



Universidad  
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería  
Ambiental

**Eficiencia de medidas de control para mitigar  
la presión sonora por operaciones de logística  
en la base nuevo mundo Lote 57  
REPSOL - Cusco en el año 2015**

**Kenny Rudy Cerrón Manco**

Huancayo, 2017

Tesis para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Ambiental



Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

## **AGRADECIMIENTO**

En el proceso de investigación se ha incurrido en muchas pruebas y error, pero en cada una de ellas se aprendió mucho con respecto a la correcta aplicación y uso del método científico. Quiero agradecer en primer lugar a la Empresa REPSOL por haberme facilitado el uso del campamento y de sus instrumentos de gestión en la realización del monitoreo. En segundo lugar, agradecer a la Universidad Continental por haberme permitido utilizar los conocimientos adquiridos por investigadores y la información que deposita en la biblioteca.

De igual manera agradezco a mi Asesor de Tesis Mg. Edwin Paucar Palomino por guiarme en el proceso de uso de instrumentos que validaron las observaciones registradas. También quiero agradecer a los revisores de la tesis: Ing. Jacinto Arroyo Aliaga, Ing. Dante García Jiménez, Ing. Marlene Chuquillanqui Soto, por realizar sus aportes a la mejora en la presentación del informe de investigación.

A mis colegas de trabajo de la Empresa SGS del Perú, quienes me han ayudado en la aplicación de los instrumentos de investigación. También en la aplicación de instrumentos físicos para medir los niveles de ruido. A todos ellos que me apoyaron les agradezco enormemente.

Finalmente, a todos mis docentes de la Universidad que han logrado transmitirme sus conocimientos en las diferentes etapas de mi formación profesional. A mis colegas y amigos de clase que compartieron la ardua tarea de estudiar y realizar las prácticas en los laboratorios.

## **DEDICATORIA**

Con todo cariño y aprecio a mis abnegados padres y a mi adorada hija Kamila Judith, por ser los pilares fundamentales, durante todo el tiempo de mi formación profesional y su apoyo incondicional.

## ÍNDICE

PORTADA .....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE .....	iv
LISTA DE TABLAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
INTRODUCCIÓN.....	x
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1. CARACTERIZACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
1.2. OBJETIVOS .....	10
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	10
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
1.3. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN .....	10
1.3.1. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL.....	10
1.3.2. LIMITACIONES Y DELIMITACIÓN .....	11
1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....	12
1.4.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.4.2. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES .....	13
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
2.1.1. ARTÍCULOS CIENTÍFICOS .....	16
2.1.2. TESIS .....	19
2.1.3. REVISTAS DE DIFUSIÓN CIENTÍFICA .....	25
2.2. BASES TEÓRICAS .....	26
2.2.1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	26
2.2.2. METODOLOGÍAS EXISTENTES.....	35
2.2.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	37
2.2.4. DISEÑO DE MODELO TEÓRICO CONCEPTUAL .....	45
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	47
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	50
3.1. MÉTODO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN .....	50

3.1.1.	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN .....	50
3.1.2.	ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN .....	54
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	54
3.2.1.	TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	54
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	55
3.3.1.	POBLACIÓN.....	55
3.3.2.	MUESTRA .....	55
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	55
3.4.1.	TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	55
3.4.2.	INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	56
3.5.	DISPOSITIVOS DE CONTROL ACÚSTICO.....	58
3.5.1.	PANTALLAS VEGETALES .....	58
3.5.2.	PANTALLAS DE HORMIGÓN .....	60
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		64
4.1.	RESULTADOS .....	64
4.1.1.	RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DIURNO .....	64
4.1.2.	TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN NOCTURNO.....	66
4.1.3.	ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN.....	69
4.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	71
CONCLUSIONES.....		73
RECOMENDACIONES .....		74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		75
ANEXOS.....		78

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resultado de la medición de ruido en horario diurno, abril 2014 – julio 2015, Campamento Base Nuevo Mundo, Provincia de Satipo de la Región Junín, Atalaya de la Región Ucayali, y La Convención de la Región Cusco. ....	64
Tabla 2. Resultado del análisis de varianza de la medición de ruido en horario diurno. ....	65
Tabla 3. Prueba de significación de Duncan para los promedios de medición del ruido en horario diurno, para las cinco secciones. ....	65
Tabla 4. Resultado de la medición de ruido en horario nocturno, abril 2014 – julio 2015, Campamento Base Nuevo Mundo, Provincia de Satipo de la Región Junín, Atalaya de la Región Ucayali, y La Convención de la Región Cusco. ....	67
Tabla 5. Resultado del análisis de varianza de la medición de ruido en horario nocturno. ....	67
Tabla 6. Prueba de significación de Duncan para los promedios de medición del ruido en horario nocturno, para las cinco secciones. ....	68
Tabla 7. Análisis de varianza de la regresión entre lugares y mediciones diurnas ....	69
Tabla 8. Análisis de varianza de la regresión entre lugares y mediciones nocturnas. ....	70
Tabla 9. Análisis de correlación entre lugares y mediciones nocturnas ....	70

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Causas y direcciones de la contaminación acústica urbana de origen industrial y vehicular. ....	2
Figura 2. Expertos reportan que la exposición a la contaminación sonora es cada vez peor a causa del incremento del tráfico vehicular. ....	4
Figura 3. Expertos reportan que el 80% del ruido proviene del tráfico vehicular en la ciudad de Madrid. ....	5
Figura 4. Reporte sobre los principales problemas de la ciudad de Lima, Perú. ....	6
Figura 5. OEFA reporta los 37 principales puntos con alta contaminación sonora de la ciudad de Lima, Perú. ....	7
Figura 6. Expertos pertenecientes al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental informan que se hallaron altos niveles de contaminación sonora en la ciudad de Cusco, Perú. ....	8
Figura 7. Reporte sobre los puntos críticos con altos niveles de contaminación sonora de la ciudad de Cusco, Perú. ....	9
Figura 8. Delimitación del área de estudio. ....	12
Figura 9. Niveles de presión sonora típicos para diferentes fuentes sonoras. ....	27
Figura 10. Onda acústica longitudinal, Los puntos representan partículas de aire, nótese como los máximos de presión coinciden con la proximidad de partículas y corresponden a un mínimo de velocidad de las partículas. ....	28
Figura 11. Funcionamiento del oído humano. ....	32
Figura 12: Diagrama de bloques genérico de un sonómetro. ....	39
Figura 13. Curvas de ponderación. ....	42
Figura 14. Comparativa entre niveles en dB y en dBA. ....	43
Figura 15. Medición de ruido en horario diurno. ....	66
Figura 16. Medición de ruido en horario nocturno. ....	68
Figura 17. Regresión y correlación entre las secciones y los valores diurnos encontrados. ....	70

## RESUMEN

La investigación se realizó en la base Nuevo Mundo, lote, 57 Repsol – Cusco, siendo el objetivo fundamental determinar la manera en que se relacionan las medidas de control aplicadas a las operaciones de logística y a la reducción del nivel de presión sonora ambiental. Para ello se analizó la situación actual de la intensidad de los niveles del ruido en los que se encontraba la empresa; para luego realizar una evaluación del grado de presión sonora ambiental en las operaciones de logística, y de esta manera poder prevenir enfermedades ocupacionales. Para esto era necesario conocer si el nivel de presión sonora excede los estándares de calidad ambiental ECA para ruido, para el caso de zonas industriales como nuestro estudio, es de 80 decibelios. También se determinó comprobar las medidas de control para mitigar la presión sonora en el ambiente laboral, realizando monitoreos con el fin de poder evaluar y plantear soluciones para la reducción de los decibelios y así lograr mitigar los efectos nocivos en el medio ambiente y en los trabajadores de la empresa.

**Palabra claves: presión sonora, ruido, calidad ambiental.**

## **ABSTRACT**

The research was carried out in Repsol - Cusco's new world lot 57 base. The main objective was to determine the way in which the control measures applied to logistics operations and the reduction of the environmental sound pressure level were related. In order to do so, we analyzed the current situation of the intensity as well as the levels of noise in which the company was; To carry out an evaluation of the degree of environmental sound pressure in the logistics operations, and in this way to be able to prevent occupational diseases. For this it was necessary to know if the sound pressure level exceeds the environmental quality standards ECA for noise, which in the case of industrial zones like our study, is 80 decibels. It was also determined to check the control measures to mitigate the sound pressure in the work environment, conducting monitoring in order to be able to evaluate and propose solutions for the reduction of decibels and thus to mitigate the harmful effects on the environment and workers Of the company.

**Keywords: sound pressure, noise, environmental quality.**

## INTRODUCCIÓN

Diariamente desarrollamos actividades sin darnos cuenta que en nuestro propio entorno existen una gran cantidad de agentes que nos afectan, los mismos que pueden lesionar nuestros órganos si estos sobrepasan los límites admisibles para nuestro organismo.

La percepción de un sonido es un componente fundamental en la vida del hombre; sin embargo, no siempre puede presentarse de manera moderada y cuando este se vuelve poco tolerante para las personas, se convierte en ruido, que en la actualidad es considerado como una de las fuentes más importantes de contaminación.

Las consecuencias del impacto acústico ambiental, pueden ser de orden fisiológico como también psicofisiológico, pues estos afectan cada vez más a un mayor número de personas y en particular a los que se encuentran cercanos a estas fuentes de contaminación; ya sea por sus actividades diarias o por vivir cerca de los puntos críticos donde los niveles de ruido sobrepasan los límites establecidos por los ECA.

Las principales fuentes contaminantes generadoras de ruido son el tránsito de vehículos, en nuestro caso por motores de barcas, aviones y helicópteros; existe también una serie de sonidos provocados por grúas, generadores eléctricos, operaciones de soldadura, martilleo, perforación y otros trabajos, que resultan problemáticos para los trabajadores expuestos a estas actividades, cuyo estado de salud puede verse afectado por un componente negativo que también contamina el ambiente.

En este trabajo de investigación deseamos controlar el nivel de presión sonora generado por estas fuentes, tomando en cuenta las líneas absorbentes de los materiales acústicos, por lo que esto significa eliminar las posibles molestias e incomodidades generadas por los ruidos en esta planta. Sin embargo, es importante poder cualificar y cuantificar los problemas de ruido para conservar el buen estado de salud de los trabajadores que laboran en esta planta.

Esto es de gran importancia a la investigación, ya que sirve para reducir las interferencias en la comunicación oral en el trabajo, también para prevenir molestias en el entorno y para cumplir con la legislación vigente.

Reducir el ruido en la planta industrial suele ser una tarea laboriosa y compleja motivada principalmente por la cantidad y la simultaneidad de fuentes de ruidos; sin embargo, la finalidad es poder plantear un plan de acción de corrección coherente y ejecutable.

El autor.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

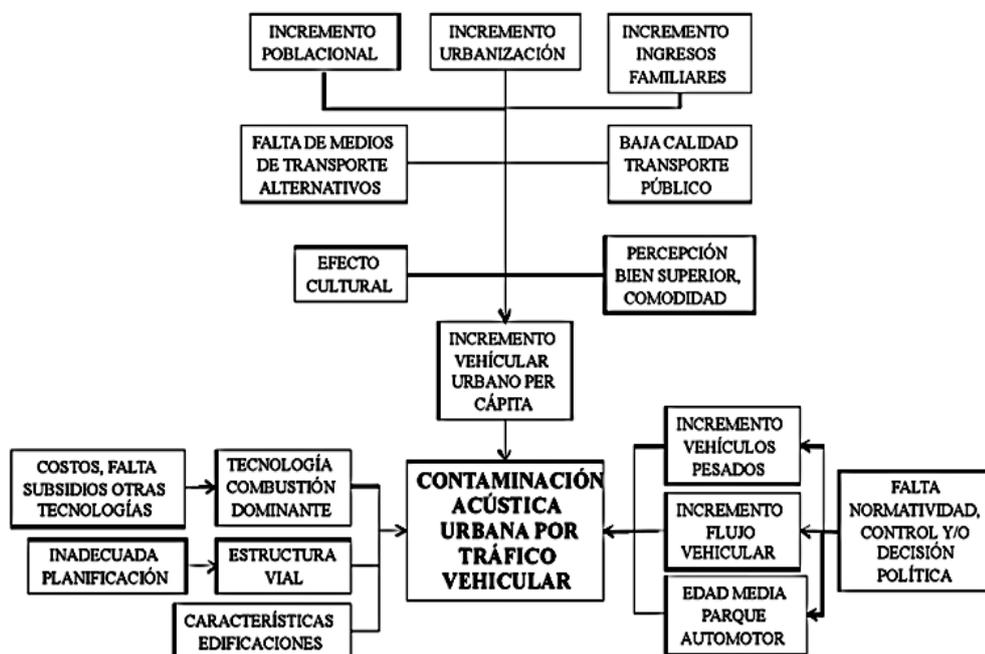
### **1.1. CARACTERIZACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.1.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA**

El ruido ambiental es una problemática a nivel mundial, el cual ha provocado varios inconvenientes al medio ambiente, a los cuales no se le confiere una importancia relevante debido a que no se requiere una atención inmediata por su grado de impacto. El ruido proveniente de la industria y el parque automotor constituye una de las principales fuentes de contaminación acústica, producto de las necesidades de la población de desarrollarse y moverse a sus centros de trabajo, escuela, entre otros de acuerdo a las actividades que realiza. El ruido generado por el parque industrial está relacionado con el aumento del número de actividades que se encuentran en las calles de las ciudades causando impactos importantes, que tienen como receptores a los habitantes de la ciudad que reciben el impacto de los niveles de ruido, generándoles problemas de salud.

Es así que en diversos países se han realizado estudios a los impactos que genera el ruido del parque industrial. La difusión de estudios indica, tal como lo menciona RAMÍREZ y DOMÍNGUEZ (2011), que las causas del ruido por el parque industrial poseen una relación directa y exponencial entre el nivel de desarrollo de un país y el grado de contaminación acústica que impacta a su población. Los aspectos involucrados al incremento del nivel o grado de contaminación acústica están relacionados al crecimiento poblacional y el desarrollo industrial de un país, debido a que esto implica incremento en el número de obras, tal como se verifica en la (figura.1).

**Figura 1.**  
**Causas y direcciones de la contaminación acústica urbana de origen industrial y vehicular.**



Fuente: RAMÍREZ y DOMÍNGUEZ (2011).

Los impactos de la contaminación acústica provenientes del incremento de las actividades industriales, en los diversos países son tomados con diferentes grados de importancia o prioridad. En el caso de la ciudad de Bogotá del país de Colombia, aplica políticas que se basan en la restricción del flujo vehicular en determinados horarios, tal como lo menciona RAMÍREZ, DOMÍNGUEZ y BORRERO (2011), las medidas se tomaron debido a que la ciudad de Bogotá ha experimentado en los últimos años un crecimiento acelerado en el incremento de actividades industriales privados y público, También se encuentra el vehicular que ha puesto al tráfico en condiciones de congestionamiento y obstrucción permanente, generando serios problemas de movilidad y contaminación para sus ciudadanos.

Los impactos generados por la contaminación acústica, producto del parque industrial y automotor, recaen en alteraciones fisiológicas y psicológicas cuya gravedad depende de los niveles y la extensión de la exposición. Comprende, además de impedimentos auditivos, el incremento de la presión sanguínea y de los latidos del corazón, vasoconstricción, cambios en respiración, arritmia cardiaca, hipertensión, isquemia cardiaca, resistencia vascular periférica, cambios en la viscosidad de la sangre y de los lípidos, cambios en el balance electrolítico y

cambios hormonales, principalmente. Al mismo tiempo, es causa de muchos desórdenes psicológicos como molestia, ansiedad, estrés, agresividad, náuseas, dolor de cabeza, inestabilidad, pérdida argumentativa, cambios de humor, incremento de conflictos sociales, irritabilidad, depresión, neurosis, psicosis e histeria. Genera impedimentos de desempeño como interferencia en la comunicación, cansancio, dificultad para dormir, reducción de las capacidades de atención, motivación, memoria, lectura y solución de tareas cognitivas, entre otras (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 1999).

El problema de la contaminación acústica por actividades industriales y congestión vehicular, además de generar impactos psicológicos, también genera graves consecuencias en la salud, en especial la auditiva, la cual repercute en todo el organismo. La ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) establece que el máximo nivel de ruido que el humano puede soportar sin tener consecuencias es de 50 dB que podría ser equivalente al canto de un ave pequeña.

El ruido ambiental producto de las actividades industriales y de la congestión vehicular se han registrado en todos los países generando diversos informes y medios de comunicación. El diario de ABC del país de Paraguay (ABC, 2011), en un reporte muestra, que la ciudad de Asunción tiene más de 200.000 habitantes más los residentes permanentes, que a diario soportan intensos ruidos causados por el tráfico de vehículos. El ensordecedor ruido que genera tiene sus efectos en la salud humana, en especial en aquellas personas que trabajan en la calle, totalmente expuestos a los más altos decibeles de ruidos, dicho reporte se verifica en la (figura 2).

Figura 2.

Expertos reportan que la exposición a la contaminación sonora es cada vez peor a causa del incremento del tráfico vehicular.



The image is a screenshot of a news article from ABC. At the top, there is a navigation bar with the ABC logo and categories: NOTICIAS, EDICIÓN IMPRESA, NACIONALES, DEPORTES, and ESPECTÁCULO. The main headline reads "La contaminación sonora es cada vez peor a causa del tráfico vehicular". Below the headline, it says "Por Antonella Brignerdelio". A sub-headline states: "Siempre escuchamos que la gente mencione la frase 'tráfico infernal' para describir la cantidad de vehículos que transitan las avenidas." Below this is a photograph of a baby wearing a white cap and large, bright green headphones. Underneath the photo, there is a caption: "La contaminación sonora es cada vez peor a causa del tráfico vehicular\_214806 / ABC Color". To the right of the photo, there is a "HERRAMIENTAS" section with social media sharing options for Facebook, Google+, and Print. Below the photo, there is a paragraph of text: "Este problema, además de generar estrés en los conductores, también genera graves consecuencias en la salud, en especial la auditiva, la cual repercute en todo el organismo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que el máximo nivel de ruido que el humano puede soportar sin tener consecuencias es de 50 decibeles o sea el canto de un pajarito. Sin embargo, no es eso lo que despierta a la mayoría de los habitantes de Asunción."

Fuente: ABC (2011).

El estudio de Análisis realizado por la compañía especializada en soluciones integrales para la construcción sostenible DANOSA, publicado en el diario EL MUNDO (2016), reporta que el 80% del ruido que sufre una vivienda proviene de la circulación de los vehículos o de actividades industriales, en este sentido, el problema del ruido ambiental provocado, entre otros factores, por el tráfico, ha ganado un gran peso en los últimos años debido a un mayor conocimiento de sus efectos perjudiciales en la salud. Dicho reporte se verifica en la (figura 3).

**Figura 3.**  
**Expertos reportan que el 80% del ruido proviene del tráfico vehicular en la ciudad de Madrid.**



Fuente: EL MUNDO (2016).

En el Perú al igual que los demás países, también se ve afectado por la contaminación acústica el cual esto ha generado por el incremento del parque industrial y del parque automotor, lo que se evidencia en los reportes generados en las distintas ciudades del país. La ciudad con mayor índice de contaminación sonora es la capital, la ciudad de Lima, según la OMS (Organización Mundial de la Salud) la ciudad está muy por debajo del promedio de la región en categorías como calidad del aire, calidad del agua, tratamiento de desechos, saneamiento y gobernanza medioambiental. Actualmente la contaminación del aire, el agua y la sonora constituyen los problemas más denunciados por los vecinos de los distritos. Los tres representaron el 43%, 30% y 16% del total de las denuncias registradas durante el 2014, de acuerdo con el Registro Nacional de Municipalidades (RENAMU), reportado en el diario El Comercio (EL COMERCIO, 2015). Dicho reporte se verifica en la (figura 4).

**Figura 4.**  
**Reporte sobre los principales problemas de la ciudad de Lima, Perú.**



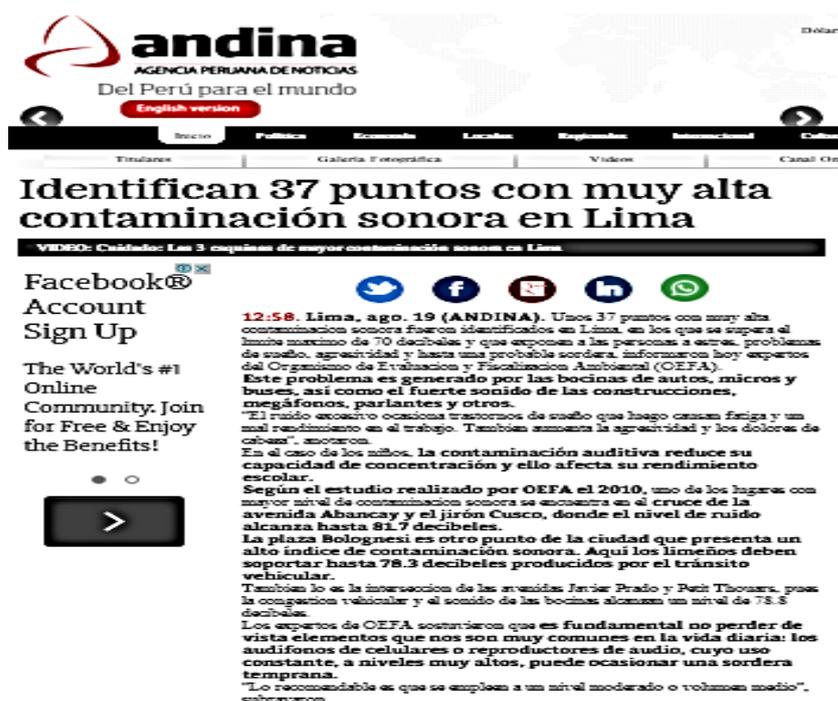
**Fuente: EL COMERCIO (2015).**

Actualmente en la ciudad de Lima se ubican unos 37 puntos con muy alta contaminación sonora, en los que se supera el límite máximo de 70 decibeles y que exponen a las personas a estrés, problemas de sueño, agresividad y hasta una probable sordera, informaron hoy expertos del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

El reporte sobre los niveles de ruido en los 37 puntos monitoreados expuesta en la agencia peruana de noticias ANDINA (2013), destaca un lugar con mayor nivel de contaminación sonora, se encuentra en el cruce de la avenida Abancay y el jirón Cusco, donde el nivel de ruido alcanza hasta 81.7 decibeles. La plaza Bolognesi es otro punto de la ciudad que presenta un alto índice de contaminación sonora. Aquí los limeños deben soportar hasta 78.3 decibeles producidos por el tránsito vehicular. También lo es la intersección de las avenidas Javier Prado y Petit Thouars, pues la congestión vehicular y el sonido de las bocinas alcanzan un nivel de 78.8 decibeles. Los expertos del OEFA sostuvieron que es fundamental no perder de vista elementos que nos son muy comunes en la vida diaria: los audífonos

de celulares o reproductores de audio, cuyo uso constante, a niveles muy altos, puede ocasionar una sordera temprana. Dicho reporte se verifica en la (figura 5).

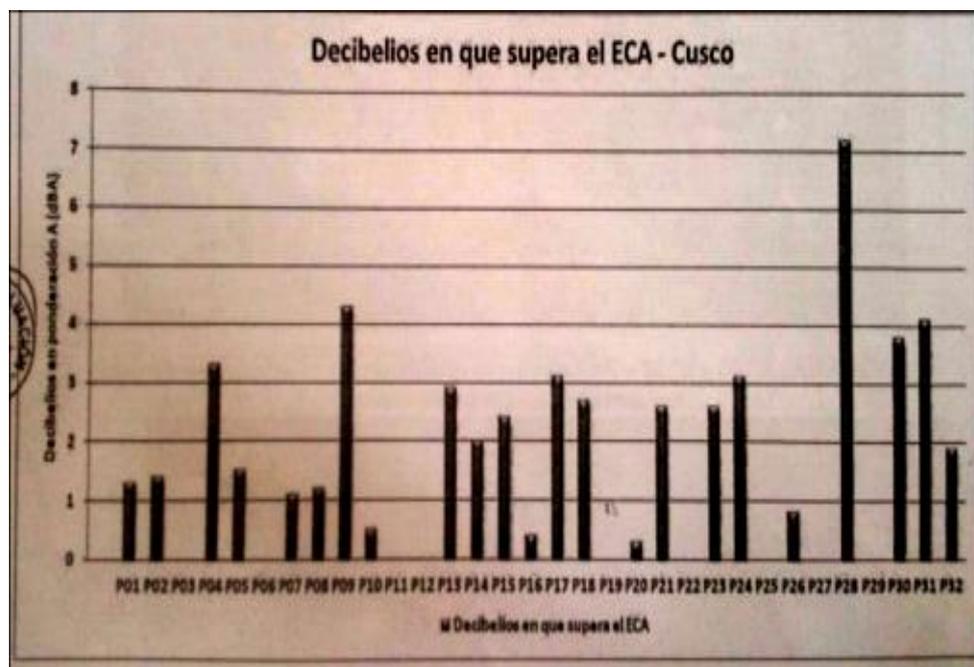
Figura 5.  
OEFA reporta los 37 principales puntos con alta contaminación sonora de la ciudad de Lima, Perú.



Fuente: ANDINA (2013).

Otras de las ciudades con problemas de ruido excesivo y que genera impactos como trastornos de sueño que luego causan fatiga y un mal rendimiento en el trabajo, aumenta la agresividad y los dolores de cabeza, es la ciudad del Cusco tal como lo evidencia los reportes del OEFA, (OEFA, 2015), En las plantas industriales existen máquinas o focos sonoros que producen molestias por ruido a los propios trabajadores y a las personas de la propia planta o de los alrededores de la misma y frecuentemente se presta muy poca atención al ruido que se provoca en la fase de proyecto de muchas industrias, esta situación genera molestias por ruido excesivos. Los problemas de ruido que afectan a los propios trabajadores pertenecen al ámbito laboral, mientras que los que afectan a los vecinos de la planta son del ámbito municipal o medio ambiental. Dicho reporte se verifica en la (figura 6).

**Figura 6.**  
**Expertos pertenecientes al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental informan que se hallaron altos niveles de contaminación sonora en la ciudad de Cusco, Perú.**



**Fuente: ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL (2015).**

En la ciudad de Cusco, el nivel de ruido es generado por el indiscriminado uso de las bocinas de los vehículos, el bullicio que se desprende de las zonas comerciales, los ruidos estridentes de comerciantes informales en triciclos y con altoparlantes, el retumbante ruido de las discotecas del centro de la ciudad, entre otros, motivo por el cual se ha designado a la ciudad del Cusco como una de las ciudades con mayor contaminación sonora en el país. De acuerdo a una calificación del Ministerio del Ambiente (MINAM) podemos encontrar a las zonas comerciales, zonas industriales, zonas residenciales y zonas de protección especial, entre las que se encuentran lugares de mayor comercio ambulatorio, actividades industriales de empresas, áreas con viviendas o residencias y establecimientos de salud, centros educativos, asilos y orfanatos, esto se evidencia en el reporte del diario el Periódico, (elPeriódico, 2016), Dicho reporte se verifica en la (figura 7).

**Figura 7.**  
**Reporte sobre los puntos críticos con altos niveles de contaminación sonora de la ciudad de Cusco, Perú.**



Fuente: EL PERIÓDICO (2015).

### 1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

#### A. Problema general:

¿Las medidas de control implementadas para la mitigación de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015 son las adecuadas?

#### B. Problemas específicos:

- ¿Cuál es la situación actual de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015?
- ¿Qué relación existe entre la presión sonora ambiental diurna con la presión sonora ambiental nocturna en las operaciones de logística de la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL – Cusco en el año 2015?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar si las medidas de control implementadas para la mitigación de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015 son las adecuadas.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la situación actual de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015.
- Determinar la relación que existe entre la presión sonora ambiental diurna con la presión sonora ambiental nocturna en las operaciones de logística de la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL – Cusco en el año 2015.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN**

### **1.3.1. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL**

#### **En lo Académico**

La investigación permite realizar un estudio del efecto del nivel de ruido del parque industrial en el deterioro auditivo, que permitirá adquirir nuevos conocimientos y será el pilar para dar inicio a diversos estudios relacionados a este suceso por parte de organizaciones, investigadores y estudiantes con la constante búsqueda de posibles soluciones que se pueda brindar.

#### **En lo Social**

El estudio del efecto del nivel de ruido formará parte como información para establecer medidas de protección y conservar la salud de la población, porque las mediciones para realizar el Aislamiento Acústico son imprescindibles en la planta donde se está realizando este trabajo de investigación, principalmente para evitar los efectos en los trabajadores y el ambiente que hay a su alrededor. También son precisas para verificar que una planta cumple con los requisitos legales de aislamiento acústico. Para ello será necesario hacer una medición de aislamiento

acústico, primero tomamos una selección de los puntos óptimos en los que se debe situar el sonómetro y la fuente de ruido.

### **En lo Ambiental**

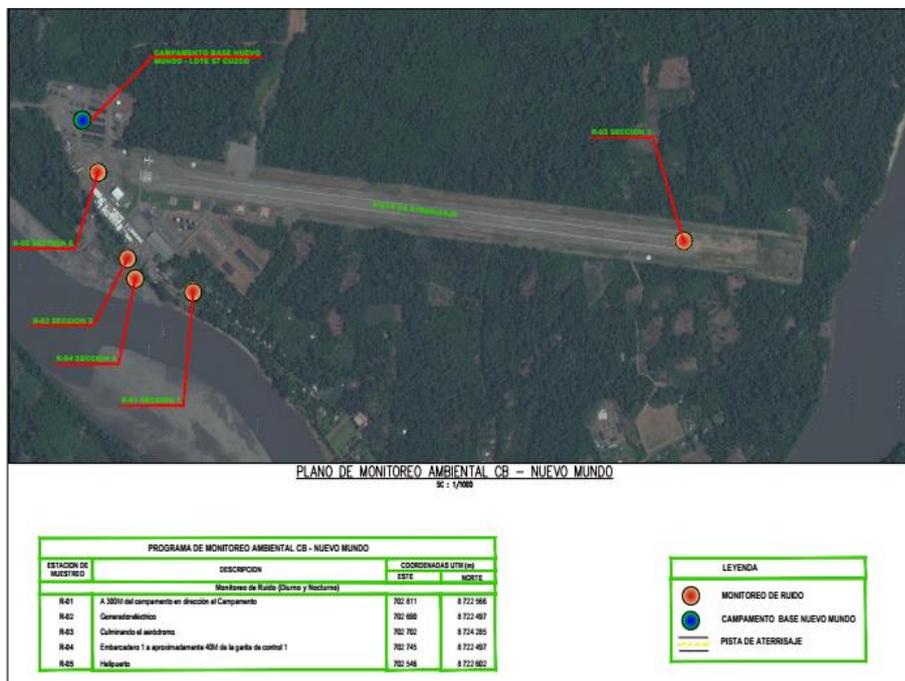
El estudio constituirá como referencia para establecer normativas que regulen el nivel de ruido producto de las actividades de exploración de grandes industrias asentadas en el Perú. En el lugar en donde se investigó se realizaron las mediciones de ruido que se transmite con sonómetros de gran precisión y que recogen diferentes parámetros acústicos. Posteriormente se procesa la información obtenida y se obtienen los resultados de aislamiento reales y con esta información se tiene los datos para tomar las medidas de control, el problema está en el tipo de medida de control y su eficiencia en la incidencia acústica que se haya podido producir durante su realización. Es debido a ello que en este trabajo se precisará como realizar una Medición de Aislamiento Acústico teniendo en cuenta: la evaluación de ruido en espacios exteriores, cuantificación y cualificación de fuentes de ruidos: análisis temporal y espectral del ruido; Este trabajo pues será de mucha relevancia para quienes desean considerar la eficiencia de las medidas de control y las técnicas a la que está expuesta el ambiente en el entorno, y así brindar y mejorar la posibilidad de poder mitigar la contaminación sonora; teniendo la probabilidad de generalizar la metodología para la protección de otros centros de operación logística.

### **1.3.2. LIMITACIONES Y DELIMITACIÓN**

**Ubicación:** El proyecto se ubica en la Provincia de Satipo de la Región Junín, Atalaya de la Región Ucayali, y La Convención de la Región Cusco.

En la investigación se tiene limitaciones económicas para poder realizar evaluaciones de sensibilidad auditiva debido al precio por cada estudio y el tiempo que disponen la población objetiva. Respecto al tiempo de duración del estudio se optó por realizarlo en 2 años con tomas de muestras trimestrales. Respecto al área de estudio se delimitó de la siguiente manera tomando en cuenta el Estudio de Impacto Ambiental. (Ver figura 8).

**Figura 8.**  
**Delimitación del área de estudio.**



Fuente: elaboración propia.

## 1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

### 1.4.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### A. General:

H1: Las medidas de control implementadas para la mitigación de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015 son las adecuadas.

H0: Las medidas de control implementadas para la mitigación de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015 no son las adecuadas.

Ha: Las medidas de control implementadas para la mitigación de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015 son las adecuadas en función de la condición diurna o nocturna.

**B. Específicas:**

- La situación actual de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015 se ve disminuida.
- La presión sonora ambiental diurna y nocturna se relacionan significativamente en las operaciones de logística de la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015.

**1.4.2. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES**

**A. Variable Independiente: Medidas de control.**

- **Definición:** Medidas efectuadas para evitar la pérdida gradual de la biodiversidad, se efectúa para evitar las consecuencias del sonido que pueden provocar daños por exposición permanente a ruido elevado y alteración de las condiciones del medioambiente.
- **Conceptualización:** Grado de medidas de control por exposición habitual a ruido. (Reducción de presión sonora).
- Nivel de Reducción.
- Frecuencia de ruido.
- Categorización: Nivel de reducción
- **Indicador:**
  - Barreras acústicas.
  - Sistema de Ventanas Acústicas.
  - Elementos aislantes.

**B. Variable Dependiente: Presión sonora.**

- **Definición:** El nivel de presión sonora se puede definir como un sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas. Es el nivel de presión sonora procedente de la planta industrial que a su vez

establece una sucesión de ondas de compresión o expansión a través del medio que las soporta (aire, agua y otros).

- **Conceptualización:** El nivel de presión sonora procedente de las actividades de explotación de la planta industrial
- **Categorización:** Nivel de presión sonora (NPS)
- **Indicador:** Decibel (dBA).
  - LeqA nivel de presión sonora equivalente (dB)
  - Lmax. Niveles máximos
  - Lmin. Niveles mínimos.
- Las medidas de control aplicados a las operaciones de logística se relacionan con la reducción del nivel de presión sonora ambiental.

## MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA O DIMENSIÓN	DEFINICIÓN	INDICADOR	ITEM
Medidas de control	N-. Cuantitativa C: Simple F: Independiente	Grado de medidas de control por exposición habitual a ruido. (Reducción de presión sonora).	Normal Leve Moderada Profunda	Medidas efectuadas para evitar la pérdida gradual de la biodiversidad, se efectúa para evitar las consecuencias del sonido que pueden provocar daños por exposición permanente a ruido elevado y alteración de las condiciones del medioambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Barreras acústicas.</li> <li>✓ Sistema de Ventanas Acústicas.</li> <li>✓ Elementos aislantes.</li> </ul>	Condiciones generales propias del proveedor de las medidas de control.
Presión sonora	N-. Cuantitativa C: Simple F: Dependiente	El nivel de presión sonora procedente de actividades de explotación de la planta industrial.	Alta Media Moderada Baja	El nivel de presión sonora se puede definir como un sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas. Es el nivel de presión sonora procedente de la planta industrial que a su vez establece una sucesión de ondas de compresión o expansión a través del medio que las soporta (aire, agua y otros).	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ LeqA nivel de presión sonora equivalente (dB)</li> <li>✓ Lmáx: Nivel máximo de presión sonora</li> <li>✓ Lmin: Nivel mínimo de presión sonora</li> </ul>	Se realiza un monitoreo de ruido ambiental, basado en el AMC 031-2011-MINAM/OGA

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ARTÍCULOS CIENTÍFICOS**

El artículo científico de GIRÓN et. al. (2002), que tiene como título “Control de ruido industrial mediante un modelo computacional: estudio de caso”, cuyo objetivo fue determinar soluciones técnicas para reducir los niveles de ruido existente en los diferentes lugares de la planta, conduce a mostrar las soluciones para poder implementar un programa de control de ruido, para ello se necesita realizar un plan de mediciones de los niveles sonoros existentes y su comparación con los valores admisibles. El trabajo aporta al brindar una metodología de índices de identificación de formación sonora, donde se realizaron mediciones con sonómetro integrado en toda la planta, con la finalidad de obtener conclusiones sobre la efectividad de las soluciones propuestas, y de esta manera lograr controlar el nivel de presión sonora.

El artículo científico de los autores HERNÁNDEZ y GONZÁLEZ et. al. (2007), que tiene por título: “Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos al ruido industrial”, cuyo objetivo fue determinar el grado de afectación auditiva por ruido en los trabajadores expuestos al riesgo, conduce a mostrar medidas de prevención ante estas alteraciones, para lo cual se cuantificaron los niveles de ruido existentes en los diferentes puestos de trabajo, se realizó una prueba audiométrica en ambos oídos para definir el daño acústico y la presencia de hipoacusia profesional en los obreros estudiados. Este trabajo aporta, al mostrarnos un método descriptivo, que al concluir el estudio se pudo llegar a la conclusión que el ruido constituía un contaminante de gran importancia en esta industria, ya que se encontró por encima

del nivel de seguridad de 85 dB(A). El ruido ha afectado la salud de los trabajadores de este centro, ya que se encontraron 77 casos de hipoacusia atribuible al ruido, lo que representó el 78,5% del total estudiado.

El artículo científico de FELIPE RUZA TARRIO et. al. (1996), que tiene como título “La vegetación en la lucha contra el ruido” cuyo objetivo fue determinar soluciones técnicas para la reducción de ruido, es la que se obtiene mediante plantaciones vegetales y la forma en que actúa este tipo de pantalla y sus posibilidades reales de amortiguación de los sonidos. Con una pantalla acústica rígida se puede conseguir reducciones en los niveles de ruido entre 10 y 15 dB (A). Sin embargo, estudios llevados a cabo en el Centro Nacional de Investigación Forestal de Francia indican que se puede obtener resultados similares a los que proporcionan las barreras rígidas, con fajas vegetales mucho más estrechas, si estas se conciben de forma especial para actuar como pantallas contra el ruido. Resulta también muy difícil comparar o extrapolar resultados, ya que las investigaciones fueron realizadas en diferentes países, utilizando metodologías distintas con clima, suelo, vegetación que generalmente, no coincidían. Por ello, no es posible comparar situaciones.

Siendo así la mayoría de los estudios coinciden en señalar que la capacidad de amortiguación del ruido que poseen las pantallas vegetales es pequeña, algunos resultados obtenidos en ciertos estudios se muestran más optimistas.

El artículo científico de los autores CASTIÑEIRA et. al. (2011), que tiene como título: “Pantallas acústicas basadas en cristales de sonido de segunda generación”, cuyo objetivo de este trabajo consiste en presentar unas pantallas acústicas alternativas, hechos de una disposición periódica de dispersores acústicos inmersos en aire conocidos como cristales de sonido. El mecanismo de control de ruido utilizado por estos dispositivos se basa en el fenómeno de la “dispersión múltiple”. Las investigaciones llevadas a cabo en los últimos años permiten definir pantallas acústicas basadas en cristales de sonido de primera y segunda generación en función de los mecanismos de control de ruido involucrado en su diseño. Sánchez Pérez et.al. Diseñaron la primera pantalla acústica basada en cristales de sonido aprovechando únicamente el proceso de dispersión múltiple. Estas barreras se denominan en este trabajo de primera generación. Recientemente Romero-García et.al. Han diseñado una barrera acústica que combina la dispersión múltiple, la resonancia y la absorción. Estas últimas son denominadas se segunda generación.

La pantalla acústica basada en cristales de sonido de segunda generación y ordenamientos fractales que se presenta, ha sido homologada y permite ser utilizada como una alternativa a las pantallas acústicas tradicionales en determinadas condiciones y supuestos, introduciendo un avance tecnológico en el campo de las pantallas acústicas donde el diseño geométrico está directamente relacionado con el control de ruido conseguido por las mismas.

El artículo científico de los autores PACHECO et. al. (2009), que tiene como título: “Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto”, cuyo objetivo fue caracterizar los niveles de contaminación auditiva en la ciudad. La investigación conduce a mostrar los ocho microambientes en las cuatro diferentes zonas de Bogotá, donde se realizaron los monitoreos de ruido, los resultados encontrados superaron en el 75 % los valores sugeridos por la norma nacional del País. Este trabajo contribuye al brindarnos una metodología sencilla, sin embargo, los resultados obtenidos influyen a otros sectores tales como parques y hospitales; para esto, se requiere tanto de una normatividad integral y bien construida, como de mecanismos que otorguen a las autoridades competentes una capacidad de acción inmediata y efectiva sobre los infractores.

El artículo científico de los autores MAYA et. al. (2010), que tiene como título “Gestión para la prevención y mitigación del ruido urbano”, cuyo objetivo fue el consolidar diferentes estrategias integrales de Gestión Ambiental de Ruido en el Área Metropolitana del Valle de Aburra, conduce a mostrar las medidas para administrar dos estaciones fijas de calidad acústica y de esa manera poder divulgar la importancia de los mapas de ruido. Este trabajo nos brinda una metodología muy interesante, ya que se propone lograr una consolidación necesaria de estrategias de sensibilización ante el problema de ruido, también dar a conocer, a los diferentes integrantes de las Administraciones municipales, el conocimiento e información de la existencia de los mapas de ruido.

El artículo científico de ZAMORANO et. al. (2010), realizado en el país de Chile, que tiene como título: “Disminución Auditiva de trabajadores expuestos a ruido en una empresa Metalmecánica”, cuyo objetivo fue determinar la prevalencia de la disminución auditiva entre 164 trabajadores expuestos a ruido en una empresa metalmecánica, muestra puntos relacionados con la edad del trabajador, la antigüedad en el puesto; también el uso de equipo de protección personal. Este trabajo nos brinda un método de estudio donde se incluyen análisis de audiometría

practicado a los trabajadores, en el cual se evidencia que las zonas de trabajo presentaron niveles de ruido en un rango de 83 a 102 decibeles, esta investigación revela que el nivel de ruido al que están expuestos los trabajadores supera las medidas de control de los estándares de calidad.

El artículo científico de CONESA et. al (2012), que tiene como título: “Métodos de control de ruido en el ambiente laboral”, cuyo objetivo fue analizar las características y propiedades de los métodos y control de ruido en el ambiente laboral. La investigación nos muestra como seleccionar un adecuado manejo de protección para cada situación de exposición a ruido. Está demostrado que la exposición a ruido en el trabajo es perjudicial para la salud de los trabajadores, siendo el efecto más conocido la pérdida de audición. Este trabajo nos aporta, al brindar información sobre la disminución de la capacidad auditiva, que es uno de los efectos más conocidos del ruido en el ámbito laboral.

El artículo científico de los autores CORTÍNEZ et. al. (2013), que tiene como título: “Medidas de mitigación del impacto acústico producido por una planta industrial en la zona urbana aledaña: Estudio de caso”, cuyo objetivo fue determinar el impacto acústico provocado por tal repotenciación sobre el sector urbano aledaño a la planta de ALUAR y la determinación de posibles estrategias de atenuación de ruido, conduce a la realización de impactos acústicos empezando por la caracterización de las condiciones acústicas en el complejo industrial, la determinación de los principales mecanismos de generación de ruido, y la evaluación del impacto acústico provocado por la utilización plena de las plantas. Este trabajo nos brinda un estudio de estrategias de mitigación; como la determinación del criterio para el pre-diseño de estrategias con el fin de evitar impactos acústicos excesivos en zonas urbanas, también el estudio de diferentes alternativas de solución en base a la identificación de los principales mecanismos de generación de ruido.

### **2.1.2. TESIS**

La tesis presentada por REYES (2011), que tiene como título “Estudio y plan de mitigación del nivel de ruido ambiental en la zona urbana de la ciudad de Puyo”, para recibir el título de Ing. BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL tiene como objetivo determinar el nivel de ruido ambiental en la ciudad de Puyo en la zona céntrica en lugares donde se genera mayor congestión, para la cual se estableció puntos de

monitoreo en las zonas con mayor influencia de ruido ambiental en la ciudad de Puyo, la investigación brinda los siguientes aportes:

- La metodología implementada para la obtención de datos, los criterios técnicos tomados en cuenta para la evaluación y filtro de datos.
- La principal fuente de ruido son los vehículos pesados como buses de transporte urbano e interprovincial, los vehículos de carga como camiones, volquetas y tractores que circulan a cualquier hora produciendo excesivo ruido e incluso fuertes vibraciones, motocicletas que de igual manera producen ruidos indeseables con sus escapes y finalmente los taxis y vehículos particulares que utilizan de forma inadecuada e indebida la bocina o pito.
- La propuesta de un plan de mitigación del nivel de ruido ambiental presente en la ciudad de Puyo el cual establece medidas normativas en cada punto de muestreo para de esta forma reducir los niveles de ruido ambiental.

La tesis presentada por DOMÍNGUEZ (2009), titulada “Medición y procesamiento avanzado de indicadores de ruido, en zonas críticas localizadas dentro del distrito Federal “, para recibir el Grado de Maestra en ciencias en ingeniería de cómputo con opción en sistemas digitales, tiene como objetivo desarrollar un modelo computacional para procesar y analizar señales de ruido urbano con aplicaciones en zonas críticas ubicadas en el Distrito Federal dentro del Centro Histórico de la ciudad de México, ya que el ruido es considerado como un problema que debe ser tomado en cuenta con gran prioridad debido a que en gran parte del efecto del ruido puede causar daños a la salud. La tesis proporciona los siguientes aportes:

- Presenta el diseño de un modelamiento computacional que recibe como parámetros de entrada la energía provocada por una fuente de ruido, medida en decibeles, y los patrones de ruido ambiental tomados de los puntos críticos de medición. La salida del modelo computacional proporciona los indicadores estadísticos y espectrales dando como resultado el comportamiento o situación de los niveles de ruido que se dan en el área muestreada.

La tesis presentada por LOBOS (2008), titulada “Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt “, para recibir el Grado Licenciado en Acústica y el Título Profesional de Ingeniero Acústico, tiene como objetivo Medir, representar y evaluar los niveles sonoros obtenidos en distintos puntos de la ciudad y la percepción y grado de molestia del ruido ambiental que tienen los habitantes de Puerto Montt, debido a que los impactos del ruido sobre la población ocasiona daños psicológicos y fisiológicos, por lo cual, su estudio es de gran importancia, de los resultados obtenidos se puede destacar, que solo un 8.9% de los habitantes de Puerto Montt se considera nada sensible al ruido ambiental de la ciudad y un 90% presenta algún grado de sensibilidad frente a este contaminante. La tesis proporciona los siguientes aportes:

- Una caracterización del ruido, con respecto a la percepción del ruido ambiental exterior que afecta al ambiente interior del hogar, solo un 5% lo percibe como no audible y un 94.4% presenta algún grado de audibilidad. Referente a la percepción del ruido exterior al interior del trabajo solo un 7.2% lo califica como nada audible y un 82.5% presenta algún grado de audibilidad. Un 64.6 % percibe el ruido ambiental de la ciudad como igual durante todo el año y un 25,3% identifica el verano como más ruidoso. De las fuentes de ruido más molestas reconocidas en la ciudad se destacan la producida por el tráfico vehicular con un 47.6% y el ladrido de perros con un 22.6%. Un 95.5% de la población asume que el ruido ambiental es un problema importante en la calidad de vida, también se puede apreciar el grado de molestia que provoca, en el interior del hogar (por ejemplo, en el dormitorio, living, etc.), distintas fuentes, tales como el tráfico vehicular, locales de diversión, talleres o industria, vecinos, obras y construcciones, actividades de iglesias, actividad portuaria y actividad turística.

La tesis presentada por SALAZAR (2012), titulada “Pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile“, para recibir el Grado de Doctorado. Tiene como objetivo a partir de la muestra analizada establecer un modelo para predecir la pérdida auditiva por contaminación acústica laboral, el cual permite adoptar las medidas preventivas necesarias para disminuir la prevalencia de esta patología a nivel poblacional, y los impactos que ella genera, debido a que

el territorio urbano se enfrenta hoy a diversos problemas ambientales, producto del nivel y condición de desarrollo que a nivel mundial ha alcanzado la resolución de las necesidades de transporte, energía, alimentación, tecnología y comunicación. Esta tesis proporciona el siguiente aporte:

- Encuentra como resultado una relación entre el ruido y el deterioro auditivo, considerando la condición de expuesto ( $NPS_{eq} \geq 80$  dBA) o no expuestos ( $NPS_{eq} < 80$  dBA), el 32.38% de la muestra se considera expuesto a contaminación acústica, es decir, su nivel de exposición a ruido es mayor o igual a 80 dBA. Al hacer un análisis más detallado del nivel de contaminación acústica, el 48.55% de la muestra está expuesta a niveles de presión iguales o superiores a 85 dBA, siendo 85 dBA el límite máximo permitido legal vigente en Chile.

La tesis presentada por LÓPEZ (2009), que tiene como título “Intensidad de ruido a la que se exponen los maestros en una escuela superior de la región central de Puerto Rico y su percepción al respecto”. Trabajo presentado para obtener el grado de Maestría en Ciencias en Gerencia Ambiental en Manejo y Evaluación de Riesgo Ambiental. El objetivo de la tesis es determinar si los maestros de esta escuela se exponen a una intensidad sonora por encima de la recomendada y la percepción de éstos de su ambiente laboral acústico, debido a que el ruido para las personas no es una novedad. Por el contrario, es una característica del mundo moderno, con la cual estamos acostumbrados a vivir. Muchos son los que apenas lo perciben y muchos más aun los que piensan que es inevitable. Nos resulta imposible imaginar cualquier ciudad en silencio; sin el estruendo de las máquinas que nos ayudan a construir edificios donde vivir y trabajar, a crear más carreteras para que aún más automóviles transiten por ellas, dejando tras ellos la evidencia sonora de su paso. Tampoco imaginamos la ciudad sin la algarabía de las personas, que expresan sus emociones a viva voz, con música, pirotecnia o cualquier artefacto ruidoso. Con esta investigación pudimos comprobar que los maestros de esta escuela están expuestos a niveles de ruido que interfieren con el proceso enseñanza- aprendizaje, pero no llegarían a ser riesgo de pérdida auditiva, por lo que el Reglamento de Control de Ruido de OSHA no aplica en este caso. Tampoco consideramos el ruido como un factor que pudiera intensificar el desarrollo de comportamiento agresivo

entre los maestros o de desórdenes mentales latentes. Sin los niveles registrados deben estar interfiriendo con la comprensión del lenguaje hablado tanto para los estudiantes como para los maestros, por lo que el maestro tendría que hacer un esfuerzo vocal para que sus estudiantes comprendan el mensaje.

La tesis presentada por ARANGO Y MOLINA (2010), que tiene como título “Construcción de una barrera acústica a escala para disminuir la contaminación sonora por el alto flujo vehicular”, para recibir el título de Ing. De Sonido, tiene como objetivo construir un modelo a escala de una barrera acústica que reduzca el ruido para una vía rápida con alto flujo vehicular en la ciudad de Bogotá d.C. En este proyecto se hace un estudio de los tipos de onda, comportamiento del sonido en el medio exterior, fuentes sonoras y por ultimo modelos a escala, esto con el fin de determinar las condiciones de construcción del prototipo. Con este proyecto se pretende dar una posible solución al ruido en las vías rápidas con alto flujo vehicular para mejorar la calidad de vida de las personas que residen en ese entorno.

- La metodología implementada para la obtención de datos es la siguiente: Sonómetro (medición de ruido en una vía rápida), Micrófonos de medición (medición de nivel de presión sonora con la barrera, prototipo), Computador portátil (grabación de mediciones y procesamiento de información), Interfaz de audio, Amplificador, Ecualizador, Parlante (medición de absorción del material).
- Los modelos a escala de barreras acústicas reducen el nivel de presión sonora en el receptor, sin embargo, la construcción de este no facilita el óptimo diseño de la barrera ya que los modelos hacen una predicción del campo sonoro y al ser escalado se cambian muchas condiciones como las frecuencias y distancias que modifican el comportamiento del campo, por lo tanto, para tener un diseño idóneo de una barrera se debe conocer, estudiar y clasificar la fuente de ruido.

La tesis presentada por QUIROZ (2013), que tiene como título “Estudio de pantallas acústicas elaboradas a partir de Green Composites”, realizada en la ciudad de Gandia, para optar el grado de Master, tiene como objetivo el estudio y caracterización de materiales composites a base de fibras naturales para su uso en

Pantallas Acústicas. Además, estudiar el comportamiento de estos Green-composites como panel perforado para su aplicación como elemento reductor del ruido. Se explican los estudios realizados y sus resultados. Exponiendo el proceso de selección de un Green composite para después pasar a realizar el estudio de este en la cámara reverberante. Además, se realiza el estudio de diversos perforados para así decidir cuál realizarle al Green composite.

- Uno de los apartados implementados hace una clasificación de los diferentes tipos de pantallas acústicas que existen según su material de construcción. También, se expone un breve resumen de las distintas normas que fueron utilizadas.
- En el estudio se han caracterizado acústicamente 6 tipos distintos de Green Composites con el fin de optimizar el diseño de la pantalla acústica final. Estos resultados nos han indicado que las placas de Green Composites se pueden utilizar en la elaboración de pantallas acústicas como paneles, imitando la función de las placas metálicas en las tradicionales pantallas acústicas dándonos un resultado favorable para la mitigación de la presión sonora.

La tesis presentada por ACUÑA (2006), que tiene como título “Recomendaciones para la evaluación del impacto acústico de proyectos aeroportuarios”, realizada en la ciudad de Chile, para optar el grado de Ing. Acústico, tiene como objetivo estudiar, analizar y exponer información acerca del ruido de las aeronaves alrededor de los aeropuertos y proveer los antecedentes necesarios para su correcta evaluación e interpretación. A la vez propone recomendaciones de evaluación de impacto acústico para proyectos de nuevos aeropuertos.

- La metodología implementada en este procedimiento “screening” o de estimación de los niveles de ruido, usado para simplificar los pasos de valoración ambiental, determinando la necesidad de aumentar el análisis mediante el modelo INM como parte de las valoraciones y declaraciones de impacto ambientales y las regulaciones federales e aviación.
- La evaluación ambiental del ruido de las aeronaves es extremadamente compleja, debido a múltiples factores los cuales afectan directamente o

indirectamente las mediciones. Dentro de los principales factores, se encontraron:

- Factores atmosféricos. (Vientos, atenuaciones, gradientes de temperatura, etc.).
- Tipo de aeronave. (Homologación acústica)
- Operaciones aéreas. (Despegue, aterrizaje, sobrevuelo).
- Trayectorias aéreas. (Posiciones exactas respecto de los puntos de medición).

### **2.1.3. REVISTAS DE DIFUSIÓN CIENTÍFICA**

El artículo del autor SÁNCHEZ (2012) que se titula “Ruido, medio ambiente, sociedad y salud” presentado en la revista electrónica Cubana de Otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello, cuyo interés del presente artículo es realizar un análisis de la influencia del ruido sobre la salud, sus implicaciones ambientales y sociales. Para lo cual se efectuó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Medline y la consulta de otras fuentes bibliográficas, de acuerdo al análisis se evidencian serias implicaciones para la salud humana, hábitat de las aves y especies marinas, así como la importancia de la toma de conciencia social para el desarrollo de estrategias y planes de control del ruido ambiental y el cumplimiento de las leyes establecidas al respecto. El impacto del ruido sobre la salud es hoy una realidad evidente, la sociedad moderna, sustentada en el empleo de la tecnología, fomenta el uso de dispositivos generadores de ruido, y nuestros niños y jóvenes están siendo expuestos más temprano que nunca a su influencia; en nuestras manos está evitar que el futuro de nuestras generaciones sea de sordos, lo que pudiera haber sido un tema para una novela de José Saramago que quizás hubiera titulado "Ensayo sobre la sordera".

El artículo presentado por el autor QUINTERO (2012), que se titula “Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia”, presentado en la revista virtual de la Universidad Católica del Norte, presenta la caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia, usando la metodología enfocada en la evaluación

de los niveles de ruido generado por el tráfico presentes en el punto con mayores condiciones de movilidad crítica sobre la Carrera 12 y la Carrera 9 buscando la correlación entre niveles de presión sonora y volúmenes vehiculares mediante un análisis de correlaciones de Pearson y análisis de varianza Anova. Este dio como resultado que la variación del nivel de presión sonora durante los periodos de medición presentaba un comportamiento estable, conservándose también a lo largo del día, lo que permitió sugerir que los altos niveles de presión sonora no eran una consecuencia inmediata de los altos flujos vehiculares, sino que respondían a los volúmenes de tipos específicos de vehículos como los de transporte público, particulares y taxis en el centro de la ciudad de Tunja.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.2.1.1. Presión sonora

La presión sonora traduce o describe al sonido como una perturbación que se propaga a través de un medio, relacionados a cambios de presión (P), velocidad vibratoria (Vv) y densidad ( $\rho$ ), y puede ser percibida por el ser humano en frecuencias comprendidas entre 20Hz Y 20KHz (CASTRO, 2009), debido a que es una magnitud que responde el oído humano. Ver figura 9.

La unidad más usual para poder caracterizar el sonido y por su naturaleza de percepción, está obligada a utilizar una escala logarítmica para referirse a la amplitud de la presión sonora, en un intento de construir una escala manejable

#### ECUACIÓN DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA

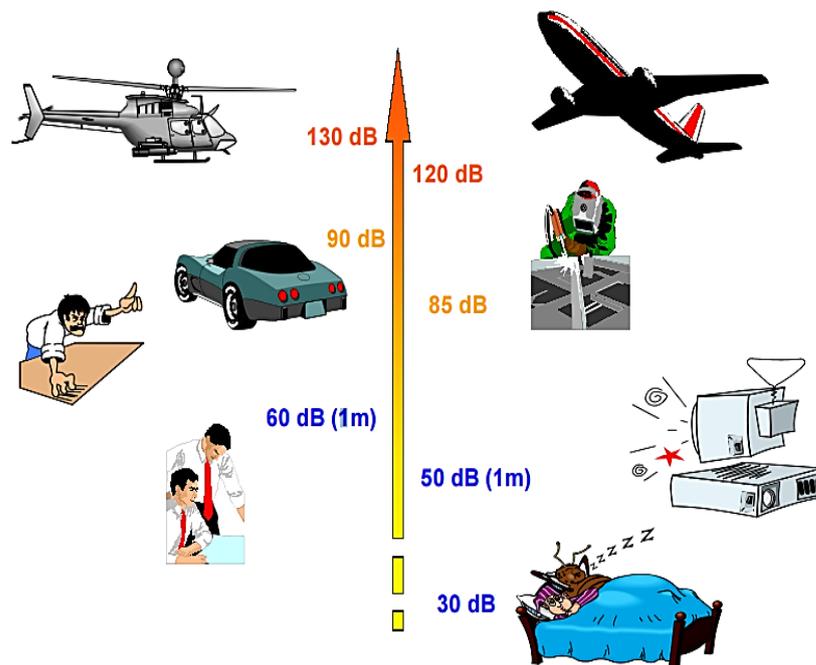
$$SLP = 10 \cdot \text{Log} \left( \frac{P^2}{P_{ref}^2} \right) = 20 \cdot \text{Log} \left( \frac{P}{P_{ref}} \right) (dB)$$

Fuente: Elaborado por CASTRO (2009).

La referencia del nivel de presión sonora,  $P_{ref} = 2 \cdot 10^{-5}$  Pa se toma a partir del umbral de audición humana a 1.000 Hz. La presión sonora es una función escalar, que depende del punto donde se observe. Para un

entorno determinado, también depende de la distancia a la fuente sonora, de la potencia acústica radiada por dicha fuente y de las características acústicas del entorno. La presión sonora por sí sola no proporciona información suficiente sobre la emisión acústica. El conocimiento de la potencia acústica radiada por una fuente sonora, permite predecir el nivel de presión sonora en cualquier punto del entorno acústico.

**Figura 9.**  
**Niveles de presión sonora típicos para diferentes fuentes sonoras.**



Fuente: CASTRO (2009).

### 2.2.1.2. El Sonido

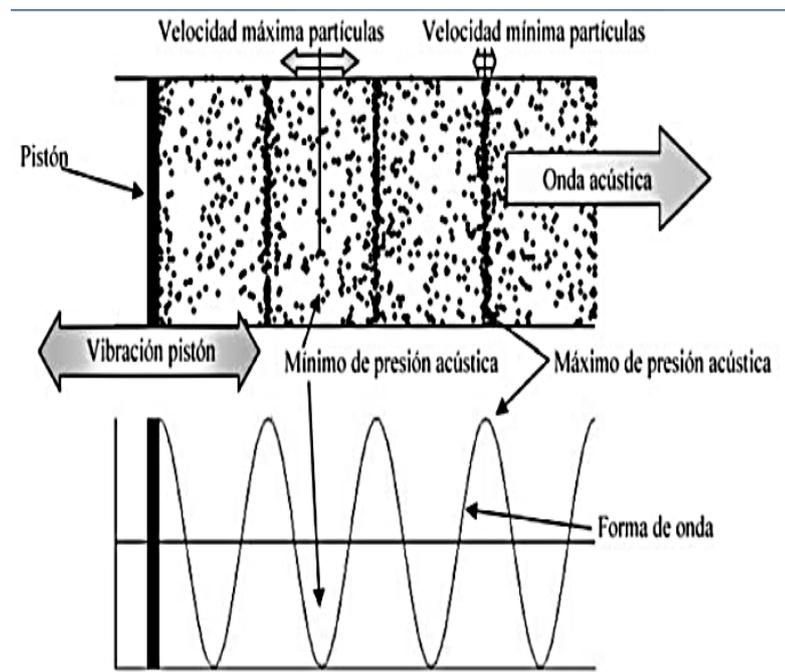
Para BARTI (2010), usualmente se mide el sonido para evaluar su capacidad contaminante, para la cual se usan las mediciones sonométricas empleadas actualmente para las legislaciones vigentes, las cuales en su valoración no reflejan la situación real ya que no toman en cuenta los aspectos subjetivos del sonido las cuales están influenciadas a las condiciones del entorno.

### 2.2.1.3. Propagación del Sonido

Para BARTI (2010), el sonido se propaga a través de un medio en forma de ondas transversales y longitudinales, se trata del desplazamiento de las partículas paralelo a la dirección del desplazamiento de la onda acústica, la (Figura N 10), muestra el efecto de accionar un pistón dentro de un tubo. El pistón tiene un movimiento vibratorio horizontal, y ajusta perfectamente en el tubo. Cuando el pistón se desplaza a la derecha comprime las partículas de aire formando los máximos de presión y al desplazarlo a la izquierda genera una depresión formando los mínimos de presión. Este desplazamiento es generado por la onda acústica, vibrando alrededor de un punto de equilibrio.

Figura 10.

**Onda acústica longitudinal, Los puntos representan partículas de aire, nótese como los máximos de presión coinciden con la proximidad de partículas y corresponden a un mínimo de velocidad de las partículas.**



Fuente: BARTI (2010).

Para BARTI (2010), las fuentes que intervienen o tienen influencia en la propagación del sonido son las características del entorno:

- Temperatura
- Humedad
- Presión
- Viento
- Suelo
- Distancia
- Barreras, vegetación, estructuras

En las situaciones reales la propagación del sonido en exteriores, las previsiones del nivel de ruido percibido, pueden definir bastante de las previsiones debidas a las influencias climatológicas y aspectos como las zonas de FRESNEL que pueden modificar notablemente las previsiones ya que toma en cuenta los efectos climatológicos la cual llama ATENUACIÓN EXTRA ( $A_E$ ), el cual hace referencia a los diversos fenómenos que modifican de una manera u otra el nivel de sonido que llega al receptor.

#### ECUACIÓN DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA

$$L_P = L_W - 20 \cdot \text{Log}(r) - 11 - DI - A_{abs} - A_E$$

Fuente: BARTI (2010).

DONDE:

$L_P$ : Es el nivel de SPL obtenido a una distancia "r" de la fuente.

$L_W$ : Es la potencia acústica de la fuente.

DI: Es el índice de directividad de la fuente

$A_{abs}$ : Es la absorción atmosférica.

$A_E$ : Es la atenuación extra.

#### **2.2.1.4. Medida del Sonido**

Según BARTI (2010), para poder realizar mediciones de sonido se tiene dificultades con definir de qué tipo de sonido se trata que está relacionada estrechamente a la fuente de emisión.

Los factores que describen un sonido son:

- Nivel de presión sonora y frecuencias presentes en el ruido.
- Las variaciones de las características del ruido con respecto al tiempo.
- Existencia de componentes tonales y/o impulsivas.
- Impresiones subjetivas que produce sobre las personas.

#### **2.2.1.5. Tipos de ruido**

De acuerdo a la NTP ISO 1996-1 existen varios tipos de ruido. Sin embargo, para efectos del presente protocolo, se considerarán los siguientes:

##### **A. En función al tiempo**

- **Ruido Estable:** El ruido estable es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente de manera que no presente fluctuaciones considerables (más de 5 dB) durante más de un minuto. Ejemplo: ruido producido por una industria o una discoteca sin variaciones.
- **Ruido Fluctuante:** El ruido fluctuante es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente y que presentan fluctuaciones por encima de 5dB durante un minuto. Ejemplo: dentro del ruido estable de una discoteca, se produce una elevación de los niveles del ruido por la presentación de un show.

- **Ruido Intermitente:** El ruido intermitente es aquel que está presente sólo durante ciertos periodos de tiempo y que son tales que la duración de cada una de estas ocurrencias es más que 5 segundos. Ejemplo: ruido producido por un compresor de aire, o de una avenida con poco flujo vehicular.
- **Ruido Impulsivo:** Es el ruido caracterizado por pulsos individuales de corta duración de presión sonora. La duración del ruido impulsivo suele ser menor a 1 segundo, aunque pueden ser más prolongados. Por ejemplo, el ruido producido por un disparo, una explosión en minería, vuelos de aeronaves rasantes militares, campanas de iglesia, entre otras

#### **B. En función al tipo de actividad generadora de ruido**

- Ruido generado por el tráfico automotor.
- Ruido generado por el tráfico ferroviario.
- Ruido generado por el tráfico de aeronaves.
- Ruido generado por plantas industriales, edificaciones y otras actividades productivas, servicios y recreativas.

#### **C. Caracterización en frecuencia:**

- **Ruido Blanco.** Se trata de un tipo de ruido con espectro plano. Tiene la misma energía en todas las frecuencias. Se utiliza en acústica como señal de referencia para medir determinadas características de sistemas acústicos utilizando analizadores de espectro FFT. Estos analizadores no utilizan descomposición espectral mediante bancos de filtros de octava o tercio de octava, sino que calculan el espectro de la señal que se desea estudiar realizando la DFT.
- **Ruido Rosa.** El nivel de energía de este tipo de ruido decae a razón de 3 dB/octava. A la salida de un banco de filtros de octava este ruido presenta un nivel de energía uniforme. Se utiliza como señal

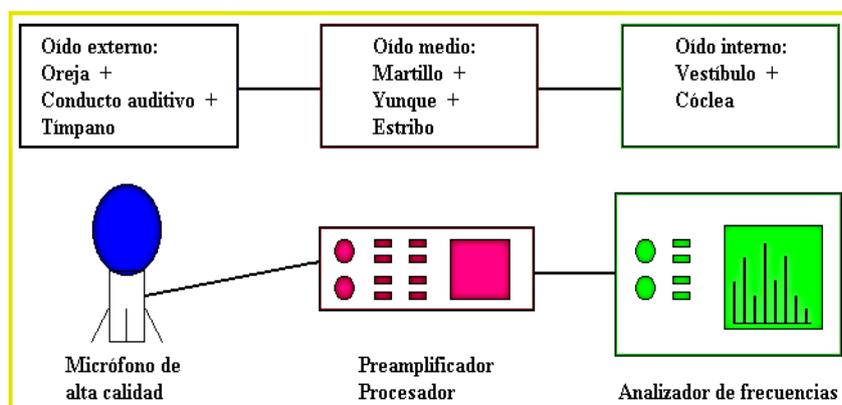
de referencia para la realización de todas las medidas acústicas en las que se debe realizar una descomposición de la señal en bandas de octava o fracción de octava: medidas de aislamiento acústico, potencia sonora, absorción acústica, realización de ecualización de salas, etc.

- **Ruido Tonal.** Ruido cuyo espectro presenta un marcado componente tonal. Habitualmente presenta armónicos de la frecuencia fundamental. Multitud de ruidos cotidianos presentan esta característica: ventiladores, compresores, etc. Dependiendo de la frecuencia fundamental del tono, este tipo de ruido puede llegar a ser muy molesto.

#### 2.2.1.6. Sistema auditivo humano

Para CASTRO (2009), el sentido del oído nos permite reconocer sonidos, comunicarnos, escuchar y disfrutar, es el conjunto de órganos que hacen posible el sentido del oído en un ser vivo, es decir, lo facultan para ser sensible a los sonidos. La función de nuestro sistema auditivo es, esencialmente, transformar las variaciones de presión originadas por la propagación de las ondas sonoras en el aire en impulsos eléctricos (variaciones de potencial), información que los nervios acústicos transmiten a nuestro cerebro para la asignación de significados. Ver figura 11

**Figura 11.**  
**Funcionamiento del oído humano.**



Fuente: CASTRO (2009).

### **2.2.1.7. Revisión auditiva**

Según CASTRO (2009), una revisión auditiva permite evaluar la capacidad de audición de una persona en tan sólo unos minutos.

Se trata de una prueba sencilla e indolora que se lleva a cabo en la consulta del especialista o en un centro auditivo, en una cabina insonorizada diseñada para efectuar diferentes análisis auditivos sin la interferencia de otros sonidos o ruidos externos.

Tras recopilar la máxima información posible sobre el paciente, se lleva a cabo una otoscopía para comprobar que no hay tapones de cerumen, inflamaciones internas, supuraciones o perforaciones. A continuación, se practica una audiometría tonal vía aérea para determinar el umbral de audición del paciente y una audiometría tonal vía ósea que permite medir la capacidad de audición del oído interno. Por último, se realiza una audiometría verbal para evaluar la capacidad de distinguir entre sonidos de una misma palabra, así como una prueba del umbral de incomfort.

### **2.2.1.8. Efectos nocivos del ruido en el ser humano**

Las relaciones dosis-efecto se utilizan para evaluar el efecto del ruido sobre la población.

- Relación entre las molestias y los valores de niveles de ruido obtenidos referente al ruido del tráfico.
- Relación entre las alteraciones del sueño y los valores de niveles de ruido obtenidos referente al ruido del tráfico.

También podrían presentarse relaciones sobre dosis de efecto.

- Viviendas con aislamiento especial de ruido.
- Distintos climas o culturas.
- Viviendas con fachada tranquila.

Para CASTRO (2009), la hipoacusia inducida por ruido (HIR), representa en nuestro medio uno de los problemas de salud prevalentes, como resultado de la contaminación sonora ambiental y ruido ocupacional, que

deja graves secuelas en el órgano de la audición, con sorderas profundas, trastornos del lenguaje y severas limitaciones sociales. La OPS refiere una prevalencia promedio de hipoacusia del 17% para América Latina, en trabajadores con jornadas de 8 horas diarias, durante 5 días a la semana con una exposición que varía entre 10 a 15 años. En nuestro país no existe un control riguroso de los niveles de ruido existentes en los centros de trabajo. Se sabe que un número elevado de trabajadores se encuentran sometidos a niveles sonoros por encima del límite máximo permisible (LMP) determinado en 85 dB(A). Los umbrales auditivos de las personas pueden ser afectados por cuatro fenómenos: la presbiacusia, o pérdida de audición debida al envejecimiento del oído; la exposición diaria a los ruidos habituales; la relacionada con las condiciones patológicas que afectan el sistema auditivo y la pérdida de audición inducida por ruido relacionada fundamentalmente, con la exposición al ruido en los centros de trabajo.

#### **2.2.1.9. Efectos nocivos del ruido en el ambiente**

Según ESPINOZA (2007), el ruido pertenece al componente o sistema físico dentro del marco de la dimensión ambiental o ecosistémica. De igual modo, realiza un énfasis en el nivel del ruido generado como un potencial impacto negativo influyente en el equilibrio ambiental de corte cuantitativo. El problema de la calidad ambiental urbana se ve mermada por dicho nivel de ruido principalmente por el incremento, en muchos casos exponencial, de fuentes emisoras o generadoras de ruido como: el parque industrial, el parque automotor, etc.; la persistencia de dicho aspecto ambiental podría desencadenar una condición de severidad muy compleja relacionada con la exposición al mismo propiamente dicho. El ruido propiamente podría alterar una condición necesaria para el desarrollo de la vida ya sea en el factor biológico (flora y fauna), en el cual se ve alterado el equilibrio del ecosistema o del nicho ecológico propio de ciertas especies en función de las actividades generadoras del mencionado ruido, haciendo que las cadenas propias de los seres bióticos se vean alteradas, por tanto, la riqueza biológica y endémica (biodiversidad) se vería impactada significativamente. La consideración

de alternativas de mitigación o de reducción del ruido en diversas actividades de producción o servicio es más que necesaria para lograr una calidad de vida mediante la preservación del equilibrio ecosistémico.

## 2.2.2. METODOLOGÍAS EXISTENTES

### 2.2.2.1. Nivel equivalente continuo

Para CASTRO (2009), el LAeq o Nivel Equivalente Continuo es el nivel de un ruido continuo que contiene la misma energía que el ruido medido, y consecuentemente también posee la misma capacidad de dañar el sistema auditivo. Una de las utilidades de este parámetro es poder comparar el riesgo de daño auditivo ante la exposición a diferentes tipos de ruido. Este parámetro es básico para cualquier medida de ruido y su definición se encuentra en la mayoría de las normas de medida de ruido y de la legislación actual sobre protección acústica. El LAeq ponderado A se denota como LAeq.

El LAeq se calcula a partir del valor cuadrático medio de la presión sonora ponderada A en un período de observación  $T = t_2 - t_1$ :

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left( \frac{p_A^2(t)}{p_{ref}^2} \right) \cdot dt \right] \quad (dBA)$$

Muchos equipos proporcionan el Leq cada seg. El Leq en un intervalo subdividido en un conjunto de intervalos,  $\Delta t_i$ , se puede calcular como:

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log \frac{1}{T} \sum_{i=1}^N \Delta t_i \cdot 10^{\frac{(L_{Aeq})_i}{10}} \quad (dBA)$$

Donde N es el número total de intervalos en los que se divide T y  $(L_{Aeq})_i$  es el nivel continuo equivalente ponderado A en el intervalo  $i$ -ésimo. Si todos los intervalos de muestreo son de la misma duración,  $\Delta t_i = \Delta t$ , la ecuación anterior se simplifica:

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log \frac{\Delta t}{N \cdot \Delta t} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{(L_{Aeq})_i}{10}} = 10 \cdot \log \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{(L_{Aeq})_i}{10}} \quad (dBA)$$

### 2.2.2.2. Niveles percentiles

Según CASTRO (2009), los Niveles Percentiles,  $L_n$  se definen como el nivel de presión sonora que es sobrepasado el  $n\%$  del tiempo de observación. Los más utilizados son:

- L10. Nivel sobrepasado solo durante el 10% del intervalo de observación. Es un descriptor del nivel de pico de la señal.
- L50. Nivel sobrepasado durante la mitad del tiempo de medida. Utilizado para calcular algunos descriptores de ruido de tráfico.
- L90. Indicativo de ruido de fondo de la señal. Estos niveles se calculan a partir de la función de distribución acumulada.

### 2.2.2.3. Curvas de valoración NC

Según CASTRO (2009), además de los índices mencionados, existen una serie de curvas de valoración que permiten relacionar el espectro de ruido con la perturbación que introduce en el desarrollo de una actividad determinada. Para la determinación del índice, simplemente se compara el espectro de ruido medido en bandas de 1/1 octava con los valores de una serie de curvas normalizadas. El valor del índice en cuestión corresponderá con el de la curva inmediatamente superior al máximo nivel espectral del ruido.

### 2.2.2.4. El tiempo de reverberación

Para CASTRO (2009), la ecuación de Sabine es uno de los parámetros que indiscutiblemente influyen de manera decisiva en muchos aspectos de la calidad acústica de una sala, es la reverberación. Los desarrollos de la teoría estadística van en gran medida encaminados a explicar este fenómeno. Se define el Tiempo de Reverberación,  $T$ , como el tiempo que

tarda la energía acústica en atenuarse 60 dB a partir del cese de la emisión de una fuente sonora dentro de una sala. En unidades naturales, la energía se habrá atenuado a la millonésima parte de su valor inicial. La Ecuación de Sabine proporciona un método para calcular de manera aproximada el tiempo de reverberación en una sala o recinto determinados:

$$T = 0.161 \cdot \frac{V}{A}$$

En la Ecuación de Sabine, T representa el tiempo de reverberación en segundos, V el volumen de la sala en cuestión en m<sup>3</sup> y A el área de absorción equivalente en m<sup>2</sup>.

### **2.2.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **2.2.3.1. Mediciones de ruido generado por el tránsito automotor**

- La medición se realiza en  $LA_{eq}$ , y ponderada en F (*o rápida, en inglés denominado Fast*).
- El tiempo a medir debe ser tal que capture el ruido producido por el paso vehicular de los distintos tipos de vehículos que transitan y a una velocidad promedio para el tipo de vía.
- Se debe contar el número de vehículos que pasan en el intervalo de medición, distinguiendo los tipos (por ejemplo: pesados y livianos).
- Se debe identificar el tipo o características de la vía donde se desplazan los vehículos.
- Cuando se presenta un tránsito no fluido se debe medir el ruido producido por el paso de 30 vehículos como mínimo por categoría identificada (*pesado y liviano*). En el caso que no se pueda obtener las mediciones del número indicado de vehículos se deberá reportar en la hoja de campo los motivos. Se debe registrar la presión sonora máxima  $L_{máx}$ , la cual debe ser registrada por cada

una de las categorías de vehículos registrados y considerando un mínimo de 30 vehículos por categoría.

### **2.2.3.2. Gestión de datos**

Como parte del procedimiento de medición, el técnico encargado deberá llenar la cadena de custodia establecido por cada punto de monitoreo realizado. En dicho formato se deberá incluir como mínimo la siguiente información:

- Ubicación exacta del punto de monitoreo.
- Zonificación de dicho punto de acuerdo al ECA.
- Tipo de fuente generadora del ruido y descripción de la misma.
- Croquis de ubicación de la fuente y del punto de monitoreo: deberá señalarse las distancias entre los puntos de medición y entre éstos y otras superficies,
- Identificación de otras fuentes emisoras de ruido que influyan en la medición. Deberá especificarse su origen y características.
- Valores de ruido obtenidos.
- Hora y fecha de la medición.
- Identificación del sonómetro utilizado y su calibración (en laboratorio y en campo).
- Descripción del entorno ambiental.

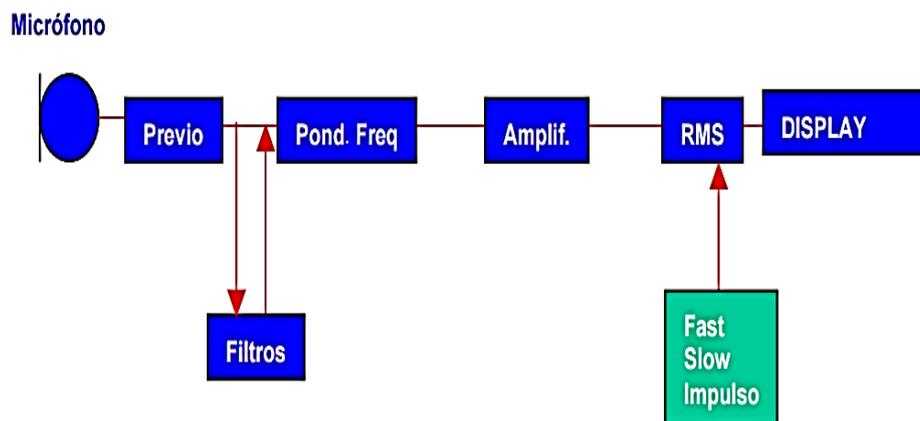
Una vez obtenida esta información, los operadores podrán analizar los resultados mediante métodos estadísticos o geográficos, de manera que se identifiquen la problemática del ruido en la zona de estudio y, a partir de éstas, se adopten medidas para mitigar los impactos. Posteriormente, estos indicadores facilitarán la verificación y control de las medidas establecidas. La presentación estadística de los datos de monitoreo de ruido pueden incluir indicadores como los siguientes:

- Porcentaje de población de una zona determinada expuesta a niveles de ruido que exceden los valores del ECA.
- Tipo de vehículo que emite mayores emisiones de ruido.
- Niveles de ruido por horas del día.
- Niveles de ruido por días de la semana
- Otros que se definan de acuerdo a los objetivos del monitoreo.

### 2.2.3.3. El sonómetro básico

Según CASTRO (2009), en este apartado se describen los bloques funcionales de un equipo básico para la medida del nivel de presión sonora. En la Figura 12 se muestran los distintos bloques que integran un medidor genérico: micrófono, preamplificador, red de ponderación en frecuencia (R.P.F.), banco de filtros, amplificador, detector RMS, red de ponderación temporal (Fast/Slow/Impulse), y finalmente un elemento o display que permita la representación de la señal captada. En sucesivos apartados se describen las funciones de cada elemento.

Figura 12: Diagrama de bloques genérico de un sonómetro.



Fuente: CASTRO (2009).

#### **2.2.3.4. El micrófono de medida**

Para CASTRO (2009), el micrófono es el elemento transductor, encargado de transformar las variaciones de energía acústica en señal eléctrica. Un micrófono de medida debe presentar una respuesta en frecuencia plana, es decir, debe presentar la misma sensibilidad -relación de transformación de presión acústica en tensión eléctrica- en todo el rango de frecuencias (20 a 20.000 Hz). Un micrófono de medida se caracteriza normalmente por uno de los tres tipos posibles de respuesta en frecuencia: campo libre, presión e incidencia aleatoria. Al introducir un micrófono dentro de un campo acústico, se produce una alteración de las características del campo debido a la difracción producida sobre el micrófono para frecuencias cuya longitud de onda es comparable al tamaño del mismo. Este efecto es particularmente evidente en frecuencias superiores a 1.000 Hz. Un Micrófono para Incidencia Normal presenta una respuesta en frecuencia uniforme cuando apunta hacia la fuente sonora en campo libre, compensando la perturbación que se produce en el campo sonoro. Un Micrófono de Presión responde uniformemente a la presión que le llega, sin compensar el efecto de perturbación que produce, y un Micrófono de Incidencia Aleatoria presenta una respuesta en frecuencia uniforme en situaciones donde el sonido llega simultáneamente de todos los ángulos de incidencia posibles (campos reverberantes). Para la mayoría de los micrófonos de medida, sus características de respuesta en presión e incidencia aleatoria prácticamente coinciden. Si un micrófono de incidencia aleatoria se utiliza en condiciones de campo libre, el nivel de presión sonora medido será demasiado elevado, mientras que, por el contrario, si se utiliza un micrófono de campo libre en condiciones de campo difuso, el SPL será subestimado. Muchos equipos de medida existentes en el mercado incorporan la posibilidad de corregir la variación de respuesta de un micrófono al variar el tipo de incidencia (campo libre/ random). Los micrófonos de medida suelen ser de tipo condensador, que combinan una excelente respuesta en frecuencia con una gran estabilidad y fiabilidad. Estos micrófonos presentan una impedancia de salida demasiado elevada, por lo que se necesita un preamplificador cuya principal misión es adaptar la impedancia del micro a la impedancia habitual de entrada

de un equipo de audio (en torno a los 100-150 Ohms). En general, requieren alimentación, que en muchos casos suministra el propio equipo de medida. Existen micrófonos de condensador prepolarizados que no necesitan que se les suministre tensión de alimentación.

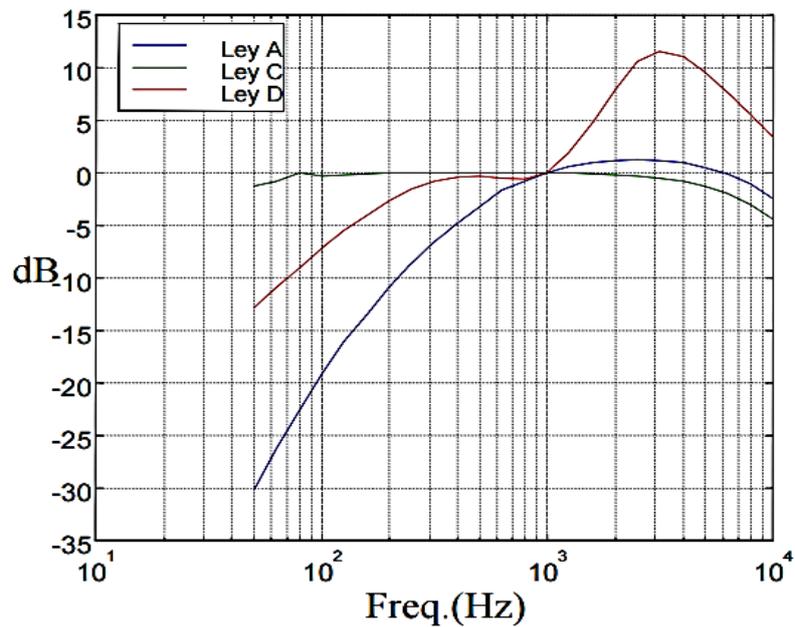
### **2.2.3.5. Banco de filtros**

Para CASTRO (2009), las aplicaciones donde se requiera un análisis en frecuencia de la señal acústica (medidas de aislamiento, potencia acústica, etc.) se deben utilizar equipos que cuenten con un banco de filtros normalizados de 1/1 ó 1/3 de octava. Para las medidas más habituales en acústica (aislamiento acústico, potencia radiada, etc.) es suficiente con una resolución espectral hasta de 1/3 de octava. Para otras aplicaciones (ecualización de salas, etc.), donde se requiera una resolución mayor existen sonómetros y analizadores de espectro en tiempo real con filtros de ancho de banda inferior al tercio de octava (1/12; 1/16 etc.).

### **2.2.3.6. La Red de Ponderación en Frecuencia**

Según CASTRO (2009), una vez convertida la señal acústica en señal eléctrica, un detector de sobrecarga se ocupa de generar el correspondiente mensaje de error en caso de que el margen dinámico de la señal captada exceda en margen de funcionamiento de alguna de las etapas posteriores, con lo que la medida resultante no sería correcta. En caso de no existir error, la medida seguiría su curso. La primera etapa que nos encontramos después del detector de sobrecarga es la red de ponderación en frecuencia. En esta etapa la señal pasa a través de un filtro cuya respuesta en frecuencia varía de forma análoga a la sensibilidad del oído humano, simulando los contornos o curvas de igual sonoridad. De esta forma se busca que el nivel de presión sonora medido refleje, en cierta manera, el nivel subjetivo percibido. Los equipos de medida suelen presentar cuatro características de ponderación, recogidas en las normas internacionales: Ver figura 13.

**Figura 13.**  
**Curvas de ponderación**



Fuente: CASTRO (2009).

- Para CASTRO (2009), la ponderación A, es la más utilizada ya que es la que mejor refleja la respuesta del oído humano para niveles habituales de ruido. Corresponde con el inverso de la curva isofónica de 40 fonos. Se utiliza para determinar el grado de molestia subjetiva que produce un ruido. La siguiente tabla muestra los valores que hay que añadirle a una medida realizada en dB para obtener el correspondiente valor en dBA.

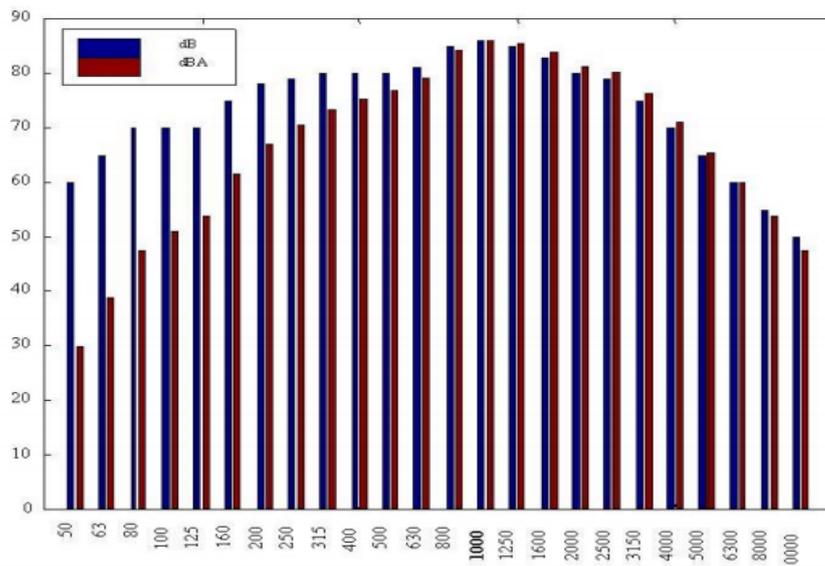
<b>F( Hz)</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>160</b>	<b>200</b>	<b>250</b>	<b>315</b>	<b>400</b>	<b>500</b>	<b>630</b>
<b>Ley A</b>	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9	-8,6	-6,6	-4,8	-3,2	-1,0
<b>F( Hz)</b>	<b>800</b>	<b>1000</b>	<b>1250</b>	<b>1.600</b>	<b>2.000</b>	<b>2.500</b>	<b>3.150</b>	<b>4.000</b>	<b>5.000</b>
<b>Ley A</b>	-0,8	0	0,6	1,0	1,2	1,3	1,2	1,0	0,5

- La ponderación B, Sigue aproximadamente el inverso de la curva de 70 fonos. Es la menos utilizada de las cuatro.
- La Ley La ponderación C, Se ajusta al inverso de la curva de 100 fonos. Utilizada en la ponderación de niveles de pico.

- La ponderación D, Es la curva de ponderación utilizada para determinar el impacto del ruido para niveles muy altos (aeropuertos).

Para CASTRO (2009), las normativas vigentes especifican que los niveles de ruido deberán medirse en "dBA". Este término se refiere a que en el sonómetro de medida se debe seleccionar esta ley de ponderación y como resultado, la medida vendrá expresada en "decibelios A", haciendo referencia a la red de ponderación utilizada. En el caso de medir ruidos de elevado nivel, debe utilizarse la "Ley D" y el resultado de la medida vendría expresado en "dBD". Para describir el efecto de la ponderación con Ley A, incluimos a continuación una gráfica que permite comparar una medida realizada en dB y una segunda medida obtenida en dBA. Ver figura 14.

**Figura 14.**  
**Comparativa entre niveles en dB y en dBA.**



Fuente: CASTRO 2009

Se puede observar claramente como las barras de la zona izquierda de la gráfica, correspondientes a las bajas frecuencias, son sensiblemente inferiores en los resultados expresados en dBA (barras rojas). El oído humano para estos niveles de ruido se comporta de forma análoga,

atenuando (debido a su menor sensibilidad) las bajas frecuencias. Las frecuencias medias permanecen inalteradas prácticamente.

#### **2.2.3.7. Detector RMS**

Para CASTRO (2009), todo detector RMS tiene una respuesta temporal determinada. Para equipos de medidas acústicas, están normalizadas tres tipos de respuestas:

- Fast. Respuesta rápida. Se utiliza para las medidas de ruido fluctuante. La constante de tiempo para este tipo de respuesta es de 125 ms.
- Slow. Respuesta lenta. Se utiliza para medir ruidos que no fluctúan rápidamente. La constante de tiempo es de 1 s.
- Impulse. Respuesta Impulsiva. Se utiliza únicamente para medir ruidos impulsivos, con una constante de tiempo de 35 ms.

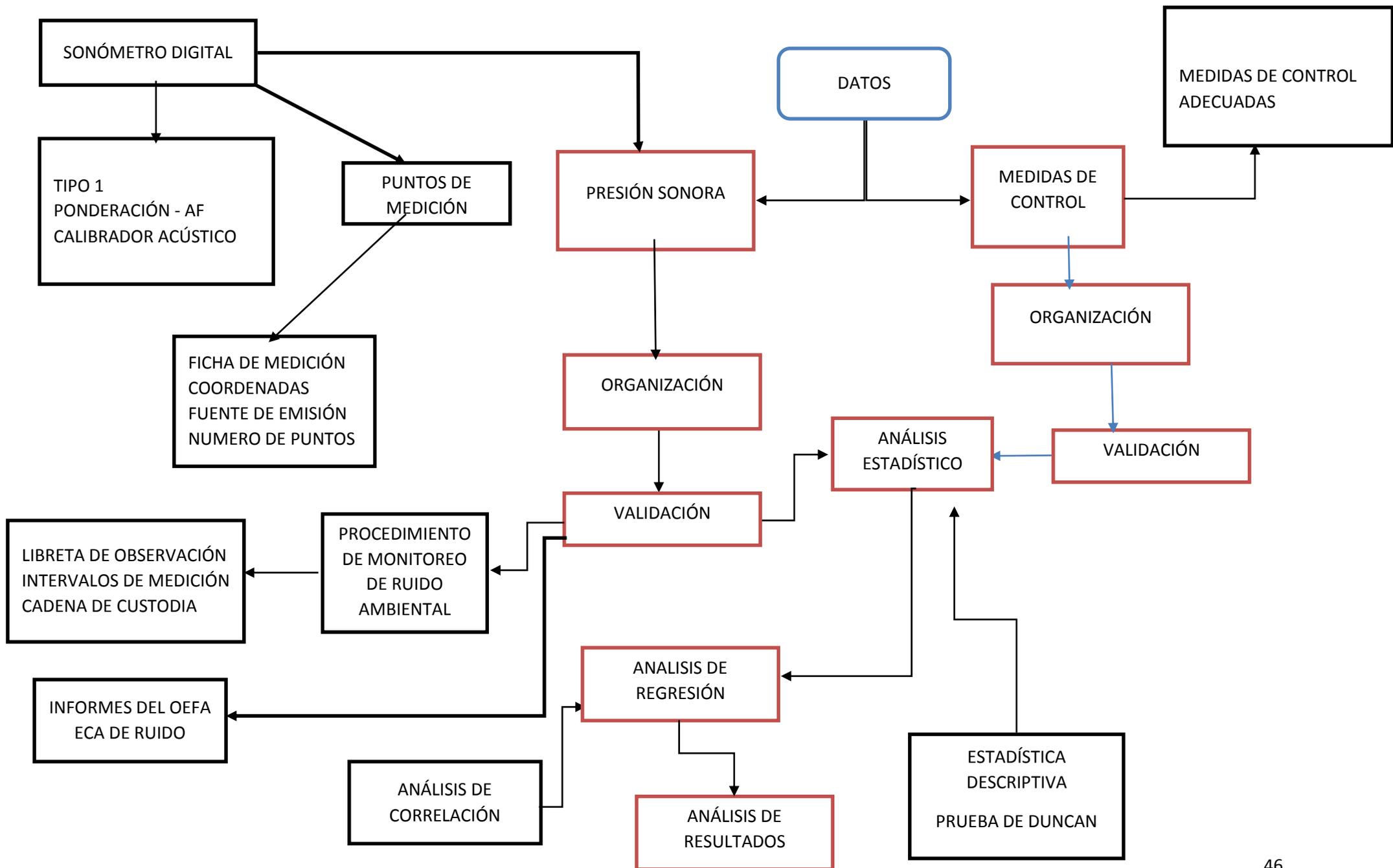
Medir un ruido con variaciones rápidas con una constante de ponderación slow supondría evaluar un nivel de presión sonora inferior al que realmente se está percibiendo. Este es quizás uno de los aspectos que no está recogido adecuadamente en la actual ley de protección acústica, ya que en su Anexo II, en la clasificación de ruidos, define el Ruido Continuo Fluctuante como aquél que medido con una respuesta lenta muestra variaciones de  $\pm 6$  dB. Técnicamente, ruidos con variaciones rápidas, deben ser medidos con respuesta rápida.

#### **2.2.3.8. Calibración**

Según CASTRO (2009), antes de proceder a medir conviene asegurar que los niveles de presión medidos por el sonómetro son correctos. Para ello se utiliza un calibrador acústico o pistófono que se aplica directamente sobre el micrófono del equipo de medida. El pistófono proporciona una señal de nivel de presión sonora conocido (nivel de

referencia). En general, los pistófonos suelen proporcionar un tono puro, de frecuencia 1 kHz. Con un SPL de 94 dB (1 Pa). Para garantizar que los pistófonos emitan la señal requerida o que el equipo mide, adecuadamente en todo el margen de frecuencias, debe enviarse periódicamente el equipo a un laboratorio certificado para la realización de calibraciones acústicas. Cuando se solicita una medición acústica debe solicitarse que los equipos utilizados estén dentro de un programa de calibración externa, lo que garantizará que las medidas se realizan adecuadamente. El número del certificado de calibración deberá figurar en los informes resultantes de las medidas.

#### **2.2.4. DISEÑO DE MODELO TEÓRICO CONCEPTUAL**



## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Extraído de las normativas nacionales e internacionales

- DS N° 085 – 2003 – PCM, Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido
- AMC N° 031-2011-MINAM/OGA, Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental.

**Calibrador acústico:** Es el instrumento normalizado utilizado para verificar la exactitud de la respuesta acústica de los instrumentos de medición y que satisface las especificaciones declaradas por el fabricante.

**Decibel (dB):** Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. Es la décima parte del Bel (B), y se refiere a la unidad en la que habitualmente se expresa el nivel de presión sonora.

**Decibel “A” dB(A):** Es la unidad en la que se expresa el nivel de presión sonora tomando en consideración el comportamiento del oído humano en función de la frecuencia, utilizando para ello el filtro de ponderación “A”.

**Emisión de ruido:** Es la generación de ruido por parte de una fuente o conjunto de fuentes dentro de un área definida, en el cual se desarrolla una actividad determinada.

**Estándares de Calidad Ambiental para Ruido:** Son aquellos que consideran los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior, los cuales no deben excederse a fin de proteger la salud humana- Dichos niveles corresponden a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A.

**Fuente Emisora de ruido:** Es cualquier elemento, asociado a una actividad determinada, que es capaz de generar ruido hacia el exterior de los límites de un predio.

**Horario diurno:** período comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22: 00 horas

**Horario nocturno:** período comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente.

**Inmisión:** Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación A, que percibe el receptor en un determinado lugar, distinto a la ubicación del o los focos ruidosos.

**Intervalo de medición:** Es el tiempo de medición durante el cual se registra el nivel de presión sonora mediante un sonómetro.

**Monitoreo:** Acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno.

**Nivel de presión sonora (NPS):** Es el valor calculado como veinte veces el logaritmo del cociente entre la presión sonora y una presión de referencia de 20 micro-pascales.

**Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT):** Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.

**Nivel de Presión sonora Máxima (LAmax ò NPS MAX):** Es el máximo nivel de presión sonora registrado utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición dado.

**Nivel de presión sonora Mínima (LAmin ò NPS MIN):** Es el mínimo nivel de presión sonora registrado utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición dado.

**Receptor:** Para este caso es la persona o grupo de personas que están o se espera estén expuestas a un ruido específico.

**Ruido:** Sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas.

**Ruido ambiental:** Todos aquellos sonidos que pueden provocar molestias fuera del recinto o propiedad que contiene a la fuente emisora.

**Ruido en ambiente exterior:** todos aquellos que pueden provocar molestias fuera del recinto o propiedad que contiene la fuente emisora.

**Norma técnica peruana NTP-ISO 1996-1 2007, ACÚSTICA Descripción medición y evaluación del ruido ambiental:** Tiene por objetivo definir los índices básicos a ser utilizados para describir el ruido en los ambientes comunitarios y describir los procedimientos de evaluación básicos. También especifica los métodos para evaluar el ruido ambiental y proporciona orientación en la predicción de la respuesta de una comunidad a la molestia potencial de la exposición a largo plazo de varios tipos de ruidos ambientales.

**Sonómetro:** Es un instrumento normalizado que se utiliza para medir los niveles de presión sonora.

**Trauma Acústico:** Es la consecuencia de una exposición única a niveles muy altos de presión sonora (ejemplo: explosiones, detonaciones).

**Zona comercial:** Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios.

**Zonas críticas de contaminación sonora:** Son aquellas zonas que sobrepasan un nivel de presión sonora continuo equivalente de 80dBA.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. MÉTODO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN**

###### **A. Método general o teórico de la investigación**

Dentro del entorno del método científico, el método general utilizado en la investigación fue el Deductivo, además de Analítico e Hipotético. El método deductivo se basa en el abordaje del conocimiento desde el punto de vista general hasta llegar a situaciones específicas; de igual manera, en análisis comparativos de los valores de presión sonora medidos en campo darán como principales resultados la validación de supuestos, o hipótesis de investigación, en relación al objetivo general de la investigación.

###### **B. Método específico de la investigación**

El método específico utilizado en la investigación fue el observacional directo, principalmente debido a que se tuvo en cuenta un fenómeno físico en la realidad, el cual puede ser plasmado como tal mediante la aplicación de una técnica, o protocolo, de muestreo propiamente en campo para la determinación/estimación de valores concretos que podrían ser comparados mediante escalas con límites máximos o estándares de calidad para así poder llegar a una conclusión del fenómeno en estudio. En relación al diseño de la investigación, el método observacional será específicamente de corte no experimental porque no se buscó

un cambio, o una manipulación, entre las variables en estudio. El proceso metodológico fue el siguiente:

### **Metodología**

Para realizar el monitoreo de ruido ambiental, se deberán seguir las siguientes directrices generales:

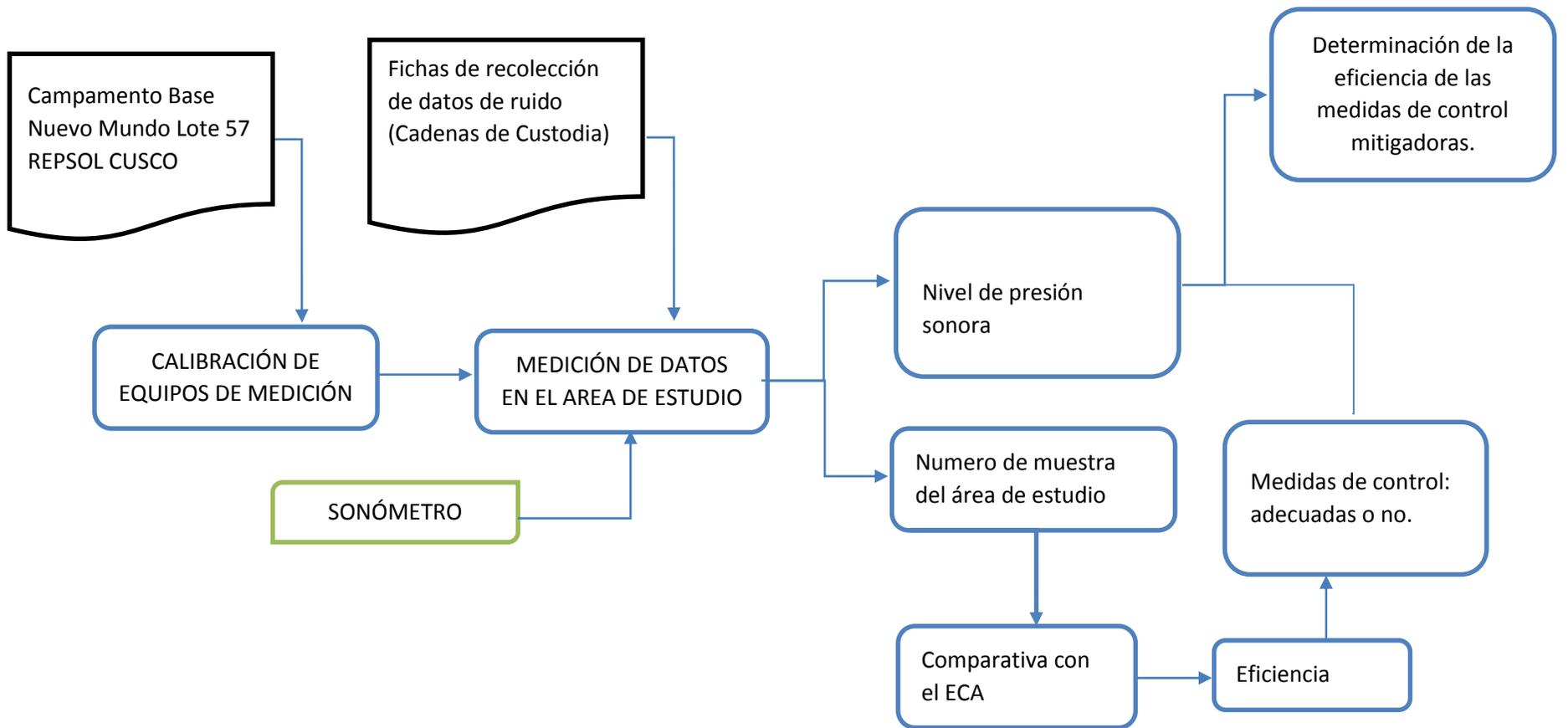
- El analizador de ruido fue calibrado en campo antes y después de cada serie de mediciones y/o cada 6 horas como mínimo, de acuerdo a los criterios establecidos por el fabricante a 114 dB y 1000 Hz.
- El sonómetro debe alejarse al máximo tanto de la fuente de generación de ruido, como de superficies reflectantes (paredes, suelo, techo, objetos, etc.).
- El sonómetro se mantuvo separado del cuerpo del operador para evitar el fenómeno de concentración de ondas.
- El micrófono del sonómetro estuvo colocado a 1.50 m sobre el nivel del piso.
- Las mediciones de ruido de tipo continuo, para fuentes sonoras y mapeo de ruido, se realizaron a través de la escala de ponderación “A” del sonómetro y respuesta “Slow” (lento).
- El tiempo de medición en promedio fue igual a 15 minutos por punto y en casos especiales fue menos tiempo, ya que las condiciones no permiten permanecer más tiempo.
- Se evitó la influencia del viento y partículas con la instalación de la pantalla corta viento, apropiado para el micrófono del sonómetro.

### **Procedimiento**

- Calibración del sonómetro a usar cada vez que se tome datos.
- Identificación de fuentes y tipos de ruido
- Ubicación de los puntos de monitoreo
- Instalación del sonómetro
- Identificación de unidades de ruido

- Medición de ruido
- Procesamiento de datos
- Análisis estadístico de datos

**C. Diagrama de flujo del procedimiento de monitoreo**



### **3.1.2. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **A. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue la aplicada, debido a que se tuvo en cuenta conocimiento ya existente a lo largo del proceso de la investigación. De igual modo, es posible inferir que el entorno aplicativo está relacionado con la solución de un problema inmediato, que para el caso sería la presión sonora en niveles no permitidos o fuera de un estándar de calidad.

#### **B. Nivel de investigación**

El nivel de la investigación fue la explicativa; en función de ello se procedió a explicar un fenómeno físico vinculado con una problemática ambiental creciente. Partiendo de la descripción o abordaje de un lugar y situación en concreto (operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco) se procedió a explicar el fenómeno ocurrente y de igual manera llegar a conclusiones reales y validadas acorde al nivel más alto de la metodología de la investigación.

### **3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño de la investigación fue longitudinal no experimental; no se buscó la manipulación de una variable en concreto, sin embargo, la recolección de datos estuvo condicionada a lo mencionado en el protocolo de muestreo de ruido establecido por normatividad, el mismo que identifica y recomienda realizar la toma de datos en varios momentos, acorde al diseño transeccional o longitudinal.

#### **3.2.1. TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

El tipo de investigación fue la aplicada, debido a que se tuvo en cuenta conocimiento ya existente a lo largo del proceso de la investigación. De igual modo, es posible inferir que el entorno aplicativo está relacionado con la solución de un problema inmediato, que para el caso sería la presión sonora en niveles no permitidos o fuera de un estándar de calidad.

### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1. POBLACIÓN**

La población en la investigación estuvo compuesta por los puntos determinados y a los que se procedió a monitorear respecto del ruido generado por las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL – Cusco, que son en total 05 para la situación diurna y otras 05 para la situación nocturna. Los puntos de monitoreo se encuentran delimitados en base a una referenciación geográfica por medio de la utilización de un instrumento de posicionamiento global (GPS) de alta precisión.

#### **3.3.2. MUESTRA**

La muestra en la investigación fue determinada mediante una técnica no probabilística a conveniencia. Se decidió el tomar a la totalidad de la población mencionada en el acápite anterior, es decir, para la condición de monitoreo diurno se tomaron 05 muestras y de igual manera en la condición nocturna (05 muestras más). A partir de ello es posible afirmar que el análisis de los datos estadísticamente será de corte no paramétrico por no tratarse de una selección de datos aleatorios simples o parametrizados como muestra representativa de la población asumida.

### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.4.1. TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

La técnica para la recolección de datos utilizada en la investigación en relación a la metodología fue la observación propia y directamente en campo.

- **Observación.** En esta etapa se utilizó el plano del proyecto, para ubicar los puntos de monitoreo de ruido ambiental, de acuerdo a las normas internacionales como la ISO 1996, además de acuerdo a las limitaciones de disponibilidad del sonómetro, se fija los puntos más críticos y significativos lo cual se encuentra en el Anexo N° 02
- **Cronograma de monitoreo.** Una vez establecido los puntos de monitoreo se realizó un calendario de monitoreo, siendo este calendario establecido según

las normas internacionales como ISO 1996, lo cual se acompaña en el Anexo N° 3

- **Formato de monitoreo.** De acuerdo a los puntos de monitoreo ya establecidos, se cuenta con un formato de cadena de custodia, dicha cadena de custodia se utilizó para recoger los datos de las mediciones en los puntos ya establecidos según UTM. Dicho formato se encuentra en el Anexo N° 4
- **Medición en campo.** Una vez establecido el formato de cadena de custodia, se realizó las respectivas mediciones, para ello se elaboró un formato de calibración de sonómetro, colecta de datos tales como, marca, series y tipo de sonómetro. Lo cual se acompaña en el Anexo N° 5.

### **3.4.2. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la investigación se aplicó el instrumento de recolección de datos denominada Ficha de Recolección, o, desde el punto de vista técnico, cadena de custodia.

Se utilizaron los siguientes equipos de monitoreo que tienen las siguientes características:

**SONÓMETRO:** Analizadores de Ruido SVAN 957 marca SVANTEK, es un instrumento destinado a las mediciones acústicas y las vibraciones, la vigilancia del medio ambiente, la salud y la seguridad. El equipo cumple con las siguientes características:

- 1 Sonómetros integradores de tipo 1, marca **SVANTEK** serie N°**21442** precisión  $\pm 0.5$  dB. Cumple con las Normas IEC 61672 Clase 1.
- 1 calibrador marca SVANTEK serie N° **21004** tipo **RUIDO AMBIENTAL**.
- 1 trípode para las mediciones con los sonómetros con una altura total de 1,50 m.

- 5 baterías de 9 voltios recargables.
- 1 receptor GPS.
- 1 computador.

**GPS:**

- Marca: Garmin.
- Modelo: ETREX-10.
- Serie: 2DR551855.
- Código: CAL-119-T.

**CÁMARA FOTOGRÁFICA:**

La cámara fotográfica es un instrumento que permitió la visualización de los espacios visitados, y así obtener evidencias de ciertas situaciones para lograr sus análisis. Además, con este instrumento se logró visualizar detalles que el ojo humano pudo omitir.

**TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS:**

Se realizó la prueba de diferencia de medias o llamada “Prueba de Duncan” para determinar la media aritmética validada y compararla con el estándar de calidad ambiental propuesta por la normatividad vigente de modo que los resultados representen una comparación simple para llegar a conclusiones significativas. De igual manera, se tendrán en cuenta las siguientes pruebas estadísticas:

- Análisis estadístico descriptivo.
- Análisis de regresión y correlación.

### **3.5. DISPOSITIVOS DE CONTROL ACÚSTICO**

#### **3.5.1. PANTALLAS VEGETALES**

Este tipo de dispositivo implementado está constituido por masas de vegetación, muy densa e implantada en un ancho de banda considerable. Las plantaciones de árboles que se hicieron en el proyecto dependieron mucho de su especie y su función:

- Altura
- Tipo de especie.
- Compatibilidad con el clima

Se acondicionó un espacio suficiente y adecuado para la edificación de la pantalla vegetal, con ello se consiguió incrementar el volumen de tierra en el interior de la pantalla mejorando la capacidad de absorción acústica.

El dispositivo de funcionamiento de este tipo de pantalla se centra en que los niveles de ruido generados por el trabajo de la planta industrial, pueda disminuir gracias a la absorción y a la expansión del sonido a través de la vegetación. Sin embargo, la espesura debe ser muy alta para obtener una razonable disminución del ruido. Es decir, su efectividad es insuficiente, no obstante, desempeña un resultado psicológico eficaz al proteger a los habitantes del campamento.

#### **A. Proceso de implementación**

Para este proceso de implementación se realizó una inspección del lugar donde se realizaría la arborización, a través de una visita y recorrido del área. Se determinó el área y la cantidad de plántulas a instalar y la especie apropiada, de acuerdo a las especies existentes en la zona.

- **Selección de especies**

Las especies empleadas fueron Caoba (*Swietenia macrophylla*), Lupuna (*Chorisia Insignis*), Castaño (*Castanea sativa*). Estas fueron abastecidas en un principio por pobladores de la zona a través de un programa ejecutado por el campamento.

- **Limpieza del terreno**

Se procedió a la limpieza del terreno, que consistió en la eliminación de desechos, piedras y malezas.

- **Apertura de hoyos**

Para la apertura de hoyos se hizo la demarcación del terreno, para este trabajo se utilizó barretas, picos y palas. La delimitación de hoyos fue de 50cm x 50 cm x 50cm.

- **Plantación**

Para el proceso de plantación se hizo una aleación de humus con tierra, la cual se suministró en el agujero, luego pasó a desligarse la planta de las bolsas contenedoras para ser ubicadas y apoyadas con una estaca que sirvió como guía. Se adicionó tierra de los alrededores con el apoyo de una pala y empujando levemente se fijó al árbol, asegurando que no quede holguras de aire en las raíces, y concluyendo con el proceso de plantación se diseminó aserrín para que sirva como cobertura.

- **Inspección de la plantación**

Luego de unas semanas de realizada la plantación, se procedió a inspeccionar la zona para evaluar la adaptabilidad y la custodia que tiene cada individuo, donde se evaluaron las muertes por especies.

## **CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS**

Índice de absorción [DL]: 6,15 dB

Índice de aislamiento [DLR]: 15,00 dB

### **B. Mantenimiento de plantaciones**

Al inicio de la plantación se realiza un tratamiento fitosanitario para evitar el ingreso de patógenos en el individuo. Una vez ya adecuado el plantón, se realiza el mantenimiento cotidiano de las plantaciones a través de raleos, para que lleguen a tener su máxima altura y diámetro.

### **3.5.2. PANTALLAS DE HORMIGÓN**

Este tipo de dispositivo implementado está constituido por hormigón, elemento habitualmente presente en las obras civiles, por lo que tienen un proceso constructivo fácil y de comportamiento resistente. Desde el punto de vista acústico, por ende, fue empleado para la fabricación de pantallas reflectantes. Estas pantallas se adaptaron adecuadamente a las necesidades del proyecto debido a la amplia variedad de formas y dimensiones, estas pantallas de hormigón son resistentes al fuego, calor, al impacto y al salitre requiriendo de muy poco mantenimiento.

- Medida estándar 3.96m y 2.40m de altura.
- Hormigón estructural.
- Hormigón poroso de alta calidad absorbente.

- **Proceso de implementación**

Para este proceso de implementación de este tipo de pantallas anti ruido consta de dos placas siendo las siguientes: placa matriz de hormigón estructural y hormigón poroso de alta calidad absorbente. La placa de hormigón poroso es propicia en una sección especial, optimizando la superficie de contacto. De esta forma, las ondas sonoras se introducen por los poros y se disipa en forma de calor por efecto de disensión.

- **Limpieza del terreno**

Se procedió a la limpieza del terreno, que consistió en la eliminación de desechos, piedras y malezas.

- **Trazo y nivelación**

Consiste en marcar sobre el terreno las medidas que se han determinado para la construcción de la pantalla.

- **Excavación**

Inicio de movimiento de tierras a cielo abierto, para el fijado de los muros pantalla. Esta actividad se puede realizar a mano. La profundidad está dada por el estudio de suelos, pero en caso de no tenerlo se debe cavar hasta hallar un suelo que tenga una consistencia dura.

- **Encofrado**

Estos encofrados se disponen verticalmente, bien fijados y empotrados en el fondo, para evitar que se produzcan movimientos y que se deslice el hormigón fresco por la base.

- **Solado**

Capa de concreto simple, conforman la base y sirve para realizar el trazo de la armadura y para transmitir al terreno el peso propio de las mismas y la carga de la estructura que soportan.

- **Vaciado**

Una placa de hormigón estructurado de volumen suficiente para afirmar su proceder mecánico. Esta placa otorga al módulo su capacidad de aislamiento acústico.

Sobre la placa anterior se acondiciona una capa elaborada con hormigón poroso, a la que se le suele dar un casi perfecto acabado en relieve, que le otorga una mejor apariencia estética. Esta capa es la que otorga al módulo su capacidad de absorción acústica, en distinto grado, según sean los componentes y dosificación utilizados en su construcción.

- **Ventajas**

- Buen aislamiento
- Fácil mantenimiento
- Gran durabilidad

- **Precauciones ante su prescripción**

- Baja absorción.
- Obstaculización de la visibilidad.
- Mucha rigidez al impacto vehicular.

- **Uso habitual**

- Sector de gran equilibrio de suelo-cimentado.
- Requerimiento de gran durabilidad (>20 años).

- **Características técnicas**

- Parte estructural.
- Material: hormigón armado.
- Hormigón: HA-25 B122A - Ømáx 12 mm.
- Dimensiones de la malla: [150] x [150] x [6] mm.

- **Parte porosa**

Material: hormigón poroso con gravilla Ø 3 - 6 mm.

- **Características mecánicas**

Resistencia a flexión frente a carga continua repartida: [200-350] kg/m<sup>2</sup>, en función del armado y del ancho del vano.

- **Características acústicas**

Índice de absorción [DL]: 5,14 dB

Índice de aislamiento [DLR]: 26,00 dB

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS

##### 4.1.1. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DIURNO

En la tabla 1 se observan los resultados de la medición de la presión sonora para el turno diurno. Por cada punto de control (PC-01-05) se tomaron cinco 05 mediciones en distintos puntos determinados en función de lo establecido por el Plan de Manejo Ambiental propio del proyecto Nuevo Mundo Lote 57 de Repsol.

**Tabla 1.**  
**Resultado de la medición de ruido en horario diurno, abril 2014 – julio 2015, Campamento Base Nuevo Mundo, Provincia de Satipo de la Región Junín, Atalaya de la Región Ucayali, y La Convención de la Región Cusco.**

	MEDICIÓN 1	MEDICIÓN 2	MEDICIÓN 3	MEDICIÓN 4	MEDICIÓN 5
<b>PC-01</b>	67,5	65,5	67,8	64,3	65,5
<b>PC-02</b>	84,5	84,3	86,0	85,5	85,5
<b>PC-03</b>	130,5	130,5	130,2	129,5	130,2
<b>PC-04</b>	86,5	86,4	85,5	85,5	86,1
<b>PC-05</b>	98,5	98,5	100,0	99,5	99,5

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 2 se procedió a realizar la prueba de análisis de varianza estadística de los datos anteriormente detallados.

**Tabla 2.**  
**Resultado del análisis de varianza de la medición de ruido en horario diurno.**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Secciones	4	11 266,206	2 816,552	3 937,030	< 0,0001
Error	20	14,308	0,715		
Total	24	11 280,514			

Fuente: elaboración propia.

El análisis de varianza de la medición de ruido en el horario diurno en las 5 secciones de la base nuevo Mundo Lote 57 de Repsol-Cusco, presenta diferencias estadísticas altamente significativas ( $p\text{-valor} < 0,0001$ ) entre las secciones, debido a las diferentes emisiones de presión sonora resultado de las operaciones de logística.

En la tabla 3 se observa la prueba de significancia de Duncan para las medias aritméticas de las presiones sonoras recabadas en campo en el horario diurno.

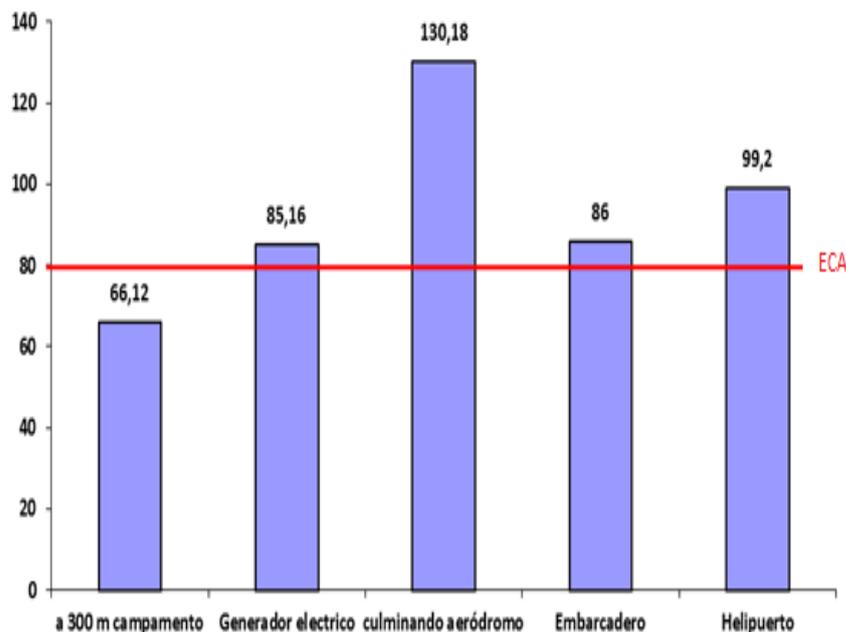
**Tabla 3.**  
**Prueba de significación de Duncan para los promedios de medición del ruido en horario diurno, para las cinco secciones.**

O.M.	Secciones	Promedio	Significación
1	3: Culminando aeródromo	130,180	a
2	5: Helipuerto	99,200	b
3	4: Embarcadero, a 400 m de garita de control	86,000	c
4	2: Generador eléctrico	85,160	c
5	1: A 300 m del campamento	66,120	d

Fuente: elaboración propia.

La prueba de comparación múltiple de Duncan para los promedios de medición de ruido en el horario diurno en cinco puntos de la base Nuevo Mundo del Lote 57 de Repsol, en el Cusco, muestra a la estación 3 (culminando el aeródromo) en primer lugar en orden de mérito con un valor promedio de 130.180 dB, superando estadísticamente a todas las demás estaciones evaluadas, siendo la estación 1 (a 300 m del campamento), la que tuvo valor promedio más bajo (66.120 dB).

**Figura 15.**  
**Medición de ruido en horario diurno.**



**Fuente: Elaboración propia.**

Los valores encontrados en esta evaluación diurna, comparados al ECA para ruido (80  $L_{AeqT}$ ), en las estaciones 2 (generador eléctrico = 85.16), 3 (culminando aeródromo = 130.18), 4 (embarcadero = 86), y 5 (helipuerto = 99.2), superan el ECA en sus valores Límites Máximos Permisibles, lo que evidencia que las medidas de mitigación implementadas no son eficientes en su totalidad, especialmente en el punto 3 correspondiente al aeródromo, sin embargo, los puntos 2 y 4 relativamente superar por un margen menor al estándar de calidad ambiental, entonces es posible afirmar que en dichos puntos las medidas que se tienen podrían reflejar una mayor eficiencia pero que no es la adecuada o podría ser potencialmente optimizada.

#### **4.1.2. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN NOCTURNO**

En la tabla 4 se observan los resultados de la medición de la presión sonora para el turno nocturno. Al igual que para el turno diurno, por cada punto de control (PC-01-05) se tomaron cinco 05 mediciones en distintos puntos determinados en función de lo establecido por el Plan de Manejo Ambiental propio del proyecto Nuevo Mundo Lote 57 de Repsol.

**Tabla 4.**

**Resultado de la medición de ruido en horario nocturno, abril 2014 – julio 2015, Campamento Base Nuevo Mundo, Provincia de Satipo de la Región Junín, Atalaya de la Región Ucayali, y La Convención de la Región Cusco.**

	MEDICIÓN 1	MEDICIÓN 2	MEDICIÓN 3	MEDICIÓN 4	MEDICIÓN 5
<b>PC-01</b>	55,6	51,5	57,5	55,5	54,5
<b>PC-02</b>	85,1	85,0	86,1	86,1	86,5
<b>PC-03</b>	55,5	54,5	50,1	55,2	54,9
<b>PC-04</b>	55,5	54,3	54,1	55,1	52,2
<b>PC-05</b>	55,5	57,5	58,5	57,5	58,5

Fuente: Elaboración propia.

De igual modo, en la tabla 5 se procedió a realizar la prueba de análisis de varianza estadística de los datos anteriormente detallados.

**Tabla 5.**

**Resultado del análisis de varianza de la medición de ruido en horario nocturno.**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Secciones	4	3 779,934	944,984	352,711	< 0,0001
Error	20	53,584	2,679		
Total	24	3 833			

Fuente: Elaboración propia.

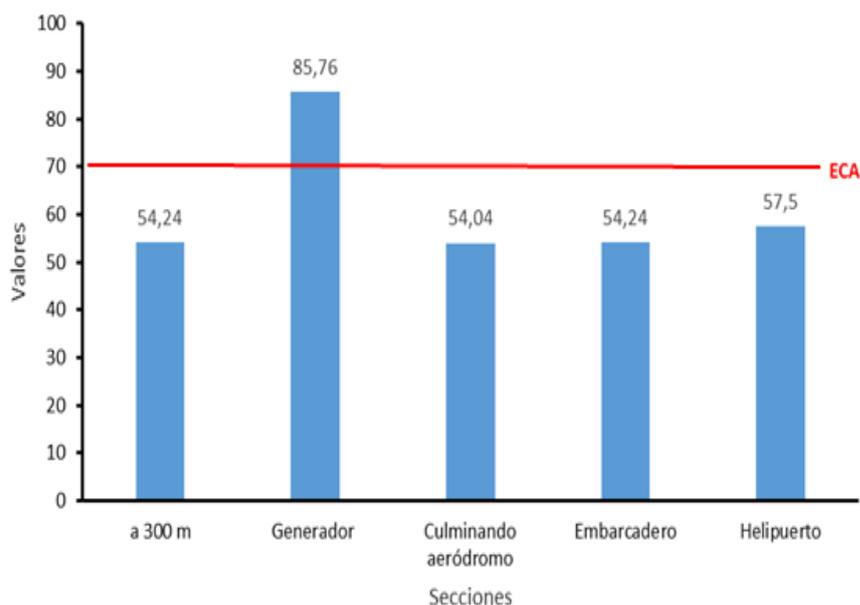
El análisis de varianza de la medición de ruido en el horario nocturno en las 5 secciones de la base nuevo Mundo Lote 57 de Repsol-Cusco, presenta diferencias estadísticas altamente significativas ( $p$ -valor < 0,0001) entre las secciones, debido a las diferentes emisiones de presión sonora resultado de las operaciones de logística.

**Tabla 6.**  
**Prueba de significación de Duncan para los promedios de medición del ruido en horario nocturno, para las cinco secciones.**

O.M.	Secciones	Promedio	Significación
1	2: Generador eléctrico	85,760	a
2	5: Helipuerto	57,500	b
3	1: a 300 m del campamento	54,920	c
4	4: Embarcadero, a 400 m de garita de control	54,240	c
5	3: Culminando aeródromo	54,040	c

La prueba de comparación múltiple de Duncan para los promedios de medición de ruido en el horario nocturno en cinco puntos de la base Nuevo Mundo del Lote 57 de Repsol, en el Cusco, muestra a la estación 2 (Generador eléctrico) en primer lugar en orden de mérito con un valor promedio de 85.76 dB, superando estadísticamente a todas las demás estaciones evaluadas, siendo las estaciones 1 (a 300 m del campamento = 54.920 dB), 4 (Embarcadero a 400 m de garita de control = 54.24 dB), y 3 (culminando aeródromo = 54.04 dB), las que ocuparon los últimos lugares en orden de mérito, con los valores promedio más bajos.

**Figura 16.**  
**Medición de ruido en horario nocturno.**



Fuente: Elaboración propia.

Los valores encontrados en esta evaluación nocturna, comparados al ECA para ruido ( $70 L_{aeqT}$ ), en la estación 2 (generador eléctrico = 85.76), supera el ECA en sus valores Límites Máximos Permisibles (Figura N° 16). Las demás estaciones no superan los valores límites permisibles del Estándar de Calidad Ambiental para ruido. A diferencia de la medición de la presión sonora diurna, en el entorno nocturno solo se tiene un punto de control que sobrepasa el estándar de calidad. Es oportuno aclarar que las fuentes de generación o emisión de ruido ambiental están muy relacionadas a los trabajos propiamente realizados en las actividades del proyecto, en especial en ciertos puntos donde se pueda tener mayor incidencia a consecuencia de los trabajos a realizar que puedan incluir a procesos como el transporte de materiales que al presentarse próximo al punto de control incide en el incremento de la presión sonora.

#### 4.1.3. ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN

##### A. Lugares y mediciones diurnas

**Tabla 7.**  
**Análisis de varianza de la regresión entre lugares y mediciones diurnas**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Regresión	1	2 244,500	2 244,5	5,710	0,0254
Error	23	9 036,010	392,87		
Total	24	11 280,500			

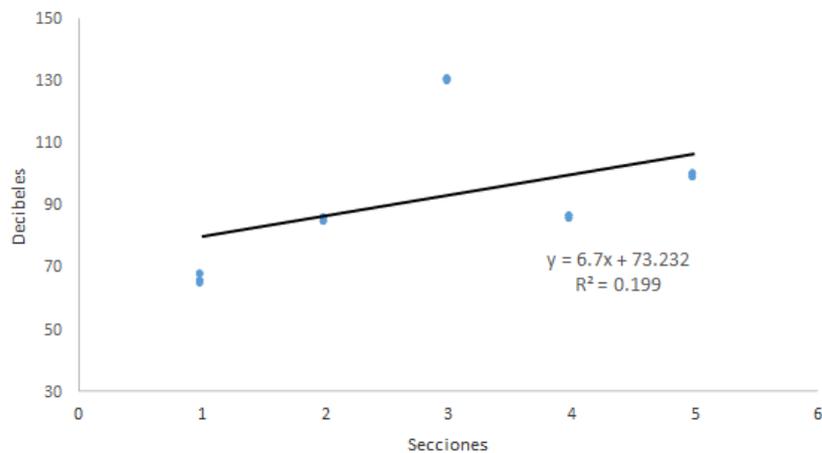
El análisis de varianza de la regresión entre las estaciones evaluadas (x = desde más lejos a más cerca del helipuerto), y las mediciones de ruido diurno, presentan significación estadística (p-valor < 0,05), mostrando el efecto de las operaciones logísticas en el ruido generado en la base de Nuevo Mundo de Repsol.

La ecuación de regresión estimada fue:

$$\text{Ruido diurno} = 73.232 + 6.700 \cdot \text{Lugares}$$

Donde, por cada unidad de acercamiento al lugar del helipuerto, el sonido de incrementa en 6.7 dB, siendo el valor promedio de ruido, sin considerar las estaciones de medición, 73.232 dB, debajo del ECA de ruido ambiental diurno.

**Figura 17.**  
**Regresión y correlación entre las secciones y los valores diurnos encontrados.**



Fuente: elaboración propia.

### B. Lugares y mediciones nocturnas

**Tabla 8.**  
**Análisis de varianza de la regresión entre lugares y mediciones nocturnas.**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Regresión	1	347,425	347,425	2,290	0,1436
Error	23	3 486,09	151,569		
Total	24	3 833,52			

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 9.**  
**Análisis de correlación entre lugares y mediciones nocturnas**

Variables	R calculado	R tablas		Significación
		0,05	0,01	
X = Secciones Y = Valor	- 0,301	0,396	0,505	ns

El análisis de varianza de la regresión entre las estaciones evaluadas (x = desde más lejos a más cerca del helipuerto), y las mediciones de ruido nocturno, no presentan significación estadística (p-valor > 0,05), mostrando que no hubo efecto

de las estaciones evaluadas en el ruido generado en la base de Nuevo Mundo de Repsol (Tablas 8 y 9).

## **4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Respecto al primer resultado, en relación a la hipótesis planteada y validada: Las medidas de control implementadas para la mitigación de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015 son las adecuadas en función de la condición diurna o nocturna, concuerda con lo afirmado por CORTÍNEZ et. al. (2013) que consideran que es necesaria la determinación del criterio para el pre-diseño de estrategias que conllevarían a evitar impactos acústicos excesivos y en base a ello plantear soluciones, haciendo énfasis en la identificación de los principales mecanismos de generación de ruido. En la investigación se llega a validar estadísticamente que los valores recogidos en la condición diurna presenta una significación estadística, al contrario en la condición nocturna, lo cual tiene una relación directa por lo planteado por LOBOS (2008), que considera que una fuente de ruido perceptible por la población es propiamente el parque automotor (47.6%), es decir, esta actividad generadora de ruido influye dentro de los valores tomados en campo de manera directa, lo cual se evidencia también en los resultados de REYES (2011), puesto que sus niveles son relativamente mayores y hacen que el promedio de mediciones registradas aumente en sobremanera, especialmente cuando se realiza una comparativa con algún valor predeterminado, como es el estándar de calidad ambiental para ruido. Si bien en la presente investigación se tiene como objeto de estudio al ruido y su impacto en el medio ambiente, es oportuno aclarar que éste, respecto de sus valores altos, puede llegar a influenciar en el deterioro auditivo de las personas y/o trabajadores, así como en los procesos biológicos que se manifiestan en los ecosistemas aledaños, lo cual concuerda con lo investigado por SALAZAR (2012) y CONESA (2012) y fundamentado por un estudio propiamente de ruido a niveles laborales u ocupacionales; es oportuno ver que las condiciones de exposición al ruido son los que influyen directamente en la pérdida de alguna condición en equilibrio, por lo que concluyen y recomiendan que el flujo de información sobre estos niveles de exposición es fundamental para determinar las medidas más adecuadas de mitigación o control del mismo y es lo que también plantean MAYA et. al. (2010) que consideran que una es primordial una consolidación necesaria de estrategias de sensibilización ante el problema de ruido, así como dar a conocer a los diferentes integrantes de las administraciones públicas y privadas el conocimiento e información de

la existencia de estrategias de prevención, mitigación y control, los cuales son denominados como mapas de ruido. PACHECO (2009) considera que se requiere tanto de una normatividad integral y bien construida, como de mecanismos que otorguen a las autoridades competentes una capacidad de acción inmediata y efectiva sobre los infractores, aquello se logra evidenciar en la investigación puesto que no se lograron obtener resultados relacionados a la eficiente propuesta de implementación de mitigación de la presión sonora a un porcentaje significativo, es decir, los valores comparativos propios de la normativa son muy genéricos para ser aplicados en diversos ámbitos generadores de ruido, siendo así necesaria la idealización e implementación progresiva de instrumentos de gestión ambiental específicas para diversas actividades potenciales de impactar al equilibrio ambiental por su significativa generación de presión sonora. Finalmente, GIRÓN et. al (2002) considera que para desarrollar un programa de control de ruido eficiente se necesita realizar un plan de mediciones de los niveles sonoros existentes y su comparación con los valores admisibles, concordando con lo realizado en el proceso metodológico específico de la investigación, ya que sin valores reales y validados (estadísticamente y propiamente en laboratorio acreditado en calidad) no se puede llegar a obtener resultados ideales que sean un punto de partida para la implementación de medidas o controles eficientes, es decir, garantizar lo que mencionan como conclusión los citados autores: lograr la efectividad de las soluciones propuestas y de esta manera lograr controlar el nivel de presión sonora, lo que progresivamente traería el equilibrio de las actividades propias desarrolladas en el Lote 57 Nuevo Mundo Repsol y el ecosistema propio de su área de influencia directa.

## CONCLUSIONES

1. Existen medidas de control adecuadas y parcialmente eficientes para mitigar el nivel de presión sonora ambiental en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015, debido a que en este caso se tienen implementados dos dispositivos acústicos, el primer dispositivo está constituido por masas de vegetación atenuando el ruido diurno y nocturno en 15 dB y el segundo dispositivo constituido por barreras de hormigón atenuando el ruido diurno y nocturno en 26 dB reduciendo el nivel de ruido con baja eficiencia, excediendo a los estándares de calidad ambiental.
2. El nivel de presión sonora ambiental generado en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015 es de 130.18 dB para la condición diurna y de 85.76 dB para la condición nocturna como máximo, lo cual evidencia que si bien se tienen las medidas de control adecuadas implementadas no llegan a ser eficientes principalmente debido a ciertos procesos que inciden en el nivel de exposición al ruido.
3. Existe una relación, valida estadísticamente, entre los niveles de la presión sonora ambiental para la condición diurna y para la condición nocturna no se tiene una relación estadística en las operaciones de logística de la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL – Cusco en el año 2015.

## RECOMENDACIONES

1. En situaciones de contaminación acústica ambiental se deben aplicar barreras acústicas acordes a las actividades del proyecto para mitigar la presión sonora de manera eficiente.
2. Elaborar e implementar instrumentos de gestión ambiental específicos para cada sector productivo o de servicio, de modo que las situaciones generadoras de ruido se vean eficientemente controladas.
3. Casi siempre en las actividades industriales los niveles de presión sonora exceden un estándar de calidad, sin embargo es importante mitigar estos valores siempre considerando como referencia los estándares de calidad ambiental ECA, DS. -085-2003-PCM.
4. Se debe realizar en los procesos productivos o de servicio una señalización adecuadas de las fuentes generadoras de presión sonora excesiva, como es el mapa de ruidos, y de ese modo ubicar lugares prioritarios en los cuales se implementen medidas de control más eficientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ABCCOLOR, 2011.** [en línea]. [Consulta: 19 abril 2016]. Disponible en: <http://www.abc.com.py/articulos/la-contaminacion-sonora-es-cada-vez-peor-a-causa-del-trafico-vehicular-227794.html>.

**AMC N° 031-2011-MINAM/OGA,** Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental.

**ACUÑA CORTÉS, JUAN GABRIEL. 2006.** "RECOMENDACIONES PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO ACUSTICO DE PROYECTOS AEROPORTUARIOS". Valdivia, Chile : s.n., 2006. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfcia189r/doc/bmfcia189r.pdf>.

**ANDINA, 2013.** [en línea], [Consulta: 2 mayo 2016]. Disponible en: <http://peru.com/actualidad/mi-ciudad/lima-identifican-37-puntos-alta-contaminacion-sonora-capital-peruana-noticia-158785>.

**ARANGO DUQUE, CATALINA y MOLINA TORO, VÍCTOR MANUEL. 2010.** "CONSTRUCCION DE UNA BARRERA ACUSTICA A ESCALA PARA DISMINUIR LA CONTAMINACION SONORA POR EL ALTO FLUJO VEHICULAR". Bogota : s.n., 2010. Disponible en: <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/59900.pdf>.

**ANTONIA LÓPEZ RIVERA, 2009.** "INTENSIDAD DE RUIDO A LA QUE SE EXPONEN LOS MAESTROS EN UNA ESCUELA SUPERIOR DE LA REGIÓN CENTRAL DE PUERTO RICO Y SU PERCEPCIÓN AL RESPECTO". S.l.: s.n.

**BARTI DOMINGO, R., 2010.** *Acústica medioambiental. Vol. I* [en línea]. S.l.: Editorial Club Universitario. [Consulta: 9 mayo 2016]. ISBN 8499480209. Disponible en: [https://books.google.com/books?id=xgY4RN\\_6RQ4C&pgis=1](https://books.google.com/books?id=xgY4RN_6RQ4C&pgis=1).

**"Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia".** En: revista [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 25 abril 2016]. Disponible en: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/viewFile/382/717>.

**CASTRO, 2009.** *Aspectos Básicos del Sonido y el Ruido* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 9 mayo 2016]. Disponible en: [http://gcastro.webs.uvigo.es/PFC/PROYECTO\\_ZALO\\_archivos/Capitulo1.pdf](http://gcastro.webs.uvigo.es/PFC/PROYECTO_ZALO_archivos/Capitulo1.pdf).

**CASTIÑEIRA IBAÑES, SERGIO, y otros. 2011.** "PANTALLAS ACUSTICAS BASADAS EN CRISTALES DE SONIDO DE SEGUNDA GENERACION". España : s.n., 2011. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/240323444>

**CONESA, CARLOS ANDREU. 2012.** "METODOS DE CONTROL DE RUIDO EN EL AMBIENTE LABORAL". España : s.n., 2012. Disponible en: <http://repositorio.upct.es/bitstream/10317/2802/1/tfm146.pdf>.

**DOMÍNGUEZ, M., 2009.** *Medición Y Procesamiento Avanzado De Indicadores De Ruido, En Zonas Críticas Localizadas Dentro Del Distrito Federal*. S.l.: s.n.

**EL COMERCIO, 2015.** Cercado y periferia tienen el mayor nivel de contaminación | Ciudad | Lima | El Comercio Peru. [en línea]. [Consulta: 2 mayo 2016]. Disponible en: [http://elcomercio.pe/lima/transporte/contaminacion-vehicular-lima-gino-costa-noticia-1790257?ref=flujo\\_tags\\_517438&ft=nota\\_3&e=titulo](http://elcomercio.pe/lima/transporte/contaminacion-vehicular-lima-gino-costa-noticia-1790257?ref=flujo_tags_517438&ft=nota_3&e=titulo).

**ESPINOZA, Guillermo. 2007.** *Gestión y fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Chile :

Banco Interamericano de Desarrollo, 2007. pág. 262.

**EL MUNDO, 2016.** El 80% del ruido que sufren los habitantes de una vivienda proviene del tráfico | Vivienda | EL MUNDO. [en línea]. [Consulta: 2 mayo 2016]. Disponible en: <http://www.elmundo.es/economia/2016/01/07/568e50eb268e3eef488b457f.html>.

**RUZA TARRIO, FELIPE. 1996.** "LA VEGETACION EN LA LUCHA CONTRA EL RUIDO". Francia : s.n., 1996. Disponible en: [http://www.carreteros.org/planificacion/1996/1996\\_6.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/1996/1996_6.pdf).

**GIRÓN, SEQUEIRA, ADRIAN P, VICTOR H, PABLO G, MARTÍN, AZURRO, CORTINEZ. 2005.** "Control de ruido industrial mediante un modelo computacional". Buenos Aires, Argentina : s.n., 2005. Disponible en: (MarcadorDePosición1) <https://www.researchgate.net/publication/228666773> (GONZALES MENDEZ, y otros, 2008)

**GONZALES MENDEZ, BIANKA M y HERNÁNDEZ DIAZ, A. 2007.** "Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos al ruido industrial". Habana : s.n., 2007. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v53n208/original2.pdf>

**H.CORTINEZ, VÍCTOR, E.SEQUEIRA, MARTÍN y E.DOTTI, FRANCO. 2013.** "MEDIDAS DE MITIGACION DEL IMPACTO ACUSTICO PRODUCIDO POR UNA PLANTA INDUSTRIAL EN LA ZONA URBANA ALEDAÑA". Argentina : s.n., 2013. Disponible en: <http://www.cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/view/4525/4454>.

**JIMÉNEZ, H.A.R., 2011.** ESTUDIO Y PLAN DE MITIGACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO AMBIENTAL EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE PUYO. S.l.: s.n.

**LOBOS VEGA VALDIVIA, V.H., 2008.** Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt. S.l.: s.n.

**MARÍA, A. y BUGUEÑO, S., 2012.** Pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile. S.l.: s.n.

**MAYA.V, GABRIEL , CORREA.O, MAURICIO y GOMEZ.M , MIRYAM. 2010.** "GESTION PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DEL RUIDO URBANO". Colombia : s.n., 2010. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1909-04552010000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-04552010000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

**OMS, 1999.** Guidelines for Community Noise. [en línea]. [Consulta: 2 mayo 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>. Poole,.

**PACHECO, JOSÉ, FRANCO, JUAN F y BEHRENTZ, EDUARDO. 2009.** "CARACTERIZACION DE LOS NIVELES DE CONTAMINACION AUDITIVA EN BOGOTA". BOGOTA : s.n., 2009. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n30/n30a10.pdf>.

**PERIÓDICO, EL. 2015.** "REPORTE SOBRE LOS PUNTOS CRITICOS CON ALTOS NIVELES DE CONTAMINACION SONORA DE LA CIUDAD DEL CUSCO". "Cusco luchara contra contaminacion sonora, el 72% de 57 puntos no cumplen normas del minam". 2015.

**QUINTERO GONZALES, JULIAN RODRIGO. 2012.** "CARACTERIZACION DEL RUIDO PRODUCIDO POR EL TRAFICO VEHICULAR EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE TUNJA". Tunja, Colombia : s.n., 2012. Disponible en: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/viewFile/382/717>.

**QUIROS RODRÍGUEZ, RENE ALEJANDRO. 2013.** "ESTUDIO DE PANTALLAS ACUSTICAS ELABORADAS A PARTIR DE GREEN COMPOSITES". Gandia : s.n., 2013. Disponible en:<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/33640/memoria.pdf?sequence=1>.

**RAMÍREZ, A. y DOMÍNGUEZ, E., 2014.** Indicadores objetivos y subjetivos de la contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia). *Gestión y Desarrollo*, vol. 17, no. 2, pp. 45-54.

**RAMÍREZ-GONZÁLES, A. y DOMÍNGUEZ-CALLE, E.L., 2011.** El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción en el flujo de automóviles. *Medio Ambiente* [en línea], vol. 35, no. 42, pp. 143-156. Disponible en: [http://www.accefyn.org.co/revista/Vol\\_35/135/143-156.pdf](http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_35/135/143-156.pdf).

**RUIZ, LÓPEZ, Z., 2009.** Contaminación ambiental y ruido vehicular urbano. Plazas de San Cristóbal. [en línea]. [Consulta: 19 abril 2016]. Disponible en: <http://www.laccei.org/LACCEI2009-Venezuela/p163.pdf>.

**SÁNCHEZ, D.H.H., 2012.** *Ruido, medio ambiente, sociedad y salud* [en línea]. 21 octubre 2012. S.l.: s.n. [Consulta: 25 abril 2016]. Disponible en: <http://www.revotorrino.sld.cu/index.php/otl/article/view/1/19>.

**ZAMORANO.G, BENITO, y otros. 2010.** "DISMINUCION AUDITIVA DE TRABAJADORES EXPUESTOS A RUIDO EN UNA EMPRESA METALMECANICA". Chile : s.n., 2010. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3218435>

## **ANEXOS**

**Anexo 01: Matriz de consistencia. (ISO 690)**

**Título: “EFICIENCIA DE MEDIDAS DE CONTROL PARA MITIGAR LA PRESIÓN SONORA POR OPERACIONES DE LOGÍSTICA EN LA BASE NUEVO MUNDO LOTE 57 REPSOL – CUSCO EN EL AÑO 2015”**

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b></p> <p>- ¿Las medidas de control implementadas para la mitigación de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015 son las adecuadas?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>- ¿Cuál es la situación actual de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015?</p> <p>- ¿Qué relación existe entre la presión sonora ambiental diurna con la presión sonora ambiental nocturna en las operaciones de logística de la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL – Cusco en el año 2015?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>- Determinar si las medidas de control implementadas para la mitigación de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015 son las adecuadas.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>- Determinar la situación actual de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015.</p> <p>- Determinar la relación que existe entre la presión sonora ambiental diurna con la presión sonora ambiental nocturna en las operaciones de logística de la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL – Cusco en el año 2015.</p>	<p>H1: Las medidas de control implementadas para la mitigación de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015 son las adecuadas.</p> <p>H0: Las medidas de control implementadas para la mitigación de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015 no son las adecuadas.</p> <p>Ha: Las medidas de control implementadas para la mitigación de la presión sonora generada en las operaciones de logística en la Base Nuevo Mundo Lote 57, REPSOL - Cusco en el año 2015 son las adecuadas en función de la condición diurna o nocturna</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <p>Medidas de control.</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p> <p>Presión sonora.</p>	<p><b>MÉTODO GENERAL:</b></p> <p>- Deductivo, hipotético y analítico.</p> <p><b>MÉTODO ESPECÍFICO:</b></p> <p>- Observacional.</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p>- Aplicada.</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>- Longitudinal</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b></p> <p>- 05 puntos de monitoreo diurno y nocturno.</p> <p><b>TÉCNICA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS:</b></p> <p>- Observación directa.</p> <p><b>INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</b></p> <p>- Cadena de Custodia.</p> <p><b>TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE DATOS:</b></p> <p>- Prueba de Duncan.</p>

**Anexo 2: Plano a escala.**

**Anexos 3: Cronograma de Monitoreo y ubicación de puntos GPS.**

PUNTOS DE CONTROL	CRONOGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL CB - NUEVO MUNDO AÑOS 2014-2015				
	MEDICIÓN 1	MEDICIÓN 2	MEDICIÓN 3	MEDICIÓN 4	MEDICIÓN 5
R - 01	abr-14	jul-14	sep-14	abr-15	jul-15
R - 02	abr-14	jul-14	sep-14	abr-15	jul-15
R - 03	abr-14	jul-14	sep-14	abr-15	jul-15
R - 04	abr-14	jul-14	sep-14	abr-15	jul-15
R - 05	abr-14	jul-14	sep-14	abr-15	jul-15

**Cronograma de Monitoreo.**

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL CB - NUEVO MUNDO			
ESTACIÓN DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM (m)	
		ESTE	NORTE
<b>Monitoreo de Ruido (Diurno y Nocturno)</b>			
R-01	A 300M del campamento en dirección al Campamento	702 811	8 722 566
R-02	Generador eléctrico	702 690	8 722 497
R-03	Culminando el aeródromo (Pista de aterrizaje de aviones)	702 702	8 724 285
R-04	Embarcadero 1 a aproximadamente 40M de la garita de control 1	702 745	8 722 497
R-05	Helipuerto	702 546	8 722 602

**Ubicación de puntos GPS**

Anexos 4: Formato de Monitoreo.

MEDICIONES DE NIVELES DE RUIDO													
		Nº OIL : 341908 Pro-acta: 623566 CLIENTE : PERSOL EXPLORACION PESQUERA				LUGAR DE INSPECCIÓN : CA. Nuevo Mundo							
Tipo de Medición: <input checked="" type="checkbox"/> Ruido Ambiental <input type="checkbox"/> Ruido Ocupacional <input type="checkbox"/> Ruidos por Fuente Sonora		Equipos: Sonómetro <u>SVANIEK</u> Modelo <u>SVA967</u> Serie <u>21442</u> Código <u>08E-651-T</u> Calibrador <u>SVANIEK</u> Modelo <u>SVA 91</u> Serie <u>29804</u> Código <u>08E-061-T</u> GPS <u>GARMIN</u> Modelo <u>ETREX10</u> Serie <u>200551955</u> Código <u>0A-114-T</u> Resultados de la verificación: <input type="checkbox"/> 94 dB(A) <input type="checkbox"/> 114 dB(A)		(PERIODOS DE MEDICIÓN: DIURNO: de 07:01 a 22:00 hrs.; NOCTURNO: de 22:01 a 07:00 hrs.)									
Código de Estación de Monitoreo	Descripción de la Estación	Coordenadas (UTM WGS 84)			Fecha	Hora	Tiempo de Integración	Nivel de Presión Sonora dB(A)			Observaciones		
		N	E	m.s.n.m.				LAmáx	LAeq	LAmín			
	Monitoreo Diurno												
R-01	A 100 mt del campamento en dirección del campamento	8722566	702811		14/04	10:00	60 min	66.2	67.5	60.1	A 100mt. Cerca Planta de tratamiento Sonda de desechos b/a.		
R-04	Embarcadero L. aprox. 24mt de la garita de control L.	8722497	702745		14/04	11:15	60 min	85.5	86.5	84.2	Tránsito de vehículo Sonda de control punto		
R-02	Generador eléctrica	8722497	702690		14/04	12:10	60 min	87.2	84.5	82.1	No hubo actividad cerca al punto		
R-03	Culminando el ascenso	8722495	702702		14/04	14:00	60 min	128.5	130.5	128.1	A más de 1km actividad de vehículos		
R-05	Helipuerto	8722692	702545		14/04	15:20	60 min	97.2	98.5	96.5	Tránsito vehicular y monitoreo.		
En señal de conformidad con lo aquí descrito y no habiendo más que declarar, firman.													
Inspector SGS: Firma: Nombre: <u>Henry Corraón Sánchez</u>		Representante (Empresa): Firma y/o sello: Nombre/ Empresa: Fecha y hora:				Fecha/ Hora de Inspección: Inicio: <u>14 abril 2014</u> Término: <u>14 abril 2014</u> Rev. Por:							

Cadena de custodia diurno.

MEDICIONES DE NIVELES DE RUIDO													
		Nº OIL : 341908 Pro-acta: 623566 CLIENTE : PERSOL EXPLORACION PESQUERA				LUGAR DE INSPECCIÓN : CA. Nuevo Mundo							
Tipo de Medición: <input checked="" type="checkbox"/> Ruido Ambiental <input type="checkbox"/> Ruido Ocupacional <input type="checkbox"/> Ruidos por Fuente Sonora		Equipos: Sonómetro <u>SVANIEK</u> Modelo <u>SVA967</u> Serie <u>21442</u> Código <u>08E-651-T</u> Calibrador <u>SVANIEK</u> Modelo <u>SVA 91</u> Serie <u>29804</u> Código <u>08E-061-T</u> GPS <u>GARMIN</u> Modelo <u>ETREX10</u> Serie <u>200551955</u> Código <u>0A-114-T</u> Resultados de la verificación: <input type="checkbox"/> 94 dB(A) <input type="checkbox"/> 114 dB(A)		(PERIODOS DE MEDICIÓN: DIURNO: de 07:01 a 22:00 hrs.; NOCTURNO: de 22:01 a 07:00 hrs.)									
Código de Estación de Monitoreo	Descripción de la Estación	Coordenadas (UTM WGS 84)			Fecha	Hora	Tiempo de Integración	Nivel de Presión Sonora dB(A)			Observaciones		
		N	E	m.s.n.m.				LAmáx	LAeq	LAmín			
	Monitoreo Nocturno												
R-03	Culminando el ascenso	8722495	702702		14/04	21:35	60 min	55.2	55.5	54.5	Presencia de ruido por insectos.		
R-05	Helipuerto	8722692	702546		14/04	21:50	60 min	55.1	55.5	54.5	Presencia de ruido por insectos.		
R-01	A 100 mt del campamento en dirección a la base N1	8722566	702811		14/04	23:10	60 min	53.5	55.6	52.7	Presencia de ruido por insectos.		
R-04	Embarcadero L. aprox. 24mt de la garita de control L.	8722497	702745		14/04	22:10	60 min	55.2	55.5	54.2	Presencia de ruido 220mt por electrobomba		
R-02	Generador eléctrico	8722497	702690		14/04	00:20	60 min	84.2	85.1	83.1	Presencia de ruido constante en el punto de monitoreo por electrobomba.		
En señal de conformidad con lo aquí descrito y no habiendo más que declarar, firman.													
Inspector SGS: Firma: Nombre: <u>Henry Corraón Sánchez</u>		Representante (Empresa): Firma y/o sello: Nombre/ Empresa: Fecha y hora:				Fecha/ Hora de Inspección: Inicio: <u>14 abril 2014</u> Término: <u>14 abril 2014</u> Rev. Por:							

Cadena de custodia nocturno.

## Anexo 5: Formato de Calibración

EQUIPOS	FORMATO DE CALIBRACIÓN DE SONOMETRO			
	MARCA	MODELO	SERIE	CODIGO
SONOMETRO	SVANTEK	SVAN-957	21442	OPE-651-T
CALIBRADOR	SVANTEK	SVAN-31	21004	OPE-1161-T
GPS	GARMIN	ETREX-10	2DR551855	CAL-119-T
RESULTADO DE VERIFICACION		TIPO DE MEDICION		
114 dB (A)		RUIDO AMBIENTAL		

**Formato de calibración de sonómetro**

## Anexo 6: Fotografías



Fotografía 1: R-01



Fotografía 2: R-01



Fotografía 3: R-02



Fotografía 4: R-02



**Fotografía 5: R-03**



**Fotografía 6: R-03**



**Fotografía 7: R-04**



**Fotografía 8: R-04**



Fotografía 9: R-05



Fotografía 10: R-05