> .....	38
Tabla 10 <i>Costo de implementos principales para construcción de cuarto acústico</i> .....	43
Tabla 11 <i>Costo de capacitación para el centro de trabajo</i> .....	44
Tabla 12 <i>Costo de EPP para todo el personal</i> .....	44
Tabla 13 <i>Costo de señalización</i> .....	45
Tabla 14 <i>Costo de estudio de ruido</i> .....	45
Tabla 15 <i>Costo total (aproximado) de la implementación del plan de mitigación</i> .....	46

**Índice de Anexos**

Anexo 1 Informes de medición..... 55

## INTRODUCCIÓN

Un movimiento vibratorio se propaga en un medio elástico con energía suficiente para modificar algunas de sus propiedades físicas, si este movimiento ocurre en el aire, se conoce como sonido o ruido que puede describirse como un sonido que produce efectos nocivos para el ser humano, ya que una suma de ondas sinusoidales no periódicas y periódicas (con diferentes intensidades, frecuencias y amplitudes) también se puede considerar ruido. Algunos trabajadores están expuestos a altos niveles de ruido durante muchas horas al día ya que la exposición excesiva puede causar problemas de salud en un futuro próximo, a su vez el entorno industrial, los motores, ventiladores, transformadores y compresores generan ruidos que pueden ser perjudiciales para la salud de los trabajadores.

Es posible mitigar los problemas de ruido, pero no existe una solución simple como bajar el volumen de una fuente de sonido, por lo tanto, para controlar el ruido hay que tener en cuenta algunos aspectos que determinarán si la solución es posible o no. El primer punto para considerar son las regulaciones legales estas serían las normas técnicas que imponen niveles de ruido adecuados a diferentes entornos para proteger la salud de las personas, como también debe tenerse en cuenta el aspecto económico ya que muchas soluciones se descartan o cambian debido a limitaciones financieras.

El ruido se define generalmente como ruido no deseado o poco atractivo ya que los efectos generales de la contaminación acústica han sido objeto de debate entre los investigadores durante varios años. Para combatir este problema, países desarrollados como Japón aprobaron esta ley en 1972, la Occupational Health and Safety Act 1974 (Reino Unido) y los Estados Unidos de América con la Health Act. Y la 1970 Safety and Occupational Safety Act 1970 en Suecia y Noruega, donde la ley se conoce como el Reglamento de Control Interno. En Ecuador, el decreto 2393 declara que las horas máximas de trabajo de los trabajadores en industrias durante un período de 8 horas no deben estar expuestas a un nivel de sonido de 85 dBA.

El oído humano y el sistema nervioso común tienen su volumen máximo para aceptar y percibir el nivel de sonido, por lo tanto, dependiendo del período de tiempo, el nivel de ruido y la distancia desde la fuente generalmente afectan el sistema nervioso humano y lo hacen sentir cómodo, a su vez los efectos del ruido sobre la salud humana se dividen en cuatro grupos: efectos fisiológicos (hipertensión arterial, latidos cardíacos irregulares y úlceras), efectos psicológicos (estrés e irritabilidad), efectos sobre el rendimiento (disminución de la productividad) y efectos físicos (pérdida de audición). La pérdida auditiva neuronal sensorial es uno de los trastornos en los que las células ciliadas del oído interno (estereocilios) pierden la capacidad de transmitir información sonora al cerebro significando una pérdida auditiva etiológica más común causada por la exposición a niveles de ruido peligrosos en una fábrica, y estos a su vez generan efectos cardiovasculares fisiológicos debido a la sobreexposición al nivel de ruido.

El nivel de ruido en la industria relacionadas a actividades en cemento, hierro y textiles está muy por encima del nivel de ruido de 85 dBA, por esta razón es concebible decir que la molestia más grave provocada por el ruido es la incomodidad. Aunque la sobreexposición al ruido también afecta la salud, incluida la pérdida auditiva, el nivel de ruido también indica una incomodidad significativa e interfiere con el funcionamiento de los cajeros automáticos como también las cabinas de peaje podrían dejarse desprotegidas frente a los altos niveles de ruido que superan con creces los límites y que la mayoría de las cabinas de peaje parecen ruidosas e irritadas por las fuentes de ruido.

Las actividades físicas y mentales del sistema auditivo humano se ven afectadas por el ruido de igual forma cada uno sufre de forma diferente, a su vez uno de los efectos es la pérdida auditiva inducida por ruido (NIHL), esta enfermedad profesional comienza con la exposición crónica a altos niveles de presión sonora provocando cambios temporales de audición y, si la exposición crónica persiste, se produce una pérdida auditiva irreversible, por lo tanto primer caso se conoce como cambio de umbral temporal (TTS) y el segundo como cambio de umbral permanente.

La exposición a ruido continuo y extenso a un nivel superior a 85 dBA puede provocar pérdida de audición, esto a su vez difiere de una persona a otra según el nivel, la frecuencia y la duración del ruido expuesto, ya que los efectos negativos del ruido en los seres humanos son generalmente de naturaleza fisiológica y psicológica. Las pérdidas auditivas son los efectos más comunes a niveles fisiológicos y es posible clasificar los efectos del ruido en los oídos en tres grupos: trauma acústico, pérdida auditiva temporal y pérdida auditiva permanente.

Los aumentos de la presión arterial, la aceleración de los latidos del corazón, la aparición de reflejos musculares, los trastornos del sueño pueden considerarse entre otros efectos fisiológicos. Los efectos psicológicos del ruido son más comunes en comparación con los fisiológicos y se pueden ver en formas de molestia, estrés, ira y trastornos de concentración, así como dificultades en el descanso y la percepción.

El tiempo necesario para restaurar la capacidad auditiva depende de cuánto daño se haya hecho al sistema auditivo (menos daño, menos tiempo), por lo tanto, si la persona no se preocupa por su salud y continúa expuesta a altos niveles de ruido, puede ser víctima de PTS ya que inicialmente, afecta a una o más frecuencias entre 3 kHz y 6 kHz. El ruido de baja frecuencia también puede producir efectos no auditivos, por ejemplo, un nivel de ruido constante (100 dB) hace que el pecho humano vibre entre 30 Hz y 80 Hz con tal intensidad que modula la voz a un tono más bajo.

El ruido actúa sobre otras funciones orgánicas como: reacciones de alarma, reacciones neurovegetativas, ya que los primeros, se produce un aumento de la frecuencia cardiorrespiratoria, así como, aumento de la presión arterial (y otros síntomas) y como reacciones neurovegetativas, se pueden citar trastornos digestivos, variaciones en la dinámica circulatoria, angustia, aumento de la ingesta respiratoria, trastorno neurológico y trastorno de hormonas.

El ruido es un factor importante de insatisfacción con el medio ambiente en las zonas residenciales, llevando el desarrollo de políticas sobre control del ruido y métodos para evaluar el impacto del ruido en el medio ambiente. Particularmente en el ruido que se origina en la infraestructura y la industria, que son las fuentes de ruido más extendidas en el mundo desarrollado de hoy siendo importante monitorear los efectos del ruido de las fuentes de ruido existentes y estudiar los posibles (disminución) efectos del ruido en el medio ambiente de los nuevos planes.

Los estudios como el análisis de presión sonora y el mapeo de ruido apoyan el proceso de toma de decisiones ya que, a partir de estos estudios, se puede seleccionar el plan con el menor impacto ambiental y se pueden diseñar medidas mediante las cuales se reduzca el impacto ambiental, a su vez para cuantificar y visualizar los efectos del ruido, se necesitan una base de datos espacial ampliada, herramientas espaciales y fuerza de cálculo. Por esa razón, el mapeo de ruido se utiliza en estudios sobre el impacto ambiental del ruido, llevando el análisis de los niveles de ruido a su cálculo en modelos de computadora de simulación especialmente desarrollados y se utiliza software como el Noise tools para cuantificar y visualizar los efectos de ruido basados en estos niveles de ruido.

La contribución de los trabajadores en planes de mitigación es muy importante para combatir riesgos potenciales y así reducir posibles accidentes en actividades relacionadas a sus puestos de trabajo, por lo tanto, mantener un plan de mitigación ayuda sustancialmente al bienestar de los trabajadores como de la empresa en general. Las circunstancias que puedan acarrear a enfermedades ocupacionales relacionados a la contaminación acústica pueden ser mínimas si se toman las medidas respectivas de prevención, es por esta razón que las evaluaciones preliminares que se puedan realizar en las áreas de trabajo dan una ventaja en poder identificar focos de generación de ruido y así salvaguardar la salud de los trabajadores por esta razón es necesario establecer las medidas a adoptar como parte de la seguridad laboral.

De acuerdo con el contexto analizado el presente proyecto se divide en cuatro capítulos. El capítulo I consiste en explicar de forma detallada la problemática a tratar que consiste en la evaluación de los niveles de presión de sonora que se generan en 26 puntos en la empresa productora de hormigón, de los cuales existen sectores que sobrepasan los 85 db permitidos, teniendo en claro esto se plantearon los objetivos a cumplir.

El capítulo II trata las principales teorías acerca de los efectos del ruido en el ámbito laboral y la afectación que este puede ocasionar a la salud. El capítulo contiene la descripción de los principales puntos a tratados en el presente trabajo, como la evaluación de presión sonora y el ruido como riesgo importante a tratar.

El capítulo III abarca la metodología del presente trabajo que detalla el empleo y calibración del instrumento de medición CIRRUS OPTIMUS RED Clase 2 el cual es empleado para mediciones de presión sonora en los puntos abordados en la problemática en conjunto con el uso del software para análisis e interpretación de datos



Noise Tools que servirá para identificar los sectores que generan mayores niveles de ruido. El presente capítulo también detalla los métodos utilizados para la aplicación de los planes de mitigación como el análisis de riesgo mediante el uso de matriz de riesgo y jerarquía de control.

El capítulo IV detalla los resultados obtenidos en la investigación una vez utilizados los instrumentos de medición CIRRUS OPTIMUS RED Clase 2 y el software de análisis de datos Noise Tools como también los resultados obtenidos en la evaluación de riesgo mediante matriz de riesgo y aplicación de jerarquía de control en los puntos que generaron mayores niveles de presión sonora. Este capítulo determina el cumplimiento del objetivo general planteado.

Como punto final del presente documento, se presentan las conclusiones generadas a a partir del desarrollo del proyecto, estas detallan los descubrimientos más sobresalientes con la finalidad de darle un cierre al proyecto. Seguido de esto, están las recomendaciones para futuras investigaciones relacionados a la temática en que se abordó este trabajo.

Por último, el proyecto técnico concluye con la lista de investigaciones utilizados de forma académica para la elaboración de la presente documentación otorgando un soporte científico al trabajo desarrollado.

## **CAPÍTULO 1 EL PROBLEMA**

### **1.1. Antecedentes**

La cultura prevencionista ha ganado terreno en la administración de las empresas públicas y privadas, las exigencias que preservan la integridad física y psicológica del colaborador se ven mejoradas por las diversas metodologías de gestión de riesgos, un gran paso para la seguridad y salud ocupacional se dio en el año 2018 donde pudimos ver por primera vez un estándar cuya estructura se podría administrar desde el enfoque de la Organización Internacional de Estandarización siendo así publicado el 12 de marzo de 2018 la ISO 45001, una norma internacional para gestionar los sistemas de seguridad y salud ocupacional cuyo objetivo es resguardar y proteger a los trabajadores de todo tipo de tareas laborales centrándose en la prevención de accidentes y enfermedades.

Los riesgos laborales se encuentran presentes en todas las tareas o cargos dentro de las empresas, para el estudio de los peligros el Reglamento del Seguro General de Riesgos de Trabajo consolidado por el Consejo directivo del IESS en 2016, reformada en junio de 2017 vía resolución CD 513, en el Art. 9 establece que los “factores de riesgos específicos que entrañan el riesgo de enfermedad profesional u ocupacional, y que ocasionan efectos a los asegurados, los siguientes: químico, físico, biológico, ergonómico y psicosocial.” (IESS, 2017)

El ruido es la problemática a la cual tienen que hacer frente muchas instituciones, generalmente esta situación se presenta en los sectores industriales pudiendo ocasionar graves problemas de salud, efectos negativos que originan lesiones a corto y largo plazo mismas que podrían ser incapacitantes para los colaboradores que se encuentren expuestas a él, estos efectos varían según el tiempo de exposición, la intensidad o la fuente de donde provenga, de igual manera las características del individuo tales como sensibilidad, edad incluso la vida que lleva fuera del lugar de trabajo tendrán influencia en los resultados (Rojo Fuertes, 2016).

Estudios anteriores han demostrado que la permanencia de un individuo en lugares con alto niveles de ruido no solo reduce la capacidad auditiva, también afecta la habilidad motriz de la persona de manera que las actividades que desarrollaba con normalidad se vuelven complejas ya que el ruido genera estrés incidiendo en la concentración a tal punto de afectar el descanso e incrementar la posibilidad de contraer enfermedades cardiovasculares. Moyano, A., & Jordan, E. (2016). Evaluación de los niveles de ruido en la empresa Curtiembre Aldas (Moyano & Jordan, 2016).

#### **1.1.1. Descripción del problema**

Para la gestión de Seguridad y Salud Ocupacional es fundamental realizar una evaluación de riesgo basada en las tareas que ejecutan los colaboradores con la ayuda de diversas metodologías, una de las herramientas más comunes es la matriz de

Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER) la cual permite valorar los factores de riesgo e identificar los más preponderantes dentro de la operación de cualquier empresa.

El ruido como uno de los factores de riesgo, tiene una alta incidencia en el sector industrial debido al uso de maquinaria energizada. La industria productora de concreto genera altos niveles de ruido, variable que al cruzar con el número de trabajadores expuestos demuestra la facilidad con la que una enfermedad ocupacional podría afectar a un colaborador, de acuerdo con lo antes mencionado se determina la importancia de implementar medidas para controlar o disminuir el riesgo antes mencionado. La compañía ha demostrado tener estudios de los niveles de ruido, así como gestión de H&S para mitigarlo, sin embargo, el malestar de los colaboradores se hace evidente durante el proceso de producción, donde equipos como compresores, extractores de polvo, filtros de mezclado de concreto, generadores de energía y tolvas de descarga de agregados emiten niveles de ruido considerables.

De acuerdo con la investigación preliminar realizada por el equipo multidisciplinario conformado por Health & Safety (H&S) y mantenimiento en la empresa objeto de estudio, se identificaron fuentes emisoras de ruido de acuerdo con el criterio del grupo y su historial de evaluación de riesgo, se desarrolló la tabla 1, que detalla la ubicación geográfica de las fuentes de ruido.

**Tabla 1**  
*Descripción de Puntos de Monitoreo en Zona industrial*

No.	Punto de monitoreo	Ubicación geográfica Coordenadas WGS 84 Zona 17 Sur		Tipo de Fuente
		Este (X)	Norte (Y)	
1	Bético	618522	9757837	Emisor
2	BT3 Silos Inicio	618535	9757753	Emisor
3	BT3 Silos Medio	618559	9757773	Emisor
4	BT3 Silos Final	618551	9757809	Emisor
5	BT4 Inicio	618544	9757805	Emisor
6	BT4 Medio	618560	9757816	Emisor
7	BT5 Inicio	618536	9757836	Emisor
8	BT5 Medio	618540	9757844	Emisor
9	Zona de Compresores	618538	9757868	Emisor
10	Descarga Agregados	618532	9757759	Emisor
11	Generador	618518	9757851	Emisor
12	Recicladora	618613	9757799	Emisor
13	Schiller	618569	9757808	Emisor
14	Silos Cemento 1 y 4	618516	9757858	Emisor
15	Silos Cemento 2 y 3	618528	9757845	Emisor
16	Taller Inicio	618517	9757846	Emisor
17	Taller Medio	618517	9757848	Emisor
18	Taller Final	618518	9757850	Emisor
19	Tambor Mezclador	618525	9757860	Emisor
20	Vibrador	618542	9757827	Emisor
21	Vulcanizador	618456	9757809	Emisor
22	Zona de Carga	618517	9757845	Emisor
23	Bético	618533	9757834	Receptor
24	Descarga Agregados	618505	9757792	Receptor
25	Vulcanizador	618451	9757813	Receptor
26	Zona de Carga	618502	9757836	Receptor

Fuente. Elaboración propia

La tabla detalla la clasificación de los puntos sujetos a medición de nivel de presión sonora para lo cual se ha considerado 20 emisores y 4 receptores. Dentro de esta lista existen fuentes de ruido que superan el límite establecido por la normativa local la cual indica un máximo permitido de 85 dB con un promedio de exposición de 8 horas continuas hacia los receptores, siendo esto el principal problema, ya que puede generar

trastornos en la audición como hipoacusia en el personal que se encuentra dentro del rango de la onda sonora.

## **1.2. Importancia y alcance**

Existen diferentes tipos de emisiones contaminantes hacia la atmósfera, la cual representa amenazas antropogénicas cuyo daño es poco o nada reversible, entre los prejuicios más comunes se evidencia el deterioro al aire, mares, ríos y suelos, dando resultados como el efecto invernadero, agua contaminada químicamente o erosión de los suelos.

La polución sonora, es el nombre que posee el excesivo ruido, el cual alcanza niveles molestos, el mismo tiene origen en las operaciones humanas y tiene alta probabilidad de causar efectos nocivos para la salud, entre ellos tenemos daños auditivos, psicológicos o físicos.

Las plantas de concreto tienen el objetivo de producir hormigón a base de cemento, arena, piedra y aditivos, el cual es destinado para obras civiles. Para efecto de estudio, las fuentes seleccionadas son de tipo antropogénicas, es decir provocadas por la actividad humana considerando el sector industrial, siendo los equipos utilizados para la producción de concreto el objeto de análisis, dichos equipos generan niveles de ruido elevados producto del golpe o mezclado de la materia prima.

Por este motivo, el análisis -de los niveles de presión sonora emitidos por los equipos- es necesario para identificar las fuentes que superan los 85 dB y determinar mediante mapas de ruido las zonas con mayor impacto sonoro.

### **1.2.1. Grupo objetivo (beneficiarios)**

El grupo de interés, está enfocado en el personal de la empresa, tanto el área administrativa como la operativa debido a que este análisis busca identificar el impacto real de dB en el área de producción, lo que podría ocasionar a mediano o largo plazo enfermedades ocupacionales para el personal encargado directamente de la operación, de esta manera la administración de la compañía pretende crear planes de acción para prevenir por medio de controles que se presenten efectos negativos en la salud de los colaboradores.

## **1.3. Delimitación**

### **1.3.1. Delimitación Temporal**

El tiempo de ejecución del proyecto técnico es de tres meses una vez se obtenga la aprobación de este, coyuntura donde está determinado realizar las mediciones de niveles de presión sonora en cada una de las fuentes previamente identificadas de modo que se pueda realizar un análisis y posteriormente modelar un mapa de ruido.

### 1.3.2. Delimitación Espacial

El proyecto de investigación tendrá lugar entre las calles Av. Barcelona y José Rodríguez Bonín, en la ciudadela San Eduardo ubicado al noroeste de la ciudad de Guayaquil en la provincia de Guayas.

**Figura 1**

*Ubicación de la planta de hormigones en ciudadela San Eduardo, Guayaquil-Guayas.*



Fuente: Google Maps

### 1.3.3. Delimitación Académica

Las asignaturas que aportan herramientas necesarias para llevar a cabo el presente proyecto son:

- Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
- Administración de Proyectos
- Simulación de Procesos
- Proyectos Industriales

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivo general

Evaluar los niveles de presión sonora mediante instrumentos de medición de ruido y proponer medidas preventivas y correctivas de mitigación del ruido aplicando jerarquía de control y análisis de riesgos para reducir el impacto de este en los trabajadores de la compañía hormigonera.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar los niveles de presión sonora en las fuentes especificadas por la empresa en decibelios.
- Elaborar el mapa de niveles de presión sonora para ilustrar las áreas con de mayor afectación por el ruido.
- Proponer medidas de control para disminuir la afectación del ruido en los colaboradores.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes Investigativos

Los altos niveles de presión sonora pueden ocasionar grandes efectos dañinos en personas propensas a estar expuestas mucho tiempo en áreas generadores de ruido que a su vez nace de posibles fallas en los equipos que se prolongan su mantenimiento haciendo caso omiso de las consecuencias que esto puede traer, según un estudio realizado en 2020 en la industria maderera, “el nivel de presión sonora de la maquinaria de espesor en el sector maderero no excede el límite superior exigido por la normativa local vigente, por otra parte, las máquinas de aserradero de cinta vertical y las de sierra si lo superan, adicionalmente, se puede denotar que las cortadoras múltiples se mantiene dentro de los rangos establecidos por la ley, sin embargo queda demostrado que cuando la maquinaria presenta fallos, es decir el mantenimiento es deficiente, el ruido se ve afectado de manera que este último varia convirtiéndose en una amenaza latente para la salud de los colaboradores incrementando el riesgo de enfermedades auditivas” (Fidan, Yasar, Komut, & Yasar, 2020).

Es importante tomar en cuenta las acciones a tomar después de una evaluación de ruido, tomando en cuenta aspectos importantes que pueden influir a la hora de decidir un plan de acción. “Para poder plantear acciones de control del ruido se debe proyectar el ruido y tratar de predecir el nivel que se espera en cierto momento del día, por ejemplo, los modelados de decibeles en el tráfico vehicular se establecer una hora aproximada en la que el ruido será un factor de riesgo importante para la salud” (Alam, Ahmad, Afsar, & Akhtar, 2020).

Se ha determinado que niveles alto de ruido están ligados con problemas para la salud como el estrés, trastornos de sueño, así como un deterioro cognitivo progresivo. Los análisis bajo el área de la epidemiología han determinado que el ruido se encuentra estrechamente relacionado con casos de hipertensión arterial, infartos incluso insuficiencia cardiaca de la misma manera se ha encontrado que el ruido que se produce en horas de la noche ayuda a la producción de hormonas de estrés esto podría inducir a una disfunción endotelial e hipertensión arterial.

El ruido es uno de los tipos de sonidos que por sus características no son deseados, ya que se da en situaciones y espacios donde pueden generar malestar en las personas cercanas a él, muchos estudios han demostrado que los daños causados por el ruido excesivo tienen repercusiones físico-mecánicas es decir en el cuerpo, fisiológicas contemplando daños en órganos o sistema nervioso y psicológicas, concluyendo en una baja productividad por parte de las personas, así como perdida actividad. La metodología aplicada consistió en tomar una muestra de la población de los colaboradores de la industria metalmecánica, los cuales se encuentran en constante exposición ruidos de impacto, considerando un rango de edad entre 28 y 45 años y 24 trabajadores, se revisó la historia clínica de cada sujeto de estudio y se midió el ruido bajo pruebas de diapason y audiometría con el uso de los equipos de protección



personal, obteniendo que solo el grupo que se expuso al ruido por aproximadamente cinco años en la industria metalmecánica tuvo repercusiones en su capacidad auditiva detonando una sordera neurosensorial a 90dB en ruido de impacto. Por ello se concluye en que el costo de no tomar medidas preventivas es elevado para todo tipo de negocio ya que, si no se controla a tiempo, puede ocasionar que contraigan una enfermedad profesional. (Wankhede, 2018).

Se ha determinado que niveles alto de ruido están ligados con problemas para la salud como el estrés, trastornos de sueño, así como un deterioro cognitivo progresivo. Los análisis bajo el área de la epidemiología han determinado que el ruido se encuentra estrechamente relacionado con casos de hipertensión arterial, infartos incluso insuficiencia cardiaca de la misma manera se ha encontrado que el ruido que se produce en horas de la noche ayuda a la producción de hormonas de estrés esto podría inducir a una disfunción endotelial e hipertensión arterial. Según las observaciones y análisis sobre el ruido que producen los aviones, se determinó que estos pueden provocar daño vascular por estrés oxidativo, eventos reumáticos o respuestas inflamatorias agudas. Este análisis se enfoca en cómo influye en ruido en las enfermedades cardiovasculares (Münzel, y otros, Environmental noise and the cardiovascular system., 2018).

## **2.2. Marco Referencial Teórico**

### **2.2.1. Riesgo Ocupacional**

Según (MSP & MMA, 2019.) “El término riesgo implica la presencia de uno o varios factores que aumentan la probabilidad de consecuencias adversas”, cabe mencionar que el riesgo laboral según (Ecuador, 1984) “Es toda eventualidad dañina a que está sujeto el trabajador, con ocasión o por consecuencia de su actividad.”

Puede entenderse como cualquier situación que pueda causar daño a las personas. Desde el punto de vista laboral, los riesgos en todas las actividades son diversos, y sus fuentes también son muy diferentes, y estos riesgos suelen ser provocados por el descubrimiento de agentes materiales, instalaciones, niveles de tráfico y estado de los equipos entre ellos. (Chancusi, Delgado, & Ortega, 2018.).

### **2.2.2. Ruido Ocupacional y sus efectos**

El sonido es un ruido no esperado que enseña peligros para la salud y la estabilidad de los trabajadores ocupados en diversos sitios de trabajo. Existe prueba consistente de que la exposición al sonido genera una vasta gama de efectos fisiológicos y psicológicos a extenso plazo en el hombre, como pérdida de audición y distintas patologías (Jariwala, Syed, Pandya, & Gajera, 2017.). Existen pruebas de que la exposición al ruido puede incrementar los índices de error que pueden cometer los empleados y los accidentes ocupacionales, y minimizar la productividad. Las repercusiones que atrae el ruido permanecen mediadas por propiedades particulares

como la sensibilidad y una variable psicológica como la molestia por altos niveles de ruido. (Yoon, Roh, Kim, & Won, 2016.)

La sensibilidad que pueda existir hacia el ruido es el componente primordial que predice severamente la molestia por sonido, y puede mediar las repercusiones generadas por el ruido en los puntos psicológicos de la salud. Los individuos propensos a altos niveles de ruido son más vulnerables pues piensan en aquello como un componente más inseguro comparativamente con otros, y poseen respuestas emocionales más intensas al mismo y, de manera, más compleja para habituarse. La molestia, como consecuencia de la exposición a los altos niveles de ruido, tiene una intensa interacción negativa con la salud mental y la paz (Kahneman, Rosenfield, Gandhi, & Blaser, 2016)

En el trabajo el estrés ocupacional se define como “las respuestas físicas y emocionales perjudiciales que ocurren una vez que los requisitos del trabajo no concuerdan las habilidades, los recursos o las necesidades del trabajador” ya que día a día la satisfacción laboral está influenciada por la exposición a los altos niveles de ruido. (Russeng, Muis, & Nurillah, 2019)

Basado en los datos anteriores, se puede asegurar que los altos niveles de ruido influyen en el estrés referente con el trabajo y la satisfacción laboral, al mediar en la sensibilidad de los niveles de presión sonora y la molestia que puede ocasionar. Si no se trata de minimizar el estrés referente con el trabajo y la satisfacción laboral disminuirá el rendimiento y la productividad laboral. Referente a el valor del estrés y la satisfacción laboral, conocer los componentes que inciden negativamente en dichos índices es la mejor manera de minimizar o remover los componentes que afectan a los trabajadores.

Se destaca el gran impacto del ruido en la sociedad que va desde la afectación en la salud hasta ser parte de uno de los factores que pueden ocasionar altos niveles de vibración. De acuerdo con los efectos que puede generar el ruido puntos podemos mencionar lo siguiente:

#### **2.2.2.1. En la salud.**

Con el desarrollo de la cultura, la pérdida auditiva (HIR) causada por ellos altos niveles de ruido es un inconveniente de salud cada vez más grave. La exposición a ruidos de alta magnitud puede provocar patologías, como la incapacidad para comunicarse con los individuos, y minimizar la calidad de vida y las capacidades sociales de los individuos. Este fenómeno se llama patología auditiva social. En medio de las probables razones de pérdida auditiva en el sitio de trabajo, se debe tener en cuenta 2 componentes: la exposición a elevados niveles de sonido ambiental y diferentes productos tóxicos (Sierra, Medina, & Calderón, 2017.).

Desde el siglo XIX hasta la edad moderna partiendo desde la Revolución Industrial, la alta exposición al ruido genero un veloz incremento posterior de (HIR), pero no ha sido hasta al poco tiempo del final de la 2da Gran Guerra que el peligro de (HIR)

empezó a evaluarse y reducirse seriamente. Dichos primeros esfuerzos representaron el origen y el desarrollo temprano del campo de la prevención de la pérdida auditiva y sentaron las bases para los logros posteriores. Las primeras instituciones públicas que participaron en el desarrollo de reglas y regulaciones diseñadas para defender a los trabajadores expuestos al sonido de los (HIR) han sido las Fuerzas Armadas de EE. UU, cuyo personal de servicio padeció una intensa carga de los (HIR) como consecuencia de la guerra. (Thibodeau, 2019)

Los altos niveles de ruido pueden ayudar a ciertos componentes de peligro bien investigados de crecimiento de la presión arterial (ECV), dislipidemia, procesos inflamatorios, promoción de componentes de coagulación de sangre y cambios en la variabilidad de la frecuencia cardíaca (Kerns, Masterson, Themann, & Calvert, 2018). “Actúa como un factor de estrés general para el eje hipotalámico-pituitario-adrenal, aumentando los niveles de cortisol y catecolaminas, alterando los patrones normales de sueño, lo que lleva a vasoconstricción y deterioro vascular” (Chen, Zhang, Lu, & Yang, 2017.). “Tiene efectos perjudiciales sobre el metabolismo de la glucosa y los lípidos y sensibilidad a la insulina” (Themann & Masterson, 2019).

La distensibilidad arterial puede ser disminuido por la alta exposición al ruido, provocar hipertonicidad vascular y el balance entre el sistema nervioso simpático y parasimpático es afectado, elevando las probabilidades de generarse problemas cardiovasculares (Li, Dong, Wang, Song, & Wang, 2019).

#### **2.2.2.2. En Estructuras.**

“A altos niveles de ruido, pueden dañar la estructura. El ruido y las ondas sonoras con la misma intensidad y frecuencia provocarán vibraciones debido a la resonancia del edificio, lo que dañará estructuralmente el edificio, y en algunos casos provocará deslizamientos de tierra y cambios en el paisaje”. (Lozada & Daniela, 2018.)

#### **2.2.3. Evaluación de presión Sonora**

Es importante destacar las medidas preventivas que se pueden ejecutar para la mitigación de ruido, pero también cabe mencionar que esto no puede ser posible sin una evaluación previa que facilite la detección de las principales fuentes de ruido, la etapa de modelado donde se realiza un mapa que permite identificar las zonas según el nivel de decibeles, obteniendo el estado actual de dichas investigaciones en el área de la ingeniería acústica, uno de los hallazgos es que el 90% de los estudios de medición de ruido se enmarcan en el ámbito ambiental monitoreando la contaminación acústica de diferentes fuentes hacia el medio ambiente, mientras que solo el 10% se enfoca en evaluación en los sectores; residenciales, comerciales e industriales. Existen ocasiones en las que podría ser importante realizar mediciones en toda la zona afectada o maquinaria que produzca ruido en el lugar, gracias a estos monitoreos es posible generar modelos en 2D el cual proporciona una vista área y 3D lo que permiten tener un criterio de los niveles de presión sonora en los ejes X, Y y Z. (Alam, Ahmad, Afsar, & Akhtar, 2020).

Para toda medición, los niveles representados en decibeles (dB) pueden otorgar datos que permitan facilitar el rumbo de un proyecto de mitigación, claro está que esto no es posible sin un claro entendimiento de los niveles de presión sonora que un individuo puede soportar y/o mantenerse a ciertas horas de exposición.

Decibel es el término utilizado para identificar la medida de sintonía de presión sonora, estos son representados por la abreviación (dB). El oído humano puede resistir hasta 85 dB en un tiempo prolongado de 8 horas dentro de un espacio laboral. (Broyles, Kardous, Shaw, & Krieg, 2019).

**Tabla 2**

*Niveles Máximos Seguridad y Salud de los Trabajadores*

<b>Nivel Sonoro / dB (A-lento)</b> <b>Tiempo de Exposición (por</b> <b>jornada/hora)</b>	<b>Tiempo de exposición (por</b> <b>jornada/hora)</b>
85	8
90	4
95	2
95	1
110	0.25
115	0.125

Fuente. Recuperado de Ecuador, G. N. (1984). Decreto ejecutivo 2393. Quito.

Como se muestra en la Tabla 2. Los niveles de presión sonora nos ayudan a identificar las capacidades que puede soportar el oído humano tomando desde una exposición normal de 85 dB en una jornada de 8 horas hasta el más alto correspondiente a 115 dB en una exposición de 0.125 hora de jornada laboral.

También la ley nos incita a cumplir procedimientos que sirvan para el cuidado de los trabajadores, esto a su vez menciona en el Art. 55. Inciso 2 del decreto ejecutivo 2393 “adoptar medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad” (Ecuador, 1984).

En una medición de ruido sofisticada, los equipos de medición deben estar calibrados y la recolección de información debe ser la suficiente para establecer parámetros de control en los puntos de generación de ruido, en altos niveles de ruido tanto el equipo utilizado como el operador encargado de las evaluaciones deben cumplir estándares que permitan la correcta ejecución de las pruebas. (Pillajo, 2017).

Para una evaluación de sonometría los equipos necesarios a utilizar en este vasto campo pueden ser un sonómetro CIRRUS Clase 2, calibradores acústicos de la misma marca y modelo, a su vez para la interpretación de los datos obtenidos en las evaluaciones se utilizará un software de nombre Noise Tools, que gracias a sus gráficas y la autoevaluación en la evolución de los datos con respecto a los tiempos de

exposición nos brinda un resultado efectivo para la identificación de los puntos generadores de ruido.

Es importante saber que el estado es responsable de los suyos y que a su vez debe otorgarles un ambiente sano, según el Art 86 de la Carta Magna de la República del Ecuador “El Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Velará por que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza” (ECUADOR., 2008). A su vez en el presente artículo Sección 2. Menciona la prevención de la contaminación ambiental. La toma de conciencia en el ámbito de prevención y las evaluaciones posteriores son muy importantes para el desarrollo de planes de mitigación.

## **CAPITULO III MARCO METODÓLOGICO**

### **3.1. Investigación descriptiva**

Se puede utilizar para proporcionar una instantánea rápida de la prevalencia de un fenómeno. La prevalencia es lo común o la frecuencia de un comportamiento, actitud, característica o condición dentro de un período de tiempo específico. Estos estudios son bastante comunes entre los investigadores de la salud que desean conocer la prevalencia de un tipo específico de conducta o enfermedad de riesgo (Kathrynn & Eva, 2019).

### **3.2. Enfoque de la investigación**

#### **3.2.1. Enfoque cuantitativo**

El enfoque cualitativo parte de identificar y formular un problema científico, y por consiguiente una revisión de la literatura afín al tema, con la que se construye un marco teórico-referencial; posteriormente se formulan hipótesis de investigación; en estas últimas se precisan las variables fundamentales de la investigación, las que son definidas conceptual y operacionalmente.

De ese último proceso resultan un conjunto de indicadores con lo que se construyen los reactivos que dan lugar a instrumentos de investigación siempre de carácter estructurado (Fernández, 2016).

#### **3.2.2. Enfoque cualitativo**

El enfoque cualitativo el investigador parte también de plantearse un problema científico, pero no sigue un proceso claramente definido de manera que sus planteamientos no son tan específicos como en el enfoque cuantitativo y las preguntas de investigación no siempre se han conceptualizado ni definido por completo (Fernández, 2016).

### **3.3. Medición Exposición de Ruido**

Medición es el procedimiento de asignación de cifras -símbolos o valores numéricos-a los atributos, propiedades o dimensiones de los conceptos a través de sus indicadores para caracterizar a las unidades observadas según unas reglas (Roldan & Fachel, 2016). En una de medición de exposición de ruido hay que tomar en cuenta los factores determinantes para obtener resultados significativos como medición basada en la tarea, medición de jornada completa y medición basada en el muestreo durante el trabajo (función). (Cortés R. R., 2017)

Según como se visualiza en la tabla 3. En medición de ruido se tomarán estrategias que mejor se adapten a las condiciones de trabajo.

### **3.3.1. Bandas de octava.**

Para una correcta y detallada medición se debe dividir un rango completo de 20 Hz o 20 kHz en ocho partes (bandas o secciones) lo cual de manera electrónica se realiza con un sonómetro. Una banda de octava es una franja de frecuencia donde la frecuencia más baja es dos veces menos que la frecuencia más alta.

Para el proyecto se emplearon filtros de octava de 1/1, con una frecuencia central de 1kHz, inferior de 125 Hz y superior de 16kHz.

Gracias a este filtro, se logró dividir el ruido de tal manera que nos muestre en que segmento del espectro audible del ser humano se encuentran los ruidos generados por las máquinas de empleadas en la operación de producción de concreto, ya que el ruido generado en los equipos era similar, pero su frecuencia determinaba cual era el más dañino por los colaboradores de la industria concretera.

Tabla 3

*Selección de la Estrategia de Medición, Guía Práctica de Análisis y Gestión de Ruido Industrial.*

<b>Selección de la Estrategia de Medición</b>				
<b>Características del puesto de trabajo</b>				
<b>Tipo de puesto</b>	<b>Tipo o pauta de trabajo</b>	<b>Basada en la tarea</b>	<b>Basada en muestreos durante el trabajo (Función)</b>	<b>Basada en la jornada completa</b>
Fijo	Tarea simple o una única operación	Recomendada	-	-
Fijo	Tarea compleja varias operaciones	Recomendada	Aplicable	Aplicable
Móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas tareas	Recomendada	Aplicable	Aplicable
Móvil	Trabajo definido con muchas tareas o un patrón de trabajo complejo	Aplicable	Aplicable	Recomendada
Móvil	Patrón de trabajo impredecible	-	Aplicable	Recomendada
Fijo o Móvil	Tarea compuesta de muchas operaciones cuya duración es impredecible	-	Recomendada	Aplicable
Fijo o Móvil	Trabajo definido con muchas tareas o un patrón de trabajo complejo	-	Recomendada	Aplicable

Fuente. Recuperado de Cortés, R. R. (2013). *Guía Práctica para el Análisis y la Gestión del Ruido Industrial*. Madrid: FREMAP.

### **3.4. Técnicas e instrumentos**

Para las mediciones de ruido se utilizó un equipo de sonometría el cual consta de un Sonómetro CIRRUS OPTIMUS RED Clase 2 por su tecnología integrada que permite realizar mediciones en ambientes agresivos y calibrador acústico portátil que ayuda a recuperar la afinidad del equipo cuando este se descalibra en campo, un tripote para colocar el sonómetro mientras se realiza la medición una esponja de viento la cual ayuda a desprejar el rozamiento del mismo durante las mediciones de ruido con la finalidad de que estas no se vean afectada por el rozamiento del viento, un software



con el cual se podrá analizar los niveles de presión sonora captados, un software especial que ayudará a generar los mapas de niveles de presión sonora, mismo que ayudará a identificar las zonas más afectadas en la cual se generan niveles de ruido con las variaciones de frecuencia ,también se empleó la ayuda de la aplicación Google Earth, con la cual se logró colocar los puntos de medición en el mapa para obtener los puntos en X y Y, longitud y latitud respectivamente y por último se utilizó un puntero láser, para poder medir las distancias, ya que hubieron varias fuentes a las que no podíamos acceder fácilmente por su altitud y se debía mantener una distancia de 3 o 6 metros para mantenernos dentro del espectro del sonido emitido.

### 3.4.1. Equipo de Medición de Ruido

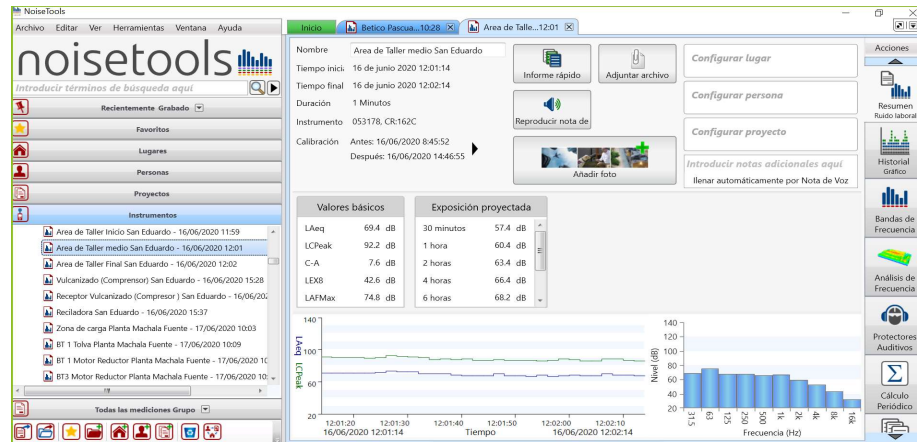
**Figura 2**  
*Sonómetro CIRRUS Clase 2 ROJO*



Fuente: Elaboración propia

### 3.4.2. Software de Interpretación y Análisis de Datos

**Figura 3**  
*Programa Noise Tools*



Fuente: Elaboración propia

### 3.4.3. Calibración.

La calibración del equipo es una parte crucial dentro del ejercicio ya que garantiza que los valores obtenidos son los correctos y que las mediciones están dentro de los requisitos legales o dentro de los estándares mínimos, generalmente, la calibración del sonómetro debe realizarse antes de la jornada de trabajo y siempre que se necesite como es el caso de presencia de ruidos de impacto los cuales alcanzan niveles extremadamente altos de presión sonora en un periodo de tiempo menor a un segundo, estos ruidos pueden llegar a descalibrar el sonómetro, haciendo que las mediciones obtengan valores imprecisos, debido a esto se optó por realizar el trabajo de campo portando el calibrador en todo momento.

Los calibradores originan un nivel de presión sonora y frecuencia fijo el calibrador empleado es un CIRRUS CR:514 de clase dos, el equipo se produce 94 dB con una frecuencia de 1 kHz.

### 3.4.4. Consideraciones.

Antes de realizar las mediciones se realizó un trabajo de campo, mismo que permitió identificar los puntos que, bajo criterio del departamento de seguridad y salud ocupacional de la compañía, son considerados fuentes emisoras de ruido.

Las mediciones se realizaron en jornadas de trabajo bajo condiciones normales, es decir; con la planta encendida y todos los equipos en movimiento, ya que el estudio se encuentra centrado en la afectación que podrían tener los colaboradores de la industria a mediano y largo plazo.

Los equipos objeto de estudio son fijos, se descartaron los equipos móviles por el hecho de que los operadores de estos últimos se encuentran en constante movimiento, para efecto el departamento de salud determinó un estudio diferente.

Las mediciones de ruido fueron efectuadas durante el día ya que se necesitaba el ruido de fondo, proveniente de la AV. Barcelona con la cual limitaba la empresa.

La optó usar la ponderación A durante las mediciones de ruido ya que el oído humano es insensible a frecuencias muy altas o muy bajas, por ello se decidió utilizar esta ponderación la cual maneja una frecuencia entre 20 Hz y 20kHz, esta franja se conoce como el espectro de audición humana, dentro de este rango el oído podría captar la mayor parte de los ruidos originados dentro de las operaciones de la planta.

### **3.4.5. Evaluación de riesgos**

La evaluación de riesgos comprende herramientas necesarias para la identificación de riesgos uno de ellos es la matriz de riesgos laborales que es una herramienta de gestión que permite identificar objetivamente los riesgos más significativos que pueden afectar la seguridad y salud de los trabajadores de una empresa. De esta forma, es posible determinar niveles aceptables de exposición a ellos, así como aplicar controles adecuados sobre ellos y monitorear la efectividad del método de control elegido.

El desarrollo de una evaluación es simple, se identifican los posibles riesgos que afecten las actividades realizadas en un puesto de trabajo dentro de áreas determinadas, en este caso el enfoque es hacia el riesgo físicos específicamente el riesgo por ruido, permitiendo evaluar el nivel de riesgo mediante la probabilidad y consecuencias que establecen dicha categoría. El método William Fine es aquel que se empleará para evaluar los riesgos físicos por ruido, bajo directrices del instituto nacional de seguridad e higiene del trabajo - España (Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2000).

**Figura 4**  
*Crterios de matriz 3x3 del INSHT*

**Niveles de riesgo**

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Fuente: Normativa NTP 330

**Ligeramente dañino:** cuando existe daños corporales leves como cortes superficiales, irritación de los ojos, dolor de cabeza, etc.

**Dañino:** cuando existen daños corporales que conducen a una incapacidad menor ya sea temporal o indefinida y necesitan atención médica como quemaduras, torceduras, fracturas leves, Sordera, etc.

**Extremadamente dañino:** cuando existen daños corporales que conducen a una incapacidad mayor y que acortan severamente la vida y salud de los trabajadores, como amputaciones, intoxicaciones, lesiones fatales, cáncer, entre otros.

#### **Probabilidad de materialización del daño**

Se estima la posibilidad de ocurrencia del peligro acorde con la siguiente escala.

**Probabilidad alta:** El daño sucederá casi siempre.

**Probabilidad media:** El daño sucederá en algunas ocasiones.

**Probabilidad baja:** El daño sucederá de manera aleatoria.

### **Acción y temporización del riesgo**

Se determina la acción o medida correctiva a tomar de acuerdo al nivel del riesgo.

**Riesgo trivial:** No se requiere acción preventiva.

**Riesgo tolerable:** No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, deben considerarse soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.

**Riesgo moderado:** Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado.

**Riesgo importante:** No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.

**Riesgo intolerable:** No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

#### **3.4.6. Jerarquía de control de riesgos**

La jerarquía de control de riesgos ayuda a encaminar a la organización para la toma de decisiones correcta y lograr un curso de acciones a realizar para solucionar situaciones de riesgo y peligro ahora se integran en todas las operaciones laborales, por consiguiente, los expertos de SH&E tienen que entender las metodologías de evaluación de peligros y procesos de pensamiento englobados en jerarquías de control. (Hosseini, Barker, & Ramirez-Marquez, 2016)

Una jerarquía es cualquier sistema de ocupaciones, cosas o personas clasificadas una encima de la otra. Para los expertos de SH&E, una jerarquía de controles instituye actividades a tener en cuenta en orden de efectividad para solucionar situaciones peligrosas inaceptables.

Conseguir una comprensión del sentido y el motivo de esta orden es un paso fundamental en la evolución continua de la práctica de la estabilidad para lograr un sistema de administración de riesgos que sea funcional según las operaciones de cada compañía. Para muchas situaciones, una conjunción del peligro y procedimientos de administración integrados en una jerarquía de tienen la posibilidad de utilizar controles, no obstante, la expectativa es que se le dará importancia secuencial a cada procedimiento en orden descendente. (Hosseini, Barker, & Ramirez-Marquez, 2016)

Se ejecutarán planes de acción para remover o minimizar los riesgos y sus peligros asociados o inherente de la actividad, tomando los pasos más efectivos en la jerarquía previamente analizada. se piensan los pasos. No se debería escoger un escalón más

bajo hasta aplicar o estar completamente seguros, que los niveles más altos no funcionan o por la disponibilidad de recursos de la empresa es limitada. (Heckmann, Comes, & Nickel, 2015)

**Tabla 4**  
*Jerarquía de control de peligros.*

<b>Raíz de peligro</b>	<b>Niveles de implementación</b>	<b>Porcentaje de efectividad</b>	
Fuente	Eliminación	100%	Más efectivo
	Sustitución	75%	
Medio	Controles de ingeniería	50%	
	Controles administrativos	25%	
Receptor	Equipos e protección personal	5% - 10%	Menos efectivo

Fuente: Elaboración propia

**Eliminación:** Eliminación del peligro en su totalidad, se aplican controles que eliminen el peligro completamente, 100% de efectividad.

**Sustitución:** Sustitución del peligro de manera parcial, se aplican controles que sustituyan al peligro, 75% de efectividad, debido a que los planes de acción que se ejecuten en este nivel siempre generan otra fuente de peligro.

**Controles de ingeniería:** Se controla el peligro por medio de aplicación ingenieril, es decir, se modifica la fuente de peligro o se implementa dispositivos que permitan mantener bajo control el peligro, su efectividad es del 50%.

**Control administrativo:** Refiere a todas las acciones o esfuerzos de los líderes de área por difundir los peligros, así como el entrenamiento del personal, señalización de las zonas peligrosas, creación de procedimientos de trabajos PTS, creación de permisos de trabajo de riesgo PTR o Creación de análisis de trabajo seguro ATS, el nivel de efectividad es del 25%, es un porcentaje bajo debido a que el peligro debe controlarlo en campo el personal expuesto con la aplicación de las medidas que implemente la empresa en este nivel, es decir; seguridad basada en la conducta de la persona.

**Equipo de protección personal:** Es el nivel más bajo según la tabla de efectividad, ya que solo cubre desde el 5% hasta 10% del peligro, generalmente esta medida se la aplica junto a todas las anteriores para incrementar el % de cobertura del plan de control que tenga la empresa. Este nivel es el último que debe considerar la compañía solo cuando no se puedan aplicar los niveles anteriores o desee robustecer el nivel de efectividad de los controles aplicados en otros niveles deberá aplicarse,

### **3.4.7. Procedimiento para la obtención de datos.**

Los lineamientos de referencia (LRA) usados en el proyecto, son los descritos en la normativa local, específicamente en el Decreto ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Art. 55, Ruido y Vibraciones. La finalidad es poder realizar un análisis comparativo entre las mediciones de ruido obtenidas y los LRA, las características seleccionadas para una medición objetiva es con el filtro “A” del sonómetro en posición de respuesta lenta, de tal manera que podremos relacionarlo con el tiempo estimado de exposición según los datos mostrados en la tabla 2.

En primera instancia, se realizó un cronograma que permitió el acceso a la planta, el mismo se encontraba sujeto a variaciones ya que se realizaron de dos a tres mediciones por punto, con la finalidad de descartar algún dato aberrante.

El desarrollo del proyecto constó con cuatro fases las cuales se basan en procedimientos estandarizados siendo la recolección, interpretación, organización de información y propuesta de mitigación, las mismas se detallan a continuación:

#### ***3.4.7.1. Etapa de Pre-Campo.***

Se realizó un reconocimiento y se inspeccionó la zona industrial de la planta, obteniendo así, la cantidad inicial de las fuentes emisoras de ruido con la finalidad de crear una ruta segura al momento de recorrer las instalaciones de la empresa obteniendo también el número de los receptores vulnerables a dichas fuentes, lo cual se estableció bajo los criterios antes mencionados, considerando nuevas fuentes en caso de ser necesario.

Luego de generar la ruta segura, se comunicó al jefe de planta, se realizó una reunión para comunicar a todas las áreas de nuestra presencia en la operación para establecer los controles necesarios y planes emergencia en caso de algún evento no deseado, para cada área se designó un operador líder para controlar la situación en todo momento y guiarnos en el recorrido.

#### ***3.4.7.2. Etapa de Campo.***

La etapa de campo es el segmento donde se realizaron las mediciones de niveles de presión sonora, con la ruta segura diseñada, y los equipos de medición y soporte se da inició a la recolección de datos en campo, para cada punto de medición se estableció el siguiente procedimiento.

- Paso 1: Verificar la calibración del equipo.
- Paso 2: Medir 1.5 metros de la fuente, 1.5 metros del sonómetro al suelo y colocar el trípode/soporte.
- Paso 3: Verificar el estado del sonómetro, batería, calibración y esponja de viento.
- Paso 4: Colocar el sonómetro en un ángulo de 45°.

- Paso 5: Iniciar la medición y grabar el punto con el comando de voz.
- Paso 6: Detener la grabación a los 60 segundos transcurridos.
- Paso 7: Guardar registro fotográfico
- Paso 8: Guardar posición geo referenciada
- Paso 9: Verificar la grabación guardada.

**Figura 5**

*Metodología aplicada 1.5 metros X y 1.5 metros en Y (en referencia a la fuente y al suelo, respectivamente)*



Fuente: Elaboración propia

Una vez realizadas las mediciones en todos los puntos establecidos y se ha verificado que todas las mediciones se encontraban registradas en el equipo, se da por terminado el trabajo de campo momentáneamente, ya que se debe verificar vía software si todas las mediciones se encuentran en buen estado, caso contrario se debe regresar a campo y tomar nuevas mediciones.

#### ***3.4.7.3. Etapa post-campo (1).***

Con las mediciones realizadas lo siguiente es revisar los niveles de presión sonora y las frecuencias captadas por el sonómetro, para ello se utilizó el programa Noise tools, el cual nos permite separar el sonido en bandas de octava de 1/1, determinando así cual es el ruido más con mayor tendencia a generar un riesgo para los trabajadores según su frecuencia y niveles de presión sonora, con este análisis se determinó la propuesta de mitigación.



**Tabla 5**  
*Cronograma de actividades*

<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL PROYECTO TÉCNICO</b>												
<b>Actividad</b>	<b>Mes 1</b>				<b>Mes 2</b>				<b>Mes 3</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Aprobación del proyecto												
Levantamiento de información												
Reconocimiento de la Zona e Inducción para ingreso a la Planta												
Mediciones de Ruido (trabajo de Campo)												
Análisis de resultado												
Modelado de mapa de ruido												
Conclusiones												

Fuente: Elaboración Propia

## CAPITULO IV RESULTADOS

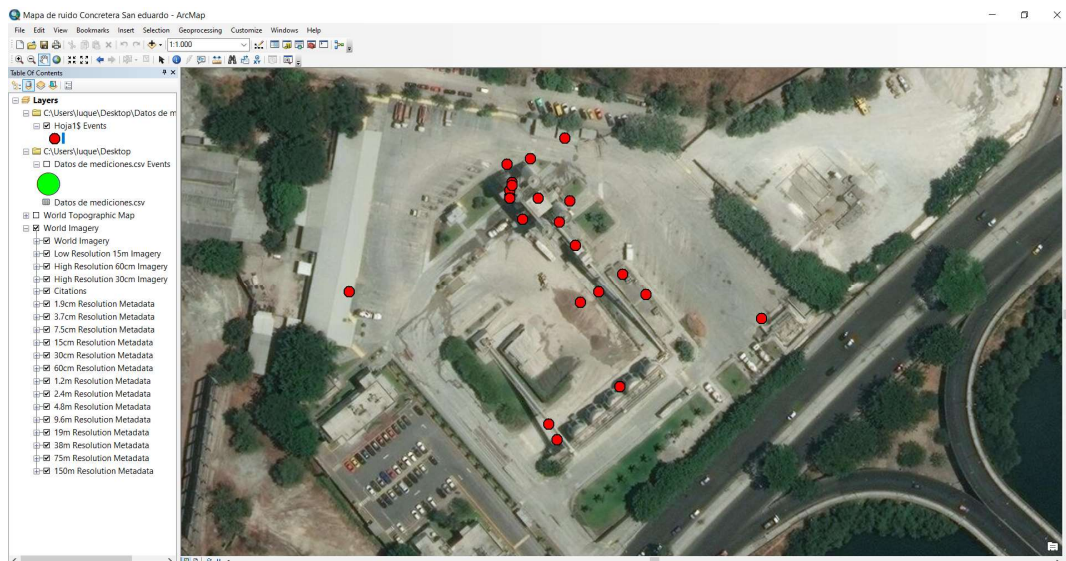
### 4.1. Resultados y análisis de mediciones de presión sonora

Acorde a las mediciones de niveles de presión sonora realizadas en la zona industrial de la compañía, se logró identificar aquellas fuentes de ruido que funcionaban dentro y fuera de los límites establecidos por la normativa local, a continuación, se presentan los informes de cada una de las mediciones.

Para realizar un mapeo general de los puntos de generación de presión sonora se utilizó el programa de mapeo Arcgis/maps, que es un software capaz de realizar mapeo satelital de manera precisa.

**Figura 6**

*Mapa de georreferencia de las mediciones de presión sonora en las fuentes.*



Fuente: Software de mapeo Arcgis/maps

Según como se muestra en la figura 6, se realizó las mediciones respectivas en las fuentes indicadas para obtener los resultados necesarios de niveles de presión sonora y así identificar posibles fuentes de emisión de ruido que sobrepasen los 85 db, a su vez poder establecer controles necesarios en dichos puntos.

**Tabla 6**  
*Mediciones de ruido en respuesta de frecuencia en octavas 1/1 en ponderación dBA*

Fuente	Respuesta de Frecuencia 1/1 Octava							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Bético	90,2	100,2	96,6	84,2	82,7	81,8	79,8	71,8
BT3 Silos Inicio	77,6	78	71,6	74,1	70,7	69,7	67,7	66,6
BT3 Silos Medio	80,4	79,5	77,2	72,6	71,7	68,8	62,7	57,8
BT3 Silos Final	73,2	72,3	73,5	72,2	70	65	58,4	48,8
BT4 Inicio	76,2	73,6	73,4	74,8	76,9	70,7	59,4	53,4
BT4 Medio	77,1	72,6	70,5	67,6	64,6	60,9	59,7	59,1
BT5 Inicio	79,5	78	76,7	70,6	68,9	67,8	67,9	61
BT5 Medio	84,4	84	79,5	74,7	73,6	75,8	73,4	64,4
Compresores	85,8	80,2	76,2	74,1	77,2	70,9	66,1	62,5
Descarga Agregados	77,1	75,9	73,9	73,7	71,6	67,2	61,1	52,4
Generador	85,9	86,3	88,9	89,4	84,1	78,4	72,5	66,4
Recicladora	74,9	70,9	69,1	66,8	64,7	59,3	54,3	48,4
Schiller	78,2	77,8	74,9	73,2	70,9	66,4	60,8	60,8
Silos Cemento 1 y 4	78,1	74,7	70,2	68,2	69,2	66,2	59,1	51
Silos Cemento 2 y 3	86,7	87,7	82,2	79,6	77,9	78,2	74,7	65,9
Taller Inicio	75,6	70,7	70,2	71,2	68,3	64,3	57,8	48,7
Taller Medio	75	67,9	67,7	65,9	66,8	59,1	52,4	43,4
Taller Final	78,7	69,9	68,7	67,9	70	60,6	52,7	45,1
Tambor Mezclador	90,8	84,8	84,9	85,2	84,2	81,9	77,3	69,5
Vibrador	80,4	84,6	79,3	75,1	70,6	66,9	65,6	69
Vulcanizador	79,3	84,7	89,2	83,1	76,3	73,6	69,1	62,8
Zona de Carga	84,3	86,4	92,1	93,4	89,2	87	78,7	69

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, se emiten los informes de los emisores de ruido, es decir; las fuentes, y posteriormente los receptores de la zona. Al finalizar las mediciones de ruido, se obtiene los datos necesarios según como se observa en la tabla 6, basada en las respuestas de frecuencia en octavas 1/1 (Anexo 1).

#### 4.1.1. Resultado de simulaciones de niveles de presión sonora

Obtenidas las bandas de frecuencia, se procedió a realizar una simulación de los niveles de presión sonora a cada punto a los que estarían expuestos los colaboradores en caso de que se realicen trabajos de manera continua por 8 horas, esta comparación ayuda precisar los futuros planes de acción. Como parte de los resultados obtenidos se procedió a la elaboración de informes como parte del resumen de cada medición (revisar anexo 1).

**Tabla 7**

*Comparación con los criterios de referencia bajo el marco de la normativa legal vigente en Ecuador.*

<b>Emisor</b>	<b>Nivel de Presión Sonora (dBA)</b>	<b>Niveles Máximos de Ruido para un tiempo de exposición de 8 horas</b>
Bético	91,8	85
BT3 Silos Inicio	77,1	85
BT3 Silos Medio	76,4	85
BT3 Silos Final	71,2	85
BT4 Inicio	79,5	85
BT4 Medio	70,5	85
BT5 Inicio	75,9	85
BT5 Medio	81,1	85
Compresores	79,8	85
Descarga Agregados	75,8	85
Generador	89,2	85
Recicladora	68,9	85
Schiller	75,5	85
Silos Cemento 1 y 4	73	85
Silos Cemento 2 y 3	84,2	85
Taller Inicio	72,5	85
Taller Medio	69,4	85
Taller Final	72,1	85
Tambor Mezclador	88,7	85
Vibrador	77,9	85
Vulcanizador	84,7	85
Zona de Carga	94,4	85

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 7, se pudo comprobar por medio de la evaluación y posterior simulación de niveles de presión sonora que las áreas como la zona de carga presenta un nivel de 94,4 db, seguido del área correspondiente a bético con 91,8 db, a continuación del área correspondiente al generador con un nivel de 89, 2db y terminando con el área de Tambor mezclador que genera un nivel de 88,7 db de presión sonora. Estos resultados mencionados representan puntos de alta generación de ruido, los cuales deben entrar en un plan de mitigación que es parte de la propuesta presentada en el presente documento.

#### **4.1.2. Evaluación de riesgos**

En primera instancia se realiza una evaluación del riesgo, en este caso solo se tomó en cuenta el riesgo físico (Ruido) para la realización de una matriz que permita conocer los cargos más afectados para proceder con un plan de acción según la criticidad de la zona y la afluencia del personal, otorgando un panorama amplio y general.

La matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos, basada en el riesgo físico (ruido) nos indica que existen tres cargos los cuales perciben importantes niveles de presión sonora al desempeñar sus funciones entre ellos tenemos

- Operador de camión mezclador
- Operador de planta
- Operador de mantenimiento

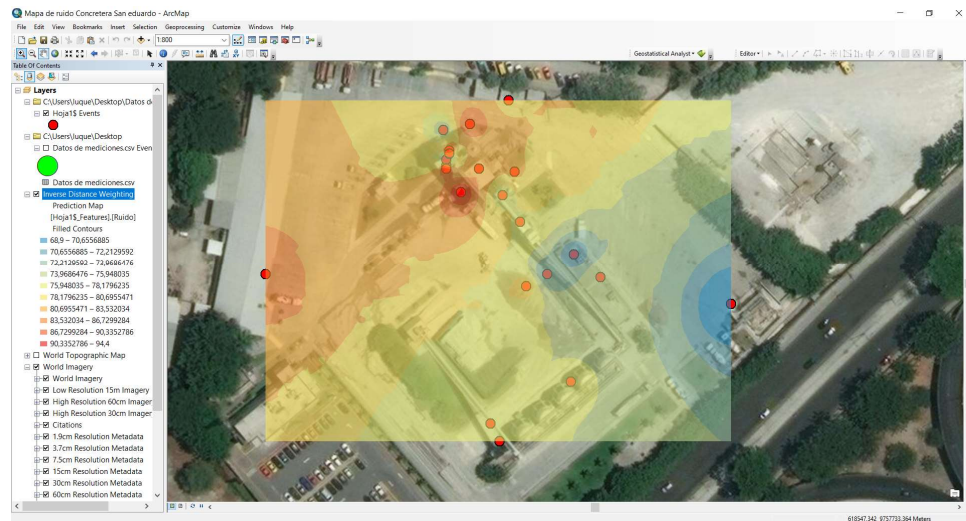
Al ser riesgos de niveles “importantes” la compañía deberá emplear recursos considerables para su control comprendiendo también un plazo de tiempo no mayor a los planes de acción fijados para riesgos moderados.

Para los riesgos moderados, el cargo afectado es el de auxiliar de planta, se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Cuando el riesgo moderado esté asociado a consecuencias extremadamente dañinas, se deberá precisar mejor la probabilidad de que ocurra el daño para establecer la acción preventiva.

Los cargos como supervisor de mantenimiento y supervisor de planta incurren en un riesgo tolerable. A pesar no es necesario manipular la operación para este nivel de consecuencia, se debe vigilar el proceso para mantener controlado el riesgo.

La evaluación preliminar realizada da un enfoque más acertado con respecto a la evaluación de riesgos que se realizó, tomando en consideración los resultados obtenidos en los análisis. La elaboración de una matriz de riesgo ayuda obtener resultados precisos con respecto a los niveles de riesgos que generados en los puestos de trabajo que frecuentan en las áreas evaluadas, tal y como se demuestra en la figura 7.

**Figura 7**  
 Mapa de proyección de presión sonora. *Elaboración propia.*



Fuente: Software de mapeo Arcgis/maps

Una vez determinados los resultados de las evaluaciones de presión sonora y señaladas los puntos de generación de ruido, se prosigue a la evaluación de riesgos mediante una matriz de riesgos tomando como punto de partida los cargos presentes en las áreas evaluadas, tal y como se muestra en la figura 8 a continuación:

**Figura 8**  
Matriz de riesgo pos-evaluación

<b>IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>								
CARGO	ACTIVIDAD	NIVEL DE NPS EN LA ZONA	PELIGRO	RIESGO	Cantidad de personas expuestas	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	CLASIFICACIÓN
Operador de Mixer	Aceleración del tambor para cargar hormigón	dBa 88.7, dBa 94.4	Generación de ruido por aumento de revoluciones de giro del tambor del mixer y el bético en funcionamiento (cerca)	Problemas auditivos en zona de carga de concreto	56	Alta	grave	<b>Riesgo Importante</b>
		dBa 88.7, dBa 94.4	Generación de ruido por aumento de revoluciones de giro del tambor del mixer y el bético en funcionamiento (cerca)	Disminución de la capacidad auditiva	56	Alta	grave	<b>Riesgo Importante</b>
Supervisor de mantenimiento	Supervisar reemplazo de acoples en equipo móvil	dBa 72.5 (Pico dBa 95.2)	Ruido por las herramientas electricas que se emplean	Problemas de sistema auditivo por exposición a ruido	3	Baja	grave	<b>Riesgo Tolerable</b>
Operador de planta	Limpieza del mezclador principal	dBa 88.7	Ruido por la acción de los ventiladores internos	Hipoacusia	10	Media	grave	<b>Riesgo Moderado</b>
Operador de planta	Operar planta	dBa 88.7, dBa 94.4	Ruido por le movimiento de las aspas para mezclar la materia prima y el betico (Cerca)	Hipoacusia	10	Alta	grave	<b>Riesgo Importante</b>
Operador de planta	Arranque y operación del generador eléctrico	dBa 89.2	Funcionamiento del generador eléctrico	Hipoacusia	10	Alta	grave	<b>Riesgo Importante</b>

Auxiliar de planta	Operar planta	dBa 88.7, dBa 94.4	Ruido por le movimiento de las aspas para mezclar la materia prima y el betico (Cerca)	Hipoacusia	10	Media	grave	<b>Riesgo Moderado</b>
Supervisor de planta	Recorrido por planta	dBa 88.7, dBa 94.4	Ruido por le movimiento de las aspas para mezclar la materia prima y el betico (Cerca)	Hipoacusia	10	Baja	grave	<b>Riesgo Tolerable</b>
Operador de mantenimiento	Recorrido por planta	dBa 88.7, dBa 94.4	Ruido por le movimiento de las aspas para mezclar la materia prima y el betico (Cerca)	Problemas de sistema auditivo por exposición a ruido	5	Baja	grave	<b>Riesgo Tolerable</b>
Operador de mantenimiento	Reemplazo de acoples y mangueras	dBa 72.5 (Pico dBa 95.2)	Ruido por las herramientas de golpe que se emplean	Problemas de sistema auditivo por exposición a ruido	5	Baja	Leve	<b>Riesgo Trivial</b>
Operador de mantenimiento	Proceso de soldadura eléctrica	dBa 72.5 (Pico dBa 95.2)	Ruido por las herramientas electricas que se emplean	Problemas de sistema auditivo por exposición a ruido	5	Media	muy grave	<b>Riesgo Importante</b>
Operador de mantenimiento	Procesos de corte en caliente	dBa 72.5 (Pico dBa 95.2)	Ruido por las herramientas electricas que se emplean	Problemas de sistema auditivo por exposición a ruido	5	Media	muy grave	<b>Riesgo Importante</b>

Fuente: Elaborado por autor



## 4.2. Plan de mitigación





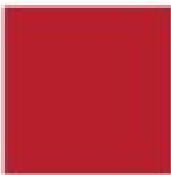

De acuerdo con las evaluaciones realizadas en los puntos anteriores, se propuso la aplicación de planes de mitigación que ayuden a controlar las emisiones altas de ruido y/o proteger a los trabajadores ante peligros que pueda ocasionar los niveles altos de presión sonora. Para esto, se tomó en cuenta los puntos críticos de emanación extrema de presión sonora que pueden perjudicar a los trabajadores y a su vez ocasionar problemas en las actividades que se realizan dentro de la empresa productora de hormigón.

### 4.2.1. Señalización

Como parte de una buena ejecución en medidas de seguridad, la señalización respectiva ayuda a prevenir y a preparar a los trabajadores sobre advertencias o avisos de un posible peligro o una norma interna que se debe acatar, por lo tanto, en la empresa productora de hormigón se deberá aplicar medidas preventivas como señalización en las áreas de trabajo y así permitir la colaboración en el seguimiento de protocolos de seguridad. Cabe mencionar que existen diferentes Tipos de señales de seguridad que permiten al trabajador distinguir el nivel de peligro a que se está o estará exponiendo.

**Tabla 8**

*Tipos de señales de seguridad*

<b>Prohibición</b>	<b>Aviso u obligación</b>	<b>Condición segura</b>
		
<b>Precaución</b>	<b>Equipos contra incendio</b>	<b>Información complementaria</b>
		

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Tabla 8, existen diferentes tipos de señales de seguridad de acuerdo con el tipo de información que se desea compartir a un individuo. La señalización como medida de mitigación de riesgos facilita el llamado a la prevención y brinda agilidad en la gestión de seguridad aplicable en la empresa productora de hormigón.

En este caso, se optó por proponer a la compañía señalización vertical, la cual se encuentra a la altura de los ojos, ubicada en paredes, postes o algún tipo de estructura, es decir adyacente a la vía por donde se transita. Los diseños que se proponen son de tipo; precaución o advertencia (figura 9) y señalización de aviso obligatorio (figura 10). Todo esto ayudara a la toma de precauciones ante posibles daños en la audición en los trabajadores.

**Figura 9**

*Señalización propuesta para comunicar la entrada a zona de alto ruido*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 10**

*Señalización propuesta para indicar la obligación del uso de protectores auditivos*



Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.2. Equipos de protección personal**

En caso de ruido es necesaria la protección auditiva, para este caso es obligatorio el uso de protección auditiva u orejeras de seguridad, el uso de estos impide que unos ruidos mayores a 85 db afecten la capacidad auditiva que puede conllevar a daños irreversibles en el oído interno especialmente el tímpano. En la empresa productora de hormigón se aplicó los siguientes tipos de orejeras según la tabla 9:

**Tabla 9**  
*Protección auditiva*

<b>Protección auditiva reutilizable</b>	<b>Orejera de seguridad Peltor H9A 25 db</b>
	
<b>Orejera de seguridad Peltor H9A 25 dBa adaptable al caso</b>	<b>Tapones auditivos desechables</b>
	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 11**  
*Bandas de frecuencias resultantes al usar la protección auditiva recomendada.*

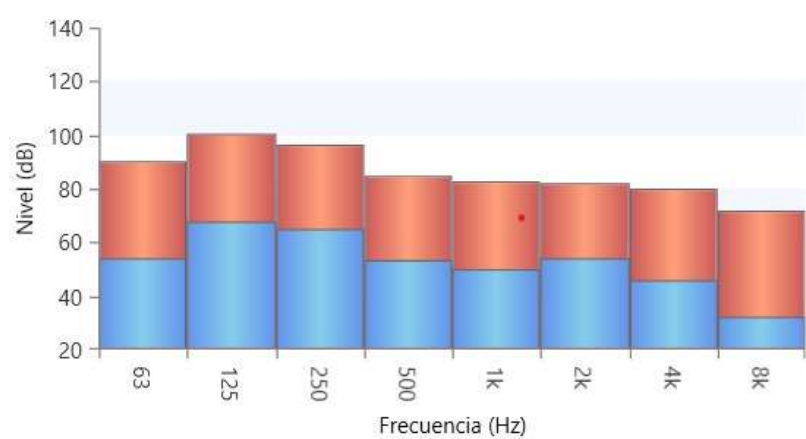
Frecuencia (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Medido (dB)	90.2	100.2	96.6	84.5	82.7	81.8	79.8	71.8
A Weighting (dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0.0	1.2	1.0	-1.1
APV (dB)	10.0	16.3	22.9	27.6	32.8	28.6	34.9	38.5
Resultante (dB)	54.1	67.8	65.1	53.7	49.9	54.4	45.9	32.2

Fuente: Elaboración propia

Según la figura 11 y 12, se puede observar que usando los equipos de protección auditiva adecuados pueden ayudar a reducir el impacto del ruido hacia los oídos de los trabajadores, y de esta manera reducir riesgos que pueden desencadenar accidentes como enfermedad ocupacional producido por hipoacusia.

**Figura 12**

*Relación entre los decibeles y la frecuencia al usar la protección auditiva recomendada.*



Fuente: Elaboración propia

### **4.2.3. Programa de capacitación y sensibilización.**

Como parte de la propuesta de mejora, se contempla que; dentro del programa de capacitaciones y sensibilización de la compañía se incluyan los temas de protección auditiva dentro y fuera de las horas laborales. El programa tiene como finalidad dotar de conocimientos teórico-técnicos al colaborador de manera que identifique cuando y como usar la protección auditiva, en segundo lugar, fomentar una cultura 0 daños, es decir influir en el comportamiento del colaborador para hacer prevalecer la importancia del cuidar la capacidad auditiva en todo momento.

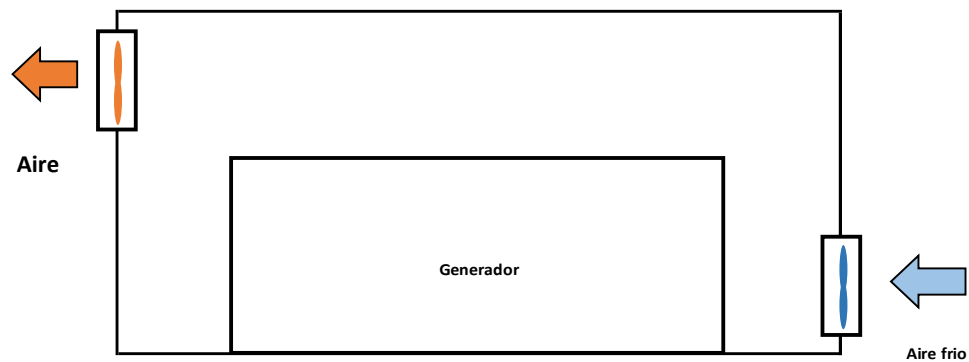
#### **4.2.3.1. Aportes Clave**

- El programa de capacitación y sensibilización para los colaboradores mejora en gran medida la vigilancia del riesgo derivados del ruido.
- Aborda tanto teoría como temas conductuales.
- El aprendizaje debe ser interactivo, para garantizar que el colaborador reflexione a través de la experiencia.

### **4.2.4. Aislamiento acústico**

Como último plan de acción para mitigar el ruido producido en la planta, se encuentra el aislamiento del generador el mismo tiene un horario de uso de 22:00 pm a 5 a.m. por temas de ahorro de costos en producción (figura 13). Por tanto, el funcionamiento del generador es continuo por 8 horas en la jornada nocturna, para ello se plantea la propuesta de utilizar poliuretano piramidal, con el diseño de una caja con un sistema de ventilación que permita deshacerse de los gases emitidos por el generador durante su uso.

**Figura 13**  
*Sistema de ventilación forzado.*



Fuente: Elaboración propia

El sistema de ventilación forzado propuesto ayuda a tener una constante circulación de aire, ayudando al escape del aire caliente y los gases emitidos por el generador, las ventajas de utilizar este sistema de ventilación son las siguientes:

- Circulación de aire constante
- Instalación simple
- Control del flujo de aire

Para el material absorbente (acústico) que se utilizará en las paredes de la caja de aislamiento, se considera usar poliuretano piramidal gracias a las propiedades absorbentes con respecto a acústica que posee y a su amplio uso en la industria del sonido. Tal y como se muestra en la figura 14.

**Figura 14**

*Espuma de poliuretano absorbente ignifuga – M1*

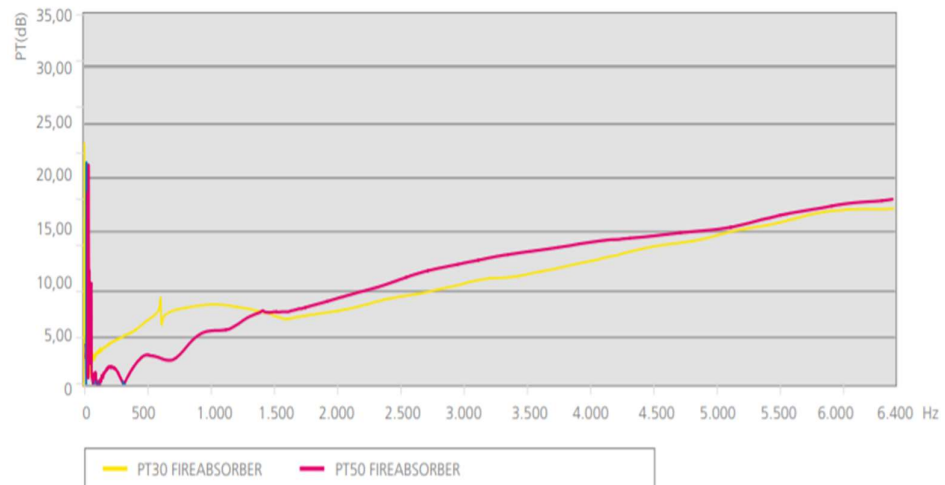


Fuente: Elaboración propia

Como se menciona anteriormente, este material posee capacidades absorbentes de energía acústica, a continuación, en la figura 15 y 16, se muestra el comportamiento el ruido a través de él.

**Figura 15**

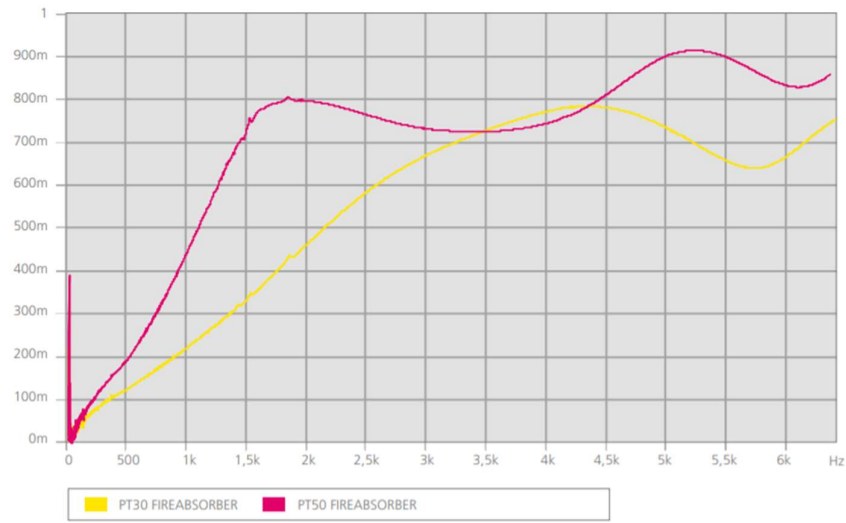
*Pérdida de transmisión de decibeles con grosores de 30 m.m. y 50 m.m.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 16**

*Coefficiente de relación por bandas de octava con grosores de 30 m.m. y 50 m.m.*



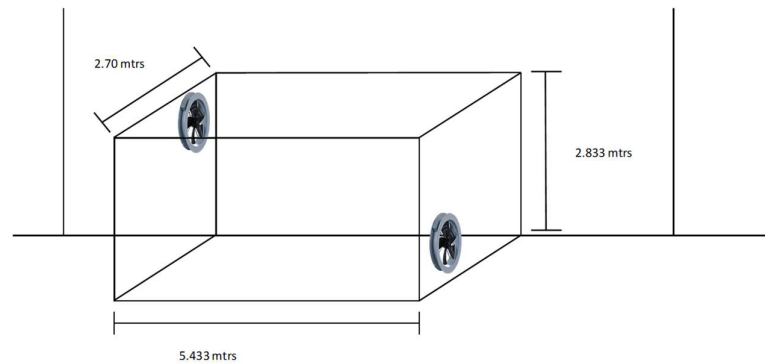
Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.5. Costo de implementación

El costo de implementación es un aproximado, que se calculó con el costo de los principales artículos con lo que se construiría el cuarto acústico (tabla 10), por tanto, no considera gastos pequeños como pernos, anillos de pernos o instalación eléctrica. Para el costeo se definieron las dimensiones promedio que se necesitarían para operar el generador, tal y como se muestra en la figura 17.

**Figura 17**

*Dimensiones del cuarto acústico para el generador.*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10**  
*Costo de implementos principales para construcción de cuarto acústico*

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo total</b>	<b>%</b>
1	Paneles Acústicos de poliuretano piramidal de 50 mm	38	\$ 14.00	\$ 532.00	24.99%
2	Perfilado de acero en "L"	44	\$ 3.00	\$ 132.00	6.20%
3	Planchas de poliuretano rígido para paredes de cuarto acústico	38	\$ 24.00	\$ 912.00	42.84%
4	Ganchos de Acero para desmontaje	4	\$ 7.00	\$ 28.00	1.32%
5	Extractor de aire de 180 w	1	\$ 251.00	\$ 251.00	11.79%
6	Ventilador industrial	1	\$ 251.00	\$ 251.00	11.79%
7	Rejillas de PVC para extractor y ventilador	2	\$ 10.00	\$ 20.00	0.94%
8	Bisagra de puerta	1	\$ 3.00	\$ 3.00	0.14%
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 2,129.00</b>	

Fuente: Elaboración propia

A su vez se definieron los costos de capacitación y socialización (tabla 11) entre los trabajadores, como parte del plan de mitigación, esto ayudará al conocimiento arduo y a su vez la toma de medidas preventivas antes posibles incidentes que se puedan generar en la realización de las actividades cerca o en las áreas evaluadas.



**Tabla 11**  
*Costo de capacitación para el centro de trabajo*

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	%
1	Capacitación integral de conservación de la audición	2	\$ 40.00	\$ 80.00	50%
2	Importancia de la conservación de la audición	1	\$ 40.00	\$ 40.00	25%
3	Niveles de presión sonora y EPP	1	\$ 40.00	\$ 40.00	25%
4	Difusión del estudio de ruido y planes de acción para la empresa	2	\$ -	\$ -	0%
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 160.00</b>	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se definieron los costos de implementación de equipos de protección personal según la tabla 12, con la finalidad de generar un nivel de protección óptima ante los riesgos presentes dentro y fuera de las áreas evaluadas.

**Tabla 12**  
*Costo de EPP para todo el personal*

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	%
1	Personal administrativo	27	\$ 40.00	\$ 1,080.00	36%
2	Personal de planta	15	\$ 40.00	\$ 600.00	20%
3	Personal de equipos móviles	32	\$ 40.00	\$ 1,280.00	43%
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 2,960.00</b>	

Fuente: Elaboración propia

Como se había mencionado con anterioridad, existen áreas donde se implementarán señalización como parte del plan de mitigación de niveles altos de presión sonora, para esto se definió los costos que esto implica, tomando en cuenta las cantidades necesarias y los tipos de señalización que se deben instalar dentro y fuera de las áreas evaluadas, tal y como se muestra en la tabla 13.

**Tabla 13**  
*Costo de señalización*

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	%
1	Ingreso a zona de alto ruido	5	\$ 4.50	\$ 22.50	3%
2	Uso de obligatorio de protección auditiva	5	\$ 4.50	\$ 22.50	3%
3	Mapa de ruido de la planta	1	\$ 700.00	\$ 700.00	94%
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 745.00</b>	

Fuente: Elaboración propia

Toda la implementación propuesta como parte del plan de mitigación, no fuera posible sin una evaluación previa de los niveles de presión sonora, para esto se definió los costos que conlleva el análisis y evaluación previos, tal y como se muestra en la tabla 14.

**Tabla 14**  
*Costo de estudio de ruido*

Detalle	Cantidad	Tiempo de Empleo (Alquiler)	Precio Unitario	Precio Total
Laptop Lenovo ThinkPad T460S	1	-	\$ 700,00	\$ 700,00
Laptop Dell T 5554	1	-	\$ 890,00	\$ 890,00
Sonómetro CIRRUS Clase 2	1	2 días	\$ 300,00	\$ 600,00
Calibrador Acústico	1	2 días	\$ 50,00	\$ 100,00
Trípode/base	1	2 días	\$ 25,00	\$ 50,00
Transporte	-	-	\$ 0,30	\$ 25,00
Puntero Láser	1	2 días	\$15,00	\$ 30,00
Flexómetro	1	-	\$ 5,00	\$ 5,00
Cámara fotográfica	1	-	\$ 45,00	\$ 45,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 2030,30</b>	<b>\$ 2445,00</b>

Fuente: Elaboración propia

Por último, después del presupuesto planteado por cada una de las etapas que conlleva desde la evaluación hasta el plan de mitigación, se realizó el costo total aproximado que este estudio, sumado a la propuesta de mitigación de niveles altos de presión sonora, puede generar, tal y como se muestra en la tabla 15.

**Tabla 15**  
*Costo total (aproximado) de la implementación del plan de mitigación*

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo total</b>	<b>%</b>
1	Costo de implementos principales para construcción de cuarto acústico	\$ 2,129.00	25%
2	Costo de capacitación para el centro de trabajo	\$ 160.00	2%
3	Costo de EPP para todo el personal	\$ 2,960.00	35%
4	Costo de señalización	\$ 745.00	9%
5	Costo de estudio de ruido	\$ 2,445.00	29%
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 8,439.00</b>	

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Matriz IPER luego de la implementación de la propuesta

**Figura 18**  
Evaluación de riesgos post-aplicación de plan de mitigación

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS											RIESGOS DESPUÉS DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS		
CARGO	ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	JERARQUÍA DE CONTROL				EPP	RESPONSABLE	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	CLASIFICACIÓN	
				ELIMINAR	SUSTITUIR	INGENIERIA	ADMINISTRACIÓN						
Operador de Moler	Aceleración del tambor para cargar hormigón	Generación de ruido por aumento de revoluciones de giro del tambor del mixer y el bolicio en funcionamiento (cerca)	Problemas auditivos en zona de carga de concreto	NO	NO	NO	Se deben aplicar capacitaciones con respecto al impacto del ruido laboral y al uso obligatorio en la zonas señalizadas Se deben colocar señalizaciones con la leyenda "Exposición a niveles altos de ruido" Se debe realizar un estudio de ruido	Se deberá aplicar la protección acústica recomendada por el software, considerando que el sujeto no se aisle completamente y pueda identificar señales auditivas (adicionales a las visuales) Modelo recomendado: Peltor Protac H' Set Over Head	Supervisor de distribución	Baja	grave	Riesgo Tolerable	
		Generación de ruido por aumento de revoluciones de giro del tambor del mixer y el bolicio en funcionamiento (cerca)	Disminución de la capacidad auditiva	NO	NO	NO	Se deben aplicar capacitaciones con respecto al impacto del ruido laboral y al uso obligatorio en la zonas señalizadas Se deben colocar señalizaciones con la leyenda "Exposición a niveles altos de ruido" Se debe realizar un estudio de ruido	Se deberá aplicar la protección acústica recomendada por el software, considerando que el sujeto no se aisle completamente y pueda identificar señales auditivas (adicionales a las visuales) Modelo recomendado: Peltor Protac H' Set Over Head	Supervisor de distribución	Baja	grave	Riesgo Tolerable	
Supervisor de mantenimiento	Supervisar reemplazo de acoples en equipo móvil	Ruido por las herramientas eléctricas que se emplean	Problemas de sistema auditivo por exposición a ruido	NO	NO	NO	Se deben aplicar capacitaciones con respecto al impacto del ruido laboral y al uso obligatorio en la zonas señalizadas Se deben colocar señalizaciones con la leyenda "Exposición a niveles altos de ruido" Se debe realizar un estudio de ruido	Se deberá aplicar la protección acústica recomendada por el software, considerando que el sujeto no se aisle completamente y pueda identificar señales auditivas (adicionales a las visuales) Modelo recomendado: Peltor Protac H' Set Over Head	Coordinador de mantenimiento	baja	grave	Riesgo Tolerable	
Operador de planta	Limpeza del mezclador principal	Ruido por la acción de los ventiladores internos	Hipoacusia	NO	NO	Proyecto de aislamiento acústico del generador eléctrico	Se deben aplicar capacitaciones con respecto al impacto del ruido laboral y al uso obligatorio en la zonas señalizadas Se deben colocar señalizaciones con la leyenda "Exposición a niveles altos de ruido" Se debe realizar un estudio de ruido	Se deberá aplicar la protección acústica recomendada por el software, considerando que el sujeto no se aisle completamente y pueda identificar señales auditivas (adicionales a las visuales) Modelo recomendado: Peltor Protac H' Set Over Head	Jefe de Planta	baja	grave	Riesgo Tolerable	
Operador de planta	Operar planta	Ruido por el movimiento de las aspas para mezclar la materia prima y el betono (Cerca)	Hipoacusia	NO	NO	NO	Se deben aplicar capacitaciones con respecto al impacto del ruido laboral y al uso obligatorio en la zonas señalizadas Se deben colocar señalizaciones con la leyenda "Exposición a niveles altos de ruido" Se debe realizar un estudio de ruido	Se deberá aplicar la protección acústica recomendada por el software, considerando que el sujeto no se aisle completamente y pueda identificar señales auditivas (adicionales a las visuales) Modelo recomendado: Peltor Protac H' Set Over Head	Jefe de Planta	Media	grave	Riesgo Moderado	
Operador de planta	Arranque y operación del generador eléctrico	Funcionamiento del generador eléctrico	Hipoacusia	NO	NO	Proyecto de aislamiento acústico del generador eléctrico	Se deben aplicar capacitaciones con respecto al impacto del ruido laboral y al uso obligatorio en la zonas señalizadas Se deben colocar señalizaciones con la leyenda "Exposición a niveles altos de ruido" Se debe realizar un estudio de ruido	Se deberá aplicar la protección acústica recomendada por el software, considerando que el sujeto no se aisle completamente y pueda identificar señales auditivas (adicionales a las visuales) Modelo recomendado: Peltor Protac H' Set Over Head	Jefe de Planta	Media	grave	Riesgo Moderado	
Auxiliar de planta	Operar planta	Ruido por el movimiento de las aspas para mezclar la materia prima y el betono (Cerca)	Hipoacusia	NO	NO	NO	Se deben aplicar capacitaciones con respecto al impacto del ruido laboral y al uso obligatorio en la zonas señalizadas Se deben colocar señalizaciones con la leyenda "Exposición a niveles altos de ruido" Se debe realizar un estudio de ruido	Se deberá aplicar la protección acústica recomendada por el software, considerando que el sujeto no se aisle completamente y pueda identificar señales auditivas (adicionales a las visuales) Modelo recomendado: Peltor Protac H' Set Over Head	Jefe de Planta	Baja	grave	Riesgo Tolerable	
Supervisor de planta	Recorrido por planta	Ruido por el movimiento de las aspas para mezclar la materia prima y el betono (Cerca)	Hipoacusia	NO	NO	NO	Se deben aplicar capacitaciones con respecto al impacto del ruido laboral y al uso obligatorio en la zonas señalizadas Se deben colocar señalizaciones con la leyenda "Exposición a niveles altos de ruido" Se debe realizar un estudio de ruido	Se deberá aplicar la protección acústica recomendada por el software, considerando que el sujeto no se aisle completamente y pueda identificar señales auditivas (adicionales a las visuales) Modelo recomendado: Peltor Protac H' Set Over Head	Coordinador de mantenimiento	Media	grave	Riesgo Moderado	
Operador de mantenimiento	Recorrido por planta	Ruido por el movimiento de las aspas para mezclar la materia prima y el betono (Cerca)	Problemas de sistema auditivo por exposición a ruido	NO	NO	NO	Se deben aplicar capacitaciones con respecto al impacto del ruido laboral y al uso obligatorio en la zonas señalizadas Se deben colocar señalizaciones con la leyenda "Exposición a niveles altos de ruido" Se debe realizar un estudio de ruido	Se deberá aplicar la protección acústica recomendada por el software, considerando que el sujeto no se aisle completamente y pueda identificar señales auditivas (adicionales a las visuales) Modelo recomendado: Peltor Protac H' Set Over Head	Coordinador de mantenimiento	Baja	grave	Riesgo Tolerable	
Operador de mantenimiento	Reemplazo de acoples y mangueras	Ruido por las herramientas de golpe que se emplean	Problemas de sistema auditivo por exposición a ruido	NO	NO	Proyecto de aislamiento acústico del generador eléctrico	Se deben aplicar capacitaciones con respecto al impacto del ruido laboral y al uso obligatorio en la zonas señalizadas Se deben colocar señalizaciones con la leyenda "Exposición a niveles altos de ruido" Se debe realizar un estudio de ruido	Se deberá aplicar la protección acústica recomendada por el software, considerando que el sujeto no se aisle completamente y pueda identificar señales auditivas (adicionales a las visuales) Modelo recomendado: Peltor Protac H' Set Over Head	Coordinador de mantenimiento	Baja	Leve	Riesgo Trivial	
Operador de mantenimiento	Proceso de soldadura eléctrica	Ruido por las herramientas eléctricas que se emplean	Problemas de sistema auditivo por exposición a ruido	NO	NO	Proyecto de aislamiento acústico del generador eléctrico	Se deben aplicar capacitaciones con respecto al impacto del ruido laboral y al uso obligatorio en la zonas señalizadas Se deben colocar señalizaciones con la leyenda "Exposición a niveles altos de ruido" Se debe realizar un estudio de ruido	Se deberá aplicar la protección acústica recomendada por el software, considerando que el sujeto no se aisle completamente y pueda identificar señales auditivas (adicionales a las visuales) Modelo recomendado: Peltor Protac H' Set Over Head	Coordinador de mantenimiento	Baja	muy grave	Riesgo Moderado	
Operador de mantenimiento	Procesos de corte en caliente	Ruido por las herramientas eléctricas que se emplean	Problemas de sistema auditivo por exposición a ruido	NO	NO	Proyecto de aislamiento acústico del generador eléctrico	Se deben aplicar capacitaciones con respecto al impacto del ruido laboral y al uso obligatorio en la zonas señalizadas Se deben colocar señalizaciones con la leyenda "Exposición a niveles altos de ruido" Se debe realizar un estudio de ruido	Se deberá aplicar la protección acústica recomendada por el software, considerando que el sujeto no se aisle completamente y pueda identificar señales auditivas (adicionales a las visuales) Modelo recomendado: Peltor Protac H' Set Over Head	Coordinador de mantenimiento	Baja	muy grave	Riesgo Moderado	

Fuente: Elaboración propia

Como punto final se evalúa el riesgo luego de la aplicación del plan de mitigación de acuerdo con la figura 18, dando como resultado nuevos niveles de riesgo, donde el nivel más alto corresponde a “riesgo moderado”, este sería el nivel más bajo dado que la probabilidad de sufrir alguna enfermedad degenerativa aún existe en la compañía y por la naturaleza de la operación no se puede eliminar ni sustituir.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los análisis realizados se ha demostrado que existen cuatro puntos de los 22 evaluados, que generan elevados niveles de presión sonora, los cuales solamente en un punto (área del generador) se debe aplicar medidas correctivas mediante el control por ingeniería, esto comprende el uso de paneles acústicos, disminuyendo de esta manera el ruido generado hacia el exterior.

El área correspondiente a zona de carga es el punto que genera elevados niveles de presión sonora con 94, 4 db en comparación al área de la recicladora con 68,9 db significando una generación por debajo de los 85db permitidos, todo esto se ha demostrado en el mapa de ruido que indica los puntos de generación evaluados (figura 6) y el mapa de ruido de puntos con generación elevada (figura 7).

Los altos niveles de presión sonora presentados en el análisis de áreas como Bético, zona de carga y tambor mezclador son tres puntos de los cuatro más elevados que se puede aplicar el control con uso obligatorio de equipos de protección personal como protección auditiva peltor y aplicación de señalización, todo esto como el plan de mitigación propuesto a inicio del presente documento.

Como se ha demostrado en los resultados, los planes de mitigación pueden traer mejorías y reducir los niveles de riesgos que se presentaron al principio de la evaluación todo esto fue detallado en el último análisis realizado en la matriz de riesgos una vez aplicado la jerarquía de control (figura 18).

Las capacitaciones al personal resultan eficaces como parte de los planes de mitigación en especial para reducir accidentes o incidentes que se puedan generar por los altos niveles de presión sonora, resultando como un punto a favor en la evaluación final de la matriz de riesgos.

## RECOMENDACIONES

Es importante tener un registro de las evaluaciones que se realizan periódicamente como parte del control de los niveles de presión sonora, por esta razón se recomienda registrar este y los análisis a futuro, los cuales servirán para perfeccionar los controles que se puedan implementar como parte de la mitigación del riesgo físico de ruido.

Es recomendable realizar más análisis de niveles de presión sonora a futuro, ya que pueden existir condiciones que pueden ir afectando a las áreas evaluadas y esto a su vez puedan presentar cambios en resultados futuros que incluyan una disminución o un elevado nivel de decibeles en los puntos de generación.

Como en toda industria los procesos pueden cambiar y adaptarse a las necesidades del mercado, por esta razón es recomendable realizar análisis de presión sonora a nuevas áreas que puedan emerger dentro de la empresa, seguido de un análisis de riesgos que permita determinar los niveles de riesgos que se puedan presentar en el sitio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alam, P., Ahmad, K., Afsar, S. S., & Akhtar, N. (2020). Noise Monitoring, Mapping, and Modelling Studies—A Review. *Journal of Ecological Engineering*, 21(4).
- Broyles, G., Kardous, C. A., Shaw, P. B., & Krieg, E. F. (2019). Noise exposures and perceptions of hearing conservation programs among wildland firefighters. *Journal of occupational and environmental hygiene*, 775-784.
- Chancusi, S., Delgado, M., & Ortega, D. (2018.). Políticas de prevención de la seguridad y salud ocupacional en el Ecuador (riesgo laboral). *593 Digital Publisher CEIT.*, 16-30.
- Chen, S. N., Zhang, L. K., Lu, L., & Yang, Z. .. (2017.). Noise exposure in occupational setting associated with elevated blood pressure in China. *BMC public health.*, 107.
- Cortés, R. R. (2017). *Guía Práctica para el Análisis y la Gestión del Ruido Industrial*. Madrid: Fremap.
- Ecuador, G. N. (1984). *Decreto ejecutivo 2393*. Quito.
- ECUADOR., R. D. (2008). *CONSTITUCION*. QUITO.
- Fernández, P. T. (2016). Acerca de los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación educativa cubana actual. *Atenas*, 2(34), 1-15. *Atenas: Revista Científico Pedagógica.*, 2(34), 1-15.
- Fidan, M. S., Yasar, S. S., Komut, O., & Yasar, M. (2020). A STUDY ON NOISE LEVELS OF MACHINERY USED IN LUMBER INDUSTRY ENTERPRISES. *WOOD RESEARCH*, 65(5); 785-795.
- Heckmann, I., Comes, T., & Nickel, S. (2015). A critical review on supply chain risk—Definition, measure and modeling. *Omega*, 52, 119-132.
- Hosseini, S., Barker, K., & Ramirez-Marquez, J. E. (2016). A review of definitions and measures of system resilience. *Reliability Engineering & System Safety*, 145, 47-61.
- IESS. (2017). *Reglamento del seguro general de riesgo de trabajo*. Quito.
- Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. (2000). *Evaluación de riesgos*. Madrid.
- Jariwala, H. J., Syed, H. S., Pandya, M. J., & Gajera, Y. M. (2017.). Noise Pollution & Human Health: A Review. *Indoor and Built Environment.*, 1-4.
- Kahneman, D., Rosenfield, A. M., Gandhi, L., & Blaser, T. (2016). Noise. *Harvard Bus Rev*, 38-46.



- Kathrynn, A. A., & Eva, K. L. (2019). Research Methods, Statistics, and Applications. In A. A. Kathrynn, & K. L. Eva, *Research Methods, Statistics, and Applications*. (p. 672). North Carolina: SAGE Publications, Inc.
- Kerns, E., Masterson, E. A., Themann, C. L., & Calvert, G. M. (2018). Cardiovascular conditions, hearing difficulty, and occupational noise exposure within US industries and occupations. . *American journal of industrial medicine.*, 477-491.
- Li, X., Dong, Q., Wang, B., Song, H., & Wang, S. &. (2019). The influence of occupational noise exposure on cardiovascular and hearing conditions among industrial workers. . *Scientific reports.*, 1-7.
- Lozada, M., & Daniela, E. (2018.). *Evaluación de ruido ambiental en la Av Cevallos en la ciudad de Ambato Provincia de Tungurahua* . Ambato.: Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica.
- Moyano, A., & Jordan, E. (2016). *Evaluación de los niveles de ruido en la empresa Curtiembre Aldas*.
- MSP, & MMA. (2019.). *Política Nacional de Salud en el trabajo*. Quito.
- Münzel, T., Schmidt, F. P., Steven, S., Herzog, J., Daiber, A., & Sørensen, M. (2018). Environmental noise and the cardiovascular system. *Journal of the American College of Cardiology*, 71(6), 688-697.
- Münzel, T., Schmidt, F. P., Steven, S., Herzog, J., Daiber, A., & Sørensen, M. (2018). Environmental noise and the cardiovascular system. *Journal of the American College of Cardiology*, 71(6), 688-697.
- Pillajo, C. C. (2017). Mitigación del ruido ocupacional en el área de preparación de una industria empaedora y procesadora de atún. . *Ecuadorian Journal of Science, Research and Innovation.*, 1(1), 1-9.
- Rojo Fuertes, V. (2016). *El ruido en la industria*. .
- Roldan, P. L., & Facheli, S. (2016). *Metodología de la Investigación Social c¿Cuantitativa*. Barcelona: Creative Commons.
- Russeng, S. S., Muis, M., & Nurillah, S. Y. (2019). CORRELATION OF NOISE AND WORK STRESS AMONG WORKERS AT PRODUCTION WORKER PT. SEMEN TONASA PANGKEP. *European Journal of Psychological Research Vol, 6(2)*.
- Sierra, C. A., Medina, V. P., & Calderón, D. S. (2017.). Ruido industrial como riesgo laboral en el sector metalmecánico. *Ciencia y Salud virtual.*, 31-41.
- Themann, C. L., & Masterson, E. A. (2019). Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden. . *The Journal of the Acoustical Society of America*, 3879-3905.

- Thibodeau, L. M. (2019). Benefits of Remote Microphone Technology in Health Care Management for the World War II Generation. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, 1379-1384.
- Wankhede, S. G. (2018). EFFECT OF IMPACT NOISE ON AUDITORY ACUITY IN FORGING INDUSTRIAL WORKERS. *INDIAN JOURNAL OF APPLIED RESEARCH*, (8) 64-65.
- Yoon, J. H., Roh, J., Kim, C. N., & Won, J. U. (2016.). The risk of occupational injury increased according to severity of noise exposure after controlling for occupational environment status in Korea. *Noise & Health* 18(85), , 355.

# ANEXOS



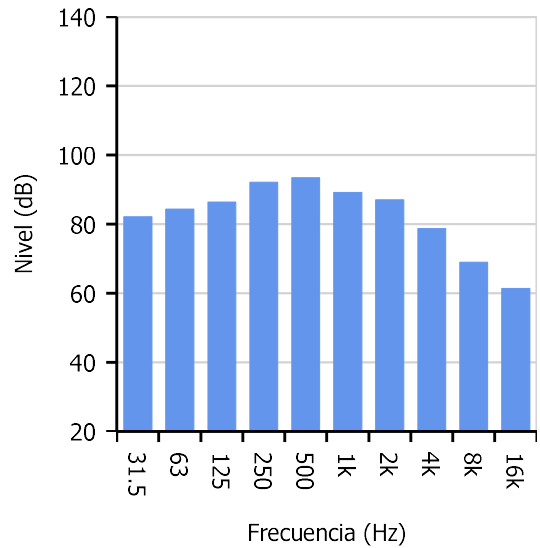
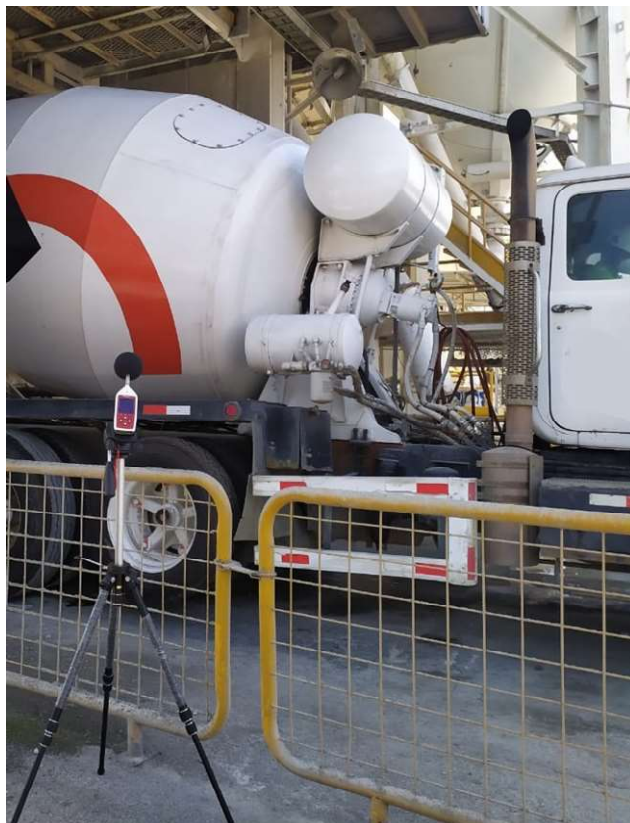
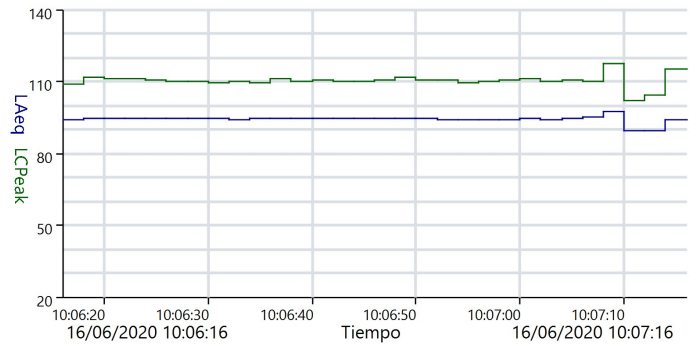
## Informe de resumen de medición

**Nombre** Zona de Carga Planta San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 10:06:16  
**Duración** 00:01:00  
**Instrumento** 053178, CR:162C

### Calibración

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	94.4 dB	30 minutos	82.4 dB
LCPeak	117.7 dB	1 hora	85.4 dB
C-A	3.3 dB	2 horas	88.4 dB
LEX8	67.6 dB	4 horas	91.4 dB
LAFMax	104.2 dB	6 horas	93.2 dB
		8 horas	94.4 dB
		10 horas	95.4 dB
		12 horas	96.2 dB



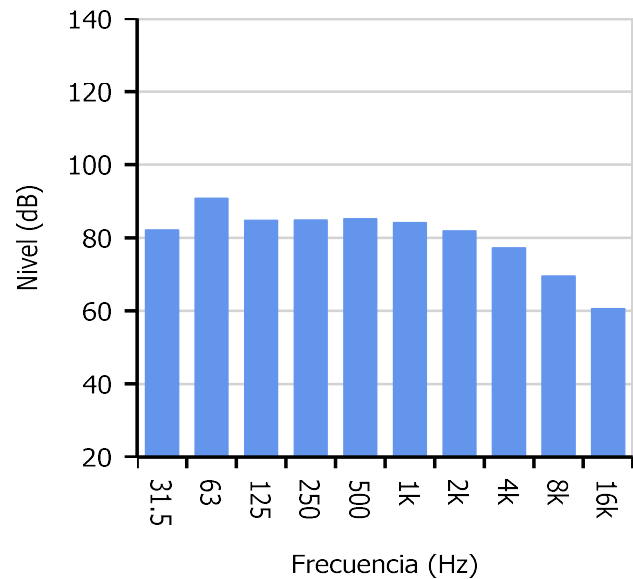
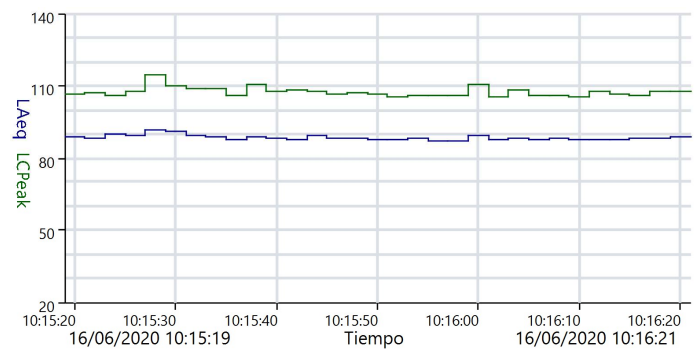
## Informe de resumen de medición

**Nombre** Tambor Mezclador San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 10:15:19  
**Duración** 00:01:02  
**Instrumento** 053178, CR:162C

### Calibración

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	88.7 dB	30 minutos	76.7 dB
LCPeak	114.3 dB	1 hora	79.7 dB
C-A	5.2 dB	2 horas	82.7 dB
LEX8	62.0 dB	4 horas	85.7 dB
LAFMax	98.1 dB	6 horas	87.5 dB
		8 horas	88.7 dB
		10 horas	89.7 dB
		12 horas	90.5 dB



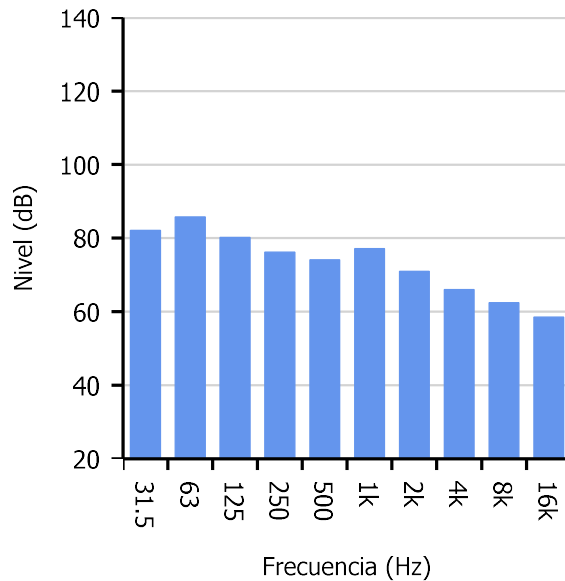
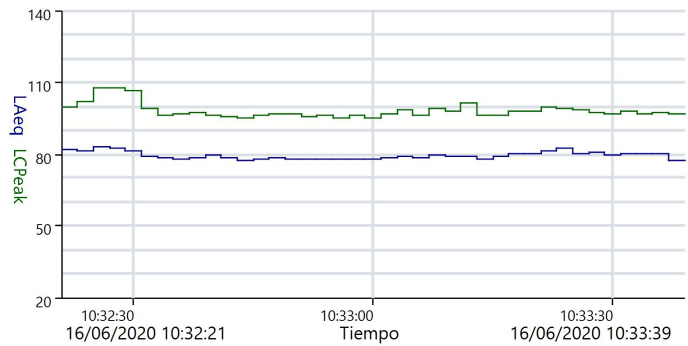
# Informe de resumen de medición

**Nombre** Zona de Compresores San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 10:32:21  
**Duración** 00:01:18  
**Instrumento** 053178, CR:162C

## Calibración

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	79.8 dB	30 minutos	67.8 dB
LCPeak	107.6 dB	1 hora	70.8 dB
C-A	8.0 dB	2 horas	73.8 dB
LEX8	54.1 dB	4 horas	76.8 dB
LAFMax	85.8 dB	6 horas	78.6 dB
		8 horas	79.8 dB
		10 horas	80.8 dB
		12 horas	81.6 dB



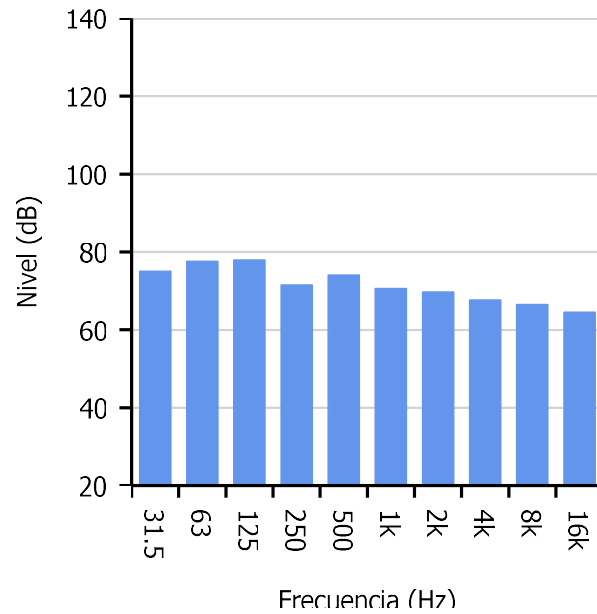
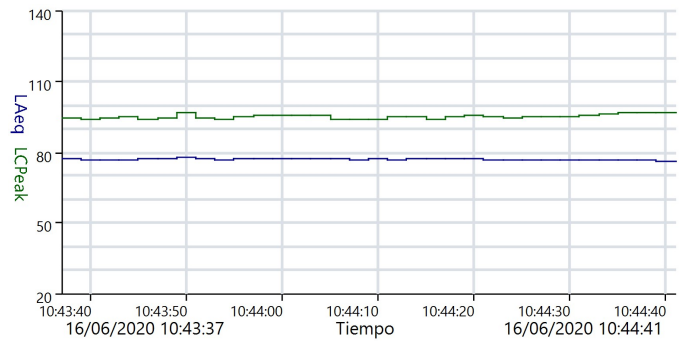
# Informe de resumen de medición

**Nombre** BT 3 Inicio San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 10:43:37  
**Duración** 00:01:04  
**Instrumento** 053178, CR:162C

**Calibración**

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	77.1 dB	30 minutos	65.1 dB
LCPeak	97.1 dB	1 hora	68.1 dB
C-A	5.7 dB	2 horas	71.1 dB
LEX8	50.6 dB	4 horas	74.1 dB
LAFMax	80.1 dB	6 horas	75.9 dB
		8 horas	77.1 dB
		10 horas	78.1 dB
		12 horas	78.9 dB





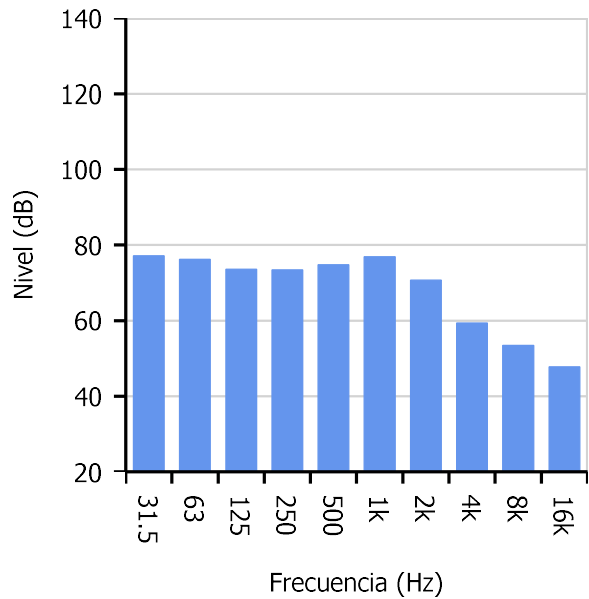
# Informe de resumen de medición

**Nombre** BT 4 ( Inicio Banda T) San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 10:45:56  
**Duración** 00:02:42  
**Instrumento** 053178, CR:162C

**Calibración**

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	79.5 dB	30 minutos	67.5 dB
LCPeak	106.5 dB	1 hora	70.5 dB
C-A	3.4 dB	2 horas	73.5 dB
LEX8	57.0 dB	4 horas	76.5 dB
LAFMax	100.2 dB	6 horas	78.3 dB
		8 horas	79.5 dB
		10 horas	80.5 dB
		12 horas	81.3 dB





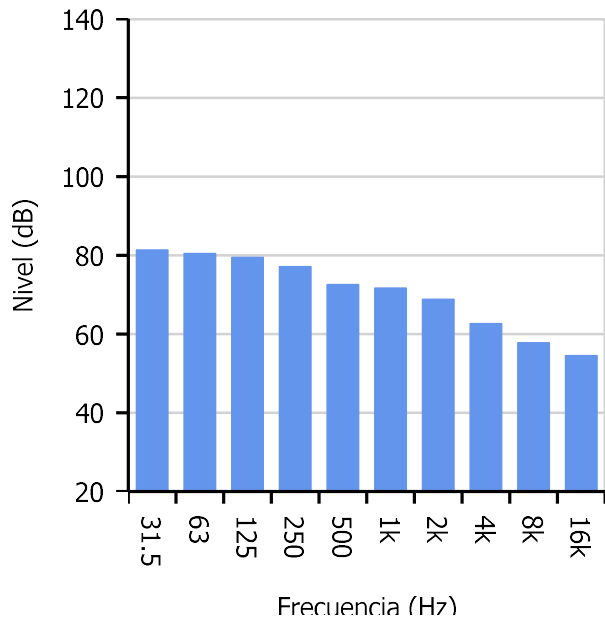
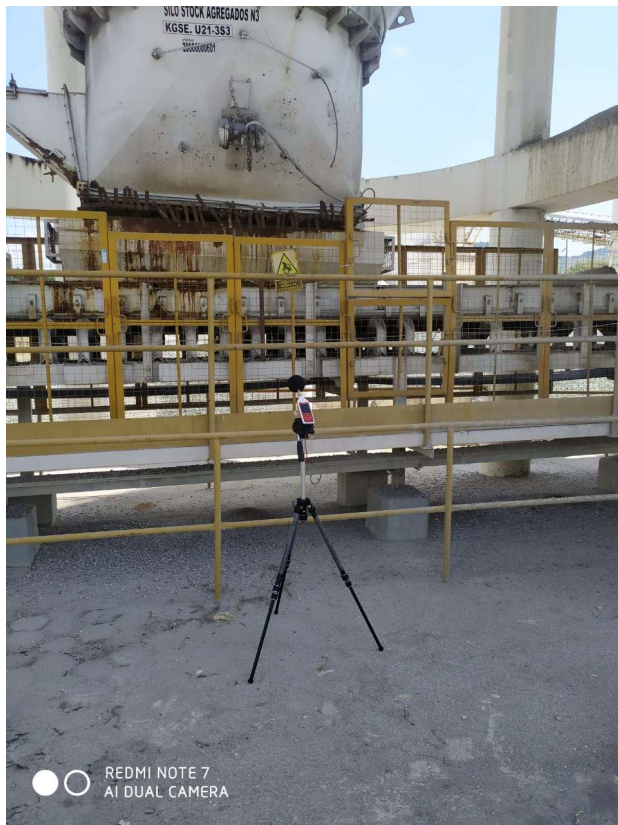
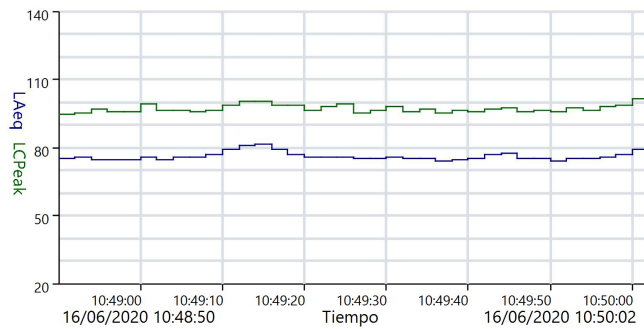
# Informe de resumen de medición

**Nombre** BT 3 (Media Banda T) San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020  
**Duración** 00:01:12  
**Instrumento** 053178, CR:162C

**Calibración**

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	76.5 dB	30 minutos	64.4 dB
LCPeak	101.4 dB	1 hora	67.4 dB
C-A	8.8 dB	2 horas	70.4 dB
LEX8	50.4 dB	4 horas	73.4 dB
LAFMax	82.8 dB	6 horas	75.2 dB
		8 horas	76.4 dB
		10 horas	77.4 dB
		12 horas	78.2 dB



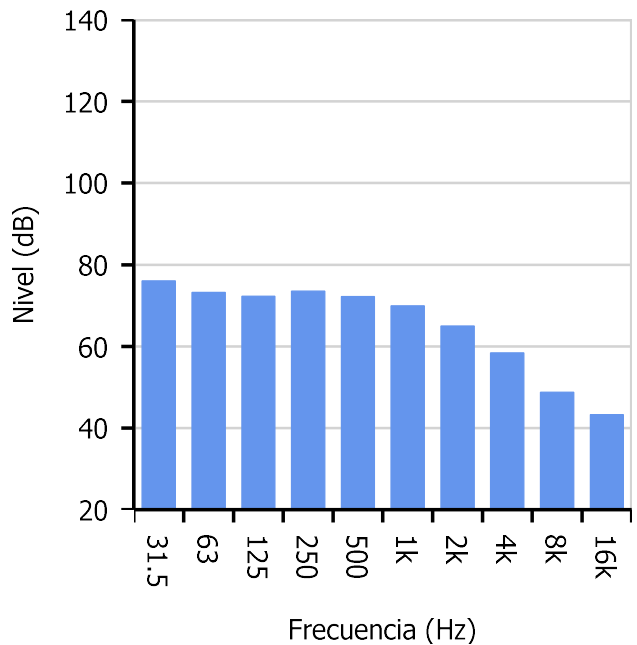
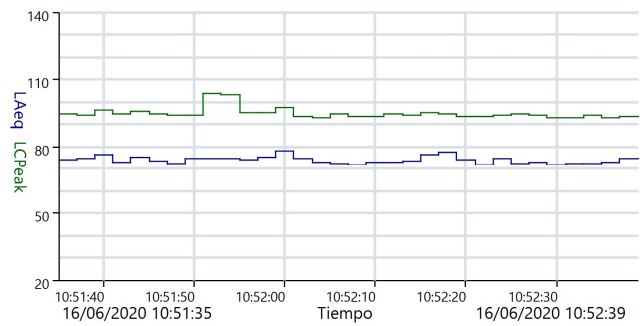
# Informe de resumen de medición

**Nombre** BT 3 Final San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 10:51:35  
**Duración** 00:01:04  
**Instrumento** 053178, CR:162C

### Calibración

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	74.2 dB	30 minutos	62.2 dB
LCPeak	103.7 dB	1 hora	65.2 dB
C-A	6.1 dB	2 horas	68.2 dB
LEX8	47.7 dB	4 horas	71.2 dB
LAFMax	83.4 dB	6 horas	73.0 dB
		8 horas	74.2 dB
		10 horas	75.2 dB
		12 horas	76.0 dB



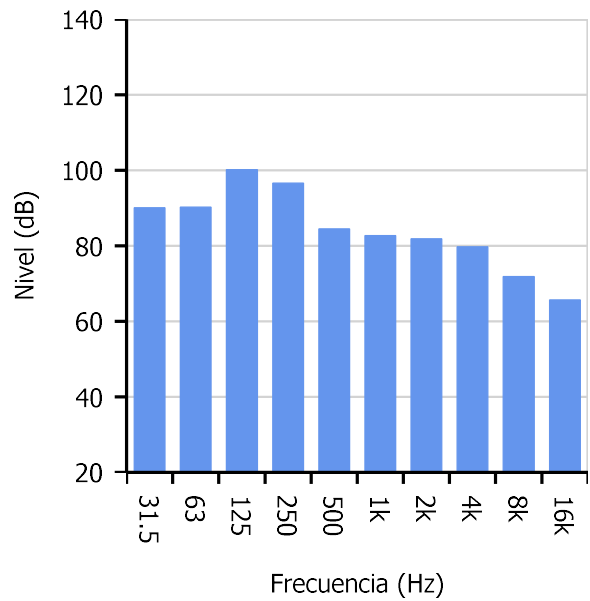
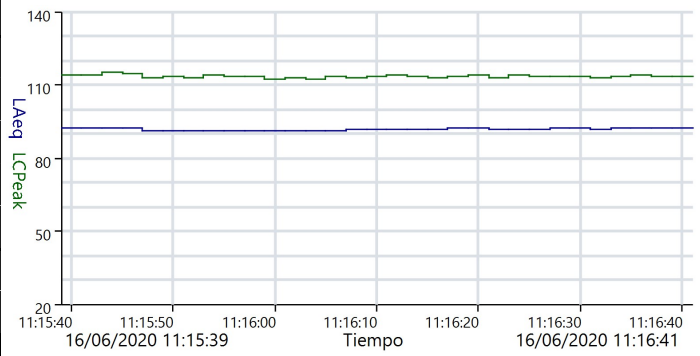
# Informe de resumen de medición

**Nombre** Bético San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 11:15:39  
**Duración** 00:01:02  
**Instrumento** 053178, CR:162C

### Calibración

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	91.8 dB	30 minutos	79.8 dB
LCPeak	115.1 dB	1 hora	82.8 dB
C-A	10.6 dB	2 horas	85.8 dB
LEX8	65.1 dB	4 horas	88.8 dB
LAFMax	93.0 dB	6 horas	90.6 dB
		8 horas	91.8 dB
		10 horas	92.8 dB
		12 horas	93.6 dB



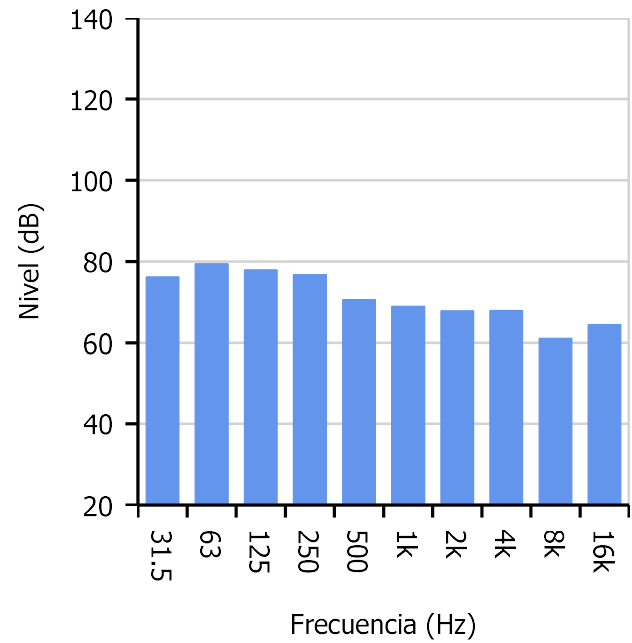
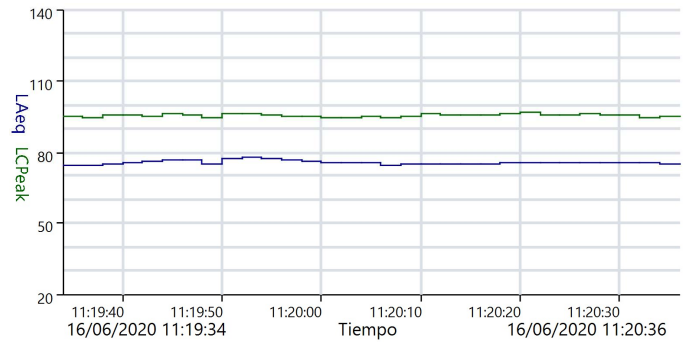
# Informe de resumen de medición

**Nombre** BT 5 Inicio San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 11:19:34  
**Duración** 00:01:02  
**Instrumento** 053178, CR:162C

## Calibración

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	75.9 dB	30 minutos	63.9 dB
LCPeak	96.7 dB	1 hora	66.9 dB
C-A	7.8 dB	2 horas	69.9 dB
LEX8	49.2 dB	4 horas	72.9 dB
LAFMax	81.4 dB	6 horas	74.7 dB
		8 horas	75.9 dB
		10 horas	76.9 dB
		12 horas	77.7 dB





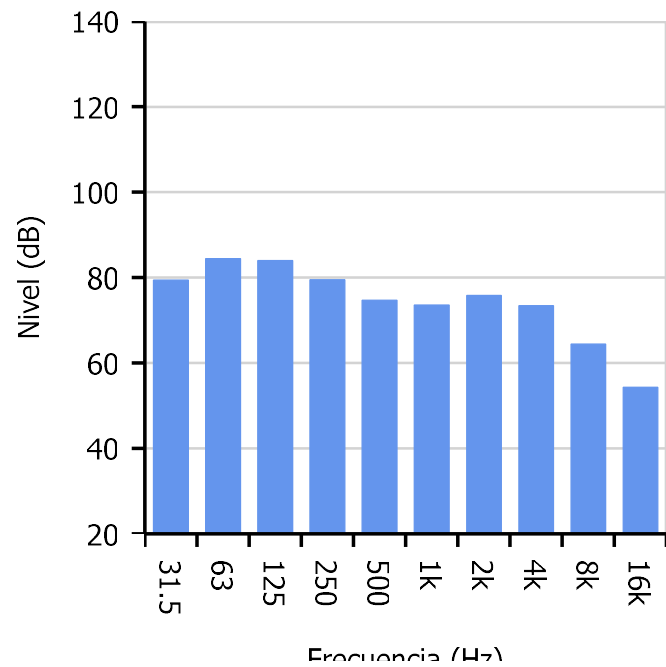
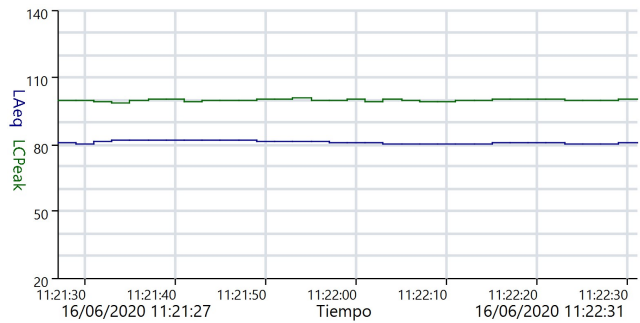
# Informe de resumen de medición

**Nombre** BT 5 medio San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 11:21:27  
**Duración** 00:01:04  
**Instrumento** 053178, CR:162C

### Calibración

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	81.1 dB	30 minutos	69.1 dB
LCPeak	100.8 dB	1 hora	72.1 dB
C-A	7.3 dB	2 horas	75.1 dB
LEX8	54.6 dB	4 horas	78.1 dB
LAFMax	82.6 dB	6 horas	79.9 dB
		8 horas	81.1 dB
		10 horas	82.1 dB
		12 horas	82.9 dB



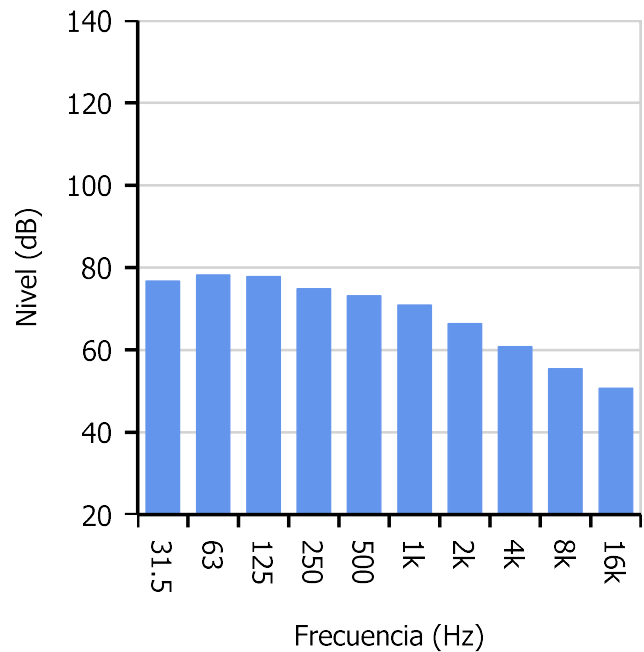
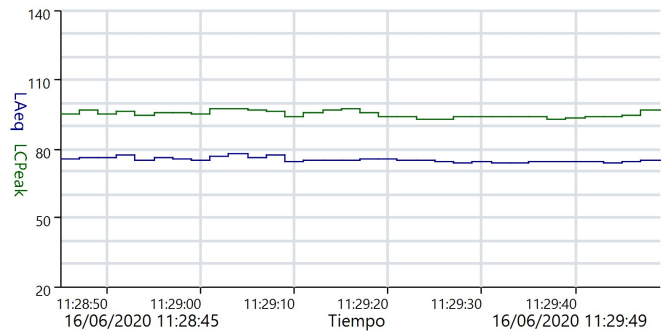
# Informe de resumen de medición

**Nombre** Schiller San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 11:28:45  
**Duración** 00:01:04  
**Instrumento** 053178, CR:162C

## Calibración

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	75.5 dB	30 minutos	63.5 dB
LCPeak	97.7 dB	1 hora	66.5 dB
C-A	7.6 dB	2 horas	69.5 dB
LEX8	49.0 dB	4 horas	72.5 dB
LAFMax	82.1 dB	6 horas	74.3 dB
		8 horas	75.5 dB
		10 horas	76.5 dB
		12 horas	77.3 dB



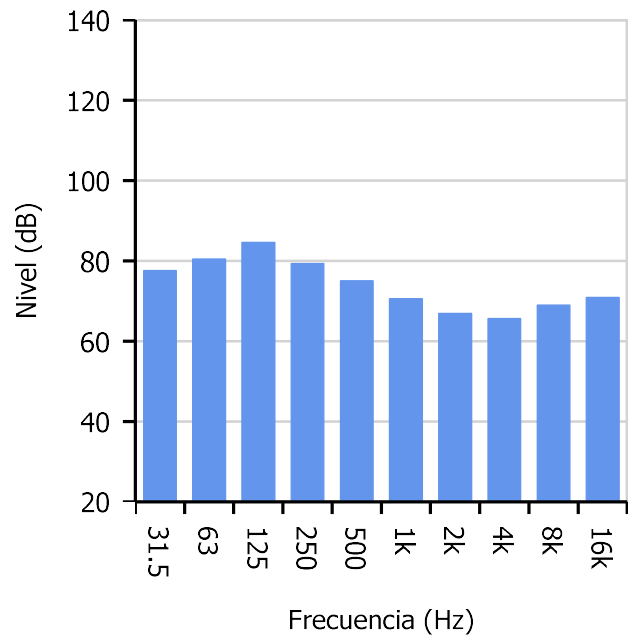
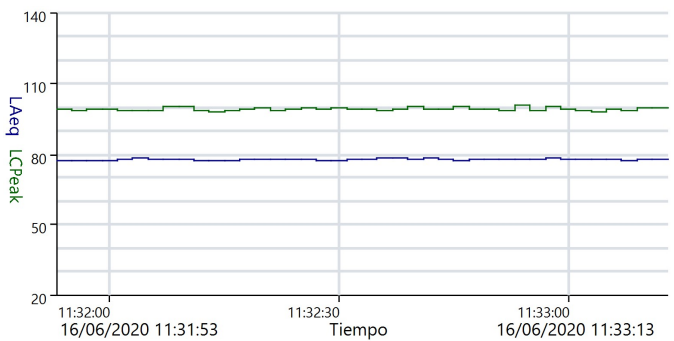
# Informe de resumen de medición

**Nombre** Vibrador San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 11:31:53  
**Duración** 00:01:20  
**Instrumento** 053178, CR:162C

**Calibración**

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	78.0 dB	30 minutos	65.9 dB
LCPeak	100.8 dB	1 hora	68.9 dB
C-A	9.4 dB	2 horas	71.9 dB
LEX8	52.3 dB	4 horas	74.9 dB
LAFMax	79.4 dB	6 horas	76.7 dB
		8 horas	77.9 dB
		10 horas	78.9 dB
		12 horas	79.7 dB



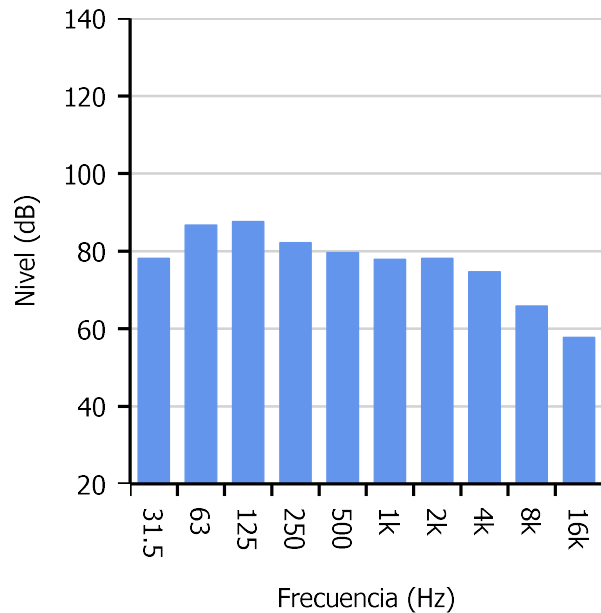
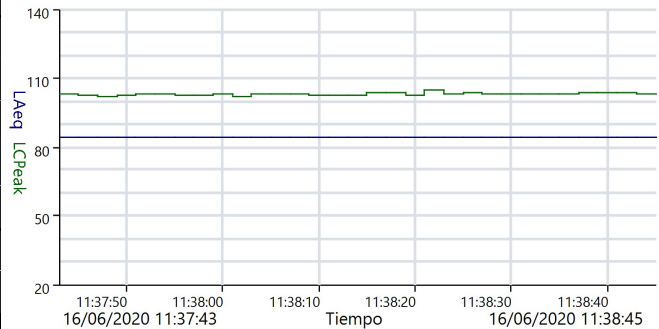
# Informe de resumen de medición

**Nombre** Entre los Silos de cemento 2 y 3 San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 11:37:43  
**Duración** 00:01:02  
**Instrumento** 053178, CR:162C

## Calibración

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	84.2 dB	30 minutos	72.2 dB
LCPeak	105.1 dB	1 hora	75.2 dB
C-A	7.3 dB	2 horas	78.2 dB
LEX8	57.5 dB	4 horas	81.2 dB
LAFMax	84.8 dB	6 horas	83.0 dB
		8 horas	84.2 dB
		10 horas	85.2 dB
		12 horas	86.0 dB





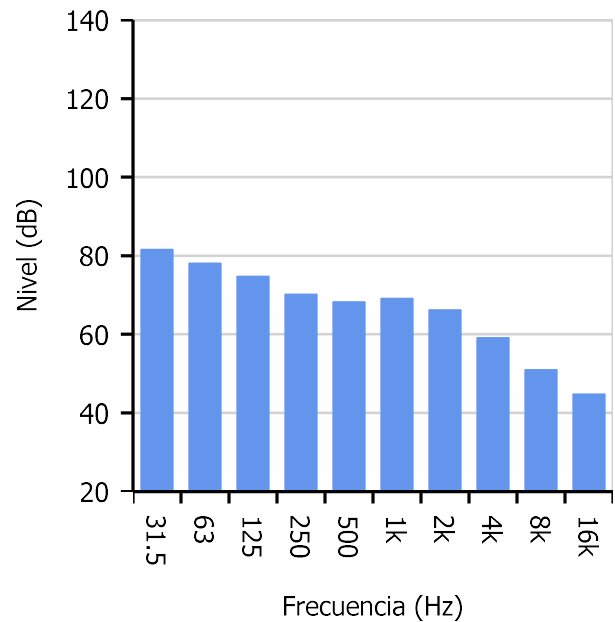
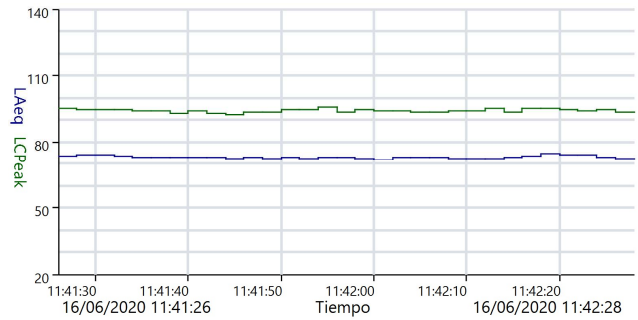
# Informe de resumen de medición

**Nombre** Entre los Silos de Cemento 1 y 4 San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 11:41:26  
**Duración** 00:01:02  
**Instrumento** 053178, CR:162C

### Calibración

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	73.0 dB	30 minutos	61.0 dB
LCPeak	95.6 dB	1 hora	64.0 dB
C-A	9.7 dB	2 horas	67.0 dB
LEX8	46.3 dB	4 horas	70.0 dB
LAFMax	75.0 dB	6 horas	71.8 dB
		8 horas	73.0 dB
		10 horas	74.0 dB
		12 horas	74.8 dB



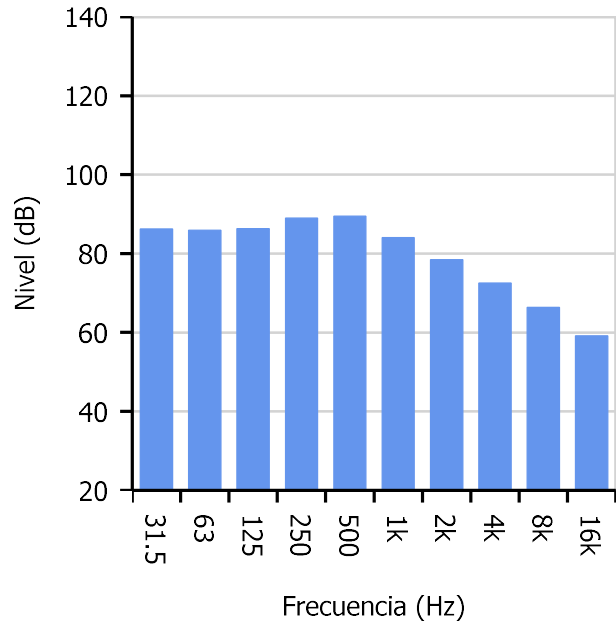
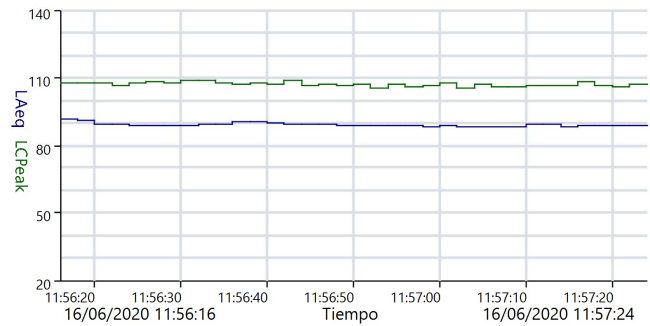
# Informe de resumen de medición

**Nombre** Generador San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 11:56:16  
**Duración** 00:01:08  
**Instrumento** 053178, CR:162C

**Calibración**

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	89.2 dB	30 minutos	77.2 dB
LCPeak	109.0 dB	1 hora	80.2 dB
C-A	5.5 dB	2 horas	83.2 dB
LEX8	62.9 dB	4 horas	86.2 dB
LAFMax	92.8 dB	6 horas	88.0 dB
		8 horas	89.2 dB
		10 horas	90.2 dB
		12 horas	91.0 dB



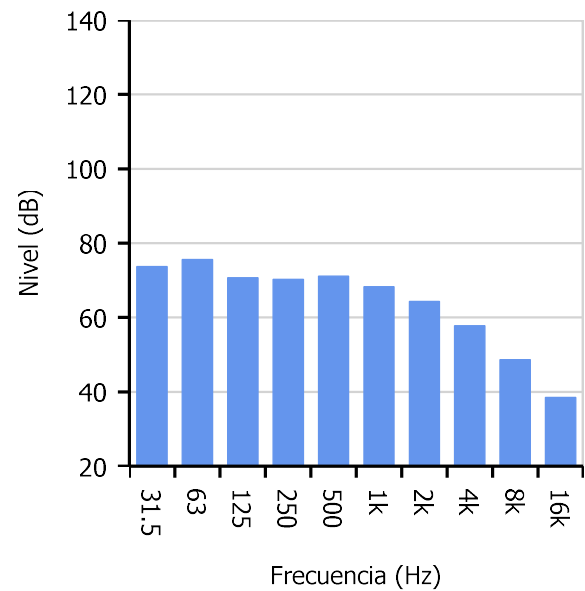
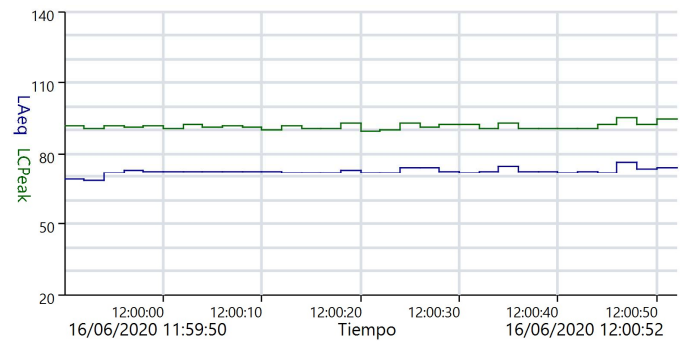
## Informe de resumen de medición

**Nombre** Área de Taller Inicio San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 11:59:50  
**Duración** 00:01:02  
**Instrumento** 053178, CR:162C

### Calibración

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	72.5 dB	30 minutos	60.5 dB
LCPeak	95.2 dB	1 hora	63.5 dB
C-A	6.9 dB	2 horas	66.5 dB
LEX8	45.8 dB	4 horas	69.5 dB
LAFMax	79.1 dB	6 horas	71.3 dB
		8 horas	72.5 dB
		10 horas	73.5 dB
		12 horas	74.3 dB



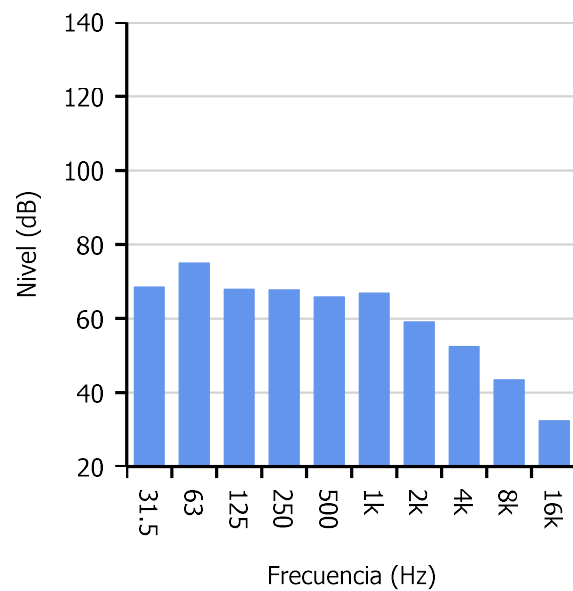
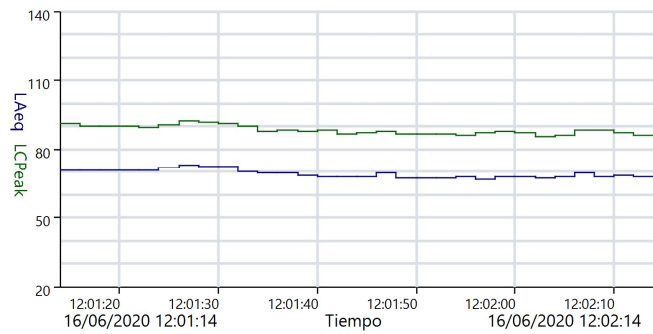
# Informe de resumen de medición

**Nombre** Área de Taller medio San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 12:01:14  
**Duración** 00:01:00  
**Instrumento** 053178, CR:162C

### Calibración

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	69.5 dB	30 minutos	57.4 dB
LCPeak	92.2 dB	1 hora	60.4 dB
C-A	7.6 dB	2 horas	63.4 dB
LEX8	42.6 dB	4 horas	66.4 dB
LAFMax	74.8 dB	6 horas	68.2 dB
		8 horas	69.4 dB
		10 horas	70.4 dB
		12 horas	71.2 dB



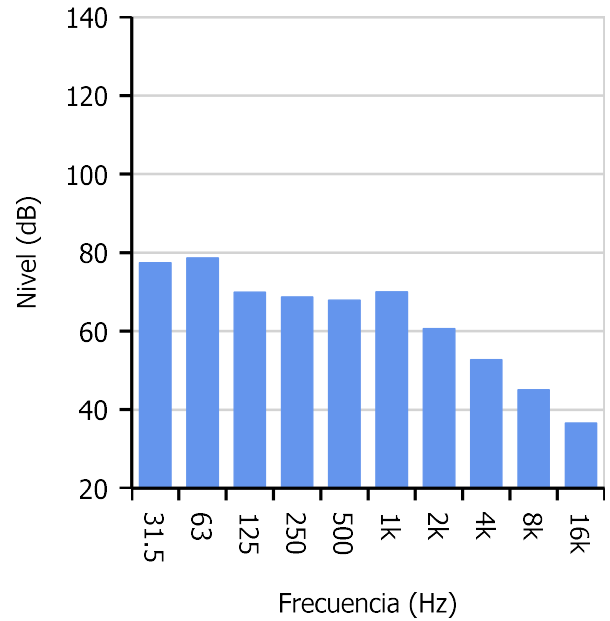
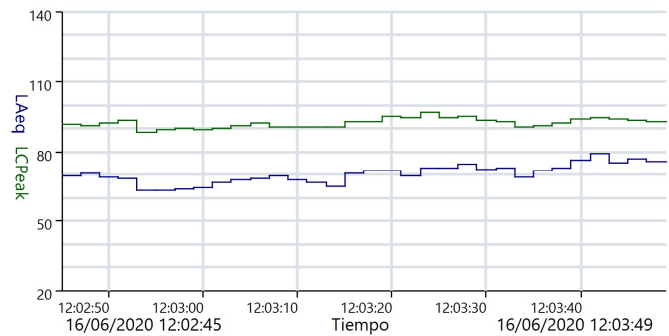
# Informe de resumen de medición

**Nombre** Área de Taller Final San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 12:02:45  
**Duración** 00:01:04  
**Instrumento** 053178, CR:162C

**Calibración**

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	72.1 dB	30 minutos	60.1 dB
LCPeak	96.9 dB	1 hora	63.1 dB
C-A	8.8 dB	2 horas	66.1 dB
LEX8	45.6 dB	4 horas	69.1 dB
LAFMax	84.5 dB	6 horas	70.9 dB
		8 horas	72.1 dB
		10 horas	73.1 dB
		12 horas	73.9 dB



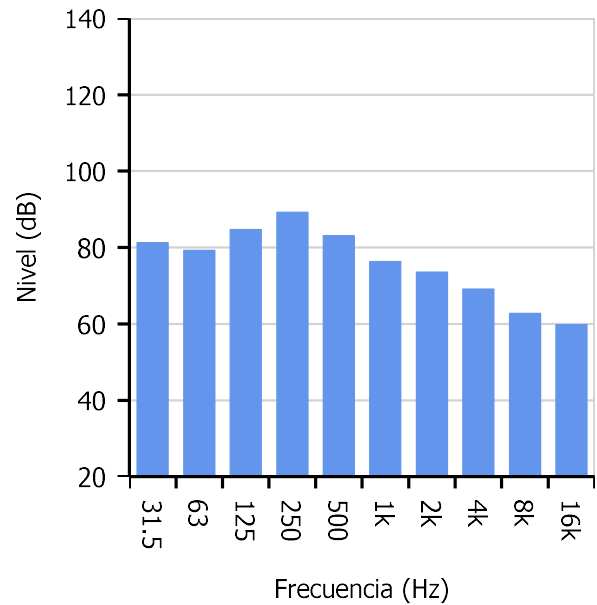
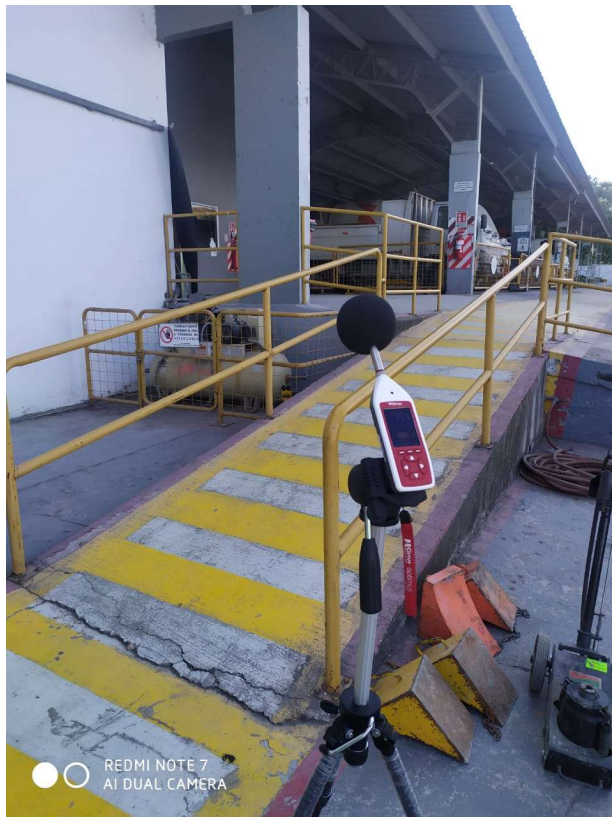
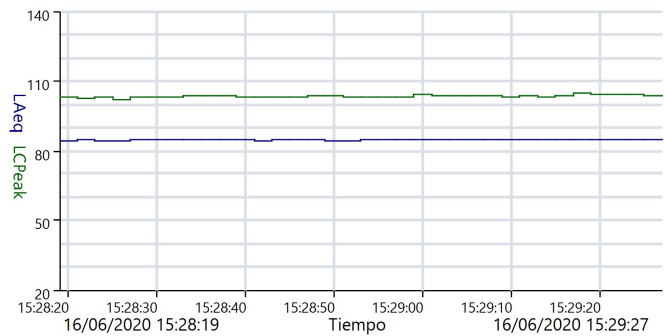
# Informe de resumen de medición

**Nombre** Vulcanizado (Compresor) San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 15:28:19  
**Duración** 00:01:08  
**Instrumento** 053178, CR:162C

## Calibración

**Antes** 16/06/2020 14:46    Offset -0.12 dB    **Después**    Offset

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	84.7 dB	30 minutos	72.7 dB
LCPeak	104.6 dB	1 hora	75.7 dB
C-A	7.2 dB	2 horas	78.7 dB
LEX8	58.4 dB	4 horas	81.7 dB
LAFMax	85.6 dB	6 horas	83.5 dB
		8 horas	84.7 dB
		10 horas	85.7 dB
		12 horas	86.5 dB



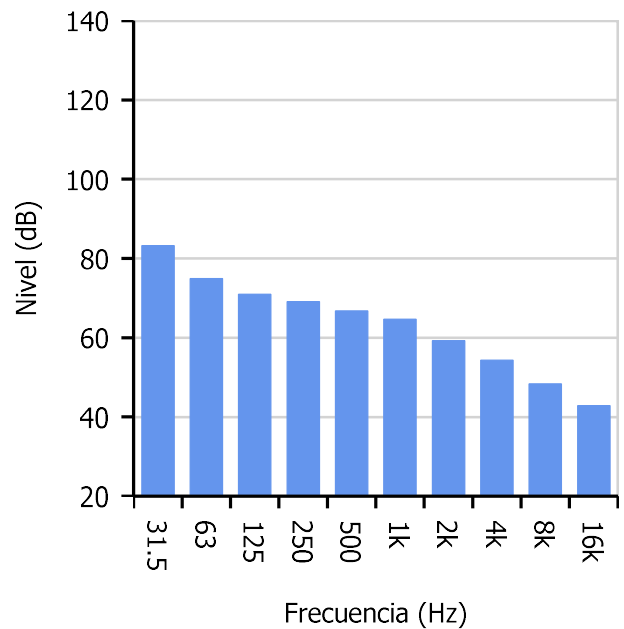
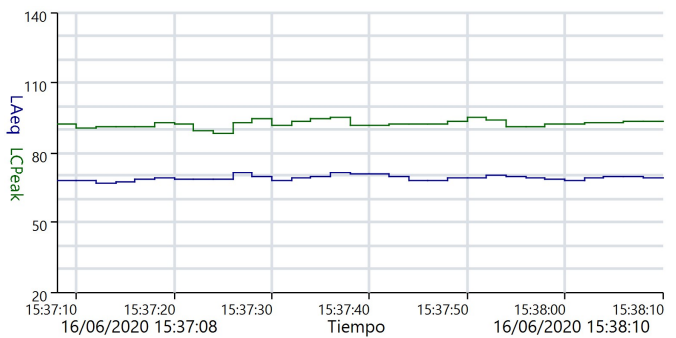
# Informe de resumen de medición

**Nombre** Área de la Recicladora San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 15:37:08  
**Duración** 00:01:02  
**Instrumento** 053178, CR:162C

### Calibración

**Antes** 16/06/2020 14:46    Offset -0.12 dB    **Después**    Offset

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	68.9 dB	30 minutos	56.9 dB
LCPeak	95.2 dB	1 hora	59.9 dB
C-A	13.2 dB	2 horas	62.9 dB
LEX8	42.2 dB	4 horas	65.9 dB
LAFMax	77.1 dB	6 horas	67.7 dB
		8 horas	68.9 dB
		10 horas	69.9 dB
		12 horas	70.7 dB



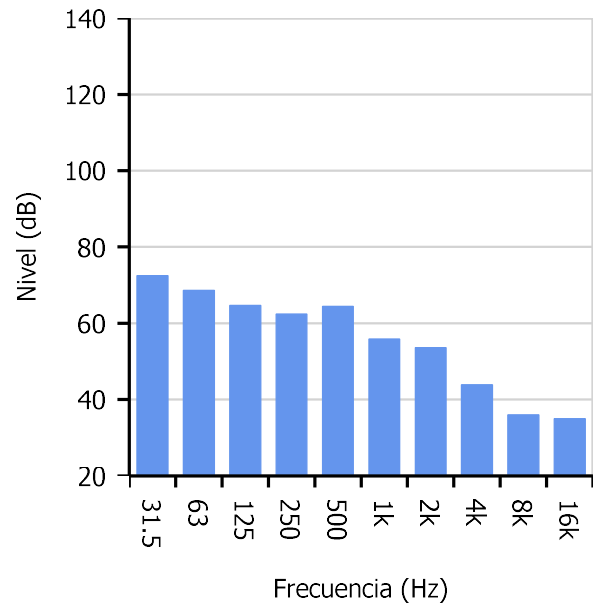
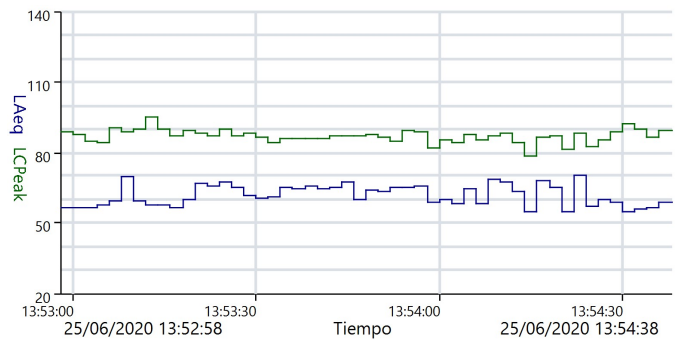
# Informe de resumen de medición

**Nombre** Descarga de Agregados Planta San Eduardo  
**Tiempo** 25/06/2020 13:52:58  
**Duración** 00:01:40  
**Instrumento** 053178, CR:162C

### Calibración

**Antes** 25/06/2020 9:29      Offset 0.01 dB      **Después** 29/06/2020 9:56      Offset -0.17 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	63.5 dB	30 minutos	51.5 dB
LCPeak	95.0 dB	1 hora	54.5 dB
C-A	11.4 dB	2 horas	57.5 dB
LEX8	38.9 dB	4 horas	60.5 dB
LAFMax	75.1 dB	6 horas	62.3 dB
		8 horas	63.5 dB
		10 horas	64.5 dB
		12 horas	65.3 dB





## Informe de resumen de medición

**Nombre** BT 4 Medio San Eduardo  
**Tiempo** 16/06/2020 11:24:21  
**Duración** 00:02:46  
**Instrumento** 053178, CR:162C

### Calibración

**Antes** 16/06/2020 8:45      Offset -0.25 dB      **Después** 16/06/2020 14:46      Offset -0.12 dB

Valores básicos		Exposición proyectada	
LAeq	70.5 dB	30 minutos	58.5 dB
LCPeak	96.4 dB	1 hora	61.5 dB
C-A	9.4 dB	2 horas	64.5 dB
LEX8	48.1 dB	4 horas	67.5 dB
LAFMax	80.1 dB	6 horas	69.3 dB
		8 horas	70.5 dB
		10 horas	71.5 dB
		12 horas	72.3 dB

